

# 日本森林学会賞・奨励賞・学生奨励賞・論文賞

## 1. 日本森林学会賞受賞業績要旨

- (1) 無花粉スギ品種の開発と普及 齋藤真己 (富山森林研)
- (2) 森林施業による水流出プロセス・河川環境変化の評価とそのモデル化 五味高志 (東京農工大学)
- (3) 樹冠内の光環境を考慮した樹木成木のオゾン影響評価に関する研究 北尾光俊 (森林総研)

## 2. 日本森林学会賞奨励賞受賞業績要旨

- (1) Recovery performance in xylem hydraulic conductivity is correlated with cavitation resistance for temperate deciduous tree species  
(落葉広葉樹における通水機能の回復性と木部キャビテーション抵抗性の関連性) 小笠真由美 (東大院・新領域)
- (2) Effects of wood decomposer fungi on tree seedling establishment on coarse woody debris  
(木材腐朽菌が倒木上における樹木実生の更新に与える影響) 深澤 遊 (東北大学)
- (3) Identification of a hydrolyzable tannin, oenothien B, as an aluminum-detoxifying ligand in a highly aluminum-resistant tree, *Eucalyptus camaldulensis*  
(アルミニウム耐性樹木 *Eucalyptus camaldulensis* からアルミニウム無毒化物質として加水分解性タンニン・エノテイン B を同定) 田原 恒 (森林総研)
- (4) Predicted spatio-temporal dynamics of radiocesium deposited onto forests following the Fukushima nuclear accident  
(福島第一原子力発電所の放射能漏れ事故後に森林に降下した放射性セシウムの時空間的変動の予測) 橋本昌司 (森林総研)

## 3. 日本森林学会学生奨励賞受賞業績要旨

- (1) Modeling intraspecific adaptation of *Abies sachalinensis* to local altitude and responses to global warming, based on a 36-year reciprocal transplant experiment.  
(トドマツの標高に沿った自生地への適応と温暖化応答の予測 — 36年にわたる植栽試験から—) 石塚 航 (道総研・林業試験場)
- (2) Life-history traits affect vulnerability of butterflies to habitat fragmentation in urban remnant forests  
(森林の分断化に対するチョウ類の脆弱性と生活史特性の関係に関する研究) 曾我昌史 (北大・農)
- (3) Diet analysis by next-generation sequencing indicates the frequent consumption of introduced plants by the critically endangered red-headed wood pigeon (*Columba janthina nitens*) in oceanic island habitats  
(次世代シーケンサーを用いた食性解析により、海洋島に生息する絶滅危惧種アカガシラカラスバトによる頻繁な外来種の採食が示唆された) 安藤温子 (京都大学)

## 4. Journal of Forest Research 論文賞

What controls the distribution of the Japanese endemic hemlock, *Tsuga diversifolia*?  
Footprint of climate in the glacial period on current habitat occupancy  
(コマツガの分布を規定する要因は何か? ~第四紀氷期の気候が現在の分布域に及ぼす影響~)  
Ikutaro Tsuyama, Katsuhiko Nakao, Motoki Higa, Tetsuya Matsui, Koji Shichi, Nobuyuki Tanaka

## 5. 日本森林学会誌論文賞

植栽時期の違いがスギコンテナ苗の植栽後 1 年目の活着と成長に及ぼす影響

山川博美・重永英年・久保幸治・中村松三

## 無花粉スギ品種の開発と普及

斎藤真己（富山森林研）

## はじめに

近年、スギ花粉症が大きな社会問題になっていることから、花粉を放出しないスギ品種の開発が強く求められるようになった。そのような中で、富山県森林研究所は 1992 年に全国に先駆けて無花粉の性質（雄性不稔性）を持つスギを発見し、さらに品種改良を重ねて実用化に成功した。本稿ではこれまでの研究成果の概要について紹介する。

## 無花粉スギ品種（「はるよこい」、「立山 森の輝き」）の開発と大量増殖法の確立

最初に発見された無花粉スギ（富山不稔スギ）は、さし木の発根率が低く、生育特性も不明だったため、富山不稔スギの自然交配由来の実生集団の中から、7 年かけてさし木の発根能力が高い実用的な無花粉スギを選抜した。富山県は、このスギを「はるよこい」と命名し、2007 年に品種登録した。また、「はるよこい」の大量増殖を目的に富山県砺波市に採種園を整備したことから、現在では年間 1,000 本程度の安定生産が可能となっている。

成長や材質など林業上、優れた無花粉スギ品種を開発するためには、雄性不稔性の遺伝様式を解明し、さらに遺伝的に優れた品種との交配及び選抜を進めていく必要がある。そこで、戻し交配による検定を行った結果、この性質は一对の劣性遺伝子 ( $aa$ ) によって支配されていることが明らかになった。また、全国の精英樹 330 クロンの花粉を収集し無花粉スギとの交配試験を行ったところ、雄性不稔遺伝子をヘテロ型 ( $Aa$ ) で保有する精英樹が複数、発見された。そこで、雄性不稔遺伝子を保有する富山県の精英樹「小原 13 号」と石川県の精英樹「珠洲 2 号」を交配親として活用し、無花粉の実生品種である「立山 森の輝き」を開発した。この品種は初期成長が早く、3 箇所全ての検定林で富山県の既存品種を上回る成長をしている。

「立山 森の輝き」を大量増殖するため、閉鎖型の室内ミニチュア採種園を考案した。これは園外花粉との受粉を防ぐために、大型のビニールハウス内に「立山 森の輝き」の種子親 ( $aa$ ) と花粉親 ( $Aa$ ) を混在させ、扇風機を用いて自然交配させる施設である。この手法が確立されたことで、省力的かつ効果的な「立山森の輝き」の種子生産が可能になり、現在、この採種園 4 棟から年間 4 万本程度の苗木が生産されている。

## 無花粉スギ品種の普及

富山県では 2011 年から「はるよこい」の普及が始まり、都市部の緑化用として公園や校庭などに植樹されている。また、「立山森の輝き」は、2012 年からスギ花粉発生源対策として都市近郊部のスギ林の改植に活用されており、2015 年までの 3 年間で富山県内 21 箇所にて約 17,000 本の苗が植林された。

## 雄性不稔遺伝子の多様化と無花粉スギのデータベースの構築

富山県で無花粉スギが発見されて以来、各地で様々なタイプの無花粉スギが確認され、現在までに 4 種類の雄性不稔遺伝子が同定された。このことから、今後の混乱を避け効率的に育種を進展させるために、名称と遺伝子座名を標準化した「無花粉スギのデータベース」を作成した。本データベースは、富山県森林研究所のホームページ (<http://www.fes.pref.toyama.jp/>) で公開している。

## 今後の展望

現在、無花粉スギは富山県以外でも品種改良が進められており、各地で普及が始まりつつある。本手法は成果が現れるまでに時間がかかるものの、日本の林業を衰退させることなく、確実に将来のスギ花粉飛散数を軽減する対処法になると期待される。



## 森林施業による水流出プロセス・河川環境変化の評価とそのモデル化

五味高志（東京農工大学）

## はじめに

山地森林の小支流は個々の面積が小さいものの、その総面積は流域の7～8割を占め、下流域への水や土砂の供給源として重要である（Gomi *et al.* 2002）。これらの山地森林流域では、国内外問わず人工林や二次林の立木密度の過密化が指摘され、間伐などの密度管理を目的とした施業が実施されている。これらの森林施業は、水流出のみならず、水系網を通して土砂移動、水温、水生生物などに影響を及ぼすことから、学際的視点での多面的機能の評価が重要である。そこで、本研究では、フィールド研究による現象把握とモデル解析の両輪による、森林施業にともなう水流出と河川環境への影響評価に取り組んだ。

## 方法

①フィールドでの現地調査や観測、②数値モデルによる素過程解明と予測、③流域操作実験による施業の影響評価として行った。国内では管理履歴の異なるヒノキ人工林流域において入れ子状の観測を行い、水流出量や水質などの指標から、流域スケールの水流出量や表面流の寄与を評価した。本数50%強度間伐を実施し、対照流域法による解析を行った。また、TOPOTUBE 地形解析を利用した分布型流出モデルの解析を行った。二次林を管理するため50%残存木施業（Partial retention harvesting）を実施したブリティッシュ・コロンビア州立大学の実験林流域では、対照流域法による水温上昇量の観測とともに、施業後の水温上昇量について熱収支モデルによる解析を行った。

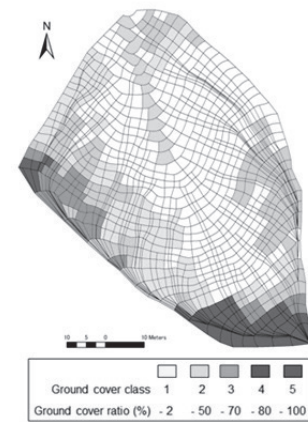


図1 モデル用 TOPOTUBE と林床植生被覆の空間分布

## 結果

林分がモザイク状に分布している流域の水源涵養機能の評価では、表面流量の寄与率評価として林床植生の分布状態の重要性を指摘できた。さらに、分布型水流出モデルの解析から、浸透能の空間的不均質性による表面流発生箇所を評価できた（五味ら, 2013）。また、ヒノキ林分で50%強度間伐を実施した場合には基底流の流量が増加することを明らかにできた。カナダでの研究からは、同一施業を実施した流域でも渓流毎に水温上昇率が異なることを示した。これらの違いは、立木密度管理による日射量変化のみならず、渓流水と地下水の熱交換に起因していることを明らかにするとともに、熱収支モデルに渓流と地下水の熱交換を考慮することで、森林施業による渓流の温度変化をより正確に予測できるようになった。また、水温変動による解析とその成果は、生物代謝モデルなどの水生生物や魚類への施業影響の評価にも応用的に適用できた（Leach *et al.* 2012）。

## 引用文献

- 五味高志・宮田秀介・Roy C. Sidle・小杉賢一朗・恩田裕一・平岡真合乃・古市剛久（2013）分布型流出モデルを用いたヒノキ人工林流域における地表流の発生と降雨流出解析. 日本森林学会誌 95: 23-31
- Leach JA, Moore RD, Hinch S, Gomi T (2012) Estimation of forest harvesting-induced stream temperature changes and bioenergetic consequences for cutthroat trout in a coastal stream in British Columbia, Canada. *Aquatic Sciences* 74: 427-441.
- Gomi T, Sidle RC, Richardson JS (2002) Understanding processes and downstream linkages of headwater systems. *BioScience* 52: 905-916

## 樹冠内の光環境を考慮した樹木成木のオゾン影響評価に関する研究

北尾光俊（森林総研）

現在、東アジア地域では、工業化の発展にともないオゾン濃度が急激に上昇しており、我が国においても越境大気汚染に起因すると考えられるオゾン濃度の上昇が問題となっている。オゾン濃度の上昇により、光合成の低下、老化促進、呼吸量の増加などの植物への悪影響が生じることが知られており、森林の二酸化炭素を初めとする温室効果ガス削減機能の低下が危惧されている。オゾン濃度の上昇が森林へ与える影響を評価するためには、従来の苗木を対象とした研究だけでなく、成木を対象とした研究が必須である。

ドイツ、ミュンヘン工科大学では、オゾン暴露施設を利用したヨーロッパブナ成木（樹高 28m、樹齢 60 年）を対象とする林冠機能評価研究が行われていた。オゾン暴露処理は通常大気の 2 倍の濃度に設定されており、本研究を実施した 2006 年は処理開始から 7 年目を迎えていた。過去 6 年間の研究では、光環境によるオゾン影響の変化を調べるために、樹冠上部に位置する葉を陽葉、樹冠下部の葉を陰葉とみなしてオゾン影響を比較したが、年次変動や個葉による測定値のバラツキが大きく、オゾン影響についての統一した見解は得られていなかった。

樹冠内の光環境に関して、北尾ら（Kitao et al. 2012a）は、森林総合研究所北海道支所実験林内の測定タワーを用い、ミズナラ成木（樹高 23m、樹齢 90 年）の個葉の形態・生理的特性を解析した。その結果、明るい環境で生育した葉ほど葉面積あたりの乾燥重量（LMA）および窒素量は多くなり、高い光合成能力を獲得していた。このような変化は樹冠内の光勾配に沿って連続的に起こっており、樹冠内の葉を対象とした、陽葉、陰葉という単純な類型化は樹冠の機能を正確には表現できないことが示唆された。

そこで、ヨーロッパブナ成木樹冠内におけるオゾン影響評価を行うために、光環境に対して直線的に変化する LMA を個葉の光環境の指標として、光合成と気孔のオゾン応答を調べた。同じ光環境にある個葉について対照区とオゾン暴露区を比較することで、オゾンにより純光合成速度、気孔コンダクタンスおよび葉内 CO<sub>2</sub> 濃度が低下する傾向を見だし、オゾン暴露による光合成速度低下の主要因は気孔閉鎖であることを明らかにした（Kitao et al. 2009）。

さらに、光合成に関するパラメーターを光環境による関数とし、ヨーロッパブナの葉群分布から、光合成プロセスモデルを用いて樹冠全体での CO<sub>2</sub> 固定量へのオゾン影響の試算を行った。その結果、オゾン暴露による CO<sub>2</sub> 固定量の低下は対照と比べて数%程度にとどまり、40%近い低下を示した年樹幹成長量の実測値と大きな違いがあることが示された（Kitao et al. 2012b）。このような違いが見られた理由として、オゾン暴露によって葉からの光合成産物の転流が抑えられるため、樹幹成長がより大きく影響を受けた可能性が考えられた。森林の温室効果ガス削減機能に関しては、特に樹幹への CO<sub>2</sub> 固定が重要となるため、光合成産物の分配に対するオゾン影響は重要な視点となると考える。

## 引用文献

Kitao M, Löw M, Heerdt C, Grams TEE, Häberle, K-H, Matyssek R (2009) Effects of chronic elevated ozone exposure on gas exchange responses of adult beech trees (*Fagus sylvatica*) as related to the within-canopy light gradient. *Environ Pollut* 157: 537-544

Kitao M, Kitaoka S, Komatsu M, Utsugi H, Tobita H, Koike T, Maruyama Y (2012a) Leaves of Japanese oak (*Quercus mongolica* var. *crispula*) mitigate photoinhibition by adjusting electron transport capacities and thermal energy dissipation along the intra-canopy light gradient. *Physiol Plant* 146: 192-204

Kitao M, Winkler JB, Low M, Nunn AJ, Kuptz D, Häberle K-H, Reiter IM, Matyssek R (2012b) How closely does stem growth of adult beech (*Fagus sylvatica*) relate to net carbon gain under experimentally enhanced ozone stress? *Environ Pollut* 166: 108-115

## Recovery performance in xylem hydraulic conductivity is correlated with cavitation resistance for temperate deciduous tree species

(落葉広葉樹における通水機能の回復性と木部キャビテーション抵抗性の関連性)

小笠真由美 (東大院・新領域)

### はじめに

樹木における根から葉までの水の長距離輸送は負圧下で行われていることから、木部は常に道管の空洞化(キャビテーション)とその後の通水阻害のリスクにさらされている。中でも、キャビテーション抵抗性の低い(キャビテーションが起こりやすい)樹種では日常的に木部でキャビテーションが起こっていると考えられているが、これらの樹種で通水機能がどのように長期的に維持されているかは不明である。本研究では、キャビテーション抵抗性の低さが通水機能の高い回復性によって補償されているとの仮説を立て、樹木が木部通水機能を長期的に維持する仕組みを明らかにすることを目的とした。

### 材料と方法

キャビテーション抵抗性が異なると予想される温帯性落葉広葉樹7種(ヤナギ属4種, シラカンバ, イヌシデ, ヤマザクラ)のポット苗を対象に、キャビテーション抵抗性の指標として灌水を停止することで通水機能の50%を損失する時の木部水ポテンシャル値( $\Psi_{50}$ )を求めた。また、再灌水後の通水機能の回復性の指標として、 $\Psi_{50}$ まで乾燥させ再灌水した後の水分通導度と湿潤時の水分通導度との比率(Xylem recovery index, XRI)を求めた。加えて、これらに関連する木部構造や、最大純光合成速度や葉面積あたりの水分通導度といった葉の生理特性についても測定し、 $\Psi_{50}$ やXRIとの相関関係を調べた。

### 結果と考察

本研究から、通水機能の回復率は、ほとんど回復しない種( $XRI \leq 0.5$ )から、湿潤時と同程度まで回復する種( $XRI \approx 1.0$ )まで、樹種によって様々であることが初めて示された。キャビテーション抵抗性も種によって様々であったが、抵抗性の低い( $\Psi_{50}$ が0に近い)種は夏の日中にキャビテーションが起こる負圧まで水ポテンシャルが低下しており、高いキャビテーションリスクにさらされていた。これら $\Psi_{50}$ とXRIの間には有意な相関があり(図)、キャビテーション抵抗性の低い樹種ほど通水機能の回復性が高いという機能面でのトレードオフが示唆された。また、材密度は $\Psi_{50}$ , XRIそれぞれと有意な負の相関が認められた。このことは、キャビテーション抵抗性と通水機能の回復性との間に見られた機能面での相関には、材密度が高いほど負圧に対する力学的抵抗性が高いという性質や、材密度は低いが空洞化した道管の再充填に関わる貯水性が高いといった性質をもつ木部の構造的・機能的特性の双方が関与している可能性を新たに示唆するものであった。

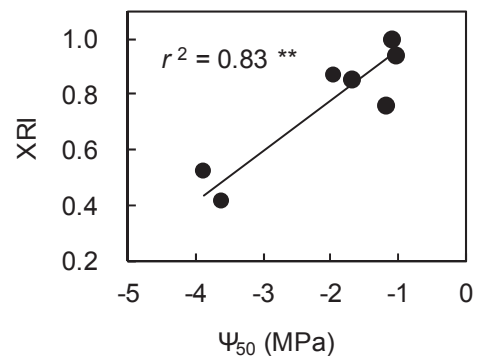


図. 7樹種における木部のキャビテーション抵抗性( $\Psi_{50}$ )と通水機能の回復性(XRI)の関係. \*\*,  $P < 0.01$ . Ogasa *et al.* (2013).

### 引用文献

Ogasa M, Miki NH, Murakami Y, Yoshikawa K (2013) Recovery performance in xylem hydraulic conductivity is correlated with cavitation resistance for temperate deciduous tree species. *Tree Physiol* 33:335–344

## Effects of wood decomposer fungi on tree seedling establishment on coarse woody debris (木材腐朽菌が倒木上における樹木実生の更新に与える影響)

深澤遊 (東北大学)

### はじめに

地下の微生物群集が地上部の植生に重大な影響を及ぼすことが理解されつつある。例えば菌根菌や病原菌は植物個体の生存・成長にそれぞれ直接的な影響を与えることで植生を左右することがよく知られている (Bardgett & Wardle 2010)。一方、植物遺体など有機物の分解に関わる腐朽菌は、炭素や養分の無機化や土壌の形成を通じて、森林生態系における樹木の更新に間接的に影響を与えていると考えられるが、その効果を実証的に示した研究は少ない。本研究では、倒木上に樹木の实生が更新する倒木更新に注目し、倒木を分解する木材腐朽菌の分解機能が倒木上に更新する樹木実生の種組成や密度に与える影響を検討した。土壌に比べパッチとして扱いやすい倒木に注目することで、その内部の微生物群集と機能の効果を評価しやすいという利点がある。

### 方法

調査地は、東京都東大和市に位置する、東京都立東大和公園で行った。同地では、1970年代以降マツ枯れの被害を受け、現在ではコナラの優占する樹林の林床にアカマツの倒木が大量に存在している。また、林床にはコナラをはじめとする広葉樹の落葉が厚く積もっている。2009年5月、調査地のうち約1haの範囲に、1辺10mのプロットを10個設置した。プロット内で、直径10cm以上のアカマツ倒木にマークし、各倒木をナイフの刺さる深さにより5段階の分解段階に区別した。各倒木上およびその周辺の地上において、木本実生(高さ<50cm)の密度を測定した。また、倒木の腐朽型・pH・含水率・コケ被度・樹皮率・地面からの高さ・接地面積率・周囲の上層木の胸高断面積合計などを環境変数として測定し、実生密度との関係を解析した。腐朽型とは、倒木の構成成分であるリグニンとセルロースに対する、木材腐朽菌の種による分解比率の違いにより生じる、倒木の物理化学的な性質の違いを類型化したもので、褐色腐朽・白色腐朽・軟腐朽の3型が知られている。

### 結果

倒木上の実生密度は、腐朽の進んだ分解段階4で最も高かった。地上ではコナラやシデ属の実生が高密度で定着していたのに対し、倒木上ではリョウブの実生が特異的に定着していた。分解段階4の倒木について、倒木上のリョウブ実生密度と倒木の腐朽型や環境変数との関係を調べたところ、辺材が白色腐朽しているとリョウブの実生密度が低く、心材が褐色腐朽しているとリョウブの実生密度が高かった。また、リョウブの実生密度と周囲のリョウブ成木の胸高断面積合計や倒木の高さは正の、倒木のpHは負の関係があった。さらに、倒木が褐色腐朽しているとpHが低かった。以上の結果から、アカマツ倒木上に定着するリョウブの実生密度には、材が褐色腐朽することによるpHの低下が重要であることが示唆された。リョウブはツツジ目に属し、菌根菌との共生関係により酸性土壌に適応していることが考えられる。リョウブ実生の根におけるアーバスキュラー菌根菌の定着率を調べたところ、地上の実生に比べ倒木上の実生では、実生の成長に伴いアーバスキュラー菌根菌の定着率が大きくなっていることが分かった。以上の結果から、倒木の分解に関わる木材腐朽菌の分解機能が、倒木の腐朽型を介して倒木上への樹木実生の更新に影響することが明らかになり、さらにそのメカニズムには倒木の化学性だけでなく菌根菌など他の生物との相互作用も関わっていることが示唆された。

### 引用文献

Bardgett RD, Wardle DA (2010) Aboveground-belowground linkages. Oxford University Press

Identification of a hydrolyzable tannin, oenothin B, as an aluminum-detoxifying ligand in a highly aluminum-resistant tree, *Eucalyptus camaldulensis*

(アルミニウム耐性樹木 *Eucalyptus camaldulensis* からアルミニウム無毒化物質として加水分解性タンニン・エノテイン B を同定)

田原 恒(森林総研)

はじめに

世界の陸地の約30%(永久凍土等を除く)は、強酸性土壌が占めている。そこでは、土壌鉱物から溶出したアルミニウム(主に  $Al^{3+}$ 、以下 Al)が植物の生育を阻害する主要因となっている。根に侵入した Al は、根の伸長を阻害し、根による養水分の吸収を妨げる。我々は、極めて高い Al 耐性を持つ植物としてフトモモ科樹木 *Eucalyptus camaldulensis* を選抜し、その耐性機構を解析してきた。*E. camaldulensis* は、Al 耐性研究の主な対象となってきた草本の作物やモデル植物と比べて数十倍~数百倍の高濃度の Al に耐えることができる。草本植物では、Al と結合する能力を持つリンゴ酸、クエン酸などの有機酸を根から分泌し、根への Al の侵入を防ぐ Al 耐性機構が分子レベルで明らかにされている。しかし、*E. camaldulensis* の極めて高い Al 耐性は、既知の Al 耐性機構だけでは説明できない。本研究では、*E. camaldulensis* の根から新しいタイプの Al 結合物質を分離・同定し、その Al 耐性における役割を解明した。

結果と考察

有機酸は、Al と結合して水溶性の複合体を形成する。一方、*E. camaldulensis* の根抽出液に Al を添加すると白色の沈殿を生じることから、Al と結合して不溶化する新たな物質の存在に気が付いた。この点に着目し、高速液体クロマトグラフィーを用いて、根抽出液から新規の Al 結合物質を分離した。この物質の構造を核磁気共鳴分光法や質量分析法によって決定し、加水分解性タンニンの一種エノテイン B と同定した。エノテイン B は、分子量 1,568 のエラジタンニンに分類される加水分解性タンニンで、Al と結合能力を持つカテコール構造を多数持つ(図 1)。1 分子で少なくとも 4 個の Al を捕捉でき、エノテイン B と結合した Al は植物にとって無毒であった。*E. camaldulensis* の根のエノテイン B 含有量は、Al 処理によって増加し、その増加は特に EDTA 抽出画分(Al と結合して存在していると考えられる画分)で顕著であった。この物質のほとんどは、Al が多く蓄積するシンプラスト(細胞膜の内側)に分布していた。*E. camaldulensis* の根は高濃度(乾重あたり約 1%)のエノテイン B を含有するが、Al 感受性植物 3 種からは検出されなかった。さらに、*Eucalyptus* 属 3 樹種を含む 5 樹種でエノテイン B 含有量と Al 耐性を比較したところ、エノテイン B の根含有量が多い樹種ほど Al 耐性が高いという正の相関関係が見られた。以上の結果から、エノテイン B が根に侵入した Al を捕捉し、根の中で無毒化することで、*E. camaldulensis* の高い Al 耐性に寄与していると結論付けた(図 2)。

本研究では、根で Al が加水分解性タンニンによって無毒化されるという植物の新しい Al 耐性機構を見いだした。これまで、加水分解性タンニンは植物にとって哺乳類や昆虫からの被食や病原菌による感染に対する防御物質としての機能があると言われてきたが、本研究は加水分解性タンニンに有害金属 Al に対する防御という新しい機能の存在を示した。この知見を応用して Al 耐性を強化した樹木や作物の開発につなげていきたいと考えている。

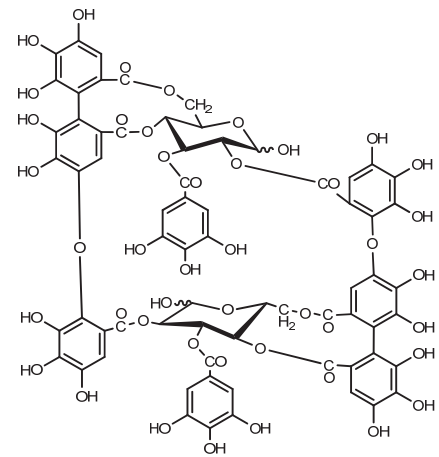


図1. 加水分解性タンニン・エノテイン B

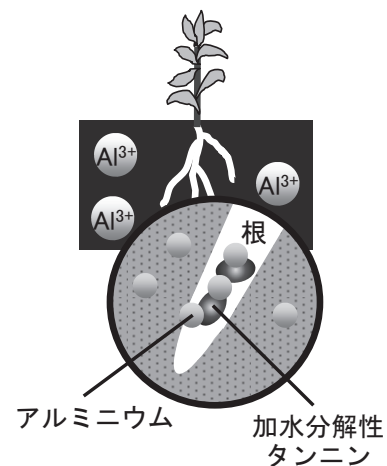


図2. 加水分解性タンニンによる新規Al耐性機構

Predicted spatio-temporal dynamics of radiocesium deposited onto forests  
following the Fukushima nuclear accident

(福島第一原子力発電所の放射能漏れ事故後に森林に降下した放射性セシウムの時空間的変動の予測)

橋本昌司 (森林総研)

はじめに

2011年3月11日に東北地方太平洋沖を震源に発生した巨大地震を引き金に、東京電力福島第一原子力発電所において放射能漏れ事故が発生し、福島県を中心として日本の国土は放射性物質により広く汚染された。汚染地域のおよそ70%が森林であり、汚染された森林が社会的に大きな問題となっている。特に半減期の長い放射性セシウム（セシウム134, 137）による汚染が深刻である。森林の汚染状況の把握と、除染を含めた今後の汚染地域の森林管理を考えるうえで、放射性セシウムの森林内での動態を広域で予測することが不可欠である。本研究では、森林内の放射性セシウムの動態を広域で予測するため、森林生態系放射性物質動態モデルを、日本の観測データに基づいてパラメタリゼーションし航空機モニタリングによるデータを活用して広域に適用した。

手法

チェルノブイリ事故を受けて開発されたライフワンモデルを用いた。モデルのパラメータを、事故後に林野庁・森林総合研究所で行っているモニタリングデータの結果（1, 2年目）を用いて決定した。また文部科学省が行っている航空機モニタリングの広域放射性セシウム沈着データを活用し、モデルの結果を1 km グリッドで東北・関東甲信越地方に適用した。福島における主要な森林タイプである常緑針葉樹林・落葉広葉樹林に分けてパラメータを決定し、各森林タイプの分布は環境省の生物多様性基礎調査を用いた。樹木外部、樹木内部、新鮮リター、表層有機質土壌、鉍質土壌に分布する単位面積当たりの放射性セシウム量をシミュレートした。

結果

常緑針葉樹林・落葉広葉樹林において、森林内の放射性セシウムの単位面積あたりの分布特性に大きな違いは見られなかった。どちらの森林タイプにおいても、地上部に沈着していた放射性セシウムのほとんどが事故後数年でリター層を経て鉍質土壌層へと移行し、およそ事故後5年で、事故時に降下した放射性セシウムのほとんどが土壌へと移行した。このような、鉍質土壌層への移行の速さは、チェルノブイリ事故後に欧州で観測された事例よりも著しく速い。パラメータを比較したところ、その差は主に地表有機物層での滞留時間の短さに起因することが示唆された。温暖湿潤な日本においては、地表有機物層が欧州の森林に比べ薄く、放射性セシウムの滞留時間が短いためと考えられる。文部科学省が行った航空機モニタリングによる初期の放射性セシウム沈着データとモデル出力を組み合わせることで、事故後20年間の森林内での単位面積当たりの放射性セシウム分布予測を広域で可視化した。

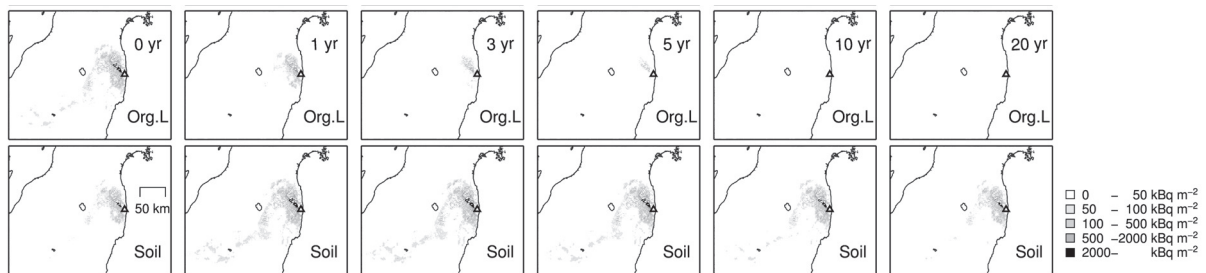


図1: リター層・鉍質土壌への放射性セシウム蓄積の時間的変動の広域予測



## Modeling intraspecific adaptation of *Abies sachalinensis* to local altitude and responses to global warming, based on a 36-year reciprocal transplant experiment.

(トドマツの標高に沿った自生地への適応と温暖化応答の予測 —36年にわたる植栽試験から—)

石塚航 (道総研・林業試験場)

同一種内でも、生育環境が異なる集団間では異なった環境適応がみられる場合がある。古くより林業対象種で実施されてきた植栽試験は、遺伝的変異や環境適応の実態を長期動態から紐解く貴重な試験となる。本研究では、長期試験をもとに標高に沿った集団レベルの適応の実態を調べ、将来予測への応用を試みた。

本研究は、モミ属トドマツを対象種とし、北海道中央部に位置する東京大学北海道演習林に1973年に設置されたトドマツ標高間相互移植試験を対象地として行った。この試験では、山腹斜面の標高勾配(230~1200m)を用いて異なる標高より8採種集団と6試験地が設定され、それぞれの採種集団で得た自然交配由来の苗(1集団あたり5母樹より採種)が全試験地に植栽されている。すでに植栽後30年以上が経過し、植栽木のパフォーマンスに集団の由来や植栽地の違いがどう現れるのか、長期データをもとに検証することができる。そこで、2009年に毎木調査を行うとともに、これまでの継続調査の資料を整理し、植栽5年後から36年後までの個体別の成長・生残データを整備した。解析では、各調査年の樹高と生残データそれぞれで統計モデルを構築し、遺伝子型(採種集団)と環境(植栽地)の効果を定量化するとともに、集団の生産力(樹高と生残率の積)と採種集団-試験地間の標高差との関係についても統計学的に推定した。

解析の結果、樹高、生残の両方に有意な遺伝子型と環境の効果が検出された。植栽地が高標高になるほど樹高、生残率が低下する傾向がみられ、年齢の経過に伴ってより顕著になった。高標高由来の採種集団は低標高由来の集団と比べ、低標高へ植栽された場合に樹高が劣るが、高標高へ植栽された場合には生残率に優れる傾向があり、年齢が経過しても大きな傾向の変化はみられなかった。また、自生集団を基準とした相対生産力には有意な標高差の効果が検出され(図1)、上方移植では年齢を経るほど効果が強くなる傾向があった。これはすなわち、各試験地に最も適応する集団は同じ標高域に由来する自生集団であったこと、高標高域への移植では不適応がより顕著となりやすいことを示唆する(図1)。トドマツは地域内でも自生する標高環境それぞれに適応するような遺伝的変異が起きている可能性が高いと考えられた。

続いて、本結果をもとに将来の温暖化に対するトドマツの応答予測を試みた。標高勾配は気温を主とした環境変化をもたらすため、下方移植された集団の応答に着目して、気温上昇の影響を算出した。急激な温暖化による環境変化は、現存集団の遺伝子型との間にミスマッチを生じるため、たとえば、トドマツでは1°C上昇時にその生産力が最適値から約15%下回ると見込まれた。自生環境への遺伝的適応が強い樹種(または集団)の場合には、それが温暖化時には遺伝的制約として負の影響をもたらすと考えられた。

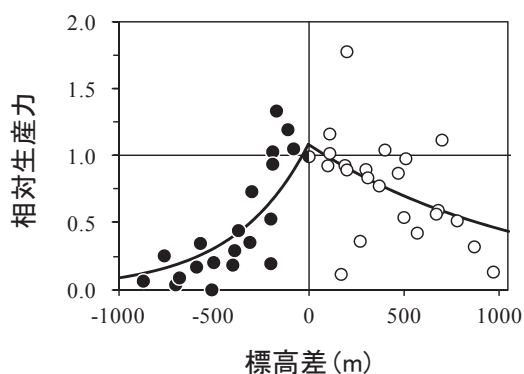


図1. 採種地-試験地間の標高差と自生集団に対する相対生産力との関係

相対生産力は36年生時の樹高と生残率を用いて算出し、自生集団が1となる。上方移植された場合(黒丸)には標高差は負値、下方移植された場合(白丸)には正値をとり、自生集団は0をとる。上方移植、下方移植とも、標高差に沿った有意な相対生産力の低下が予測された(実線)。

## Life-history traits affect vulnerability of butterflies to habitat fragmentation in urban remnant forests

(森林の分断化に対するチョウ類の脆弱性と生活史特性の関係に関する研究)

曾我昌史 (北大・農)

現在、世界各地で森林の分断化（以降、分断化と表記する）が急速に進行し、森林生態系における生物多様性の喪失が深刻化している（Fahrig 2003）。生物種の中でも分断化の進行に頑健な種や、むしろ個体数を増加させる適応種が存在する一方で、数を減らす脆弱な種も多く存在する。世界規模で分断化が進行していることから、各生物種および群集全体での分断化に対する反応を解明することが、将来的な生物多様性の変化を理解・予測し、保全する上で急務の課題となっている。

近年、分断化によって衰退しやすい生物種を予測するためのアプローチとして、生活史特性を指標として分断化に対する種ごとの脆弱性を予測する、という方法が注目されている（Barbaro and van Halder 2009）。分断化が地域を越えて世界規模で進行している現在、生物種への分断化に対する脆弱性を一般化することが求められているためである。本研究では、環境指標性が高く生活史特性が各種で解明されている蝶類を材料として、各生物種への分断化に対する脆弱性と生活史特性との関係を探った。

調査は2009年4～10月に東京都多摩地域で行い、面積・形状・周辺環境が異なる20ヶ所の森林パッチにおいて蝶類の野外観察調査を行った（図1）。観察された53種のチョウ類は、4つの生活史特性（季節性、食性幅、森林環境への依存性、市街地における幼虫食物資源の有無）を基にグループ分けした。本研究では、先行研究に倣い、入れ子解析を行って各蝶類種への分断化に対する相対的な脆弱性を算出した（Feeley *et al.* 2007）。



図1. 本調査地に存在する森林パッチ

解析の結果、蝶類への分断化に対する脆弱性は先述の4つの生活史特性と強く関係していることが明らかとなった。具体的には、長寿命種、狭食性種、森林性種、市街地に宿主植物が存在しない蝶類種は、そうでない種と比較して、森林が分断化した際に景観内から消失する可能性が高いことが予測された。また、分断化に脆弱な蝶類種の分布は大きな面積の森林パッチに集中する傾向が見られ、都市景観において大面積で連続的な森林は分断化に弱い生物種にとって重要な避難場所としての機能を果たすことが示唆された。

現在、森林への分断化は都市景観だけではなく、農地・人工林景観においても急速に進行しており、生物多様性に与える負の影響は日々深刻さを増している（Fahrig 2003）。こうした中、分断化の進行に伴い消失しやすい生物種が共通して持つ生活史特性を突き止めた本研究は、分断化景観において生物多様性保全・再生を行う上で重要な役割を持つ。実際に、本研究で指標とした4つの生活史特性は研究対象である蝶類のみならず、多くの生物種が比較的普遍的に持ち得る特性である。そのため、今後、本研究成果は一般の生物分類群の保全戦略にも広く適用されることが期待されよう。

Barbaro L, van Halder I (2009) Linking bird, carabid beetle and butterfly life - history traits to habitat fragmentation in mosaic landscapes. *Ecography* 32: 321-333

Fahrig L (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 34: 487-515

Feeley KJ, Gillespie TW, Lebbin DJ, Walter HS (2007) Species characteristics associated with extinction vulnerability and nestedness rankings of birds in tropical forest fragments. *Anim Conserv* 10: 493-501

Diet analysis by next-generation sequencing indicates the frequent consumption of introduced plants by the critically endangered red-headed wood pigeon (*Columba janthina nitens*) in oceanic island habitats

(次世代シーケンサーを用いた食性解析により、海洋島に生息する絶滅危惧種アカガシラカラスバトによる頻繁な外来種の採食が示唆された)

安藤温子 (京都大学)

## はじめに

絶滅が危惧される動物の食性解析は、その生態を理解し適切な保全策を講じる上で不可欠である。糞分析は、非侵襲的な食性解析手法として広く用いられてきたが、消化によって形状が変化した食物断片の同定は困難である。そこで、DNA の特定領域の塩基配列を用いた分類群同定システムである DNA バーコーディングに着目した。次世代シーケンサーを用いて、糞に含まれる食物の塩基配列を網羅的に解読し、データベースと照合することにより、従来法よりも高い精度で食物を同定できることが期待される。本研究では、小笠原諸島に生息する絶滅危惧種アカガシラカラスバト *Columba janthina nitens* を対象に、DNA バーコーディングに基づく食性解析を行った。

## 方法

小笠原諸島に生育する種子植物約 230 種の葉を採取し、葉緑体 *trnL* P6loop 領域の塩基配列データベースを作成した。2009 年から 2011 年に採取されたアカガシラカラスバトの糞 50 サンプルの一部から DNA を抽出し、次世代シーケンサー Roche 454 GSJunior を用いたパイロシーケンスにより、糞に含まれる植物の塩基配列を決定した。得られた塩基配列をデータベースと照合し、採食植物の同定を行った。同一のサンプル対して顕微鏡分析を行うことにより、DNA バーコーディングを用いた糞分析の検出能を評価した。

## 結果

*trnL* P6loop 領域の塩基配列データベースは、属レベルで 89%、科レベルで 100%の識別率を示した。種レベルでの識別率は科ごとにばらつきがあり、特にクスノキ科やクワ科で低い傾向にあった。これらの分類群に関しては、他領域の配列と組み合わせることにより、識別率の向上が可能であると考えられる。DNA バーコーディングを用いた糞分析により、従来の顕微鏡分析よりも多くの食物を特定することができた。特に、消化によって形状が変化しやすく、顕微鏡分析で同定しにくいと考えられる植物の同定において、DNA バーコーディングが有効であることが示唆された。同時に、アカガシラカラスバトが、将来的な駆除対象である外来植物を高頻度で採食している可能性が示されたことから、本亜種の生息地の保全において、食物としての外来種の重要性を考慮すべきであると考えられた。

## What controls the distribution of the Japanese endemic hemlock, *Tsuga diversifolia*? Footprint of climate in the glacial period on current habitat occupancy

(コメツガの分布を規定する要因は何か? ~ 第四紀氷期の気候が現在の分布域に及ぼす影響~)

Ikutaro Tsuyama, Katsuhiko Nakao, Motoki Higa, Tetsuya Matsui, Koji Shichi, Nobuyuki Tanaka

Journal of Forest Research 19 (1): 154-165, 2014

### 授賞理由

本論文は、日本の山岳帯の優占樹種であるコメツガを対象とし、分布変遷を規定する要因を解析したものである。

地球規模の気候変動が予測されている現在、精密な解析によって過去から現在までの樹木の分布変遷を規定してきた要因を明らかにし、それをもとに将来の分布予測を行うことは、日本のような南北に長く多岐にわたる気候条件をもつ地域の森林研究においては、特に重要なテーマである。種レベルの潜在分布域と現在や将来（さらに過去）の分布とのズレをもとに、植生分布の変遷と気候や他の要因との関係を検討する研究は、この10~20年間に大きく飛躍した分野であり、本研究もその流れに沿ったものである。手法自体には特段の新しさはないが、過去の気候、化石記録、現在の分布域、環境条件等、多様な要因を適切に組み込んで解析に用いている点が従来の研究例に比べて優れており、特に植生分布（現在）データを複数組み合わせていること、そのうちの1つ（PRDB）に従来より高い空間解像度（1 km メッシュ）を持つオリジナルのプロットベースの植生データを使っていることなど、予測の信頼度を上げるために様々な工夫をしている点は非常に高く評価できる。研究材料として、生態や氷期以前の分布変遷などを十分に踏まえてコメツガを選択したことにより、分布を制限する主要な気候要素を明確に抽出できている。さらに、考察においても、植物生態研究の主要トピックのひとつである empty habitat の意義を幅広い視点から検討しているなど、論文全体の完成度が高い。

本論文のような研究は、今後、異なった生活史様式や分布変遷を経てきた、より広範な樹種を対象に行うべきであり、そのことによって多様性の高い日本のフロラの成立や変遷についてより深い理解を得ることが期待される。さらに、樹種や森林タイプの選択次第で、今後、欧米やアジアにおいても関連の研究を発展させうる余地があり、その成果も、例えば森林生態系保護地域の策定などに活用できる可能性がある。

以上、本論文は、単なる温暖化等の気候変動に対する森林植生の分布や応答予測研究の日本におけるケーススタディというだけでなく、方法の他地域への応用、植生科学における意義、気候変動に関連した政策提言の潜在性を含んでおり、今後この種の研究を行うにあたって、本論文が国際的に参照されるべきものとなる可能性を持っていることから、本論文を J F R 論文賞授賞論文として選定した。

### 要旨

植物の分布は、広域スケールでは気候によって規定され、より小さなスケールでは、土壌条件、地形、生物間相互作用といった非気候要因によって規定されると考えられている。しかし、全ての種の分布が現在の環境要因で説明されるわけではない。生物にとって好適な環境にある場所（潜在生育域）と実際の分布域には、ラグ（不在生育域）があることが知られている。日本の亜高山帯の優占種であるコメツガについて、実際の分布と潜在生育域とのラグおよびその成因を明らかにするため、分布を規定する気候要因を明らかにし、現在と最終氷期（21000年前）における潜在生育域を推定した。コメツガの分布と気候要因との関係性は、高解像度（約1km分解能）の気候データと全国スケールの植物分布データベースに基づき、分類樹モデルと一般化加法モデルを用いて解析した。構築された高精度のモデルから、コメツガは冷涼で夏期降水量が多い地域に生育し、その中でも積雪が少ない太平洋側の地域が生育の好適地であることが分かった。現在の気候における潜在生育域の予測から、コメツガの不在生育域が北海道に存在することが確認された。一方、2つの最終氷期の気候シナリオにおいては、北海道にコメツガの潜在生育域は出現しなかった。最終氷期の気温と夏期降水量を仮想的に変化させた実験にお

いて、夏期降水量が現在と同程度であれば、気温の低下量に関わらず、北海道にコメツガの潜在生育域が出現することが示唆された。果実や種子といった大型植物遺体の化石データから、少なくとも新第三紀の中新世（約530万年前）までは、コメツガは北海道に分布していたが、最終氷期には、分布が途絶えていたことが示されている。これらの事実から、コメツガは、第四紀（約258万年前～現在）に繰り返された氷期において、降水量の減少に伴う乾燥によって北海道から消滅したと考えられる。その後、間氷期に入って好適な環境が再び形成されたものの、逃避地（青森県北部）との間に広がる津軽海峡や平野部によって北海道に戻ることができず、現在に至ったと考えられる。

日本森林学会誌論文賞受賞業績

## 植栽時期の違いがスギコンテナ苗の植栽後1年目の活着と成長に及ぼす影響

山川博美・重永英年・久保幸治・中村松三  
日本森林学会誌95巻4号, 214-219, 2013

### 授賞理由

コンテナ苗の利用は、低コスト造林を実現するためのキーとなる一貫作業システムの実現を担保する技術として最近期待されている。伐採から植栽までの一貫作業システムでは、植栽時期を選ばない苗木が必要となるが、我が国ではコンテナ苗の試行的な利用が始まったばかりであり、植栽時期がコンテナ苗の活着と成長に及ぼす影響は明らかにされていなかった。本論文は、コンテナ苗の活着性が植栽時期を選ばず高いことを明らかにし、また、植栽1年目の成長に関しては、裸苗と比べてコンテナ苗が特に優れているわけではなく、植栽時期の違いによる生育期間の違いを反映していることを定量的・実験的に明らかにした。以上のように、本論文は、コンテナ苗が時期を選ばずに伐採後すぐに植栽可能なことを実証し、一貫作業システムの実現可能性を強く推進した。社会的要請の高い低コスト林業造林技術の構築に貢献している点で、本論文の社会的波及性は極めて大きいと評価できる。

### 要旨

コンテナ苗の通年植栽の可能性および裸苗との成長比較を行うため、コンテナ苗を時期別（12月・2月・5月・8月・10月）に植栽するとともに、通常の植栽時期である2月には裸苗も植栽し、活着率および植栽1年目の成長量を比較した。コンテナ苗の活着率は、すべての植栽時期において94%以上であり、2月に植栽した裸苗と同等かそれ以上であった。コンテナ苗と裸苗の成長量は、同程度であった。また、生育期間の途中で植栽した苗木は、5月植栽の個体で直径成長が小さい傾向がみられたが、植栽当年から植栽後の生育期間の長さに応じて成長していた。コンテナ苗は1年を通して高い活着率を示し、生育期間の途中で植栽したとしても植栽当年から成長していた。したがって、翌春からの成長が通常の植栽スケジュールで植栽した場合と同等以上であれば、時期を選ばず伐採後すぐに植栽することができ、伐採から植栽までの一貫作業システムの実現において、コンテナ苗の利用は有効であると考えられた。

**研究発表題目(27日)**  
**(部門別口頭発表・ポスター発表)**

## T1-1 スダジイ、アラカシおよびシラカシの成長と光合成に対するオゾンの影響

渡辺 誠<sup>1</sup>・黄瀬佳之<sup>2</sup>・伊豆田猛<sup>1</sup><sup>1</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>東京農工大学大学院連合農学研究所

近年、東アジア地域において大気汚染物質であるオゾンの濃度が増加しており、樹木への影響が懸念されている。しかしながら、東アジアに広く分布する常緑広葉樹のオゾン感受性（オゾンによる悪影響の受けやすさ）に関する知見は限られている。そこで本研究では、日本の代表的な常緑広葉樹であるスダジイ、アラカシおよびシラカシの成長および光合成のオゾンに対する応答を調べた。

ポットに植栽した各樹種の2年生苗を東京農工大学FM多摩丘陵（東京都八王子市）に設置したオゾン暴露チャンバー内で2014年5月から2015年1月まで育成した。ガス処理区として、オゾンを除去した浄化空気区とオゾン濃度を野外の1.0倍または1.5倍に制御したオゾン処理区の合計3処理区を設けた。育成期間中に苗木の成長、光合成特性および葉の窒素含量を測定し、育成終了時に器官別乾重量と葉面積を測定した。

オゾン暴露によってスダジイの樹高成長および光合成活性は低下したが、アラカシおよびシラカシのそれらにオゾンの有意な影響は認められなかった。したがって、今回対象とした常緑広葉樹3種のオゾン感受性に樹種間差異があり、スダジイは他の2樹種に比べてオゾン感受性が高いことが明らかになった。

T1-3 Willow cuttings grown under elevated O<sub>3</sub> and treated by ethylenediurea (EDU) : a free-air O<sub>3</sub> fumigation systemAGATHOKLEOUS, Evgenios<sup>1</sup>・PAOLETTI, Elena<sup>2</sup>・MANNING, William<sup>3</sup>・SATO, Fuyuki<sup>4</sup>・KOIKE, Takayoshi<sup>1</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>National Council Research (Italy) Sustainable Plant Protection・<sup>3</sup>University of Massachusetts, USA Plant, Soil and Insect Sciences・<sup>4</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

The current most effective protectant of plants against ozone (O<sub>3</sub>) is the antiozonant ethylenediurea (EDU). Willow (*Salix sachalinensis*) is an important species for energy production, but with unknown sensitivity to O<sub>3</sub>. Willow cuttings planted in pots were placed in six free-air O<sub>3</sub>-enrichment rings in May 2014. From late July, plants were treated by 0, 200 or 400 mg dm<sup>-3</sup> EDU (200 ml plant<sup>-1</sup>) every nine days. From middle August, three of the rings were daily enriched with O<sub>3</sub> at 80 nmol mol<sup>-1</sup>, during daytime, until the end of October when the final measurements and the harvest were conducted. Elevated O<sub>3</sub> reduced the dry masses, leaf size and mass, number of leaves, and leaf area per plant, and accelerated the senescence. There was a high variability in the EDU treatments. This study is ongoing, and we present preliminary results.

## T1-2 開放系オゾン暴露施設で生育したシラカンバ若齢木の虫害

崎川哲一<sup>1</sup>・中村誠宏<sup>2</sup>・渡辺 誠<sup>3</sup>・佐藤冬樹<sup>4</sup>・小池孝良<sup>5</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター中川研究林・<sup>3</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>4</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>5</sup>北海道大学大学院農学研究院

近年、対流圏 O<sub>3</sub> 濃度が増加している。O<sub>3</sub> が植物体内の生理機能の変化を介して植食性昆虫による食害程度を変化させる可能性が指摘されており、将来の森林の生産性の予測や保護管理のためには虫害の O<sub>3</sub> 応答の解明は重要である。本研究では冷温帯を代表する先駆樹種であるシラカンバ (*Betula platyphylla* var. *japonica*) を対象に、虫害と食害防衛能への O<sub>3</sub> 応答を調査した。

実験は北海道大学北方生物圏フィールド科学センター札幌研究林に設置された開放系 O<sub>3</sub> 暴露施設を用いて行った。土壌は褐色森林土で、対照区 (O<sub>3</sub> 無付加、25-26 ppb) と O<sub>3</sub> 区 (60 ppb、日照時に暴露) を設定した。シラカンバの3年生苗を2011年に植栽し、2014年まで4成長期間育成した。2014年の成長期に、虫害の影響を目視観察と写真撮影により評価した。2014年6月、8月に葉を採取し、LMA (葉面積当たりの葉乾重量)、窒素含量、総フェノール量および縮合タンニン量を調べた。

虫害は主にハンノキハムシによるものであった。5月下旬よりハンノキハムシ成虫による食害、7月上旬よりハンノキハムシ幼虫による食害が観察された。成虫、幼虫それぞれが嗜好するシラカンバの葉の種類に差が見られた。

## T1-4 二酸化炭素とオゾン濃度の増加がスギ6品種の光合成と成長に与える影響

北尾光俊<sup>1</sup>・矢崎健一<sup>1</sup>・北岡 哲<sup>1</sup>・飛田博順<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>2</sup><sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター

開放型二酸化炭素オゾン暴露装置内に植栽したスギ6品種のクローン苗を対象として、高 CO<sub>2</sub>、高オゾン環境が光合成特性と成長に及ぼす影響を調べた。筑波1号では光合成のポテンシャルを示す V<sub>c,max</sub> (ルビスコの最大活性) に処理による影響が見られなかったが、上都賀7号では高 CO<sub>2</sub> 処理により V<sub>c,max</sub> の有意な低下が見られた。このことは、上都賀7号において光合成のダウンレギュレーションが生じていることを意味する。高 CO<sub>2</sub>・オゾンの複合ストレスがスギ品種の成長量へ与える影響を評価するために、D<sup>2</sup>H ([根元径]<sup>2</sup> [樹高]) を指標として用いた。生育2年目の10月の時点において、全体として、高 CO<sub>2</sub> による D<sup>2</sup>H への影響は認められなかったが、オゾン処理により D<sup>2</sup>H は増加した。各クローン毎に解析した結果、郷台1号を除く5クローンでは高オゾンによって D<sup>2</sup>H が増加する傾向にあった。また、筑波1号のクローンでは高 CO<sub>2</sub> によって D<sup>2</sup>H が増加する傾向にあった。一方で、上都賀7号のクローンでは、高 CO<sub>2</sub>・オゾンの複合ストレスにより、D<sup>2</sup>H が低下する傾向が見られた。

## T1-5 高濃度 CO<sub>2</sub> と土壌水分がスギのモノテルペン放出に及ぼす影響

望月智貴<sup>1,2</sup>・管敬<sup>2</sup>・伊藤創平<sup>2</sup>・雨谷敬史<sup>2</sup>・谷晃<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学低温科学研究所・<sup>2</sup>静岡県立大学薬食生命科学総合学府

植物が生産し放出するモノテルペンは大気中で二次有機エアロゾル形成、O<sub>3</sub>生成の助長、炭素収支の観点から重要である。本研究では、高濃度 CO<sub>2</sub> と土壌体積含水率の変化が少花粉スギのモノテルペン放出に影響するか評価した。

オーブントップチャンバー (OTC) に少花粉スギクロンを 4 個体ずつ定植し、対照区と CO<sub>2</sub> 区 (CO<sub>2</sub>: 1006±77 ppm) にそれぞれ 4 台の OTC を用いた。CO<sub>2</sub> 暴露は 4 月 30 日から 10 月 6 日まで日中のみ行った。その期間、温度と土壌体積含水率 (以下、SW) を測定した。OTC 内でモノテルペンを採取するため、OTC 下部から清浄空気を噴出させ、OTC 内空気を採取管に濃縮した。濃縮採取したモノテルペンは自動熱脱着装置付き GC-MS で定量分析した。ガス採取は 7 月 9 日から 8 月 10 日の間に断続的に行った。

スギのモノテルペン放出速度は対照区、CO<sub>2</sub> 区とも温度に加えて SW に依存し、対照区より CO<sub>2</sub> 区の方が SW の変化の影響を大きく受けた。温度、SW、CO<sub>2</sub> 濃度の影響を組み込んだモノテルペン放出モデルを用いて 7 月 1 日から 8 月 31 日までのモノテルペン放出量を算出したところ、対照区より CO<sub>2</sub> 区のほうが 49% 多くなった。温度、SW、CO<sub>2</sub> 濃度がスギのモノテルペン放出の主な制御要因であった。

## T1-7 気孔コンダクタンスモデルの違いが、地球温暖化時の水・炭素収支予測に与える影響 ～アフリカ大陸における検討～

佐藤 永<sup>1</sup>・熊谷朝臣<sup>2</sup>・高橋厚裕<sup>2</sup>・Gabriel KATUL<sup>3,2</sup>

<sup>1</sup>海洋研究開発機構・<sup>2</sup>名古屋大学地球水循環研究センター・<sup>3</sup>Duke University

気孔コンダクタンスは、大気乾燥度・CO<sub>2</sub> 濃度・光量・葉の水ポテンシャルなどにより制御されており、その挙動は半経験的なモデルによって記述されてきた。そのような気孔コンダクタンスモデルは、現在複数が広く利用されているが、それらの間には、大気乾燥度の指標として飽差を用いるのか相対湿度を用いるのかという違いがある。過去に行われた 1 地点スケールの研究は、この違いは、温暖化傾向の元における植物生態系の水・炭素循環の予測に強く影響すると示唆している。その理由は、温暖化傾向の元で、飽差は増大するが相対湿度は変化しにくいと予測されているからである。この飽差と相対湿度の挙動の差は、多くの気候モデルが予測する一般的な傾向であるが、これが、より広域の水・炭素循環に与える効果については、検討されてこなかった。

本講演では、乾燥度が植生の分布を強く制御しているアフリカ大陸を対象に、気孔コンダクタンスの定式化に飽差を使用するか相対湿度を使用するかの違いが、21 世紀に予測されている気候条件の元における植物生産性・水循環の予測に及ぼす影響を検討する。

## T1-6 樹木に対する微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の影響に関する実験的研究

山口真弘<sup>1,2</sup>・矢崎健一<sup>3</sup>・野口享太郎<sup>3</sup>・I. Wuled Lenggoro<sup>4</sup>・石田 厚<sup>5</sup>・伊豆田猛<sup>6</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>東京農工大学大学院工学研究院・<sup>5</sup>京都大学生態学研究中心・<sup>6</sup>東京農工大学大学院農学研究院

ブナ、スダジイ、カラマツおよびスギに対する微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の影響を明らかにするために、各樹種の苗木を自然光型ファイトトロン内で育成し、PM<sub>2.5</sub> の主要成分である硫酸アンモニウム (AS) 粒子を 2 成長期間にわたって暴露した。処理区として、AS 粒子暴露を行う AS 暴露区と、暴露を行わない対照区を設けた。いずれの樹種においても、育成終了時の個体乾重量に AS 粒子暴露の有意な影響は認められなかった。また、2 成長期目の夏季におけるブナ、スダジイ (当年葉、旧年葉) およびカラマツの葉の純光合成速度に AS 粒子の有意な影響は認められなかった。一方、同時期におけるスギ当年葉の純光合成速度は AS 粒子の暴露によって有意に増加した。これに対して、スギ旧年葉の純光合成速度は AS 粒子の暴露によって有意に低下した。これらの結果から、2 成長期間にわたる AS 粒子の暴露は 4 樹種の個体乾物成長に有意な影響を及ぼさないが、葉の純光合成速度に対する AS 粒子の影響には樹種間差異があり、スギの針葉は AS 粒子の影響を受けやすいことが明らかになった。本研究は科学研究費補助金新学術領域研究 (課題番号: 20120010) の助成を受けて行われた。ここに記して感謝の意を表す。

## T1-8 日本海側森林小集水域における越境大気汚染由来の物質の沈着とその影響

佐瀬裕之・山下尚之・齋藤辰善・猪股弥生・大泉 毅

アジア大気汚染研究センター

東アジア諸国では、人為起源の硫黄酸化物及び反応性窒素の大気中への排出量が依然として多く、これらの沈着による森林生態系への影響が懸念されている。特に日本海沿岸地域では、冬季の北西季節風によるアジア大陸からの越境大気汚染が硫黄酸化物や窒素酸化物の沈着量を増大させ、例えば新潟県における冬季の硫酸イオンの沈着量に占める越境大気汚染の寄与割合はほぼ半分と推定されている。上記のような越境大気汚染由来の物質の沈着特性とその生態系への影響を評価するために、新潟県内のスギ人工林に設定した森林小集水域 (約 3.8 ha) において、林外雨、林内雨、樹幹流及び渓流水の観測を 2002 年から隔週または月毎で行い、イオン成分の分析を実施した。また、2012 年からは、これらの試料中の硫黄安定同位体比を測定し、大気沈着由来の硫黄の森林生態系内での動態について解析を進めた。その結果、非海塩性の硫酸イオンの沈着量は、2007 年頃まで増大した後、減少傾向にあり、中国の排出傾向を反映しているように見受けられた。本講演では、渓流水質の経年変化及び大気沈着との関連性、さらに硫黄安定同位体比から推定される生態系内での硫黄の動態について論じる。



## T2-1 保残伐実験の概要—持続可能な人工林管理を目指して—

尾崎研一

森林総合研究所北海道支所

保残伐とは、主伐時に一部の樹木を残して複雑な森林構造を維持することにより、多様な生物の生息場所を確保する伐採方法のことをいう。皆伐による生物多様性や公益的機能の低下を抑えながら木材を生産する方法として世界的に普及しているが、日本への導入は遅れている。そこで、2013年度から「トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験（略称：REFRESH）」を開始した。この大規模実験では、北海道有林内のトドマツ人工林に多くの実験区（1区画5～8ha）を設け、単木保残や群状保残等の保残方法で伐採を行う。単木保残では、人工林内の広葉樹を残すことで、広葉樹、枯死木、大径木を必要とする生物の保全をめざす。実験区は3セット（くり返し）からなり、毎年1セットずつ伐採を行っている。伐採後はトドマツを植栽し人工林を再生する。この実験では、保残方法による木材生産効率、植物、鳥類、昆虫等の多様性、水土保持機能、生態系サービスの変化を調査する。当面は5年間の計画だが、長期的には次の収穫までの約50年間、継続した調査をめざす。これらの調査結果をもとに、木材生産と公益的機能の両立をめざす持続的な人工林管理技術を提案することを目標としている。

## T2-3 保残伐施業実証実験立ち上げまでの経緯—行政と研究機関等の連携のかたち—

土屋禎治

林野庁

北海道では戦後昭和30年代から拡大人工造林政策を本格的に展開され、その当時造成されたトドマツ等の人工林の多くは利用期を迎えてきている。道内に60万ヘクタールの森林を有する北海道有林では、近年まで木材の安定供給等を通じた地域への貢献を主要な目的として管理経営が行われてきたが、近年は、森林の有する多面的機能の発揮がより強く求められている。

こうした中、道内の民有林の整備においても生物多様性の保全が求められているが、同時に大面積に造成されてきた人工林の効率的な更新も重要な課題となっており、生物多様性保全と木材生産のバランスをコントロールできる施業として世界的に研究が進んでいる保残伐施業について、その効果を科学的に検証し現場に応用していくことが期待されている。

本報告では、これまでの施業技術に植物、動物、水関係の科学者の知見を統合し、順応的管理の手法も取り入れながら生態系に配慮した効率的な森林施業を進めていくことを目指し、北海道有林をフィールドとして活用し行政と研究機関等が連携して実施している「保残伐施業の実証実験」の立ち上げまでの過程について今後の課題も含めて紹介する。

## T2-2 森林伐採と河畔生態系・水土保持—保残伐の有効性とは—

長坂晶子・長坂 有・山田健四

北海道北海道立総合研究機構林業試験場森林環境部機能グループ

北海道の主要造林樹種であるトドマツの人工林は、今後10～20年の間に主伐のピークを迎える。効率的な木材生産のためには、ある程度まとまった面積で伐採しなければならないが、地域社会からは公益的機能への影響を出来る限り抑えることも求められている。今回、北海道中央部の道有林で実施する保残伐実験では、水土保持機能のほか源流域の水辺生態系にも着目し、生物多様性と物質循環という2つの視点から保残伐施業の有効性を検証する。これまで、皆伐・単木大量保残（広葉樹を100本/ha保残）・非皆伐・天然生広葉樹林、の4タイプの調査流域（面積10ha前後）を設定し伐採前調査を実施してきたが、観測された水質や溪流環境は現在の林相と概ね対応していた。現在の林相は、過去50年間の施業履歴を反映したのものともいえるため、保残伐実験の評価をする際にも留意する必要がある。すなわち、単純に実験区間の比較はすべきではなく、処理区における事前-事後の経過をモニタリングすることによって物質の変化量（流量や溶存物質の流失）、生物群集の応答を把握し、施業のどのファクターが大きなインパクトをもたらすのかを明らかにすることが重要である。

## T2-4 保残伐施業試験地における木材生産性とコスト

対馬俊之

北海道北海道立総合研究機構林業試験場道北支場

環境に配慮した伐採をめざす保残伐施業では単木もしくは群状に保残木を配置するが、そのことが作業効率の低下やコストのかかり増しにつながる可能性がある。保残方法の違いと木材生産性およびコストとの関係を検討するため、実証試験地で行われた伐出作業の作業能率調査を行った。伐採箇所は北海道有林空知管理区のトドマツ人工林であり、3回繰り返しの第1セット林分である。単木保残（小量、中量、大量）と群状保残、皆伐区の5実験区で、事業体作成の作業日報とビデオ撮影による時間分析によって生産性を把握した。第1セットでは2つの企業が実験区を分担し、両者の作業システムはチェーンソー伐倒、グラップル木寄せ、ハーベスタ造材、フォワーダ集材、グラップル巻立てと同様だが、木寄せ時の全木材の配置方法、1日あたり投入される労働量が異なっていた。ここでは生産性を主に報告する。

## T2-5 現場からみた保残伐施業—普及の可能性と課題—

高篠和憲

堀川林業株式会社

保残木の割合を指定し、周囲を皆伐する施業は北海道の人工林では前例が少ないと思う。そのような中、今回の実験で生態系、水土保持、新植造林木の成長度などの考察は、試験機関の方々の今後の調査に大いに期待するが皆伐は過去大面積で行って、環境破壊とも批判された時代もあったがそれはほとんど天然林であったが、今後伐期を迎える人工林の伐採方法を問う今回の例は1大実験でもあると思う。今回作業を委託された業者としての、経過と感想を次のような点で報告する。

皆伐によるコストダウンができた。

掛かり木を作らない安全作業。

混合契約による地拵えを伐採作業に携わった重機のバケットをレーキにとりかえて、人力作業より効率化。

末木枝條の置き場所を集材路に集積したが、場所確保に問題点。

バイオマス利用がまだ十分に発揮できなかった。採算性と受け取り体制。

保残木の有り無しで伐区の気象害が考えられるなら群状あるいは列状に保残したほうが、ランダム（まばら）に残すより、保残木が強風にさらされてもストレスが少ないように思われるが、その点は研究者に判断していただきたい。

## T3-1 路網整備と車両系伐採システムのあり方

鈴木秀典<sup>1</sup>・中澤昌彦<sup>1</sup>・上村 巧<sup>1</sup>・倉本恵生<sup>2</sup>・津山幾太郎<sup>2</sup>・佐々木尚三<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所

【目的】車両系機械化システムを日本へ適用する際の適切な路網間隔を検討するため、CTL（短幹集材システム）作業の調査を行った。【方法】北海道下川町有林の帯状皆伐現場を調査対象とした。林内走行路を固定した場合、走行路から伐倒可能な範囲はハーベスタのリーチ長で決まるため、すべての立木をハーベスタで伐倒するならば、林内走行路間隔は最大作業幅を意味する。また、フォワーダは平行に開設されたトラック道の間を林内走行して集材するため、トラック道の間隔が林内走行の距離や回数を決定する。そこで、林内走行路およびトラック道の間隔が異なる作業条件で調査を行った。【結果】ハーベスタ作業においては、林業専用機ではアームを伸ばした状態で安全に伐倒作業ができたのに対し、建設機械をベースとした機械では伐倒木に近接して伐倒作業を行う必要があったことから、林内走行路間隔の検討にはこのような作業特性の違いを考慮することが必要である。また、トラック道間隔は集材作業の生産性にも影響するため、通常、相対的に高い生産性となるハーベスタ作業に待ち時間ができないよう、ハーベスタとフォワーダの生産性が均衡するトラック道間隔の検討を行った。

## T2-6 生物多様性保全のための保残伐の応用・普及に向けて

森 章

横浜国立大学大学院環境情報研究院

木材を得ることは社会にとって必須だが、森林伐採は生態系を大きく破壊するため、特別の留意が必要である。そこで、森林伐採といった人為攪乱の際にも、木材の生産性から生物多様性の保全までもを含む包括的な意味での持続可能性を模索する必要性が認知されるようになってきた。そして現在、北米や北欧を中心に、森林施業においても、すべてを伐採し持ち去るのではなく、枯死木をはじめとする自然の要素を、そこに生育する生物相のために残すことを考慮する「保残伐施業」という試みがなされている。そこで本発表では、生産活動の場である森林景観を対象として、生物多様性の保全を考慮しつつ資源利用に有効的な森林管理の方策としての保残木施業の効果について、定量的な評価について論じる。そして、木材生産の場で生き物のために樹木を伐採しないという新しいパラダイムの世界的な広がりについて触れつつ、今後の森林資源の利用の在り方についての示唆を提示したい。

## T3-2 造林作業の機械化について

山田 健<sup>1</sup>・山口浩和<sup>1</sup>・佐々木尚三<sup>2</sup>・斉藤丈寛<sup>3</sup>・倉本恵生<sup>2</sup>・宇都木玄<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>3</sup>下川町森林総合産業推進課

造林作業の機械化を推進するためには、新たな技術開発が必要である。筆者らはこれまで、国産樹種のコンテナ育苗技術開発を契機にコンテナ苗を使用する自動植付機の開発を行い、その性能評価を行うとともに性能向上に努めてきた。また、一貫作業システムの開発に伴い、造林機械化の高度化の一環として地拵え用クラッシャの導入と改造を行い、省力的で低コストな地拵え方法を実現しつつある。これらの成果を踏まえ、さらなる造林機械化を進展させるにはどうすべきか？

重厚長大物を扱う伐出作業と異なり、複雑で繊細な部分の多い造林作業においては、人力作業をそのまま機械で置き換えるだけでは大幅な能率向上にはつながらないことが多い。これまでの調査研究により、各作業間の連携・波及効果により高度な省力化、高能率化が見込めることが判明している。この連携・波及効果を実現するための、造林全体を見通した機械化作業システムの構築に向けて、技術的な展望と課題について報告する。

### T3-3 車両系機械による伐採造林一貫システムとその期待

斎藤丈寛

下川町役場森林総合産業推進課

下川町、町の土地面積 64,420 ha の内 88% が森林であり、古くから林業・林産業を基盤として発展してきた。現在、国有林 48,580 ha、民有林 8,396 ha となっている。町有林では、「循環型森林経営」を基盤とし、林業従事者の雇用の場の確保と伐採した木材を地域内への安定供給するほか、未利用資源であった森林バイオマスの活用、森林環境教育など、地域の森林資源を有効に活用しながら、持続的な森林づくりに取り組んでいる。下川町は 2011 年、国の森林総合産業特区の指定を受けた。林業と林産業分野の規制緩和や財政面などで重点的な支援を得ながら、川上側の林業システムの革新と川下側の林産システムの革新を組み合わせ、森林総合産業の構築による経済的自立を目指している。下川町の民有林はその 8 割が傾斜 20°以下となっており、林業システム革新の取り組みにおいて下川町森林組合が林野庁補助を活用し IHI 製 F801 フォワーダをクラムバンク仕様に変更し、車両系機械の特性と地形を生かし集材効率向上を実現した。今後は、民有林補助事業の細分化された補助メニューに対し、本研究で取り組んだ伐採から造林までの一貫した施業による効率化に対する支援について制度化を目指す。

### T3-5 機械作業による森林環境への影響

飯田滋生<sup>1</sup>・倉本恵生<sup>1</sup>・相澤州平<sup>1</sup>・橋本 徹<sup>1</sup>・伊藤江利子<sup>1</sup>・山口岳広<sup>1</sup>・阿部俊夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所

北海道地域は緩傾斜地が多く、また降雨が比較的少ないため車両系林業機械の導入が比較的容易であり、これらを用いた低コスト施業システムの構築が潜在的に可能である。しかしながら、車両系機械化システムは大型機械が林内を直接走行して作業をするため、森林に与える影響が大きくなる懸念される。そのため、この作業システムを用いて人工林施業を行うためには、生産性・収益性を高めつつも森林環境に与える影響を明らかにし、リスク管理を行うことが重要である。本報告では林業機械走行による森林環境への影響として、残木の幹と根の損傷、土壌踏み固め、および林地からの濁水の発生を対象に調査した結果を報告する。林業専用機は建機ベースの機械より狭い伐採幅において幹に損傷を与えない作業が可能であった。側根が損傷を受ける確率は幹と走行路との距離が小さいほど、また胸高直径（根張り）が大きいほど高く、枝条散布や積雪により被害が緩和された。土壌圧密は軟らかな土ほど影響が大きく、土壌母材の違いにより影響が異なった。斜面上の走行路跡からは非攪乱林地より多くの土砂が発生したが、溪流に流入する土砂量は作業道を発生源とするものの割合が高かった。

### T3-4 伐採・造林一貫作業による再造林コスト低減の検討

大矢信次郎<sup>1</sup>・斎藤仁志<sup>2</sup>・大塚 大<sup>2</sup>・城田徹央<sup>2</sup>

<sup>1</sup>長野県林業総合センター・<sup>2</sup>信州大学農学部

伐出作業と造林作業を一貫して行う伐採・造林一貫作業は、再造林コストを抑制する手段のひとつとして徐々に普及しつつある。伐出用機械を活用した地拵え作業と苗木運搬、植栽時期の自由度が高いとされるコンテナ苗の植栽などがその構成要素となるが、各作業工程における生産性や効率等の評価は緒に就いたばかりで検討例は少ない。そこで、長野県内各地で一貫作業システムの実証研究を実施した。車両系作業システムでは、御代田町の高密路網が開設されたカラマツ林を皆伐し、プロセッサによる全木直取り、フォワーダ集搬を行った後にカラマツコンテナ苗と裸苗を植栽した。また、南牧村のカラマツ林で帯状伐採を行い、グラブによる全木集材後、カラマツコンテナ苗と裸苗を植栽した区域と、バックホウによる地掻き処理を行いカラマツの天然更新を誘導する施業を行った。架線系作業システムでは、根羽村のスギ林で帯状伐採後、スイングヤードによる全木集材を行い、ヒノキコンテナ苗と裸苗を植栽した。本発表では、これらの検討例から、皆伐作業の生産性、コンテナ苗等の植栽器具ごとの作業効率や活着、苗木運搬等の総合的な評価を行い、一貫作業の有効性を考察する。

### T3-6 森林環境人間学から見た車両系機械作業の問題

山田容三

名古屋大学大学院生命農学研究科

1990 年代から全国的に普及し始めた高性能林業機械の導入により、主として集材作業と造材作業における労働災害が減少している。しかしながら、安全であるはずの高性能林業機械においても労働災害が毎年数件発生しており、それらは重大災害につながりやすい。今回、森林環境人間学の観点から車両系機械作業の課題を考える場合に、「1 に安全、2 に環境、3 に生産性」を主張するところであるが、ここでは 1 の安全と 3 の生産性に焦点を当てて話題提供を行う。車両系機械作業では、プロセッサによる造材作業中の巻き込み事故やフォワーダによる集搬作業中の転落事故が目立つ。これらの原因には、周囲への注意力不足や運転技術の未熟といったオペレーター自身の不安全行動もさることながら、周囲の作業者の近接情報手段の不備や道路の構造上の問題といった不安全状態を考慮する必要がある。ここに生産性を上げるといふノルマが加わり、無理な作業を行ってしまい不安全行動を助長することになる。また、国産材の大径木化ならびに更新のための小面積皆伐の促進によって、今後の林業機械の大型化あるいは集材架線の再利用による労働環境の変化を考慮してゆく必要がある。

### T3-7 機械化による低コスト林業の方向性

渋谷正人

北海道大学大学院農学研究院

日本の人工林の育林コストは、諸外国に比べ高価であり、5倍以上のコストとなっている。例えばスギ人工林の育林コストは約230万円/ha・50年とされている。北海道のカラマツ人工林では327万円/ha・50年で、間伐・主伐で得られる木材収入よりも15万円ほどコストが大きいとされている。今後の確実な資源の再生産のためには、人工林林業の収益性の改善が必要であるが、木材価格の上昇はあまり望めないため、収益性改善には育林コストの低減が必要となる。植栽方法や育林作業方法の改善も検討しなければならないが、今でも実行可能なコスト削減方策として、林業作業の効率的な機械化によるコスト削減が考えられる。北海道の一般民有林の約7割は20度以下の緩傾斜地であり、このような地域は作業の機械化がとくに有効な地域といえる。造林・育林方法の見直し、またその機械化、さらに木材生産事業の機械化、伐採・造林の一貫作業などについて、効率的な機械化の必要性について議論する。

### T4-2 ハンガリーの農廢地造林

堀 靖人<sup>1</sup>・大塚生美<sup>2</sup>・餅田治之<sup>3</sup>

<sup>1</sup>林野庁森林整備部研究指導課・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>林業経済研究所

世界的に木質バイオマスのエネルギー利用の気運が高まっており、木材のカスケード利用に加え、短中伐期の早生樹種への関心が高まっている。こうした機運や関心はハンガリーでも例外ではない。本報告では、木材生産に占める燃料用材の生産割合が比較的高く、短中伐期の早生樹種の植林が行われてきたハンガリーをとりあげる。ハンガリーにおける木質バイオマス利用と早生樹種への関心の高まりの典型的な動きとして、限界農地へのポプラをはじめとした早生樹種の造林が試みられており、その面積は4,000haに達している。その背景として、ハンガリーの気候風土のみならず、国外へのエネルギー依存状況、EUおよび国内の自然エネルギー政策、資本主義化移行にともなう1990年前後の農業改革の影響、現行の農地制度があげられる。課題としてはコストであり、とくに収穫をいかに効率化するかである。さらに不確定要素としては、今後のEUや国内の自然エネルギー政策の動向、借地料の動向、農地制度の動向があげられる。

### T4-1 世界の育林経営の動向とわが国におけるビジネス化の展望

餅田治之

林業経済研究所

今日、世界の主要林業国では、天然林を対象とした採取的な林業生産から、人工林を対象とした育林的林業生産へとシフトし、育林経営が主流になりつつある。わが国の場合、人工林への移行はすでにかなり以前から進められているが、日本における人工林化への動きは、地球規模で見れば天然林を対象とした採取的な林業がまだ主流であった時期に開始された。ということは、日本林業は、世界がまだ天然林採取林業の段階にあるとき、すでに人工林育成林業を実施していたわけであるから、コスト競争力に劣る国産材が外材に圧倒されてしまったのは無理のないことであった。しかし、今日、世界がおしなべて人工林育成林業の段階に突入し、林業経営を取り巻く経済的条件は世界的に似てきた。そうした条件の中で世界の育林経営はビジネスとして展開するようになってきているわけであるから、日本においてビジネスとしての育林経営が成立していないのは、自然条件の違いもちろんあるが、経営のあり方についても再度考え直す必要があるのではないだろうか。

### T4-3 ニュージーランドにおける中小規模所有者による森林管理の現状と課題

安村直樹<sup>1</sup>・立花 敏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属田無演習林・<sup>2</sup>筑波大学

本報告ではニュージーランド(NZ)における中小規模(1,000ha未満)の森林所有者を対象に所有目的、経営方針等の把握を行い現状と課題を明らかにする。1990年代の第3次造林ブームの造林主体は大規模層と中小規模層であり(柳幸2006)、植林されたラジアータ松(RP)が伐期を迎えつつある中で中小規模層の動向把握は重要性を増している。だが、NZの中小規模層の経営動向の把握はJulieら(2011)に限定される。そこでNZ農家林家協会に被験者選定を依頼する等し、2014年2月と11月に中小規模層17名を対象に聞き取り調査を実施した。内訳は都市在住の投資家6名、北島中南部で農林業を営む11名である。彼らの人工林面積は0~630haであり、浸食管理や家畜保護のために管理される森林もあるが、基本的に多くは資産形成を目的とする。従ってその動向は木材価格や管理費用等の林業を取り巻く環境に左右される。市況によっては伐期を大きく前倒す等の経営の変容性に富む。それだけに今後の良い見通しをもてなければ再造林されない。他方、大規模層も含めて木材生産に27セント/トン課税し、RPの品種改良等の研究開発を行う取組が2014年から始まり注目される。

#### T4-4 アメリカにおける所有形態別林業経営動向

大塚生美

森林総合研究所東北支所

アメリカの私有林は、全米の総森林面積の6割を占める。近年、伝統的な垂直的統合林産会社に変わり台頭してきた機関投資家が主たる出資者のTIMOs・REITsは、同じく総森林面積の1割弱になる。多くはFamilyに区分される個人所有林やTIMOs・REITs以外の法人によって所有され経営がなされている。法正林の観点からみると、企業所有林からの年間生産量は概ね最大値で推移していると推定されており、今後は飛躍的な生産量が望めない一方で、木材生産ポテンシャルは個人所有林の方が高いという指摘もある。だが、個人所有林は、彼らの総面積の約2割が75歳以上層で所有されていることや、所有の目的が森林を愛でること、財産、自然保護、自宅敷地の一部、林地投資、狩猟や釣り、レクリエーション、農業の延長、木材生産収入と多様であることから、個人所有林のすべてが林業経営の対象ということにはならない。他方、TIMOs・REITsや企業、大規模森林所有者は、伐採・再造林という点では一定の評価を得ている。以上のようにアメリカにおいても林業経営の諸相は多様である。そこで、本テーマ別セッションではアメリカにおける所有形態別の林業経営動向について報告したい。

#### T4-6 北海道十勝地方における主伐と再造林との関係に関する一考察

立花 敏<sup>1</sup>・安村直樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生命環境学群・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属田無演習林

北海道の代表的林業地帯である十勝地方を事例とし、森林所有者や種苗業者への聞き取り調査を2011年10月と14年11月に行い、2010年代前半における主伐と再造林との関係について分析と考察を行った。北海道では一般民有林の皆伐面積に対して人工造林面積が下回っており、十勝地方でも然りである。2000年代後半について、道内の再造林未済地は地域的分布として十勝地方等の人工林地帯に多く、その背景として木材価格の低迷に加えて森林所有者の高齢化や後継者不在問題の深刻化が指摘されている(立花ら2010)。2010年代前半においても同様の状態が続いている(柿澤ら2014)。こうした森林所有者に関わる要因に加え、苗木に関する問題も顕在化している。森林所有者からは、ニーズに対して十分な苗木供給がなされない量的な課題や、活着が悪い等の苗木の質的な課題が指摘されている。拡大造林期を経て人工造林面積が減少する中で、この問題に対して苗木を生産する種苗業者の減少、緑化木や採種への事業シフト等の種苗業者の変化がその主たる原因である。主伐面積が増えようとする時期において、種苗業者の育成や気候変動に対応した種苗・育苗に関わる技術開発が必要となっている。

#### T4-5 企業の育林経営ビジネス参入に関する研究：社有林を基軸とした新展開

奥山洋一郎<sup>1</sup>・大塚生美<sup>2</sup>・餅田治之<sup>3</sup>

<sup>1</sup>愛媛大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>林業経済研究所

対象としたS林業は全国に社有林を所有しており、住宅産業から木材流通まで幅広いビジネスを展開する企業である。同社の社有林は鉱山備林として出発した経緯もあり、木材生産を第一目的として所有されたものではないが、現在における生産量も企業規模を考慮すると積極的な伐採ではない。近年は社有林経営の経験を通して育林技術の新規開発(苗木生産、造林方法、獣害対策等)しており、これらの成果を新たなビジネスとして事業化に取り組んでいる。また、森林情報解析の技術の高度化も実施しているが、これらの開発成果を基にして地方自治体等の森林経営コンサルタント業務も新規に参入している。これらは企業社有林を木材販売収入もしくは自社流通の在庫としてだけでなく、知的財産を創出する場として利用している点で注目すべき事例である。森林施業集約化が推進されて事業の大規模化が進む中で、コンサルタント業務の位置づけは議論すべき課題である。これら社有林を基軸とした育林経営ビジネスの新展開について、地域林業に与える影響について考察する。

#### T4-7 林産業者による林地取得の実態

幡 建樹<sup>1</sup>・山田茂樹<sup>2</sup>・大塚生美<sup>2</sup>・餅田治之<sup>3</sup>

<sup>1</sup>有限会社ラックコンサルティング事業部・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>林業経済研究所

全国素材生産業協同組合連合会傘下の素材生産を行う事業体へのアンケート調査結果(有効回答数266)を基に、林地購入の実態に関する分析を行った。過去10年間に何らかの理由で林地を購入した事業体は139事業体(52.3%)であった。都道府県別で平均を上回ったのは、熊本県(83.3%)をはじめ、宮崎県(77.4%)、高知県(64.5%)、秋田・徳島県(58.3%)、岡山県(57.1%)であった。林地購入の主要な動機としては、「立木在庫を潤沢にし、安定的な事業につなげるため」(35.0%)、「土地ごと購入しなければ立木が手に入らなかった」(32.5%)が特に多かった。主として伐期に達していない人工林を購入している事業体も33.3%あり、将来のために立木を確保しようという意向が推察される。将来の購入計画についても、購入経験のある事業体では素材生産規模の大小を問わず「立木を買うためにはやむを得ない」(51.1%)、「今後も積極的に購入したい」(35.0%)と、購入継続を示唆する回答が大半を占めた。また、購入経験のない事業体でも約40%が同様の回答をしており、今後も素材生産事業体による林地購入が増加することが示唆された。

#### T4-8 協同組合と市場：フィンランドの経験からの洞察

山本伸幸

森林総合研究所林業経営・政策研究領域

北欧フィンランドの大規模木材産業企業体であるメツァ・グループ (Metsä Group) の事例を中心に、協同組合と市場の関係について論じる。メツァ・グループは、2012年にメツァリート・グループから改称し、組織体制も改めた。協同組合法を根拠とする協同組合メツァ・フォレストが中核となり、複数の加工部門林産企業を従えた巨大木材産業グループである。ソ連崩壊後の1990年代後半以降、メツァ・グループは海外生産拠点を増やし、次第に国内森林資源のウェイトを減らしつつある。このことは、メツァ・グループの国際的林産企業としての性格を強める一方で、あえて森林所有者協同組合であり続ける意味を失わせつつあるとも考えられる。本報告では、メツァ・グループの素材生産部門に吸収された株式会社トメスタや欧州森林所有者連合と2012年に組織提携した北欧家族林業などの新知見を加え考察する。

#### T4-10 森林組合への長期施業委託の意義と課題

藤掛一郎・大地俊介

宮崎大学農学部

育林経営ビジネス化の一方策として長期施業受委託が考えられ、森林組合による受託事例は近年増えている。本報告は宮崎県美郷町有林と日向市有林の耳川広域森林組合への長期施業委託を事例として取り上げ、長期施業委託の意義と課題を明らかにする。不完備契約の一種である形式的権限委任モデルを援用すれば、森林所有者は林業事業者の積極的な情報収集努力を引き出すために長期施業委託契約を結ぶものと考えられる。事例調査からは、実際に長期施業委託が専門的知識や現地情報の豊富な森林組合から積極的な事業提案を引き出す効果のあったことが確認された。一方、長期施業委託の課題として、第一に、森林所有者と個々の事業の受託者ともなる森林組合の間に生じる利害対立をいかにコントロールするか、第二に、長期施業委託によって行う林業経営の方針をいかに明確にし共有するか、の二点が導かれた。また、私有林の場合には市町村有林以上に所有者と森林組合との利害対立のコントロールが重要な課題になると考えられた。

#### T4-9 宮崎県諸塚村における超長期施業受委託契約の動向

大地俊介・藤掛一郎

宮崎大学農学部

本研究では、林業経営の長期受委託契約に関する事例研究の一環として、自営林業が盛んでかつ短伐期志向が強いことで知られる宮崎県諸塚村において耳川広域森林組合が導入している35年受委託契約の仕組みとその運用実態を分析した。調査の結果、同契約の特色として、通常よりも長いその契約期間の他に、①利用間伐や主伐などの収穫過程を契約内容に含んでいないこと、②団地化推進策としてではなく、あくまで自営困難になった林家のセーフティネットとして運用されていることの二点が見い出された。具体的には、同契約プランは地拵えから保育間伐までの育林過程を一括受託するという内容であり、森林組合ではこのような契約を自家労働力による再生林が困難な林家や不在村所有者を中心に提案することで、林家との安定的な受委託関係を構築しつつあった。そして、このような契約設計になったのは森林組合が諸塚村の地域的特性をふまえて林家の自主性と地域的な林業慣行に配慮した結果であり、そうすることで受委託契約の実効性を担保し得たと考えられる。

#### T5-1 木質バイオマスエネルギーの熱利用に関する諸論点

伊藤幸男<sup>1</sup>・相川高信<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岩手大学農学部・<sup>2</sup>三菱UFJリサーチ & コンサルティング株式会社

木質バイオマスの熱利用に関わる課題は、その規模と質によって異なるであろうが、おおよそ以下の5つの論点として整理できるだろう。1点目は、地域の熱需要のありようである。地域の気候や個別の需要パターンは熱利用の重要な規定要因である。また、それらの面的把握による地域熱供給への道筋などである。2点目は、燃焼機器の適性や改善である。欧米では既に高効率の機器が製品化されているが、より日本に適した製品開発や国内メーカーの育成が必要であろう。3点目は、燃料供給である。地域の森林資源や林業を背景とした各種燃料の効率的な生産・流通の仕組みを構築することである。4点目は、事業を具体化させるための地域事業者の育成とファイナンスである。モノ・ヒト・カネの三位一体の仕組みを地域にどのように実現していくのかということである。5点目は、木質バイオマスのエネルギー利用を通じた地域社会の将来像あるいは目標づくりである。自分たちの暮らす地域社会をどのようなものにしていこうとするのかという根源的な議論を繰り返しておこなうことの重要性と、将来像に向けた制度・政策の整備である。

## T5-2 バイオマスの熱利用は何故これほど進まないか

小池浩一郎

島根大学生物資源科学部

バイオマスの熱利用は、公的な温泉施設などで導入が進められているが、導入後の実績をみると思ったほどの成果をあげていない。その理由として2点について指摘する。

ひとつは熱利用システムの不備、とりわけ蓄熱槽の欠如である。熱供給機器をシステムとして考えると、制御の中心に位置するのは蓄熱槽である。制御システムは需要側にたいして熱を供給するとともに、水温が低下すればボイラーに運転を要求するように設定されている。蓄熱槽を欠いた熱供給システムはチップボイラー製造業者にとっても想定外である。この帰結は、過大つまりより高額な初期費用をもたらす。また、ピーク需用の補助ボイラーによる重油消費が総供給熱量の30%程度残存し、導入効果を減殺することともなっている。

もうひとつは燃料の質についての無関心であり、製紙用よりもさらに重要なはずの含水率のチェックが供給側、需要側双方で正しく行われておらず、機器トラブルや出力不足を招いていることである。

これらの背景には、国等の熱利用に関する基礎情報の提供と、自治体等の導入時の調査活動が、ともに極めて不十分なことが指摘できよう。

## T5-4 札幌都心地域における地域熱供給と木質バイオマス利用の取組みについて

岩井俊晴

株式会社北海道熱供給公社中央エネルギーセンター

(株)北海道熱供給公社は、石炭暖房による深刻な大気汚染防止対策として札幌オリンピック開催前年となる1971年に中央エネルギーセンター（以下中央EC）からの高温水による熱供給を開始しました。現在は、札幌市中心部106haのエリア約100軒のお客さまに対し、4つのエネルギーセンターから熱供給を行っています。

近年のCO<sub>2</sub>排出量増加による地球温暖化という新たな環境問題に対して、カーボンニュートラルである木質バイオマスの活用については、森林が7割を占める日本において大変重要な取り組みとされています。中央ECでは、創業以来北海道の産炭地振興のため石炭を主燃料として使用していましたが、社会のニーズを踏まえ一層の環境性向上のため、2009年に石炭ボイラー2基を廃止し、従来より使用していた都市ガスに加え、木質バイオマスを主要な燃料として導入しました。現在では、年間27,000tの木質バイオマスを燃料として使用しており、このうち林地未利用材系は約3,300tとなっています。今後、木材のカスケード利用、地域の森林・経済への貢献に繋がる林地未利用材利用を更に進めていくための技術的・経済的な課題と取組みについて報告します。

## T5-3 オーストリアにおける木質バイオマスの熱利用の拡大実態

久保山裕史

森林総合研究所林業経営・政策研究領域

オーストリアにおける木質バイオマス燃料の2011年の消費量を見ると、燃料チップが最も多く丸太換算で1100万m<sup>3</sup>となっており、次いで薪700万m<sup>3</sup>、ペレット等300万m<sup>3</sup>となっている。燃料チップのうち、700万m<sup>3</sup>は熱供給事業につかわれており、残りは木質バイオマス発電に使われている。発電といっても熱電併給がほとんどとなっており、木質バイオマスエネルギー利用の主流は熱利用であるといえる。このうち、熱供給事業について調査を行った結果、工場や規模の大きな地域熱供給では、含水率が高く、粒径の大きな燃料に対応している出力500kW以上の中大型のチップボイラーを用いており、パークや林地残材チップといった安価な燃料を用いているのに対して、数軒規模の熱供給事業においては、安価な出力200kW以下の小型チップボイラーを用いているため、含水率が低く、粒径が小さいため価格の高い燃料を用いていた。そうした燃料は、土場等で1年程度乾燥させた丸太から生産されていることが明らかとなった。

## T5-5 九州を中心とした薪の利用と生産の実態

佐藤政宗

株式会社森のエネルギー研究所業務部

近年、大型の木質バイオマス発電所に注目が集まっている一方で、エネルギー効率や地域の燃料需給を考慮した小規模熱利用の可能性も見直されている。本報告では九州地域を中心として、薪の生産や利用の実態を明らかにすることを目的とした。

九州地域では薪ストーブや飲食店、温泉施設等で薪が燃料として使用されている。鹿児島県では確認できただけでも722台の薪ストーブが設置されており、薪ストーブユーザーの平均薪消費量は約507kg/年であった。飲食店での薪利用では九州南部で薪を使用している9店にヒアリングを行った結果、3~39t/年の薪を使用していた。薪ボイラーの導入件数も増加しており、化石燃料に比して燃料が安く、経済性の面で優位であることが明らかになった。

日本一の薪の生産地である鹿児島県では鏝節製造の焙乾という工程で、約71,000m<sup>3</sup>/年の薪が使用されていることが明らかになった。また、鹿児島県南部地域では薪生産に特化した独特の森林施業が実施されており、森林資源量の面からは域内自給が可能であると考察された。

## T5-6 薪ボイラー利用の課題と地域熱供給のための丸太ボイラー利用の展望について —西粟倉村の事例から—

井筒耕平

村楽エナジー株式会社

国内におけるバイオマスエネルギーの利用は、2000年代後半のチップやペレットボイラーによる温浴施設等への給湯・空調用途に始まり、2010年代には薪ボイラーの技術移転も進み、現在約数十の薪ボイラーの導入事例がある。岡山県西粟倉村では、2015年2月に温浴施設へ薪ボイラー導入を行った。薪ボイラーは、チップやペレットのように搬送装置を使わず人力で燃料投入するため、ロジスティクスがこれまでとは明らかに異なる。事例数が少ない薪ボイラーのロジスティクスを含めた運用について、実践をもとに明らかにする。

一方、急ピッチで計画や実施が進む5MW以上の大規模バイオマス発電は、低質材の価格底上げの好影響を地域に与えているが、発生した熱を捨てている場合が多いこと、燃料使用量が多すぎるため燃料調達が広範囲に亘ること、などの問題が指摘されている。西粟倉村では、2015年度に中規模程度（原木ベース5000トン）での地域熱供給の検討を行うことになっており、国内では未整備の丸太ボイラーについて議論する。さらに、今後バイオマス事業を展開する上で燃料供給体制の構築は極めて重要な論点であり、自伐型林業の導入も含め、西粟倉村での展望を議論する。

## T5-8 鹿児島県における木質チップボイラーへの燃料供給について

寺岡行雄・前田清水

鹿児島大学農学部

木質バイオマスボイラーのトラブルの多くは木質燃料の含水率に起因している。木質燃料の普及を図るため、チップ燃料の乾燥について明らかにする。本研究では、メッシュコンテナ（側面と底面がメッシュ状になり、空気が通るようにしたコンテナ）にスギチップを投入し、木材乾燥機を用いた乾燥実験を行った。21時間の人工乾燥により、含水率53%のチップが23%に低下し、コンテナを用いての乾燥は有効であることが分かった。次に、チップが空気と触れる面積を大きくすることで乾燥効果が高いと考え、コンテナ内にメッシュ状の直径約10cmのパイプを設置し、温風がチップに接触する面積を大きくした。しかし、チップの含水率はパイプ設置をしても有意な差は認められなかった。さらに、乾燥機からチップを取り出した後に攪拌すると、含水率が低下することが確認できた。木質燃料は形態に関わらず、含水率を下げるのが品質上重要である。現段階では、木質燃料の人工乾燥についての研究は少なく、効果的な乾燥方法が確立されていない。今回の実験によって、木材乾燥機を用いた燃料チップの人工乾燥が有効であることが分かった。

## T5-7 緑地計画分野からみるバイオマス利用

寺田 徹

東京大学大学院新領域創成科学研究科

緑地計画分野は、都市から都市近郊にかけての緑地（オープンスペース、樹林地、農地等）の保全・創出に向けた計画的技術を研究する分野である。緑地分野におけるバイオマス利用は、公園緑地の管理時に発生する剪定枝の利用（緑のリサイクル）が代表的だが、近年では、発電・熱利用等のエネルギー利用も見られるようになってきた。また、公有地のみならず、里山のような民有緑地においてもバイオマス利用の検討が進みつつある。本発表では、都市近郊の里山保全とバイオマス利用の事例を紹介し、都市的な要素を踏まえた森林保全やバイオマス利用の在り方に関して議論を行いたい。紹介する事例は、森林経営計画を活用した市民による都市近郊里山の管理（千葉県船橋市）および、薪の需要を活かした地方都市の里山保全（長野県伊那市）の2つとする。前者について、都市部の森林を対象とした森林経営計画は珍しく、また潤沢な熱需要である都市と近接することから、小規模なバイオマス利用にもつなげやすい例と言え、これらの点を中心に議論する。また後者については、薪需要を生み出している薪ストーブの普及について、ストーブ利用者への調査結果を中心に議論を行いたい。

## T5-9 森林資源をエネルギー利用するための集荷圏の検討

澤田直美・白石則彦・龍原 哲・中島 徹

東京大学大学院農学生命科学研究科

発電所を中心として地理的な広がりを持つバイオマス燃料収集圏の構造を概念的な円形モデルを用いて整理し、発電規模の拡大が燃料収集圏の姿とその輸送コスト構造に与える影響について考察した。

発電規模約2万kW・約6千kWのバイオマス発電所を想定し、政府審議会資料および事業者開示資料等に基づき20年間のキャッシュフローを作成し、感度分析によりIRRが6%となる時の燃料上限価格を求めた。また燃料収集圏を発電所を中心とする円形の空間と想定し、面積あたり燃料生産量（燃料密度）を7.6t/km<sup>2</sup>とし燃料生産地点を一様乱数を用いて配置、中心からの距離10km毎の資源帯を設定した。

結果として約6千kWでは燃料の全てを50km圏内で収集可能であり、各資源帯収支の平均は4,074円/tとなったが、約2万kWでは50km圏内で得られる燃料の量は全体の24%に留まり、収支の平均は1,505円/t、80km圏以遠の資源帯において輸送費が燃料価格を上回った。燃料収支の改善には発電所に近い地点からの収集量を増加させることが有効だが過伐が懸念され限界がある。バイオマス利活用の規模は、森林の保続が確保され利活用システム全体で利益を共有できる最適規模とすることが求められる。



## T5-10 燃料用チップの生産量と供給コスト

藤原まや<sup>1</sup>・岩岡正博<sup>2</sup>・松本 武<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究科

木質バイオマス利用施設の燃料用チップは、買取価格が決まっていることから、供給コストがこれ以下の場合のみ供給可能となる。供給コストに関する研究は数多く行われているが、それらはチップ生産量を十分に確保できることが前提となっている。しかし、生産量が異なれば、所有機械の稼働率が変化することから、コストにも影響すると考えた。そこで本研究は、生産量がコストに与える影響と、ある買取価格での供給を可能とするのに必要な最小生産量に影響を与える条件とを明らかにすることを目的とした。このために、チップパーと輸送車両はサイズ別に3種類ずつ、チップ化場所は4種類を想定し、これらの各組合せについてコストを算出した。また、損益分岐点となる生産量について、買取価格、輸送距離、軽油価格、作業地面積を条件に感度分析を行った。この結果、生産量が減少すると供給コストは増加すること、最も低コストとなる機械やチップ化場所の組合せも生産量によって異なることが明らかとなった。必要生産量への影響が大きい条件は、買取価格と輸送距離であり、特に買取価格 6,000 円/m<sup>3</sup>、輸送距離 30 km を界に、必要生産量の増加量が大きくなることが分かった。

## T5-12 乾燥チップ燃料の低コスト生産と地域内流通～長野県佐久・大北地域での取り組み事例～

小島健一郎<sup>1,4</sup>・高野 毅<sup>2</sup>・由井正宏<sup>3,5</sup>

<sup>1</sup>ラブ・フォレスト株式会社・<sup>2</sup>長野県佐久地方事務所・<sup>3</sup>佐久森林エネルギー株式会社・<sup>4</sup>パレットクラブ・<sup>5</sup>株式会社吉本

現行の FIT 制度による発電用のチップ材供給は、本来森林所有者が受け取るべき立木価格へと反映できないような構造となっている。長野県の佐久地域と大北地域の林業団体である「佐久林業連絡会議」ならびに「大北林業創生協議会」では、発電用ではなく熱利用に向けた乾燥チップの生産と供給を事業化すべく、三ヶ年に渡って活動している。両団体で共有しているコンセプトは以下の通り。

- ・地域の温泉や旅館、プール、事業所などの温熱利用をバイオマスで代替する
- ・木質ペレットは生産設備が不可欠かつコストが高いため、木質チップとする
- ・生チップ焼きボイラは初期投資が高額のため、乾燥チップ焼きボイラとする
- ・乾燥チップは水分 30%w.b.以下、価格 20 円/kg (到着ベース、税別) を目標とする
- ・チップ供給の受け皿となる株式会社を設立、既存の製紙チップ工場に生産を委託する
- ・受け皿会社はチップの安定供給を担うとともに需要開拓(ボイラ導入診断)を推進する

本シンポジウムでは、このコンセプトについて説明するとともに、これまで実施した調査や実験についても結果を発表し、乾燥チップ流通のための認識を共有できればと考えている。

## T5-11 日本における燃料用木質バイオマス利用のためのチップングと輸送システムの課題

Yoshida, Mika

東京大学大学院農学生命科学研究科

燃料用木質バイオマス生産は森林経営を資源の有効利用と経済面から支援すると期待されていると同時に、地方における雇用創出など社会的側面からの関心も高い。しかし、燃料用木質バイオマスの生産システムは確立されておらず各工程のコストも不透明で、木質バイオマス利用のシステム構築とコスト分析は喫緊の課題である。チップングと輸送システムに焦点を絞り、チップングはチップの初期投資と生産能力に応じた原料収集能力が、輸送システムはチップの生産性、チップング場所と運搬車両の関係が重要であるという知見を得た。一例として、初期投資が異なり、生産性がほぼ同等の二種のチップを比較した場合、低い初期投資のチップの方が生産コストは安く、原料が不足したときの生産コストの上昇が緩やかであり、原料収集能力が低い場合は初期投資を低く抑えることが肝要と言えた。また、4tトラックと10tトラックを比べたとき、10tトラックの方が低コストだが、生産性の低いチップとの組み合わせでは集荷圏は縮小した。今後日本における木質バイオマス生産システムの改善には、生産能力と初期投資の釣り合ったチップ、チップの能力を活かせる輸送システムが必須であると言えた。

## T6-1 人工林資源の循環的利用に向けた課題

新田紀敏

北海道北海道立総合研究機構森林研究本部

北海道でも人工林が成熟し、資源を増やす時代が終わった。今後は用途に裏付けられた林業ビジネスモデルを提案し、林業経営者の意欲を高めながら安定して質の高い原木を供給する時代になった。これまでは樹木の性質・材質を理解し、市場を意識した生産目標を持つ山側から考えた森林資源の循環的利用の提案がなかった。量的供給だけでなく、用途を考えた施業ができないか。これまでの知見を結集すれば、2 巡目の資源造成では技術的にその段階に近づいていると期待している。カラマツはかつて坑木生産を目標とした短伐期施業として植えられ、当時は優れたビジネスモデルであった。炭鉱の閉山によって行き場を失い、長伐期化が進められたが合板以外に用途拡大はなく、未だ生産目標を持っていない。スギ等の心持柱向け短伐期施業は投資の早期回収というメリットがある。技術によりカラマツでも住宅という安定した需要をとらえ、同様の生産目標ができるのではないかと考えた。そこで森林施業により安定的な資源生産を実現し、加工技術によって製品の性能を向上して付加価値を上げ、さらに流通が連携して、地元経済にも貢献する優れた住宅資材として供給される道筋を示す。

## T6-2 人工林の収穫予測

滝谷美香<sup>1</sup>・八坂通泰<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道北海道立総合研究機構法人本部・<sup>2</sup>北海道北海道立総合研究機構林業試験場道南支場

100年近くもの長期にわたる人工林の収穫量を予測することは、森林管理計画の意思決定のための重要な情報を得ることになる。一般的に収穫予測は林分単位で行われるが、局地的な予測値を、生物学的あるいは行政的な地域に集約し、積み上げていくことにより、地域の資源量の予測へとつなげることも可能となる。カラマツは、北海道における重要な人工林資源の一つである。これまでに収集されたカラマツ林分の2,000点近いデータを元に、高齢級林分にも対応した収穫予測システムを作成した。このシステムは、従来の予測方法である林分密度管理図や、収量-密度図の概念を核とし、植栽密度、間伐率、あるいは立地条件などによる個体の成長速度への影響等も考慮した、柔軟な施業計画に対応できるものである。システムに組み入れる成長量のうち、植栽地の地形や気象要因などに影響を受ける樹高成長量について、非線形の成長曲線の一つであるRichards関数にあてはめた。本報告では、作成したカラマツ人工林の収穫予測システムの構成と、道内の地域ごとの地位や立木密度などの違いを考慮し、予測システムを用いて林分単位で径級別収穫量を推定した結果について紹介する。

## T6-4 長期予測に基づく人工林材の地域別供給可能量の推定—北海道カラマツ人工林を対象として—

津田高明・大野泰之・酒井明香

北海道北海道立総合研究機構林業試験場

人工林資源を持続的に利用するには、長期的な資源管理シナリオの検討から、長期的な出材可能量を予め見通しておく必要がある。一方、資源量など資源循環に関わる因子は地域毎に異なるため、資源管理のシナリオ及び出材可能量は地域毎に検討するのが望ましいが、北海道ではそのような事例は見られない。そこで、北海道でのカラマツ人工林を対象に、中長期的な木材供給可能量を地域別に推計した。

出材可能量の検討では、地域の区分を振興局（14区分）とし、資源量、林分成長量、伐採性向（最尤法推定による減反率）を基に各地域の森林資源予測モデルを作成した。また、年間の計画伐採量を3段階設定し、各伐採量を50年間実施した際の人工林蓄積及び径級別の出材可能量を推定した。

解析の結果、現行の伐採量を維持した場合、地域別では資源量が減少する振興局がみられるものの、全道的には資源量を維持できると予測された。径級別の出材可能量は、現在の利用径級である末口径14~22cmの原木生産量は減少するものの、一定量は供給可能と予測された。一方、末口径24cm以上の原木生産量は増加し、15年後には末口径14~22cmの原木生産量を超える可能性が示された。

## T6-3 北海道のカラマツ人工林の土場におけるパルプ丸太の出現パターン

大野泰之<sup>1</sup>・酒井明香<sup>1</sup>・津田高明<sup>1</sup>・寺澤和彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>東京農業大学生物産学学部

針葉樹人工林から搬出される丸太がすべて輸送資材や合板、建築用材などの一般材として扱われるわけではない。末口径が小さく利用径級に満たない丸太や曲りや腐朽などの欠点が著しいものは製紙用などの原料材（パルプ材）として扱われ、一般材と区別される。パルプ材の単価は一般材に比べて低いため、林分から搬出されるパルプ量の大小は収益に大きく影響する。そのため、パルプ丸太出材量を把握することは林業経営において重要である。そこで、北海道のカラマツ人工林を対象に土場におけるパルプ丸太の出現パターンを把握するため、林齢15年~64年の73林分の土場において調査を行い、209,907本の丸太について末口径（D）と材長の測定を行った。一般化線形混合モデル（分布族=ポアソン、リンク関数=log）を用いてパルプ丸太本数（PN）に与えるD、林齢、伐採方法（主伐・間伐）の影響を解析した。得られたモデルの係数を用いて、PNとD、伐採方法との関係を図示した結果、D30cm以下の範囲ではDの増加とともにPNは減少し、それ以降、PNは横ばいで推移した。伐採方法によってもPNが異なり、Dが同じ丸太であれば主伐時に比べて間伐時にPNが増加するパターンが認められた。

## T6-5 道産材を活用した高性能な建築材：乾燥技術と加工技術

大橋義徳

北海道北海道立総合研究機構林産試験場

北海道内の木材全体の自給率は50%を超えているが、パルプや産業資材等の低位利用が主体であり、加工度と付加価値の高い建築材の利用は少なく、建築用材の自給率は2割程度にとどまる。その背景には、主要造林木であるカラマツやトドマツの樹種特性、人工林材特有の未成熟材の材質特性、高断熱高気密住宅の低湿度な室内環境、梱包材や羽柄材主体の製材品目と生産体制など、本州とは異なる様々な要因がある。しかしながら、近年の国産材需要の高まりや長期優良住宅・公共建築物等の推進により、北海道でも地域材を用いた建築材のニーズが高まっている。素材生産の主力であるカラマツ人工林材を建築材として利用拡大していくためには、未成熟材部のねじれや材質変動の克服が大きな課題であったが、製材乾燥技術や積層加工技術の進展により、品質や性能に優れたカラマツ建築材の供給が実現しつつある。また、これらの新しい生産技術の展開によって、人工林資源の成熟化に伴い供給量が増えている大径材の用途開拓と価値向上の可能性も広がっている。持続可能な林業経営、木材産業の振興、地域材を活用した木造建築の促進につながるカラマツ材の新しい加工技術を紹介する。

## T6-6 木質建築材の強度を活かした住宅（躯体）構法

植松武是

北海道 北海道立総合研究機構林北方建築総合研究所

一般的な木造住宅の躯体としては、土台、柱、横架材（梁など）、床組、小屋組、壁（構造用面材や筋かいなどを含む）が挙げられる。これら木造住宅の構造部材は、単一の木質建築材で成り立っている部材もあれば、複数の木質建築材で構成される部材もある。このような木造住宅の躯体に、品質の安定と、強度性能の向上等を図った高性能な建築材を使うことで、木造住宅の性能はどう変わるのか、また、木造住宅にどのようなバリエーションが生まれるのか。ここでは、木造住宅における躯体への要求性能を軸に、付加価値が高く、高性能な地域木質建築材の木造住宅への活用方法と、活用・普及へ向けての課題を考える。

## T6-8 地域材の利用促進に向けた流通システム—北海道における検証と実用化—

石川佳生

北海道北海道立総合研究機構林産試験場

木材産業における国産材の流通構造は、小規模かつ多段階であることから、安定供給やコスト低減が困難な状況となっており、特に建築用材の流通は、多くの業態が中間に介在している。一方、北海道の主要な人工林資源であるカラマツは、そのほとんどが梱包材やパレット材等の産業用資材として利用されており、建築用材としての利用は、集成材原板を含めても16%程度である。本研究では、カラマツ資源の新たな用途開拓と外国産材からのシェア奪還を目的とし、道産材を建築用材として使用するための“新たな流通システム”について検討した。北海道内の豊富な森林資源を有する地域から、一般住宅の大消費地である都市部へ高品質な建築用材を効率的に供給する仕組みとして、各地域の中核となる製材工場が川上から川下までの連携を図るためのモデルを設定した。モデル地域において、素材生産業者と製材工場間、あるいは製材工場と工務店間における需給バランスのミスマッチを解消するための情報共有化システムとなる“木材トレーサビリティシステム”と、受発注の管理を行う“木材受発注管理システム”の検証結果および実用化に向けた展開について報告する。

## T6-7 マーケットイン志向での原木供給の可能性

酒井明香・津田高明・大野泰之

北海道北海道立総合研究機構林業試験場

地域材を活用した木造住宅の普及に向け、相対取引・直送方式が主流の北海道における“建築用途向け原木の安価で迅速な生産・流通”を目標に、機械作業システムの見直しと実証可能性調査を実施した。システムの改善点は「ハーベスタを（枝払い・玉切り工程に限定せず）伐倒工程にも使用」、「集材工程にフォワーダを導入するか、巻立て用グラップルローダで兼務」、「リースや自社の機械を活用」の3点である。ハーベスタとグラップルローダの2台2名体制など計3種類のシステムを、間伐・主伐の各試験区で実施し、伐倒・枝払い・集材・玉切り・巻立て・選木の6工程についてデジタルビデオ撮影により時間要素分析を行った。結果、平成23年度林野庁素材生産費調査における北海道の平均値と比較し、主伐で1.3~2倍、間伐で3~3.6倍の労働生産性となり、生産時間の短縮が図れた。原木生産コストは2~4割低減した。運材車をタイミング良く配置することが条件となるが、将来的に地域材のサプライチェーン・マネジメントを目指す上で、直送方式の今後の可能性が示唆された。

## T6-9 道産建築材の利用による地域経済効果

古俣寛隆

北海道北海道立総合研究機構林産試験場

北海道における道産材自給率は55.7%（平成24年度）となっており、この10年で15%増加したが、これは主に輸入材供給量の減少によるものである。現状、道産木材の用途はパルプ・チップや輸送資材が中心であり、今後はより付加価値の期待できる建築用材の生産を拡大させることで道産材自給率の向上を目指す必要がある。これまで、建築用材の道産材自給率については詳細な検討が行われておらず、今後の需要目標を設定する上でも現状の自給率の推計が必要である。一方、地域材利用推進への期待の一つに「地域経済効果」が挙げられている。これについては、イベントの実施や土木・建設など、主に公共投資を対象とした推計事例が数多く報告されているが、地域材を対象とした推計事例はほとんど見られない。地域材利用のPRのために、木材業界や行政からその数値的根拠が求められている。本研究では、北海道における建築用材の道産材自給率を算出し、地域材の利用が地域にもたらす経済効果を定量的に明らかにするため、産業連関分析を用いて建築用材の道産材自給率が向上した場合の経済波及効果を推計した。

## T7-1 病虫害による樹木の大量枯死が森林生態系に与える影響

深澤 遊

東北大学農学研究科 生物共生科学分野

人間による輸送のグローバル化に伴い、移入病虫害による樹木の大量枯死が世界中で頻発している。枯死木は多種の生物の住み場所となり、森林の生物多様性維持に重要な役割を果たすことが知られているが、病虫害による枯死木では、その原因となる病原菌や無脊椎動物により直接的・間接的に内部の菌類群集が、ひいては枯死木の分解過程や枯死木に定着する生物の種組成が影響を受ける可能性がある。本発表では、マツ枯れにより枯死したアカマツ倒木内部の菌類群集がどういった要因により規定されているのか、そして菌類群集を反映した分解過程の違いが、倒木上に定着する樹木実生の種組成にどのような影響を与えているのか、研究事例を紹介するとともに、病虫害による枯死木が森林の更新動態に与える影響について概観する。

## T7-3 大規模風倒とその後の施業が森林再生に与える影響

森本淳子<sup>1</sup>・森本未星<sup>2</sup>・中村太士<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>アラスカ大学

森林に大規模な風倒地が発生すると、先進国では、風倒木の収穫・除去が行われ、その後、地拵と造林木の植栽が行われてきた。これら一連の施業が、風倒木を残置した場合と比べ、初期の森林更新を遅らせる事実がモンスーンアジアで初めて実証された事例を報告する。2004年の台風18号で全壊したトドマツ高齢人工林で、2008年から4つの処理区（A：風倒木残置/B：収穫・除去・地拵・ミズナラ植栽・除草無し/C：収穫・除去・地拵・ミズナラ植栽・除草/D：残渣列）を設けて、環境（土壌硬度、光環境、地表被覆物の被度、CWD、土壌CN含有率）と植生（植物種とその被度）を3年間モニタリングした。再生の目標となる針広混交林の植生調査も行った。その結果、Aでは高木類やシダ類を中心とした多様な種組成となり、前生植物の繁茂が主体のため種組成に大きな年次変化はなかった。BCは、陽性の草本類、外来種草本類、カンバ・ヤナギ類が順に優占したため、種組成は大きく年次変化した。DはCWDに保護された前生植物が一部生残し、AとBCの中間的な種組成となった。目標像との比較の結果、従来の施業（BCD）は、風倒木を残置した場合（A）に比べ植生回復に時間を要すると予想された。

## T7-2 森林流域における渓流水質の長期変動に与える攪乱の影響

勝山正則

京都大学学際融合教育研究推進センターグローバル生存学大学院 連携ユニット

滋賀県南部に位置する桐生水文試験地において、1990年以降、渓流水・地下水水質の観測を継続している。同試験地の一つの支流では1980年代後半から1990年代前半にかけてマツ枯れが発生し、1994年頃に台風により立ち枯れ木の風倒被害が発生した。その結果、渓流水中のNO<sub>3</sub>-濃度が上昇し、1997年から98年にかけて濃度ピークを迎えた。その後、濃度は低下していき、2005年には攪乱前の濃度まで低下した。しかしそれ以降、低濃度が維持されることはなく、また特に最近の5年間を見ると徐々に再上昇している。このように、一度の攪乱発生からの回復に非常に時間がかかる現象を渓流水の滞留時間分布の観点から見ると、渓流水には滞留時間が10年を超えるような流出成分も寄与していることが影響しているものと考えられた。すなわち、樹木の枯死・分解のサイクルに加えて、流域内の水移動・流出プロセスに伴う物質輸送を考えることが、攪乱の影響を解釈する上で重要である。森林のライフタイムは非常に長いことから、必然的に長期観測研究が重要となる。

## T7-4 大規模風倒による枯死木が森林の炭素蓄積に与える長期的影響

鈴木智之

東京大学大学院農学生命科学研究科附属秩父演習林

稀に起こる大規模な風倒は、一度に大量の倒木を発生させる。壊滅的な風倒であれば、地上部現存量のほぼ全量が倒木として林床に供給される。倒木の幹は分解には非常に長い時間がかかり、粗大木質リター（Coarse Woody Debris, CWD）として森林の炭素蓄積に寄与する。特に、分解の遅い寒冷地では、風倒後の地上部の回復速度よりもCWDの分解速度の方が遅いため、地上部がある程度回復すると森林の炭素蓄積量は風倒前よりも高くなる可能性もある。本発表では、大規模風倒とさらにその後の風倒木の搬出（salvage logging）が森林の炭素蓄積に与える影響について概観し、特に1959年の伊勢湾台風による大規模風倒地における研究例を紹介する。

## T7-5 山火事で焦げた樹木の afterlife effect : 物質循環と実生更新への影響

小林 真

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター中川研究室

樹木の大量枯死現象は生態系内に大量のリターを供給し、リターに関連する物質循環へ影響を及ぼす。北方林では、樹木を大量に枯死させる主な要因は山火事である。一方、山火事はただ樹木を枯死させるだけではなく、燃焼および炭化を通じてリターの性質を変化させるという特徴を持つ。演者らの研究から、炭化により多孔質・高CN比となった木質リター（木炭）は、土壌中の無機態窒素やリンの動態、土壌からの温室効果ガスの放出に対し大きな影響を及ぼす事がわかった。さらに木炭による養分動態への変化は、それらを成長に利用する樹木の成長・更新へ影響することも示された。近年、Afterlife（枯死後）の樹木の多様性が物質循環へ及ぼす影響の重要性が注目されている。山火事により森林内に新たな性質を持ったリターが大量に生み出されることは、森林生態系に存在する Afterlife の樹木の多様性を増加させ、環境の不均一化を通じて北方林の構造の複雑にしているかもしれない。発表の最後には、近年の温暖化に伴い北方林で拡大している虫害と山火事が同所で発生した際に炭素循環が受ける影響についての研究を紹介し、複数の大量枯死現象間の相互作用についても議論したい。

## T7-7 人工林における伐採残渣の取り扱いが生態系外への養分流出に与える影響

福島慶太郎<sup>1,2</sup>・徳地直子<sup>2</sup>・吉岡崇仁<sup>2</sup>

<sup>1</sup>首都大学東京都市環境科学研究所・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

現在人工林では手入れ不足状態の改善のため、様々な方法で伐採が進められている。切り捨てが主体だった間伐は、バイオマス資源の有効活用という観点から、幹を搬出する全幹集材や、枝葉もつけたまま搬出する全木集材が行われるようになってきた。一般に森林が伐採されると、植物の養分吸収の停止や土壌有機物分解の促進により、土壌から溪流へ養分元素の流出が報告されている。加えて、伐採木や枝条の持ち出しは、土壌への養分還元量の減少を招くだけでなく、有機物をエネルギーとした土壌微生物による窒素無機化プロセスにも影響を与えると考えられる。本研究では伐採木や林地残材の取り扱い方の違いが、土壌の養分動態・養分流出に与える影響について欧米や日本の研究事例を整理し、土壌からの養分流出を最小限にする人工林施業方法について検討した。その結果、土壌窒素動態への影響として、伐採残渣が多いほど硝酸生成が抑制され、伐採直後の窒素流出の抑制に寄与する傾向が示されたが、その影響は1年前後と短く、効果は限定的であった。溪流への養分流出は、間伐量が同等の場合、伐採残渣の取り扱い方法よりも伐採木の空間配置に強く規定されることが分かった。

## T7-6 伐採が枯死木を介して樹木の更新に及ぼす影響：針広混交林を例として

野口麻穂子<sup>1</sup>・吉田俊也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

木材収穫時の伐採にともなう樹木の枯死は、発生した枯死木の大部分が森林生態系外に持ち出される点で、自然攪乱による枯死と大きく異なる。木材生産のための施業が行なわれている森林において、無施業林と比較して林内に存在する枯死木の量が少なくなることは世界各地の森林で広く知られており、伐採にともなう持ち出しはその大きな要因のひとつと考えられる。そして、施業の影響による枯死木の減少が、資源や営巣場所として枯死木を利用する生物群の減少につながった事例も報告されている。我々の研究では、北海道の針広混交林において、択伐が枯死木を介して樹木の更新に及ぼす影響を調べた。その結果、過去の択伐の強度が大きい林分で、枯死木の量が少ない傾向がみられた。そして、主要樹種のうち実生の定着適地を倒木に強く依存するアカエゾマツの稚幼樹の密度は、択伐の強度が大きい林分ほど低いことが明らかになった。この結果から、森林生態系に対するインパクトが比較的少ないと考えられてきた択伐においても、枯死木が減少することにより自然攪乱の場合とは異なる更新・回復の過程をたどる可能性が示唆された。

## T8-1 再造林のためのコンテナ苗研究：現在とこれから

田中 浩<sup>1</sup>・重永英年<sup>2</sup>・陣川雅樹<sup>3</sup>・鹿又秀聡<sup>4</sup>・宇都木玄<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup>森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>4</sup>森林総合研究所林業経営・政策研究領域・<sup>5</sup>森林総合研究所植物生態研究領域

間伐一辺倒であった林業の世界で、皆伐とその後の再造林が大きな問題として浮上してきた。低コスト再造林のために、伐採から植栽までの「一貫作業システム」が提案され、その中では、「植栽時期を選ばず」、また「植栽効率の良い」コンテナ苗の活用が求められている。これを受けて、国有林を中心に、コンテナ苗の生産、植栽に向けた動きが急速に進み、コンテナ苗が従来の普通苗に比べて、活着・植栽効率・成長のすべての面で優れているという半ば「神話」に近い説も一部には生まれてきた。しかし、コンテナ苗の様々な林地でのパフォーマンスについては、いまだ正負の情報が錯綜している。一方、徐々に生産や植栽の事例研究、生理生態的研究も進められてきた。かつて一時のブームで終わった林業でのポット苗生産と同じ轍を踏まぬためにも、コンテナ苗について、科学的なデータにもとづいたメリット、デメリットについての冷静な議論が必要である。できれば、そのメリットを生かす方向での研究開発につなげたい。本講演では、現在のコンテナ苗ブーム(?)にいたる歴史と現状を概観し、コンテナ苗研究が取り組むべき今後の課題について整理し、シンポジウムの導入とした。

## T8-2 赤外狭帯域画像を利用したスギ・ヒノキにおける 充実種子選別法の開発

松田 修<sup>1</sup>・原 真司<sup>2</sup>・飛田博順<sup>3</sup>・矢崎健一<sup>3</sup>・中川敏夫<sup>4</sup>・清水邦義<sup>4</sup>・上村 章<sup>5</sup>・宇都木玄<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院理学研究院・<sup>2</sup>住友林業株式会社筑波研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>5</sup>森林総合研究所北海道支所

スギ・ヒノキ成熟林の皆伐および再生林は、わが国の林業施策において喫緊の課題である。これらの樹種では、種子発芽率が概して低いことが、低コストかつ省力的な苗木生産を阻んできた。不稔種子の多くは、成熟胚を欠いたシイナや、黒褐色のタンニン様物質を高蓄積するシブダネから構成されるが、特に後者は、外観に加えて粒大や比重など、簡易計測が可能な特性が、発芽可能な充実種子と酷似している。発表者らは、充実・不稔種子における内容物の違いに着目し、化学組成に対して鋭敏に応答する短波長赤外域における分光特性に基づき、充実種子を特異的に選別する手法を開発した。充実種子では貯蔵脂質の蓄積を反映して、脂質吸収帯における反射率が、隣接波長帯における反射率よりも著しく低下していた。反射スペクトルにおけるこのような“窪み”を、3つの狭帯域における反射率をもとに数値指標化することにより、充実種子のみから成る種子ロットを再構成し得ることを実証した。しかしながら、充実種子であることは、必ずしも発芽可能であることを意味しない。効率的な発芽誘導法を併せて開発することにより、一粒播種による半自動的な苗木生産を実現したいと考えている。

## T8-4 コンテナ苗生産の効率化について — M スター コンテナによるスギ挿し木苗生産の事例 —

三樹陽一郎

宮崎県林業技術センター

M スターコンテナは、ポリエチレン製の育苗シートを丸めて育苗容器にするもので、特徴の一つに、海苔巻き方式(育苗シートに培地と幼苗の根系部分を載せて海苔巻き状に包み込む方法)による移植が可能で、根が損傷しにくいことがある。しかしながら、1本ずつ作業を行う必要があり、実用的に有効であるかはこれまで不明であった。一方、宮崎県川南町のH農園は、秋に箱挿し、翌春に発根した幼苗をM スターコンテナへ移植する方法でコンテナ苗を生産しており、2014年からは海苔巻き方式による移植を試みている。このため、同農園の事例調査を行い、コンテナ苗生産における海苔巻き方式の作業性などを検証した。その結果、①2013年まで行っていた移植方法(コンテナの組立て、培地の充填、植付けの各作業を別々に行う方法)と比べて作業時間に差はなかった②挿し床で根が伸長しても切戻す必要がないため、移植期間を延長することができ、育苗スケジュールが立てやすくなった③移植後、根が良好に伸長した苗と未発達の苗を区分することにより、成長が均一となり、効率的な出荷作業が可能になった、ことから実用生産において導入可能な移植方式であることが示唆された。

## T8-3 スギコンテナ苗の形状と植栽当初の蒸散速度

杉原由加子・丹下 健

東京大学農学生命科学研究科

スギコンテナ苗の成長を規定する要因を明らかにする目的で、コンテナ容量(150ml、390ml)や育苗期間(5~18カ月)が異なるスギコンテナ苗(実生4種、挿し木2種)について、形状比やT/R率などの形質測定、苗畑での試験植栽(8/18~9/3)、植栽初期の吸水能の指標として蒸散速度測定、植栽後の根の成長量測定を行った。実生由来のコンテナ苗では、コンテナ容量が同じ場合、苗高が高いほど形状比やT/R率、細根乾重量に対する地上部乾重量比(T/FR率)が大きい傾向にあった。挿し穂由来のコンテナ苗は、実生由来に比べて同じ苗高の場合の形状比が小さく、T/FR率が大きい傾向にあった。T/FR率が大きいほど植栽当初の蒸散速度が低い傾向が認められ、植栽当初の蒸散速度が低いほど、地上部乾重量あたりの植栽後の根伸長量が小さい傾向が認められた。コンテナ苗は、葉量に比べて根量が少ない形態になりやすいが、そのことが植栽後の伸長成長が抑制される一因であることが示唆された。下刈り期間の短縮を図る造林方法として秋植えを行う場合、来春までに葉量に見合った根量となることが必要であり、T/FR率の小さいコンテナ苗を用いることが有効と考えられた。

## T8-5 スギ挿し木苗の周年生産における技術的課題及び 対策について

角田真一・坂田益朗・井上純大・原 真司

住友林業株式会社筑波研究所

国内の植林用苗木は、国産材需要の高まりとともにその需要が増大しているが、苗木供給体制は苗木生産者の減少・高齢化により、苗木不足の問題が顕在化している。当社では、この問題に対処すべく宮崎県において施設及び育苗コンテナを利用したスギ挿し木苗の大量生産事業を開始した。従来、スギの挿し木苗生産は、採穂、穂の調整、挿し木等、労働集約的な作業が主に春先に集中するため、大量生産のためには作業の分散化・効率化が必要である。本研究では、発根性の良い穂を長期貯蔵し、高温期等挿し木が難しい時期の挿し木に利用できるかを検証した。その結果、挿し穂は低温・密封条件下であれば半年以上貯蔵できること、一方、高温期の挿し木試験では枯死が発生したが、採穂時期により発根率に差があることを確認した。一方、秋に露地に挿し木した穂を夏場にコンテナへ床替えした場合は、高温期でも95%以上の高い発根率を示した。今後、発根性の高い穂について生理的側面から調査を行い、発根率を高める方法や、挿し木の周年生産技術を検討していく。

## T8-6 カラマツコンテナ苗木はいつでも植栽可能か

来田和人・今 博計・石塚 航

北海道立総合研究機構林業試験場

北海道における従来のカラマツ裸苗の育苗期間は2年であるが、コンテナ苗では1年生幼苗を移植しコンテナで2年、合計3年をかけて育苗しているためコスト高となっている。そこで北海道林試では、直接播種により1年で出荷可能なカラマツコンテナ苗木の育苗技術を確認することを目的に育苗試験や植栽試験を行っている。本研究では、1年生播種コンテナ苗の植栽ストレスに対する応答を調べ、同苗の有用性と植栽可能な時期を明らかにすることを目的とした。2013年春に6種類のコンテナで育苗した1年生播種カラマツコンテナ苗と裸苗を用いて、北海道三笠市で植栽試験を実施した。2014年5月に各苗木50本ずつ植栽し、毎月、樹高と根元径を測定するとともに6月、8月、10月に苗木を掘り取り、部位別に乾燥重量を測定した。また1種類のコンテナ苗木を対象に5月～10月にかけて毎月植栽を行い、同様の調査を実施した。解析の結果、コンテナ苗は裸苗よりも植栽当年から年間成長量が高く、植栽後1か月の根の成長率と同化器官/非同化器官比が高いことがその理由として示唆された。一方、葉の展開が盛んな7月植栽では生存率が低く、その原因として乾燥ストレスが考えられた。

## T8-8 ヒノキ・コンテナ苗の植栽工期に及ぼす傾斜の影響および植栽後の成長

渡邊仁志<sup>1</sup>・三村晴彦<sup>2</sup>・茂木靖和<sup>1</sup>・千村知博<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜県森林研究所・<sup>2</sup>林野庁中部森林管理局森林技術・支援センター

コンテナ苗による省力造林の可能性を検討するため、岐阜県下呂市の斜面傾斜が異なる地拵え後の皆伐地において、マルチキャビティコンテナ(JFA-300)で育苗したヒノキ・コンテナ苗と普通苗(いずれも2年生実生苗)の植栽工期、活着率、初期成長を比較した。

植栽効率は急傾斜地(斜面傾斜40°)において普通苗>コンテナ苗、緩傾斜地(同11°)において普通苗=コンテナ苗であった。斜面傾斜の緩急によらず、コンテナ苗の植栽効率は普通苗のそれに比べて向上しなかった。コンテナ苗は両調査地ともに植え穴掘りに時間を要した。急傾斜地ではコンテナ苗の根鉢に対応する深い穴の掘削が困難で、緩傾斜地でも調査地の土壌条件(土層深、土性、石礫量)が影響したと考えられた。一方、活着率はコンテナ苗に比べ普通苗で低かった。コンテナ苗では根鉢により植栽前のストレスが緩和された可能性がある。植栽初期の成長量は、同じ傾斜の調査地間で比較すると、樹高、根元直径ともにコンテナ苗の方が大きかった。コンテナ苗の培地中に残存する肥料成分が、植栽後の苗木の初期成長に効果的だった可能性がある。

## T8-7 多雪地におけるスギコンテナ苗と裸苗の成長

八木橋勉<sup>1</sup>・櫃間 岳<sup>2</sup>・松尾 亨<sup>3</sup>・小西光次<sup>4</sup>・中原健一<sup>5</sup>・那須野俊<sup>5</sup>・野口麻穂子<sup>1</sup>・八木貴信<sup>1</sup>・齋藤智之<sup>1</sup>・柴田鏡江<sup>1</sup>・中谷友樹<sup>6</sup>・松本和馬<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所森林植生研究領域・<sup>3</sup>林野庁東北森林管理局盛岡森林管理署・<sup>4</sup>林野庁東北森林管理局岩手北部森林管理署・<sup>5</sup>森林総合研究所森林農地整備センター東北北海道整備局・<sup>6</sup>立命館大学文学部地理学教室

スギ(*Cryptomeria japonica*)のコンテナ苗が、東北地方の厳しい気候下で良好な成長ができるのか、また徒長気味に見えるコンテナ苗でも良好な成長をするのかを確かめるため、最大積雪深が1m前後である岩手県と宮城県の2調査地において、成長量の調査を行った。コンテナ苗と裸苗の樹高と地際直径を植栽後3または4成長期に渡って計測して比較した。その結果、岩手県の調査地では、コンテナ苗の方が裸苗よりも樹高、直径成長ともに早かったが、宮城県の調査地では裸苗の方が初期成長が早かった。両調査地の環境の違いによる影響も考えられるが、植栽されたコンテナ苗の形状比に大きな違いがあり、これが植栽後の成長に影響したものと考えられた。このため、コンテナ苗は東北地方でも良好な成長が可能であるが、そのためには、植栽時の形状比を低く保つ必要があることが示唆された。最適形状比は環境の違いによって異なる可能性があるため、今後より多くの事例を解析する必要がある。

## T8-9 ヒノキコンテナ苗の活着・成長特性

諏訪鎌平<sup>1</sup>・奥田史郎<sup>1</sup>・山下直子<sup>1</sup>・大原偉樹<sup>1</sup>・奥田裕規<sup>1</sup>・池田則男<sup>2</sup>・矢野宣和<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>林野庁近畿中国森林管理局森林技術・支援センター

森林総合研究所関西支所では、近畿・中国地方に多くみられるヒノキ人工林を対象に、再造林の低コスト化の研究を行っている。その一環として、近畿中国森林管理局森林技術・支援センターと共同で、岡山県の国有林において季節別(夏・秋・春)に植栽されたコンテナ苗と普通苗の活着・成長を調べている。また、関西支所実験林では、各苗タイプの生理特性解明を目的に、光合成特性と根成長を調べている。

国有林において、コンテナ苗が普通苗と同程度あるいは高い活着・樹高成長を示した。特に夏季植栽ではコンテナ苗の活着・樹高成長が高かった。関西支所実験林において、植栽後に葉のクロロフィルは普通苗では減少したがコンテナ苗では増加した。クロロフィル蛍光反応の測定では、コンテナ苗は光阻害の程度が低く、光化学反応に流れるエネルギーが高かった。根の観測のため、2014年春に埋設したアクリル箱の検査面に出現した根の全伸長量をスキャナで毎月記録して成長指標とした。樹高成長は10月に鈍化した。根成長は12月において継続している。コンテナ苗の根の初期成長が比較的良かったが、移植による根の損傷がコンテナ苗においては軽減されるからかもしれない。

## T8-10 搬出用架線を利用したコンテナ苗の運搬と林地での保管

渡辺直史・藤本浩平・山崎 真

高知県高知県立森林技術センター

再造林の低コスト化のために伐採から植栽までの「一貫作業システム」が車両系システムにおいて提案されている。急傾斜地では架線系システムとなるため、急傾斜地における「一貫作業システム」導入を目的に、架線による苗木の運搬効率および運搬後の苗木の長期保管を想定してコンテナ苗を林地で保管後に植栽した時の健全度を調査した。運搬には荷下ろし場所の自由度が高いH型架線を採用し、作業性や運搬時の根鉢の変形回避等を考慮してスチール製の籠を使用した。苗木の保管期間は7日から28日とし、植栽地と皆伐地周囲の林内に苗木を置き、乾燥しないように枝条で苗木を被覆した。水平距離299m、標高差120mの上げ荷運搬に要した時間は、人力(300ccコンテナ苗40本)32分6秒、架線(300ccコンテナ苗120本:3人作業)13分36秒で、架線は人力の42%の時間であった。林地での苗木小運搬は距離が47m以下では架線よりも人力の方が速かった。植栽苗木の健全度は、運搬直後の植栽では健全78%、衰弱11%、枯死11%であったが、保管後の苗木では林内14日保管と植栽地28日保管でそれぞれ1%の衰弱木があった他は全て健全であった。

## T9-1 日本の樹木の豊凶について(企画シンポの趣旨説明)

八坂通泰

北海道北海道立総合研究機構林業試験場道南支場

企画シンポの趣旨説明として、マスティング研究における豊凶パターンの変化について以下のような点から整理する。数万年という長い歴史の中で、森林植生は変動する気候に対応して移動してきた。一方、マスティングに関する研究では、長くても数十年のデータから、その至近要因や適応の意義が議論されてきた。激しい気候変動の中を生き抜いてきた樹木の歴史において、数十年のデータで認知できる豊凶パターンの変化は、マスティング研究の中で、どのように理解するべきだろうか? 植生移動の駆動力となる種子の生産散布プロセスには、変動する気候に対応するために、我々が想像するよりも遙かに巧妙な仕組みを備えているのかもしれない。豊凶パターンの変化の認知は、豊凶データが長期整備されたことを意味し、より幅広い気象条件のもとで、マスティングと気象要因との関係についての再考を可能にする。一方、苗木生産、花粉症対策や野生動物管理などの分野においては豊凶予測が試みられている。予測という応用面においては、十年単位のデータに基づく豊凶パターンの変化は、現在実施されている1年先の豊凶予測だけでなく、より長期のトレンド予測の必要性を示唆する。

## T8-11 苗木の安定供給体制構築に向けた課題

鹿又秀聡・田村和也・都築伸行

森林総合研究所

国産材供給量は、2002年の1608万 $m^3$ を底に増加傾向で推移し、2012年には1969万 $m^3$ まで回復した。国産材需要の増加を大きく牽引した大型製材工場の建設は今なお各地で進んでおり、木材のバイオマス利用の増加を考慮すれば、しばらくは増加傾向が続くと考えられる。供給の面から言えば、人工林資源の成熟に伴い、今後は間伐から皆伐が増加すると予想されている。森林資源を循環利用していくためには再造林が不可欠であり、苗木供給についても増産体制を構築することが重要である。筆者らは47都道府県の県庁及び林業用種苗組合(県苗組)を対象に苗木の安定供給体制構築に向けた課題、近年注目されているコンテナ苗に対する供給者側の動向等について聞き取り調査を始めた。中間報告の段階であるが、これまでに、1)苗木生産業者の減少・高齢化が急速に進んでいること、2)苗木の需給調整が十分機能していないこと、3)コンテナ苗の生産が一部地域を除き停滞している実態、が明らかになった。尚、本研究は(独)農研機構生研センターの「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)の予算による成果である。

## T9-2 北海道南西部におけるブナの開花結実の24年間の変動

寺田文子・八坂通泰

北海道北海道立総合研究機構林業試験場道南支場

道総研林業試験場道南支場では24年間、北海道南西部(道南地域)の6地点でブナの開花結実のモニタリング調査を行ってきた。ブナは数年に一度、広い範囲で豊作となることが知られている。道南地域では1990年~2002年の調査で約5年の周期で地域的な大豊作になることが明らかになっていた。しかし、長年の調査でその周期が当てはまらないことが分かってきた。本研究では、24年間で開花量、結実、作柄にどのような変化が起こってきたか報告する。豊作の第一の条件となる開花量に注目すると、2002年以前(前半)とそれ以降(後半)で異なる傾向が示された。開花量に影響を与える条件をGLMMで解析したところ、前年の春(4月下旬~5月上旬)の最低気温と夏の最高気温が選択されたが、春の気温の影響は前半のマイナスから後半はプラスに転じていた。また、春の最低気温を見ると「咲かない条件」となる年差1度以上という年が殆どなかった。豊作になるには、虫害率を低下させるために開花量の前年比が大きいことが必要になるが、後半に豊作がないのは開花量の差を生じさせる気象条件が整わないことが原因の一つになっていると推察される。



### T9-3 山形県内全域のブナ林における開花と結実の最近の状況

小山浩正<sup>1</sup>・佐藤 充<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山形大学農学部・<sup>2</sup>山形県環境科学研究センター

ブナには著しい豊凶性があり、それが天然更新を促す補助作業のタイミングや苗木生産のための堅果の採取を困難にしてきた(演者らは、北海道で開発された「豊凶予測手法」を改良して山形県版の手法を開発している)。従来のブナの豊凶に関わる知見では、1) 豊作のインターバルは概ね5年程度で、かつ2) それが広い範囲で同調するとされていた。ところが、山形県庄内地方において、1992年から20年以上にわたる結実調査を行った結果では、1995年、2000年、2005年と、確かに5年間隔の豊作が観察されていたが、それ以降はおよそ10年にわたり豊作が観察されなかった(ただし、その間に複数回の並作が確認されていた)。また、地域的同調性についても、県内の19林分で調べた結果からは、2010年以降は豊作と場所と凶作が地域間で分かれる傾向がみとめられる。このため、豊凶予測も地域ごとに実施する必要がある。また、ツキノワグマの人里への出没にも地域差が出ている可能性がある。このように、近年の山形県では豊作の間隔は長期化する傾向と地域でばらつく傾向がある。ただし、2014年秋における冬芽調査の結果によると、2015年秋の庄内地方は豊作になりそうである。

### T9-5 奥羽山系の溪畔混交林における種子生産の24年間の変動

星崎和彦<sup>1</sup>・安倍一博<sup>1</sup>・松下通也<sup>2</sup>・野口麻穂子<sup>3</sup>・柴田銃江<sup>3</sup>・星野大介<sup>4</sup>・高橋和規<sup>5</sup>・大住克博<sup>6</sup>・鈴木和次郎<sup>7</sup>・正木 隆<sup>8</sup>

<sup>1</sup>秋田県立大学生物資源科学部・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>4</sup>国際農林水産業研究センター・<sup>5</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>6</sup>鳥取大学農学部・<sup>7</sup>只見町ブナセンター・<sup>8</sup>森林総合研究所

岩手県奥羽山系にあるカスマ沢溪畔林試験地では、1988年から1haのコア部分において、継続して種子トラップによる樹木の開花・結実を群集レベルでモニタリングしている。現在までに延べ3000基近いトラップを設置し、調査努力量にして約17,000トラップ・月を費やしてきた。今回はこのうち、現在の調査体制の基礎が完成した1990年以降をコンパイルした繁殖器官データ(12万行のレコード、計240万個)を解析した。期間全体で43種145万個の雌性繁殖器官が捕捉された。全期間通じて設置された60基のトラップで年変動を解析したところ、1990、1995、2000、2003、2005、2008、2011の各年には主要樹種の多くで豊作レベルの結実が生じており(ブナの豊作は90、95、00、05、11年)、群集内で豊作が同調する傾向が明瞭であった。発表ではそのほか、各樹種の繁殖努力の経年傾向についても報告する予定である。

### T9-4 白山周辺地域での最近15年間のブナ堅果の豊凶推移

小谷二郎

石川県農林総合研究センター林業試験場

白山周辺地域でのブナ堅果の豊凶推移を15年間調査し、気象条件が堅果の品質や豊凶に与える影響を考察した。1999年(3箇所は2001年)に、林内に1m×1mのトラップを5個設置し、開花時期から秋まで堅果(雌花)を回収し仕分けし、雌花と堅果の個数をカウントした。1981年から2014年までの34年間に白山地域では5回豊作が訪れ、約7年に1度豊作年が訪れているということになる。ここ15年間では、2005年と2011年(一部2009年)の2回でやはり7年に1度という計算になる。15年間での健全率・虫害率・受粉失敗率に与える気象条件の影響をみるために、4~9月までの平均気温・降水量・日照時間について重回帰分析を行ったところ、平均気温においてのみ関係がみられた。健全率では6月が正、虫害率では6月と9月が負で8月が正、受粉失敗率では4月が正の影響を与えた。受粉期は低温、杯の発達初期は高温で成熟期は低温の環境条件ほど堅果の品質を向上させることが示唆された。また、1981年から2014年までの豊凶に対する気象条件でも4月の平均気温が低いほど豊作になりやすい傾向がみられた。以上のことから、堅果の豊凶と品質向上に対し受粉期の気温が重要と考えらえた。

### T9-6 豊凶変化は群集レベル、地域レベルでもおきている?

柴田銃江<sup>1</sup>・正木 隆<sup>2</sup>・島田卓哉<sup>1</sup>・齊藤 隆<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所森林植生研究領域・<sup>3</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

最近、ブナの豊凶パターンが年代によって変化することが指摘されるようになった。この発表では、それが地域レベルでおきているようなこと、さらに、ブナ以外の樹種でも変化している事例を紹介したい。林野庁の結実調査(タネダス)からは、ブナは1990年代では東北地方の北部、または南部に偏った豊作があったが、2000年代以降では東北地域全体で豊作が同調するようみえた。一方、北上山地のミズナラは1980~1990年代では数年おきに豊作があったが、2000年代以降からはほぼ1年間隔で結実した。阿武隈山地の落葉広葉樹の主要構成種16種の多くが、2004年前後を境にして結実間隔が変化する傾向にあった(例えば、1年間隔→連年、数年間隔→1年間隔)。

しかし、このような豊凶パターン変化のメカニズムはまだよく理解されておらず、そもそも豊凶変化が定量的に評価された事例も少ない。そこで、北上山地のミズナラを例にして、豊凶時系列分析と資源収支モデルとを結合させることで、余剰資源の動態を介して、中長期的な気温上昇が豊凶パターンの変化に間接的に影響していることも検討したい。

### T10-1 天然林施業における更新補助作業の実践：東京大学北海道演習林の歩みと現状

尾張敏章<sup>1</sup>・後藤 晋<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属北海道演習林・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林教育研究センター

東京大学北海道演習林では1958年以降、林分施業法に基づく事業的規模の天然林施業を行っている。更新補助作業の必要性は林分施業法の開始当初から認知され、これまでに様々な方法で作業が実践されてきた。本報告では、林分施業法における更新補助作業の変遷とその成果を振り返り、今後の技術開発の方向性について検討する。1958年編成の第8期施業案では、単木～小面積規模の補助造林作業（伐根周囲や孔状地等への植栽）が計画された。しかし、労働力の減少や賃金の高騰によって、補助造林の実行面積は縮小された。1983年には風害地復旧対策として、重機地がきによる天然更新促進作業が導入された。しかし、針葉樹の天然更新が少なかったため、1996年以降は地がきと針葉樹の低密度植栽とを組み合わせて行い、早期の針広混交林化を図っている。2005～2009年には帯状皆伐による更新促進施業を試験的に導入した。また最近では、択伐施業の選木時に記録した収穫木の樹種と径級、位置座標をもとに植栽に適した伐根の位置を特定し、小型クローラ運搬車を用いてポット大苗を運搬し、地拵えせずに伐根周囲に植栽する更新補助作業システムの技術開発を進めている。

### T10-3 天然林択伐後の更新を促す新たな地表処理作業「小面積樹冠下地がき」と「人工根返し」の実証試験

倉本恵生<sup>1</sup>・飯田滋生<sup>1</sup>・津山幾太郎<sup>1</sup>・関剛<sup>1</sup>・石橋 聰<sup>1</sup>・南 達彦<sup>2</sup>・友田 敦<sup>2</sup>・横山誠二<sup>2</sup>・真庭利明<sup>2</sup>・藤岡裕之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>林野庁北海道森林管理局森林技術・支援センター

北海道の天然林択伐施業では伐採後にササが繁茂し更新が阻害されるため、伐採を繰り返して疎林化・無立木地化した箇所では、ブルドーザーの排土板・装着レーキでササを広範囲にはぎとる「かき起こし」と呼ばれる地表処理作業が従来行われてきた。従来方法ではカンパ類の一斉林が更新するため、天然林本来の多様な樹種の更新を促す作業方法が望まれる。そこで、新たな方法として、伐採木伐根周囲のササを油圧ショベルで掘り取って除去する「小面積樹冠下地がき」（地がき）と、油圧ショベルで伐根を転倒させて風倒木の根株周囲の状態を模倣する「人工根返し」（根返し）を考案し、実証試験を行った。実証試験は、北海道北部の朝日天然林施業試験地で行い、初回の択伐翌年の2009年夏に地表処理作業を各処理10箇所実施し、作業5年後の2014年まで毎年9月に更新状況の調査を行った。作業5年後までに、地表処理を実施しなかった箇所ではササが著しく増加したのに対し、地がき・根返しとも更新面にはササはほとんど進入していなかった。更新面には上木構成樹種のほとんどが更新し、カンパ類の優占はみられず、従来方法と遜色ない密度の更新が認められた。

### T10-2 ウダイカンバの定着を目的とした更新補助作業の検討～北海道北部の天然生林における事例～

山崎 遥<sup>1</sup>・吉田俊也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院環境科学院・<sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

北海道の森林では重機を用いた更新補助作業（掻き起こし）が広く行われてきた。施工後に多く成林するカンパ類の中で、ウダイカンバはとくに経済的価値が高く、持続的な資源管理が求められている。ウダイカンバは埋土種子を形成するため、表土を多く残す作業が有効と考えられたことから、本研究では、表土の残し方を変えた複数の施工地（1-2年および4-5年生、北大天塩研究林）において実生の発生および定着に及ぼす要因を明らかにした。その結果、表土を多く残す更新補助作業がウダイカンバの発生・定着に及ぼす得失は、土壌（とりわけ含水率）や周囲植生の条件で変化することが明らかになった。埋土種子起源のウダイカンバ発生数には、表土を多く残した直接の効果は認められなかった。一方、成長には顕著な改善が見られたが、表土を多く残すことは他の植生の発達にもつながり、それらが強い競争環境をもたらすことが見積もられた。結果をもとに、いくつかの初期条件を仮定した動態シミュレーションを行い、作業コストを含めた費用対効果の観点から代替的な作業が有利となる条件を整理した。

### T10-4 ヒバ稚樹の上向き側枝が樹形と耐陰性に果たす役割

櫃間 岳<sup>1</sup>・森澤 猛<sup>2</sup>・八木橋勉<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林植生研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所企画部研究情報科・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所

天然更新施業には、林床の稚樹バンク（高密度の稚樹群）形成が重要であることが近年明らかになってきた。稚樹バンクを形成するヒバ稚樹の生態を明らかにするため、樹形と側枝の性質を調べた。

ヒバ稚樹の樹形は、明所では一般的な円錐形、暗所では主軸より側枝の頂端が高く伸びることで形成されるボウル形を示した。ヒバの側枝は比較的暗所でも枯れ上らず枝下高が低く、樹冠上部まで上向きに湾曲して伸び上がり樹冠上部に葉を保持していた。上向き側枝による展葉様式は、主軸を伸長させずに新葉を保持することにより個体の維持コストを抑制し、耐陰性に寄与していると考えられる。樹冠下部には、ターミナルリーダー（主軸頂端と同様の成長点）を持つ長い枝が多かった。これらの枝は成長速度が小さく、樹冠拡大には寄与していなかったが、接地発根して新たなラメット（同じ遺伝子をもつ幹）を作りやすいと推察される。ヒバ稚樹がもつこれらの特徴は上向き側枝によって成り立ち、稚樹の耐陰性ならびに長寿に貢献していると考えられた。

### T10-5 スギ人工林に侵入した広葉樹との混交林施業 —秋田県森吉山麓における10年間の林分構造 変化—

杉田久志<sup>1</sup>・八木橋勉<sup>2</sup>・齋藤智之<sup>2</sup>・野口麻穂子<sup>2</sup>・榎間 岳<sup>3</sup>・八木貴信<sup>2</sup>・大原偉樹<sup>4</sup>・西園朋広<sup>5</sup>・澤田智志<sup>6</sup>・和田 寛<sup>7</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>森林総合研究所森林植生研究領域・<sup>4</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>5</sup>森林総合研究所森林管理研究領域・<sup>6</sup>秋田県庁・<sup>7</sup>秋田県林業研究研修センター

戦後の拡大造林推進により大面積に造成された針葉樹人工林では、多雪環境や手入れ不足のため広葉樹が侵入して針広混交林が形成されている場合がある。従来このような人工林は「不成績造林地」と呼ばれてきたが、近年になって生物多様性の面からその価値が見直され、混生広葉樹を生かした省力的・合自然的な人工林の取り扱いが新しい森林施業のあり方として注目を集めている。しかし、針広混交林が今後広葉樹優勢へと向かうのかそれともスギ優勢へと向かうのか、間伐などの手を加えなくても健全な状態が維持されるのかなど、混交林化した人工林の動態に関するデータの蓄積は少ない。本研究では、秋田県森吉山麓において林齢28～43年生のスギ人工林22林分に10m×40mの調査区を設置して、広葉樹の混交状態、その後10年間の単木の成長、林分構造変化を解析した。混交した樹種はブナ、ウダイカンバ、ミズナラなどであった。この10年間にスギは旺盛な樹高成長を示し、広葉樹林冠層から抜き出てスギ天然林のような林分構造を呈しつつある。広葉樹を抜けたスギの密度は175～1000本/haで、間伐が行われていないにもかかわらず比較的低い値で維持されていた。

### T10-7 広葉樹材利用の現状

天野智将

森林総合研究所東北支所

広葉樹の素材生産は針葉樹材に比べて歩留まりが低く、製材向けにならない低質材の利用システムが必要である。これまでは製紙が担ってきた。さらに一般材を製材が存立し、そのような中間加工品に乾燥、木取り、接着、塗装などを行う工場が存立する。このような工場は同時に、価格の高い丸太から様々な製品も生産しており、価値の高い輸入材も消費する。合板系の利用については、高価格の丸太が用いられる。家具向けの突き板が減少し、これまでは住宅の複合フロア向けの表面材が市場を引っ張ってきた。建築内装分野においては、国産材の利用は限定的である。安定的な資源とみられるのは米国のオーク、ウォールナットや、カナダのメイプル、欧州のオーク、ブナなどである。これらの供給を担保として、国産のナラ、クルミなどは需要が強い。近年は供給可能性の拡大を求めて、たとえばシラカバの製品化が行われるなどしており、原料の安定供給が強く求められている。

### T10-6 ブナ帯落葉樹林の皆伐後の天然更新の可能性を 考える —林床植生と微地形の観点から—

正木 隆<sup>1</sup>・田中知行<sup>2</sup>・八木橋勉<sup>3</sup>・小川みふゆ<sup>4</sup>・田中 浩<sup>1</sup>・杉田久志<sup>5</sup>・佐藤 保<sup>1</sup>・壁谷大介<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林植生研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>4</sup>国立環境研究所・<sup>5</sup>森林総合研究所四国支所

本州の冷温帯の山で、伐り頃を迎えたカラマツの林分を今後どうするか。植栽にかかる経費を考慮すれば天然更新を試したくなる。冷温帯ならウダイカンバ等の広葉樹を更新させることも不可能ではない。ところが、たいていの場合、チマキザサ等の群落が生床を優占しているのが実状である。これを目にとると、天然更新どころか通常の植栽も憚られてしまう。だが逆に、このササさえ制御できれば、天然更新も含むさまざまな更新施業オプションが可能になるとも言える。たとえば、上木の伐採を行う前に下層植生を下刈りする方法はどうだろうか？木曾ヒノキ天然林などでは、この有効性が指摘されているところである。そこで本講演では、事前の下刈りがササ群落に及ぼす効果を、ブナ林で検証した結果を報告する。苗場山ブナ天然更新試験地内のPlot1では、1968年からの10年間、刈払や除草剤散布等の処理が繰り返され、1978年に皆伐された。このプロットでのササ群落の構造の変化を解析すれば、事前の林床処理によるササ抑制の可能性を評価できるだろう。現在データの解析中だが、現時点の見込みでは、ササ事前処理の有効性を積極的に支持する結果は得られそうにない感触である。

### T10-8 伐採木の選木が針広混交林のササ密度と樹木更新量を左右する

辰巳晋一<sup>1</sup>・尾張敏章<sup>2</sup>

<sup>1</sup>横浜国立大学大学院環境情報研究院・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属北海道演習林

択伐施業は、木材を生産すると同時に、林床の光環境を改善して樹木の更新を促すことを目標にする。しかし、北海道の針広混交林では伐採後にササが増加し、かえって更新が阻害されてしまうことも多い。これら伐採・ササ・更新の三要素は林内において局所的に変化し、複雑に関係し合っている。そのため、伐採が将来的なササ密度と更新量に与える影響を推定することはこれまで困難であった。本研究では、階層ベイズモデルを使って林内環境の局所的な変化を単木レベルでモデリングし、三要素の関係を定量化した。

推定の結果、ササを抑制する効果は広葉樹よりも針葉樹で大きかった。また、その効果は胸高直径が33-45cmのときにピークになり、それ以上では減少した。ササ密度が増加量に与える負の影響は、広葉樹よりも針葉樹に対して大きかった。また、その負の影響は数十年の遅れを伴うと推定された。総じて、針葉樹の小中径木の減少はササを増加させ、そのササの増加がさらに将来的な針葉樹の減少につながると示唆された。択伐施業における伐採木の選定では、なるべく針葉樹の小中径木の保護に配慮することが継続的な木材生産と林分構造の維持につながると考えられた。

## T10-9 異なるふたつの地域の天然生混交林における対照的な択伐後の動態

吉田俊也<sup>1</sup>・野口麻穂子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所

北海道においては開拓以降、広い地域の天然林において抜き伐りが行われてきた。施工後の森林では回復不良な事例が多いが、その程度には地域差があり、多雪で、林床にササ類が多い北海道北・西部で一般に更新が不良である。ここでは、積雪条件が異なるふたつの地域に所在する、集約的に管理された択伐林分において林分の長期動態を比較した。北海道東部の置戸道有林（置戸：少雪）および北部の北大中川研究林（中川：多雪）にそれぞれ別個に設定された照査法試験地のデータを使用した。置戸では8年、中川では10年の回帰年で、全木調査に基づく成長量に見合った強度（材積比で10-30%程度）で伐採が繰り返されてきた。立木の量は、両施工地で期首には同等であり、ともに40年を超える期間中ほぼ維持されていたが、伐採量（年あたり）の実績は置戸で明らかに多かった。小径木の量も、予想どおり置戸で多かったが、それぞれ期首と比較すると、置戸では広葉樹が、中川では針葉樹が減少する対照的なパターンが見られた。置戸では択伐による管理の実行可能性がより高いが、同時に、両地域では、持続可能な施業レジーム（伐採量・対象・更新補助）が明らかに異なるといえた。

## T11-1 都市近郊林と静的利用：都市近郊林を対象とした癒し・休息的利用に関する研究の現況

高山範理<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林管理研究領域・<sup>2</sup>女子美術大学芸術学部

【目的】都市近郊における森林の文化的サービスのひとつとして、都市近郊林を対象として行われた癒し・休息的利用に関する研究（静的利用）を対象に、①都市近郊林の扱われ方、②調査スケールと人間の取り扱い方法、③森林風致分野における静的利用に関する研究動向（ニーズ・ブーム・課題）を整理した。

【方法】都市近郊林および散策、癒し、セラピー、滞在などをキーワードとしてJ-StageおよびCinii等より文献検索を行なった。

【結果】①文化的サービスという観点から考えた場合、都市近郊林の生態系サービスの概念上にどのように静的利用を位置づけていくのかが問われること。②一部を除いて、メソ（地区）-ミクロ（地点）スケールが対象となることが多く、個人や特定集団の生理/心理/行動について扱った研究が多い。社会的な動向把握や利用圧の調整法に座視した研究が少ない。③森林風致分野では、個人や特定集団の利用や福利の効果については多くの研究がされているが、持続的な利用を念頭として、効率的な森林空間の利用や利用種間の調整など、空間管理方法に関する研究が少ない。社会的な動向を先取りするような研究が待たれることなどが明らかになった。

## T10-10 天然更新施業による保続的木材生産の可能性—北海道東部地域における検討—

石橋 聡

森林総合研究所北海道支所

針広混交林において択伐施業により木材を保続的に生産するためには、更新木の確保が不可欠である。しかし、北海道内のほとんどの針広混交林は、ササ類の密生化で十分な天然更新木が確保できなかったことなどにより林分内容が低下し、そのため近年の木材生産量は僅かとなって保続が実現しているとはいえない。一方で北海道東部地域には、補助作業によらない天然更新（天2）が期待できるとされる地域があり、これら地域の針広混交林では、更新を天2とした択伐施業による低コストの保続的木材生産が実現できる可能性がある。そこで本研究では、過去の報告等から天然更新の良否に関係する条件を選び、北海道東部地域を対象としてGIS上で重ね合わせ、天然更新（天2）のポテンシャルが高いと考えられる地域を1キロメッシュで地図上に示した。そして、その結果についていくつかの林分調査データセットによって検証を行った。今回の結果は、広域的なレベル（地域レベル）での針広混交林における択伐施業による保続的木材生産を実施するための管理方針や管理計画を策定するための重要な項目の一つとなる。

## T11-2 都市近郊林と動的利用：ウォーキング・マウンテンバイクを中心に

平野悠一郎

森林総合研究所林業経営・政策研究領域

【目的】ウォーキング（フットパス）、マウンテンバイクを中心に、都市近郊林を対象とした「通行」に関する利用（動的利用）の現状と研究動向を整理する。それに際して、各ユーザー及び研究における、①都市近郊林の扱われ方、②利用・調査に際しての空間スケールと人間主体の取り扱い方法、③取り上げている研究分野・動向の特徴（ニーズ・課題）に着目する。【方法】各利用の動向についてはユーザー及び代表的な普及主体への聞き取り調査、研究動向については各利用の関連用語をキーワードにJ-Stage、Cinii、Folisより文献検索を行った。【結果】①については、都市近郊の林地及び林内の道の「通行」を通じて、景観享受、健康・体力増進、非日常・自然の体感、達成感等が得られていることが明らかになった。②については、近年、自治体の注目やユーザーの普及活動の一環として、各利用を特定地域の活性化に結びつける取り組みが増加し、利用・研究いずれにおいても、マクロ（地域）に軸足を置きつつメソ（地区）のスケールを対象とする傾向が目立つ。③については、各利用の実態把握に加えて、各利用間の対立の調整を行っていくことがニーズとして注目されつつある。

### T11-3 都市近郊林と教育的利用

井上真理子・大石康彦

森林総合研究所多摩森林科学園

森林の教育的利用の研究動向について、文献検索をもとに都市近郊林の扱い、研究の対象や手法、研究上のニーズや課題を整理した。専門教育から始まった森林教育研究は、1980年代に一般市民への教育にも広がり、教育の場としての森林が研究対象となった。この時期は、都市で森林が減少する中で都市近郊林や都市林の研究が盛んに行われた。その後、森林環境教育の提唱（1999年）、「森林・林業基本法」（2001年）での教育のための森林利用の位置づけや、学校教育での環境教育や自然体験活動の推進などを背景に、森林教育研究が盛んになった。研究対象は、教育活動の要素（対象者、教育プログラム、指導者など）や森林観、教育活動を通じた地域連携や行政施策など幅広く、多様なアプローチが行われている。また、森林の総合的利用や森林レクリエーション活動の中で捉えられることが多く、森林教育とは何かという概念が研究されており、環境教育やESD、学校教育などとの関係や教育の評価、体系化が課題となっている。都市近郊林は、自然体験の場として要望が高いが（森林と生活に関する世論調査、2011年）、学校林や演習林での研究が多く、教育研究は限られている。

### T12-1 世界自然遺産制度による地域資源ガバナンスの分析

敷田麻実

北海道大学観光学高等研究センター

近年、観光やレクリエーションなどによる地域再生が目されるようになり、森林や野生生物などに代表される自然環境が、魅力的な地域資源として活用されている。特に、直接的な資源利用ではなく、エコツアーなどで、見たり体験したりするだけの、資源の「非消費的利用」が国立公園や世界遺産地域で増加している。そこでは、自然環境の持つ「素材としての価値」とは別に、資源が利用者の持つ、いわば「消費文化」によって新たに資源化される現象も進行している。これは地域資源を所有や管理する地域関係者ではない、外部のアクターによる文化的価値付けによる資源化である。

しかし、こうした資源化プロセスや価値付けに対する分析はほとんどない。この発表では、資源に関与する関係者の関係で資源化プロセスが決定されると考え、それを「自然環境の文化資源化プロセス」における地域資源ガバナンスの形成と捉えて、世界自然遺産である知床半島（北海道）における自然資源の文化資源化の事例を用いて議論する。

### T11-4 都市近郊林をめぐる利用・文化的サービスとゾーニング

八巻一成

森林総合研究所北海道支所

本研究では、都市近郊林における利用・文化的サービスの最適な発揮を目的とした、ゾーニングの意義と課題について検討する。ゾーニングとは、ある目的を達成するために、一定単位の空間ごとに管理を行うための空間管理手法である。しかし、都市近郊林において、利用・文化的サービスの発揮を目的としたゾーニングに関する研究はあまり行われていないのが現状である。都市近郊林におけるゾーニングの検討に際しては、まず設定すべき管理目標を明確にする必要がある。例えば、山岳地域を対象とした事例では、原生的な自然体験の提供が重要であることから、来訪者の利用体験の質に着目した目標設定を行っている。都市近郊林においては、静的、動的なレクリエーション利用のほか、教育利用等といった多様な利用形態が想定されることから、活動間の調整を目的としたゾーニングの概念・手法の開発が求められる。例えば、対立する利用間の調整を図るためには、それぞれ別々の空間単位を割り当てる以外に、利用時間を割り当てるといった方法もある。また、ヒューマンスケールに対応した最適な空間スケールとゾーニング単位との関係についても、検討する必要がある。

### T12-2 知床世界自然遺産登録の経緯と行政間の連携

富吉満之<sup>1</sup>・増本弘次<sup>2</sup>

<sup>1</sup>金沢大学大学院人間社会環境研究科・<sup>2</sup>北海道環境生活部環境局生物多様性保全課

知床世界自然遺産登録の経緯と行政間の連携について、主に北海道庁の行政と基礎自治体、国である環境省などとの連携の在り方、登録の歴史的経緯について解説をする。その上で、地域にとっての登録の意義について多面的な観点から分析する。

### T12-3 小笠原諸島における生態系管理と地域社会

大河内勇

森林総合研究所

小笠原村の総人口は1968年の日本復帰後増えていたが、2000年頃をピークに2005年頃まで減少に転じた。しかし、小笠原諸島世界自然遺産候補地科学委員会が活動を開始し、小笠原を世界自然遺産とするための保護担保措置の事業が活発化する2006年を境に総人口が再び増加に転じ、以後毎年増加している。小笠原諸島が2011年世界自然遺産に登録されると、来島者はおおよそ5割増加し、遺産地域への入山数がほぼ倍増する一方、ラム酒の販売数も倍増するなど、遺産地域へのインパクトも、経済的なインパクトもともに大きかったことが分かる（小笠原村の資料による）。一方、小笠原の生態系が脆弱であり、保護担保措置がユネスコより強く求められている。そのため、各種の外来種対策事業が行われているが、例えば離島の隔離は地域住民にとって疎外感を生み出しているし、外来動物駆除の負の影響も出ている。これらの問題を解決するためには、地域住民との合意形成が真に必要なのである。

### T12-5 世界自然遺産地域における観光利用と混雑—屋久島縄文杉登山を中心に—

新井愛那・枚田邦宏

鹿児島大学農学部

これまで屋久島・山岳地域では利用者の集中が問題視されてきた。本研究では、最も利用者が集中していると言われている縄文杉登山ルートを対象にして、利用者の利用密度に対する反応（混雑感）と利用満足度の内容を明らかにすることを目的としている。調査は、平成26年10月24日～10月27日、10月31日～11月2日の計7日間、荒川登山口において行った。アンケート調査期間の総利用者数は1919人、内646人から回答を得た。アンケート結果を見ると、1日の利用者数が多い日と少ない日とでは利用状況及び混雑感に顕著な差が見られた。以上のことより、一定の人数を超えると利用者へ混雑意識が生じる割合が高くなることが明らかになった。また、1日あたりの利用者数が約600人以下の利用状況下では利用目的に対する満足度は比較的高く、混雑感の満足度への影響はみられなかった。満足度に混雑感が影響しない要因として、ガイドの同行、利用者の行動の分散が関係していることが分かった。

### T12-4 世界自然遺産候補地としてのやんばる森林の現状と保全管理の諸課題

芝 正己<sup>1</sup>・Azita, Zawawi Ahmad<sup>2</sup>・Janatun Jemali Noor<sup>2</sup>

<sup>1</sup>琉球大学農学部・<sup>2</sup>鹿児島大学大学院連合農学研究所

【目的】平成26年1月、「奄美・琉球」世界自然遺産候補地の絞り込み地域として、鹿児島県の「奄美大島」と「徳之島」、沖縄県の「本島北部」と「西表島」の4島がUNESCO WHCに回答され、今後は、科学委員会、両地域WG、地域連絡会議が連携して「推薦書」及び「管理計画」作成に取り組む。本研究では、4島候補地の内、「沖縄島北部」に絞って取組みの現状・課題等を検証する。

【方法】国内既存4世界自然遺産に関する先行研究や文献により問題点・課題を整理すると共に、沖縄県関係の行政資料等の統計処理により特徴や問題点の分析を試みた。

【結果】「沖縄本島北部」候補地の大宜味村・国頭村・東村の3村は、それぞれ隣接しているが、一次産業構造、土地所有、森林面積、観光資源等の状況が大きく異なり、その環境は、1)世界自然遺産保全担保処置としての国立公園指定の基本方針や運用、2)核心地域・緩衝地帯のゾーニング区分や希少種保護対策等の一元管理、3)遺産価値の保全と利用のトレードオフ（ツーリズム推進と環境負荷、4)地元住民の意向・内発的意識の啓蒙、5)2県4島間の重層的な地域間連携体制の整備等が課題になると考察された。

### T12-6 日本ではエコパークと呼ばれる生物圏保存地域は観光デスティネーションたりうるのか？

田中伸彦<sup>1</sup>・杉村 乾<sup>2</sup>・松浦俊也<sup>3</sup>・宮本麻子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東海大学観光学部・<sup>2</sup>長崎大学環境科学部・<sup>3</sup>森林総合研究所森林管理研究領域

ユネスコの採択から20年経過した1992年、日本は世界遺産条約を批准した。この条約は、「文化遺産及び自然遺産を人類全体のための世界の遺産として損傷、破壊等の脅威から保護し、保存するための国際的な協力及び援助の体制を確立することを目的とするもの（外務省訳）」で、観光を第一義の目的とはしない一方、日本では観光地のブランド化を行う制度として広く受け入れられた。その後、類似制度として、ジオパークやエコミュージアム、世界農業遺産なども注目され、地域振興/観光振興への期待が高まった。エコパークという国内呼称を持つ生物圏保存地域も、その様な制度の1つとして認識されることが多い。しかしながら、自然の保全と観光デスティネーションの育成との関係を考えて場合、諸制度の扱われ方は、本来の原則からやや外れている面も否めない。本発表は、この点に着目し、まず生物圏保存地域を中心に、観光学的観点からのデスティネーション概念の整理を行う。続いて福島県只見町の事例などを参考に、地元観光レクリエーションの実態を踏まえた生物圏保存地域の位置づけを考察する。なお、本研究は、科研費基盤研究(C)(課題番号:24580226)の助成を受けた。

## T12-7 自治体の議事録からみる活用方法

松岡 光<sup>1</sup>・香坂 玲<sup>2</sup>・富吉満<sup>2</sup><sup>1</sup>基礎生物学研究所・<sup>2</sup>金沢大学大学院人間社会環境研究科

本研究では、各自治体が生物多様性に関わる国際的な認定を取得するプロセスにおいて、どのような公的な議論を行なったのかを、2011年から2013年の議事録の定量的分析を実施することで明らかにしていく。まず、石川県の世界農業遺産認定市町村の8自治体、新潟県佐渡市、ユネスコエコパーク、ジオパークに関連する石川県白山市、福井県勝山市、新潟県糸魚川市、長野県山ノ内町の議事録を対象として、議会における議論の状況を比較する。その後、世界農業遺産、ジオパーク、ユネスコエコパークの各制度の事例として、珠洲市、糸魚川市、山ノ内町を取り上げ、各自治体の議事録のテキストマイニングの分析を実施する。また、観光、教育、交通などの単語群の関係性についても可視化する事によってわかりやすくしていく。最後に森林を含む自然やその他のジオ（地質）といった地域の財産がどのように活用され、地元の自治体にとってどのような形で、豊かにしたのかを紹介していく。

## T12-9 世界農業遺産と能登半島での地域社会への影響：定量的把握に向けた試論

香坂 玲<sup>1</sup>・松岡 光<sup>2</sup>・富吉満<sup>1</sup>・藤平祥孝<sup>1</sup><sup>1</sup>金沢大学大学院人間社会環境研究科・<sup>2</sup>基礎生物学研究所

世界農業遺産の登録では、明確な効果があったのか。観光客数、商品の価格の双方から、石川県能登半島の題材を中心に議論する。世界自然遺産などと比べ、知名度が限定的である制度の認定に対して、地元は豊かになったのかどうか、関連自治体も関心を寄せている。

そこで能登・加賀の農産物の振興のために、ブランド化や地名のプレミアムの効果を地元の法人Iの売上げデータの分析を通して明らかにする。

今回、地元の産品に注目したカタログの売上げデータに着目して分析を行った。同カタログは、地産地消を目指し配布している法人Iの独自の食品カタログである。北陸で生産、製造される地場の商品を中心に集められており、地元ブランド品の分析には最適な対象である。カタログでは、常時15品目の野菜を取り扱っている。カタログで取り扱っているしいたけを含む「農産物」を対象に毎月の販売品目、利用者数、実績、価格についてのデータの分析を行った。

また森林を含め、観光やレクリエーション利用の訪問客数の動向についても報告し、地元にとっての効果を、商品の価格動向、観光客数から推定する。一方で、認定から年数が浅いこともあり、データには限界もあった。

## T12-8 暮らしの中の世界農業遺産～石川県能登半島における自家生産と社会的ネットワークによる市場を介さない食料消費の実態～

神山千穂<sup>1</sup>・齊藤 修<sup>1</sup>・永田 明<sup>1</sup>・Yiu, Evonne<sup>1</sup>・橋本 禪<sup>2</sup>・香坂 玲<sup>3</sup><sup>1</sup>国際連合大学サステナビリティ高等研究所・<sup>2</sup>京都大学大学院地球環境学堂・<sup>3</sup>金沢大学大学院人間社会環境研究科

地域の環境を生かした伝統的農業、生物多様性が保全される土地利用、農村文化・景観の維持保全と継承を目的として、国連食糧農業機関は、優れた地域を世界農業遺産として認定している。石川県能登半島は日本で初めて認定された地域の一つである。戦後、農業の近代化が進む中、農業と伝統文化が地域システムとして一体的に維持されてきた背景には、経済的・地理的制約の中で、祭りや神事等の伝統的な行事や料理が、自家用として栽培、採集される多種多様な農作物によって支えられ、人々の日常の暮らしと密接に関わってきたことが一つの要素として挙げられる。本研究では、これまで社会生態学的な観点からの定量的な研究がほとんど行われてこなかった食料の自家消費に着目し、その実態を明らかにすることを目的とする。全国を対象としたウェブアンケート調査からは、全国的にみても能登半島の自家消費が量的・質的に高いこと、さらに聞き取り調査からは、あげる・もらうといった世帯間のやりとりが市場を介さない食料消費に大きく影響していることが明らかになった。また本発表では、認定による能登地方への影響と今後の可能性及び課題について社会・生態学的側面から考察する。

## T13-1 福島北部スギ林での樹木根のセシウム吸収把握におけるイングロースコア法の適用

橋本長武<sup>1</sup>・大橋瑞江<sup>2</sup>・遠藤いず貴<sup>1</sup>・田野井慶太郎<sup>1</sup>・廣瀬 農<sup>1</sup>・小林奈通子<sup>1</sup>・大手信人<sup>3</sup><sup>1</sup>東京大学・<sup>2</sup>兵庫県立大学環境人間学部・<sup>3</sup>京都大学大学院情報学研究所

福島第一原発事故で放出された放射性セシウム(Cs)は、3年が過ぎてその大半が森林土壌に移行したと考えられるが、その後の森林土壌内におけるCsの挙動、特に樹木根のCsの吸収については量や経路など多くの点が未だ不明である。そこで本研究はこれまで細根生産量、分解量の測定のための手法だったイングロースコア法を用いて樹木根におけるCs吸収を把握する方法を考案し、その有効性について検討した。

実験は福島県伊達市のスギ人工林で行った。現地のCsを含む土壌(+Cs)と、京都のスギ林のCsを含まない土壌(-Cs)を詰めた長さ20cmのイングロースコアを10本ずつ準備し、2013年6月に試験地に埋設した。1年後の2014年6月にコアを回収し、土表層から0-3cm、3-10cm、10-20cmの3深度に分けて土壌と新規に伸びた根系を分別した。+Csのコア内にあった土壌の平均Cs濃度は4232±2807Bq/kgと、-Csの土壌中の平均Cs濃度1446±1217Bq/kgの約3倍も高く、この手法により根系の土壌環境を制御することが出来たと判断された。また植物根中の平均Cs量についても、+Csで1331±574Bq/kg、-Csで423.2±235Bq/kgと土壌と同じく約3倍であり、根系は土壌からCsを吸収すると予想された。

### T13-2 林分密度の異なるヒノキ林における細根生産量

野口享太郎<sup>1</sup>・酒井寿夫<sup>2</sup>・森下智陽<sup>2</sup>・稲垣善之<sup>2</sup>・宮本和樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所

樹木の細根生産量は、多い場合には森林の純一次生産量の50%以上を占めるとも言われている。そのため、森林の物質生産や炭素動態を理解するためには、細根動態について理解する必要がある。また、間伐などの施業は森林の物質生産や炭素動態に大きな影響を及ぼすと考えられるが、これらの施業が細根動態に与える影響については不明な点が多い。そこで本研究では、間伐が細根生産量に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

本研究では、高知県の33年生ヒノキ林を調査地とした。このヒノキ林では調査開始2年前に50% (材積)の間伐が行われており、このうち斜面上部の50%間伐区(50%区)および無間伐の対照区(0%区)、斜面下部の50%区および0%区の4林分に調査プロットを設けた。調査手法はルートメッシュ法で、2010年4月に各プロットにメッシュシート(幅10cm、深さ20cm、穴径2×2mm)16点を埋設し、3生育期間後の2012年12月～翌年1月に回収した。埋設期間中にメッシュシートを通った細根の数を計測した結果、斜面上部の0%区、50%区で約100本、110本、斜面下部の0%区、50%区で約35本、25本であり、間伐の影響よりも斜面位置による差違が大きいと考えられた。

### T13-4 北海道北部の林相が異なる森林における細根動態 — 林床植生の及ぼす影響

梁川紗奈江<sup>1</sup>・福澤加里部<sup>2</sup>・柴田英昭<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院環境科学院・<sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

森林生態系の一次生産や物質循環に対する細根動態の寄与については不明な点が多く、林床植生の役割が考慮された研究は少ない。北海道の代表的な林床植生であるクマイザサはバイオマスの約半分を地下部に配分するため、細根動態に影響すると考えられる。本研究では、ササを含めた細根動態と林分環境の関係及び細根形態特性を調べ、森林の細根動態における林床植生のササの役割を解明することを目的とした。調査は北海道北部に位置する4林分(人工林、天然林、二次林、ササ地)で行った。季節ごとに土壌表層10cmの細根バイオマスや形態を計測し、各季節の細根生産量をイングロースコア法で測定した。同時に林分環境(立木密度、地上部バイオマス、BA、地温、土壌含水量、土壌化学性)を測定した。立木密度やBAはササ細根バイオマスや全細根バイオマスと負の相関がみられたことから、樹木が少ない場所ではササ細根により全細根バイオマスが増加することが示された。年細根生産量はササと樹木が共存する天然林と二次林で大きかった。またササは樹木よりも細い形態の根を持つことが示された。以上より、林床植生のササが森林生態系レベルで細根動態に関与していることが示された。

### T13-3 フラットベッドスキャナー法による細根動態の経年的評価

仲畑 了<sup>1</sup>・中村 瞳<sup>2</sup>・檀浦正子<sup>1</sup>・大澤 晃<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>龍谷大学理工学部

森林生態系の物質循環推定において重要な細根の動態を非破壊的に評価する方法として、従来ミニライゾトロン法が使われてきた。一方、調査の低コスト化、高頻度化などを目的としたフラットベッド・スキャナー法が開発されたが、この方法で生態系スケールでの細根動態を経時的に評価した例は少なく、量的に経時変動が大きい細根に対してどの程度詳細な長期観測に適用できるのか検討する必要がある。本研究の目的はフラットベッド・スキャナー法を用いて林分の細根動態を長期的に評価することにある。滋賀県大津市のヒノキ人工林を対象に2009年6月から2014年12月まで、4-8台のスキャナーを用い1-2週間間隔で土壌断面を撮影した。取得した画像を手動解析し、細根面積、生産・消失面積を求めた。幾度かスキャナーが故障したがその都度新設することにより長期観測が可能であった。スキャナーが林床に馴染まない初期では、細根面積がおおよそ1年間増加し続ける傾向が見られたため、生態学的な考察から除外した。根の生産は年ごとに大きくばらつくもののおおよそ春から秋の間に確認できた。この手法では高頻度で詳細かつ長期的なデータを得られたため、今後さらなる解析が期待できる。

### T13-5 Fine root and litterfall dynamics across various types of temperate deciduous and coniferous forests

AN, JI YOUNG<sup>1</sup>・Park, Byung Bae<sup>2</sup>・Osawa, Akira<sup>1</sup>・Park, Go Eun<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>Chungnam National University Environment and Forest Resources・<sup>3</sup>Korea Forest Research Institute Forest Ecology

Understanding of litterfall and fine root dynamics in temperate forest ecosystems is limited even though these are major components in carbon and nutrient cycling. We studied litterfall, fine root biomass and production in a series of temperate deciduous and coniferous forests in Japan and Korea. We used ingrowth core method for fine root (<5mm) study and circular litter traps for litterfall measurement. Our preliminary results show that annual fine root production ranges from 91 to 872 gm<sup>-2</sup> and annual litterfall mass ranges from 360 to 597 gm<sup>-2</sup>. For further research, we will estimate fine root turnover rate and test the relationship between above- and below-ground production and the contribution of fine root and litterfall to nutrient dynamics by forest types.



### T13-6 高硝酸濃度土壌に生育するヒノキ林構成樹種の細根呼吸速度と形態特性

宮谷紘平<sup>1</sup>・虫明瑞葵<sup>2</sup>・市川康太<sup>2</sup>・谷川東子<sup>3</sup>・平野恭弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院環境学研究所・<sup>2</sup>名古屋大学理学部・<sup>3</sup>森林総合研究所関西支所

演者らは東海地方のヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) 7 林分において細根特性を評価し、土壌中硝酸態窒素濃度の高い幸田 (愛知) ではヒノキ細根系の呼吸速度、比根長 (SRL;  $\text{mg}^{-1}$ )、窒素濃度が他の調査地に比べ有意に高いことを明らかにしてきた。植物体中で窒素は生理機能に関係し呼吸速度や形態に影響するため、幸田に生育する他樹種の細根呼吸速度も同様に高いことが予想される。そこで本研究では高硝酸濃度土壌に生育するヒノキ林構成樹種細根の呼吸速度と形態特性を明らかにすることを目的とした。調査は幸田と比べ土壌中硝酸態窒素量が少なく、共通樹種が出現する美濃 (岐阜) で行った。ヒノキと出現頻度の高いアオキ (*Aucuba japonica*) を対象とし、細根の呼吸速度・形態・窒素濃度の測定を行った。

細根呼吸速度と細根窒素濃度に関して、両樹種ともに幸田で美濃より高い傾向を示した。細根形態の指標の一つ、SRL は、両樹種とも幸田で美濃より高い傾向にあったが、アオキはヒノキと比べ調査地間の差が小さかった。以上より、高硝酸濃度土壌に生育するヒノキ林構成樹種の細根では、呼吸速度と細根窒素濃度が高くなるが、形態変化は樹種により異なることが示唆された。

### T13-8 ボルネオ島熱帯雨林における炭素配分—根圏はどのくらいの炭素を利用するのか?—

片山歩美

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター森林圏ステーション北管理部

森林は光合成で獲得した炭素の多くを地下部に配分し、根圏のバイオマス生産や呼吸に利用される。それでは、光合成で獲得した炭素量のどの程度が地下部に配分され、地上部器官の生産量や呼吸量とどの様な関係があるのか? また、どの様な環境要因に影響を受けるのか? 森林全体の地下部への炭素配分メカニズムは、地下部炭素動態の個別のプロセスにかかわる重要な知見であり、地上部と地下部の関連性を知ることができるため、森林の炭素循環を理解するうえでは必要不可欠な情報である。

演者はこれまで、ボルネオ島熱帯雨林において炭素配分に関する研究を行ってきた。試験地のランビルヒルズ国立公園は、低地フタバガキ林が生育する熱帯雨林で、年間を通して明確な乾燥月がなく、新熱帯に比較すると巨大高木が多くバイオマスが非常に大きいという特徴を有する。本発表では、現在行っている調査の最新データを含め、森林全体の炭素配分の特徴や地下部への炭素配分量などを、地上部の森林構造の特徴や気象・土壌環境と関連づけて報告する。

### T13-7 樹木細根系の窒素負荷への応答性:呼吸・窒素含有量・形態特性は変化するか?

高木理恵<sup>1</sup>・牧田直樹<sup>2</sup>・中路達郎<sup>3</sup>・片山歩美<sup>4</sup>・小杉緑子<sup>5</sup>・日浦勉<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター苫小牧研究林・<sup>4</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター森林圏ステーション北管理部・<sup>5</sup>京都大学大学院農学研究科

本研究は、窒素 (N) 負荷に対する樹木細根系の呼吸応答について、その因果関係と時間変動の解明を目的とし、呼吸活性と対に形態特性 (比根長・根組織密度) 及び N 含有量を調査した。北大苫小牧研究林の落葉広葉樹林 (優占種:ミズナラ) において N 施肥区と対照区を設定し、尿素散布による N 施肥実験を開始した。① 50 kg/ha/4month、② 200 kg/ha/16month の条件下で、表層土壌から細根系を採集した。

各測定項目について、直径 <0.5・0.5-2.0 mm の平均値を両区で比較した。両条件共に両階級で、呼吸と比根長に有意差は認められなかった。① 条件でのみ両階級で、N 区の根密度が有意に小さかった。また両区で、全サンプルにおける呼吸と形態特性・N 含有量の関係に対し、回帰直線を求めた。両条件共に両区で、呼吸と比根長・N 含有量との関係に有意な正の相関、根密度との関係に有意な負の相関が認められた。各関係で両区の回帰直線に対し共分散分析を行うと、呼吸と N 含有量の間には、① 条件で切片に有意差が認められた。一方、形態特性との関係には、両条件共に有意差は認められなかった。以上の結果は、細根系の N 応答が時期により変化し、N 負荷環境に順応していく可能性を示唆している。

### T14-1 乾燥地に生育する樹木の特性と森林の動態

吉川 賢

岡山大学大学院環境生命科学研究科

乾燥地は年降水量と可能蒸発散量の割合によって極乾燥地、乾燥地、半乾燥地、乾燥半湿潤地に分けられ、世界の陸地の 41% を占めている。そこには全人口の 35% 近い人々が暮らしており、彼らの活動や気候変動によって、乾燥地、半乾燥地、乾燥半湿潤地では、土地の劣化が進み、農業生産の減少や生物多様性の低下が起こっている (砂漠化)。

乾燥地は気候変動が大きいため樹木が生育しにくい環境であるが、限られた環境に乾燥地林が成立している。人々の生活に欠かせない薪や建築資材はすべて乾燥地林からしか得られないので、住民の生活にきわめて重要な植生であり、それゆえ破壊され、失われる危険も高い。世界の森林面積の約 40% は乾燥地林であり、毎年減少割合が増加している。

そうした乾燥地林の中で、流砂固定に威力を発揮している常緑針葉樹の臭柏 (*Juniperus sabina*) と乾燥地で河畔林を形成する落葉広葉樹の胡楊 (*Populus euphratica*) を取り上げ、その生理生態特性と林分動態の関係を解説する。いずれも厳しい環境に適応するために特異な特性を有する植物であり、まだ解明しなければならぬ謎も多く残されている。

## T14-2 常緑樹の新葉の展開時におけるシュート内での水ポテンシャル勾配の形成

齋藤隆実<sup>1</sup>・Paul B. Naiola<sup>2</sup>・寺島一郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学地球水循環研究センター・<sup>2</sup>Indonesian Institute of Science Treub Laboratory・<sup>3</sup>東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻

植物体内の水の移動は水ポテンシャル勾配に従う。通常、水が根から幹を経て葉へ安定して移動している定常状態では、末端にある葉の水ポテンシャルは他の器官よりも十分に低い。その一方で、展開している途中の若い葉はとてもしおれやすい。もし若い葉の水ポテンシャルが成熟した葉と同じ程度まで低下すれば、葉の細胞はたちまち膨圧を失って生理活性を失ってしまう。したがって、葉の展開時には水ポテンシャル勾配が形成されにくく、水移動が不安定になる可能性がある。とくに、常緑樹のシュートでは、若い葉より基部側にしおれにくい成熟葉が位置している。この構造は水ポテンシャル勾配の形成をより難しくするはずであるが、勾配を維持するしくみは知られていない。そこで、本研究では展開途中の若い葉の水ポテンシャルと、同時に成熟葉の水ポテンシャルを調べ、若い葉へ水を供給するしくみを明らかにすることを目的とした。常緑樹アラカシを材料に測定した結果、若い葉が展開している最中には、成熟葉の水ポテンシャルが低下せず水の移動を妨げないことが明らかになった。これらの考察は個葉の膨圧維持について、個葉単位ではなくシュート単位で検討する視点を提供した。

## T15-1 マツノザイセンチュウのゲノミクス研究

Taisei Kikuchi

宮崎大学医学部

マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) は日本および東アジア (中国、台湾、韓国) で甚大な被害を及ぼしている森林病害である。近年のヨーロッパ (ポルトガル、スペイン) への侵入に伴い、本病原への注目がさらに高まっている。2011年にマツノザイセンチュウ全ゲノムの解読が発表されたことから、ゲノム情報を利用した研究が可能となり、多方面でゲノムワイドな研究が展開され始めた。我々は日本における主要な線虫株のリシーケンシングにより、ポピュレーションレベルでのゲノム多様性を明らかにし、各線虫株の進化的関係や病原性などの表現型に関与するゲノム領域の特定を試みた。また、RNAseq解析により、各発育ステージでの遺伝子発現やホストへの侵入時の遺伝子発現の変化を解析し、多様な遺伝子が病気の発現に関与していることを明らかにした。さらに、ニセマツノザイセンチュウを含む他の *Bursaphelenchus* 属線虫との比較ゲノムにより、マツノザイセンチュウゲノムの特徴やホスト特異性を明らかにする研究も進行中である。

## T14-3 樹木用 MRI を用いた樹幹内部における水分挙動の非破壊的観察

小笠真由美<sup>1</sup>・内海泰弘<sup>2</sup>・三木直子<sup>3</sup>・矢崎健一<sup>4</sup>・福田健二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>2</sup>九州大学農学部附属演習林・<sup>3</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科・<sup>4</sup>森林総合研究所

従来、樹木木部の水分通導性は、染料注入法や、幹や枝から切り出した試料片で水分通導度を測定することで定量化されてきた。近年新たに、負圧下にある樹木試料の破壊的採取に伴う木部水分通導度の過小評価といったアーティファクトが懸念されているが、その直接的原因は未だ不明である。本研究では、樹幹内部の水分布を非破壊的に観察できる樹木用 MRI を用い、乾燥し負圧下にある樹幹を水切りしたときの樹幹内部の水分挙動を可視化し、切断に伴うアーティファクトの有無およびそれが木部内水分布や水分通導性に与える影響を解析した。その結果、ヤマブドウ、イヌシデ、カツラともに、乾燥による二次師部の収縮が水切り後に回復した。カツラでは水切り後に木部内水分布は変化しなかった。一方、ヤマブドウおよびイヌシデでは水切り後に含水領域の減少 (道管の空洞化) だけでなく増加 (空洞化した道管の再充填) が見られたが、その程度は水切りする部位を MRI 部位からその樹種の最大道管長以上離すことで低減された。また、イヌシデの一部の個体では樹幹水切り後数時間経過して道管の再充填が生じたため、水切り後の経過時間についても留意する必要がある。

## T15-2 マツノザイセンチュウの病原性規定因子にゲノミクスとプロテオミクスで迫る

竹内祐子

京都大学大学院農学研究科

マツノザイセンチュウのゲノム情報公開より4年、本種病原性をめぐる分子基盤の整備は着々と進みつつある。本講演では、ゲノム情報を応用した研究例として、①古典遺伝学とゲノミクスの融合ならびに②体表タンパク質と分泌タンパク質を標的としたプロテオミクスというふたつのアプローチに基づく病原性規定因子探索のプロセスを紹介する。

①病原性関連形質の大きく異なるマツノザイセンチュウ2近交系を親系統とする組換え近交系セットを用いて、表現型と遺伝子型とのゲノムワイド相関解析を行った。検出された25,814座位のSNPを相関解析に供し、病原性、増殖力、媒介昆虫への便乗力各々に関与する候補遺伝子を見出した。

②マツノザイセンチュウと宿主植物との最初の接点である体表タンパク質について、宿主感染に伴う質および量の顕著な変化、特に抗酸化および解毒作用をもつタンパク質の生成量が増大することを明らかにした。また、セクレトーム解析により、多数のプロテアーゼや細胞壁分解酵素、宿主類似成分に特徴づけられるマツノザイセンチュウの分泌タンパク質1,515種を同定した。

上記の結果を概説するとともに、今後の研究の展望について述べる。

### T15-3 順遺伝学的アプローチによるマツ材線虫病に対するクロマツ生体防御反応の解明

平尾知士

森林総合研究所森林バイオ研究センター

実験植物及び栽培作物の多くは大規模なゲノム情報の蓄積に伴い、ストレス応答や病虫害に対する生体防御反応に関して、分子レベルでそのメカニズムの解明に迫りつつある。現在、我々も大規模なゲノム情報の収集を行い、順遺伝学的なアプローチからマツ材線虫病に対するクロマツ生体防御反応の解明に向けて研究を進めている。これまでにトランスクリプトームからのアプローチでは、クロマツの抵抗性及び感受性個体を対象として、サブトラクションやマイクロアレイを利用した遺伝子発現解析を行い、線虫の侵入及び移動に伴う生体防御反応の違いを明らかにしてきた。一方で、遺伝学的アプローチからは、SSR マーカーや SNP マーカーといった DNA マーカーを開発するとともに、複数の抵抗性交配家系を利用した連鎖地図の構築と QTL 解析を進め、抵抗性形質に関与する遺伝子座の特定も進めてきた。本発表では、それら一連の解析から見えてきたマツ材線虫病に対するクロマツの生体防御反応の特徴について紹介したい。

### T16-1 系統地理学における過去の集団動態の推定方法

玉木一郎

岐阜県岐阜県立森林文化アカデミー

系統地理学では生物（集団）の系統関係と地理的分布から生物進化について考察を行う。集団がこれまでに経験してきた集団動態（集団サイズの拡大・縮小や集団の分岐・混合）は考察を導く上で重要な役割を演じる。

遺伝子型データには過去の集団動態の痕跡が残っているので、遡上合同理論に基づいて集団動態を推定することが可能である。しかし、同じ集団動態の下でも、生じる遺伝子の系図の形にはばらつきが大きいので、単一の遺伝子座からの推定には大きな誤差を伴う。また、集団が分化した後には交雑が生じたり、遺伝子の分岐と集団の分岐の時間が異なる場合は、遺伝子の系図は集団のたどってきた系図と必ずしも一致しない。従って、多数の遺伝子座を用いて複数の集団動態モデルを検討し、結論を導く必要がある。

データから集団動態モデルのパラメータを推定する方法には、尤度を直接計算する方法としない方法の大きく二つがある。基本的に前者は計算コストが高く、後者は低い。また近年、複合尤度による計算コストの小さい方法も提案されている。本発表ではこれらの手法を紹介し、ゲノムワイドデータへの適用や推定に必要なサンプル数などについて議論を行う。

### T15-4 マツノザイセンチュウの表現型評価と次世代抵抗性育種のスキーム

松永孝治

森林総合研究所林木育種センター九州育種場

マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業は材線虫に対する長期的な対策の一つとして、1970年代に始まった。すでに開発されている第1世代抵抗性品種は、全国で採種園母樹として利用され、そこから得られた抵抗性種苗が植栽されている。事業開始が早かった九州・関西地域では第1世代品種を母材料とした次世代品種の開発が進められているが、近年の材線虫病被害地の高緯度高標高地化や初期に植栽された抵抗性マツ林の枯損の報告を受け、抵抗性と環境の交互作用や線虫の病原力と抵抗性の交互作用といった新たな視点に基づく品種開発のスキームが必要である。ここでは現在行っている次世代品種開発の取り組みと全国からのマツノザイセンチュウの収集とその表現型評価について紹介する。

また、これまで抵抗性マツは材線虫病の防除体系の中では将来のオプションの一つとして紹介されることが多かったが、すでに抵抗性マツが植栽されている現状から、抵抗性種苗を用いた防除体系の整理が必要である。ここでは、これまでに明らかとなった抵抗性マツの特性と抵抗性マツ植栽地における材線虫病被害の調査事例等を紹介して、抵抗性マツを用いた防除体系構築にむけた情報を提供したい。

### T16-2 照葉樹林の分布変遷過程—スダジイと種子食昆虫の集団動態から—

青木京子<sup>1</sup>・上野真義<sup>2</sup>・玉木一郎<sup>3</sup>・津村義彦<sup>2</sup>・村上哲明<sup>4</sup>・加藤真<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院人間・環境学研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>岐阜県岐阜県立森林文化アカデミー・<sup>4</sup>首都大学東京理工学研究所 牧野標本館

日本の暖温帯に生育する照葉樹林の歴史的成立過程の解明をめざして研究を行ってきた。本発表では、照葉樹林の優占樹種であるスダジイ（ブナ科）と、その堅果に特異的に産卵し、種子食するシイシギゾウムシの遺伝構造を比較解析した。特定の植物種を利用する植食性昆虫の種内の遺伝的多様性情報も用いることにより、森林の分布変遷をより詳細に追跡することができるのではないかと考えた。植物スダジイについては EST-SSR 多型を解析し、シイシギゾウムシについてはミトコンドリア DNA 多型を解析した。遺伝構造を比較した結果、両者は琉球、九州以北の東地域、西地域の3地域間で遺伝的に大きく分化していることが明らかになった。このことは寄主植物と植食性昆虫がよく似た分布変遷の歴史を経てきたことを示唆している。シイシギゾウムシの集団サイズの動態を解析した結果、この昆虫は氷期の気温低下にともなって集団サイズを減少させ、その後の温暖期に急激に集団サイズを増加させたことがわかった。また、新たなレフュジア地域の存在が示唆され、分布拡大ルートも推定できた。寄主植物スダジイについても分布変遷をモデル化した結果を紹介する予定である。

### T16-3 オンツツジの島間分化はどのように形成されたのか—第四紀の個体群動態を推定する—

渡辺洋一<sup>1</sup>・玉木一郎<sup>2</sup>・阪口翔太<sup>1</sup>・Song, Jong-Suk<sup>3</sup>・山本進一<sup>4</sup>・戸丸信弘<sup>5</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院総合文化研究科・<sup>2</sup>岐阜県岐阜県立森林文化アカデミー・<sup>3</sup>安東大学・<sup>4</sup>岡山大学・<sup>5</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

東アジア辺縁部に存在する島間の地理的な連続性は、第四紀に繰り返した気候変動に伴う海水準変動により変化してきた。氷期には地理的に連続していた島々では、植物は陸化した海峡を通り移住、もしくは陸化した地域が分布に適した生育地でない場合、それぞれの島集団の隔離は維持されたと考えられる。大陸島に分布する植物の詳細な歴史を明らかにするため、本発表では東アジアの大陸島（本州紀伊半島・四国・九州・済州島と付随する島々）に分布するオンツツジを対象に、葉緑体 (1,012 bp) と核 (3,928 bp) の塩基配列に基づく遺伝解析を行った。結果、島集団の間で最も遺伝的分化が高いのは四国・九州集団間で、その分化は葉緑体・核両方の領域で支持された。コアレセントモデルによる分岐年代推定は、この2地域間の分化が最終氷期以前に成立していたことを示唆しており、最終氷期に陸化した豊後水道は集団の移住に効果的ではなかった可能性が示唆された。一方で済州島と九州の間に存在する五島列島集団は両島の系統が混合したような遺伝的構造を示しており、この3地域間では飛び石状に移住していた可能性が示唆された。

### T16-5 冷温帯林の昆虫の種分化過程—日本産ルリクワガタ属とその共生酵母を中心に

久保田耕平

東京大学大学院農学生命科学研究科

温帯に生息する生物の系統地理には氷河期から後氷期にかけての気候変動に影響されている事例が多く知られる。演者らは日本の冷温帯林に生息する昆虫の複数の分類群について系統解析をおこなってきたが、本講演ではその中からルリクワガタ属を中心に成果を報告する。

日本産ルリクワガタ属にはこれまでのところ単系統と推定される10種が知られる。多くの隠蔽種が次々と発見されてきた分類学的変遷からもわかるように互いに似通った形態を持つが、演者らの研究によって雄交尾器の膜状部が優れた分類形質であることが判明している。形態解析、核遺伝子解析、ミトコンドリア遺伝子解析のいずれも単独による系統解析には大きな問題があったが、それらを総合的に評価することで種分化過程の概要が明らかになった。Maxentを用いた解析では、近縁種間の干渉が分布域形成に影響を及ぼしていることや、最終氷期からの分布域変遷の概要が推定された。またクワガタムシ類は微生物を保持する菌嚢をもち、その中には木材構成糖の多くを消化できる共生酵母を有しているが、ルリクワガタ属とその共生酵母は共進化していることが明らかになった。

### T16-4 ニホンノウサギとアカネズミにおける遺伝的集団構造と形態学的特徴の不一致

布目三夫<sup>1</sup>・友澤森彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>慶応義塾大学自然科学研究教育センター

ニホンノウサギ (*Lepus brachyurus*) とアカネズミ (*Apodemus speciosus*) はどちらも日本固有の哺乳類である。日本各地の森とその周辺の草地に住むが、夜行性のためあまり人目にはつかない。生物地理学的な特徴として彼らに共通する点は、本州の中央あたりで南北あるいは東西2つの集団に分けられることである。ニホンノウサギは冬毛の色に2つのタイプがあり、本州日本海側の積雪地帯に生息するノウサギは褐色の夏毛から白色の冬毛へと毎年毛替わりするが、太平洋側の非積雪地帯のノウサギは夏も冬も毛色は褐色のままである。アカネズミは核型に2つのタイプがあり、中部地方を境に2n=46の西方タイプと2n=48の東方タイプに分けられる。氷期に複数の避寒地に集団が分かれたことが、これらの二型の発端と考えられるが、ミトコンドリアおよび核DNAには2つの集団の明瞭な遺伝的分化はみられなかった。ニホンノウサギの季節的な毛色二型は日本列島の気候の多様性によって維持されている一方で、アカネズミの核型二型は環境適応に関わらないものであるがゆえに、どちらも淘汰されることなく維持されているものと思われる。

### P1A001 Contributions and of Non-Timber Forest Products (NTFPS) to Rural livelihood in Myanmar

Kyaw, Phone Wai<sup>1</sup>・Noriko Sato<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究科

The forest resource assessment (FRA - 2010) by the Food and Agriculture Organization (FAO) has indicated that Myanmar is still endowed with a forest covered area of 47 % of the country's total land area. Over 70 % of the country's total population are living in rural area and dependent on forest resources for basic needs such as food, fodder, fuel, and shelter (NTFPs). This research aimed to examine the role of NTFPs in rural household and their reliance on NTFPs for livelihoods and income in the case of Singu Township, Pyin Oo Lwin District. Household questionnaires survey and personal interview on 2 villages were conducted. The contribution of NTFPs on rural livelihood will be observed from the point of view of road access to market place and gender.

P1A002 ミャンマー・バゴー山地カレン焼畑村落での「水田アグロフォレストリー」の普及とその背景

竹田晋也<sup>1</sup>・鈴木玲治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学アジア・アフリカ地域研究研究科・<sup>2</sup>京都学園大学バイオ環境学部

ミャンマーのバゴー山地では英領時代よりカレン領域が設定され、ごく最近まで政府からの規制をほとんど受けない焼畑が営まれてきた。このカレン領域であるバゴー管区トンゲー県オクトウィン郡S村では、各世帯は毎年焼畑を開いて自給用陸稲に加えて換金用のゴマ、トウガラシ、ワタなどを栽培してきた。同村では2010年ごろから小規模ながらも谷地田造成による水田水稲作がはじまった。谷地田周囲の斜面にはバナナ、マンゴーなどの果樹とともにチーク (*Tectona grandis*) やピンカドー (*Xylia xylocarpa*) が植えられ、現地では「水田アグロフォレストリー」と呼ばれている。2012年に成立した農地法では、水田と常畑を対象に土地利用証明書の発行を通じた小農土地保有の合法化が想定されているが、焼畑はその対象外である。S村にも、最近の土地政策変化の情報が断片的に伝わりつつあり、各世帯は将来の土地所有権確保を期待して「水田アグロフォレストリー」をすすめている。19世紀末のカレン領域制定から焼畑耕作が続くS村では、自給用陸稲生産という基本的な性格は変わらないが、道路通信事情が改善され、学校教育が普及する中で、市場経済との接合が少しずつ進行している。

P1A004 薪炭材と非木材林産物を採取する住民への熱帯林減少の影響分析：カンボジア・コンポントム州の事例

江原 誠<sup>1,2</sup>・百村帝彦<sup>3</sup>・野村久子<sup>4</sup>・松浦俊也<sup>5</sup>・Sokh, Heng<sup>6</sup>・Leng, Chivin<sup>7</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院比較社会文化学府・<sup>2</sup>独立行政法人日本学術振興会・<sup>3</sup>九州大学熱帯農学研究所・<sup>4</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>5</sup>森林総合研究所森林管理研究領域・<sup>6</sup>Forestry Administration, Cambodia Institute of Forest and Wildlife Research and Development・<sup>7</sup>Forestry Administration, Cambodia Department of Forestry and Community Forestry

熱帯林は、多くの住民の生計維持に必要な不可欠な薪炭材や非木材林産物 (NTFPs) の供給源である一方、企業や住民による農地転換や伐採等で急減している。既往研究には、どのような住民が森林減少の影響を受けやすいのか、衛星画像解析と地上調査を組合せ複数の郡の村落を対象に解明した試みは少ない。そこで、カンボジア王国のコンポントム州南東部の3つの郡にまたがる6村落で、薪炭材とNTFPs採取への森林減少の影響の認識度合いが、村落の立地や周辺の開発条件、世帯の社会経済的条件の違いによってどう異なるかを明らかにすることを目的とした。結果、森林面積変化の度合い、薪炭材採取場所と周辺植生、世帯の生業パターン、そして開発タイプが重要な条件として挙げられた。特に薪炭材採取には森林面積変化の度合いと採取場所の組合せ、NTFPs採取には森林面積変化の度合いと生業パターンの組合せが重要な影響認識要因だった。この結果と住民の森林減少への対応能力の違いに着目した本分析手法は、州レベルの土地利用計画の策定、大規模開発への環境影響評価を実施する際に、地域住民への影響を評価する上で参考になる。

P1A003 Mapping household-level land use in a mangrove forest of the Ayeyarwady Delta, Myanmar

Thinn Thinn・Shinya Takeda

京都大学アジア・アフリカ地域研究研究科

Household interview surveys were conducted using semi-structured questionnaires in a village in a mangrove forest of the Ayeyarwady Delta during November and December 2014. Participatory mapping was carried out to identify land use at the household-level. Paddy cultivation had become a dominant land use since around 1992. 96.4% of household respondents were engaged in farming. Of those households, 21.8% were cultivating paddies on secure land, and 78.2% of households were doing so on insecure land located in mangrove forest protected by the Forest Department. Although most households had been involved in agriculture inside the protected mangrove forest, they were recently forced to stop paddy cultivation. Those households have not yet been given support via provision of alternative land from the Forest Department. Farming inside the protected mangrove forest became unstable for this village and consequently may have resulted in future livelihood constraints.

P1A005 U-shape hypothesis of forest area changes : in cases of Peninsular Malaysia and Cambodia

Tetsuya Michinaka<sup>1</sup>・Heng Sokh<sup>2</sup>・Mamat Mohd Parid<sup>3</sup>・Mukrimah Bt. Abdullah<sup>3</sup>・Motoe Miyamoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>Forestry Administration, Cambodia・<sup>3</sup>マレーシア森林研究所

U-shape hypothesis of forest resources supposes that forest resources in a country or region decrease in the lower level of economic development and then keep stable or even increase while economic development reaches to some level. U-shape hypothesis was validated to Peninsular Malaysia and Cambodia. By regressing forest area with per capita GDP in a linear model to Peninsular Malaysia, it is found quadratic curve giving better goodness of fit than the linear curve. For Cambodia, panel data analysis was adopted to provincial forest areas and provincial per capita agricultural and industrial GDP, it is found that linear model is better fitted than quadratic model. This research concludes that Peninsular Malaysia has reached the bottom of U-shape curve while Cambodia is still in the left side of the U-shape curve.

## P1A006 タイ国消費者におけるチーク材家具の選好度

田中 亘<sup>1</sup>・Wilawan Wichienopparat<sup>2</sup>・野田 巖<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>タイ王室森林局・<sup>3</sup>国際農林水産業研究センター

本研究では、タイ国において伝統的および経済的に重要な林産物であるチーク材家具に対する消費者の今日的な選好を把握するため、バンコク都内で一般消費者を対象にアンケート調査を実施した。チーク材を他の原材料と比較した上で購入を検討すると回答した者に絞って分析した結果、以下の点が明らかになった。すなわち、(1) チークと比較検討する原料として木質系材料および他樹種木材を選択する者が多いこと、(2) 原材料の特性把握に関して、家具店の店頭や口コミからというように情報提供者から直接的に得るケースが多いこと、(3) 家具の価格以外に必要な情報は、原材料の特性、使用材の生産地、使用材の合法性であり、原材料のチークそのものに対して高い関心が示されること、(4) チーク材家具を若年層にとってより魅力的なものにするためには、現代的なデザインを意識した商品開発、店舗における多様な品揃え、より安価な商品提供が必要と考えられていること、である。今後、チーク材家具の需要を中長期的に拡大させるためには、これらの結果に沿った商品開発と情報発信が有効と考えられる。

## P1A008 木質バイオマス発電需要の増加に伴う木材生産・流通構造の変容

佐藤宣子<sup>1</sup>・中川 遼<sup>2</sup>・正垣裕太郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>九州大学農学部・<sup>3</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府

再生可能エネルギーの固定価格買取制度 (FIT) の導入を契機として、木質バイオマス発電所の建設計画が各地で進んでいる。それに対応して素材生産や流通構造が変化することが予想される。そこで、本報告では、2013年11月に稼働したグリーン発電大分にチップ用原料の収集を担当している日田木質資源有効利用協議会 (26の素材生産業者、森林組合、運送会社で構成) のうち、2森林組合と3素材生産業者に対面調査を実施した。同発電所は32円/kw + 税で売電できる「未利用材」(森林経営計画の策定などガイドラインに則った木材で間伐材および主伐材)を100%用いている。対面調査の結果、①森林組合実施の間伐地での切捨間伐から搬出間伐への移行、②3つの請負素材生産業者が2014年にバイオマス用に出荷した材は全て主伐材であり、建築用とバイオマス用(約2割)に土場選別をして出荷、③以前よりも林地に残す残材が減少、④森林組合が主伐委託をうけた林分のうち曲がりが多いと判断された場合、未選別のまま「未利用材」として発電所に出荷した事例がみられた。発電需要によって搬出間伐と主伐の促進、資源利用率の高まり、木材利用用途割合の変化を指摘できる。

## P1A007 昭和初期の木質バイオマス利用にともなう森林景観構造の変化

森野真理

吉備国際大学

兵庫県淡路島において、木質バイオマスの過剰利用から過少利用に至る時代までの森林景観の変化を分析した。淡路島では江戸時代に瓦産業が興り、明治以降、主要な地場産業として発展した。瓦産業は瓦を焼くために大量の燃料を要する。瓦産業では昭和30年代まで主に薪が使われ、その後重油、ガスへと転換した。本研究では、当時の瓦産業に関わる木質バイオマスの大量使用後、利用が急減した後の森林景観構造の変化を明らかにすることを目的とする。対象地は、島内の瓦生産の中心地である阿万地区の森林(約100km<sup>2</sup>)とし、空中写真を使って1950年代、1970年代、2000年代の3時期の林相の変化について分析した。その結果、マツの疎林から常緑広葉樹林へと大きく変化したことが明らかになった。

## P1A009 わが国木材産業における近年の設備投資動向

嶋瀬拓也

森林総合研究所北海道支所

国産材素材消費量が年間5万m<sup>3</sup>を上回る製材工場や合板工場は、1990年代まではほぼ皆無であったが、2000年代以降急速に増え、今日では、国産材素材需要の大きな部分を占めている。その結果、国内林業は、全国レベルでも地域レベルでも、大型工場の動向に強い影響を受けるようになりつつある。本研究では、このような状況を踏まえ、大型国産材工場の素材消費・製品生産の内容や立地が時代とともにどのように変化してきたかを検討した。業界紙・誌や各社プレスリリースなどの資料を用い、製材業・合板工業の設備投資動向を把握・分析した。日刊木材新聞社の調べによれば、国産材素材消費量が年間5万m<sup>3</sup>を上回る製材工場は、2004年には8社で、いわゆる新興林業地に多く立地し、柱角など特定の品目に専門化した工場が多かったが、2013年には44社に増え、立地地域や生産品目も多様化が進んでいる。国産材素材消費量が年間5万m<sup>3</sup>を上回る合板工場は、1990年代には皆無であったが、2000年代には国産針葉樹材を新たに採用する工場が相次いで現れ、同年代半ばにロシア産丸太の供給不安が強まると、これに代えて国産材を利用する工場が一挙に増えた。

## P1A010 国産材合板工場の川上事業参入時の課題

吉田城治<sup>1</sup>・山田祐亮<sup>1</sup>・芳賀大地<sup>2</sup>・吉田美佳<sup>2</sup>・佐野 薫<sup>2</sup>・佐藤里沙<sup>1</sup>・後藤明日香<sup>1</sup>

<sup>1</sup>日本森林技術協会・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

バイオマス発電所建設の急増による資源確保競争が激化している。また、合板工場においては、乾燥技術の発達により合板でのスギ材利用が拡大している。国内の大規模国産材合板工場では、原木調達リスク及びコストの低下を目指し、所有山林拡大の動きが活発化している。

しかし、これまで森林管理を行っていない合板工場では、「管理体制の整備や山林管理ノウハウの不足」、「取得対象とする山林の不足」、「山林取得費用の確保・山林評価ノウハウの不足」、「必要な森林情報の不足や情報管理システム等の不足」といった課題を抱えている。

本研究では、国産材を利用している国内最大手の合板工場を事例に、川上事業参入時における実態と課題を聞き取り調査結果を元に整理した。

その結果、山林売買契約においては、品等区分別の資源量を含んだ正確な森林情報を迅速に把握する必要性が示された。しかし、森林簿をベースに現地に詳しい専門家による判断の上で毎木調査を実施しているため、時間や費用面での負担が大きい状況となっている事が明らかになった。

川下が必要な情報に合わせた、これまでとは異なる森林情報の取得・管理について検討していく必要がある。

## P1A012 集落単位での集約的林業の有効性に関する経済分析 —福井県「コミュニティ林業事業」を事例に—

金森啓介

福井県立大学大学院経済・経営学研究科

集約的林業は、施業規模の拡大による事業量の確保、林内インフラの効果的整備、高性能林業機械の積極的導入による森林施業の効率化を一つの目標とする。先行研究から集約的間伐、主伐の有効性については部分的に実証されているが、伐採後の再造林、保育林施業も含めた長期森林経営における有効性については不明確な部分が多い。本研究では、福井県での「コミュニティ林業事業」を例に、集約的林業の短期および長期収支を定量的に分析し、従来型の施業と比較することで集約的林業の独立採算性と課題を明らかにした。

分析の結果、集約的林業の実施は、短期的にも長期的にも明らかに社会的に見て効率的であることが分かった。しかし、集約的林業であっても、現行価格下での木材収入で採算性を確保することは困難であり、ある程度の収益性を見込むためには保育林補助、間伐補助が必要となった。また、木材生産性が低い林分であればあるほど、再造林化よりも針広混交林化の方が経済的に有利となる傾向が見られることから、集約的林業であっても、針広混交林化は単に施業効率性の観点だけから見ても有効な選択肢である可能性が高いと考えられる。

## P1A011 印刷情報用紙生産に伴う企業別原料選択要因

早船真智<sup>1</sup>・立花 敏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>筑波大学

1985年のプラザ合意を契機とする円高基調に伴う輸入材の台頭により、製紙工場の地域林産業への影響は1990年代以降縮小してきた。だが、木材の一大需要産業である製紙工場の立地調整と原料選択要因を明らかにすることは森林資源の有効活用を展望する上でも重要である。本研究では、日本の紙・板紙製品の中でも生産量が多く、広葉樹チップ消費量の大半を占める印刷情報用紙産業を対象とし、その工場の1990～2013年の企業別立地調整及び原料選択要因について分析を行った。その結果、各製紙企業が地理的、設備的に不採算地の縮小・撤退と有利な工場への生産集約とを進め、印刷情報用紙生産が大消費地に対して一定の地理的バランスを持った立地となっていることが明らかとなった。原料選択要因については、安定調達可能な量と価格に加え、人工林材・森林認証材、材質の適不適の判断によって異なってくる。これらは、為替相場、輸送費用、技術蓄積の差異、原料供給国の情勢より、各製紙企業が国内外での木材チップのスポット買い、長期契約取引、植林地経営等を如何に組み合わせてきたか、つまり原料調達のための取引特定の投資戦略の歴史的な差異を反映していることも分かった。

## P1A013 豊後水道沿岸地域におけるアオギリの分布と民具利用の記録

徳岡良則<sup>1</sup>・早川宗志<sup>1</sup>・木村健一郎<sup>2</sup>・高嶋賢二<sup>3</sup>・藤田儲三<sup>4</sup>・橋越清一<sup>5</sup>

<sup>1</sup>農業環境技術研究所・<sup>2</sup>国際農林水産業研究センター・<sup>3</sup>町見郷土館・<sup>4</sup>南宇和歴史民俗文庫・<sup>5</sup>愛媛県立南宇和高等学校

足摺宇和海国立公園内の愛媛県愛南町鹿島にはアオギリの樹林が約6haあり、貴重な群落としてその重要性が指摘されてきた。アオギリは豊後水道沿岸域に点在するが、遷移系列上の位置づけや過去の資源利用に関する知見は限られている。対象地域におけるアオギリの分布を調査した結果、本種は攪乱地に早期に分布を拡大する先駆樹種の性質が示された。地域住民の証言では第二次大戦前後には主にアオギリの繊維から綱を作り農具や漁具等の材料とし、一部の個体は山地斜面、耕地境界、人家裏に植栽されていた。アオギリにはジョウドノキ、ジョウドギ、アオギ、カタナギ(愛媛県佐田岬)、ヘラ(愛媛県由良半島、大分県津久見)、イサキ(高知県大月町、大分県蒲江、宮崎県北浦)の地域呼称があった。漁村でのアオギリの採取・利用法や個体管理に関する証言、豊後水道を挟んだ大分県と愛媛県や高知県に共通したアオギリの地域呼称が存在することは、沿岸集落に現存するアオギリの一部は、海路を通じた植物利用文化の伝播に由来する可能性を示唆している。資源利用の役割を失ったアオギリは、現在点在する成木を種子源として、周囲の陽地へ今後も定着していくと予想される。

## P1A014 写真投影法による里山景観の選好性の分析

岡山奈央<sup>1</sup>・田中伸彦<sup>2</sup>・本田量久<sup>2</sup>・松本亮三<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東海大学文学研究科観光学専攻・<sup>2</sup>東海大学観光学部

近年、観光 DESTINATION としての里山に対する関心が高まっている。その誘因の一つは、自然や人々の生活が融合した景観の魅力にある。神奈川県平塚市の吉沢地区は、多くを農地と森林が占める里山景観が残る地域である。しかし、現在後継者不足や休耕地増加などの問題を抱えている。それを解決するため、同地区では「産官学民」協働による里山を活用した観光まちづくりを推進している。そして、この地区の美しい風景を一般公募する「吉沢八景選定プロジェクト」が始動した。本研究では、この活動に対する学術的エビデンスを提示する目的で、写真投影法を用いた里山景観の選好性の分析を行った。具体的には、2014年9月に里山散策や農作業体験を行った子ども団体の引率者17名にアンケートを行い、活動で印象に残った風景写真を提出してもらった。そこで集まった約200枚の写真をKJ法でクラスター分類して、利用者の風景選好を明らかにした。これらの分析結果は、今後の里山管理活動に役立つと考える。なお本研究は、東海大学の「人に対象とする研究」の承認を得た上で、「To-Collabo プログラム（『平成25年度地（知）の拠点整備事業』採択事業）」の一環として行った。

## P1A016 頸城山系におけるライチョウ調査モニターツアー参加者の満足度とその要因分析

小川結衣<sup>1</sup>・武 正憲<sup>2</sup>・長野康之<sup>3</sup>・佐方啓介<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生物資源学類・<sup>2</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>3</sup>国際自然環境アウトドア専門学校

2,400m以上の高山帯に生息するライチョウの保護増殖事業に必要な生息状況調査には、調査の専門知識および高山帯への登山の知識と技術を有する人材が欠かせないが、人材の減少かつ高齢化が進んでいる。そこで2013年から登山ガイドによる、ライチョウ調査を取り入れた観光目的の登山モニターツアーを開始した。この活動を継続するために参加者の満足度を上げることは重要である。本研究では2014年の参加者を登山経験の多寡および移動距離の大小により、それぞれA班(11人)、B班(5人)に分け、その活動内容の違いに着目し、満足度・貢献実感度の関係を明らかにすることを目的とした。

アンケート集計結果を各班に分け、回答の平均値の差を分析した。満足度と貢献実感度に関する質問の両方で、回答傾向に班での差が認められた(t検定)。B班はA班に比べ、満足度も貢献実感度も高かった(満足度、貢献実感度ともに $p<0.05$ )。B班の満足度と貢献実感度が高い要因には、ライチョウの痕跡探しに集中した時間がA班より長かったことと、それに伴い一人当たりの痕跡発見数が多かったことが考えられる。

## P1A015 「牛久自然観察の森」の保全活動にみる里山利用の可能性

神宮翔真<sup>1</sup>・伊藤太一<sup>2</sup>・武 正憲<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生物資源学類・<sup>2</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科

二次的自然地域の活用という面から、里山に対する関心が高まる中、経年的な保全活動がどのような里山利用に結びつくのか明らかにする必要がある。本研究は1990年に開園した茨城県の「牛久自然観察の森」を事例に、事業報告書及び関係者への聞き取り調査から、里山利用の現状を明らかにすることを目的とした。

当該地の開園時は牛久市直営だったが、2006年度から指定管理制度を導入し、その後11年に放射性物質による汚染の影響を受けた。運営のあり方は変化し、まず、運営主体となったNPO法人は、里山保全活動をより幅広い人々を対象とするレクリエーション活動と位置づけ、大きく利用実績を伸ばした。一方で、11年の汚染以降は屋外での活動が困難となった。その対応過程で運営主体は、観察の森内にとどまらず、周辺地域に活動の範囲を広げ、自らの活動を見直した。また、運営主体の人員は、観察の森を地域住民のもの、「我々の森」という意識を持って保全活動へ取り組むことを共通の理念としていた。

これらの結果、観察の森は里山の独創的な活用を模索し、屋内型里山体験を開始するなど、独自の里山利用を実施していると考えられる。

## P1A017 飯豊連峰・朝日連峰における山岳関係者協働による登山道保全作業

菊池俊一

山形大学農学部

飯豊連峰・朝日連峰は山形県・新潟県・福島県にまたがる山地である。ブナ林が広がり、溪谷が深く刻まれる両山地は日本有数の豪雪地帯であり、風衝草原や雪田植生のお花畑が広がる。その雄大な自然景観は人気が高く、多くの登山者が当地を訪れる。

深い山地に入り込む登山道は、古くからの山岳信仰により自然発生した道や林野の巡視活動等に利用されてきた道である。風化しやすい花崗岩地域であることや、維持管理にかかる人手の不足、登山利用者数の増加等から、登山道や周辺植生の荒廃が急速に進んでいる。

このような状況を背景に飯豊連峰では2006年に、朝日連峰では2009年に山岳会・自然保護団体等の地域団体、国や地方自治体、学術経験者が参加して登山道保全に関する意見や情報を交換する場として連絡会・協議会が設立された。現在では、自然性高い景観を損なわないように配慮しつつ荒廃箇所の保全作業を合同で行う協働型作業が多様な関係者の参加によりなされている。今回は、これまでの経緯や活動履歴を時系列に沿って整理し、そのような協働型作業により山岳環境の保全がどのように進みつつあるのかを報告する。



P1A018 南アルプス国立公園南部におけるニホンジカの採食実態マップの作成

下嶋 聖

東京農業大学短期大学部環境緑地学科

ニホンジカの採食による植生荒廃が全国の山岳地で報告されるようになり、生物多様性の低下を引き起こしている。研究対象地である南アルプス国立公園においても、1990年代から高山帯においてニホンジカによる採食行動が確認されており、高山植物が食圧を受けている。お花畑と称される高茎草本群落がマルバダケブキやホソバトリカブトなどの単一植物の群落へと変貌しつつある。ニホンジカによる採食を防ぐため、関係諸団体により登山道沿いを中心に防鹿柵を敷設するなど対策がなされており、高茎草本群落が復活するなど一定の効果を示している。しかし高茎草本群落は登山道周辺以外にも多く存在し、食圧を受けていない高茎草本群落の詳細な情報は確認されていない。そこで本研究では高分解能衛星画像を用いて、詳細な植生図を作成し高茎草本群落の分布の把握を行った。あわせて、採食地の分布状況について可視化を試みた。これらの結果より地理情報システムを用いて、空間解析を行い未食圧地の立地特性を把握し、南アルプスにおけるニホンジカの食圧実態マップを作成した。

P1A020 Analysing spatial structure of mixed forests using airborne LiDAR data : A case study in central Hokkaido

Jayathunga, Sadeepa · Owari, Toshiaki · Tsuyuki, Satoshi  
東京大学

Application of LiDAR data for forest structure analysis in broadleaved and conifer mixed forests has not been well established. The objective of the present study is to analyse the canopy structure of mixed forests by using airborne LiDAR data. We analysed the canopy structure using several indices derived from LiDAR point cloud : i.e. 95th percentile of height, mean height, standard deviation and coefficient of variation of canopy height, laser penetration proportion, and only fraction. The results revealed that 95th percentile heights, mean height and SD of height are closely related with the field measurements of stand basal area, mean height, mean DBH and SD of DBH. Therefore, it can be concluded that forest stand structure of mixed forests can be analysed accurately using airborne LiDAR data. However, further analysis of LiDAR data is required for a detailed understanding of forest structural complexity.

P1A019 The influence of Forest Aesthetics on the Inner Garden Project of Meiji Shrine

Yuko Shimizu · Seigo Itoh

Institute of Forest Aesthetics & Planning research department

Jingu Forest is extremely precious as vast greenery in the middle of Metropolis Tokyo. According to Imaizumi (2013), after returning from studying in Germany for forest aesthetics, many Japanese dendrologists engaged in the initial planning for the forest of Meiji Jingu Inner Garden. However it is not yet well-known how they actually contributed to the project. In this study, we specifically analyze the methodology of the Japanese dendrologists who worked for the Inner Garden Project, comparing their method with the modus in the second English edition of the original Forest Aesthetics. In the process, it will be highlighted the similarities and differences between Japanese and German approaches, and investigated the influence of forest aesthetics on the Inner Garden Project.

P1A022 航空機 LiDAR による樹冠傾斜角を利用した単木抽出の試み

上野操子<sup>1</sup> · 田中和博<sup>2</sup> · 長島啓子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都府立大学生命環境学部 · <sup>2</sup>京都府立大学大学院生命環境科学研究科

近年、単木レベルでの解析が可能となる LiDAR データの活用が注目されている。単木抽出において既往の研究では LMF 法を適応した研究が行われているが、この手法ではフィルタリングサイズを手動で決定する必要があり、またそのサイズによって抽出結果が左右されてしまう等の問題が生じる。そこで本研究では、フィルタリングサイズに抽出精度が左右されない新しい手法として、LiDAR データから得られる樹冠の傾斜角に着目した。具体的には、研究対象地である貴船山国有林の、スギ・ヒノキ人工林にそれぞれ 10×20 m の調査区を設置し、1点/0.5 m<sup>2</sup>の航空機 LiDAR データより DSM を作成した。次に現地調査より得た樹冠傾斜角の 95% 信頼区間を求め、この角度を DSM に適応させ単木抽出を試みた。LMF 法や watershed 法ではスギの本数抽出率が 100~150% となったが、ヒノキの本数抽出率はどちらの手法でも約 30% となりヒノキ単木抽出の過小評価が目立った。一方傾斜角を利用した方法では、スギの本数抽出率は 180% と前者の手法よりも精度は衰えたが、ヒノキの本数抽出率は 147% となりヒノキの単木抽出精度が向上した。

P1A023 早期森林資源利用診断システムの開発—航空機 LiDAR による人工林内未検出木抽出法についての検討—

梅藤幸太郎<sup>1,2</sup>・山本一清<sup>1,2</sup>・吉田夏樹<sup>3</sup>・都竹正志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>科学技術振興機構 CREST・<sup>3</sup>中日本航空株式会社

これまでの多くの研究例が示すように、航空機 LiDAR を用いた立木個体レベルの森林情報取得の有用性は非常に高い。しかし、高密度な日本の人工林では、林分内の全立木を完全に把握できるわけではないことも示されてきた。これは林冠面に樹冠が到達していない被圧木や介在木等の抽出が困難であることに起因していると考えられるが、一方で樹冠内の凹凸を梢端として誤認識することが多いという報告もある。そのため本研究では、これら航空機 LiDAR データを用いた単木検出法の改良による検出精度の向上を目的とし、従来の方法では検出できなかった立木(未検出木)を新たに検出し、過剰に検出した個体を除去する方法を検討した。未検出木検出では、航空機 LiDAR から算出された DSM (Digital Surface Model) と抽出木の樹頂点位置、樹冠モデルから算出した推定 DSM、及び現地調査により作成した立木位置図を比較し、未検出木検出に一定の可能性が考えられた。また過剰検出木は、樹冠サイズと関係する検出樹冠内の点群数と緒条件の関係から、過剰検出木除去の可能性についても検討した。

P1A025 時系列航空写真解析による境界確定支援の検討

村松康介<sup>1</sup>・光田 靖<sup>1</sup>・加治佐剛<sup>2</sup>・世見淳<sup>3</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学部・<sup>2</sup>鹿児島大学農学部・<sup>3</sup>宮崎県林業技術センター

近年、森林所有者の高齢化などにより森林境界の確定が難しくなっている。境界がわからない状態では、所有者が不明なため森林整備を行うことができない。そこで、本研究においては時系列航空写真と地籍調査データを用いて、境界確定作業を支援する情報を提供できるか検証することを目的とした。今回用いるデータは平成 25 年、平成 6 年、昭和 54 年、昭和 36 年、昭和 22 年の 5 時期の航空写真と対象地の地籍調査のデータである。時系列の航空写真にオルソ加工を行った後、平成 25 年のオルソ写真と対象地の地籍調査データを比較し、地籍調査データ上で隣接する林分同士の境界がオルソ写真上で確認できない林分を検出した。それらの林分に対して、時系列のオルソ写真を用いて過去の植栽時期や土地利用の違いから境界を確認することができるか検証した。

P1A024 地上レーザーによる上高地ケショウヤナギ林の解析

浅香俊紀<sup>1</sup>・山本拓也<sup>1</sup>・竹中悠輝<sup>1</sup>・長岡貴子<sup>1</sup>・加藤正人<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>信州大学山岳科学研究所

日本の広域や奥地林での森林調査では人手不足を原因とした調査精度の低下や労力と費用を要するといった問題が生じている。近年では、調査の効率化を図れるとしてリモートセンシング技術の利用に期待が寄せられている。しかしながら、人工衛星や航空機から撮影された画像からは林内の情報を取得することができない。この課題を解消するものとして地上レーザー (TLS) が注目されている。TLS は地上に機械を設置することで、取得した膨大な点群データから個々の立木の詳細な情報化を行うことができる。本研究ではフィンランド式の TLS 測量を日本で試み、日本の森林に適した方法を検討していくことを目的とした。調査地である上高地は中部山岳国立公園に含まれ、日本屈指の景勝地である。その上高地を流れる梓川のケショウヤナギ林で調査を行った。現地で設置したプロット (20m×20m) で TLS 測定を行い、解析することで単木毎のデータと 3D モデルを取得できた。これらを現地調査から得られた毎木データと比較し、検証した。日本では TLS の導入は広まっていないが、本研究をさらに進めていくことで森林管理において TLS に大きな役割を与えられると考える。

P1A026 群状択伐地におけるスギ・ヒノキ植栽木の成長特性

伊藤一樹・溝上展也・吉田茂二郎

九州大学農学部

日本の森林施業は拡大造林政策以降、その画一的管理の容易さと生産性の高さから大面積皆伐一斉更新を主流としてきた。しかし、大面積皆伐は効率的である反面、土壌流出や地力の低下、景観の悪化等の問題があると報告されている。このことを受けて 70 年代後半から森林施業の多様化などを目的とし、一斉人工林の複層林化が推進されてきた。しかし、複層林の代表的な林型である二段林では、伐出時の下木の損傷や下木の成長不良、光環境を適切に保つため施業が非常に集約的になることなどが問題となっている。そこで、二段林施業と皆伐施業の折衷案として群状・带状複層林施業が提案された。この施業方法は、二段林施業よりも作業効率が良く、皆伐施業よりも環境に配慮されているため、近年注目を浴びている。しかしながら、群状・带状複層林施業は比較的新しい施業方法であり、成長量や施業方針についての知見がまだ不十分である。そこで、本研究では、宮崎県椎葉村住友林業社有林の群状択伐地に植栽されたスギ・ヒノキを用いて、群状択伐地における成長特性を明らかにした。

## P1A027 千本山スギ天然更新試験地の経過

平井幹人<sup>1</sup>・光田 靖<sup>1</sup>・北原文章<sup>2</sup>・杉田久志<sup>2</sup>・酒井 敦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所

高知県東部に分布するスギ天然生林に関しては、これまで天然更新施業の確立を目的として成立過程の究明、択伐施業の導入試験、天然下種更新などの調査・研究が行われている。天然林を管理していくうえで約90年もの間、固定試験地の長期調査をしている試験地は全国でも珍しく重要である。高知営林局魚梁瀬営林管内の千本山天然更新試験地はスギ、ヒノキ、モミ、ツガ、広葉樹からなる天然生林分に設置されており、この林分に対してスギを主とする択伐林に誘導するための様々な更新補助施業が行われてきた。天然生林分の動態と施業の効果を明らかにするために1925年(大正14年)から2014年(平成26年)まで13回にわたり定期調査が行われており、今回は2014年(平成26年)に行った継続調査の結果を報告する。過去の調査データおよび今回の調査結果から林分構造の推移とともに林分生長量、枯死率などを明らかにした。試験地設置時から継続して調査している個体は良好な成長を示すものもあったが枯死する個体もあった。このような解析結果から過去の施業の効果について考察を加えた。

## P1A029 京都市都市部・山間部住民の花粉症に対する意識に関する一考察

河瀬麻里

京都大学

本報告では、わが国で長年問題となっている花粉症について、一般市民に対するアンケート調査を通じて、花粉症対策に対する意識および森林に対する意識について検討する。調査地は京都市とし、都市部の例として中京区、山間部の例として右京区京北地域を取り上げた。2014年3月～4月にアンケート調査票を配布・回収し、SPSSを用いて分析した。回収率は、都市部で25.3%、山間部で36.7%であり、山間部の方が高かった。一部の質問を除く全質問に回答した358名(都市部148名、山間部210名)を有効回答とし分析に使用した。社会が重視すべき花粉症対策について複数回答で質問したところ、花粉を飛散する植物を減少させる花粉発生源対策は全回答者の62.3%と最も多く選ばれ、現在広く行われているテレビ等での花粉飛散量の予報は42.2%、どちらの対策も選ばなかった人は24.0%であった。各対策を選んだ比率について都市部と山間部で有意な差は見られなかった。発表では、他の質問や、意識に影響を与えていると考えられる項目についても報告する予定である。

本研究はJSPS科研費13J02417の助成を受けたものである。

## P1A028 Network Analystを用いた京都府京丹後市における人工林施業のコストシミュレーション

石橋早苗・長島啓子・田中和博

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

平成24年に森林計画制度が見直され、市町村が主体となる市町村森林整備計画が新たに求められている。しかし昭和30年代からの林業の衰退により、主体的に動こうとする市町村は少なく、地域の事業者は施業計画に地域の実情を反映できていないのが現状である。地域の主体性を引き出すためには、その地域の事業者の能力等の情報を収集、解析し、問題点等を明示する必要がある。そこで本研究では、京都府京丹後市内の人工林を対象に、ネットワークアナリストを用いたコストシミュレーションを行い、採算性の観点から同市の人工林施業の生産性向上の可能性を探る事を目的とする。まず、京丹後市で行われた人工林施業をビデオで記録し、各作業の処理時間と処理された材積から各作業の生産性を求めた。そして同市の森林簿と路網の幅員から、山土場、山土場兼本土場、本土場の各候補を決定し、ネットワークアナリストを用いて各土場候補の材の集積量を算出することで最終的な土場を全24ヶ所決定した。求めた生産性と土場の集積量から、各土場における作業時間及びコストを算出したところ、木寄が施業時間の約6割を占め、コストも最大でありボトルネックであることが分かった。

## P1A030 樹木の吸水深度推定に向けた土壌及び植物体からの水抽出・安定同位体比測定手法の検討

山本浩之<sup>1</sup>・鶴田健二<sup>1</sup>・勝山正則<sup>2</sup>・奥村智憲<sup>1</sup>・小杉緑子<sup>1</sup>・松尾奈緒子<sup>3</sup>・青木万実<sup>3</sup>・渡邊哲弘<sup>1</sup>・谷誠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>京都大学学際融合教育研究推進センターグローバル生存学大学院連携ユニット・<sup>3</sup>三重大学大学院生物資源学研究科

土壌及び植物体に含まれる水の安定同位体比から植物の吸水深度を推定し、水利用戦略を明らかにする研究が行われている。しかし、抽出法の1つである低温真空蒸留は土壌内で植物が利用できない圧力で保持された水も抽出するという問題点がある。また植物体から抽出した水の $\delta^2\text{H}$ が土壌の値と異なることが報告されており、抽出水中の有機物の影響と考えられている。本研究では低温真空蒸留法による土壌及びヒノキからの水抽出について上記の問題点を中心に調査を行った。2014年9～12月に滋賀県南部桐生水文試験地で表層土壌とヒノキの枝を採取した。土壌サンプルは遠心分離機で植物が利用できる水を、低温真空蒸留法で植物が利用できない水を抽出した後、それらの同位体比を比較した。枝サンプルから抽出した水は活性炭による有機物除去前後の安定同位体比と有機物量の変化を比較した。調査の結果、土壌中の植物が利用できる水はできない水より同位体比が大きいこと、炭素数の比較的大きい有機物に関しては元々抽出水にほとんど含まれておらず、活性炭処理による同位体比の変化は小さいことが分かった。本発表ではより詳細な結果を基に適切な水抽出について議論する予定である。

P1A031 山地源流域における流域地下構造に起因する地下水・湧水の滞留時間決定機構の解明

長野龍平<sup>1</sup>・勝山正則<sup>2</sup>・辻村真貴<sup>3</sup>・芳賀弘和<sup>4</sup>・正岡直也<sup>1</sup>・榊原厚一<sup>3</sup>・池田隼人<sup>5</sup>・谷 誠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>京都大学学際融合教育研究推進センターグローバル生存学大学院連携ユニット・<sup>3</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>4</sup>鳥取大学農学部・<sup>5</sup>筑波大学大学院システム情報工学研究科

山地源流域における地下水・湧水の滞留時間決定機構を解明することを目的とし、滋賀県桐生水文試験地、滋賀県不動寺試験地、岡山県鳥取大学蒜山試験地、岐阜県京都大学穂高砂防観測所ヒル谷流域において、それぞれ12、1、4、4地点で採水を行い、サンプル中のフロン類濃度から滞留時間を推定した。ピストン流を仮定した各流域の滞留時間は、24から32年、27年、16から22年、28から31年であった。既往の研究では滞留時間は地形要素で規定されるという報告がある。4流域を通して滞留時間と地表面地形との関係を見ると、集水域平均勾配と正の相関、地形指数(=Ln(A/tan(θ)) A:集水域面積、θ:勾配)と負の相関があったが、その他の地形要素とは相関がみられなかった。流域ごとに見ると、滞留時間、勾配、地形指数に顕著な違いがなく、相関がみられないことから、滞留時間は地形要素のみで規定されないことが考えられた。採水地点の溶存イオン濃度をみると、滞留時間が長い地点のCa<sup>2+</sup>濃度が基岩地下水と同等の高い値であることから、基岩地下水の寄与により滞留時間が長くなると考えられた。滞留時間決定には、地形だけでなく基岩以深の地下水動態も影響を与えると考えられる。

P1A033 多雪地の森林小流域における降雨流出特性

豊泉恭平<sup>1</sup>・加藤拓人<sup>2</sup>・大類和希<sup>2</sup>・瀧澤英紀<sup>1</sup>

<sup>1</sup>日本大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup>日本大学生物資源科学部

多雪地域である奥利根上流部における融雪流出は、降水量が少なくなる4月から5月にかけて貴重な水資源となっており、奈良俣ダム等の人工ダム群によって管理されている。この地域において適切に水資源を管理するためには、源流部である森林流域にて実測に基づいた融雪期の流出特性を把握することが重要である。本研究では奥利根上流部藤原湖西岸に位置する森林小流域の流出特性を明らかにすることを目的とし、2010年11月から流量と一般気象の観測を継続的に行っている。2011年および2014年の融雪期(3月~4月)における積雪深と気温の変動は、類似した季節変化を示したが、融雪流出の波形は各年で明瞭な違いが見られた。その要因を明らかにするため、融雪期における気温上昇の日単位および時間単位の違いに着目し、Degree-day法により推定した融雪量と、流量および気温との関係について解析した。その結果、積雪深が80cmを下回るまでの流量と融雪量は類似した波形となり、高い相関を示した。また、融雪流出のハイドログラフについては、気温が0℃以上になる日が連続すると一つの大きなピークとなり、それが断続すると複数のピークとなる傾向が見られた。

P1A032 ストロンチウム安定同位体比を用いた山地源流域の集水構造の解析—地質・地形の異なる流域間比較—

鷹木香菜<sup>1</sup>・勝山正則<sup>2</sup>・正岡直也<sup>1</sup>・芳賀弘和<sup>3</sup>・申 基徹<sup>4</sup>・中野孝教<sup>4</sup>・谷 誠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>京都大学学際融合教育研究推進センターグローバル生存学大学院連携ユニット・<sup>3</sup>鳥取大学農学部・<sup>4</sup>総合地球環境学研究所

均質な田上花崗岩からなる滋賀県桐生水文試験地(5.99ha)及び不動寺試験地(2.34ha)において、ストロンチウム安定同位体比(<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr)を用いて集水構造を比較した。桐生では風化した岩塊からゆっくり浸出する<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Srの高い基岩浸出水が、不動寺では更に風化した岩盤内の亀裂から湧出する、更に高い<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Srをもつ基岩湧水が河道近傍に存在した。両試験地で、河道近傍から湧出した水が流域末端渓流水の半分程度を占めることが流量観測から確認された。この水の<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr推定値は基岩浸出水と同程度であり、両試験地において流域末端渓水に占める基岩浸出水の割合が大きかった。また、この2流域を含む大流域(桐生:236ha、不動寺:427ha)では本流渓流水の<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Srは支流の影響をあまり受けず、上記推定値付近で安定していたことから、大流域においても渓流水に占める基岩浸出水の割合が大きいと考えられた。桐生・不動寺とは異なる地質条件をもつ鳥取大学蒜山試験地(117ha)、京大穂高砂防観測所ヒル谷流域(85.1ha)では、面積拡大とともに地下水の寄与の増加が観測された。

P1A034 丹沢小流域における土砂生産量の実態解明

國分美華子<sup>1</sup>・掛谷亮太<sup>1</sup>・野澤佳司<sup>1</sup>・村津 匠<sup>1</sup>・篠宮和暉<sup>2</sup>・阿部和時<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日本大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup>日本大学生物資源科学部

神奈川県丹沢山地では、1923年の関東大震災や1972年の豪雨などにより多くの場所で斜面崩壊が発生した。その後、治山砂防事業が積極的に行われたが、脆く風化しやすい地質であることやシカの食害などにより崩壊地の植生回復が進んでおらず、未崩壊地でさえ荒廃化している箇所が見られる。そのため、丹沢山地の多くの斜面では多量の土砂が生産されているものと推察される。本研究では、このような崩壊跡地や荒廃斜面からの土砂生産の実態を解明することを目的とした。調査地は神奈川県西丹沢地区の中川支流西沢流域内の最上流部に位置する面積0.59haの小流域を対象とした。この小流域には2箇所の崩壊地があり、左右両岸には基岩が露出した荒廃斜面が形成されている。調査方法は、土砂生産量を実測するため、崩壊地には末端部に土砂受けを設置し、荒廃斜面には生産土砂捕捉箱を20個設置した。測定間隔は約30日である。データ解析の結果、崩壊地からの土砂生産量は最大日雨量との相関が高いことが示された。荒廃斜面からの土砂生産量は降雨との相関性が見られなかったが、冬期には夏期の土砂生産量よりも多い6.5kg/m/monthという期間があり、凍結融解が関係していると考えられた。

P1A035 冷温帯落葉広葉樹林における熱・CO<sub>2</sub>フラックスの季節変化

野中翔平・小坂 泉・阿久津瞳・芦葉弥生・高木麻衣子・松井拓実・山口由乃・瀧澤英紀・阿部和時

日本大学生物資源科学部

陸域生態系における熱・水・炭素循環を解明することは、地球規模での気候変動が生態系に及ぼす影響等を把握する上で重要である。近年、大気-植生間における熱・水・CO<sub>2</sub>フラックスを高い精度で求められる渦相関法を用いた連続測定が、様々な気候帯の森林において実施されている。しかし、気候変動に伴う気温の上昇により分布確率の低下が推測されている本州のブナ林について、群落スケールで継続的にフラックス観測を実施しているサイトは極めて少ない。本研究ではブナが優占する冷温帯落葉広葉樹林における顕熱 ( $H$ )・潜熱 ( $\lambda E$ )・CO<sub>2</sub>フラックスの季節変化の特徴を明らかにすることを目的とし、群馬県利根郡みなかみ町に位置する日本大学水上演習林内の山頂に建設された観測塔において、渦相関法に基づく熱・CO<sub>2</sub>フラックス観測を実施した。また、葉量の連続的な季節変化を把握するために、樹冠を透過する波長別の光量子を測定した。その結果、 $H$ と $\lambda E$ の和に対する $\lambda E$ の比率は葉量の増減に伴った変化を示した。しかし、夏季における日中の下向きCO<sub>2</sub>フラックスは、葉量の増減はみられないが、緩やかに減少する傾向を示した。

P1A037 森林流域における降雨時渓流水中の溶存有機物蛍光特性の変動メカニズム

田中洋太郎<sup>1</sup>・勝山正則<sup>2</sup>・岩崎健太<sup>3</sup>・長野龍平<sup>1</sup>・鷹木香葉<sup>1</sup>・谷誠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>京都大学学際融合教育研究推進センターグローバル生存学大学院連携ユニット・<sup>3</sup>北海道立総合研究機構林業試験場

降雨時渓流水中の溶存有機態炭素 (DOC) の質的変動メカニズムを解明するため、滋賀県南部に位置する桐生水文試験地の流域本流と複数支流において、月に一度の降水、地下水、渓流水に加え降雨イベント時の渓流水を採水した。三次元蛍光分析の結果から多変量解析 (PARAFAC) を行い、DOCをタンパク様物質と二種類の腐植様物質の三成分に分離した。降雨イベント時の変動として、全てのDOC成分の蛍光強度は流量増加に伴い増加し、流量減少に伴い低下した。これは、基底流は蛍光強度の低い地下水の寄与が大きい、洪水時は蛍光強度の高い降雨、土壌水の寄与が増加するためと考えられる。また、イベント前半と後半において全てのDOC成分は2次谷の本流では後半に増加したが、1次谷支流では前後の変化がなく、0次谷支流では逆に低下した。Iwasaki et al. (2014) は本流域での観測から、空間スケールの違いと流域ごとの流出特性の関係を明らかにしているが、各流域で見られた降雨イベント期間中のDOC成分の変動はこれと対応している。以上より、降雨時渓流水中のDOCの質的変動要因として、流域内の降雨継続による流出起源の変化と流域空間スケールごとの流出特性の違いが考えられる。

P1A036 人工降雨装置によるPAIと降雨強度を変化させたときの遮断損失量の変動

山田純司<sup>1</sup>・太田岳史<sup>2</sup>・小谷亜由美<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

遮断蒸発現象は樹冠構造に大きな影響を受けると言われているが、樹冠構造が遮断損失量に与える影響に関しては未だ不明な点が多い。本研究では樹冠構造の変化が遮断損失量に与える影響を評価するため、人工降雨装置を用いて室内実験を行った。樹高約1mのレイランディーを対象木とし、単木における遮断損失量を測定した。遮断損失量は水収支法に基づいて計算する。剪定を行うことでPAIを変化させていき、複数の降雨強度でのPAIと遮断損失量の変動の相関を調べた。また、微気象要素 (飽差、風速、正味放射量) の測定を行った。室内実験であったため風速は0であった。降雨実験を行った結果、0~7%の遮断率が観測できたが、PAIと遮断損失量の間で明確な相関は見られず、飽差と遮断率の間にも相関は見られなかった。風速が0であったため空気の攪乱が生じておらず、葉に貯留された雨滴がほぼ蒸発しなかったことが原因と考えられる。以上のことから、風速は樹冠遮断を考えるうえで重要な要素であり、飽差が存在するだけではPAIによる樹冠遮断への影響はほぼ見られないことが分かった。空気の攪乱が起きることで水蒸気移動が促進され、遮断が進行すると考えられる。

P1A038 短期水収支法による森林小流域の水収支評価：50%間伐後3年間の観測結果

佐野仁香<sup>1</sup>・五味高志<sup>2</sup>・佐藤貴紀<sup>3</sup>・平岡真合乃<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>4</sup>筑波大学アイトープ環境動態研究センター

スギ・ヒノキ人工林の強度間伐が、水流出量に及ぼす影響を評価するために、栃木県南部佐野市に位置する東京農工大学FM唐沢山で間伐施業前後の水流出観測を行い、短期水収支法で損失量を推定した。40~50年生スギ・ヒノキ混交人工林のK2流域 (17.1ha) では、2011年7月から12月にかけて2残2伐の列状間伐 (本数間伐率: 50%、材積間伐率: 46%) を行い、K3流域 (8.9ha) は対照流域として2013年1月まで施業は行わなかった。間伐前 (2010年8月と9月) の日損失量は月平均でK2流域では3.1mm/日と3.1mm/日、K3流域では2.6mm/日と3.0mm/日と推定された。間伐後のK2流域における同期間の平均日損失量は、間伐前のおよそ2.8~6.7%と見積もられた。これに対し、K3流域では間伐前後の違いはほとんど見られなかった。今後は、さらに流出観測データの解析を進め、現在まだ推定されていない期間の損失量を短期水収支法で推定していくとともに、間伐後の損失量の経年変化を把握していく。さらに、間伐による森林の損失水量の変化の要因を考察していく。

P1A039 スペクトル解析を用いたカラマツ林の蒸発散特性の解析

中坪 稔<sup>1</sup>・太田岳史<sup>2</sup>・小谷亜由美<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

タイガ林は、現在地球温暖化の影響が顕著に現れており、森林と地球温暖化の関係を考える上で重要である。本研究では、東ユーラシアにおけるタイガ林の代表的な樹種であるカラマツが優占する森林の観測データを用いて、潜熱フラックスと環境要素の結びつきの強さの時間変化についての解析を行った。解析の手法としてウェーブレット変換を利用して、日内変動から年々変動までの複数の時間スケールにおいてスペクトル解析を行い、日本、東シベリア、モンゴル北部の森林で地点比較を行った。

全地点において日内変動以下のスケールでは短波放射、大気飽差の影響が大きく現れ、長期の時間スケールになるにつれ気温の影響が大きくなるという共通の結果が得られた。しかし、それぞれの環境要素の動態は地点ごとに大きく異なるものであったため、潜熱フラックスへの影響の大きさや時間変動に地点間で違いが見られ、特に日本の森林とそれ以外においてその違いは顕著なものであった。これは、東シベリアやモンゴル北部が大陸性の気候であり、日本のものと大きく異なることやそれにより生じる環境条件の違いが反映されたものであると考えられる。

P1A041 路体保全のために施工された木製構造物の腐朽と路体への影響

白田寿生・和多田友宏

岐阜県森林研究所

既設作業道を再利用する際の安全性の評価方法を検討するため、路体保全を目的とした木製構造物（施工後7年経過）の腐朽状況と路体の支持力を調査した。木製構造物の腐朽状況は、部材の腐朽部分の厚さをレジストグラフにより計測し、健全部の残存率を算出した。また、路体の支持力は、路肩部と中央部において簡易貫入試験を行いNd値を計測した。

調査の結果、木製構造物に使用されている部材の健全部の残存率は9~88%であった。路体支持力については、中央部に支持力が低い箇所は見られなかったが、路肩部については、全ての測点においてNd値5未満の軟弱な層が部分的に検出された。

これらの結果から、この作業道を再利用する際の安全性を確保するためには、木製構造物の補強などによる路肩部の補修が必要であると考えられた。

P1A040 Precipitation and hydrological characteristic of subtropical forest in Okinawa Main Island

IDI SHAH RIZAL IDRIS<sup>1</sup>・芝 正己<sup>2</sup>

<sup>1</sup>琉球大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>琉球大学農学部

Time series analysis and forecasting has become a major tool in different applications in hydrology and environmental management fields. In this study, hydrological characteristics include precipitation, river flow and water level of the subtropical Yambaru forest was examined. The 10 years of hydrological data from 10 sites obtained from AMEDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System) was analysed. Water level and river flow showed a comparable trend by years, peak in June due to the East Asian rainy season. Time series analysis and forecasting using ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) model was employed to predict monthly rainfall for upcoming years. An intervention time series analysis could be used to forecast peak value of rainfall data and it could help decision makers to establish priorities in managing water demand in Okinawa Island.

P1A042 簡易貫入試験による路体の乾燥密度の推定

森 大記<sup>1</sup>・後藤純一<sup>2</sup>・鈴木保志<sup>2</sup>

<sup>1</sup>高知大学大学院総合人間自然科学研究科農学専攻・<sup>2</sup>高知大学教育研究部自然科学系農学部

【目的】現在、日本の林業は機械化が進み、多くの高性能林業機械が利用されている。それらの普及に伴い、森林作業道、林業専用道等のいわゆる土構造の強度が注目されている。路体の強度の推定は、現場のニーズでもある。現場での強度の推定は、簡易貫入試験を用いられることが多い。吉永・大貫らが貫入抵抗値(Nd値)と乾燥密度には相関関係があるとしたが、これは主に北関東で行われた試験結果であり、他の地質や土質を考慮したものではない。そこで本研究では、特定の地質や土質に対応した簡易貫入試験による路体の乾燥密度を推定し、簡易貫入試験の基礎的なデータの蓄積を目的とした。【方法】本研究では、高知県土佐町の路線と、嶺北地域の路線の2路線と高知県香美地域でサンプルを採取した。採集したサンプルの細粒分割割合を変化させ、細粒分割割合が大きいものと小さいものを用意した。それらを直径30cm深さ30cmの円柱形の穴に入れ、簡易貫入試験を行った。その際、含水比や突固めエネルギーを変化させた。また、現場密度試験と含水比測定を行った。【結果】Nd値と乾燥密度に正の相関が見られ、地質の違いや土質の違いによって、Nd値と乾燥密度の関係に相違が見られた。

## P1A043 様々な放置年数の作業道における路面凹凸とその発生要因

篠原慶規<sup>1</sup>・増田治美<sup>2</sup>・久保田哲也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府

近年、森林管理における路網の重要性が見直されてきており、その整備が進みつつある。しかし、作業道において、長期的な路面侵食量やその要因を調べた研究はほとんどない。本研究では、放置された年数や地形条件などが異なる、福岡県内の作業道7路線で路面凹凸を比較した。それぞれの路線の8~25横断面、計101横断面で計測を行い、平均侵食深(dave)と最大侵食深(dmax)を算出した。各路線のdaveの平均値(Dave)は、比較的放置年数が短い路線ではばらつきが大きかったものの、比較的放置期間が長い路線では、放置期間が長いほうが、その値は大きくなる傾向があった。また、路線内で各横断面のdaveの違いを生み出す要因を調べたところ、比較的放置年数が長い路線では、各横断面の路面傾斜とdaveの間に正の関係が見られた。路面傾斜と年平均dave(dave/放置年数)の関係は、これらの路線で大きな違いはなかった。このことから、長期的に見ると、年平均の路面侵食量は、作設方法によらず路面傾斜によって一義的に決まる可能性がある。今後は、本研究とは異なる地形・地質学的条件、気象条件で同様のことが検証されることが望まれる。

## P1A045 スイングヤーダのホールバックラインドラム動力回生の可能性

毛綱昌弘・山口浩和・伊藤崇之

森林総合研究所林業工学研究領域

スイングヤーダは搬器を先山方向へ移動させる空走行と材をスイングヤーダへ引き寄せる実走行を繰り返すことで集材作業を行っている。索移動時には、ホールラインおよびホールバックラインの二つのドラムを巻取方向へ回すことで索の緊張を保ちながら、片方のドラムの回転力を大きくすることで、搬器の移動を行っている。このとき、巻き出されるドラムは、外力によって回される状態となっているため、動力回生可能な状態であるといえる。実走行時には、ホールバックラインの張力を大きくするほど、材が浮き上がり集材はしやすくなるが、機体の安定が損なわれるとともに、ホールラインの索張力も要することになる。実走行時にホールバックラインドラムで動力回生を行い、空搬器移動時の動力として使用可能となれば、油圧シヨベルの消費エネルギーを削減できることになる。このため、スイングヤーダのけん引負荷およびホールバックラインの張力を変化させて、集材作業の模擬試験を実施し、動力回生可能なエネルギー量を計測するとともに、回生に有利な作業条件を検討した。

## P1A044 林道路面排水施設の配置実態について

宗岡寛子<sup>1</sup>・鈴木秀典<sup>1</sup>・山口 智<sup>1</sup>・田中良明<sup>1</sup>・陣川雅樹<sup>1</sup>・和多田友宏<sup>2</sup>・臼田寿生<sup>2</sup>・古川邦明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>2</sup>岐阜県森林研究所

本研究では、横断溝間隔と縦断勾配に応じた林道路面侵食発生リスクを検討した。林道路面では一般に、縦断勾配が大きいほど、また、前の横断溝からの距離が長くなるほど侵食が進行しやすい。従って路面侵食の防止には、縦断勾配に応じた適切な間隔で横断溝を配置することが重要である。これまで、侵食発生に至る流下距離を明らかにし、それを横断溝間隔の目安として提案する研究が数多く行われてきた。しかし、侵食の発生には縦断勾配以外にも様々な条件が影響を及ぼすため、その流下距離は一つの路線の中でも場所によってばらつく。従来の横断溝間隔の目安は、路線全体で侵食を防止するため、路線の中でも侵食が進行しやすい場所に合わせたものとなっていたと考えられる。しかし、林道開設の低コスト化が求められる近年、そのような厳しい目安が現実的でない場合もあり、より緩やかな目安を採用することも選択肢となり得る。その際、路線全体のうちの程度の区間で路面侵食が発生し補修が必要となるか把握しておくことが重要となる。そこで本研究では、複数の林道路線について横断溝配置と侵食の実態調査を行い、流下距離と縦断勾配に応じた侵食発生リスクを検討した。

## P1A046 大型自走式搬器による全木集材作業の生産性

古川邦明<sup>1</sup>・臼田寿生<sup>1</sup>・和多田友宏<sup>1</sup>・近藤 稔<sup>2</sup>・松本 武<sup>3</sup>

<sup>1</sup>岐阜県森林研究所・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所・<sup>3</sup>東京農工大学農学部

大型自走式搬器であるウッドライナーとタワーヤーダとの組み合わせによる全木集材の作業生産性を調査した。ウッドライナー純正仕様から軽量なダイニーマ製繊維ロープに交換してある。荷かけにはオートチョーカーを使用した。タワーヤーダはコンラッド社製 KMS-12-U (牽引仕様)、タワー高は地表面から 11.48m である。このシステムにより全木下げ荷集材の作業状況をビデオ 3 台で撮影して、時間観測調査を行った。その結果、集材作業の 1 サイクル平均で約 400 秒であった。荷かけ索の引き込みから、荷かけ・線下への木寄せまでの横取り時間は平均で 200 秒ほどあり、集材時間の約 50% を占めた。ウッドライナーの走行速度は、空走行で平均 158.4m/分、実走行で平均 96.0m/分、走行に要した時間は、作業時間全体の約 18% であった。

オートチョーカー使用の有無による作業効率の比較を行った結果、オートチョーカーを使用した場合は 1 サイクル平均 14.1 秒、使用した場合は同様に 39.6 秒であった。オートチョーカーの使用により、1 サイクル当たり約 26 秒間短縮、率にして約 6.3% の効率化できることが分った。

## P1A047 三重県大台町における H 型架線架設可能地の抽出

長島啓子<sup>1</sup>・笛木まな美<sup>2,3</sup>・田中和博<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>京都府立大学生命環境学部・<sup>3</sup>群馬県環境森林部林政課

三重県大台町では立地環境評価に基づくスギ、ヒノキの適地抽出と、路網からの距離をもとに森林を長伐期施業適地、短伐期施業適地、短伐期施業可能地、林相転換候補地にゾーニングを行っている。しかし、急峻な地形を有する大台町では H 型架線も導入しており、H 型架線架設可能地ではこれまでのゾーニングで林相転換候補地となっている林地が施業適地に変化する可能性がある。このため本研究では森林ゾーニングに資するため、H 型架線架設可能地を GIS を用いて抽出することを目的とした。まず、架線架設面を抽出するために、大台町全域の 5mDEM をもとに山地の尾根部を抽出し、尾根部の標高値を用いて主索延長を加味した異動平均面を算出した。得られた架線架設面から DEM を減算し、架線下高を確保できる場所を抽出し、集材用の林道の有無を加味して H 型架線架設可能地を抽出した。得られた結果の精度検証のため、抽出結果と実際に H 型架線による集材が成された場所の面積を比較したところ、前者は 12.7ha、後者は 9.2ha と 3.5ha の誤差が見られた。実際の支柱の設置位置により集材範囲に誤差が生じたと考えられるが、広域的に架設可能地を抽出する上では十分な精度が得られたといえる。

## P1A049 架線集材における搬出材積と採算性の関係

石川知明

三重大学生物資源学部

集材架線は、急峻な地形に適している、大量の木材を効率良く搬出できるなどの利点がある一方、架設撤去費が大きいと少量の木材の搬出では経費が高くなる、単木あたりの材積が小さいと効率が悪いなどの欠点がある。しかし、チェーンソーで伐採、架線で全木集材、土場でのプロセッサによる造材、トラック運搬という作業システムは、急傾斜地であっても、林道や土場が計画的に配置されている地域では作業能率が高いこと、さらに、土場で造材するため、枝条や端材を木質バイオマスとして搬出できることなどが期待される。そこで、本研究では、エンドレスタイラー式を対象に、既存の標準工程表を用いて、平均集材距離、平均横取り距離、搬出材積を変数とし、材積あたりの搬出経費を求めた。この経費をもとに、採算のとれる作業条件を明らかにし、集材架線を導入すべき箇所を選定する基礎資料を得ることとした。

## P1A048 アーム接地式スイングヤードの安定性—支柱アームに作用する力の分析—

山口浩和<sup>1</sup>・近藤 稔<sup>2</sup>・毛綱昌弘<sup>1</sup>・渡辺亮介<sup>2</sup>・伊藤崇之<sup>1</sup>・白井漸<sup>3</sup>・谷川 誠<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>3</sup>新城森林組合・<sup>4</sup>愛知県

アームを接地式スイングヤードは機体が転倒しにくく安定した集材作業が可能であるが、専用のポストを有する機種などでは元柱を高く設置できる反面、索に過大な張力が作用した際には接地しているアームに大きな転倒モーメントが発生し、それに応じて車体が前方へ滑る、あるいはアームが接地している路肩が崩れる等の危険性がある。アームに作用する力とその方向は索張力および索傾斜角度（斜面傾斜）によって変化する。そこで、それぞれの条件下においてアームおよび車体にどのような力が作用するのか解析し、アーム接地型のスイングヤードを安全に使用するための条件等について検討した。試験車面には、南星機械が開発した 8t クラスの油圧ショベルをベースマシンとする主索式スイングヤード (IWS-20DY1) を使用した。試験の結果、索張力が大きく、索傾斜角度が緩いほどアームに大きな転倒モーメントが作用し、車体を前方へ引っ張る力が強くなる一方で、車体が前方へ滑り出す大きな要因は、ベースマシンの接地荷重が減少することによる履帯と地面との接地摩擦力の低下とアームの転倒を防止するアームシリンダ内の油圧がリリーフ圧を超えることによるものと推測された。

## P1A050 大径材搬出におけるプロセッサ造材とチェーンソー造材の成立条件

渡邊優美<sup>1</sup>・長谷川尚史<sup>2</sup>・新永智士<sup>1</sup>・白澤絃明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

人工林の齢級構成をみると、その多くははまだ間伐等の施行が必要な育成段階にあるものの、木材として本格的に利用可能と成るおおむね 50 年生以上（高齢級）の林分が年々増加しつつある。高齢級の人工林は、現状のまま推移した場合、平成 29 (2017) 年には、人工林面積の 6 割に増加すると見込まれている。今後、森林資源の充実に伴う伐採木の径大化が見込まれる中で、このような変化に対応できる林業機械の開発が望まれている（林野庁、2013）。しかし、先進林業機械の導入への投資は大きい。

本研究では、DBH 平均 39.1 cm、密度 340 本/ha の林分 0.4 ha に対して 2014 年 10 月 30 日に行われた択伐施業を調査した。伐採木は DBH 21.1 cm ~ 55.4 cm の 12 本である。この施業は、伐木・造材にチェーンソー、木寄せ集材にウィンチ付グラブを使用した。この施業をビデオ観測によって作業時間を調査し、分析結果をもとに作業要素ごとに経験式の作成を行った。

本研究の目的として、同じような条件の択伐施業において、造材作業にプロセッサを導入した場合とチェーンソーの場合のコストを比較し、大径材搬出において各方法が成立する条件を検討する。



### P1A051 スケジューリング理論に基づいた伐出工程計画の評価

杉本和也<sup>1</sup>・白澤紘明<sup>2</sup>・新永智士<sup>3</sup>

<sup>1</sup>岐阜県岐阜県立森林文化アカデミー・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科

林業における伐出作業システムは、伐採、造材、搬出など各工程が連動するものであり、各工程間の生産性のバランスや、土場容量などの制約条件が全体の生産性を左右する。従来、伐出作業システムの評価は、各工程の時間観測や1事業地を想定したシミュレーションモデルにより行われてきたが、複数事業地を想定し、機械や人の配置をスケジューリングして検討した例は少ない。そこで報告者らは、複数事業地への機械や人の配置を決める工程計画を、スケジューリング理論により定式化・自動作成し、システムの評価を行った。本研究における伐出作業システムは、作業道開設、チェーンソー伐採、プロセッサ造材、フォワーダ搬出、トラック運搬という5つの工程からなるものとした。また、定式化においては、機械に対する作業員の割り当てや事業地間の機械回送についても考慮することで、より現実的な工程計画の作成を可能とした。

各工程の機械数、各機械の生産性、土場の容量、作業員数などを変更可能なパラメータとして設定し、各種の感度分析を行ったところ、必要な土場容量や、最適な作業員数と機械数、生産性の高い機械を導入した際の効果等について評価することが出来た。

### P1A053 急斜面におけるグラップルを用いた機械地拵えの能率とコスト

佐々木達也<sup>1</sup>・上村 巧<sup>1</sup>・吉田智佳史<sup>1</sup>・中澤昌彦<sup>1</sup>・岩田若菜<sup>2</sup>・屋代忠幸<sup>3</sup>・中郡雅一<sup>4</sup>・須藤 博<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>2</sup>島根県中山間地域研究センター・<sup>3</sup>林野庁関東森林管理局森林技術・支援センター・<sup>4</sup>美和木材協同組合・<sup>5</sup>協和木材株式会社山林部

現在造林費用の低コスト化が各地で試みられており、緩斜面では地拵え作業に車両系機械を用いることで低コスト化が可能であることが明らかにされているが、急斜面については明らかにされていない。茨城県、福島県の伐採跡地において、車両系機械を用いた地拵え作業（刈払い作業を含まない枝条整理作業）を行い、人力のみの枝条整理と人力・車両系機械を併用した枝条整理について能率およびコストを比較した。数種類の車両系機械①0.16m<sup>3</sup>、②0.45m<sup>3</sup>、③ロングリーチグラップルを用いて調査した。急斜面で①、②、③、緩斜面では②を用いた。その結果、急斜面では①4.3人日/ha、②3.4人日/ha、③2.2人日/ha、緩斜面では4.0人日/haとなった。今回人力作業は急斜面では8~10、緩斜面では16人日/haであったため、機械を用いた地拵えはかなりの省力効果があると考えられる。機械・人力併用と人力のみのコストを比較した結果、急斜面では機械ではブーム・アームの届く範囲でしか作業できないが両者とも変わらなかった。緩斜面では機械併用が有利になった。

### P1A052 収穫前の毎木調査における立木の形状および品質の総合的評価手法の検討

山場淳史<sup>1</sup>・桐林真人<sup>2</sup>・石井利典<sup>1</sup>・佐野俊和<sup>1</sup>・涌嶋 智<sup>1</sup>・與儀兼三<sup>1</sup>・中村裕幸<sup>3</sup>

<sup>1</sup>広島県立総合技術研究所林業技術センター・<sup>2</sup>鳥取県林業試験場・<sup>3</sup>(株)woodinfo

地上型3次元レーザースキャナ(TLS)を用いた森林計測・解析システムにより、従来の毎木調査より低コストで立木位置・形状を正確に把握すると同時に微細な地形情報も取得できるようになった。このシステムに立木状態での非破壊的品質評価手法が統合されれば、市場ニーズに合わせた形状および品質の丸太を効率的に生産でき、結果として戦略的販売計画によって山元の収益性が高まることが期待される。そこで本研究では次の方法で収穫前の立木の形状および品質の総合的評価手法を検討した。①伐採前のFAKOPP計測の際にセンサーを定式配置し定力打撃装置を用いる計測手法(MM法)および角度補正による再現性向上について丸太の縦振動ヤング係数との比較で検証、②(株)woodinfoの「Digital Forest」により提供された立木位置・形状データ、高解像度DEMおよび立木強度データをGISデータに統合、③GIS上で地形状況や立木配置状況を適宜参照し生産現場や販売計画で想定される活用場面を検討。なお、試験地は広島県廿日市市吉和の民有林におけるTLS計測済み林分(スギおよびヒノキ、46~50年生)であり、立木サンプルには各樹種15本計30本を利用した。

### P1A054 高性能林業機械を利用したアカマツ搬出可能量の検討

斎藤仁志<sup>1</sup>・千代苑加<sup>1</sup>・守口 海<sup>1</sup>・白澤紘明<sup>2</sup>・井上 裕<sup>1</sup>・植木達人<sup>1</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

現在、長野県の人工林は他県と同様にその齢級構成が現在9~13齢級に集中しており、伐期を迎えつつある。しかし、長野県の素材生産量は約30万m<sup>3</sup>で蓄積量に対して少なく、素材生産が活発ではない。そこで、需要の喚起による素材生産の増加と未利用資源の有効活用を目指し、大規模製材工場と木質バイオマス発電施設稼働計画(F・POWERプロジェクト)が立ち上げられた。このプロジェクトの製材工場ではアカマツを中心とした製材を行う予定で、大型の需要先に応えるため、積極的な木材搬出を行うことで県内の林業の活性化を図ることや、アカマツを伐出することでマツ枯れ対策としてアカマツ林の樹種転換を推進していくことなどの効果が期待されている。これまでにない大規模需要を成立させるためには、受け入れ側が提示する木材の買取価格が、素材生産費に比べ高くなることが望ましい。そこで本研究では、アカマツにおける製材用原木の買取価格の妥当性を、素材生産側から検証する。そのため、高性能林業機械を利用したアカマツ小規模皆伐地の生産コスト調査結果と最適運材費用から搬出可能材積をシミュレーションにより算出した。

## P1A056 緩傾斜地における CTL 伐採システムの皆伐生産性

中澤昌彦<sup>1</sup>・鈴木秀典<sup>1</sup>・上村 巧<sup>1</sup>・山口浩和<sup>1</sup>・倉本恵生<sup>2</sup>・津山幾太郎<sup>2</sup>・佐々木尚三<sup>2</sup>・宇都木玄<sup>3</sup>・斉藤文寛<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>3</sup>森林総合研究所植物生態研究領域・<sup>4</sup>下川町森林総合産業推進課

【目的】本研究の目的は、伐出後の造林作業の効率化も考慮して、労働生産性が18m<sup>3</sup>/人日以上を達成するような伐出作業システムを開発することである。【方法】北海道下川町有林内のカラマツ53年生とトドマツ56年生の緩傾斜地林分において、欧州から導入されたホイール式の林業専用機およびクローラ式の建設機械をベースマシンとした従来型ハーベスタとフォワーダを用いたCTL(Cut to Length:短幹集材)システムによる帯状皆伐作業を実施し、各工程の作業内容を時間観測して生産性を求めた。【結果】専用型および従来型機械のサイクルタイムや走行経路・速度、伐倒木と機械との距離関係などの作業特性が明らかとなり、労働生産性は専用型の方がハーベスタでは約1.9倍、フォワーダでは約1.4倍、システム全体では約1.5倍と、従来型より高いことが明らかとなった。一方、従来型においても単木材積や林内集材距離、土場の位置などの作業条件が満たせば労働生産性18m<sup>3</sup>/人日以上を達成できることが示唆された。

## P1A058 防護服の違いによる下肢の筋負担

堀尾 健<sup>1</sup>・吉岡拓如<sup>2</sup>・井上公基<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日本大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup>日本大学生物資源科学部

本研究の目的は、着用防護服の違いが歩行時の筋負担に与える影響を明らかにするために、チェーンソー用防護服を着用して歩行した際の下肢にかかる筋負担量を計測することである。

調査対象とした防護服及び作業服は、オールシーズン用防護服、夏用防護服、チャップス及び作業服の4種類である。筋負担の計測部位は、MARQ-MEDICAL社製のMQ8筋電計を用い、大腿四頭筋、ハムストリングス、腓腹筋の3箇所とした。歩行条件として、Life Fitness社製トレッドミルT5-5を用い、歩行速度を2.0km/hと4.8km/h、歩行傾斜を0度と10度とした。それに加え、チェーンソーを保持する場合と保持しない場合の計8通り設定した。被験者は男子学生5名である。

その結果、大腿四頭筋では、チャップスを着用した際に作業服と比較して筋負担が増加する傾向があった。ハムストリングスでは、ほとんどの条件で各防護服の間に顕著な差は見られなかった。腓腹筋では、各防護服は作業服と比較して筋負担が増加する傾向があった。計測部位によって違いはあるものの、防護服を着用すると筋負担は増加したが、各防護服の間での筋負担の顕著な差は見られなかった。

## P1A057 作業姿勢を指標とした植栽作業の労働負荷の評価

猪俣雄太<sup>1</sup>・鹿島 潤<sup>1</sup>・伊藤崇之<sup>1</sup>・山田 健<sup>1</sup>・山口浩和<sup>1</sup>・今富裕樹<sup>2</sup>・旗 生規<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>2</sup>東京農工大学地域環境科学部

植栽作業は機械化が困難で重労働な人力作業である。そのため、林業従事者の労働安全衛生の向上には、このような植栽作業の軽労化が必要になる。人力作業の軽労化に向けたこれまでの研究は、心拍数を計測し、代謝量を算出する手法であったが、この手法では身体の一部に負荷がかかっている場合の局所的疲労を評価することは難しい。しかし、近年ケーブルレスモーションセンサが開発され、各関節の角度を計測できるようになり、そこから関節にかかる負荷を推定できるようになった。そこで、本研究は植栽作業の軽労化のために、ケーブルレスモーションセンサを用いて、植栽作業中に関節にかかる負荷を推定し、その推定値を用いて、植栽作業の労働負荷を評価することを目的とする。被験者は5名で、植栽道具は唐クワ、スペード、ディンプルとする。得られた関節の角度から、椎間板にかかる負荷を推定した結果、唐クワやスペードを使用した穴あけ作業は、作業姿勢の改善が必要となる重作業と分類され、ディンプルは要素作業、作業者にかかわらず、普通作業であった。このことから、唐クワやスペードの穴あけ作業はより椎間板に負荷がかからないように改良する必要がある。

## P1A059 重大災害事例にみる林業労働災害の傾向と推移

中島千嘉・船坂雪那・山田容三

名古屋大学大学院生命農学研究科

高性能林業機械の普及や路網整備等の進展による労働負荷の軽減や、法令の整備とそれに伴う安全衛生活動の推進、その他労働力の推移等の影響もあり、林業労働災害発生件数は長期的には減少傾向にあるといえる。しかしながら、労働災害発生率は依然として高く、平成25年度森林・林業白書によれば、平成22年の死傷年千人率の値は林業が27.7となっており全産業平均の約13倍程度である。森林資源が充実し林業労働者の多くが高齢となってきている昨今、新規就業者の安定的な確保や育成が喫緊の課題となっているが、そのためにはまず労働者にとって安全な職場環境を確保することが必要である。労働災害減少のためには、その発生要因や災害の特徴、傾向をつかむことが重要となる。特に災害要因や傾向、防止策には、災害の経年変化と同時に、日本の林業をめぐる情勢の変化といった背景的影響に対する考慮も必要である。そこで、本研究では主に重大災害に着目し、社会的変化との関連を踏まえつつこれまでの林業労働災害の特徴や変化傾向を明らかにし、災害防止のための基礎資料と為すことを目的として、過去十数年の死亡災害について統計分析を行った。

## P1A060 林業労働の安全化を目指した小型機械の製作と運用

三木敦朗・斎藤仁志

信州大学農学部

林業の効率化のために機械化が求められているが、自然的条件や経営上の条件から大型機械の導入に適さない場合もみられる。そうした場合に、小型機械装置を用いて効率化することはできないだろうか。本研究では、複数人での作業時の安全を確保することを目指して、マイコンとGPSセンサー・通信システムを用いて作業員間の距離を測定し、接近を警告する簡易な装置を開発・試作し、この精度と課題を検証した。

## P1A062 ヒノキ漸伐林における終伐による更新木の損傷

大塚 大・斎藤仁志・植木達人

信州大学農学部

漸伐施業は皆伐施業と比較して、生産事業を行いつつ各種の公益的機能の発揮が見込まれるなど、近年の国民の森林への要望に対応できる施業方法である。このため、各地で導入がなされ、現在は一斉林と同じく収穫の時期を間もなく迎える段階にある。しかしながら、この作業法は十分な研究がなされておらず、特に、労働条件が大きく変化した現在において過去の事例をそのまま復元することは現実的ではない。そこで本研究では、漸伐林において現在の生産システムの主流となる車両系高性能林業機械が伐出システムに導入された生産事業を調査し、次世代の主林木となる更新木の損傷について考察することによって漸伐作業の体系化の一助とすることを目的とした。上木の伐出により、更新木のおよそ半数に損傷が発生した。しかし、今後の経年変化による回復などを考慮すると約5,000本/haの立木密度で今後の主林木が確保された結果となった。

## P1A061 施業方法の違いによる人工林における土砂流出量の変化—地表有機物量・植生被度と3年間の土砂流出量計測の結果から—

渡辺靖崇<sup>1</sup>・鈴木保志<sup>2</sup>・後藤純一<sup>2</sup>・酒井寿夫<sup>3</sup><sup>1</sup>高知大学大学院総合人間自然科学研究科農学専攻・<sup>2</sup>高知大学農学部・<sup>3</sup>森林総合研究所四国支所

【目的】簡易土砂受け箱を使用し、将来木施業を行っている林内の土砂流出量を計測し、既往研究と比較することで施業方法の違いによる流出量の変化を調査した。本研究は2014年9月までの調査を渡辺ら(2013, 2014a~c)にて報告しており、2014年11月まで調査結果を加えたものである。【方法】調査は将来木施業を行うスギ林とヒノキ林の2ヶ所で行った。土砂受け箱の設置箇所の要因は、樹種、開空度、傾斜、地形の4要因の組み合わせである。また、箱の直上の植生の被度を測った。開空度の違いについては立木位置から簡易的に判定していたが、今回全天空写真の撮影を行い、より正確な判定を試みた。【結果】土砂流出量に関して、単要因では回収期間が最も寄与率が高く、降雨強度の変化の影響や下層植生の被度の変化の影響であると考えられる。下層植生の被度は、スギ林では調査開始から現在まで回復があまり見られなかったが、ヒノキ林では回復が見られた。これはヒノキ林のほうが間伐率が高かったことが原因であると考えられる。本研究と列状間伐を行った林内の流出量を調査した他の研究と比べると、スギ林では同程度であり、ヒノキ林では高い結果となった。

## P1A064 森林内における仮想基準局(VRS)方式RTK-GNSSの測位精度

遠藤正樹<sup>1</sup>・中川雄二<sup>1</sup>・平田雅和<sup>1</sup>・井上 崇<sup>1</sup>・露木 聡<sup>2</sup>・尾張敏章<sup>1</sup><sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科付属演習林北海道演習林・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科農学国際専攻

VRS(仮想基準局方式)RTK-GNSS(Real Time Kinematic-Global Navigation Satellite System)は、位置情報サービス事業者が配信する補正データを携帯電話の通信回線を使用して受信することによって、GNSS受信機1台でリアルタイムかつ高精度に位置決定が可能な測量手法である。本研究では、VRS対応のGNSS受信機(Trimble Proシリーズ6H)を対象として、2014年5月から8月に東京大学北海道演習林内で測位試験を行い、測位条件の違いが測位誤差に及ぼす影響を一般化線形混合モデルにより分析した。分析の結果、立地条件と測位方法、両因子間の交互作用の全てが採択され、測位誤差は補正データを使用しない(VRSではない)場合の同機種と比較して有意に減少した。また、交互作用の推定値からVRSを尾根・開放区で使用する時測位誤差が小さくなると推定された。一方、北斜面・閉鎖区では尾根・開放区よりも測位誤差が有意に増大した。VRSを利用することで、森林内でも条件によってはリアルタイムの測位精度が大きく改善することが期待される。

## P1A065 検尺作業の効率化を目指した小型機械の製作と運用

松村哲也<sup>1</sup>・三木敦朗<sup>2</sup>・斎藤仁志<sup>2</sup>・中西弘充<sup>1</sup>・小西 哉<sup>3</sup>

<sup>1</sup>信州大学サテライト・ベンチャービジネス・ラボラトリー・<sup>2</sup>信州大学農学部・<sup>3</sup>信州大学繊維学部

林業の効率化のために機械化が求められているが、大型機械による生産の効率化だけでなく流通の効率化も重要な課題となっている。そうした場合に、小型機械装置を用いて流通の効率を図ることはできないだろうか。

本研究では、近年増加しつつある直送化への対応を考慮し、山土場での検尺作業を効率化することを目指して、末口直径の計測値を自動で電子的に記録する装置（以下、装置 K）を開発・試作し、これを用いた場合の効果を測定した。

その結果、(1) 1 人工での手作業（検尺してから野帳に記録）と装置 K を用いた作業を比較した場合、平均 22% 時間短縮できること、(2) 2 人工での手作業（検尺と記録を並行しておこなう）と装置 K を用いた作業を比較した場合、作業時間が平均 15% 増となるが人工は削減できることが明らかとなった。現在のところ装置 K の目盛り部にはコンベックスほどの柔軟性がないため、それに起因する取り回しの難しさがある。さらなる効率化のために、今後はこの点の改良が必要であることが示唆された。

## P1A066 森林作業での使用を想定した、各種結束材料の屋外曝露試験

山口 智・鈴木秀典・宗岡寛子・田中良明・陣川雅樹

森林総合研究所林業工学研究領域

林道や作業道の維持管理で必須な路面排水を目的として、近年、無秩序な増殖が問題になっているモウソウチクを割った竹粗朶を素堀にはめ込んだ排水方法を試行し、有用性を確認している。しかし、当初は結束材料として帯鉄を用いて試作したため、林道に設置した際に帯鉄の断裂が発生した。これはタイヤのパンクの原因となる。そこで、耐候性のある他の結束材料を選定するために曝露試験を行った。

結束材料として、クレモナロープ、PP ロープ、ナイロンロープ、ポリエステルロープ、KP ロープ、綿ロープを使用し、これらの材料で結束した試験体を森林総合研究所構内で日照条件の異なる 2ヶ所の試験地に設置した。設置して 9ヶ月後、2年前と同様にバネ秤を用いて最大 196 N の力で引っ張った結果、日なたと日陰の両方において、全試験体で伸びに違いはあったが、引張による断裂はなかった。ただし、日なたの PP ロープの表面に劣化が確認された。また、単位長さあたりの結束材料の価格は材質によって数倍の価格差があり、これは竹粗朶の製作コストに影響する。以上の結果から結束材料の強度とコストについて考察を行った。

## P1B001 北海道北部の天然生林における材の空洞の出現傾向

阿部葉月<sup>1</sup>・吉田俊也<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院環境科学院・<sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター森林圏ステーション北管理部・<sup>3</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター雨龍研究林

樹木の腐朽は、木材生産において利益の損失をもたらす反面、野生生物が営巣などに使用する樹洞の形成につながる現象である。このため、腐朽が発生する要因の解明は、生物多様性の保全を考慮した森林管理を実行する上で重要である。本研究では、北海道北部に位置する北海道大学研究林において、択伐によって得られた木材の生産記録をもとに、天然生林から伐り出された材の空洞の出現傾向について解析した。およそ 12 箇所データをを用いて、丸太（材長 1.9 m～3.65 m）に空洞が出現する確率を樹種・材径・箇所ごとにまとめた。全体で見ると、空洞を持つ丸太の比率は、約 5% であった。樹種ごとにみると、トドマツ、イタヤカエデ、ミズナラ、ダケカンバは比率が高かった。材径に関しては、大材径ほど空洞出現率が高い傾向にあったが、ミズナラは比較的小さい材径においても高い値を示していた。また、空洞出現率は伐採箇所によっても 2%～10% と幅があり、講演ではその地形条件との関連性についても報告する。

## P1B002 旧薪炭林地帯におけるブナ二次林の林分構造が樹形に及ぼす影響

原澤夏穂<sup>1</sup>・小林 誠<sup>2</sup>・紙谷智彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>2</sup>十日町市立里山科学館 越後松之山山の学校キョロロ

多雪地にはかつて薪炭林として利用された広葉樹二次林が成熟してきている。なかでも家具材などに利用されるブナの活用が課題となっている。箒状樹形のブナは周囲木存在によって枝下高などの樹形が影響を受けるとされているために、用材林として管理するには密度が重要となる可能性がある。本研究は新潟県十日町市松之山とその周辺の地域における旧薪炭林のブナ二次林を対象に、林分密度が樹形に及ぼす影響について単木と林分の両スケールで評価することを目的とする。

単木スケールでは約 16,000 m<sup>2</sup> の林分で 1444 本の立木位置測量を行い、ArcGIS で全立木の半径 2 m、4 m、6 m のバッファ内本数を算出した。その結果、胸高直径と全てのバッファ内本数との間に負の相関、また枝下高比は 4 m、6 m バッファ内本数との間に正の相関がみられた。林分スケールでは 26 林分に各 800 m<sup>2</sup> のプロットを設置し、林分密度が樹形に及ぼす影響を調べた。その結果、胸高直径、枝下高比、形状比、樹冠サイズの林分平均値は林分密度、相対幹距との間に有意な相関があった。したがって、ブナ二次林を用材林として活用するためには単木、林分の両スケールで好適な樹形に誘導するための密度管理が必要である。

P1B003 混交低木群落内において光の不均質性は種ごとの生産能力に影響を及ぼすのか？—種ごとの光利用特性と光獲得特性からの評価—

川井祐介<sup>1</sup>・八巻貴裕<sup>2</sup>・水永博己<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学大学院 連合農学研究科生物環境資源科学学生物環境管理学・<sup>2</sup>静岡大学農学部

植物群落内は光獲得効率や光利用特性が異なる様々な種が混交することで光が不均一に分布しているが、このことが生産量にどのように寄与しているかは不明である。本研究では種ごとの生産能力を定量化し、光獲得効率と光利用特性が植物群落の生産量に与える影響を明らかにすることを目的とした。

ヒノキ人工林ギャップ地に発達した低木群落を対象に光の三次元分布測定、層別刈り取り調査を行った。これらの調査は秋葉山、富士山、静岡大学天竜フィールド演習林内にて計43か所を行った。さらに種ごとの光の獲得効率を知るため、演習林内において、3Dレーザースキャナを用いて主要な群落構成種から20cmの枝を採取し、枝単位での構造と個体全体の枝葉構造を測定した。また光の利用特性を調べるため、測定機器を用いて40種71個体の最大光合成速度と暗呼吸速度をそれぞれ測定した。

構成する植物の葉の大きさや節間長によって光の分布パターンが決定されており、葉の重なり合いの指標であるSPARの値が種によって大きく異なることが分かった。発表では統計モデルを用いて種ごとの特性を整理し、光の不均質性がどのように群落の生産量に貢献しているのかについて論じる。

P1B005 マツ枯れ進行中の海岸クロマツ林内に植栽した常緑広葉樹の活着に及ぼす環境条件

米山隼佑<sup>1</sup>・紙谷智彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

海岸砂丘の保安林樹種として高木性常緑広葉樹が植栽される機会が増えているが、植栽1年目の活着不良が問題になっている。新潟海岸では、マツ枯れが進行し落葉高木が侵入しつつある多様な林冠下に、クロマツ代替種としてシロダモとタブノキが2014年3月に試験植栽された。本研究は、これら植栽木480本を対象に、植栽位置で測定した光環境と土壌環境が1年目の活着に及ぼす影響を明らかにした。光環境は全天空写真による林冠植被率と光量、土壌環境は9月上旬の高温日における地表下10cmの地温と土壌水分を測定した。林冠植被率・光量・地温は、シロダモ・タブノキともに生残と枯死の間で有意な違いがあった。標準化したデータから得られた環境要因ごとのGLMMの係数を比較したところ、生残に及ぼす効き方の順位は、シロダモで光量>林冠植被率>地温>土壌水分、タブノキで地温>光量>林冠植被率>土壌水分であった。土壌水分は、タブノキのみで有意な違いがあった。また、タブノキはシロダモよりも地温の影響を受けやすかった。以上の結果から、両樹種ともに樹下植栽が有効であり、特にタブノキはシロダモよりも裸地での高温障害を受けやすい傾向があった。

P1B004 ニセアカシア落葉と炭の添加がクロマツ苗木の水分生理状態に与える影響—マツ材線虫病の耐性に注目して—

渡辺花観・藤田早紀・孟凡康・玉井裕・斎藤秀之・渋谷正人・小池孝良

北海道大学農学部

マツマツ材線虫病により海岸林クロマツは激害を受け、機能低下が危惧されて久しい中、その耐病性の知見収集が必要である。健全な水分生理状態が保たれるクロマツは潜在的抵抗性が高いことが報告されている。水分維持には水分吸収を助ける菌根形成が影響するため、菌根形成を促進させ、耐性を高め被害を軽減できる可能性が考えられる。

クロマツの菌根形成には、土壌の富栄養化やpH低下をもたらしニセアカシア落葉(阻害因子)と、細根誘引やpH上昇の効果がある炭(促進因子)の影響が示唆されている。本研究では、ニセアカシア落葉と炭が菌根形成及び水分生理状態に与える影響を明らかにすることを目的とし、操作実験を行なった。

温室環境下にて4処理(対照、落葉、施炭、落葉及び施炭)を設けクロマツ苗木を植え付け、約1年生育させた。施炭を行った二つの処理で有意に針葉の水ポテンシャルが高かった。しかし菌根形成率は全ての処理で98%以上と、差は見られなかった。相対細根量(細根乾重/全乾重)と水ポテンシャルで相関分析を行った結果、高い正の相関がみられた。施炭により細根の発達が促進され、菌根量増加によって良好な水分維持がみられたものと思われた。

P1B006 常緑低木の除去と落ち葉掻きが木本の実生更新に及ぼす影響

高橋あかり<sup>1</sup>・林田光祐<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山形大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>山形大学農学部

里山は近年の管理放棄による生物多様性の低下やナラ枯れ被害が問題になっており、新たな保全管理の方法が課題となっている。本研究では、林床の多様性回復のための常緑低木除去や落ち葉掻きが木本実生の更新に及ぼす影響を日本海側の多雪地帯である山形県寒河江市のコナラとアカマツが優占する二次林で検討した。225m<sup>2</sup>の調査区を9つ設定し、常緑低木除去と落ち葉掻きの両方を行う落葉掻き区、常緑低木除去のみを行う刈払い区、無処理区を3つずつ設け、林床処理を2011年とコナラの結実が豊作だった2012年の秋に行い、コナラ実生と処理後に発生したその他の樹種の実生を区別して2年間の追跡調査を行った。コナラ実生の生存率は1年目の52.5%に比べ2年目は76.6%と高かった。1年目の死亡要因は菌害が最も多かったが、2年目は動物害が大半を占めた。2年間の生存率を処理ごとに比較すると、刈払い区で最も高く、一番低かった落葉掻き区とは有意な差が認められた。また、実生出現種数は無処理区より処理区の方が有意に多く、林床処理が実生の多様化を促した。処理ごとに実生数を比較したところ、コシアブラとアカマツの実生数が落葉掻き区で有意に多かった。

P1B007 針葉樹人工林皆伐跡地に植栽された広葉樹の成長と植生

荒井美香<sup>1</sup>・大久保達弘<sup>2</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部

針葉樹人工林皆伐後に造成された広葉樹人工林では、皆伐後に生じる雑草木が成林の妨げとなることが懸念される。本研究では、栃木県の針葉樹人工林皆伐跡地に造成された、幼齢コナラ人工林3林分(大月沢、原沢、株次)において、コナラ植栽木の成長および周囲の植生の量・組成について調査した。大月沢と原沢では年1回、それぞれ3年間と5年間、株次では年2回、7年間の下刈りが完了している。コナラ植栽木の残存密度は、大月沢、原沢、株次の順で大きくなった。植生調査の結果、株次ではコナラ植栽木が優占していたが、大月沢ではクマイチゴやヤマグワ、原沢ではリュウブヤクスなどの他種が優占しているプロットもみられた。大月沢上部ではコナラ以外の低木種が優占していた。コナラ植栽木の樹冠長率は各調査地で概ね70-80%であったが、大月沢では40%以下の個体もみられ、これらのコナラはより自然高の大きな競争種に被圧されていた。以上のように、コナラ植栽木の残存密度および優占度には下刈りの回数に影響していると考えられる。また、コナラの残存密度が低い林分では他種との競争のため、コナラは水平方向へ樹冠を広げており、伸長成長が抑制されていると推察された。

P1B009 インドネシア中部カリマンタン州熱帯泥炭湿地に植栽した *Shorea balangeran* の10年間の成長速度

加藤幹大<sup>1</sup>・斎藤秀之<sup>2</sup>・Gaman, Sampang<sup>3</sup>・Yuda, Prawira<sup>3</sup>・Penyan, Sandan<sup>3</sup>・渋谷正人<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>Palangka Raya University the department of agriculture

東南アジアの熱帯泥炭湿地林では農地転換や焼き畑、土地開発等のため、荒廃地が増加している。それにとまなう生態系サービス低下は深刻であり森林修復は急務である。短伐期の早生樹種を用いて行われる産業造林は事業者主導のもと行われ成功している。しかし熱帯泥炭湿地では立地特性からアカシア類を育成するには環境負荷の大きな施業法が必要であり、近年は新規造林が敬遠されている。さらに、産業造林で生産される木材は主にパルプ材であり、建材を得るため天然林伐採は依然として行われている。よって建材生産を目的とした人工林造成も今後は必要とされると思われる。本研究では現地に自生するフタバガキ科の高木類 *Shorea balangeran* を対象樹種とする。この種は高いストレス抵抗性と力学的強度、経済価値などの性質から造林樹種として有望視されている。造林樹種を選抜する際に成長特性は重要な基準となる。しかし経時的な成長データは乏しい。そこで本研究は *Shorea balangeran* の成長速度を明らかにすることを目的とした。植栽後10年で樹高は平均8.8m、最大17.0m、DBHは平均8.1cm、最大20.5cmとなり *Shorea blangeran* は初期成長速度の高い種であることが示された。

P1B008 沖縄島北部におけるイジュ人工林の直径成長と樹冠の関係

小多祥基<sup>1</sup>・高嶋敦史<sup>2</sup>・芝 正己<sup>2</sup>

<sup>1</sup>琉球大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>琉球大学農学部

沖縄島北部に広がるイジュ人工林では、保育管理に関する基準の設定が進んでいない。そこで本研究では、施業履歴の違いがイジュの樹冠幅と直径成長に及ぼす影響について検討した。調査区は2箇所設け調査区A、Bとした。調査区Aは1988年に4400本/haで植栽され12年生時に除間伐が行われた。調査区Bは1980年に同密度で植栽され除間伐は行われていない。測定対象は胸高直径4cm以上の本木植物とし、樹高、枝下高、4方向の樹冠半径、胸高周囲長、立木位置を記録した。イジュの平均胸高直径、胸高断面積密度を比較すると、いずれも調査区Aが調査区Bを上回り、除間伐による効果が表れていると考えられた。しかし、近年の年平均直径成長量を比較したところ両調査区で大きな差は無く、除間伐の効果が小さくなり、2回目の除間伐の時期に達していると考えられた。平均胸高直径は調査区Aが調査区Bを上回ったが、平均樹冠投影面積は大きな差が無く、樹冠投影面積と直径の関係性は確認されなかった。また、一般的に間伐強度は樹冠幅を基準にして決定されるが、イジュについては適用できない可能性が示唆され、新たな樹冠の評価方法を検討する必要性が考えられた。

P1B010 カンボジア混交二次林の間伐における現地管理者の選木基準と林分構造変化

岩本麻里<sup>1</sup>・伊藤 哲<sup>1</sup>・加治佐剛<sup>2</sup>・平田令子<sup>1</sup>・光田 靖<sup>1</sup>・Vuthy Ma<sup>3</sup>・Heng Sokh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学部・<sup>2</sup>鹿児島大学農学部・<sup>3</sup>Forestry and Wildlife Research Development Institute, Cambodia

カンボジアでは1994年にコミュニティフォレスト(CF)が開設され、現地住民がその運営を行っている。CFの多くは過剰伐採等で劣化した二次林であるため、用材生産に向けて間伐等による質的改善が必要とされている。間伐は一般的に種間や幹間の競争緩和や不良形質木の除去を目的として実施されるが、天然生林の間伐では、それによって有用樹種のみが残され、結果的に多様性が低下する恐れがある。そこで、有用樹種以外の中でNTFPとして利用される樹種を積極的に残していくことができれば、種多様性を比較的高い状態で維持した間伐が実施できると予想される。そのためには、まず現地住民の間伐に対する考え方を知る必要がある。本研究では、カンボジアの間伐の実態を知るとともに、現地CF運営委員の選木基準と、それに伴う林分構造変化について明らかにすることを目的とした。CFにおいて樹種および胸高直径の毎木調査を行った。同林分で現地CF運営委員6名に伐採木・保残木を選定してもらい、同時に選木理由を記録した。これらの調査結果を基に、間伐における選木性向を解析した。また、選木結果から予測される林分構造を評価し、種多様性の変化について考察した。

P1B011 Monitoring damage and recovery of mangrove forests after the 2004 tsunami in Banda Aceh using remote sensing

Mochamad Candra Wirawan Arief<sup>1</sup>・Akemi Itaya<sup>1</sup>・Yayat Dhahiyat<sup>2</sup>・Parikesit<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>2</sup>Padjajaran University Graduated Program, Master of Science on Environmental Studies

The Indian Ocean tsunami on December 26th 2004 completely devastated the coastal region of Banda Aceh and severely damaged the coastal ecosystem, including mangroves. The damage and recovery of the coastal vegetation was assessed using time series remote sensing data on Google Earth; the progress of vegetation recovery after the tsunami was also examined. Mangrove distribution was observed using visual interpretation of high spatial resolution images taken in June 2004, in January 2005, in June 2009, in May 2011 and in May 2013. The area covered by mangroves in 2013 was 60.35% of that in 2004. The vegetation has slowly but steadily recovered from the disaster. Although the area of mangroves near estuaries was relatively large (26.83 ha) before the tsunami, it was still only 15.23% of that area in 2013.

P1B012 栃木県唐沢山における強度間伐後3年間のスギ・ヒノキ人工林の下層植生の変化

山崎寛史<sup>1</sup>・上條隆志<sup>2</sup>・五味高志<sup>3</sup>・恩田裕一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>筑波大学生命環境系・<sup>3</sup>東京農工大学大学院農学府

本研究は、2伐2残の列状間伐が行われた栃木県唐沢山において、強度間伐がスギ・ヒノキ人工林の下層植生の変化に与える影響を明らかにすることを目的とした。225m<sup>2</sup>～300m<sup>2</sup>の調査プロットを4か所に設置し、植生調査を行った。出現種数(5m×5m)は、間伐前で12種～38種であり、間伐後3年目で50種～72種と増加した。植生率も、間伐前で8.9%～63.3%、間伐後3年目で92.0%～99.6%と増加した。木本については、ヒサカキ、アラカシ、ニワウルシ、タラノキなどが主要樹種であり、前者2種は間伐前から存在していた株が間伐後に再生し、後者2種は埋土種子ないし森林外からの散布種子により、間伐後に新たに出現したと考えられる。一方、草本については、ダンドボロギクなどの一年生草本、オカトラノオなどの多年生草本があり、前者は間伐後1年目に新たに出現し、間伐後2年目には大きく減少した。後者は間伐後1年目に新たに出現し、間伐後2年目以降に大きく増加した。これらのことから、強度間伐は短期間で下層植生の種組成、特に草本の種組成を大きく変化させることが明らかとなった。

P1B013 ヒノキ人工林における列状間伐前の下層刈り払いが雨滴浸食および表面流浸食に与える影響

溝口拓朗<sup>1</sup>・山岸 極<sup>2</sup>・平田令子<sup>1</sup>・伊藤 哲<sup>1</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学部・<sup>2</sup>宮崎大学大学院農学工学総合研究科

【目的】ヒノキ林では林冠が閉鎖しやすいこと、リターが流亡しやすいことなどから林床の裸地化とそれに伴う表土の侵食が起きやすいと言われている。侵食の軽減には林床の植生やリターによる表土の被覆が重要である。林床被覆は間伐によって増加することが報告されているが、間伐および間伐の際の下層刈り払いがリター被度も含めた林床被覆に与える短期的影響についてはあまり調べられていない。そこで本研究では、ヒノキ人工林における列状間伐時の下層刈り払いが雨滴浸食および表面流浸食に与える影響を明らかにすることを目的とした。【方法】調査は熊本森林管理局熊本営林署管内の城山国有林1146林班のい小班の50年生ヒノキ人工林で行った。ヒノキ人工林の下層を列状に刈り払い、2014年5月～12月にかけて林床被覆率、土砂移動量、リター移動量、雨滴浸食量、林内雨量を測定して無処理区と比較した。【結果】下層刈り払いを行うことで、林床被覆率が高くなったが侵食量も多くなった。これは下層刈り払いにより林床植生が回復したものの侵食抑制には不十分であり、被圧解除の効果よりも下層木による雨滴遮断を失う効果の方が大きいことを示していた。

P1B014 下刈り回数の違いがスギ植栽木の成長に与える影響

福本桂子<sup>1</sup>・寺岡行雄<sup>2</sup>・加治佐剛<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鹿児島大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>鹿児島大学農学部

下刈り回数の省力化を検討する目的で、鹿児島大学農学部附属高隈演習林内の9年生スギ林分を対象として、下刈りを毎年実施、隔年実施、未実施等の下刈り実施回数とパターンの異なる7試験区を設定した。各試験区の雑草木の侵入状況とスギの成長を比較した結果、下刈りが終了した時期が早いほど、スギと雑草木の競合は顕在化していた。また、繰り返して下刈りを実施することによって雑草木の群落高は低くなっていた。スギの樹高とDBHの成長については、植栽後2年間下刈りを実施しなかった試験区が他の試験区と比較して有意に小さかったことから、植栽後2年間の下刈り省略はスギの成長に大きな影響を及ぼすことが示唆された。植栽後1年目の下刈りを省略した場合でも、2年目から連続で下刈りを実施することによって、スギの成長に与える影響は軽減されることが明らかになった。

P1B015 スギコンテナ苗は夏季植栽で本当に有利か？  
—植栽時の水ストレスから当年の活着・成長・  
物質分配までの比較—

新保優美・平田令子・高木正博・伊藤 哲

宮崎大学農学部

コンテナ苗は培地と一体化した根系を持つことから、植栽時にストレスを受けにくいとされている。このような特徴を持つコンテナ苗は植栽時期を選ばず、夏季の植栽も含めた伐採-植栽一貫作業への適用が期待されている。本研究では、夏季植栽苗の植栽直後の水ストレス、植栽当年の成長および物質分配の解析により、コンテナ苗の優位性の検証を試みた。2014年9月に宮崎市、宮崎大学田野演習林の人工林伐採地に挿し木コンテナ苗(当年生および1年生)と裸苗(当年生)を植栽し、植栽直後の水ストレス(水ポテンシャル・ETR・葉温)を比較したところ、コンテナ苗の方が水ポテンシャルは高く、ストレスが小さいことが分かった。しかし裸苗の水ポテンシャルの低下も光合成活性や蒸散の抑制までには影響しておらず、致命的なストレスは受けていなかった。植栽4週間後には苗種間で差はみられなくなった。生育期終了時までの当年の成長は伸長成長・肥大成長、共に当年生コンテナ苗で最も大きく、1年生コンテナ苗および裸苗に勝っていた。講演では、冬季の生残率および物質分配特性の解析結果を加えて、夏季植栽した苗の初期成長特性を苗種間で総合的に比較した結果を報告する。

P1B017 タイガ森林限界付近におけるカラマツの温暖化  
影響評価

小林昂太<sup>1</sup>・野堀嘉裕<sup>1</sup>・武田一夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山形大学農学部・<sup>2</sup>帯広畜産大学地域環境学研究部門

モンゴル北部フブスグル県ヒルビスト山では永久凍土層の上にタイガ林が形成されている。また標高2300mは森林限界となっており、温暖化の影響を観測しやすい場所と言える。モンゴル国において、温暖化による森林動態の変化は明らかではない。そこで本研究ではヒルビスト山カラマツ林の樹幹解析を行い、カラマツの成長過程を把握することによって、温暖化がどのようにタイガ林に影響を及ぼしているのか確かめることを目的とした。ヒルビスト山の標高1700m、1850m、2000m、2100m、2200m、2300m地点からそれぞれカラマツ10個体、合計60個体を採取し、樹幹解析を行うことによって各個体における樹高成長量を算出した。樹幹解析の結果、標高1700m、1850m地点の樹高成長量は2000年付近で増加していたが、標高2000m、2100m、2200m地点では樹高成長の大きな変化は確認できなかった。標高2300m地点では1990年まで樹高成長量は僅かであったが、1990年以降になるとどの個体も樹高成長が他の標高と同等の成長量へと変化することが確認された。標高1700mと1850mではフブスグル湖による逆転層の影響で、標高2300mでは温暖化による気温ストレスの緩和によって成長量が変化したと考えられる。

P1B016 斜面位置におけるスギ細根の形態特性の変化

田和佑脩・武田博清

同志社大学大学院理工学研究科

窒素は多くの森林生態系において樹木成長の制限要因となっている。森林斜面において、斜面上部から下部にかけて利用可能な窒素の供給量は減少していく傾向が見られる。そこで本研究では、スギの人工林において、土壌の無機態窒素の供給性の違いが、細根の形態特性に与える影響を明らかにすることを目的とした。

調査は大阪府と京都府の県境に位置する大原野森林公園のスギ人工林にて行った。50mある斜面の上部15mを上部プロット、下部15mを下部プロットと設定した。各プロットで細根系を採取し、比根長(Specific root length: SRL m/g)や分枝率(Branching ratio: Rb)などの形態特性を測定した。また、土壌を採取し、30日間培養したのち、窒素の無機化速度を測定した。

全体の無機化速度は斜面での違いはなかったが、斜面下部では硝化速度が大きく、硝酸態窒素が主に生成され、斜面上部ではアンモニア態窒素が主に生成されていた。SRLやRbは斜面下部に比べて上部で有意に大きかった。これらの結果から、土壌に供給される無機態窒素の形態に応じて、細根の形態特性が変化していることが示唆された。

P1B018 多雪地におけるブナ(*Fagus crenata*)の年輪  
幅に影響する気象要因

名取史晃<sup>1</sup>・石田 清<sup>2</sup>

<sup>1</sup>弘前大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>弘前大学農学生命科学部

樹木の年輪には個体の成長に影響を与えた様々な環境要因の情報が記録されている。中でも、気象要因は成長量を大きく変動させることが分かっている。本研究では、青森県八甲田連峰のブナ二次林においてブナ林冠木のGBH(胸高周囲長)の大きさにより受ける気象要因の影響の程度や質が異なるか検証した。ブナ林冠木83個体から成長錐を用いてコアサンプルを採取し、その中からGBH昇順上位19個体をLグループ、同降順上位18個体をSグループとして区分した。解析には主に当年年輪幅とその翌年の成長量の平均値(2年移動平均)、当年・翌年・翌々年の成長量の平均値(3年移動平均)を用いた。気象要因は酸ヶ湯アメダスの月平均気温、月降水量、月最大積雪深の各データを使用した。解析の結果、月平均気温と月最大積雪深においてSグループがLグループよりその影響の程度が低い月が存在することが明らかになった。また、2年移動平均と3年移動平均では月平均気温・月最大積雪深で有意となる月が一致しなかった。これらから、GBHの小さいブナ林冠木は気象要因から受ける影響が相対的に小さくなる傾向にあり、気温と積雪深とではその影響が続く年数が異なる可能性が示された。



P1B019 苗場山における環境勾配に伴うブナ個体内の葉群分布の特性と受光機能

望月貴治<sup>1</sup>・水永博己<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学大学院 連合農学研究科・<sup>2</sup>静岡大学大学院農学研究科

樹木の葉分布は樹冠内の光環境を介して個体の物質生産に大きく影響する。一方で樹高や樹冠サイズ等の樹冠構造は立地条件や林齢によって異なることや林分内でも変異が大きいことが知られており、樹冠内の詳細な葉分布特性も環境によって変化すると考えられる。そこで、本研究の目的は、林分間の立地条件の変異と林分内の微環境の変異に対するブナ成木の葉分布の応答とその受光機能への影響を明らかにすること。立地条件の異なるブナ林で三次元レーザースカナを用いて葉分布を測定し、一辺 20 cm の立方体セルごとに葉面積密度を推定した。4 つの林分から 5 個体ずつを抽出し、葉密度の空間自己相関を比較したところ、最も平均樹高の高い林分において葉の集中度が高く、標高が高く最も老齢な林分で個体間の葉の集中度の変動が大きかった。林分の立地条件によって葉分布特性が異なること、また、それが林分内の葉分布の変異にも影響を与えていることが示唆された。発表当日は、環境要因（林分間の立地条件：林齢・地形・標高 林分内の微環境：光環境・樹高・樹冠突出度・樹冠占有面積）が葉分布特性に与える影響を評価した結果を示す。また、受光機能に与える影響の評価を加える。

P1B021 小笠原乾性低木林における木部キャビテーション耐性の比較

白井 誠<sup>1</sup>・才木真太郎<sup>2</sup>・石田 厚<sup>2</sup>・丸山 温<sup>1</sup>

<sup>1</sup>日本大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup>京都大学生態学研究センター

小笠原諸島は、似た緯度にある沖縄と比べおよそ半分ほどの年降水量しかなく、また海底火山が隆起してできた島のため地質は溶岩性で、特に尾根部では土壌が非常に浅くなる。小笠原の父島では、湿った谷筋から乾燥する尾根部にかけて立地環境傾度が著しく大きく、微地形に応じた樹種の分布は環境耐性への適応に左右されていると考えられる。海岸性樹種であるオオハマボウは、小笠原の山地の乾燥環境に適応することで、固有種テリハマボウという種に進化・発現したことがわかっている。本研究では、オオハマボウとそこから進化してきた近縁種テリハマボウを対象に、木部の解剖学的構造や水分通導機能、葉のしおれにくさ（P-V 特性）などから環境耐性を比較し、乾燥適応への進化の仕方がどのようになっていたかを検討した。枝の木部キャビテーション（水切れ）耐性は、オオハマボウとテリハマボウの間に有意差が無かった。枝の通水性は、テリハマボウでより高い傾向が見られ、葉の P-V 特性は、両種で類似していた。このことから、テリハマボウは、オオハマボウより枝の通水性を上げることによって、小笠原の乾燥環境に適応していったことが示唆された。

P1B020 白神山地高倉森およびサンスケ沢における主要構成樹種の機能形質の比較

福井忠樹<sup>1</sup>・鳥丸 猛<sup>2</sup>・赤田辰治<sup>1</sup>

<sup>1</sup>弘前大学農学生命科学部・<sup>2</sup>三重大学生物資源学部

機能形質とは環境との相互作用に影響する生物の形質のことであり、群集の生態系機能の特徴づけるために有効である。標高傾度によって森林群集・樹木個体群の機能形質の空間パターンは、気候の温暖化が地域スケールにおける森林生態系の機能の多様性に及ぼす影響を予測する上で重要な知見を提供する。本研究は、異なる標高に成立する冷温帯落葉広葉樹林の主要構成樹種であるブナとハウチワカエデの物理・化学特性を比較し、標高傾度にもなう環境条件の変化と機能形質の多様性の関係について検討することを目的とした。青森県白神山地内に設置された 2 箇所の固定調査区（高倉森とサンスケ沢）において、2014 年の 6 月下旬から 10 月上旬までにブナとハウチワカエデの葉をサンプリングし、単位面積当たりの葉重量（LMA）、葉内に含まれる物質（葉緑素、縮合タンニン、リグニン）量を計測した。LMA は調査区内の種間、および同種の異なる調査区間のいずれにおいても有意な差は認められなかった。さらに、本発表では葉内に含まれる物質質量について種間および種内の調査区間で比較する。

P1B022 分光反射率を用いた乾燥地植物タマリクスの水ポテンシャル特性の評価

深井曉雄<sup>1</sup>・楢本正明<sup>2</sup>・角張嘉孝<sup>2</sup>・王 権<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>静岡大学農学部

水ポテンシャルは、植物の水分状態に関する重要な指標であるが、この水ポテンシャルを測定する場合、主に使われるのは Psychrometric 法、Pressure chamber 法であり、いずれも破壊試験である。一方、分光反射率による解析はリモートセンシングにも用いられる技術であり、非破壊で計測できる。また簡便で迅速なため、連続的、長期的データが得やすく、スケールアップすることで広域的に測定することも可能になると考えられる。

本研究では 1 日に複数回の分光反射率測定に併せて Pressure chamber 法による水ポテンシャル測定を行うことで、分光反射率のデータから水ポテンシャルが推定できないか考察する。試験地は中国の新疆ウイグル自治区阜康ステーションであり、タマリクスを対象樹種とした。

総当たり法を用いて解析を行った結果、最も相関が得られた型は  $R_{693-R_{624}}$  であり、 $R^2=0.468$  であった。他の型も 693、624 又は 625 nm の反射率で相関が高いことから前述の波長域が水ポテンシャルに関わっていることが示唆される。この波長域を基に更なる解析を進めることで水ポテンシャルを推定する指数の開発を目指す。

## P1B023 山岳上部におけるミズナラの葉形態と生態の変異

増井悠人<sup>1</sup>・石田 清<sup>2</sup>

<sup>1</sup>弘前大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>弘前大学農学生命科学部

東北地方では、山地帯にミズナラが生育し、日本海側の山地帯上部（偽高山帯）にはミヤマナラが生育する。両変種については、分布の不連続性や葉身長、葉裏毛密度の変異との関係が報告されているが、知見は蓄積されておらず、ミヤマナラの生態やミズナラとの系統関係は未解明な点が多い。本研究では、形態比較に基づいてミズナラとミヤマナラの分化をもたらした生態的・進化的背景を推定した。青森県八甲田連峰と新潟県巻機山のミズナラ集団とミヤマナラ集団を対象に葉の形態比較と樹高の分析を行った。環境ストレスを表す指標である最大樹高を用いて集団の生育地をタイプ分けすると、調査集団は1) 最大樹高が高い集団、2) 最大樹高が地形によって連続的に大きく変化する集団、3) 最大樹高が低い集団という3つのエコタイプに分かれた。垂直分布によって各エコタイプを分類すると、タイプ1がミズナラでタイプ2,3がミヤマナラとなった。しかしながら、タイプ2には葉裏毛密度がタイプ1と類似している集団が見られ、エコタイプと変種は対応していなかった。このことから、垂直分布によって定義されるミヤマナラの中には形態の分化が進んでいない集団があるものと推定される。

## P1B025 落葉分解呼吸速度と微生物バイオマスの季節変化—L・F層間、尾根・谷間の違い—

佐藤 開<sup>1</sup>・安宅未央子<sup>2</sup>・檀浦正子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>京都大学大学院農学研究所

落葉の分解呼吸は、土壤呼吸に占める割合が大きいことと環境因子の影響を受けやすいことから、土壤呼吸変動の一要因と推定されているが、呼吸の主体である微生物のバイオマスとの関係に着目し解析した例は少ない。本研究では、京都府南部の落葉広葉樹二次林に優占するコナラを対象とし、最適な水分・温度条件下での分解呼吸速度（基礎呼吸）とSIR（基質誘導呼吸）法による微生物バイオマス（以下SIR）とを、月に1回の頻度で1年に亘って測定した。L・F層、並びに尾根・谷でその落葉を4類型に区分し、各類型について、基礎呼吸とSIRの季節変動並びに各類型の違いを定量評価するとともに、相関を検定した。結果、SIRは冬にはL・F層で差が無かったが、春～秋にはL層の方が高くなった。また、春のSIRの著しい上昇は谷よりも尾根の方で早く生じた。一方基礎呼吸は、各類型の差がSIRほど明瞭には観測されず、季節変動も比較的緩やかであった。更に、基礎呼吸とSIRとの関係は、尾根Fで弱い相関が検出されるに留まった。環境や基質の分解段階の違いにより微生物のバイオマスや季節に対する反応は顕著に異なるが、基礎呼吸の変動は小さく、微生物相の重要性が示された。

## P1B024 ヒノキ林土壌における細根の動態と空間分布

小島祥由・武田博清

同志社大学大学院理工学研究科

森林生態系における養分動態を解明するにあたり、地上部からの有機物とともに、地下部の細根現存量、成長量、枯死量などから細根の動態を研究することが重要視されている。本研究では、土壌薄片法を用いてヒノキ林土壌中の細根を調べ、細根を分解過程毎に分類し、細根の動態と、土壌中における細根の空間利用様式を明らかにした。

調査は、京都大学農学部上賀茂試験地のヒノキ林土壌において土壌ブロックを採取し、土壌深度4cmまで、深度1cmごとに1×1cmの薄片を6枚作成し、計696個の細根を調べた。分解過程毎で細根を分類したところ、生きた細根が約7割を占めた。直径は0.3mm以下が約7割を占め、1mm以上の肥大成長をした細根は1割未満で僅かであった。土壌深度毎の細根の個数分布は深度1~3cmに約6割が存在しており、深度0~1cmでは約1割と、特に分布の割合が少なかった。成長方向は土壌表面に対して水平方向に成長する細根が約8割を占めた。また、縦と斜め方向へ成長する細根は、水平方向と比べ、生きている細根の割合が多かった。

## P1B026 植物と菌根菌の最適資源交換の数理モデル

内之宮光紀・巖 佐庸

九州大学

植物とその根につく菌類（菌根菌）との共生は最も普遍的な共生の1つである。植物は光合成により二酸化炭素から炭水化物を作り出して菌類に与える。一方の菌類は土壌中のリン酸や窒素などを取り込んで植物に供給する。

本研究では、植物が炭素だけを獲得でき、菌はリンだけを獲得できると仮定し、数理モデルを使って最適な資源分配について議論する。植物と菌類が資源の分配を自ら調節できるとすると、取り込んだ資源を全て相手に与えるような戦略も最適となる場合がある。これは、取り込んだ資源の全てを相手に与えて相手の成長を促し、将来的に相手から受け取る資源を増やす事ができるためである。

また、資源の一部を相手に渡す場合について、より詳しい解析を行なった。成長がリービッチの最小律に従う、すなわち、成長がより少ない資源によって制限されるような場合では、自分で獲得できない資源が重要な場合には双方が相手への資源分配を増やす。一方、自分で獲得できる資源が重要な場合には、自分自身は相手への分配を減らす、相手はより多くの資源を渡すようになる。

P1B027 シカ食害環境下におけるナラ枯れ被害地の実生発生と林内環境の関係性

榊原菜々・長島啓子・田中和博

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

ナラ枯れの拡大に加えてシカの食害問題が広がり、ナラ枯れ被害地の植生回復は困難を極めている。そこで、ナラ枯れ被害地の植生回復とシカの食害の関係を明確にするため、本研究では被害地において林内環境やシカ防護網の有無が実生発生に与える影響を明らかにした。京都市宝ヶ池公園内の西向き及び東向き斜面にそれぞれ毎木調査プロットを設置した。その中で落ち葉掻きをした後、シカ防護網を設置した実生調査区と設置していない対照区を3~5箇所ずつ設置し、全天空写真撮影及び土壌硬度調査を行った。毎木調査の結果、西向き斜面では21種、512本の樹木を記録し、そのうちの8本がナラ枯れにより枯死していた。東向き斜面では18種、237本のうちの12本がナラ枯れ枯死木であった。胸高断面積合計割合は両斜面でコナラ属樹木が60%前後を占め、その他西向き斜面ではコバノミツバツツジやタカノツメ等が、東向き斜面ではアカマツやリョウブ等が確認された。実生調査より、両斜面ともに調査区では対照区よりも個体数の増加が顕著に見られ、増加数が斜面位置によって異なっていた。斜面位置の違いにも注目し、空隙率等の光環境や土壌硬度と実生発生の関係を考察する。

P1B029 島根大学三瓶演習林におけるナラ類集団枯損の進行状況

西川祥子<sup>1</sup>・尾崎嘉信<sup>2</sup>・久保満佐子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>島根大学生物資源科学部・<sup>2</sup>島根大学生物資源科学部附属生物資源教育センター

ナラ類集団枯損は、ブナ科樹木萎凋病によってブナ属を除くブナ科樹木が大量枯死することである。島根県では1986年に初めてナラ枯れが確認され、島根大学三瓶演習林のコナラ二次林では2007年に初めて萎凋病による枯死が確認された。ナラ枯れによって大量にコナラが枯死した後の森林構造を考える上で、進行中のナラ枯れの状況を明らかにすることは重要であると考え。そこで本研究では三瓶演習林における萎凋病による枯死個体の樹種や径級、分布、枯死率を調べることにより、ナラ枯れの状況を明らかにした。2013年と2014年に演習林内19haを踏査した結果、2014年までに萎凋病により枯死した個体は226個体で樹種は個体数順にコナラ、クリ、クヌギ、アベマキであった。さらに演習林内1haプロットでの2001年から2014年の毎木調査により、ブナ科樹木の枯死率は2001年から2006年が9.9%、2006年から2012年が12.2%、2013年が8.1%、2014年が12.5%であった。1ha内の健全個体は20~40cmの個体が多いのに対し、2014年までに萎凋病により枯死した個体は径級に偏りが見られなかった。本演習林では、萎凋病が最初に確認されてから7年経過した2014年に枯死率が最大となった。

P1B028 積雪地へのシカ分布域拡大が植生に与える影響

佐藤 優<sup>1</sup>・望月翔太<sup>2</sup>・箕口秀夫<sup>1</sup>

<sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

【目的】近年、かつての狩猟圧や積雪などにより分布域が制限され、シカ被害の報告が無かった地域へシカの分布域が拡大しつつある。そこで、積雪地帯において不成熟造林地における結果としての広葉樹林化、さらには積極的な資源管理を意識した広葉樹林化に対し、シカの生息復帰によってどのような影響が及ぶのかを明らかにする。【方法】新潟県上越市名立区のスギ人工林を調査地とした。その他の景観要素として落葉広葉樹林、カラマツ人工林、農地が点在している。カメラトラップ法と植生・被害調査を実施し、林分スケールでのシカの利用する環境、その環境に及ぼしている影響を検証した。また、GISを用いて景観スケールでの土地利用形態の影響についても検討した。一般化線形混合モデルを用いて、林分スケール・景観スケールにおけるシカの撮影頻度と周囲の環境との関係について解析を行った。【結果】解析の結果、景観スケールでは広葉樹林の面積率がシカの撮影頻度に正の影響、畑地の面積率がシカの撮影頻度に負の影響を及ぼしていることが明らかとなった。林分スケールでは高木層のDBH、標高が正の影響、低木層の総本数が負の影響を及ぼしていることが明らかとなった。

P1B030 ナラ枯れ木に発生するハカワラタケとキノコヒモミノガ類の生活環―被害履歴を考慮した季節消長の把握―

岩下幸平<sup>1</sup>・松井理生<sup>2</sup>・服部 力<sup>3</sup>・梶村 恒<sup>4</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>東京大学生態水文学研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

ブナ科樹木萎凋病（以下、ナラ枯れ）は森林の環境を変化させ、様々な生物群に影響を与える。本研究では、枯死木の創出、腐朽菌の発生、菌食性昆虫の利用という連鎖に注目した。愛知県瀬戸市の東京大学赤津研究林で、コナラ樹幹上の多孔菌を確認・同定し、それを摂食しているミノガ科の一種（以下、キノコヒモミノガ）の幼虫の頭数を記録した。そして、子実体の存在量と状態、ナラ枯れの被害履歴も調べ、キノコヒモミノガの発生との関係を推察した。また、キノコヒモミノガの化性や生活環、子実体の季節消長についても検討した。

その結果、キノコヒモミノガはタコウキン科のハカワラタケのみを餌とし、枯死翌年に最も多かった。ハカワラタケは枯死してから2~3年後にも存在したが、子実体が劣化し、キノコヒモミノガの幼虫は少ない、あるいは確認されなかった。また、関東ではキノコヒモミノガの年2化が示唆されていたが、本調査地では年1化であった。さらに、卵の孵化時期は、ハカワラタケの子実体が成長する8月上旬~中旬であり、本種のハカワラタケに対する季節的な同調性を示していると考えられた。この現象は枯死2年後も見られた。

P1B031 中国の半乾燥地に生育する *Artemisia ordosica* Krasch.の群落構造に環境要因が与える影響

松本哲也<sup>1</sup>・三木直子<sup>2</sup>・娜 布其<sup>2</sup>・廣部 宗<sup>2</sup>・張 国盛<sup>3</sup>・王 林和<sup>3</sup>・吉川 賢<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岡山大学農学部・<sup>2</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科・<sup>3</sup>内蒙古農業大学

中国内蒙古自治区の毛烏素沙地において、半乾燥地の緑化に利用されているキク科の落葉半灌木 *Artemisia ordosica* の群落構造に、土壤表層の環境条件と、同所的に分布する匍匐性のヒノキ科の常緑針葉樹 *Juniperus sabina* の存在が与える影響について調査を行った。固定砂丘から半固定砂丘上に50個の調査区を設置し、株サイズ(樹高、樹冠投影面積(CPA))、結実状況、表層土壤の養分量と *J. sabina* の被覆度等を測定した。固定砂丘上の1調査区では株の位置も測定した。一般化線形モデルによる解析の結果、固定砂丘から半固定砂丘上では大型の株(樹高25cm以上)は土壤養分量が多いほど株密度やCPA合計が減少し、小型の株(25cm未満)も株密度が減少していた。また、大型の株の密度は *J. sabina* の有無に影響を受けていなかったが、小型の株の密度とCPAの合計および結実株の密度は *J. sabina* の存在により高い値を示した。これらの結果から、固定砂丘から半固定砂丘では *A. ordosica* の養分要求量を満たすほど土壤が肥沃であると考えられた。また、*J. sabina* による湿潤な土壤深層から乾燥した土壤表層への水の再分配や流砂防止が *A. ordosica* の定着を促進している可能性が示唆された。

P1B033 アマゾン川河口の浸水林におけるアサイー生産地の水位変動

北村 亮<sup>1</sup>・戸田浩人<sup>2</sup>・山田祐彰<sup>2</sup>・ベリングラート 木村園子ドロテア<sup>2</sup>・及川洋征<sup>2</sup>・永井沙知<sup>3</sup>・堤 剛太<sup>3</sup>・崔 東壽<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>東京農工大学大学院農学府

ブラジル・パラ州のアマゾン川河下流低湿地では、地域住民の経済的基盤作物(果実)を生産する天然生アサイー(*Euterpe oleracea*)以外の樹種を除伐することにより、植生の単一化が急速に進んでいる。一方、水位変動や地形などの立地条件がアサイーの生育に与える影響についての知見は少なく、アサイー生産の量や質の持続性が危ぶまれている。本研究では、浸水時の冠水高が異なるアサイー生産地に調査区画(20m×20m)を設置し、混生樹種の同定と樹高測定を行い、同時に塩ビ管を設置し、地上・地下水位を測定し、Barcarena市 Vila do Conde 港の潮汐表と照合した。

10月~11月にかけては、大潮時の潮位上昇に伴い地上水位(冠水高)が上昇し、11月~12月にかけては、潮位低下に伴い地上水位が低下した。冠水の深い調査区画に比べ、浅いか中位の区画では、ミリチーヤシ(*Mauritia flexuosa*) (株元の髭根にリターが堆積し、作物の生育に適した肥沃で水はけの良いマウントを形成する)や木本数が多く、アサイーの生育も良好であった。生態系保全を考慮しアサイーを持続的に生産するためには、冠水が浅いか中位の立地が適していることが示唆された。

P1B032 北海道石狩海岸における海浜植生の帯状分布

阿部美聡・玉井 裕・宮本敏澄・矢島 崇

北海道大学農学部

砂丘海岸では、その立地条件から独特の植生が形成される。強風による海塩の輸送と飛砂、地表の不安定性に加え、高温、貧栄養、乾燥状態になりやすい。このような環境には一般の植物は適応できず、海浜環境に適した植物が群落を形成する。本研究では、海浜植物群落の種構造とその変化を把握することを目的とした。調査地の石狩海岸において汀線とほぼ直角に5m×5mの連続した植生調査区をカシワ林に到達する地点(275m)まで設置し、調査区ごとに出現種およびその被度を記録した。全出現種は36種で、そのうち最大被度2以上の種は18種、最大被度4以上の種は5種だった。汀線側ではハマニンニクやハマヒルガオを主とし、その中にコウボウムギ等が点在する海浜植物群落が形成されていた。ススキなどの普遍的な種は内陸に向かって徐々に優占的になった。汀線からカシワ林に至るまでハマニンニク帯、ハマヒルガオ・ススキ帯、ハマナス・ススキ帯、クマイザサ帯というように、50m~75m間隔で優占種が変化する帯状構造が見られた。

P1B034 攪乱規模の異なるイヌブナ天然林の長期再生過程

佐原奈々美・逢沢峰昭・大久保達弘

宇都宮大学農学部

林冠疎開規模の異なるイヌブナ天然林の長期再生過程を影響明らかにするため、東京大学秩父演習林内に1984年に設置された天然林区(0.35ha)と1990年の皆伐後に設置された皆伐区(0.16ha)において、2014年に毎木調査の再測を行い、種組成と林分構造の変化を調べた。また秩父地域ではシカの生息数が増加しているため、シカの剥皮状況も調べた。天然林区においては、30年間で種組成や林分構造に大きな変化はみられなかった。2004年の調査時にみられた林冠ギャップ(小規模林冠疎開部)は、周囲のイヌブナ萌芽幹などの成長によって10年間でほぼ閉鎖していた。一方、皆伐区(大規模林冠疎開)では皆伐後24年目の現在、2004年の調査時同様にウダイカンバが高木層から亜高木層にかけて優占していた。ウダイカンバはBAの増加がみられたものの、枯死幹数の増加と相対優占度の低下がみられた。2004年に優占度の高かったミズキはシカ剥皮を受けて枯死した個体が多く、ほぼ消失していた。イヌブナは亜高木層に伸長成長しており、2004年時点よりもBAおよび相対優占度の増加がみられたことから、長期的には皆伐区ではイヌブナの優占が増すことが示唆された。

### P1B035 モンゴル国北方林における違法伐採を伴う大規模火災による森林劣化

友成美咲<sup>1</sup>・中桐恵利華<sup>2</sup>・音田高志<sup>2</sup>・赤路康朗<sup>2</sup>・Uyanga Ariya<sup>2</sup>・廣部 宗<sup>2</sup>・Baatarbileg, Nachin<sup>3</sup>・坂本圭児<sup>2</sup>・吉川賢<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岡山大学農学部・<sup>2</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科・<sup>3</sup>National University of Mongolia Faculty of Forestry

モンゴル国北方林では近年人為的の火災が大規模化し、森林が劣化しつつあることが指摘されている。そのため、火災跡地での森林再生過程を明らかにする必要があるが、火災後には違法伐採を伴うことが多く、その影響には不明な点が多い。そこで本研究では、大規模火災に違法伐採が加わることが森林再生に与える影響を明らかにすることを目的とし、大規模火災跡地で違法伐採されたサイトとされていないサイトで稚樹の出現状態を調査した。火災跡地に出現するのはシラカンバとカラマツであり、硬質土壌上に多くみられた。火災後シラカンバは地上部が燃えて枯死し火災跡地での種子供給源はなくなるが、種子散布範囲が広いため残存林からの種子供給に依存して更新するのに対し、カラマツは種子散布範囲が狭いが、高い火災耐性を持ち火災跡地に残存できた林冠木からの種子供給で更新することが分かった。このような両樹種の火災後更新戦略から、違法伐採によりカラマツの種子供給源が除去され、また火災の大規模化によりシラカンバでも種子が届かないサイトが現れることで、違法伐採を伴う大規模火災跡地では森林再生の遅延、あるいは草原化の危険性があることが示唆された。

### P1B037 北海道東部老齢ミズナラ林における樹木個体間の相互作用の抽出

齋藤大・矢川健太・城田徹央・岡野哲郎

信州大学大学院農学研究所

九州大学農学部附属演習林北海道演習林（十勝支庁足寄町）のナラ学術参考保護林内において、ミズナラ天然林の長期動態を明らかにするために、1999年に2haの調査区が設定され、2014年まで5年おきに調査が行われている。本研究の目的は、15年間のサイズ構造と空間分布の変遷を解析し、樹木個体間の相互作用の影響を論じることである。

この林分の上層はミズナラ、下層はイタヤカエデが優占する。個体数で見ると調査期間に下層に分布するミズナラで高い枯死率が示された。RipleyのK関数を用いて空間分布を解析した結果、1999年ではミズナラは3~37m、イタヤカエデは3~50mの集中斑を示したが、2014ではミズナラの集中斑が4~17mに縮小し、イタヤカエデでは変化がなかった。

このミズナラの集中斑の細分化はミズナラ下層木の枯死によるものと考えられる。ミズナラ下層木の枯死の要因として攪乱等の影響はほとんどないことから、ミズナラ同士の種内競争、イタヤカエデとの種間競争の影響が示唆される。今後の課題としては、ミズナラ下層木の生存や成長に及ぼす隣接個体の効果を明らかにする必要があるだろう。

### P1B036 北海道東部老齢ミズナラ林の風雪に対する攪乱体制評価のための腐朽診断

矢川健太<sup>1</sup>・齋藤 大<sup>1</sup>・城田徹央<sup>2</sup>・岡野哲郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>信州大学学術研究院農学系

ササ型林床において、マウンド・ピットの形成は実生の定着を促進するため、風雪による根返りは森林の維持機構において重要なプロセスである。これに対し、幹折れは土壌の攪乱を伴わないため、相対的に更新への寄与は小さい。一方で、樹幹内に腐朽を有する樹木は脆弱となり、腐朽比率の増加に伴い、被害形態は根返りから幹折れにシフトする。したがって、ササ型林床における実生更新の機会を考察する上で、林冠木の腐朽状態は重要な因子である。そこで本研究では、九州大学北海道演習林内の老齢ミズナラ天然林に設置された2haの固定調査区において、林冠木の腐朽程度の評価を目的とした。2014年9月にラインプロット(10m×180m)を3箇所設定し、ミズナラ各個体の腐朽率(樹幹断面積に対する腐朽面積比率)をレジストグラフ(IML社製RESI PD500)を用いて判定した。その結果、73個体中17個体(23.3%)に腐朽が確認されたものの、そのうち13個体では腐朽率5%以下であり、最も高い腐朽率は35%であった。腐朽率がおおよそ50%を超えると、幹折れとなる比率が大きく増加することが知られているため、本調査地において風雪による被害形態は、ほとんどの個体で根返りになると推察される。

### P1B038 蒜山地域の火入れ草原におけるブナ科樹種の更新要因の推定

村井敦史

鳥取大学大学院農学研究所

岡山県蒜山地域では、少なくとも700年前にはすでに人間活動による火の攪乱が起こっており、カヤ刈りや堆肥のために、毎年春に火入れが行われてきた。蒜山地域で現在も火入れされている地域では、コナラやクリなどの樹種において地際部に肥大化した根株がみられ、毎年火入れによる攪乱を受けても肥大化した根株からの萌芽により地上部の再生を繰り返している。この器官は攪乱後の初期遷移において、地上部再生資源として重要な影響を及ぼすと考えられる。しかし、この器官が地上部再生資源としてどのような影響を及ぼすかは不明であり、また火入れ草原において樹木が更新する要因について研究した例はない。そこで本研究では、岡山県真庭市の火入れ草原(標高約500m)においてブナ科樹種の生存・生長について調査し更新の要因について考察した。生存については2.5m×2.5mあたりの出現数と環境条件を測定し、また生長については個体当たりのシュートバイオマスと肥大根株サイズを含む環境条件を測定した。データは一般化線形モデルで解析を行った。

P1B039 動物の摂食および自然攪乱がチドリノキの萌芽更新に与える影響：幹サイズ構造における 10 年間の変化

田畑早紀・小山(中井) 亜理沙・鳥丸 猛・万木 豊・木佐貫博光  
三重大学大学院生物資源学研究所

動物の摂食や自然攪乱が溪谷林に生育するチドリノキの株の萌芽更新に与える影響を、2004 年から 2014 年までの 10 年、6 回にわたって調べた。株数、株あたりの幹本数ともに減少傾向にあった。枯死幹はのべ 189 本で、立枯れ幹が最も多く、続いて動物の摂食や地表攪乱によって枯死した幹が多かった。新規加入幹はのべ 28 本で、いずれも萌芽によるものであった。溪谷林では溪流の流路にそって地表攪乱が起こり、堆積していた礫が移動した際に損傷を受けて倒伏する幹や、水流によって洗掘が起こり根返りする株がみられた。動物の摂食痕は主に直径 4 cm 以下の小径幹でみられた。その多くが幹を折られていた一方で、摂食や角こすりによって幹を傷付けられた後に腐朽して折れる幹もみられた。株ごとの幹直径の変動係数は減少傾向にあった。小径幹の成長を支える大径幹の幹本数が立枯れや地表攪乱によって徐々に減少し、動物による摂食が小径幹の成長と新規加入を阻害しているため、株における幹の更新が滞っている。今後も摂食の繰り返しで幹の新規加入が阻害されれば、個体群の維持に影響が及ぶ可能性がある。

P1B041 モンゴルテレルジ国立公園におけるシベリアカラマツと温帯草原の移行帯におけるその年齢構造

LI, HAO<sup>1</sup>・KAWADA, KIYOKAZU<sup>1</sup>・OHASHI, HARUKA<sup>3</sup>・KAMIJO, TAKASHI<sup>1</sup>・UNDARMAA, Jamsran<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>Mongolian State University of Agriculture・<sup>3</sup>森林総合研究所

モンゴルの北部には草原と森林のエコトーン域がある。本研究はシベリアカラマツ林と草原のエコトーンにおける樹木の年齢構造を明らかにすることを目的とする。調査地のテレルジはウランパートルの北東部に位置する。エコトーン 4ヶ所 (No1~4) において、100 m のラインを設置し、毎木、実生調査をした。4ヶ所の森林面積はそれぞれ異なり No 4 の森林面積最も大きい。シベリアカラマツのサイズ構造は全体的に一山型の分布を示した。また No 4 で草原側から森林内にかけて種構成の変化が見られ、50 m と 100 m の地点で *Pinus sibirica* がやや多く出現した。年齢構造は更に一山型になり、No 1 は 28~38 才、No 2 は 38~49 才、No 3 は 65~80 才、No 4 は 51~65 才ピークがあった。No 2、3、4 では少数ではあるが、100 才以上の個体が見られた。これらの老齢個体は、森林のより内部で多かった。以上のことから、エコトーン域のカラマツは火事などの攪乱後一斉更新していると考えられる。また攪乱頻度はエコトーンからの距離で異なり、森林内ほど攪乱頻度が低く、このことが森林種構成 (*Pinus sibirica* が多い) にも影響している可能性がある。

P1B040 湿原域における放棄牧草地と残存湿地の土壌シードバンクの比較

柴田昌俊<sup>1</sup>・森本淳子<sup>1</sup>・志田祐一郎<sup>2</sup>・中村太士<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>(株)野生生物総合研究所

植生復元を目標とする放棄牧草地では、農地転換及び長期の農地利用により、湿生植物種の種子供給源が減少し、対策として土壌シードバンク (以下 SB) が注目されている。① 湿地植生復元における SB 利用の有用性、② 水分条件やサンプル採取深度の変更による SB の効率的な利用方法、の二点を解明することを目的とした。北海道東部、標津川流域及び当幌川流域で、営農中及び耕作停止後 6 年、13 年、15 年、26 年が経過した牧草地・残存湿地を対象とし、0~5 cm 及び 5~10 cm の土壌を採取した。湿潤条件と湛水条件下で播きだし実験を行った。実験の結果、牧草地の SB と残存湿地 SB は種組成が大きく異なり、営農活動による影響が明らかになった。牧草地 SB において最も種数、密度が出現する組み合わせは休耕年数 6 年、0~5 cm 深度のサンプルを湿潤状態で発芽させることであった。また、SB 中に牧草種は確認されず、SB の活用により湿生植物種を導入し、湿地植生の復元を期待できることが示唆された。しかし、一部の希少種は異なる水分条件、深度のサンプルで発芽した。実際に SB を活用する際には異なる土壌を利用し、多様な水分条件を設定することが多くの湿生植物種の導入に重要である。

P1B042 丹沢山地 47 ha 集水域における D50 cm 以上全木の分布：高精度 DEM を用いた微地形スケールでの解析

山田亜樹人<sup>1</sup>・酒井暁子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>横浜国立大学理工学部・<sup>2</sup>横浜国立大学大学院環境情報研究院

森林バイオマスに大きな影響力を持つ大径木の空間分布がどのような地形要因によって規定されているかを、西丹沢の温帯域 47 ha の集水域において DBH50 cm 以上の全木を対象に調査・解析した。LiDAR による高精度 DEM を用いて、集水域全域の標高、斜面傾斜、斜面方位および半径 15-180 m の様々な評価範囲でのラブラシアン (地表凸度) を求め、大径木全体と代表的樹種について、出現確率およびサイズを説明する地形変数をモデル選択によって抽出した。出現確率に対しては、半径 90-180 m 程度の範囲での凸度が高いほど増すとの共通傾向に加え、緩傾斜 (全体、モミ)、急傾斜 (ミズナラ)、南向き (ブナ)、低標高 (ミズナラ) のように樹種によって異なる変数が選択された。またその中でより大サイズとなる場所は、低標高がほぼ共通し、加えてブナでは大範囲での凸度がより高い・東向き、イタヤカエデでは狭範囲では凸度が低い・東および南向きのように異なっていた。以上より大径木は、集水域の中で地表が安定し、生育環境の良い尾根筋に偏在しており、その中でもよりストレスの弱い環境で大きくなる傾向があると言えるが、樹種により地形との関係は様々であることが示された。

P1B043 落葉広葉樹成木下における同種実生から他種実生への置き換わりの程度—優占度の異なる4種の比較—

鈴木綾・清和研二

東北大学大学院農学研究所

植物群集の個々の種の優占度ならびに種多様性の創出メカニズムを説明する仮説として Plant-soil feedback (PSF) が注目されている。PSF には Negative PSF と Positive PSF がある。前者は親個体の近傍における種特異的な病原菌による同種子個体の死亡と他種の生き残りが特定の種の寡占を抑え種多様性を高め、後者は菌根菌との共生により親個体近傍で同種子個体の定着が促進され、特定の種の優占度が増し多様性は減少する。したがって、PSF が優占度を決定する要因のひとつである可能性がある。しかし野外の森林群集で成り立つかは確かめられていない。

本研究では、宮城県の老熟した落葉広葉樹森林において優占度の高い2種と低い2種の成木各3本を対象に、成木からの距離(近・遠)における同種および他種実生の年齢および全長を調査し、それを基に Feedback 指数を算出し、優占度との関連を解析した。

相対優占度と Feedback 指数は有意な正の相関を示した。つまり、優占度の高い種は Positive PSF により優占度を高く維持し、優占度の低い種は Negative PSF により優占度を低く維持する傾向がみられた。個々の種の優占度は PSF に大きく影響されていることが示唆された。

P1B045 冷温帯林において種の多様性は樹冠内受光量の不均一性をもたらすのか？

藤野大河<sup>1</sup>・水永博己<sup>1,2</sup>・飯尾淳弘<sup>1,2</sup>・宇佐美敦<sup>3</sup>・米持紗希子<sup>2</sup>・青井夕貴<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>静岡大学農学部・<sup>3</sup>静岡大学技術部フィールド支援部門

森林群落における光資源の分配パターンは物質生産やガスフラックスに大きく関わっている。一方で、多様性の高い森林は生理特性、特に光—光合成特性も多様であることが予想される。このような群落では、光がより不均一な状態であることで、光資源がそれぞれの種に分配されていると考えられる。しかし、種の多様性と光環境の不均一性との関係を樹木の受光器官である葉の分布から明らかにした研究はない。そこで、本研究では種の多様性と、樹冠内の光の分布の不均一性を枝葉スケールと樹冠スケールの二つの異なる空間スケールでの葉分布構造を用いて明らかにすることを目的とする。

調査は、オオイタヤメイゲツが優占する多様性の高い太平洋側の冷温帯林である静岡大学南アルプスフィールド(標高1400m、南東側斜面傾斜10°~25°)内の1.5haプロットで行った。プロット内の多様性の高い場所(H'=3.83)と低い場所(H'=0.40)にそれぞれ観測タワーを設置し、枝葉の受光特性を示す SPAR および葉群分布を3D レーザースキャナを用いて測定した。また、群落および種ごとの LAI をリタートラップの結果から算出し、光環境ごとの葉の出現頻度から光の不均一性を評価した。

P1B044 成木と子個体の空間分布は同所的か、排他的か—優占度の異なる落葉広葉樹数種の比較—

佐々木崇徳<sup>1</sup>・清和研二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東北大学農学部・<sup>2</sup>東北大学大学院農学研究所

植物群集の種多様性維持メカニズムを説明する有力な仮説として、植物と土壤微生物との相互作用を仮定した Plant-Soil Feedback (PSF) 仮説が近年注目されている。PSF には、親木近傍で菌根菌を介し同種実生の定着を助ける正の PSF と、親木近傍で病原菌を介し同種実生の定着を妨げる負の PSF がある。近年、草本群集で優占度の高い種は正の PSF、低い種は負の PSF を示すことが報告されており、森林でもこの傾向が見られるかを空間分布構造の解析から、以下の仮説を検証する。

(1) 成木の分布は、優占種で正の PSF により集中分布し、集中班も大きくなる。一方、非優占種で負の PSF により離散分布し、集中班も小さくなる。

(2) 優占種は正の PSF により成木と稚樹が同所的に分布する。逆に非優占種は負の PSF により稚樹の生育初期の同所的分布から、成長に従い排他的分布を示す。

老熟落葉広葉樹林に6haの調査区を設置し、DBH≥5cmの全樹木、ならびに主要5種の全個体のサイズと位置を調査した。分布構造はL関数(Besag 1977)で解析した。

結果：成木では優占度の高い種ほど集中分布し、低い種では離散分布する傾向が見られた。また、主要5種のサイズ間分布相関についても解析する。

P1B046 天然性二次林の群落構造は再現できるのか？—定量的評価法の開発—

堀田佳那・隅田皐月・石井弘明・黒田慶子

神戸大学大学院農学研究所

自然回復緑化は、都市開発等により失われた二次林の復元を目的として行われる緑化であるが、まだその歴史は浅いため、様々な手法が乱立している。また、緑化目標の達成度は、植栽木の生存率や植被度で評価されることが多い。本研究では、周辺二次林との生態的連続性を目的として10年前に植栽された神戸市の緑化地において、緑化目標の達成度を生態学的な観点から評価した。その結果、緑化地は二次林と比べて垂直構造が未発達であること、目標林形である周辺二次林が遷移したこと、などが明らかになった。二次林の構造を再現するためには、遷移の方向を予測する必要があると考えられる。そこで、緑化地近隣の二次林の植生データ(個体数・胸高断面積)をもとに、多次元尺度構成法(MDS)による解析を行った結果、二次林の植生変化は同一林分内でも多様であり、小面積の調査データをもとに緑化目標を設定すると、緑化地の植生は将来的に目標林とはかけ離れたものになる恐れがある。さらに、個体数は年変動が大きいので、設計時には周辺林分の構造(胸高断面積等)を参考にすべきであると考えられた。

P1B047 宮城県における海岸林植栽候補樹による耐潮性試験

横山翔一<sup>1</sup>・戸田浩人<sup>2</sup>・崔 東壽<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学農学部・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究院

宮城県では2011年3月の震災による津波で大きな被害を受けた海岸林の造成が進められている。宮城県では従来広く用いられてきたクロマツに加え、広葉樹を用いた造成方針が計画されている。海岸林は強い潮風による飛来塩分の影響などにより、樹木にとって生育の厳しい環境である。しかしながらクロマツと比べ、広葉樹の耐潮性に関する見識は十分ではなく、特に落葉広葉樹に関する知見は乏しい。そこで本実験では宮城県で海岸林の植栽候補樹である広葉樹苗木(クリ、ケヤキ、コナラ、サクラ、タブノキ)と、クロマツ苗木を用い、塩水吹付実験によって各樹種の耐潮性を調査した。実験は2014年6月中旬から10月上旬にかけて東京農工大学のキャンパス内で行い、塩水吹付処理は約2週間ごとに実施した。実験の結果、クロマツは生長量、生理障害、可視被害、葉内塩分量においても影響がほとんどみられず、次いでタブノキは影響が小さかった。クリ、ケヤキ、コナラ、サクラについては各調査項目で大きな影響が確認された。中でもサクラはいずれの調査項目でも対照区(塩水に加えイオン交換水吹付処理)との有意差が早い段階で生じ、塩分の影響が最も受けやすいと考えられた。

P1B049 福島県中通り東和地区における山菜利用植物の潜在生育地

木村絵里<sup>1</sup>・星野義延<sup>2</sup>・大橋春香<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>森林総合研究所

福島第一原子力発電所事故による山菜への影響を評価することを目的に、山菜種の潜在生育地と高空間線量率域の重なりを程度を調べた。調査は福島県中通りの二本松市東和地区で行った。対象地の植生を把握することを目的に、1/5000縮尺の植生図の作成と植生調査を102地点で行った。植生タイプごとの出現種の常在度階級値を用いてDCAによる序列化を行った。また128地点で対象とした山菜15種の在・不在と、エアカウンターを使用した地上1m高の空間線量率を記録した。そして山菜の在不在を目的変数にしたロジスティック回帰分析と、空間線量率を目的変数にした重回帰分析を行った。説明変数は標高、傾斜角度、斜面方位、TPI、道脇か否か、植生データを使用し、AIC基準でベストモデルを決定した。植生データには植生図凡例を使用した場合とDCA第1~3軸のスコアを使用した場合で予測精度の比較を行った。その結果、空間線量率は高標高の南東側斜面と北側斜面の谷部で高くなった。山菜は4種について高い精度のモデルが得られ、高標高の尾根部と5つの森林タイプで在となったコシアブラは高空間線量率域との重なりが大きく、尾根部の道脇と草地で在となったワラビは重なりが小さかった。

P1B048 森林の多面的機能の価値とその空間減衰：近畿3府県での事例

長廣修平<sup>1</sup>・田中勝也<sup>2</sup>・久保英也<sup>3</sup>

<sup>1</sup>滋賀大学・<sup>2</sup>滋賀大学環境総合研究センター・<sup>3</sup>滋賀大学経済学部ファイナンス学科ファイナンス市場

本研究は森林多面的機能のうち、生物多様性保全・土砂災害防止・水源涵養の3機能に着目し、それぞれの経済的価値をコンジョイント分析により評価した。森林のように保全することが社会的に望ましい対象の場合、回答者が質問に対して過剰に反応し、バイアスが生じる可能性が否定できない。本研究ではこのような社会的望ましさのバイアスを低減するため、回答者が他者の支払意思を予測する推論評価を、従来の主観評価とあわせ実施した。分析対象は滋賀県の森林であるが、森林多面的機能の一部は県外にも及んでいるため、滋賀・京都・大阪の近畿3府県を対象にアンケート調査を実施した。

推論評価による分析結果によれば、生物多様性保全機能の価値が有意なのは滋賀県のみであった。県外では人々はより直接的な機能に価値を見出しており、生物多様性のように間接的利用・非利用価値が主体の機能を保全するためには、県内で費用負担していくことの必要性が示された。その一方で、土砂災害防止・水源涵養機能などについては、県外における価値も有意な結果となった。なお、推論評価による森林価値は主観評価のそれと比較して低く、社会的望ましさのバイアスの存在が示された。

P1B050 雄性両全性異株ヒトツバタゴ“*Chionanthus retusus*”の交配パターン

加藤大輔・稲永路子・戸丸信弘

名古屋大学大学院生命農学研究所

ヒトツバタゴは長崎県対馬と愛知県から岐阜県にかけての東濃地方に隔離分布をしており、環境省のレッドリストで絶滅危惧種に指定されている。東濃地方では孤立した自生地127個体が自生するのみである。ヒトツバタゴは機能的にも雄性両全性異株であるかは明らかになっていない。雄性両全性異株の多くは機能的には雌雄異株であり、機能的にも雄性両全性異株であると報告されている種は11種のみである。雄性両全性異株の維持には雄株が両性株と比較して2倍以上の繁殖適応度を持つ必要があるとされる。ヒトツバタゴの交配パターンを明らかにすることは保全策を検討する上で必要不可欠である。本研究では、ヒトツバタゴが機能的にも雌雄両全性異株であるかどうか、またどのような交配が行われているのかを明らかにするため、東濃地方の8自生地25種子親553種子を対象にマイクロサテライトマーカーを用いた父性解析を行った。その結果、ヒトツバタゴは機能的雄性両全性異株を示し、種子段階の雄株の繁殖適応度は両性株の約3.57倍であり、自殖率は約3.1%だった。花粉散布距離はほとんどが100m以下であり、また植栽木からの花粉散布が示唆された。



P1B051 海岸クロマツ林における雌雄異株高木シロダモの結実特性

秋保開社・紙谷智彦

新潟大学大学院自然科学研究科

近年、マツ枯れの進行する海岸林で樹種転換が試みられている。本研究は、海岸クロマツ林内でパッチを形成する常緑高木シロダモを対象として、結実に効果的なパッチサイズを明らかにし、天然更新への応用について検討する。シロダモはハナアブなどの双翅目昆虫が花粉媒介を行う雌雄異株植物であるため、雌への訪花と結実は周辺の雄のみならず、競合する雌の分布や花数の影響を受けると考えられる。

マツ枯れが進行しつつある新潟市の海岸クロマツ林に60×60mの調査区を設置し、135個体のシロダモの位置図を作成した。2013年にすべての個体の花数とその後の結実数を調査した。翌年には粘着性トラップによる訪花昆虫数と花数の調査を行った。これらのデータをもとに、GLMMを用いて周辺雌雄が雌の結実と訪花数に与える影響を解析した。

その結果、雌個体の結実・訪花数には周辺の雄花数が正に効いていた。一方周辺の雌花数は半径7m以下のパッチサイズで負の効果があり、雌個体同士が競争関係にあった。しかし、7m以上になるとパッチサイズの増大により雌個体同士が扶助関係にあった。これらの結果をもとにシロダモの結実特性を考慮した天然更新施業の可能性について考察する。

P1B053 フタバガキ科樹木の繁殖フェノロジーは種によって応答する気象条件が異なるか？

森本彩夏<sup>1</sup>・沼田真也<sup>1</sup>・保坂哲朗<sup>1</sup>・Mazlan Hashim<sup>2</sup>・谷尚樹<sup>3</sup>・佐竹暁子<sup>4</sup>・市栄智明<sup>5</sup>・Nashatul Zaimah Noor Azman<sup>6</sup>・Noraliza Alias<sup>6</sup>

<sup>1</sup>首都大学東京都市環境科学研究科・<sup>2</sup>マレーシア工科大学 INSTeG・<sup>3</sup>国際農林水産業研究センター林業領域・<sup>4</sup>北海道大学地球環境科学研究科・<sup>5</sup>高知大学農学部・<sup>6</sup>マレーシア森林研究所森林バイオテクノロジー

東南アジアの熱帯雨林では、数年に一度、フタバガキ科を中心に様々な樹木が同調して開花・結実を行う一斉開花という現象が知られている。この現象を通じて多くの林冠木が世代交代するため、森林管理においても極めて重要な現象といえる。しかし、どのような種が、どのような繁殖フェノロジーを示し、一斉開花現象に寄与しているのかは明らかになっていない。本研究では、マレーシア森林研究所の見本林に生育するフタバガキ科112種を対象とし、35年の開花・結実のデータを用いて、繁殖頻度と同調性の種間比較を行った。その結果、繁殖頻度は種によって大きく異なっていたが、1976年から2010年の間に16回の繁殖同調が見られ、種数や種構成に違いがあった。さらに、気象要因と繁殖フェノロジーの関係を議論するため、1990年から2010年までの低温（日最低気温20℃以下）と乾燥（30日間積算降水量40mm以下）の発生状況を調べたところ、繁殖同調前に、乾燥と低温のどちらか、もしくは両者が見られたことが明らかになった。また、繁殖前に乾燥が見られた種、低温が見られた種があり、これらの環境応答の違いが繁殖フェノロジーの種間変異に大きく関わっているものと考えられた。

P1B052 那須山系におけるミヤマナラの繁殖様式

遠川千聡<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>・大久保達弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>宇都宮大学

ミヤマナラはしばしば多数の匍匐幹からなる群落を形成する。これらの幹が無性繁殖により生じた一つのジェネットなのか、有性繁殖により生じた多数のジェネットからなるのかは不明である。本研究は那須山系においてミヤマナラのクローン構造、空間遺伝構造および父性解析による花粉流動を核DNAのSSR分析によって明らかにすることを目的とした。調査地のミヤマナラ優占群落内に50m×42mの調査プロットを設定し、幹長1m以上の独立した259幹より分析用の葉試料を採取した。またプロット中心のひとつのパッチの着果幹から堅果試料を採取した。DNA抽出後、葉・堅果の試料について9遺伝子座の遺伝子型を決定したところ、調査群落は53ジェネットからなっていた。単幹のジェネットが最も多いものの、調査幹の約8割は無性繁殖由来であり、最大87幹からなっていた。また各ジェネットは10m以内に有意な空間遺伝構造を有していたことから、種子の散布制限が示唆された。父性解析の結果、自殖個体はみられず、調査群落外の花粉による受粉割合が最も高く、次いで1m以内の近隣個体との交配がみられた。

P1B054 サワラにおける繁殖干渉の実態評価方法—葉緑体DNAマーカーを用いた花粉1粒からの樹種判別—

蘇彰宏<sup>1</sup>・鶴田燃海<sup>2</sup>・向井譲<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学大学院応用生物科学研究科・<sup>2</sup>岐阜大学応用生物科学部

戦後の拡大造林のために、毎年春にスギやヒノキの花粉が大量に飛散している。これらの花粉を他のヒノキ科樹種の胚珠が受粉してしまうと、同種花粉との受粉を妨げられ、繁殖干渉が起きているかを確かめるためには、空中花粉および胚珠内に取り込まれた花粉の樹種判別を行う必要がある。そこでコピー数の多い葉緑体DNA領域を対象として花粉1粒からの樹種判別可能なマーカーの開発を試みた。

DNAデータベースに登録されているヒノキ科樹種の葉緑体DNAの*trnL*~*trnF*領域の塩基配列より、種特異的な多型領域を探索した。ギャップの長さが異なる*trnL*のイントロンを増幅するようにnested PCRプライマーを設計した。

ヒノキ科の複数樹種の葉から抽出したDNAを鋳型とし、開発したマーカーを用いてPCR増幅を行ったところ、期待される増幅断片長の違いを変性アクリルアミドゲルによる電気泳動により確認できた。またスギ、ヒノキ、サワラの雄花より集めた花粉を1粒ずつ単離し、プロテアーゼKを用いた手法により花粉1粒からDNAを抽出した。開発したマーカーは、花粉1粒から抽出したDNAからも増幅が確認され、3樹種の判別が可能であった。

## P1B055 「山中のハリモミ純林」における植生変化とハリモミの遺伝的多様性

吾妻直彦<sup>1</sup>・齊藤陽子<sup>2</sup>・井出雄二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学農学部・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

調査地は富士山北西部の鷹丸尾溶岩流上の天然林で、かつてトウヒ属ハリモミの純林だった。しかし、100年以上前の山火事や近年のハリモミ枯死により、現在では林相が大きく変化している。本研究では調査地における植生の時系列的変化と生育するハリモミの遺伝的多様性を明らかにした。

まず、1959-2007年の空中写真6枚を用い、調査地を100mメッシュに分割してハリモミ、広葉樹、アカマツなど計7つの林相に分類した。複数の林相から選んだメッシュの中心地点8カ所で植生調査を行った。さらに、ハリモミ林とアカマツ林内のそれぞれ異なる3階層のハリモミを用いて核SSRマーカー5座による遺伝解析を行った。

結果、ハリモミ林相のメッシュは46.3%から6.8%まで減少し、広葉樹を含む林相に変化していた。植生調査の各地点の胸高断面積合計による優占種はハリモミ、アカマツ、モミまたはコナラであった。ハリモミが優占する地点の亜高木層は広葉樹が発達し、ハリモミの稚樹はハリモミが優占する地点よりアカマツが優占する地点で多かった。また、全ての階層で遺伝的多様性の指数は同程度で、 $F_{IS}$ は0から有意にずれていなかった。

## P1B057 交配による精英樹系雄性不稔スギの作出と成長・材質の評価

袴田哲司<sup>1</sup>・山本茂弘<sup>2</sup>・池田潔彦<sup>1</sup>・藤澤示弘<sup>3</sup>・齋藤央嗣<sup>4</sup>・斎藤真己<sup>5</sup>

<sup>1</sup>静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター・<sup>2</sup>静岡県静岡県立農林大学校・<sup>3</sup>神奈川県環境農政局水・緑部・<sup>4</sup>神奈川県自然環境保全センター・<sup>5</sup>富山県農林水産総合技術センター森林研究所

多数の国民を苦しめているスギ花粉症の林業的側面からの対策として、雄性不稔スギの植栽は有効な手法であると考えられる。全国的にも無花粉苗の作出は進められ、系統数も増えつつあるが、造林や木材利用の観点からは成長や材質に優れた系統の作出が求められる。そのため、雄性不稔遺伝子(ms-1)をヘテロ型で保有する静岡県産精英樹大井7号と神奈川県産精英樹中4号の交配によりF1を作出し、それらの初期成長と材質を評価した。交配によって得られた個体のうち雄性不稔個体は22.9%で、分離頻度は理論値に近かった。2ヶ所における植栽個体の樹高成長量では、雄性不稔個体と可稔個体とに有意差が認められなかった。雄性不稔個体を母樹とした挿し木苗を育成したが、4年生母樹と2年生挿し木苗のいずれにおいても相対的な成長が良好なクローンの中には、同時期・同所に植えた他の精英樹挿し木苗よりも成長が優れるものが存在した。4年生母樹の応力波伝播速度法とタッピング法でヤング率を測定したところ、雄性不稔個体と可稔個体とに有意差が認められなかった。

## P1B056 日向夏栽培における訪花昆虫と結実量の関係

湯村昂広・岩本麻里・平田令子・光田 靖・伊藤 哲

宮崎大学農学部

日向夏は宮崎県を代表する柑橘類であり県の特産品である。日向夏は自家不和合成であるため栽培において人工授粉を行っている場合がほとんどであるが、人工授粉の作業は大変な労力と時間を必要とし、一般的な柑橘類に比べて栽培コストが高くなるという問題がある。そこで栽培コストを引き下げる一つの方策として生態系サービスの一つである送粉サービスを利用した人工授粉の省略化が考えられる。これらより本研究において昆虫の豊富さとランドスケープ構造の関係・日向夏の結実量の関係を明らかにすることを目的とした。

宮崎県東諸県郡綾町内に存在する5ヶ所の日向夏農園において、日向夏の開花期である5月上旬に訪花昆虫の個体数調査を行った。各農園に2から4本の調査対象木を設定し、訪れた昆虫の個体数を4つの分類に分けてカウントした。一方で11月下旬にそれぞれの調査地において調査木とその周囲木の写真を撮影し、それぞれ結実数のカウントを行った。また、H25年度の航空写真を用いて農園周辺の土地利用図を作成し、ランドスケープ構造を定量化した。これらの解析から得られたデータを利用し、訪花昆虫数、ランドスケープ構造、結実量の関係を解析した。

## P1B058 DNA マーカーに基づいた次世代優良少花粉スギの効率的スクリーニング

柳原尚貴<sup>1</sup>・坪村美代子<sup>3</sup>・平岡裕一郎<sup>3</sup>・栗田 学<sup>3</sup>・平尾知士<sup>3</sup>・高橋 誠<sup>3</sup>・渡辺敦史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター

El-Kassabyら(2006)は、林木育種においてBreeding without Breeding (BwB)を提唱した。BwBとは、DNAマーカーを用いて個体の両親を推定し、自然交配実生後代を人工交配後代と同義とみなす考え方である。スギではほとんどの精英樹を網羅したSSRマーカーによるデータベースが整備されているため、BwBの実施に向けた準備段階にあるものの、現在使用しているマーカーセットには個体識別が容易でないものも存在する。従って、円滑に個体識別を行うためにも新たなマーカーセットのスクリーニングが必要となる。そこで、現在利用しているマーカーの整理に加え、最近公表された約30マーカーのスクリーニングを行った。これに伴い新たなSSRマーカーセットによる精英樹データベースを作成する必要がある、関東育種基本区選抜精英樹を中心とした取り組みを開始した。更に花粉親の正確な判定と外来花粉の存在を考慮して次世代シーケンサーによる少花粉スギ精英樹の葉緑体DNA中に存在するSNP探索も行っており、実際の試験地におけるBwB実施例と併せて報告する。

## P1B059 スギの材質・成長形質に関する QTL 解析

三嶋賢太郎<sup>1</sup>・平尾知士<sup>1</sup>・田村美帆<sup>3</sup>・井城泰一<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・能勢美峰<sup>1</sup>・坪村美代子<sup>1</sup>・花岡 創<sup>1</sup>・藤原 健<sup>2</sup>・黒田克史<sup>2</sup>・栗田 学<sup>1</sup>・高橋 誠<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>九州大学大学院農学研究院

材質形質および成長形質の改良は針葉樹の育種を進めていく上で最も重要な目標の一つである。そのため、森林総合研究所林木育種センターにおいては、精英樹の形質を評価するために検定林に植栽されたスギを中心に材質および成長に関わる諸形質を順次評価している。また、これら取り組みに加え、ゲノム情報を利用したマーカーや遺伝子そのものを利用した早期選抜手法についてもアプローチしている。現在までに、スギの各器官から時系列に沿ってサンプリングを行い、部位特異的 cDNA ライブラリーの作成およびマイクロアレイ解析を行ってきた。これに加え、構築した各器官の cDNA ライブラリーをアセンブルしてリファレンス配列とした上で、新たに数個体からリシーケンスすることによって、大量の SNP 情報を蓄積してきた。得られた SNP 情報及びマイクロアレイ解析によって明らかとなった発現情報を基にマーカーを作成し、複数家系の連鎖地図作成を行った。本発表では、作成した連鎖地図及び、約 60 の形質データを用いて QTL 解析を試みたので報告する。

## P1B061 全国の植物園等で保存されているサクラの栽培品種の DNA 分析による実態解明

加藤珠理<sup>1</sup>・勝木俊雄<sup>1</sup>・岩本宏二郎<sup>1</sup>・松本麻子<sup>2</sup>・吉丸博志<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>2</sup>森林総合研究所

サクラには多種多様な栽培品種があり、全国各地の植物園等で収集・保存されている。著者らによるこれまでの研究では、多摩森林科学園、国立遺伝学研究所、新宿御苑で保存されている主要なサクラの栽培品種について DNA 分析を行い、クローン性を整理してきた。この結果と照合することで、他の集植機関・地域（松前公園、日本花の会結城農場、東京都神代植物園、東京都小金井公園、東大小石川植物園、東大日光植物園、石川県、京都府立植物園、京都御苑、植藤造園、大阪市大植物園、福岡市植物園、監物台樹木園など）で管理されているサクラ（584 個体）の実態解明を試みた。本研究では、少数の DNA マーカーで効率よくクローン識別を行えるマーカーセットを検討して、多型性の高い SSR9 座のマーカーセットを用いて、DNA 分析を行った。その結果、先行研究で整理された栽培品種と一致するものが 406 個体、残りの 178 個体は、遺伝子型が異なる新規クローンとして約 126 タイプにまとめられた。これらの新規クローンについては、今後、詳細な検討を行うことで分類上の位置づけを行う必要がある。

## P1B060 愛媛で生育する野生のサクラの SSR マーカーによる系統分析

西原寿明

愛媛県農林水産研究所林業研究センター研究指導室

【はじめに】愛媛県に生育する野生のサクラ（バラ科サクラ属サクラ亜科）のうち、栽培個体の多くは天然記念物に指定されているなど、その存在は広く知られているが、これらの野生のサクラの個体についての記録や遺伝的な検討を行った報告は少ない。今回、愛媛県で初めて確認したカスミザクラの無毛型を野生のエドヒガン、栽培されている有毛型カスミザクラと比較することでその系統を分子レベルで解析した。\*\*\*【材料と方法】愛媛県に生育する野生エドヒガン 84 個体及び今回初めて確認した愛媛県の野生無毛型カスミザクラ 22 個体、四国内の野生有毛型カスミザクラ 7 個体、栽培と思われるカスミザクラ 19 個体の葉から DNA を抽出した。SSR マーカーには、モモの核 SSR マーカー 4 座及び EST-SSR マーカー 8 座を用い、DNA シーケンサーと GeneMapper でジェノタイプングを行ない、系統樹を作成した。比較対象として、すでに収集・分析してある、野生ヤマザクラ集団及び栽培オオシマザクラを用いた。\*\*\*【結果と考察】用いた 12 の SSR マーカーですべての個体識別が可能であった。野生株と栽培株、愛媛無毛型と四国有毛型でクラスターが分かれる傾向が見られた。

P1B062 葉緑体 DNA 多型に基づくイタヤカエデ類 *Acer mono* の系統解析

田中龍大・齊藤陽子・井出雄二

東京大学大学院農学生命科学研究科

カエデ科樹木イタヤカエデ類には多くの亜種が存在するが、これらの遺伝的分化については明らかでない。本研究ではイタヤカエデ類のうち日本に分布する、エンコウカエデ (en)、ウラゲエンコウカエデ (ue)、オニイタヤ (on)、イトマキイタヤ (it)、エゾイタヤ (ez)、アカイタヤ (ak)、ウラジロイタヤ (uj)、タイシヤクイタヤ (ts) の 8 つの亜種・品種について遺伝解析を行い、これらの系統関係を明らかにすることを目的とした。

各亜種の分布域を網羅するように、北海道 2 地点、東北地方 3 地点、関東甲信地方 4 地点、中国地方 2 地点、九州地方 1 地点においてイタヤカエデ類の葉を採集した。それらについて葉緑体 DNA の *psbA~trnH*、*trnF~3'* *trnL* の 2 領域、計 737 bp の塩基配列を決定し系統解析を行った。

これまでに 32 個体について解析を行った結果、10 種類のハプロタイプ (Hap) が検出された。いずれの Hap も 1 回の置換または挿入により区別されたことから、各々の Hap は遺伝的に近縁であると考えられた。このうち Hap 1 は関東甲信から中国・九州にかけて広範囲に分布しており、en、ue、ez、ts の 4 つの間で共有されていた。また中国地方の ez では他の亜種に見られない特徴的な SSR 部位をもつ個体が得られた。

P1B063 アスナロ属 (ヒバ、アスナロ) 天然林を対象とした EST-SSR マーカーによる遺伝構造解析

佐藤都子<sup>1</sup>・長谷川陽一<sup>2</sup>・三嶋賢太郎<sup>3</sup>・高田克彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>秋田県立大学大学院 生物資源科学研究科・<sup>2</sup>秋田県立大学木材高度加工研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター

アスナロ属は日本特産の常緑針葉樹であり、南方変種のアスナロ (*Thujaopsis dolabrata*) と北方変種のヒノキアスナロ (*Thujaopsis dolabrata* var. *hondae*) (以下、ヒバとする) が知られている。両変種は球果の外部形態に差異があることが認められているほか、本州中部の一部を除いて天然分布域が異なる。しかしながら、両変種の遺伝的な差異に関しては不明な点が多い。本研究では、EST-SSR マーカーを用いた解析によってアスナロとヒバの天然集団の遺伝的構造を明らかにし、ヒノキ科アスナロ属の遺伝的分化及び遺伝的多様性に関する知見を得ることを目的としている。本発表では、アスナロ 4 集団 (長野、兵庫、岐阜、徳島) 及びヒバ 17 集団 (北海道、青森、岩手、山形、新潟、石川、群馬)、計 21 集団を対象にヒバ由来の EST ライブラリから開発された EST-SSR マーカー 19 座を用いて遺伝構造解析を行った結果を報告する。

P1B065 次世代シーケンシング分析による海岸林再生用タブノキ苗木の集団遺伝学的解析と産地間生長比較

三浦正嗣<sup>1</sup>・陶山佳久<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東北大学農学部・<sup>2</sup>東北大学大学院農学研究科

東日本大震災による津波は、東北地方太平洋岸の海岸林に多大な被害を及ぼした。その再生には、苗木産地による遺伝的な違いが調べられないまま、様々な常緑広葉樹が植栽されているケースがある。そこで本研究では、今後の適切な植林計画への貢献を目的とし、植栽に多く用いられているタブノキ (*Machilus thunbergii*) を対象として、1) 苗木産地別生育試験および、2) 植栽個体群と自然個体群の遺伝的組成比較を行った。生育試験では、2013 年 6 月に宮城県岩沼市に植栽された宮城・茨城・愛知産の 2 年生苗木各 130~132 本を対象として、それらの生育状況を 2014 年 11 月に追跡調査した。その結果、最も大きな差が見られた宮城産と愛知産苗木を比較すると、生残率・樹高・地際径の全てで有意に宮城県産苗木の生育が良いことを示す値が得られた (95% と 84%、63cm と 47cm、1.3cm と 1.0cm)。以上の結果は、地域性種苗の優位性を示唆している。また、同じ植栽地で苗木産地が不明な 2013・2014 年植栽個体群と、宮城・関東・西日本の自然個体群を対象として、次世代シーケンシングによる SNP 分析を行った結果、遺伝的地域性が考慮されていない植栽の実態も明らかになった。

P1B064 秩父山地におけるシオジ *Fraxinus spaethiana* の林分内および集団間の遺伝構造

番匠晃裕<sup>1</sup>・吉田弓子<sup>2</sup>・崎尾 均<sup>3</sup>・齊藤陽子<sup>1</sup>・井出雄二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林・<sup>3</sup>新潟大学農学部附属フィールド科学教育研究センター佐渡ステーション

シオジ (*Fraxinus spaethiana*) はモクセイ科トネリコ属の高木で、栃木県西部以南の本州・四国・九州に不連続に分布する。シオジ林の維持・更新のメカニズムについては詳細な生態学的研究がなされているが、遺伝学的なアプローチはない。そこで本研究では核 SSR マーカーを用いて林分内および集団間の遺伝構造を調べ、シオジ林の更新様式や維持機構を解明することを目的とした。

東京大学秩父演習林内のシオジ林 6 集団 195 個体の葉または樹皮を採取した。また、崎尾 (未発表) で得られた同地域の 4 集団 126 個体を加え、計 10 集団 321 個体の DNA を抽出し、核 SSR 8 座で解析した。KINGROUP を用いた家系解析の結果、3 集団で集団内の親子兄弟関係にあると考えられるペアの割合が高くなり、これらの集団は一斉更新を経たと考えられた。10 集団の  $F_{ST}$ 、 $G'_{ST}$  はそれぞれ 0.056、0.050 であったが、pairwise  $F_{ST}$  は 67% の組で有意な分化が検出された。BARRIER による解析の結果、上述の 3 集団の周囲で遺伝的障壁が検出された。他の樹種では一斉更新によって集団の遺伝的分化度が高められることが示唆されており、秩父山地のシオジの遺伝構造も同様に集団の成立プロセスの影響を大きく受けていると考えられる。

P1B066 古代有用樹種イチイガシの遺伝的多様性

杉浦奈実<sup>1</sup>・齊藤陽子<sup>1</sup>・黒河内寛之<sup>2</sup>・湯 定欽<sup>1</sup>・井出雄二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>東京大学アジア生物資源環境研究センター

イチイガシは日本、中国大陸、台湾島に分布する。日本では長期にわたる伐採や生育地開発により個体数が減少しているが、社寺林に多く残るなど、古くからの人間との関わりも伺われる。本研究では、葉緑体 DNA シーケンスにより本種の系統地理学的構造を、核 SSR 解析により保全上特に重要である集団の遺伝的特徴と地域内での花粉流動を明らかにし、本種の保全に関わる遺伝的背景の解明を目指した。

日本 25 集団、中国大陸 1 集団、台湾島 5 集団の計 31 集団の葉サンプルを用いて葉緑体 DNA 計 1815 bp を読解し、置換・欠失変異に基づいて 10 ハプロタイプを検出した。一部に飛び地的なハプロタイプ分布が認められたものの、全体としては明瞭な地域性がみられた。イチイガシは長期に渡る個体数の減少を経験したが、遺伝構造の乱れにつながる人為影響は限定的だったと推察される。更に、希少なハプロタイプを持ち集団の個体数が少ない 3 集団の成木と種子の核 SSR 解析を行った。成木・種子の近交係数は低かったが、集団外との遺伝子流動は少なく、これらの集団の孤立が裏付けられた。集団の分断化と集団内の個体数の減少は大きな問題であり、遺伝的背景を考慮した積極的な保全対策が必要である。

## P1B067 松枯れの進む海岸クロマツ林に分布するシロダモの遺伝的解析

森口喜成<sup>2</sup>・山中春奈<sup>1</sup>・内山憲太郎<sup>3</sup><sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>3</sup>森林総合研究所

飛砂や風、津波などによる被害の軽減に重要な役割を果たす海岸クロマツ林のマツ枯れが深刻化している。この対策の一つとして、新潟県ではシロダモなどの常緑広葉樹の植栽を行っている。植栽されたシロダモを将来的に開花・結実に導ければ、天然更新による効率的な海岸林管理が可能になる。そのため本研究では、海岸クロマツ林に分布するシロダモの花粉流動を調べた。シロダモは、雌雄異株の常緑高木で、10月から11月にかけて開花し、ポリネーターはハナアブなどの小さな昆虫、種子散布者は鳥類や小さな哺乳類と報告されている。2013年11月、新潟市の海岸クロマツ林内に100m×100mのプロットを設定し、プロット内のすべてのシロダモ(樹高60cm以上)の個体サイズと位置を測定し、遺伝解析に供試した。また、プロット内の5個体から果実を採取し、発芽させた実生を遺伝解析に供試した(6~34個体/母樹)。解析には10座のマイクロサテライトマーカーを用いた(総父性排斥率は0.999)。父性解析の結果、解析した種子の23.1%がプロット外からの花粉に由来していた。また、花粉親として高い寄与を示す個体の存在が明らかとなった。

## P1B069 広域分布種モモタマナの小笠原諸島における遺伝的多様性と遺伝構造

鈴木節子<sup>1</sup>・大谷雅人<sup>2</sup>・須貝杏子<sup>1</sup>・永光輝義<sup>1</sup>・加藤英寿<sup>3</sup>・吉丸博志<sup>4</sup><sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup>首都大学東京理工学研究科・<sup>4</sup>森林総合研究所多摩森林科学園

モモタマナはアフリカ、オーストラリア北部、東南アジア、ミクロネシアに広く分布し、日本では琉球列島と小笠原諸島に生育する。本研究では、小笠原諸島におけるモモタマナの遺伝的多様性と遺伝構造を葉緑体シークエンスと核マイクロサテライト(核SSR)マーカーを用いて調べた。遺伝的多様性は集団間で有意差は見られなかったが、最も開発の進んでいる父島においてボトルネックを受けた集団の存在が示唆された。葉緑体ハプロタイプの分布、核SSRの主座標分析の結果、小笠原諸島は(1) 鴉島列島と父島列島、(2) 母島列島の2つのグループに大きく分けられた。核SSRを用いたSTRUCTURE解析においては、島ごとに独立したクラスターが生じている集団(西島、姉島、妹島)と、異なる島間でも似たクラスターの組成を示す集団(弟島と兄島北部、兄島南部と父島、母島南部と平島と向島)が見られた。隣り合う島間の水深が深い場合は独立したクラスターが生じ、隣り合う島間の水深が浅い場合は島間で似たクラスターの組成を示していたため、現在の遺伝子流動だけでなく、過去の海面の変化による島の連結の歴史も本種の遺伝構造に影響したと考えられた。

P1B068 チュニジアに分布する *Quercus* 4種の遺伝的特徴松本麻子<sup>1</sup>・杉山沙織<sup>3</sup>・川田清和<sup>2</sup>・津村義彦<sup>2</sup><sup>1</sup>森林総合研究所森林遺伝研究領域・<sup>2</sup>筑波大学生命環境系・<sup>3</sup>元筑波大学

地中海沿岸には、ブナ科コナラ属 *Quercus* の森林が分布する。地中海沿岸に住む人々は、*Quercus* 属から得られる様々な森林資源を利用して生活を送っている。しかしながら近年、森林資源の無計画な利用による森林面積の減少が問題化し、持続的に森林資源を利用することが課題となっている。特に森林面積の減少による森林の断片化は、本来保たれていた森林の遺伝的交流に影響を及ぼすことが懸念される。そこで本研究では、チュニジア北部の天然林にみられる主要な *Quercus* の4種 (*Q. suber*, *Q. ilex*, *Q. coccifera*, *Q. faginea*) を対象に、核EST-SSRマーカー(15遺伝子座)および葉緑体DNAシークエンス(3領域)を解析し、4種各5集団の遺伝的特徴を明らかにした。遺伝的多様性は *Q. suber* が4種中最も低く、種内集団間では、種間雑種個体が検出された *Q. ilex* の1集団が高かった他は有意に異ならなかった。種内集団間の遺伝的分化 ( $F_{ST}$ ) は最も低かった *Q. faginea* で0.0243、高かった *Q. suber* で0.00673だった。近年の集団間の移入率を求めたところ、*Q. coccifera* を除く3種で集団間の一方向の移入しか検出されず、遺伝子流動が制限されている可能性が示唆された。

P1B070 Genetic diversity of *Eusideroxylon zwageri* (Teijsm. & Binn.) in Indonesia revealed by nuclear microsatellite markersIda Luh Gede Nurtjahjaningsih<sup>1</sup>・Sukartiningsih<sup>2</sup>・Hiroyuki Kurokochi<sup>3</sup>・Yoko Saito<sup>1</sup>・Yuji Ide<sup>1</sup><sup>1</sup>Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo・<sup>2</sup>Faculty of Forestry, Mulawarman University, Indonesia・<sup>3</sup>Asian Natural Environmental Science Center, The University of Tokyo

Conservation status of *Eusideroxylon zwageri* (Teijsm. & Binn.) in Indonesia has been vulnerable to endangered since 1990s due to overexploitation and its unique biological characteristics. In order to design conservation and breeding strategies, we assessed genetic diversity within and among 9 natural populations in Sumatera and Kalimantan Island using 11 nSSR markers.

Value of genetic diversity was in moderate level (mean  $H_E=0.641$ ), albeit coefficient inbreeding was significant in several populations. PCO analysis divided the populations into 3 clusters i.e. Musi Rawas (Sumatera), West Kalimantan, Jambi (Sumatera) and others Kalimantan populations. Structure analysis showed optimum value for  $K$  was 3 that supported the PCO analysis. However, using these nSSR markers, gene migration process among provinces, even among Islands is still unknown, thus it will be determined by cpDNA markers in the future study.

## P1B071 スギ精英樹 5 クローンのダイアレル交配家系におけるヤング率の遺伝

山田晋也<sup>1</sup>・山口 亮<sup>1</sup>・星川健史<sup>1</sup>・山本茂弘<sup>1,2</sup>・袴田哲司<sup>1</sup>・池田潔彦<sup>1</sup>・近藤 晃<sup>1</sup>

<sup>1</sup>静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター・<sup>2</sup>静岡県静岡県立農林大学校

交雑育種や採種園の改良、また育種方法を選択する上で、精英樹の組合せ能力を推定しておくことは重要である。そこで、静岡県産スギ精英樹クローン間の人工交配を行い、その交配家系について、生育ステージごとのヤング率および諸形質の組合せ能力等を推定する試験を実施した。

試験には、静岡県産スギ精英樹クローン採種園に植栽されているスギ精英樹 5 クローン、すなわち伊豆 2 号、富士 1 号、富士 2 号、安倍 4 号および大井 9 号を用いて、1990 年に両面ダイアレル交配を行って得られた自殖を除く家系を使用した。1991 年 4 月に交配組合せごとにまとめた種子を森林・林業研究センターの苗畑に播種した。各家系苗は、2 生育期間にわたり養苗した後、1993 年 4 月に周智郡森町三倉へ単木混交で植栽した。2004 年および 2013 年に応力波伝播法によるヤング率調査、成長調査を行った。

本発表では、14 年生次と 23 年生次のヤング率および諸形質データを用いて、組合せ能力等について発表する。

## P1B073 スギ精英樹クローンの苗畑における初期成長の評価

井城泰一<sup>1</sup>・大平峰子<sup>1</sup>・花岡 創<sup>1</sup>・高島有哉<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

ユーカリやテグマツでは遺伝子情報と成長や材質等の形質データを対応させることで、形質変異に関与する遺伝子領域を推定する手法であるアソシエーション解析が行われ、遺伝子と形質の関連性を明らかにする試みが検討され始めている。スギにおいてもこのような遺伝子情報の整備が進められており、これらの遺伝子情報と形質変異を結びつけてアソシエーション解析が行われると予想される。本研究では、このようなアソシエーション解析に向けたスギ精英樹の成長評価の一環として、関東育種基本区で選抜されたスギ精英樹 50 クローンのさし木苗を対象に苗畑で初期成長量の評価を行った。試験に用いた材料は、2012 年 3 月にさし木を行い 2013 年 4 月に苗畑に定植した。なお 2013 年 11 月に 5 段階の発根指数による根系評価を行っている。初期成長量の評価は、2014 年 4 月 1 日から 11 月中旬まで 1 週間おきに伸張量を測定した。発表では、各クローンの 1 年間の成長量およびクローン毎の成長パターンを示し、発根指数や検定林における調査結果との関係について報告する。

## P1B072 関西育種基本区における第 2 世代精英樹選抜に向けたスギ人工交配家系成長データの解析

久保田正裕

森林総合研究所林木育種センター関西育種場

【目的】育種種苗の性能向上を図るため、より優れた第 2 世代精英樹へと次世代化が進められており、関西育種基本区では、スギ、ヒノキの候補木を選抜している。効果的な選抜のため、スギ育種集団林において成長形質の遺伝情報の把握を行った。【方法】近畿育種区、瀬戸内海育種区で選抜したスギ精英樹の人工交配（ハーフダイアレル）家系を用いて、1988 年春に 6 箇所の育種集団林を造成した。植栽後 3 年次、5 年次、10 年次、15 年次、20 年次に成長形質を調査した。樹高、胸高直径の遺伝率等を推定するため、分散分析を行った。【結果】10 年次の平均値は、樹高で 3.0～7.0 m、胸高直径で 4.3～9.2 cm と集団林によって違いが見られた。分散分析の結果、集団林や調査年次によって、一般組合せ能力の分散成分が検出できたものとそうでないものがあつた。最も成長のよい集団林では、反復を区分し直すことによって一般組合せ能力の分散が大きくなり、樹高が 10 年次、15 年次で、胸高直径が 10 年次、15 年次、20 年次で一般組合せ能力に有意性が認められた。プロット植栽の集団林では、植栽後の成長状況によって、反復を区分し直すことが有効であると示唆された。

## P1B074 共通システムを用いたスギ初期成長の産地間差の解析

三浦真弘<sup>1</sup>・花岡 創<sup>2</sup>・平岡裕一郎<sup>2</sup>・井城泰一<sup>2</sup>・磯田圭哉<sup>3</sup>・武津英太郎<sup>4</sup>・高橋 誠<sup>2</sup>・渡辺敦史<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>4</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>5</sup>九州大学大学院農学研究院

林木は、異なる環境に種苗を移動した場合、成長等形質に影響する可能性が懸念される。このため、主要林業用樹種のスギでは、環境条件や天然分布の情報を基に種苗配布区域が設定され、種苗の移動が制限されてきた。一方、林木育種事業により設定された次代検定林の調査データと GIS データを利用して特定地域内の林木の移動による影響評価の解析を行ってきたところ、確かに移動の方向により不利益が生じる場合が認められるものの、影響を生じない場合もあることなどが明らかとなった。しかし、日本では共通システムを利用して異なる環境間の大規模植栽試験の実施とその詳細な影響評価について報告例がなく、広域の種苗移動による影響の有無について不明なままである。本研究では、全国各地のスギ精英樹 27 クローンを用いて、全国 9 カ所の苗畑で 2 年間の成長を調査し、産地および植栽場所による成長への影響を評価した。これらのデータを元に種苗を移動した場合のスギの影響評価について検討を行い、現行の種苗配布について議論を行う。

## P1B075 気象環境条件に基づくスギの樹高成長予測

花岡 創<sup>1</sup>・三浦真弘<sup>2</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・磯田圭哉<sup>3</sup>・武津英太郎<sup>4</sup>・高橋 誠<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>4</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>5</sup>九州大学大学院農学研究院

植林後の初期保育コストは、林業コストの約3割を占めることが指摘されている。造林木の初期成長は初期保育期間とそれに伴うコストを決定する上で重要な要素であり、林木の初期成長が植栽したそれぞれの地域における気象環境条件にどのように影響されるかを理解することは、施行管理計画を立案する上できわめて有用な情報となる。本研究では、日本の主要な造林樹種の一つであるスギを対象に、九州、四国、本州の各所に設定された630箇所の植栽試験地（次代検定林）における植栽10年後の樹高平均値を応答変数に、それぞれの試験地の気象環境値（国土数値情報：気温、降水量、積雪深、日射量、日照時間の月別平均データなど）を説明変数としたランダムフォレスト解析を行い、気象環境値と10年次樹高との関係性を解析した。また、作成したモデルに日本全国の気象環境値を当てはめることで、全国的なスギの10年次樹高の予測を試み、太平洋側と日本海側の間で樹高成長に一定の差異が生じることが予測された。

## P1B077 3試験地におけるアカマツ2年生実生の成長パターンの産地間変異

那須仁弥<sup>1</sup>・岩泉正和<sup>2</sup>・千吉良治<sup>3</sup>・遠藤圭太<sup>1</sup>・大谷雅人<sup>1</sup>・木村恵<sup>1</sup>・佐藤新一<sup>1</sup>・宮本尚子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場

アカマツは分布域が広いこと、年間成長パターン等には地理的変異が存在することが予想され、その実態を把握することはアカマツの地域性評価として重要である。本報告ではアカマツ天然林に由来する2年生の年間成長における産地間差の有無を評価した。2012年に林木育種センター長野増殖保存園（長野御代田町）、2013年春に林木育種センター（茨城県日立市）、同関西育種場（岡山県勝央町）においてそれぞれ、10産地50家系を蒔き付け、その翌年に2反復で床替えをおこなった。反復あたり5個体（家系あたり10個体・産地あたり50個体）の実生を選び、床替え以降2週間ごとに一次伸長が停止する7月上旬まで基準点から主軸の頂端までの苗高を成長量として測定した。成長量の推移を試験地ごとに折れ線回帰式にあてはめて産地間の比較をおこなった。回帰式における成長量、成長時期、成長速度を示す係数に産地間変異があり、成長量、成長時期、成長速度それぞれの試験地間の産地の順位相関は0.4以下で順位の変動が大きかった。発表では同様の試験をおこなっている九州育種場（熊本県合志市）の結果も加えて報告したい。

## P1B076 アオヤジロにおける葉部色素含量の季節変化

佐藤博文<sup>1</sup>・澁谷 栄<sup>2</sup>・高田克彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>秋田県林業研究研修センター・<sup>2</sup>秋田県立大学木材高度加工研究所

【目的】アオヤジロは天然秋田スギの突然変異種とされ、夏季に樹葉が黄化するという特徴がある。本研究ではこの外観上の変化について物質的な検証を行った。【方法】4系統のアオヤジロを用いて6、7、8、9、11月および翌1、4月に針葉を採取し、1年葉、2年葉に含まれる色素成分の定量分析を行った。分析にはHPLCを用い、450nmの吸光度において各色素を検出した。比較対照として精英樹3系統および黄金スギ1系統についても同様の分析に供した。【結果】検出された主な色素は、ルテイン、クロロフィルa、bおよび $\alpha$ 、 $\beta$ -カロチンのみで、アオヤジロに特異的な色素や冬季に増加するロドキサントン等はみいだせなかった。各色素含量は、黄金スギの例を除き、 $\alpha$ -カロチン以外いずれも1~4月をピークとして6月から徐々に増加する傾向にあった。アオヤジロの色素含量は、いずれも四季を通じて精英樹より低濃度で推移した。特に、1年葉では9月以降のクロロフィル(a+b)含量の低下が目立ち、精英樹、黄金スギが1.0(mg/g新鮮葉)以上を維持するなか、1月まで0.5弱と半分以下の量で推移していたことから、樹葉黄化の主要因となっている可能性が示唆された。

## P1B078 北海道におけるカラマツとグイマツの種子成熟時期の地域間変異

生方正俊<sup>1</sup>・田村 明<sup>2</sup>・今 博計<sup>3</sup>・対馬俊之<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・<sup>3</sup>北海道北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>4</sup>北海道北海道立総合研究機構林業試験場道北支場

北海道では、カラマツとグイマツ雑種F<sub>1</sub>の苗木の需要は増加傾向にあるが採種園等での凶作が続き、優良種苗の安定的な供給に危機感が高まっている。貴重な種子を効率的に採取するためには、採種適期を判断し集中して作業する必要があるが、生育場所の環境条件等により、適期が異なることが予想される。カラマツとグイマツの採種適期の北海道内の生育場所による違いを明らかにするため、2014年の7月中旬から9月中旬にかけて約10日間隔で樹種別、個体別に採取した種子について内部の発達状況と発芽率を調査した。採取場所は、北海道内の江別市（北海道育種場）、旭川市（雨紛採種園）、中川町（道北支場）および厚岸町（上尾幌採種園）の4カ所である。得られた種子について軟X線を用いて内部を観察し、このうち充実した種子のみを選別して発芽試験を行った。すべての生育場所において種子内部の雌性配偶体の発達状況は、カラマツよりグイマツが早かったが、グイマツは同一個体内の種子間のばらつきが大きかった。また、年間の気温の低い中川町および厚岸町は、江別市および旭川市に比べ、カラマツ、グイマツとも種子内部の発達状況および成熟時期が遅い傾向が見られた。

## P1B079 イジュの人工交配による種子の生産

板鼻直榮・楠城時彦・古本 良

森林総合研究所林木育種センター西表熱帯林育種技術園

イジュは、沖縄県の造林指定樹種のひとつであり、最近5年間の新植面積の約20%を占める。イジュの育種を進めるためには、人工交配技術の開発も重要な課題と考える。そこでイジュの人工交配を行い、果実数の推移や種子の生産性を調査した。イジュは、虫媒花で雄蕊群が1個の雌蕊を囲む雌雄同花である。人工交配では一般に除雄を行うが、除雄不要であれば効率的に交配できる。そこで除雄の要否を把握するため蕾に袋掛け処理を行い、無処理の場合と比較した。蕾1個当たりの充実種子数は無処理0.79~1.05に対して、袋掛け処理では0.00~0.02と著しく少なかった。別の3個体を供試し、自殖を含めて9組合せの人工交配をヤブツバキの方法と同様に行った。受粉時及びその後果実数を調査し、果実採取後に充実種子数を調査した。果実の残存率は、除袋以後の変化が少なく、10月中旬には他殖で47~86%と高いが、自殖では0~17%と低かった。また、交配した蕾1個当たりの充実種子は他殖0.7~1.5個に対して自殖では0.0~0.2個と少なかった。以上のことから、イジュの人工交配においても除雄は必要であるが、少数の自殖種子を許容できる場合、除雄の必要性は低いことが示唆された。

## P1B081 スギの人工交配家系を用いて作成した検定林における初期成長及び寒害抵抗性評価結果

蓬田英俊

岩手県林業技術センター

【目的】成長が良く、かつ寒害抵抗性に優れたスギの品種選抜を目的として、人工交配と検定林の造成を行い、初期成長と寒害の調査を行った。【方法】1998年に行った9×9の要因交配により得た交配家系81家系と、交配に用いたクローンのオープン交配家系18家系より、岩手県内2カ所に単木混交6ブロックの検定林を造成し、植栽後6成長期経過までの樹高と寒害程度を調査した。このとき、被害程度は5段階の指数で記録したが、分散分析は対数変換したデータを用いて行った。【結果】6年目の樹高と、個体ごとの6年間の寒害被害指数の平均値とにより、検定林、雌親、雄親、雌親と雄親の交互作用、および検定林と家系の交互作用を要因として分散分析を行ったところ、雌親と雄親の交互作用は認められなかったが、それ以外の要因で有意差が認められた。さらに、狭義の遺伝率を推定したところ、個体レベルで樹高0.26、寒害0.06であった。また、樹高と寒害指数の家系平均値を推定し相関係数を求めると0.29と低いながら有意となった。このことから、成長と寒害抵抗性に優れた家系は、比較的容易に選抜できるものと考えられる。

## P1B080 滅失が危惧される日本のキリ属植物栽培系統の形態的・遺伝的特性

大谷雅人<sup>1</sup>・遠藤圭太<sup>1</sup>・木村 恵<sup>1</sup>・那須仁弥<sup>1</sup>・宮本尚子<sup>1</sup>・宮下智弘<sup>2</sup>・生方正俊<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>山形県森林研究研修センター

キリ属植物は、かつて我が国では重要な特用林産物であったが、輸入量の増加や病害虫の蔓延により、植栽面積が著しく減少している。今後、優良系統の滅失が急速に進む危険性があるため、適切な系統保存を講じていく必要があるが、キリ属には明確な品種は存在せず、国内で栽培下にある集団の実体には未だ不明な点が残されている。本研究では、日本のキリ属植物の栽培系統の遺伝的・分類学的位置づけの一端を解明することを目的とした。2014年春から秋にかけて、国内産キリ6産地約20個体、中国産ココノエギリ2産地7個体、同ウスバギリ1個体および種間雑種と推定されるキリ属植物10個体について、花や葉、果実等の特性約40項目を統一的基準のもとで測定した。その結果、キリは他種と異なる形態的特性をもつこと、花冠のサイズや色調、花冠外部の毛の性質等、主として花に関する形態的特性において大きな種内変異をもつことが示された。現在、SSRマーカーを用いた遺伝分析を実施中であり、大会時には各々の種の遺伝的関係についても併せて報告する予定である。

## P1B082 多雪地に植栽したスギ雪害抵抗性品種コンテナ苗の活着状況と1年目の成長

玉 城聡<sup>1</sup>・三浦真弘<sup>1</sup>・千葉信隆<sup>1</sup>・山野遼太郎<sup>1</sup>・織部雄一朗<sup>1</sup>・落合幸仁<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>2</sup>森林総合研究所

近年、全国のコンテナ苗の生産量が急増しており、将来は多雪環境下に植栽する事例も増加することが見込まれている。このため、多雪環境下でのコンテナ苗利用の得失を明らかにするための研究が森林総合研究所東北支所を中心に進められている。その一環として、雪圧害に対する抵抗性や初期成長の良否の異なる品種をコンテナで育苗し、それぞれの品種の多雪環境下での適応性を1年生苗と2年生苗を用いて検討した。植栽翌春に雪害の被害状況を、1成長期経過後に成長および苗木の傾き角度を調査した。植栽翌春の全体の生存率は0.91と高く、品種間の違いは認められなかった。一方、2年生苗では倒伏率に有意な違いがあり、倒伏率が最も低かった雪害抵抗性品種(0.32)は最も高かった雪害感受性品種(0.66)の半分程度であった。1成長期経過後の伸長成長量は1年生苗のみに、肥大成長量は、1、2年生苗ともに有意な品種間差が認められた。苗木の傾き角度は品種間の違いは小さかったものの、1、2年生苗ともにその差は有意であった。以上の結果から、多雪環境下に植栽するコンテナ苗の雪害被害軽減や成長増大を図るために、利用する品種の適応性を考慮することの重要性が示唆された。



## P1B083 耐雪性品種と精英樹の幼齡期における挿木苗の成長比較

宮下智弘・渡部公一

山形県森林研究研修センター

スギ雪害抵抗性品種である出羽の雪1号、2号の積雪地帯における成育が近年になり報告されている。これらによると、出羽の雪と採種園産種苗などの実生苗を比較して、出羽の雪は根元曲がりが少ないものの初期成長は劣ると報告している事例が多い。しかし、挿木苗である出羽の雪と、対照である実生苗を比較することは適当でなく、増殖方法を統一し、対照となる精英樹等の挿木苗と出羽の雪を同じ場所に植栽して評価すべきである。そこで本報告では、出羽の雪と精英樹の挿木苗を植栽した山形県内21箇所の試験地について5年次樹高データを解析した。その結果、出羽の雪と精英樹の樹高に明確な違いは認められなかった。一方、3箇所の試験地では7精英樹についてそれらの挿木苗と実生苗が植栽されており、試験地の違いによらず5年次樹高はいずれの系統も実生苗の方が大きかった。これらのことから、出羽の雪の成長が採種園産種苗よりも劣るとする従来の報告は出羽の雪の成長特性よりも増殖方法の違いによる影響を大きく受けていると考えられた。

## P1B085 豪州ヒノキの候補遺伝子解析

阪口翔太<sup>1</sup>・上野真義<sup>2</sup>・津村義彦<sup>2</sup>・伊藤元己<sup>1</sup>・David Bowman<sup>3</sup>・Lynda Prior<sup>3</sup>・Michael Crisp<sup>4</sup>・井鷲裕司<sup>5</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院総合文化研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>タスマニア大学・<sup>4</sup>オーストラリア国立大学・<sup>5</sup>京都大学大学院農学研究科

ヒノキ科・豪州ヒノキ *Callitris columellaris* species complex は4-5つの系統から構成される複合種であり、オーストラリア大陸全域に広域分布する。本複合種は多様化の過程において、気温・降水量などの気候ニッチを拡大させてきたことが知られているが、そうした生態的適応や種分化に関係する遺伝的背景は未解明である。本研究では、この豪州ヒノキの適応と種分化に関わる遺伝的背景を検証するため、RNA-seqに基づく候補遺伝子解析を行った。RNA-seqは各系統を代表する7個体を対象に行い、系統内でdN/dS<1かつ系統間でdN/dS>1、dNとdSの差が有意に大きい72遺伝子を候補遺伝子を定義した。これらの遺伝子について、大陸中から採取した96サンプルを対象に次世代シーケンサーを用いてリシーケンスを行い、SNPデータを得た。本発表では、これらの候補遺伝子におけるSNPの遺伝的分化と、RAD-seq由来のゲノムワイドSNPにおける遺伝的分化を比較することで、豪州ヒノキ複合種の適応と種分化に関わる遺伝的背景を議論する。

## P1B084 スギ三倍体精英樹のさし木品種としての可能性

山田浩雄・大塚次郎・大久保典久・佐藤新一・加藤智子・宮本尚子・生方正俊

森林総合研究所林木育種センター

三倍体では細胞や器官、植物体全体が大きくなる傾向があり、農作物の育種に利用されている。スギ精英樹の中にも三倍体があることが見出されており、これまで三倍体として報告されている41クローンを対象に、スギ精英樹特性表の評価値を抽出した。

樹高(20年次)と胸高直径(20年次)は5段階評価の「4」に、樹幹ヤング率とさし木発根率は「3」に、材容積密度は「2」に評価されているクローンが最も多かった。精英樹特性表は、選抜された精英樹を母集団とした各形質の偏差値による相対評価が示されていることから、三倍体精英樹は、精英樹クローン集団の中でも特に成長に優れたクローンが多いことを示唆している。実際に、三倍体精英樹の中から、成長に優れた推奨品種、幹重量の大きい品種などが選ばれている。

三倍体のさし木発根率を調査した結果、精英樹特性表でさし木発根率「5」と評価されているクローンの発根率は85~95%の範囲にあった。三倍体の種子は発芽率が低いことから、実生での普及や次世代精英樹の親として寄与することは難しいが、さし木品種としては有望なクローンが存在するようだ。

## P1B086 カラマツ採種園における列状間伐による着花促進効果

田村 明<sup>1</sup>・生方正俊<sup>2</sup>・山田浩雄<sup>2</sup>・中田了五<sup>1</sup>・福田陽子<sup>1</sup>・矢野慶介<sup>1</sup>・織田春紀<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター

北海道の主要な造林樹種であるカラマツは種子の安定生産が難しい。その原因として豊凶差があるだけでなく着花促進が難しい事情もある。これまでに光環境の改善によって雌花の着花量が増加した例がある。しかし、光による反応はクローンによって異なるため、クローンを識別した上で着花促進効果を評価する必要がある。既存採種園の問題と着花促進の両立を図れる方法として列状間伐に着目し、間伐前後による雌花の着花量の違いを検討した。その結果、間伐後の残存列でも最南列で雌花の着花量が著しく増加した。強度の列状間伐は、種子の生産量を増大する上で有効な方法であると考えられた。また間伐列を高所作業車が入ることができる路網として整備・利用することによって球果の採取効率を向上できると考えられる。また雌花の着花量はクローンによって異なり、精英樹の羽幌4は複数年で雌花の着花率が高かった。遺伝的に雌花の着花量が多いクローンを採種園に植込むことによって種子生産の安定化を図れる可能性が示唆された。

## P1B087 スギのさし木発根性の季節変動とその要因

大平峰子<sup>1</sup>・花岡 創<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・栗田 学<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

さし木増殖は林業上重要な形質であり、これに関する遺伝子の特定やDNAマーカーの開発は、選抜された個体において従来の大規模試験に依存することなく、遺伝的観点に基づいた評価を可能にする。ただし、急速に進展する遺伝子情報は異なり、分子育種技術に利用する表現型形質の評価は困難であり、さし木についても例外ではない。分子育種に利用できる表現型形質を得るためには、目的とする形質の変動を把握することが前提となる。そこで本研究では、一年を通じたスギの成長プロセスがさし木発根性に与える影響を把握するとともに、その生理学的要因を推定することを目的とした。2011年から2012年にかけて定期的に3クローンのさし木を行った結果、全てのクローンで6月に発根率が低下した。この時期は伸長成長が活発であるため、炭水化物が伸長成長に使用されて貯蔵量が少ないこと、また細胞の伸長成長を促すジベレリンの内生量が多いため不定根の形成が阻害されていると推定される。本発表では、2014年に行ったさし木の炭水化物量の季節変動ならびに伸長成長期におけるジベレリン生成阻害剤の効果について報告し、さし木発根性に与える生理学的要因について考察する。

## P1B089 環境因子を考慮したスギさし木クローンの成長解析

平岡裕一郎<sup>1</sup>・光田 靖<sup>2</sup>・井城泰一<sup>1</sup>・花岡 創<sup>1</sup>・武津英太郎<sup>3</sup>・三浦真弘<sup>4</sup>・渡辺敦史<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>宮崎大学農学部・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>4</sup>森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>5</sup>九州大学大学院農学研究院

林木育種において、将来の気候変動による造林適地のシフトに対応するため、未検定の箇所や将来の気候シナリオの下での成長予測を可能にするモデルの構築が必要である。このため、月別の日射量、平均気温および大気飽差(VPD)を環境要因の説明変数、バイオマス成長量を応答変数として、系統ごとの環境に対する成長の反応性を定量的に説明できるモデルの構築を行った。これは、生理学的プロセスを基にした3-PG(Physiological Principles Predicting Growth)モデルを改変し、(1)光合成有効放射の吸収；(2)総一次生産への変換；(3)環境要因による光合成の律速；(4)呼吸；(5)リターフォールと根のターンオーバー；(6)バイオマスの分配の6つのプロセスを仮定したものである。複数のスギさし木クローン検定林のデータを使用したシミュレーションの結果、同一クローンの光合成に関するパラメータは、異なる環境においても類似した値を示した。この結果は、各クローンの成長能力(光合成能力)と環境要因による律速が分離できることを示唆する。本モデルを発展させることにより、任意の環境における各クローンの成長パフォーマンスの推定が可能となる。

## P1B088 北海道白糠町に設定したヤナギ類さし木試験地における3年次成長量のクローン間変異

矢野慶介<sup>1</sup>・田村 明<sup>1</sup>・福田陽子<sup>1</sup>・織田春紀<sup>1</sup>・中田了五<sup>1</sup>・山田浩雄<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター

近年、北海道では耕作放棄地などにてオノエヤナギやエゾノキヌヤナギを用いたバイオマス生産へ注目が集まっている。ヤナギを用いたバイオマス生産の普及にはその価格競争力を高める必要があるが、その手段の一つとして優良な種苗の利用による高収量化が挙げられる。北海道育種場では、ヤナギの優良個体候補木を収集すると同時に、植栽試験地を造成し、優良クローンの選抜を進めている。本研究では、北海道東部の白糠町に造成した試験地におけるヤナギさし木個体の成長量を調査し、クローン間変異を明らかにした。

植栽試験には、釧路地方などで選抜されたオノエヤナギは39クローン、エゾノキヌヤナギは37クローンを用いた。試験地は乱塊法にて3反復で植栽している。さし穂は試験地に直接差し付けた。植栽は平成24年の春に行い、成長量の調査は平成26年11月に行った。成長量の指標にはバイオマスの絶対重量を用いた。株ごとに生重量を測定すると同時に含水率を測定し、1株の乾重量を推定した。また、得られた成長量のデータからクローン毎に乾重量の平均値を算出し、クローン間で比較をした。

## P1B090 抵抗性アカマツのハーフダイアル交配家系における抵抗性の組み合わせ能力

岩泉正和<sup>1</sup>・磯田圭哉<sup>1</sup>・久保田正裕<sup>1</sup>・井城泰一<sup>2</sup>・平岡裕一郎<sup>2</sup>・玉城 聡<sup>3</sup>・板鼻直栄<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>4</sup>森林総合研究所林木育種センター西表熱帯林育種技術園

マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業により、西南日本地域では抵抗性アカマツの開発・普及および評価が進み、系統間での抵抗性のレベルの違い(抵抗性ランク)などが明らかになってきた(戸田2004他)一方で、近年ではその抵抗性リソースを利用した、より強い抵抗性マツの作出が求められている。しかしながら、これまでアカマツの抵抗性形質については、後代における改良効果を期待する上で交配親の選定などの検討に資するための、交配家系の組み合わせ能力の評価に基づく体系的な遺伝的能力の試験はほとんど行われていない。このようなことから、本研究では、抵抗性ランクの異なる抵抗性アカマツ系統間のハーフダイアル交配家系を対象としてマツノザイセンチュウの接種試験を行い、その抵抗性における系統の遺伝的能力の効果を評価した。その結果、健全率における交配親(雌親+雄親)の効果の分散成分は、組み合わせ効果(雌親×雄親の交互作用)や反復間・内誤差の分散成分よりも高い割合を示し、その結果、狭義の遺伝率は高い値を示した。さらに、健全率における系統の一般組み合わせ能力(GCA)は抵抗性ランクと正の相関関係が認められた。

### P1B091 アカマツにおけるマツ材線虫病抵抗性と初期成長の遺伝的相関関係

山野遼太郎・辻山善洋・三浦真弘・織部雄一郎  
森林総合研究所林木育種センター東北育種場

アカマツは、建材として利用されるほか、景観林やマツタケ林など林分としてさまざま生態系サービスを生み出す有用な樹種である。ただ、マツ材線虫病に感受性のため、この先植栽されるアカマツはマツ材線虫病に抵抗性のある個体であることが望ましい。これまで、(独)森林総合研究所林木育種センターと全国の府県は共同してマツノザイセンチュウ抵抗性選抜育種事業を展開し、抵抗性のあるアカマツを選抜してきている。アカマツの育種研究として次に必要な視点は、抵抗性の遺伝的向上に伴い、アカマツの利用上有用な形質が遺伝的にどう変動していくかであろう。本研究では、利用上有用な形質として初期成長に着目した。発表では、これまでに蓄積してきたアカマツ精英樹の評価値のうち、検定林における初期成長家系評価値と苗畑におけるマツノザイセンチュウ抵抗性家系評価値との遺伝的相関関係について紹介する。

### P1B093 クマ剥ぎ被害の発生要因と無被害木の特徴

北畠 優・大平敬典・箕口秀夫  
新潟大学農学部

ツキノワグマによるクマ剥ぎ被害を受けた立木は枯死したり、枯死しなくても剥皮部分から腐朽菌が入り材質が劣化したりすることから林業経営上問題になっている。しかし、林業の現場では人手不足、資金不足などの課題があり、林分内のすべての立木で防除を行うのは難しい状況となっている。よって、被害を受けにくい立木と受けやすい立木の特性を明らかにし、選択的に防除することが必要である。そこでクマ剥ぎ無被害木と被害木の特性を明らかにすることを目的とする。調査地は新潟県新発田市、阿賀町、山形県小国町である。今年度被害の特徴を把握するため、新規被害木の踏査を行った。新規被害木は胸高直径を計測し、被害状況を記録した。同時期に加害クマ特定のため、調査地にカメラトラップを設置した。また、今年度被害木の周辺木について被害を含む形態的特徴、微地形に関する調査を行った。カメラトラップにより被害発生時期にツキノワグマが確認されたが、今年度は去年度より被害が少なかった。また、周辺木調査により今年度被害木から最も近い無被害木は被害木よりも樹冠深と胸高直径が小さいことが分かった。

### P1B092 スギ遺伝資源における L\*a\*b\*表色系による心材色変異

宮本尚子<sup>1</sup>・山田浩雄<sup>1</sup>・那須仁弥<sup>1</sup>・飯塚和也<sup>2</sup>・木村 恵<sup>1</sup>・大谷雅人<sup>1</sup>・遠藤圭太<sup>1</sup>・星比呂志<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部附属演習林

スギ材において、伝統的な工法の場合、黒心は化粧性に劣ることから経済的な評価の対象とされている。また、黒心は材の含水率が高い傾向にあるため、材を乾燥させるスケジュールの簡単な指標として利用される。このような利用上の特性があることから、今回、同所的に植栽したスギ640系統を対象に、約30年次の心材色の変異幅とそれらの値と生材の含水率との関係について再検討を行った。また、立地との関係、その他の形質との関連性、伐採後の心材色の変化について解析した。伐採直後の心材色の変異は連続的であり、材の含水率との相関も高かった。植栽位置と心材色の関係を検討した結果、立地の影響よりは系統の影響が強いことが推察された。材色の明度と各形質の間には相関関係は検出されなかった。典型的な赤心系統および黒心系統について、伐採後約20年の自然乾燥を経過した心材色を調査した結果、両系統ともに明度が増加した。増加の割合は黒心系統の方が大きく、伐採直後の赤心系統よりも明度が高くなっていた。

### P1B094 スギ人工林におけるヤマガラ繁殖生態—異なる繁殖時期における食物利用—

近藤 崇・早瀬晴菜・肘井直樹  
名古屋大学大学院生命農学研究科

森林性鳥類にとって、針葉樹人工林は一般に、繁殖期の主要食物資源である鱗翅目幼虫が広葉樹林に比べて少ないこと等から、繁殖には不適な環境であると考えられている。これまで演者らは、スギ人工林での研究において、日本の森林に広く分布するヤマガラが、5~6月に、林内に点在する広葉樹斑(パッチ)を食物供給源として利用して繁殖することを明らかにしてきた。本研究では、6~7月の2回目繁殖を含めて、繁殖期全体を通じての、人工林での食物利用に関する調査を行った。

調査地は、愛知県豊田市にある名古屋大学稲武フィールドの約55年生スギ人工林で、林内に最大で0.6ha程度の複数の広葉樹パッチが点在する。2012~2014年に約60個設置した。その結果、のべ23つがいが営巣した。雛が11~14日齢時に、巣箱出入口をデジタルビデオカメラで9時間程度連続撮影した。ビデオ画像から、親鳥が運んできた食物の種類、時刻、回数を解析した。

いずれの時期も、大部分のつがいは鱗翅目幼虫をおもな食物としていたが、一部のつがいは直翅目を比較的高い割合で利用していた。今回は、繁殖時期や営巣場所周辺の特徴と食物利用の関係について検討する。

P1B095 季節変化を考慮した、農地残存林におけるキタキツネの分布決定要因の把握

矢部敦子<sup>1</sup>・赤坂卓美<sup>2</sup>・敷原佑樹<sup>1</sup>・中村太士<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>帯広畜産大学畜産生命科学部

人と野生動物の軋轢を緩和するためには、対象動物の分布規定要因の把握が欠かせない。特に積雪が豊富な北海道においては、夏期と冬期で環境が激変するため、野生動物の分布は季節間で大きく異なると考えられる。

本研究では、北海道十勝地方において、農業被害やエキノコックスの媒介者であるキタキツネ (*Vulpes vulpes schrencki*) を対象に、農地帯に散在する森林の森林タイプ (広葉樹林、湿性林、針葉樹林) や面積のほか、森林の連結性に着目し、本種の夏期と冬期の分布規定要因を明らかにした。調査地域内に設定した 48 地点の調査パッチに自動撮影カメラを設置し、夏期 (2013 年 7 月 1 日~10 月 30 日) および冬期 (2013 年 12 月 13 日~2014 年 3 月 26 日) のキタキツネの利用状況を記録した。結果、夏期 171 枚、冬期 314 枚の有効撮影枚数が得られた。夏期のキタキツネの撮影頻度は、連結性が高い森林で増加し、また広葉樹林、湿性林、針葉樹林の順に撮影頻度が高かった。一方で、冬期では小面積の森林で撮影頻度が増加し、湿性林、針葉樹林、広葉樹林の順に撮影頻度が高かった。この結果を踏まえ、本発表ではキタキツネの森林利用における季節的な違いについて議論する。

P1B097 栃木県北部における針葉樹人工林の保育管理がオサムシ科甲虫群集に与える影響

鷲見勇貴<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>・大久保達弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部

栃木県北部の宇都宮大学船生演習林において、針葉樹人工林の保育管理がオサムシ科甲虫の種組成と多様性に与える影響を調べた。ヒノキ人工林において、新植 (林齢 1 年、以下年は林齢とする)、下刈 (3・5 年)、林冠閉鎖前後 (6・8 年)、裾払い (11 年)、枝打ち (16・18 年)、間伐 (20 年)、壮齢 (41 年)、および皆伐 (63 年) の 11 林分にプロットを設置し、2014 年 6~11 月の間に計 6 回、1 プロットに 10 個のピットフォールトラップを 3 日間設置してオサムシ科甲虫を捕獲した。その結果、総計 29 種 662 頭が捕獲された。捕獲個体数において、1 年と 18 年にピークがみられた。前者は草地性種、後者はクロツヤヒラタゴミムシの出現に起因していた。種数は 1~6 年で多く、草地性のゴモクムシ亜科、アオゴミムシ亜科が多く出現していた。しかし、それ以降は減少し、10 種を下回った。また、主座標分析の結果、林冠閉鎖前後で種組成に変化がみられた。これは、1~6 年では下層植生が発達し、草地性種が多く出現するが、それ以降は下層植生の衰退にともない草地性種がほとんどみられなくなる一方で、林冠閉鎖後はクロツヤヒラタゴミムシが優占するためと考えられた。

P1B096 森林性ネズミはエゴノキの果実と種子のどちらを嗜好するのか?

辻本悟志・柏木晴香・梶村 恒

名古屋大学大学院生命農学研究科

森林性ネズミ (以下、ネズミ) は堅果の成分を識別して持ち去り、その後捕食あるいは散布している。しかし、ネズミと液果の関係についてはよくわかっていない。そこで本研究では、果皮に有毒物質 (サポニン) を含むエゴノキに着目し、ネズミの反応を検討した。具体的には、利用するネズミ種と果実あるいは種子の嗜好性を調べた。

名古屋大学稲武フィールド (愛知県北東部) 内のエゴノキが生育する二次林で、4 月から 11 月にネズミを捕獲し、頭数と種を記録した。また、10 月末と 11 月末に、エゴノキの果実と種子 (果実から果皮を除去した) を 20 個ずつ餌台に静置し、ビデオカメラで観察して持ち去り順序とネズミ種の判定を行った。

ネズミ亜科 (アカネズミ、ヒメネズミ) とミズハタネズミ亜科 (スミスネズミ) が捕獲され、そのうちネズミ亜科の 2 種が餌台で確認された。供試した果実と種子は、翌日から 3 日後に全て消失した。10 月末の供試実験では、種子を有意に早く持ち去った。この結果から、ネズミはサポニンを忌避し、果実よりも種子を嗜好すると考えられる。一方、11 月末では有意差がなかった。果皮の含水率が低下すると、ネズミはサポニンを感知しにくくなるのかもしれない。

P1B098 異なる林相ならびに防鹿柵の有無によるミミズ群集の違い

猪俣麻美<sup>1</sup>・菅原 泉<sup>2</sup>・上原 巖<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>東京農業大学地域環境科学部

昨今、持続可能な森林の管理手法の構築が求められ、その一つに生物多様性の面からみた森林の豊かさを把握する必要性が指摘されている (河原 2007)。そこで、本研究では、土壌環境因子に対し敏感に反応する土壤動物 (青木 1989) の一つであるミミズに着目した。その生息状況により、ニホンジカの食害で林床植生の乏しい地域における防鹿柵の有無が、ミミズの個体数と種組成に及ぼす影響について、東京農業大学奥多摩演習林で調査を行った。方法は、約 50 年生スギ人工林、約 45 年生ヒノキ人工林、約 60 年生広葉樹二次林の 3 林分で、それぞれ防鹿柵内外にプロットを設け、2014 年 7 月~11 月にかけて、リター層、地表面から 0~5 cm 層、5~15 cm 層の 3 層より、ハンドソーティング法にてミミズを採取した。

5 ヶ月間の調査で計 284 個体のミミズを採取したが、そのうち、22.5% (64 個体) が成体、33.1% (94 個体) が亜成体、41.2% (117 個体) が幼体であった。ミミズの採取数は、スギ人工林、広葉樹二次林、ヒノキ人工林の順で多く、各林分・防鹿柵の内外における有意差は見られなかった。種組成については、ニレツミミズ (*Pheretima disticha* Ishizuka)、サクラミミズ (*Eisenia japonica*) などが見られた。

## P1B099 局所・景観スケールでの環境変化に対するチョウ類の応答 一種・機能群・群集レベルでの解析一

曾我昌史<sup>1</sup>・尾崎研一<sup>2</sup>・山浦悠一<sup>3</sup>・河原孝行<sup>3</sup>・福山研二<sup>3</sup>・佐山勝彦<sup>2</sup>・加藤哲哉<sup>4</sup>・下村通誉<sup>5</sup>・伊藤哲也<sup>6</sup>・吉田尚生<sup>7</sup>

<sup>1</sup>北海道大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>3</sup>信州大学農学部・<sup>4</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所・<sup>5</sup>北九州市北九州市立自然史・歴史博物館・<sup>6</sup>日本海洋生物研究所・<sup>7</sup>九州大学大学院理学研究院・<sup>8</sup>森林総合研究所

現在、陸域生態系における生物多様性は人為活動の急速な進行により衰退の一途を辿っている。中でも、森林の消失や分断化は景観レベルでの生物多様性喪失の主要因として認識されている。また、生息地の周辺環境（マトリクス）の市街化も森林に依存した生物種の生息に負の影響を与える。こうした生物多様性に及ぼす負の影響を低減させるためには生息地の質の向上が有効な手段として考えられるが、局所的な生息地の質の向上がどれほど景観レベルの環境変化の影響を補填できるのかは今だに不明である。そこで本研究では、北海道石狩地方の分断化景観におけるチョウ類群集を材料とし、景観レベルでの森林の消失・分断化および市街化と局所レベルの生息地の質（ホスト植物の種類数）がチョウ類の生息に及ぼす相対的な影響力を種・機能群・群集レベルで明らかにすることを目的とした。解析の結果、チョウ類の分布は主に景観レベルの環境要因で決まることが分かったが、局所レベルの生息地の質も重要な役割を果たすことが示唆された。本公演ではこれらの結果をもとに、分断化景観における効果的な生物多様性保全策について議論したい。

## P1B101 森林性ネズミの虫害堅果選好性を解明する新たな試みーCT スキャンによる内部状態の非破壊的解析に基づく供試実験一

柏木晴香<sup>1</sup>・木下峻一<sup>2</sup>・佐々木理<sup>3</sup>・梶村 恒<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所・<sup>2</sup>ウィーン大学古生物学部・<sup>3</sup>東北大学総合学術博物館

虫害堅果も貯食散布に組み込まれている可能性があり、実態の把握にはネズミの選好性を精査しなければならない。しかし、内部の幼虫の有無や加害昆虫種の違いは見逃され、切開を要する虫害パラメータ（幼虫の数や総量、子葉の摂食率など）は考慮不能だった。本研究では、虫害堅果をCT スキャンで透視後に供試し、内部状態がネズミの選好性に与える影響を検討した。

クリの虫害堅果を用い、外観から幼虫の有無（幼虫入り、脱出済み）と昆虫の種類（ゾウムシ類、ガ類）による4つのカテゴリーに分けた。そして、各堅果の虫害パラメータをCT スキャンで非破壊的に定量化した。カテゴリー毎にまとめて餌台に載せ、林内で同時に一晚静置し、早く持ち去った順に選好性が高いと判断した。

アカネズミとヒメネズミが幼虫入りよりも脱出済み堅果を早く持ち去り、先行研究と逆の結果となった。これは供試時の堅果の配置に起因するかもしれない。昆虫の種類でネズミの反応の違いはなく、幼虫の数や総量、摂食率も選好性に影響しなかった。一方、脱出済みでは摂食率が低いほど好まれた。子葉が多く残存した状態で幼虫が脱出した堅果は、貯食散布に有利である可能性などが示唆された。

## P1B100 新潟県湯沢町における標高傾度に沿ったナガキクイムシ科甲虫の発生消長

福沢朋子<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>・大久保達弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部

カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）の穿入に伴うナラ類集団枯損被害は、1980年から日本海側を中心に拡大した。群馬県みなかみ町における2011年の被害分布調査から、同町の被害は、被害が大きい日本海側新潟県から1000mを超える谷川連峰を越えて太平洋側へ広がったものと予想された。しかし、カシナガを含むナガキクイムシ科は成長や羽化脱出に一定の温量が必要であり、高標高地域では発生量が制限される可能性がある。本研究では、群馬県みなかみ町に隣接する新潟県湯沢町の荒沢山（1,303m）において標高傾度に沿ったナガキクイムシ科の発生消長を調査した。標高600~900mの尾根上に標高50~100mごとに計5か所の調査地点を設け、粘性トラップと衝突板トラップをそれぞれ設置し、2014年6月~10月に甲虫を捕獲・同定した。その結果、計336頭のナガキクイムシ科甲虫が捕獲された。また、本調査地のカシナガの出現時期は同年7月14日~9月14日であり、同年7月29日の800m地点で最も発生数が多く、0.001頭/300cm<sup>2</sup>であった。またこれより高標高の場所でのカシナガの発生は見られなかったことから発生制限が示唆された。

## P1B102 関東地方におけるマルゲンバイ属(カメムシ目)の系統関係と基本的生態

室 紀行・久保田耕平

東京大学大学院農学生命科学研究科

森林性昆虫の1属であるマルゲンバイ属は、林床のコケ群落に依存して全国的に分布しており、生態的に不明な点が多い。日本産の種は飛翔能力が退化しているため移動分散能力が低く、個体群間で遺伝的分化が生じていると推測される。森林に期待される生物多様性保全機能の観点から、森林性生物における遺伝的多様性の理解は重要である。本研究では、関東地方におけるマルゲンバイ属の遺伝的多様性および系統関係を明らかにすることを目的とし、関東地方周辺に分布する3種の分子系統解析を行った。

関東地方を中心とする27地点で得られた個体を解析に用いた。これらのミトコンドリア遺伝子COI領域663bpにおいて、個体群間で同一の遺伝子型は共有されておらず、本属3種が種内で遺伝的分化を生じている可能性が示唆された。分子系統解析の結果、本属の1種マルゲンバイは異なる2系統に分かれ、両系統は関東地方を境界として南北に異所的に分布していた。これらは外部形態による判別が困難であり、隠蔽種である可能性がある。

また、マルゲンバイについて基本的な生態情報を得るために生活環を調査した結果、これらは年一化で成虫越冬を行うと推定された。

P1B103 屋久島において、シカの摂食は森林更新にどの程度影響するのか？

岡部憲和<sup>1</sup>・矢原徹一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院システム生命科学府・<sup>2</sup>九州大学大学院理学研究院

近年、シカによる摂食が、林内の樹木の成長や生存に大きく影響し、特定の種の個体数を減少させることが報告されている。長期的に考えると、摂食を受けやすい種は、林内から絶滅してしまう可能性がある。そこで、本研究では、食害の有無による樹木の成長量や死亡率の変化を野外データで検証し、食害を受けやすい種の絶滅が起こるのかをシミュレーションによって評価した。

屋久島の島内愛子岳の植生防護柵内外にプロットを設け、1.5m以下の樹木の樹高を2013年の6月と9月に測定し、柵内外でそれぞれ6個体以上出現した6種の平均成長量と死亡率を計算した。その結果、シロダモ、ヤブニッケイ、バリバリノキでは、柵外の死亡率が柵内よりも高かった。ただし、柵内外でのいずれの差も有意ではなかった。さらに、今回調査した6種を優先種、普通種、シカ摂食種に分け、モニタリング記録(1998-2013年)から定着率を計算し、SEIB-DGVMによる100年間の動態予測を行った。その結果、今の定着率が100年間維持される場合は、ヤブニッケイの絶滅は起こらなかった。

P1B105 北海道の広葉樹天然林における樹木・林床植生へのエゾシカの採餌圧の影響の指標化

渡辺 修<sup>1</sup>・明石信廣<sup>2</sup>・宇野裕之<sup>3</sup>・荻原 裕<sup>4</sup>

<sup>1</sup>(株)さっぽろ自然調査館・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>3</sup>北海道環境科学センター・<sup>4</sup>北海道森林管理局知床森林生態系保全センター

1990年代以降、北海道ではエゾシカの個体数増加・分布域拡大とともに森林植生への強い影響が見られるようになってきている。特に広葉樹林では、特定嗜好樹種の枯死による減少や、稚樹・小径木への採餌圧による更新の停滞、林床植生の大きな変化、裸地化による土壌流出などが懸念されている。北海道の国有林においては、2009年より北海道の各地において広葉樹天然林に対するエゾシカの影響を把握するための固定調査区を計300区設置し、地域ごとのエゾシカの利用状況と森林の推移を調査している。各調査区では毎木調査・林床植生調査を実施し、樹皮・下枝・稚樹・ササ類・草本類の資源量と食痕率を把握し、5年ごとのモニタリングを実施している。

この調査結果を元に、エゾシカの影響により森林構造・広葉樹の更新にどのような影響が出ているかを解析した。また狩猟統計より、各地域の過去・現在のエゾシカ生息密度を整理し、利用頻度・履歴が森林植生のどの部分に影響しているかを明らかにし、各食痕率の指標性を検討した。

P1B104 ニホンジカによる樹皮剥皮の対象樹種の季節変化と年次変化—奈良県南西部の冷温帯落葉広葉樹林の事例—

若山 学<sup>1</sup>・田中正臣<sup>1</sup>・米田吉宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>奈良県森林技術センター・<sup>2</sup>奈良県東部農林振興事務所

奈良県西南部伯母子岳地域の冷温帯落葉広葉樹林において、ニホンジカの樹皮剥皮の季節変化と年次変化について調査を行った。【方法】2004年3月に調査地に生育する樹高1.3m以上の樹木にナンバーを施した。そして、一次調査として2004年3月から2005年3月までに生じた樹皮剥皮を調査した。その後、二次調査として、2010年6月から2013年3月までに生じた樹皮剥皮を調査した。【結果】調査期間中に発生した樹皮剥皮は、殆どが春から秋に生じた摂食によるものであり、リョウブ、シロモジ、サラサドウダン、ミズナラで多かった。その中でリョウブ、シロモジ、サラサドウダンでは夏季に、ミズナラでは春先に樹皮剥皮が多く発生した。これらのことより、樹皮剥皮の対象となる樹種は季節により変化することが考えられた。一次調査と二次調査とも、樹皮剥皮はリョウブで最も多く発生した。シロモジ、サラサドウダンの樹皮剥皮の発生は、一次調査と比較し二次調査では大きく減少した。ミズナラの樹皮剥皮は一次調査よりも二次調査で多く生じた。これらのことから同じ地域の森林においても、樹皮剥皮の対象となる樹種は年により変化することが考えられた。

P1B106 形態的特徴からニホンジカおよびニホンカモシカの糞を判別する

安藤正規<sup>1</sup>・島村咲衣<sup>2</sup>・後藤真希<sup>3</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学応用生物科学部・<sup>2</sup>岐阜大学大学院応用生物科学研究科・<sup>3</sup>岐阜県林政部

ニホンジカ(以下シカ)の保護管理における重要なモニタリング項目として、糞塊数・糞粒数が挙げられる。しかしながら、カモシカが同所的に生息する地域では、両種の糞の形態が良く似ているため目視での種判別が困難となり、正確なモニタリングに支障を来す可能性がある。

本研究では集団学習アルゴリズムであるランダムフォレストを用い、両種の糞の形態的な差異から種を判別することを試みた。岐阜大学位山演習林で採取した96糞塊(シカ:73、カモシカ:23、DNA解析により種判別)から得た形態的特徴(糞粒数、糞粒の縦横比、糞塊の層数、糞塊の密集度)のデータを用いて解析をおこなった。

4つの形態的特徴をデータとして解析した結果、9割以上の確率で種を正しく判別できることが確認された。ジニ係数に基づいた各形態的特徴の重要度は糞粒数が最も高く、次いで糞粒の縦横比、糞塊の層数、糞塊の密集度であった。また、形態的特徴として糞粒数と糞粒の縦横比の2項目のみを用いて同様の解析をした結果、正答率はほとんど低下しなかった。以上より、シカとカモシカの糞は、糞粒数と糞の縦横比からおおよそ正確に判別する事が可能であると考えられた。

## P1B107 森林地域におけるカメラトラップ法を用いたニホンジカの密度推定手法の確立

池田 敬<sup>1</sup>・高橋裕史<sup>2</sup>・松浦友紀子<sup>3</sup>・伊吾田宏正<sup>4</sup>・吉田剛司<sup>4</sup>・梶光 一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>4</sup>酪農学園大学

ニホンジカ（以下、シカ）個体群を管理するために、全国各地で区画法や糞粒・糞塊法など様々な密度推定法が用いられてきた。しかし、これらの手法は膨大な調査努力量が必要とする。また、ハビタットの種類や調査時期、捕獲による人為的攪乱などは森林地域でのシカの観察率に影響を与える。そこで、シカへの環境攪乱の少ないカメラトラップ法による密度推定の有効性について、確度の高い生息数推定値が得られている北海道洞爺湖中島（以下、中島）の閉鎖個体群および季節移動のある支笏湖の開放個体群で検討した。

その結果、中島での推定密度は確度の高い推定値と相関関係を示し、密度操作実験による個体数の減少を検出することができた。一方、支笏湖での推定密度は5-6月や10月で高く、12-3月で低い明確な季節変動パターンを示した。メス（5-6月）やオス（10月）の撮影頻度の増加と全ての性・齢クラス（12-3月）の撮影頻度の低下が、推定密度に影響を与えた。以上の結果、カメラトラップ法は森林地域での観察率や捕獲の影響を考慮し、シカ個体群の密度を推定することが可能であると考えられる。

## P1B109 森林 GIS と空間分析による銃器を用いたエゾシカ捕獲の適地抽出

小野 司<sup>1</sup>・日野貴文<sup>1</sup>・伊吾田宏正<sup>1</sup>・宇野裕之<sup>2</sup>・明石信廣<sup>3</sup>・吉田剛司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>酪農学園大学・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構環境科学センター・<sup>3</sup>北海道立総合研究機構林業試験場

北海道においてエゾシカによる森林被害が深刻化しており、森林管理と連携した効率的な個体数管理が必要とされている。効率的な個体数管理手法として銃器の使用が挙げられるが、定量的な捕獲適地の選定手法は確立おらず、一般狩猟者の経験と勘に頼る部分が多い。そこで本研究では銃器を用いる場合のエゾシカ捕獲適地の抽出手法の確立を目的とし、森林 GIS と地形データを用いた空間分析によって捕獲適地の抽出を試み、抽出結果と狩猟の専門家による現地調査との整合性を検証した。銃器での捕獲に適している条件として、狙撃可能範囲、森林内の見通し、捕獲個体の回収が容易なことを挙げ、それぞれについて検証した。狙撃可能範囲と森林内の見通しについては、抽出結果と現地調査の結果について線形判別分析を行った。捕獲個体の回収については、過去の管理捕獲でのデータを用いて、搬出時間、捕獲個体の体重、使用機材、要した人数、捕獲個体の位置から、一般化線形モデルを用いて搬出時間のモデル式を作成した。これらの結果から、森林 GIS と地形データを活用することにより専門家による現地での判断と整合性のある抽出が可能であることが示唆された。

## P1B108 シカ管理における地球統計学の応用

近藤洋史<sup>1</sup>・小泉 透<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

近年、ニホンジカによる森林被害が深刻化している。ニホンジカの保護管理を実施する上で、その生息密度といった生息状況を把握することは重要である。これまで、シカの生息密度は、その調査地点に代表されるポイントサンプリングされた空間的位置情報をもとに、シンボルマークの色や大きさといった点パターンで示されてきた。しかし、点パターンを観察しても、全体的な傾向を把握できない場合が多い。そこで空間データの統計的解析理論である空間統計学の中で、連続空間的なランダムフィールドでモデル化した地球統計学の手法を応用して、地点データを面データに変換した。このような変換を行うことで、調査が実施されていない地点での属性値の予測が可能となる。ニホンジカの管理に対して、この手法は、その生息密度分布の地図化や生息密度の変化状況の把握、被害の発生予測に利用されつつある。今後、生息密度分布やその変化状況のマップを解析して行くとともに、ランドスケープ情報を重ね合わせることで、シカ個体数管理をどのように進めていくかについての具体的な指針を得ることが可能になるとと思われる。

## P1B110 冷温帯落葉樹種における葉の二次脈構造の機能的意義

河合清定・岡田直紀

京都大学大学院農学研究科

葉脈は水や光合成産物の通路と、葉を力学的に支える機能を持っており、植物の生存や成長に強く影響する。一方、被子植物は陸上植物群の中で最も多様な葉脈形状を示すグループであるが、それらの機能的意義や進化的背景は明らかになっていない。また、葉脈が葉の複数の形質とどのように結びついているかについても知見が不足している。そこで本研究では、温帯林に産する日本産樹種 45 種を対象に、既存の文献値と実際の測定データを合わせ、1) 二次脈形状の機能的意義、2) 葉脈と葉の複数の特性の関係を明らかにしようとして試みた。

その結果、乾燥ストレスに対する浸透調節能力と長期的な気孔開度は開放型の二次脈形状を持つ樹種で高い傾向にあった。開放型の葉を持つ樹種は乾燥に対し、浸透調節で気孔コンダクタンスを維持し光合成を続けることが示唆された。一方、葉の力学的強度は異なる形状間で有意な差は認められなかった。また、葉脈と葉の特性に関して、低次脈は葉の力学的強度、葉面積や LMA など葉の構造に結びつく一方、高次脈は通水性、葉の窒素濃度や、リグニン含量など葉の化学特性と相関し、脈の回数による機能や特性の役割分担が見られた。

## P1B111 広葉樹 12 種における葉内の通水抵抗の分布と光応答

大塚晃弘・野口 航・種子田春彦

東京大学大学院理学系研究科

【目的】葉は、植物体全体の約 30% を占める大きな通水抵抗を持つ。この大きな通水抵抗は、葉内の葉脈と葉脈外部にある葉肉組織の経路を水が移動する際にかかる。葉の通水抵抗は、光に応答して変化することが報告されている。しかし、光応答の有無や反応の強さを説明するメカニズムや輸送経路の形態的特徴、また、生態学的な意義に関連する光に強く応答する植物の生活型や生理学的特徴は明らかになっていない。【方法】これらを明らかにするために、本郷キャンパス構内に生育する広葉樹 12 種（落葉樹 7 種、常緑樹 5 種）を材料に、High Pressure Flow Meter 法を用いて葉の通水抵抗の内訳と光に対する応答を測定した。【結果】光に応答して通水抵抗が有意に減少したのは、全 12 樹種のうち落葉樹 4 種、常緑樹 3 種であった（減少率：27%–59%）。通水抵抗が変化し輸送経路は葉脈外部であった。葉脈外部の通水抵抗が葉身の通水抵抗に占める割合は種間で大きくばらついたが（42%–90%）、生活型や光応答の有無には関係しなかった。講演では、これらの結果と葉の解剖学的特徴の解析とをあわせて、葉の通水抵抗や光応答の種間差を生じさせる要因を考察する。

## P1B113 最大樹高に達した異樹齢アカマツにおける葉の生理特性の比較

東 若菜・石井弘明

神戸大学大学院農学研究科

高木の葉の生理特性は、樹高成長にともない変化する光や水環境に起因して垂直的に変化する。また、個体サイズと樹齢は同時に変化するため、生理特性の変化に対する両者の影響の分離は難しい。本研究では、山梨県諏訪森林国有林内の最大樹高（約 30m）に達した樹齢 100 年および 300 年のアカマツ（*Pinus densiflora*）を対象に、葉の光合成、水分生理、形態特性および組織構造の垂直変化を明らかにし、樹齢の影響を検証するため異なる樹齢間で葉の特性を比較した。300 年生アカマツの光合成特性は 100 年生よりも陰葉的で、葉重あたりのクロロフィル含量および窒素含量が少ないことが要因と考えられた。しおれ点の水ポテンシャルは高さや光環境によらず一定であった。100 年生アカマツでは高さや光環境にともない葉の貯水能が増加して膨圧維持能が高く、300 年生アカマツでは細胞壁が硬く、葉面積当りの葉乾重（LMA）が 100 年生よりも大きいことから水分保持能が高いことが示唆された。transfusion tissue や樹脂道の割合は高さや光環境にともない増加し、樹齢による差はなかった。形態や組織構造は環境に適応的に変化する一方、樹齢による差は水分生理や光合成特性にみられた。

## P1B112 国指定天然記念物「月瀬の大杉」における葉の形態と水ポテンシャルの垂直分布

山越麻由<sup>1</sup>・久保島慶彦<sup>1</sup>・矢川健太<sup>2</sup>・城田徹央<sup>3</sup>・岡野哲郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>信州大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>信州大学学術研究院農学系

樹木は、樹高が高くなるほど上部と下部での水分特性や葉のシュート形態に差があることが知られている。本研究では、長野県根羽村において樹高 40.5m の孤立木である国指定天然記念物「月瀬の大杉」の水分特性とシュート形態を調査した。10 月 8–10 日に高さの異なる 5ヶ所で測定した葉の水ポテンシャルは、早朝でも上部で  $-5.8\text{MPa}$ 、下部で  $-3.8\text{MPa}$  と  $0\text{MPa}$  まで回復しておらず、自然状態では夜間の吸水が不十分であった。葉の水ポテンシャルは日中さらに低下し、その値は上部ほど低かった。3ヶ所で作成した FWC ベースの P–V 曲線には、違いが見られなかった。RWC<sub>capo</sub> は、上部で 0.18、下部で 0.41 と下部の方が高い値をとった。また 8 ヶ所で計測した当年枝のシュート形態に関しては、19.7m から樹冠上部に近づくにつれてシュート長、葉面積、葉数は、値が小さくなった。一方、個葉面積、個葉重は樹冠下部の 12.3m から 19.7m までは値がやや小さくなるが、それより高い場所ではほぼ一定の値を示していた。以上のように、水ポテンシャルが高さに対して線形的に変化しているのに対し、シュート形態は個葉の数やサイズといった項目が複合的に関連しながら変化していると考えられた。

## P1B114 幹呼吸の垂直変化と樹体内 CO<sub>2</sub> の影響評価

藤原祥平<sup>1</sup>・影山寛明<sup>2</sup>・榎本正明<sup>1,2</sup>・水永博己<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>静岡大学農学部

幹呼吸速度は森林生態系の純生産や炭素循環の定量化などに用いられる重要なパラメータだが複雑なメカニズムをもつことが知られている（Negisi, 1981）。例えば幹呼吸には垂直変化・季節変化が存在し、これは年間の呼吸を推定する上で重要な要因となる（Araki et al. 2010）。また呼吸 CO<sub>2</sub> の一部が樹液に溶解して樹体内に留まり、樹液流により輸送されることで幹からの CO<sub>2</sub> 放出に影響を与えている（Teskey & McGuire 2004, 2008；Bowman et al. 2005；Teskey et al. 2007）。本研究は幹呼吸の垂直変化と、樹体内 CO<sub>2</sub> が幹呼吸に与える影響を複合的に評価したものである。

調査地・対象木は富士北麓フラックス観測サイト標高 1100m のカラマツ（*Larix kaempferi*）6 個体と苗場山標高 900m のブナ（*Fagus crenata*）2 個体で、それぞれ幹からの CO<sub>2</sub> 放出、樹液流量、樹体内 CO<sub>2</sub> 濃度を測定した。CO<sub>2</sub> 放出は垂直方向に各個体 3–8 点で測定を行った。CO<sub>2</sub> 放出は赤外線ガス分析計（IRGA）（Li-840；Licor）及び非分散型赤外線ガス分析計（NDIR）（GMP343；Vaisala）を用いた閉鎖型システムにより測定し、樹液流量はグラニエ型樹液流センサ（TDP-30/-100；Dynamax）、樹体内 CO<sub>2</sub> 濃度は NDIR（GMP221；Vaisala）により測定した。



P1B115 ケニア国半乾燥地の *Melia volkensii* 人工林の水収支

中村亮介<sup>1</sup>・大藪崇司<sup>2</sup>・Ndufa K James<sup>3</sup>・Kigwa K Bernard<sup>3</sup>・吉川 賢<sup>4</sup>

<sup>1</sup>岡山大学農学部・<sup>2</sup>兵庫県立大学大学院緑環境景観マネジメント研究科・<sup>3</sup>Kenya Forestry Research Institute・<sup>4</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究所

【目的】半乾燥地における森林造成は、樹木からの大量の蒸散によって、地域の水収支に大きな影響を与える。そこで、樹木の蒸散速度と林床蒸発量、林外蒸発量を測定し、森林造成が水収支に与える影響を検討した。【方法】ケニア国キツイ県ティバ試験地に2002年に造成された落葉広葉樹 *Melia volkensii* 林を調査地とした。調査は雨季後半の4月から5月に行った。個体サイズ（樹冠投影面積と樹冠厚）が異なる4個体を選び、樹冠を3層に分け、LI-1600を用いて、各層で日中に2時間間隔で3回ずつ蒸散速度を測定した。また、各個体3層の樹冠ごとに葉面積を測定した。林内25ヶ所、林外2ヶ所に蒸発パンを設置し、日中の蒸発量を測定した。【結果】日中の最大蒸散速度は、樹冠上部、中部、下部で4.4、3.7、2.5 mmol/m<sup>2</sup>/s となり、日射量の多い上部は下部の約1.7倍の速度を示した。最大蒸散速度と葉面積から単木当たりの最大蒸散速度を求めたところ、100~400 mmol/s と個体間で大きな開きがあった。樹冠投影面積によって単位林床面積当たりになると3.5~8.9 mmol/s となった。林床蒸発量は0.8~1.6 mm/day で、林外蒸発量は3.6~5.6 mm/day であった。これらの結果を用いて、林分の水収支を検討した。

P1B117 塩水による冠水がヌマスギおよびクロマツの生育におよぼす影響

沖田総一郎<sup>1</sup>・半澤綾菜<sup>1</sup>・坂口未紗<sup>2</sup>・山本福壽<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>鳥取大学農学部

千葉県九十九里浜の海岸後背湿地へ試験的に植栽されたヌマスギ (*Taxodium distichum*) の津波被害時の評価と植栽地拡大の可能性を調べることを目的として各種の実験を行い、塩水中への全身冠水（水没）の影響とその後の応答について考察した。また、海岸林構成種として全国的に植栽されているクロマツ (*Pinus thunbergii*) の塩水中への水没に対する耐性もヌマスギと比較、解析した。

3%食塩水に両樹種2年生の苗木を0、3、6、12、および24時間、苗木全体を水没させ、その後の養生方法をポット上端まで水道水で冠水させた冠水環境と、通常養生させた非冠水環境の二つに分けそれぞれで水没時間とその後の養生方法の違いによる樹体への影響を観察した。

ヌマスギでは、塩水中の水没処理が6時間を超えた処理区において、枯死個体が目立ち24時間水没させた処理区ではほぼすべての個体が枯死した。3時間、6時間の水没処理では処理後2週間経過で先枯れ個体が現れたが、胴ぶき（潜伏芽の開芽）が同時に多くの個体でみられた。クロマツは非冠水環境では塩水中の水没時間にかかわらず、枯死個体や生理障害の個体はみられなかったが、冠水環境では水没時間にかかわらず枯死個体が多かった。

P1B116 冠水深がヌマスギ成木の成長と形態形成におよぼす影響

半澤綾菜<sup>1</sup>・沖田総一郎<sup>1</sup>・坂口未紗<sup>2</sup>・立石麻紀子<sup>3</sup>・岩永史子<sup>4</sup>・山本福壽<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>鳥取大学農学部・<sup>3</sup>九州大学農学部附属福岡演習林・<sup>4</sup>九州大学決断科学プログラム

1977年3月、九州大学福岡演習林11林班に隣接する蒲田池の水際に、ヌマスギ (*Taxodium distichum*) の若木が2グループ14本植栽された。蒲田池の水位は年間1m30cm程度変動し、ヌマスギに冠水ストレスの影響を与え、ヌマスギ特有の膝根や浮遊根が形成されている。前年度までの研究により、深い冠水環境におかれたヌマスギほど伸長成長は抑制され bottle 型の樹幹が発達すること、浅い冠水環境では根株が buttress 型になること、深い冠水環境では膝根形成が抑制され、浮遊根が発達すること、などを見出した。これらを踏まえて本研究では、1) 樹体における水欠乏ストレスの定量および冠水深さの違いによる比較、2) 樹幹の形態形成の違いによる通気組織の相違性、3) 膝根、浮遊根の組織構造を観察し比較することにより、冠水環境下におけるヌマスギの生存戦略の一端を明らかにした。

P1B118 風・水ストレスに対するヒノキの分子・生理応答

福井翔宇<sup>1</sup>・片畑伸一郎<sup>2</sup>・榎本正明<sup>2</sup>・山田晋也<sup>3</sup>・水永博己<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>静岡大学農学部・<sup>3</sup>静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

強度間伐後や台風通過後といった急激な環境変化、あるいは強い環境負荷によって樹木が枯死、枯損する例は多数報告されており、強風による機械的刺激がキャビテーションを誘発させ、樹木に水ストレスをもたらしている可能性が示唆されている。近年、遺伝子発現から植物の受けている環境ストレスを評価する方法が提案されているが、環境変動に応答する遺伝子と、ストレスにより変化する生理情報との関係性を報告した例は少ない。本研究では日本における主要造林樹種であるヒノキから、機械刺激や乾燥ストレスに応答する複数の遺伝子の塩基配列情報を取得し、それらの発現特性と光合成・水分生理特性との比較を行った。実験には4年生のヒノキ苗木を用い、送風処理区、灌水制限区、送風処理 & 灌水制限区、無処理区の4処理区を設けた。生理測定の結果、送風処理区と無処理区との間に有意な差異は見られなかったが、灌水制限区と送風処理 & 灌水制限区では送風処理 & 灌水制限区で気孔コンダクタンスや樹液流速、水ポテンシャルなどの低下が著しかった。また、RT-PCRの結果、機械刺激に応答する XTH22/TCH4 遺伝子の発現が送風処理により増加した。

## P1B119 環境シグナルに対するスギ木部形成遺伝子群の発現応答

福田有樹<sup>1</sup>・三嶋賢太郎<sup>2</sup>・田村美帆<sup>3</sup>・渡辺敦史<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup>九州大学大学院農学研究院

Mishima *et al.* (2014) は、スギの木部において木部形成期と休止期で遺伝子発現が大きく異なっていることを明らかにした。これらの遺伝子発現の変化は、環境シグナルに応答した結果と考えられる。また、Oribe *et al.* (1997) は、形成層休眠期にあるスギの樹幹への局所的な加温処理により、形成層活動が再開されることを報告しており、温度は重要な環境シグナルの1つであると考えられる。一方で、日長もまた温度とは別の重要な環境シグナルと考えられるが、形成層活動への関与については明らかになっていない。

本研究では、スギ3年生苗木を用いて温度および日長を制御した環境下で生育することにより、木部形成開始に関するシグナルについて明確にすることを目的とした。そのために、公開されている情報からスギのリグニン生合成に関する遺伝子群の発現応答を整理し、リグニン生合成経路に従っていくつかのマーカーをスクリーニングした。これらのリグニン生合成遺伝子群をマーカーとして、木部形成開始期における温度および日長の関与について検討したので報告する。

## P1B121 変動光に対する針葉樹の光防御機構—メーラー反応の生理機能解析—

乗富真理・津山孝人

九州大学農学部

裸子植物は被子植物よりも葉緑体の酸素還元反応（メーラー反応）の能力が10倍高い。一方、メーラー反応はラン藻で大きく、変動光の下で生きて行くために欠かせない役割を担っている。本研究では、針葉樹のメーラー反応の生理的意義を明らかにするために、ヒノキとシロイヌナズナの変動光に対する耐性を比較した。変動光として、弱光 ( $2 \text{ mol E m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) の連続光に強光 ( $470 \text{ mol E m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) のパルス光（持続期間1秒）を繰り返し重ね合わせた光を用いた。パルス光を照射する間隔は0秒から6時間まで段階的に変えた。ヒノキとシロイヌナズナは同一条件 ( $60 \text{ mol E m}^{-2} \text{ s}^{-1}/18$  時間、相対湿度70%) で生育させた。実験の結果、ヒノキではパルス光を7秒間隔で照射しても光合成（相対的電子伝達速度）は阻害されなかったが、シロイヌナズナでは16分間隔でも阻害されることが分かった。これは、ヒノキはシロイヌナズナよりも変動光に対する光合成の耐性が高いことを示している。ヒノキの変動光耐性についてメーラー反応との関わりを議論する。

## P1B120 プナの花成における DNA メチル化によるエピジェネティック制御の可能性

小向 愛<sup>1</sup>・斎藤秀之<sup>2</sup>・渋谷正人<sup>2</sup>・小池孝良<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学農学部・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学院

広葉樹の花成は花成ホルモンをコードする遺伝子 (*FT*) が葉で発現することで誘導される。しかし開花年の不規則な広葉樹における *FT* 遺伝子発現の年変動については、その発現制御が日長等の即時的な環境シグナルでは説明できず、過去の環境刺激がゲノムに記録され、遺伝子に対してエピジェネティックに発現制御していると考えられた。本報告では、ブナの *FT* 遺伝子の塩基配列の特徴を調べ、DNA メチル化の潜在的な可能性を検討した。また DNA メチル化率を調べ、*FT* 遺伝子の DNA メチル化を介したエピジェネティック制御の可能性を検討した。ブナの *FT* 遺伝子の TATA 配列はシトシン塩基を含まず、RNA ポリメラーゼ結合における DNA メチル化の制御はないと考えられた。日長誘導型の転写因子 (CO) の結合が推定される cis 配列は、連年開花型のポプラ、オレンジ、リンゴ、ブドウ、ユウカリに比べてブナでは数多くのシトシンを含んだ。よってブナの *FT* 遺伝子は連年開花型の樹種に比べて DNA メチル化による発現制御の可能性が潜在的に大きいと考えられ、ブナの花成周期の不規則性と関連が示唆された。発表では DNA メチル化率についても報告する予定である。

## P1B122 光合成能力を推定するための分光反射特性の評価

田村実加<sup>1</sup>・片畑伸一郎<sup>2</sup>・王 権<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>静岡大学農学部

森林の炭素固定能力を広域的かつ迅速に評価・推定する手段として、分光反射特性が有効とされている。本研究では、個葉の光合成能力を表現するうえで重要なパラメータである  $V_{cmax}$  を、分光反射特性から推定することを目的とする。 $V_{cmax}$  は、Rubisco の量と活性に依存している。したがって、 $V_{cmax}$  に敏感な波長を明らかにするために、Rubisco に関する分光反射特性も調べる必要がある。そこで本研究は、樹冠内部の Rubisco 量に空間勾配がある陽葉と陰葉を利用して比較実験を行った。 $V_{cmax}$  は、葉内  $\text{CO}_2$  濃度—光合成速度 ( $A/C_i$ ) 曲線から算出した。同時に Rubisco の量および活性、葉内窒素量、クロロフィル、カロテノイド等の色素量、ポリフェノール量を表す指標となる DualEx 値、クロロフィル蛍光、LMA、EWT およびその他形態的特性を測定し、個葉の分光反射特性との関係を明らかにした。個葉の  $V_{cmax}$  と分光反射率を、総当たり法を用いて 400~2500 nm の波長の組み合わせから解析した結果、分光反射指数 485 nm/471 nm において、最も高い相関が得られた ( $R^2=0.88$ )。しかし、480 nm 付近の波長域はクロロフィルの吸収帯であるため、その影響を考慮する必要があると考えられる。

P1B123 冷温帯落葉樹の光合成能力を表す分光反射指数の探索

青井夕貴<sup>1</sup>・米持紗希子<sup>1</sup>・藤野大河<sup>2</sup>・王 権<sup>1</sup>

<sup>1</sup>静岡大学農学部・<sup>2</sup>静岡大学大学院農学研究科

光合成能力を表す重要なパラメータである  $V_{cmax}$  (最大カルボキシレーション速度)、 $J_{max}$  (最大電子伝達速度) を推定する分光反射指数の探索、および、 $V_{cmax}$ 、 $J_{max}$  を表す分光反射指数の種間差について検討することを目的とした。そこで本研究では、南アルプスフィールドの演習林からイヌシデ、オオイタヤメイゲツ、ナツツバキ、ヒメシャラ、ブナの5種類を対象に樹冠上層、中層、下層の3層から枝サンプルを採取し、そのサンプルより葉3枚を選出し、葉内  $CO_2$  濃度—光合成速度 ( $A/C_i$ )、分光反射率、葉面積、葉厚、生重量、絶乾重量、葉緑素量を測定した。また、得られたデータから  $V_{cmax}$ 、 $J_{max}$  算出しを表す分光反射指数の探索を行った。すべてのサンプルから  $V_{cmax}$ 、 $J_{max}$  を推定する指数を探索したところ、 $V_{cmax}$  は  $SR=R2253/R2232$  で  $R^2=0.64$ 、 $J_{max}$  は  $SR=R2204/R2167$  で  $R^2=0.58$  が得られた。しかし、他の種が入ったときに使える指数であるかわからないため、よりよい指数への改良を検討していく。

P1B125 地上タワー観測によるクロロフィル蛍光を利用したスギ・ヒノキ植林の光合成機能の季節変化

辻本克斗<sup>1</sup>・加藤知道<sup>2</sup>・平野高司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学農学部・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究院

陸域生態系の炭素循環を把握することは、将来の気候変動を予測するうえで非常に重要である。現在、陸域生態系の総一次生産 (GPP) をより正確に推定するために、従来よりも直接的に光合成を評価できる太陽光誘発クロロフィル蛍光 ( $F_S$ ) という指標が注目されている。そこで本研究では、従来の植生指標 (NDVI など) では光合成量の推定が困難な常緑針葉林において、生態系レベルでのクロロフィル蛍光 ( $F_S$ ) と、GPP および光利用効率 (LUE) の関係を明らかにすることを目的とした。

本研究では、岐阜県高山市のスギ・ヒノキ植林で2007年と2008年に観測されたデータを用いた。 $F_S$  と GPP は、サイトの中心にある高さ30mのタワーの頂部で測定した森林の分光放射データと、渦相関法による  $CO_2$  フラックスデータからそれぞれ算出したものである。

その結果、 $F_S$  は GPP と日・季節変化において高い相関を示した。また、 $F_S$  は LUE とも季節ごとに強い関係を持つことがわかった。これは森林の光合成能力が主に気温とフェノロジーによって変化することに起因する。このことから、蛍光は生態系レベルでの光合成、光合成機能の評価に有用であることが明らかになった。

P1B124 落葉広葉樹を対象とする分光反射率を用いたクロロフィル量の推定

米持紗希子<sup>1</sup>・常 開<sup>2</sup>・王 権<sup>1</sup>

<sup>1</sup>静岡大学農学部・<sup>2</sup>静岡大学大学院農学研究科

クロロフィルは光合成能力に影響を与える重要な生化学物質であり、その量をリモートセンシングによって評価するための分光反射指数は数多く報告されている。しかし、異なる樹種間では反射に影響を与える葉構造等が異なるため、多樹種で適応できる指数は少ない。森林には様々な樹種が生育しており、樹種の違いによる影響を受けない指数が必要とされている。そこで本研究では、個葉スケールにおいて、多樹種間でのクロロフィル量評価が可能な分光反射指数の開発を目的とする。試験地を静岡大学中川根演習林 (標高1400m) とし、そこに生育する落葉広葉樹35種を対象に分光反射率及びクロロフィル量、葉の重量・面積の測定を行った。また、放射伝達モデル (PROSPECT) による分光反射率のシミュレーションデータを作成した。

それぞれのデータセットで指数の探索を行い、2つの波長の反射率の比を用いる SR の型では、実測データの場合 961nm と 719nm、シミュレーションデータの場合 788nm と 749nm の組み合わせでクロロフィル量との相関が最も高くなった。データセットによってクロロフィルと指数との関係が異なるため、2つデータセットを組み合わせた解析が必要とされる。

P1B126 Effect of aluminum on endocytosis and intracellular dynamics of proanthocyanidins in root-tip cells of woody plants

張 萌・大澤裕樹・丹下 健

東京大学

Proanthocyanidins (PAs), macromolecule polyphenols with high affinity for aluminum (Al), are localized to small cytoplasmic vesicles in certain root cells of *Acacia mangium*. To understand the interaction of PAs with Al, we observed the movement and subcellular distributions of PAs, Al and endocytosis marker in root cell protoplasts. In *A. mangium*, morin staining detected Al only at the cytosol of the protoplasts with damaged membrane integrity after exposure to Al. Distributions of Al and PA vesicles were close, but not identical. Membrane-impermeable lucifer yellow (LY) added to the outside of plasma membrane was then sequestered into the central vacuoles of root protoplasts in *A. mangium*. Irrespective of Al treatment, LY incorporation was more intensive in PA protoplasts than in non-PA protoplasts. These findings further confirmed that strong Al-tolerance of *A. mangium* may hardly rely on the direct binding of PAs with Al inside the cell.

P1B127 エスレルおよびジャスモン酸処理によるさまざまな樹木の樹幹傷害部における樹脂分泌促進

Hiro Kohara<sup>1</sup>・Kei Teramoto<sup>2</sup>・Asami Yoneda<sup>2</sup>・Fukuju Yamamoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>鳥取大学農学部

樹幹に生じた病傷害に対する防御システムには植物ホルモンであるエチレンやジャスモン酸が重要な役割を果たしている。これらの物質は病傷害刺激が生じた直後に生合成され、刺激伝達物質として作用し、傷害修復や感染抵抗性に関わるさまざまな物質の生合成に関与している。特に病傷害刺激に対する現象として、患部の樹脂溢出が複数の樹種で認められているが、これら刺激伝達物質の樹脂分泌や傷害樹脂道形成における役割については未だ明らかではない。そこで本研究では、このような傷害患部での樹脂分泌及び傷害樹脂道形成に対する刺激伝達物質の影響を明らかにすることを目的として、樹脂分泌が観察される樹種を用い、傷害部に対してエチレンの生成物質であるエスレルと、ジャスモン酸メチルの処理を行い比較検討した。実験は、鳥取大学の湖山キャンパスと蒜山の森において、ウルシ (*Toxicodendron vernicifluum*)、ハゼノキ (*T. succedaneum*)、コシアブラ (*Eleutherococcus sciadophylloides*)、ウワミズザクラ (*Padus grayana*)、カクレミノ (*Dendropana trifidus*) の 5 種の広葉樹と、スギ (*Cryptomeria japonica*)、ヒノキアスナロ (*Thujaopsis dolabrata*) の 2 種の針葉樹を用いた。

P1B129 遡上したサケがもたらす窒素の落葉層への滞留

福井喬史<sup>1</sup>・宮本敏澄<sup>2</sup>・長坂 有<sup>3</sup>・長坂晶子<sup>3</sup>・幸田圭一<sup>2</sup>・玉井裕<sup>2</sup>・矢島 崇<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>北海道立総合研究機構林業試験場森林環境部機能グループ

河川を遡上するサケ科魚類は、海由来の窒素をもたらし陸域生態系に影響を与えている。遡上したサケが林床で分解された跡で、アンモニア菌の発生が観察された。本研究は菌類相の変化したサケ死骸分解跡の落葉層における窒素の動態と、それに対する菌類の関与を明らかにする。リターバックをサケ死骸下の試験区に設置し、回収の後に重量、窒素、リグニンの残存率を求め、落葉分解過程における窒素の不動化と無機化を調査した。設置から 2 年後に回収した落葉の重量はサケ死骸設置区では対照区より減少せずリグニン量も同様の傾向を持ち、難分解性のリグニン分解が抑制されることで落葉分解が抑制されていると推察された。窒素はサケ死骸設置区で対照区よりも多く残存し、サケ由来の窒素は不動化され落葉層に滞留していることが示された。また発生したアンモニア菌の分離菌株を用いて異なる窒素源を含む培地での培養試験を行った。その結果、アンモニア態窒素を含む培地での良好な生長が認められ、窒素の不動化に寄与していることが示唆された。本研究から、サケ死骸分解下の落葉層では落葉の分解が抑制され窒素が滞留しており、菌類が窒素の滞留に寄与していることが示唆された。

P1B128 コナラ木部に対するエスレルとジャスモン酸メチル処理によるナラ菌成長制御の試み

能勢彩美<sup>1</sup>・竹内隆介<sup>1</sup>・安平つく徳<sup>1</sup>・池本省吾<sup>2</sup>・山本福壽<sup>1</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場

ブナ科樹木萎凋病 (いわゆるナラ枯れ) を発症したコナラ属樹木に顕著に認められる病的な心材の形成には、シグナル伝達物質としてのエチレン、ジャスモン酸、さらにはサリチル酸が関わっている可能性が高い。これまでの先行研究から、樹体内に侵入した菌は数日という比較的短時間に宿主の発揮する抗菌作用によって成長が阻害されることが認められている。しかしながら、これらのシグナル物質がどのようなしくみで罹患木が示す抗菌作用に関わっているかについては未解明のままである。そこで本研究では、シグナル物質のうちエチレン、ジャスモン酸、およびそれらの相互作用の役割を明らかにすることを目的として、人為的に培養した *Raffaella quercivola* 菌をコナラ (*Quercus serrata*) 苗木に接種するとともに、エチレン発生剤のエスレル、およびジャスモン酸メチルを樹幹内に注入処理し、菌糸の示す蛍光反応の観察による組織内分布の解析を行い、感染に及ぼす影響を調べた。

P1B130 森林の窒素飽和が下流域に及ぼす影響評価

篠塚賢一<sup>1</sup>・智和正明<sup>2</sup>・久米 篤<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部附属福岡演習林・<sup>2</sup>九州大学農学部附属北海道演習林

福岡市近郊を流れる多々良川流域は、大気からの窒素沈着量が高い。そのため、森林から流出する河川水中の硝酸イオン濃度が増加傾向にあり、森林における窒素飽和が進行していると考えられている (Chiwa et al.2012)。本研究では、多々良川流域における河川水中の硝酸イオンと窒素、酸素同位体を分析し、渓流水からの高い硝酸濃度の流出がみられる窒素飽和状態の森林が下流域の水質へ与える影響を評価した。年間を通して、本流域北部では上流部から下流部へ行くに従い硝酸濃度が増加する傾向がみられたが、南部では上流部から下流部へ行くに従い硝酸イオン濃度が増加する傾向がみられた。河川水中の硝酸イオン中の  $\delta^{15}\text{N}$  は、流域北部と流域南部の両方で下流部へ行くに従い上昇する傾向を示した ( $p < 0.05$ )。一方で  $\delta^{18}\text{O}$  は上流部から下流部にかけて大きな変化はみられなかった。下流部では生活排水などの硝酸イオンが流入していると考えられるが、流域の北部と南部の河川で硝酸イオン濃度の変化に違いがみられたのは、下流部における生活排水の流入量が異なっている可能性が考えられた。

P1B131 新潟市周辺の海岸クロマツ林における常緑広葉樹の生育と土壤環境

多賀智子<sup>1</sup>・中田 誠<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>2</sup>新潟大学農学部

日本の海岸クロマツ林は現在、マツ枯れの蔓延や管理不足による植生遷移の進行など、重大な問題を抱えている地域が多い。その対応策の1つとして常緑広葉樹の活用が以前から提案されているが、具体的な管理指針がないのが実状である。本研究では、栄養分に乏しく乾燥しやすい海岸砂丘地の土壤で常緑広葉樹が生育するにはどのような土壤条件が必要なのかを明らかにすることを目的とする。

調査地は新潟市およびその近隣の海岸クロマツ林である。今回は海岸クロマツ林内に常緑広葉樹を植栽し、13~15年が経過した林分と隣接する常緑広葉樹がない(落葉広葉樹はある)林分で土壤調査を行った。また、クロマツ林内に周辺の民家の庭木などに由来すると考えられる常緑広葉樹が天然更新し、30年以上が経過した林分でも調査を行った。これらの地点の土壤について、断面形態、水分環境、理化学性の変化などを明らかにし、海岸クロマツ林への常緑広葉樹導入に必要な土壤環境に係わる要因について検討する。

P1B133 暖温帯林における落葉分解呼吸速度の時空間変動

安宅末央子<sup>1</sup>・小南裕志<sup>2</sup>・吉村謙一<sup>2</sup>・深山貴文<sup>2</sup>・谷 誠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所

落葉が不均質に分布する斜面林においては、落葉分解呼吸の時空間変動が土壤呼吸の変動要因として寄与すると考えられる。落葉分解呼吸量の空間分布は、落葉の量-分解呼吸量の単純な比例関係によって評価されるものではなく、落葉量が水分などの環境因子の変動パターンを変化させることによって分解呼吸量に影響を与えるため、量-環境因子の関係を考慮に入れた定量評価を必要とする。

本研究は、複雑地形が特徴的な山城試験地(京都府)で行った。落葉の量の違いがその分解呼吸速度の降雨応答性に与える影響を定量評価するために、異なる落葉量間の分解呼吸速度と含水比の連続測定を行った。

落葉量の違いはその分解呼吸速度の降雨応答性に影響し、量が少ないプロットではより早い落葉層の乾燥とともに、CO<sub>2</sub>放出期間が短い傾向を示した。さらに、連続測定から得られた落葉量-落葉分解呼吸量の関係と1斜面における落葉量の空間分布データから、落葉分解呼吸量の空間分布を算出した。分解量は夏期に大きい一方で、夏期でも落葉量自体が小さいと分解量も小さい傾向にあった。その結果、年間落葉分解呼吸量は1斜面においても空間的に大きく分布した(0.057-1.61 tC/ha)。

P1B132 礫質土壤のスギ人工林における土壤呼吸速度の変化

阿部有希子<sup>1</sup>・杉保亮太<sup>5</sup>・菅原 泉<sup>2</sup>・上原 巖<sup>2</sup>・田中 恵<sup>2</sup>・梁乃申<sup>3</sup>・寺本宗政<sup>3</sup>・土志田達治<sup>4</sup>・大久保佑馬<sup>4</sup>・佐藤 明<sup>6</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>東京農業大学地域環境科学部・<sup>3</sup>国立環境研究所・<sup>4</sup>(株)ダイエーコンサルタンツ・<sup>5</sup>社会福祉法人 聖隷福祉事業団・<sup>6</sup>成城大学

東京農業大学奥多摩演習林の石灰岩を母材とした約50年生のスギ人工林を対象に2009年から6年間、土壤呼吸速度を測定した。試験区は斜面の上下にあり、上部には2001年、07年と11年に本数で20~60%の間伐を繰り返した間伐区、下部には数十年間伐を行っていない対照区を設けた。なお、試験区脇には高さ10m弱の石灰岩からなる巨岩が連なっており、間伐区は火山灰質粘土を主とする土壤であるが、対照区はそれらが風化した礫質土壤になっている。これらの試験区で、間伐が地温と土壤呼吸速度の関係に及ぼす影響を調べた。測定結果から、間伐区では従来の報告と同様に、地温との間に高い正の相関を示す近似曲線の関係が得られた。一方対照区では、晩秋から初冬にかけて土壤呼吸速度が上昇する傾向が認められた。これらの傾向を示す原因として、試験区の土壤構造が異なることが一因にあるのではないかと考え、電気探査ウエナー法を用いて土壤呼吸測定の地下構造の把握を試みた。今回の探査では、細かな地下構造を把握するまでには至らなかったが、地表面付近に堆積している岩屑崩土の下方に空隙があるようにみられ、それが何らかの影響をもたらしていることが考えられる。

P1B134 イオウ沈着履歴が異なる森林土壤中の硫酸イオン蓄積と制御因子

石田卓也・竹中千里

名古屋大学大学院生命農学研究科

森林生態系において硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)は、生物における養分としての役割とともに環境を酸性化させる原因ともなる。その重要性にも関わらず、日本の森林生態系におけるイオウ(S)動態の研究は少なく、未解明な点が多く残っている。そこで本研究は、森林土壤におけるSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>蓄積(吸着)と、それに対する土壤化学性、大気からS沈着の影響を明らかにすることを目的とした。

調査地は、中部地域のS沈着履歴が異なる褐色森林土3サイト(四日市、稲武、伊自良サイト)で、深度別に土壤を採取し、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>吸着量と各種土壤化学性を分析した。また吸着等温線を作成し、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>吸着飽和度を求めた。

土壤中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>吸着量はサイトに関係なく下層で高い値を示し、全炭素量と負の、酸性シュウ酸塩抽出Al、Fe、Si量と正の相関が認められた。これはSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>吸着は粘土鉱物表面で起こること、有機物はSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>と吸着サイトで競合することを反映していると考えられる。一方、吸着飽和度は他のサイトと比較して四日市サイトで高い値を示した。四日市サイトでは、過去の多量のS沈着によってSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>吸着サイトが飽和状態にあることが示唆された。

### P1B135 土地履歴の異なるヒノキ林における土壌窒素動態の季節変動

横部智浩

京都大学大学院農学研究科

土壌窒素循環は森林生態系の重要なシステムの1つであり、その機能は森林の生産性や養分保持に関わる。窒素循環システムは裸地からの土壌形成遷移の初期段階のものと後期段階のものとの大きく異なることが知られている。また、温暖化の影響推定などから物質循環に関し、冬季も含めた季節的な動態理解が重要となってきた。

そこで本研究では、季節的な挙動を含めた土壌形成遷移の初期段階および後期段階の物質循環の把握を試みた。

調査対象は、森林伐採等により土壌が流出・裸地化し約100年前に植林された土壌形成遷移初期のヒノキ人工林と天然生ヒノキ林とした。土壌の母材は強風化性の花崗岩である。対象層位はA0層およびA層の2層とし、無機態窒素等を測定した。

調査の結果、2地点間でA0層における無機態窒素動態に大きな違いは見られなかったが、裸地化を経験したヒノキ人工林のA層で季節を通して無機態窒素量や窒素無機化ポテンシャルが低い傾向を示した。

### P1B136 高頻度に踏圧を受けたブナ林における土壌表層の特徴

中村真理<sup>1</sup>・小林 誠<sup>2</sup>・紙谷智彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>十日町市立里山科学館・<sup>3</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

新潟県十日町市松之山にある樹齢約90年のブナ二次林は「美人林」と名付けられ、年間約10万人が訪れる観光地となっている。そのため、踏圧がブナ林の生育に与える影響が懸念されている。そこで本研究は、林内各所での散策頻度の違いが、土壌硬度、透水性、細根量に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

調査はこのブナ林（美人林）と、ほとんど人が立ち入らないよく似たブナ林（兎口）で行った。美人林に散策頻度の異なる5箇所合計401m、兎口に50mの調査ラインを設置し、1m毎に山中式土壌硬度計で土壌硬度を測定した。透水性は、上記数ヶ所で採取した200mlの採土円筒で透水試験を行った。これに隣接した場所で、25×25×5cmの表層土壌を採取し、直径1mm以下の細根の重量を測定した。

その結果、美人林では散策頻度が高い場所ほど土壌硬度も高い傾向にあった。一方、兎口は美人林の各ラインと比較して有意に硬度が低かったことから、踏圧による美人林の土壌硬化が明らかだった。透水性、細根量はともに土壌硬度と負の相関があり、特に美人林入口付近にて踏圧の影響が著しかった。以上の結果から、美人林の保全について考察する。

### P1B137 森林流域の間伐と群状伐採による窒素動態への影響

那 琴<sup>1</sup>・戸田浩人<sup>2</sup>・崔 東壽<sup>2</sup>・内山佳美<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>神奈川県自然環境保全センター

神奈川県内の対照流域法試験地（貝沢流域）の流域1で水源涵養機能向上のため、平成24年度に間伐および方形（20×20m）の群状皆伐を5か所実施した。施業前後の窒素動態特性を中心として、施業の物質循環への影響を調査した。有機物動態として、リターフォール、測方へのリター移動（開口底辺0.4mのカゴを斜面に設置し流入リターを採取）、および溪床堆積有機物（23.5×29.5cmのカゴを溪床に設置し堆積物を採取）の調査を行った。無機態窒素動態として、バリードバック法による0~10cm土壌の窒素無機化、イオン交換樹脂法による0cmと10cm無機態窒素浸透量、および渓流水質を測定した。施業流域における渓流沿いのリターフォールと測方移動リターは、間伐直後には対照流域より1~5倍多かったが、1・2年後には対照流域とほぼ同程度となった。窒素無機化量は、スギ林では群状皆伐区、間伐区は対照区より若干多い程度であったが、ヒノキ林では群状皆伐区>間伐区>対照区の順に多くなった。無機態窒素の浸透量も無機化量を概ね反映していた。大会では溪床の堆積有機物量も含めた一連の窒素動態を対照流域と比較し、間伐と群状伐採の初期的な影響について発表する。

### P1B138 植生の違いが表層土壌浸透水中の溶存窒素濃度に及ぼす影響

井上貴央<sup>1</sup>・角 皆潤<sup>4</sup>・中川書子<sup>4</sup>・山下洋平<sup>3</sup>・吉田俊也<sup>2</sup>・福澤加里部<sup>2</sup>・柴田英昭<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院環境科学院・<sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>3</sup>北海道大学地球環境科学研究科・<sup>4</sup>名古屋大学大学院環境学研究所

森林土壌では無機態と有機態の窒素が循環しているが、両形態の溶存窒素動態の関係と植生の影響については未解明な部分が多い。そこで、北海道北部の天然性針広混交林に生育するアカエゾマツとミズナラ林冠下と林冠ギャップ内のササ地を対象に、林外雨、林内雨、有機物層及び土壌（深さ10cm）の浸透水を季節ごとに採水し、無機態・有機態窒素（DIN、DON）、溶存有機炭素（DOC）の濃度を測定した。また、三次元蛍光スペクトルを用いて溶存有機物（DOM）の特性を調べ、硝酸態窒素（NO<sub>3</sub>）の三酸素同位体組成（ $\Delta^{17}\text{O}$ 値）を指標として大気由来のNO<sub>3</sub>の割合を求めた。NO<sub>3</sub>濃度は、林内雨ではササ地が高く、有機物層及び土壌の浸透水ではミズナラ下とササ地が高い傾向を示した。有機物層浸透水のDOC濃度はアカエゾマツ下で高かったが、DOC中のチロシン様DOMの割合はササ地が高かった。ササ地土壌ではチロシン様DOMの減少に対してNO<sub>3</sub>濃度が上昇する関係が認められた。 $\Delta^{17}\text{O}$ 値は土壌浸透水のNO<sub>3</sub>のほとんどが土壌由来であることを示していた。アカエゾマツと比べてササ地における土壌浸透水のNO<sub>3</sub>濃度が高かったのは、ササ有機物層から供給されるDOMの分解性が高いためであると考えられた。

P1B139 森林源頭部における小集水域間での溶存有機態炭素および硝酸塩濃度の変動要因

山本知実<sup>1</sup>・白澤紘明<sup>2</sup>・長谷川尚史<sup>2</sup>・福島慶太郎<sup>3</sup>・吉岡崇仁<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>3</sup>首都大学東京都市環境科学研究科

森林渓流水中の溶存有機態炭素(以下 DOC) および硝酸塩は森林生態系内の炭素・窒素循環を考える上で流出炭素・窒素の主要形態であるとともに、相互作用により逆相関関係を持ち両循環を密接に繋いでいる。したがって森林渓流水中 DOC、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の空間分布の把握は下流生態系への影響に加え森林生態系の炭素・窒素バランスの把握の上でも重要である。渓流水質は集水域内における植生・地形等の環境異質性を反映して形成されるが、緩傾斜で水のたまりやすい湿地や溪畔帯は DOC のソース、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>のシンクとして機能することから、集水域内における湿地面積や傾斜等の地形指標と DOC、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度との間に相関が認められている。しかし本州の急峻な森林源頭部においては湿地や溪畔帯の面積は小さいにも関わらず、京都大学芦生研究林においては急傾斜小面積の集水域ほど高い DOC 濃度が観測されている。そこで、本研究では先行知見の当てはまらないこの傾向について変動要因を調べることを目的として、京都大学芦生研究林において源頭部 46 の小集水域において DOC および NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度の空間分布を調査し、GIS を用いて地形指標による要因の検討を行った。

P1B140 スギ・ヒノキ林内での斜面に沿った土壌中の無機化・硝化および含水率の空間的変動

加藤宏有<sup>1</sup>・大手信人<sup>2</sup>・小田智基<sup>1</sup>・磯部一夫<sup>1</sup>・浦川梨恵子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>京都大学大学院情報科学研究科

森林斜面スケールにおいて土壌水分や、土壌中の有機態窒素・炭素含量の空間的変動に伴って土壌中の窒素形態変化および無機態窒素の存在量に差異が生じることが指摘されている。しかし、窒素の形態変化を担う微生物の量やその分布に着目して行われた研究例はまだ少ない。本研究では、森林斜面スケールでの土壌中の窒素無機化変動を明らかにした上で、その変動要因を反応に関わる微生物の存在量、土壌の水分特性および土壌中の有機物含量の情報を用いて明らかにする事を目的とした。調査地は、東京大学千葉演習林にあるスギ・ヒノキ人工林小流域である。林内斜面にプロットを設置し、計 55 か所から表層 0-10cm の土壌を採取した。採取した土壌を用いて含水率、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>・NO<sub>3</sub><sup>-</sup>・全炭素・全窒素・有機態炭素・有機態窒素濃度、土壌 pH 及び窒素の総無機化・硝化速度と窒素の形態変化に関わる微生物量を定量した。この結果、斜面下部で NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度、硝化速度およびアンモニア酸化菌量が大きくなる結果が得られた。斜面上部では降雨後に速やかに乾燥するため、アンモニア酸化菌が反応を行うために必要な高い含水率が維持されず、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>が生成されないものと考えられた。

P1B141 福島原発事故の影響を受けた森林生態系における空間線量率の時系列変化

金子真司<sup>1</sup>・古澤仁美<sup>1</sup>・橋本昌司<sup>1</sup>・平井敬三<sup>1</sup>・池田重人<sup>1</sup>・今村直広<sup>2</sup>・石塚成宏<sup>1</sup>・小林政広<sup>2</sup>・長倉淳子<sup>1</sup>・大橋伸太<sup>3</sup>・大貫靖浩<sup>1</sup>・小野賢二<sup>4</sup>・阪田匡司<sup>1</sup>・志知幸治<sup>1</sup>・高橋正通<sup>2</sup>・鳥山淳平<sup>5</sup>・渡邊仁志<sup>6</sup>・山田 毅<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所企画部・<sup>3</sup>森林総合研究所木材特性研究領域・<sup>4</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>5</sup>森林総合研究所温暖化対応推進拠点・<sup>6</sup>岐阜県森林研究所

福島原発事故に由来する放射性物質のうち、現在環境中に存在する主要なものは<sup>134</sup>Cs と<sup>137</sup>Cs である。これら放射性 Cs は自然減衰によって年々減少し、それにともない空間線量率 (ADR) も低下していく。ADR に対する<sup>134</sup>Cs と<sup>137</sup>Cs の寄与率はそれぞれ 0.73 と 0.27 とされている(原子力安全委員会 2011) ので、福島原発事故で<sup>134</sup>Cs と<sup>137</sup>Cs が等量放出されたと仮定し、一定時間が経過後の ADR を推定した (ADR 推定値)。ADR 推定値を福島県内の森林モニタリング試験地の ADR 測定値と比較したところ、2011 年から 2012 年にかけては、ADR 測定値は ADR 予測値に比べて低下の割合が小さかった。この傾向はアカマツ・広葉樹混交林よりもスギ林で顕著であった。2012 年から 2014 年にかけては、ADR 測定値は ADR 推定値とほぼ同様に低減していた。2011 年から 2012 年にかけて ADR 測定値の低下が推定値に比べて小さかったのは、樹木に付着していた放射性 Cs が土壌に移動したため、スギ林は混交林に比べて樹木の付着量が多かったため、放射性 Cs の林床への移動量が多く低下の割合が小さかったと推察した。

P1B142 森林斜面における表土と放射性セシウムの移動に伴う空間線量率分布の変化

堀田紀文<sup>1</sup>・柏原美歌<sup>1</sup>・経 隆悠<sup>1</sup>・遠藤いず貴<sup>2</sup>・田野井慶太郎<sup>2</sup>・大手信人<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup>京都大学大学院情報科学研究科

森林域から下流域への将来的な放射性セシウムの流出やその影響を予測するためには、森林内での放射性セシウムの動態を明らかにする必要がある。本研究では、土壌表層での空間線量率の測定を継続的に実施することで、斜面上に成立した落葉広葉樹林での放射性セシウムの移動を検討した。調査地は福島県伊達市霊山町上小国川上流に位置する。林内に設置した約 50m×27m のプロット内にはほぼ等間隔で 160 点の測定点を設け、地表と地表から 10cm の空間線量率を 2013 年 5 月～2014 年 12 月の間に 5 回測定した。プロット内外には複数の土砂トラップと定点撮影カメラを設置し、表土・リターの移動もモニタリングした。結果として、侵食を伴う顕著な土砂移動は生じなかったが、夏期・冬期ともに地形条件による局所的な表土・リターの移動が見られた。測点による空間線量率のばらつきや変化の差が大きいという結果はこのような移動形態に対応すると考えられる。斜面下部に位置するプロット全体での空間線量率の変化は自然減衰を考慮した減速曲線に概ね従うが、やや大きな値を示し、顕著な土砂移動が無い場合にも、森林斜面における放射性セシウムの移動が生じる可能性があることが示唆された。

## P1B143 森林整備が林内の空間線量率に与える影響について

氏家 亨<sup>1</sup>・高橋敦宏<sup>2</sup>・山村 充<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国土防災技術株式会社・<sup>2</sup>福島県農林水産部

福島県内の森林を対象に実施した森林整備の前後における空間放射線量率の変化について報告する。福島県内の約20haの森林3箇所を対象に、平成24年11月～平成25年6月にかけて実施された間伐等森林整備前後の林内の空間放射線量率を比較することで、森林整備の実施による空間放射線量率の低減効果について調査した。その結果、スギの間伐では3%程度、広葉樹の更新伐では10～12%程度の低減効果が得られた。スギの間伐を実施した範囲の一部で地表面に落下した枝葉の収集除去を行った結果、約5%の低減が認められ、間伐のみを実施するよりも高い効果が得られた。また、広葉樹の更新伐を実施した範囲の一部で落葉層の除去を行った結果、約21%の低減効果が得られた。なお、森林整備により林外に搬出された放射性セシウム量と空間放射線量率の低減効果には相関が認められた。森林整備後も継続して空間放射線量率のモニタリングを実施した結果、空間放射線量率は年単位で大系的に捉えると概ね放射性セシウムの物理減衰に従って低減しており、大規模な放射性セシウムの移動は無いと推測されたが、月単位で捉えると季節ごとに変化傾向が異なることが示唆された。

## P1B145 森林の樹木に沈着した放射性セシウムの事故後3年間の挙動

梶本卓也・齊藤 哲・川崎達郎・壁谷大介・矢崎健一・太田敬之・小松雅史・田淵隆一・松本陽介・田中憲蔵・阿部 真・杉田久志・宇都木玄・酒井 武・飛田博順・伊東宏樹・大橋伸太・高野 勉・金子真司・赤間亮夫・田中 浩・清野嘉之・高橋正通

森林総合研究所

福島第一原発事故により汚染された森林における放射性Csの長期的な動態把握を目的に、福島県及び茨城県内に設けた複数の調査地で、樹木の放射性Csの蓄積量に関する調査を2011～2014年に行った。調査地は、スギ林4ヶ所(40～60年生)、ヒノキ林2ヶ所(26年、58年生)、アカマツ林と落葉広葉樹林(コナラ優占)が各1ヶ所である。放射性Cs濃度は、各年の夏季に上木の優占樹種3個体を伐倒し、樹木地上部の部位別(葉、枝、幹)に採取した試料で測定した。この平均濃度に各部位の推定現存量を乗じて林分あたりの蓄積量を求めた。常緑針葉樹林の場合、事故後の約3年間で最初葉に多く蓄積していた<sup>137</sup>Csは、毎年の落葉に伴う林床への移行で大きく減少したが、スギやヒノキ林に比べるとアカマツ林でその減少程度が大きかった。事故当時に葉が展葉してなかった落葉広葉樹林では、3年間で各部位の放射性Cs量の配分にはあまり変化がなかった。本報では、さらに林内の落葉広葉樹数種の小径木や林床植生の測定結果も加えて、樹木全体の放射性Csの初期挙動の特徴を検討した。

## P1B144 福島県森林域における放射性セシウム分布状況

山村 充<sup>1</sup>・氏家 亨<sup>1</sup>・水野俊一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国土防災技術株式会社・<sup>2</sup>福島県農林水産部

平成25年度に実施した森林内における放射性セシウムの分布傾向について報告する。福島県内76箇所において対象木周囲の空間放射線量率、対象木の部位別放射性セシウム濃度(葉、樹皮、辺材、心材)、リター・土壌の蓄積量を求めた。樹皮、辺材については、1m高、樹高の1/2m高、先端の3箇所から試料を採取した。葉や材の放射性セシウム濃度が一部相関からはずれる箇所が認められるものの、空間放射線量率と概ね正の相関関係にあった。樹種別では、スギとアカマツ、カラマツは樹皮、ヒノキは樹皮と葉で放射性セシウム濃度が高くなる傾向が認められた。樹皮濃度をみると、スギとカラマツでは先端部、ヒノキでは樹高1/2m高と先端部で高い値が認められた。アカマツでは採取高度ごとで大きな差が認められなかった。材では、スギは心材、ヒノキ及びアカマツは辺材で高濃度となる傾向が認められた。また、放射性セシウム濃度と地表面蓄積量の関係から、部位ごとの移行係数( $T_{ag}$ )を算出した。福島県内の空間放射線量率モニタリングは平成23年度から行われており、森林内では調査期間内において、概ね半減期から計算される物理的減衰に従って低減していることが明らかとなった。

## P1B146 樹木構成成分のCs保持特性

原 竜弥<sup>1</sup>・富岡利恵<sup>2</sup>・松下泰幸<sup>2</sup>・青木 弾<sup>2</sup>・福島和彦<sup>2</sup>・竹中千里<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所

原発事故によって放出され、樹木に沈着したCsは、一部は樹皮等に固定され、一部は樹体内を移動しているという報告がある。放射能で汚染された森林の長期的管理において、樹体内のCsの動態及び存在形態を把握することは重要である。放射性Csがどのような形態で沈着したかについては諸説あるが、本研究では水溶性イオンとして樹皮に沈着したCsの動態及び存在形態を明らかにする事を目的とし、安定Csを用いてスギ樹皮・コナラ樹皮、及び樹皮の主成分(セルロース・ヘミセルロース・リグニン)のCs吸着特性を調べ、同族元素であるKと比較した。スギ樹皮・コナラ樹皮は高いCs吸着能を示し、スギ樹皮はコナラ樹皮よりも多くのCsを吸着した。また、両樹種とも吸着したCsのほとんどは酢酸アンモニウムで溶脱した。これらの吸着特性はKにも共通して確認された。これらの事から、樹皮へのCsイオンの吸着は主に陽イオン交換による物であり、その吸着動態はKに類似している可能性が示唆された。樹皮構成成分への吸着では、セルロースよりもヘミセルロースやリグニンがCsを多く吸着し、いずれの成分でも吸着したCsのほとんどが酢酸アンモニウムで溶脱した。



P1B147 スギにおける幼齢木のカリウムと放射性セシウムの挙動および成木心材のカリウムの分布

lizuka, Kazuya<sup>1</sup>・Ohsima, Jyunichi<sup>1</sup>・Miyamoto, Naoko<sup>2</sup>・Aizawa, Mineaki<sup>1</sup>・Okubo, Tatsuhiro<sup>1</sup>・Ishiguri, Futoshi<sup>1</sup>・Tokota, Shinso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター

本研究は、森林の除染伐採による裸地に、林業再開に向けて植栽されたスギに及ぼす、<sup>137</sup>Csの影響を検討することを目的とした。調査は2011年2月に皆伐後裸地化し、フェールアウト後の同年5月に植栽したスギ幼齢木を対象に、経根吸収された<sup>137</sup>Csの挙動を明らかにするとともに、カリウムとの関係を調査した。また、スギ成木の心材について、心材色の明度(L\*)とカリウムの関係を調べた。<sup>137</sup>Csと<sup>40</sup>Kの放射能濃度は、Ge半導体検出器を用い、試料の全乾後粉末をプラ壺(U-8タイプ)に充填し測定した。カリウム量は<sup>40</sup>K濃度から算出した。幼齢木では、4成長期を経た2014年10月の<sup>137</sup>Cs濃度とカリウム量は、2014年に成育した枝葉と幹が、2012年と2013年に成育したそれらの部位と比べ高い値を示した。一方、植栽地、伐採年および林齢の異なる2林分のスギクローンについて、心材の明度とカリウム量ともにクローン間差が認められ、また両形質間に有意な負の相関が確認された。以上より、樹体に存在するカリウムが、<sup>137</sup>Csの挙動を予測できる指標のひとつである可能性について、明らかにする必要がある。

P1B149 福島県の森林内でのリターフォールと分解過程が放射性セシウムの動態にもたらす影響

遠藤いず貴<sup>1</sup>・大手信人<sup>2</sup>・伊勢田耕平<sup>1</sup>・田野井慶太郎<sup>1</sup>・広瀬農<sup>1</sup>・小林奈通子<sup>1</sup>・橋本長武<sup>1</sup>・大橋瑞江<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学・<sup>2</sup>京都大学大学院情報学研究所・<sup>3</sup>兵庫県立大学環境人間学部

森林内における将来の放射性セシウムの分布や蓄積を知る上で、リターの分解に伴う放射性セシウム(Cs)の土壌への移行は重要な情報である。本研究では、林床に設置したリターバッグの重量変化からリターの分解速度を求め、分解に伴う放射性Csの濃度変化を調べた。

調査は、福島県伊達市霊山町上小国川上流に位置する落葉広葉樹-アカマツの混交林2プロットとスギ人工林1プロットで行った。細かいメッシュと粗いメッシュの2タイプのリターバッグ内に、2012年秋に落葉した各プロットの葉を詰め、1プロットにつきランダムに5カ所に設置した。リターバッグは2012年11月に設置し、2014年4月まで約3ヶ月に1度回収して、重量と放射性Cs濃度を測定した。

リター分解への菌類の関与や樹種の異なる森林間での分解過程の違いを考察した。

P1B148 福島原発事故後の樹幹における放射性セシウム分布の経年変化

大橋伸太<sup>1</sup>・高野 勉<sup>1</sup>・鈴木養樹<sup>1</sup>・藤原 健<sup>1</sup>・黒田克史<sup>1</sup>・安部久<sup>1</sup>・香川 聡<sup>1</sup>・久保島吉貴<sup>1</sup>・杉山真樹<sup>1</sup>・張 春花<sup>1</sup>・外崎真理雄<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所木材特性研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所

東京電力福島第一原発事故後の放射性セシウムの木材への移行状況を明らかにするため、事故半年後(あるいは1年半後)から毎年、樹皮・辺材・心材のCs-137濃度を調べた。調査地は放射能汚染度の異なるスギ林3林分、ヒノキ林2林分、アカマツ林1林分、落葉広葉樹林2林分で、林齢は概ね30~50年前後である。試料は各林分の優占樹種を毎年3個体伐倒し、胸高部から採取した。Cs-137濃度(Bq/kg dry)の測定にはGe検出器を用いた。樹皮のCs-137濃度は2011年から2014年にかけていくつかの林分で減少したが、あまり変化していない林分もあった。スギ(3林分)とヒノキ(2林分)の辺材では明らかな変化傾向はなかったが、心材では一部増加傾向が見られた。アカマツ(1林分)の辺材と心材ではほとんど変化がなかったが、コナラ(2林分)の辺材では増加傾向が見られ、心材でも一部増加傾向が見られた。ただし、いずれの林分でも2013年から2014年にかけて辺材・心材で有意な増加は見られなかった。放射性セシウムの木材への移行は緩やかであるが、樹種・地域によって傾向が異なると考えられるため、今後も注視が必要である。

P1B150 森林に沈着した放射性セシウムの動態に及ぼすリターフォールの寄与

小松雅史<sup>1</sup>・稲垣善之<sup>1</sup>・三浦 寛<sup>1,2</sup>・小林政広<sup>1</sup>・梶本卓也<sup>1</sup>・池田重人<sup>1</sup>・金子真司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>東京大学

森林に降下した放射性セシウムは樹冠にトラップされたのち、林内雨や葉枝の脱落によって林床に移行していくと考えられる。そこで、森林内の放射性セシウムの動態を明らかにするため、リターフォールによる放射性セシウムの移行について調査を行った。茨城県石岡市のスギ林およびヒノキ林、茨城県城里町のスギ林および広葉樹林において、リタートラップを用いて樹冠より降下するリターフォールを採取した。サンプルは葉や枝などに分別・計重し、放射性セシウム濃度を測定した。そして重量と濃度から、単位面積あたりのセシウム濃度を求めた。スギ林からのリターフォールによる移行は、主に褐色葉によるものであったが、事故から2か月間、雄花による移行が多いことが明らかになった。城里町のスギ林では、褐色葉のセシウム濃度は指数的に減少しているものの、事故から2年経過後もリターフォールによる移行は継続していた。石岡市の調査地では森林内のセシウム蓄積量分布調査を、また城里町の調査地では林内雨のCs濃度の計測を行っている。リターフォールによる放射性セシウムの移行について、樹種やサイトの比較とともに、これらの結果との関係について考察を行う予定である。

P1B151 栃木県北部の落葉広葉樹林における樹上葉および落葉の放射性セシウムの季節変化

大久保達弘<sup>1</sup>・高居慶<sup>1</sup>・飯塚和也<sup>2</sup>・逢沢峰昭<sup>1</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学農学部・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部附属演習林

福島原発事故後、里山林の林床落葉を利用した腐葉土に暫定許容値(400Bq/kg)が設定され現在に至っている。汚染林産物等復旧のための放射性セシウムモニタリングを栃木県北部の落葉広葉樹林(高原山、関谷)で2011年5月以降開始した。当初2年間(2011~2012)で落葉中の放射性セシウム濃度は大きく減少したが、夏季(7月~9月)に一時的な濃度増加が観測された。そこで林床の落葉・土壌の放射性セシウム濃度と樹上の生葉・枝のそれとの対応関係を明らかにし放射性セシウムの樹体から葉・林床への移行を検討するために、これまでの落葉、土壌に加えて樹上の生葉および枝の放射性セシウム濃度を栃木県北部の標高・樹種の異なる2ヶ所の落葉広葉樹林[塩谷町高原山(900m)と那須塩原市関谷(400m)]で測定した。樹上のブナ類ならびにコナラの旧年枝(事故時に存在)の濃度は生葉・枝(当年枝、二年枝)のそれよりも高かった。また濃度の季節変化では落葉で見られた夏季の増加傾向は見られなかった。したがって夏季の落葉の放射性セシウム濃度の増加は樹上の生葉のそれと連動せず、林内雨による湿性沈着などとの関連性が示唆された。

P1B153 森林の落葉分解過程における放射性セシウムの移行一異なる植生間の比較

渡邊菜月<sup>1</sup>・黄よう<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>・飯塚和也<sup>2</sup>・関本均<sup>2</sup>・大久保達弘<sup>2</sup>・竹中千里<sup>3</sup>・金子信博<sup>1</sup>

<sup>1</sup>横浜国立大学大学院環境情報学部・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部・<sup>3</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

森林生態系における放射性セシウムの動態は、汚染の発生から時間が経つにつれて森林内の分布、および移動経路や速度が変化することが予想される。そこで、落葉分解過程における動態を把握するために、2012年12月に栃木県内の高原山(ブナ・イヌブナ林、標高900m)と関谷(コナラ・アカマツ林、400m)にリターバッグを設置し、1年間にわたり落葉分解と落葉中の放射性セシウム濃度を測定した。セシウム濃度は、時間経過とともに上昇し、関谷は高原山より濃度がおよそ2倍高く、1年後の落葉中のセシウム濃度はその森林のAo層全体の濃度の約半分となった。リターバッグ中の放射性セシウム量は観測期間中増加し、周囲の環境から落葉へセシウムが移動していた。2011年12月から2012年12月にかけて二本松市のコナラ林で調べたデータでも、1年後の落葉中濃度は0-5cm層の半分程度であり、植生や観測年が異なるにもかかわらず、環境の汚染程度を反映して落葉にセシウムが移動していた。一方、期間中のセシウム濃度の増加は二本松では8-10月に上昇したのち変化がなくなったのに対し、高原山と関谷では12月まで上昇を続けていた。

P1B152 森林林床のリター層中の放射性セシウムに対する10%フッ酸処理の影響(予報)

小野賢二<sup>1</sup>・志知幸治<sup>2</sup>・高橋正通<sup>2</sup>・池田重人<sup>2</sup>・赤間亮夫<sup>2</sup>・金子真司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

福島第一原発事故により森林に付加された放射性Csは、事故直後には樹冠部の生葉やリター層に高い割合で分布した。筆者らは、先行研究で、2012年7月に福島県大玉村前ヶ岳国有林にて採取したリターに対し有機物分画によって有機物付着態Csの存在形態を検討した結果。その結果、化学的に安定な構造を持つ酸不溶性有機物とともに分画された酸不溶Cs量がリターにおける全Cs量の5~9割を占めた。一般に、Csと有機物の相互作用に関して、解離したカルボキシ基とCsの間で弱い会合体を作ることとは考えられるものの、両者の間で強い吸着・結合作用が存在するとは考えにくい。一方で、リターの表面には風成塵や乾性降下物などの微量な無機鉱物が付着している。そのため、それらの無機鉱物がリター層におけるCs保持に働き、リター層における放射性Cs量の高い分布割合に寄与している可能性がある。本研究では、福島県大玉村前ヶ岳国有林にて採取したリター試料から分画した酸不溶Csに対して、10%フッ酸処理を行い、無機鉱物を溶出させることによって、酸不溶Csの存在量がどのように変化したのか検討したので、本大会ではその結果を報告する予定である。

P1B154 落葉の有機物分解にともなう放射性セシウム濃度の年次変化

市川貴大<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>・大久保達弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>とちぎ農林倶楽部・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部

【目的】東京電力福島第一原子力発電所の事故により、大量の放射性核種が大気や海水中に放出され、高濃度の放射性セシウム(Cs)が含まれる可能性のある堆肥等の施用・生産・流通の自粛が要請された。そこで、落葉分解にともなう放射性Cs濃度の年次変化を把握することで、分解期間の違いによる落葉の放射性Cs濃度上昇の変化を明らかにする。【方法】試験は栃木県塩谷町熊ノ木地区のコナラ林(Quercus serrata Thunb.)で行った。1m×1m、深さ30cmの底の開いた木枠を設置し、2012年1月と2013年3月および2014年3月に林床に堆積している落葉をかき集め、各木枠内に収まるように敷き詰めて有機物分解させた。【結果】2012年1月から分解させた落葉の放射性Cs濃度は同年10月に急激に上昇し、2013年から2014年にかけて概ね一定で推移した。2012年1月、2013年3月および2014年3月から分解させた落葉の放射性Cs濃度はいずれの年も同年9~12月にかけて上昇がみられたが、2014年では2012、2013年と比べて上昇は緩やかであった。表層土壌からの微生物による放射性Csの取り込みが、2014年ではそれ以前と比べて起きにくくなっている可能性が示唆された。

P1B155 森林山地における流域土砂の放射性セシウム濃度と有機物含量

水垣 滋<sup>1</sup>・五味高志<sup>2</sup>・境 優<sup>2</sup>

<sup>1</sup>土木研究所寒地土木研究所・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究院

流出土砂の生産源を明らかにするため、浮遊土砂、河床堆積物、斜面、林道、尾根の表層土壌について、<sup>134</sup>Cs濃度、<sup>137</sup>Cs濃度及び有機物含量を調べた。まず、尾根表土から異なる有機物含量の土壌試料を調製し、有機物含量とCs濃度との関係を調べたところ、Cs濃度は有機物含量に対してロジスティック曲線で近似できた。流域土砂も同様の曲線で近似でき、最大値や傾き、変曲点の係数が異なることがわかった。これらのロジスティック曲線の特徴から、表土の有機物分及び鉍物分のCs濃度を推定できた。流出土砂の潜在的な生産源を表土と深部土壌の鉍物分及び有機物分の4区分とし、<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs及び有機物含量をトレーサとした多変量土砂混合モデルにより、流域土砂に対する生産源の寄与を推定した。その結果、浮遊土砂は表土の鉍物分及び有機物分の寄与が高く、河床堆積物はほとんどが土壌深部の鉍物分から供給されたものと推定された。流域斜面の表土に蓄積されたCsが、鉍物分や有機物分に吸着された形で河川に供給され、浮遊土砂として流域外に流出する一方、河川内に滞留するものは少ないことを示唆している。

P1B157 福島県二本松市における溪畔林の林相の違いが渓床堆積有機物に与える影響

峯澤知里<sup>1</sup>・戸田浩人<sup>2</sup>・崔 東壽<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究院

溪流生態系は溪畔林から供給される落葉落枝などの有機物に餌資源の大部分を依存している。また、福島県第一原子力発電事故によって森林に吸着した放射性セシウムは土壌粒子や有機物に吸着していることから、森林溪流における有機物動態の解明は、放射性セシウム動態を把握する上で重要である。本研究は溪畔林の林相や地形の違いが溪流中の有機物動態に及ぼす影響を調べるため、2014年11月、福島県二本松市の森林流域の源頭域において、3種類の溪畔林(①スギ、②広葉樹、③溪流を挟んでスギと広葉樹)を対象に、それぞれ溪岸傾斜の異なる調査地点を設定し、溪岸のA0層の厚さ、溪流の物理的条件(川幅、水深、平均礫径、礫重)の測定と、渓床に堆積している有機物(CPOM、MPOM)の採集を行った。また、溪流沿いの針葉樹林、広葉樹林の上方および側方から供給されるリターについても採集した。これらの試料は、重量と窒素・炭素濃度、および放射性セシウム濃度を測定した。その結果、渓床堆積有機物はスギよりも広葉樹の方が、また川幅が小さく河道の面積の小さい地点の方が多い傾向があった。発表では分析値を含めて林相による違いを考察する。

P1B156 森林集水域における<sup>137</sup>Csの流出特性

伊勢田耕平<sup>1</sup>・大手信人<sup>2</sup>・堀田紀文<sup>3</sup>・田野井慶太郎<sup>1</sup>・小林奈通子<sup>1</sup>・遠藤いず貴<sup>1</sup>・小田智基<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>京都大学大学院・<sup>3</sup>筑波大学大学院

森林から河川を通して<sup>137</sup>Csが流出するメカニズムを明らかにするには、洪水時の浮遊砂(SS)の挙動と共に捉え、SS濃度との対応関係を調査する必要がある。本論では洪水時における経時的な採水に基づき、SS濃度と<sup>137</sup>Cs濃度の対応関係について考察した。調査は福島県伊達市霊山町上小国川の最上流の森林集水域で行った。洪水時の採水は2013年6月から合計7回、自動採水器を用いて行った。SSはガラス繊維濾紙(GF/F孔径0.7μm)を用いて捕集し、<sup>137</sup>Cs濃度はゲルマニウム半導体検出器を用いて測定した。洪水時に、流量増加に伴いSS濃度、<sup>137</sup>Cs濃度ともに上昇することが示された。しかし、SS濃度と<sup>137</sup>Cs濃度の経時変化は必ずしも一致せず、SS濃度とSS中の<sup>137</sup>Cs濃度には負の相関が見られることがわかった。つまり、洪水時の流量増加に伴うSS濃度上昇により、単位重量あたりのSSに含まれる<sup>137</sup>Cs量が低下することが示された。この現象は洪水時の流量増加時の掃流力、侵食力の増大に伴って、1) SSの粒径組成が変化すること、2) SSの供給源が変化することの影響であると考えられる。

P1B158 モウソウチク林における放射性セシウムの分布と挙動

梅村光俊・金 指努・杉浦佑樹・竹中千里

名古屋大学大学院生命農学研究所

東京電力福島第一原子力発電所事故によって、環境中に大量の放射性核種が放出され、特に半減期の長い放射性セシウム137(<sup>137</sup>Cs)による長期の汚染が懸念されている。福島県内のモウソウチク林において、タケノコ生産の早期再開と、住民の帰還に向けて有効な除染方法を確立するために、モウソウチク林における<sup>137</sup>Csの分布と動態を把握することが必要である。本研究では、2012年5、6月に、事故前後に発芽したタケの各器官を採取し、また2014年4月に経根吸収の実態を把握するため、深度別の土壌、地下茎、および地下茎から土壌表層と下層に伸びている根を採取した。結果、事故当時に存在していた程の節部には放射性物質が高濃度で強固に付着しており、降雨で容易に洗脱されず残留していることが明らかとなった。また、2011年に発芽した程の各器官中<sup>137</sup>Cs濃度は事故前のものと同程度であり、2014年時点では地下部の器官の<sup>137</sup>Cs濃度は土壌中の深度別<sup>137</sup>Cs濃度分布と関係性がみられなかった。このことから、現時点では<sup>137</sup>Csの経根吸収は少ないことが推測され、事故直後に吸収された<sup>137</sup>Csが地下茎を通して竹林全体に拡散していることが考えられた。

P1B159 山木屋地区における山菜の放射性セシウムによる汚染状況と今後の予想

小林達明<sup>1</sup>・平野堯将<sup>1</sup>・鈴木弘行<sup>2</sup>・近藤昭彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>千葉大学大学院園芸学研究所・<sup>2</sup>千葉大学大学院薬学研究院・<sup>3</sup>千葉大学環境リモートセンシング研究センター

福島第一原子力発電所事故による避難区域の解除がようやく進み、緊急時被ばく状況から現存被ばく状況へと移行し、帰還する住民自身の対処が求められつつある。その際、里山の自然資源の汚染状況を可視化することは、住民による選択の適切な実行をはかる上で重要になる。福島県川俣町山木屋地区の現在避難中の住民とともに、2014年5月から11月まで月一回ずつ、避難前の習慣に従って山菜採りを行い、山菜と土壌の放射能、生育場所の空間線量と事故前の山菜の消費状況を把握した。草本植物26種、木本植物11種、シダ植物3種、キノコ17種の可食部位を中心に採取し、土壌との関係から放射性セシウムの移行係数を求めた。これらのデータに加え、別に行っている生態系調査、地域空間線量分布の成果より、地域の山菜汚染マップの作成、将来の汚染状況変化の予測について検討した。

P1B161 里山における原木栽培キノコの汚染分布と再生の試み

横田かほり

首都大学東京都市環境科学研究科

原木栽培マイタケは、植菌したコナラなどの原木に覆土して1~2年後に収穫される。原発事故前に飯館村に設置されていたマイタケ原木から2013年10月に発生したマイタケ子実体の放射性セシウム濃度は、栽培環境によって30~1000 Bq/kg-WWと異なっていた。2013年10月にホダ木、周辺の土壌などマイタケ栽培環境の汚染分布を調査した。調査したニヶ所のホダ木上の覆土の放射性セシウム濃度は40,000 Bq/kg-DW、ホダ木下の土壌は1,000 Bq/kg-DWとほぼ同程度であったが、ホダ木内部の水分分布が異なっていた。子実体の放射性セシウム濃度が低い栽培地では、ホダ木の心材部分の水分量が辺材よりも高かったのに対し、高い値の子実体が収穫された栽培地では辺材の水分量が高かった。前者はホダ木への水の供給がホダ木下の地表から行われていて、後者ではホダ木周辺の土壌から行われていたためと予想された。

2014年7月に長さ20cmの植菌したマイタケ原木を、飯館村で地表から20cm深さに設置して清浄な覆土とコナラ落葉を用いて栽培を行った。10月に採取したマイタケの放射性セシウム濃度は大部分がNDで最大13 Bq/kg-DWであった。

P1B160 福島県北東部森林域に生息するジョロウグモの放射性物質汚染モニタリング

綾部慈子<sup>1</sup>・金 指努<sup>1</sup>・吉田智弘<sup>2</sup>・肘井直樹<sup>1</sup>・竹中千里<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>東京農工大学農学部

2011年3月の福島第一原子力発電所爆発事故により放出され、その後森林地域に降下した放射性物質の、食物連鎖を通じての移行過程を明らかにするため、森林内に生息する捕食性節足動物のジョロウグモとその下位栄養段階に属する節足動物を対象として、放射性セシウム(Cs-137)濃度を、年次間、及び、栄養段階間で比較した。調査地は、発電所から北西33~37kmにある福島県伊達郡川俣町内の溪流沿い(site PS, 33km; 2014年6月時の土壌層のCs-137存在量:  $420 \pm 110 \text{ kBq m}^{-2} \text{ dry}$ )、および高台の二次林(site ES, 37km;  $210 \pm 80 \text{ kBq m}^{-2} \text{ dry}$ )の2箇所に設定した。ジョロウグモのCs-137濃度は、2012年よりも2013年で低下したが、2014年度には増加しており、長期的なモニタリングの必要性が認められた。また、植食者と比べ、捕食者でCs-137濃度が高くなった。この理由として、植食者は、植物に含まれるCs-137を糞とともに多く体外へ排出しており、同化効率が低いことが関連しているものと考えられる。

P1B162 菌根菌および腐生菌のセシウム吸収に及ぼす窒素源の影響

小河澄香<sup>1</sup>・山中高史<sup>2</sup>・赤間慶子<sup>3</sup>・田原 恒<sup>4</sup>・長倉淳子<sup>5</sup>・山路恵子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生物資源学類・<sup>2</sup>森林総合研究所森林微生物領域・<sup>3</sup>森林総合研究所企画部・<sup>4</sup>森林総合研究所生物工学研究領域・<sup>5</sup>森林総合研究所立地環境研究領域

福島第一原発事故により放射性物質は各地に拡散した。菌類の子実体に放射性セシウムが高濃度に蓄積することが報告されており、生態系における放射性セシウムの動態に関わる菌類の役割が大きいと考えられる。そこで、今回、菌類によるセシウムの吸収様式を明らかにするため、非放射性セシウムを用いた室内実験系での培養試験を行った。腐生菌10株と菌根菌15株を、塩化セシウムを1ppmで加えた液体培地にて、約23度で8週間、暗黒条件で培養した。また、培地に加える窒素源としてアンモニア態窒素と硝酸態窒素を用意し、セシウム吸収への影響を評価した。さらにこの培地に塩化ルビジウムを1ppmで加え、セシウム吸収の傾向が、他の一価の陽イオンと共通するのかを調べた。培養菌体は、凍結乾燥した後、乾重を求め、さらに湿式灰化した後、ICP-MSを用いて、セシウム、ルビジウムおよびカリウムなどを定量した。その結果、菌根菌の方が腐生菌と比較して、菌体内のセシウム含量が高かった。また、窒素源として硝酸態窒素を用いた方が、アンモニア態窒素を用いた場合と比べて、セシウム含量が高くなった。ルビジウムの吸収もセシウムと同じ傾向にあった。

## P1B163 青森県内で採取されたナラタケ類の放射性物質濃度について

土屋 慧<sup>1</sup>・小山内潤<sup>2</sup>・工藤伸一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>青森県産業技術センター林業研究所・<sup>2</sup>青森県・<sup>3</sup>菌茸研究甲斐塾

【目的】現在、青森県では4市町で野生きのこの出荷制限が指示されており、地域の流通・産業に大きな影響を与えている。ナラタケ類 (*Armillaria* spp.) は、県内で好んで食される流通量の多い野生きのこの一つであり、県では出荷制限の解除に向けて今年度から調査を行っている。本研究は、青森県におけるナラタケ類子実体と菌糸の生息する基質（土壌、木質部等）の放射性物質濃度及び空間線量率との関係を明らかにすることを目的とした。【方法】県内4市町で採取されたナラタケ類150検体について種同定を行い、放射性核種分析を行った。その後、ナラタケ類採取地59箇所において、空間線量率の測定及び基質の採取を行った。子実体採取場所が土壌の場合はA0層と深さ30cmまでの土壌を採取し、木質部の場合はチェーンソー等を用いておが粉を調製した。すべての試料は放射性核種分析を行い、放射性セシウム134、137及びカリウム40の濃度を求めた。【結果】採取されたナラタケ類子実体の放射性セシウム134は、ほぼすべての検体で検出下限値以下(5 Bq/kg)、放射性セシウム137は最大値31 Bq/kgだった。また、空間線量率はすべての調査地で0.1 μSv/h以下だった。

## P1B165 高圧水洗浄・プルシアンブルー処理による原木栽培シイタケへの放射性セシウムの移行抑制

山口晶子<sup>1</sup>・小林久泰<sup>1</sup>・富田莉奈<sup>1</sup>・飯泉厚彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>茨城県林業技術センター・<sup>2</sup>茨城県原木しいたけ組合

原木栽培シイタケへの放射性セシウム (Cs) の移行抑制を目的に、原木を高圧水洗浄する(洗浄区)、洗浄後、0.05%プルシアンブルー (PB) 溶液へ浸漬する(低濃度区)、同じく0.5%PB溶液へ浸漬する(高濃度区)、無処理(対照区)、二番発生時に(洗浄区)と(対照区)のほだ木の一部を、0.05%PB溶液に浸漬する(洗浄区-2)(対照区-2)、合計6処理区の一発発生・二番発生時のシイタケとほだ木のCs濃度を比較検討した。その結果、シイタケのCs濃度については、一番・二番発生において、対照区と洗浄区の間には差は無く、低濃度区、高濃度区は洗浄区より低くなった。二番発生時のみ、高濃度区は低濃度区より低くなった。洗浄区-2、対照区-2は、共に二番発生時において、対照区・洗浄区と差は無かった。ほだ木のCs濃度については、一番発生時は、洗浄区、高濃度区、低濃度区が対照区より低くなったが、二番発生時は、洗浄区のみ対照区より低くなった。以上から、植菌前の原木洗浄によりCsが減少すること、植菌前にPB処理を行うことで、Csがほだ木中に留まりシイタケへの移行が抑制されること、高濃度のPB処理により、二番発生までCs移行抑制効果が持続することが明らかになった。

## P1B164 ホダ場に移設したシイタケホダ木への放射性セシウムの移行

高橋健太郎・成松眞樹・太田 浩・照井重光

岩手県林業技術センター

【はじめに】原子力発電所事故により、岩手県では県南部を中心に「原木シイタケ(露地栽培)」に食品の基準値を超過したものが確認された。安全なシイタケを生産するためには、放射性物質の付着したホダ木を廃棄し、付着量の少ない代替ホダ木に替える対策が考えられる。しかし、A0層の放射性セシウム濃度は高いことが知られており、現状のままのホダ場に伏せ込むと、代替ホダ木に放射性セシウムが移行する可能性も考えられる。【方法】県南部の広葉樹林、アカマツ林、及びスギ林ホダ場内に、約5m四方のA0層除去区と非除去区を設け、2012年6月に、県北部で育成された放射性物質の付着量の少ない代替ホダ木をヨロイ伏せに伏せ込んだ。約4、12、及び24か月後に一部のホダ木を回収し、上、中、下部(下部が地面に接した側)に分けてオガ粉とし、放射性セシウム濃度測定を行った。【結果】約4か月後の時点で、A0層除去区、非除去区を問わず、全ての部位から放射性セシウムが検出された。広葉樹林とスギ林ホダ場では、非除去区に移設したホダ木の下部でその他の部位より高い濃度の放射性セシウムが検出された。その傾向は約24か月後までほぼ同程度の濃度で維持された。

## P1B166 大阪府におけるナラ枯れ被害の現状

小林徹哉・上森真広・辻野智之

地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所環境研究部

### 【目的と方法】

ナラ枯れ防除や落枝対策などの森林管理上、被害の発生状況や被害木の枯損・腐朽状況を把握することは重要である。ナラ枯れが発生した森林における穿孔被害や枯損・腐朽状況の推移を調べるため、高槻市梶原で400m<sup>2</sup>の調査区を4箇所設定し、平成22年から毎木調査を継続して実施した。平成26年には、府内における被害の拡大状況を把握するため、平成25年の被害発生地のうち府内で最も南に位置する河内長野市周辺から8箇所を抽出し穿孔被害の有無を調査した。

### 【結果】

高槻市梶原では、ナラ類3樹種の穿孔被害率が最近5年間約20~30%で推移していたが、平成26年は19%と最も低くなった。同調査地における平成24~26年の3年間のナラ枯れによる枯損木は1本であり、平成26年にはこの枯損木から落枝が見られた。被害の前線付近である河内長野市周辺8箇所合計79本のナラ類について調査したところ、穿孔被害は見られなかった。

### 【考察】

高槻市梶原では穿孔被害率は減少していないが、平成24年以降1本しか枯損していないことから、当該地域では被害のピークを過ぎたものと考えられる。

P1B167 アラカシ及びコナラの伐倒処理によるカシノナガキクイムシの発生頭数

大谷栄徳<sup>1</sup>・衣浦晴生<sup>2</sup>・山下由美子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>和歌山県林業試験場経営環境部・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

【目的】これまで、カシノナガキクイムシ（太平洋型個体群、以下カシナガ）の被害を受けたウバメガシを4月までに伐倒し、残置するだけで発生頭数を抑制できる手法（以下伐倒残置）を明らかにした。そこで、アラカシとコナラにおける伐倒残置の適用について検討した。【方法】試験は和歌山県西牟婁郡上富田町の常緑樹林で行った。2014年4月、昨年にカシナガの穿孔被害を受けたアラカシ10本、コナラ8本を選木し、そのうち5本を高さ1.2m付近で伐倒し、伐倒木5本、切株5本に設定、残りを生立木（アラカシ5本、コナラ3本）とした。フラスの確認できた穿孔孔に各調査木1本当たり20個のチューブトラップを設置し、2014年6月～11月の期間、発生頭数を調査した。【結果】調査孔あたりの発生頭数は、アラカシでは生立木34.7頭・切株19.5頭・伐倒木1.6頭、コナラでは生立木23.7頭・切株9.4頭・伐倒木9.9頭であった。繁殖成功率は、アラカシでは生立木90%・切株70%・伐倒木24%と伐倒木が低く、コナラでは生立木93%・切株74%・伐倒木73%と大きな差は認められなかった。このことから、アラカシは被害状況等に応じて伐倒残置を適用し、コナラは伐倒残置の効果が大きくないと考えられた。

P1B169 「抵抗性マツと樹幹注入剤を併用した場合のマツ材線虫病に対する防除効果—2」3年生苗木への接種線虫数が防除効果に及ぼす影響

下山泰史<sup>1</sup>・久保田好枝<sup>1</sup>・丸 章彦<sup>1</sup>・松永孝治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ゾエティス・ジャパン株式会社三島ラボラトリー・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場

【目的】マツ材線虫病の防除方法には、抵抗性マツの導入、樹幹注入剤の使用等があるが、これらの防除方法の特性を効果的に組み合わせる事で、より高い防除効果が期待できる。そこで、両法を併用した場合のマツ材線虫病に対する防除効果を検討した。【方法】抵抗性クロマツ2家系及び精英樹1家系に由来するさし木苗を用い、2013年3月に酒石酸モランテル（グリーンガード・NEO（ゾエティス・ジャパン株））を地際部に注入した。同年7月にマツノザイセンチュウのアイソレートSc9を1,000、3,000及び10,000頭接種した。同年12月に病徴を観察した。【結果】抵抗性由来の苗の10%で全身的な病徴が認められ、精英樹由来の苗は接種線虫濃度の増加に伴い23、29、64%の苗が枯損した。一方、樹幹注入した場合、抵抗性由来の苗に全身的な病徴は認められず、精英樹由来の苗は枯死率がそれぞれ0、7、21%に低下した。以上から抵抗性マツと樹幹注入剤を組み合わせることでより防除効果が高まることが示唆された。

P1B168 *Raffaelea quercivora* 菌株間のミズナラに対する病原力と樹木細胞壁分解に関わる酵素活性の差異

鳥居正人<sup>1</sup>・松田陽介<sup>1</sup>・伊藤進一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>2</sup>三重大学

【目的】*Raffaelea quercivora*の宿主樹木に対する病原力は菌株間で差異があると示唆された。本研究では、本菌の病原力と材内での菌糸伸展との関連、その菌糸伸展に関与する樹木細胞壁分解に関わる酵素群を明らかにすることを目的とした。【方法】ミズナラの成木の枝と苗木にそれぞれ本菌4菌株の接種を行い、枯死率と非通水域、材内における菌糸伸長量を測定した。また、同4菌株のミズナラ材粉末を添加した培地上での菌糸伸長量と12種類の発色酵素基質を用いてそれらの酵素活性を評価した。【結果】3菌株の枯死率と非通水域の割合、材内における菌糸伸長量は対照木に比べて有意に大きく、非通水域の割合と菌糸伸長量との間で有意な正の相関が認められた。同3菌株の材添加培地上での菌糸伸長量は他の1菌株よりも有意に大きかった。さらに、その両者でペクチンとヘミセルロースの分解に関わる4種類の酵素活性が異なっていた。以上より、本菌の病原力の差異には材内における菌糸伸展が関与し、その伸展にはペクチンとヘミセルロースの分解に関わる酵素活性が関与する可能性が指摘された。

P1B170 クロマツ多様性評価に基づく抵抗性品種の再評価

宮田翔介<sup>1</sup>・岩泉正和<sup>2</sup>・井城泰一<sup>3</sup>・田村美帆<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター

クロマツ (*Pinus thunbergii*) は、海岸林を構成する主要な造林樹種である。しかし、クロマツ林はマツノザイセンチュウ被害の拡大により全国各地で壊滅的被害を被ってきた。被害地ではマツ材線虫病に対して抵抗性を有するいわゆる抵抗性マツ種苗等を中心に植栽が行われているが、抵抗性以外にも保全生態学的観点に基づいて各地域林分の遺伝的多様性の減少や生育不適応の回避を同時に考慮する必要がある。そのためには、基礎情報として、クロマツにおける遺伝的多様性や集団構造を含む現存の遺伝資源としての評価が必須である。

本研究では、全国の有名松原をはじめとするそれぞれの地域を代表する主要なクロマツ林を対象に核SSRマーカーを利用した分析を行った。その結果、一部の地域では特異な遺伝構造を示した。さらに、全国クロマツ林の遺伝的構造を明らかにするだけでなく、結果に基づいてクロマツ林の成立過程や種苗配布区域を含む保全生態学的観点からの育種戦略について検討した。

P1B171 次世代抵抗性品種開発に向けたマツノザイセンチュウの再収集と遺伝資源評価

小林 玄<sup>1</sup>・松永孝治<sup>3</sup>・井城泰一<sup>2</sup>・山口莉未<sup>1</sup>・田村美帆<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場

マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) (以下、線虫) による被害の拡大に伴い、高緯度・高標高地や初期の抵抗性林分でも被害が報告されるようになった。現在進めている次世代抵抗性育種でも、線虫の多様化や強毒化を考慮して使用する線虫系統の再検討が必要である。そこで、全国から新たに 60 系統の線虫を収集し、増殖性と病原性の 2 つの観点からこれら収集系統の形質評価を行った。増殖性は、収集した線虫を *botrytis* 菌叢上に播種し、菌叢の侵食速度、侵食面積あたりの頭数と培養期間を一定に定めた際の頭数で評価した。病原性は、抵抗性家系である吉田 2 と精英樹の大分署 1 の 2 年生苗に 1 万頭接種することで評価を行った。その結果、増殖力および病原性 (発病率・枯死率) において系統間で有意に異なる結果を得た。その中には、従来育種に用いられてきた Ka4 や島原よりも病原性の高い系統が存在した。しかし、本研究では病原性と増殖力間には、有意な相関は認められなかった。収集した線虫 60 系統については SSR による多様性評価も行っており、形質と遺伝的多様性両面から、次世代抵抗性育種に活用する遺伝資源として評価した。

P1B173 マツノザイセンチュウ各ステージの比較トランスクリプトーム解析

田中 克<sup>1</sup>・田中龍聖<sup>2,3</sup>・菊地泰生<sup>2</sup>・竹内祐子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究院科・<sup>2</sup>宮崎大学医学部・<sup>3</sup>日本学術振興会

マツノザイセンチュウ (以下線虫) は東アジアや西ヨーロッパを中心に甚大な被害を及ぼすマツ材線虫病の病原体である。本研究では、線虫の各生育ステージの機能的役割を遺伝子発現の面から解明することを目的として、RNA-seq 法による遺伝子発現様式の網羅的な比較解析を行った。卵を含む増殖型各ステージから RNA を抽出し、次世代シーケンサーによる塩基配列の解読を経て、得られた cDNA 配列データを統計解析ソフトにより解析した。今回の実験では増殖型全ステージで計 14,825 遺伝子の発現が確認された。これらの遺伝子について、ステージ間で発現レベルが有意に異なる遺伝子数及びステージ間の相関係数の算出、GO 解析を用いた遺伝子の機能解析を行った。その結果、増殖型 3 期幼虫と増殖型 4 期幼虫は遺伝子発現において高い類似度を示した。また、増殖型 4 期幼虫では植物細胞壁分解酵素の活性や宿主植物の免疫機構打破に関わる遺伝子群の発現が上昇しており、本病発病過程において重要な役割を果たしていることが示唆された。雌雄成虫はそれぞれ卵及び精子形成に関わる遺伝子の発現が上昇しており、生殖活動に重点を置いていることが明らかとなった。

P1B172 電気インパルスによる水中及び材内のマツノザイセンチュウの殺虫試験

恒川佳世<sup>1</sup>・梶村 恒<sup>1</sup>・松永孝治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場

電気インパルス (人工的に発生させた静電気による衝撃) はマツノザイセンチュウ (以下、線虫) を駆除できるかもしれない。本研究では、技術開発の基礎データを得るために、水中での線虫殺虫試験と線虫接種した 2 年生クロマツ苗木における線虫殺虫試験を行った。

まず、今回用いた電気印加機器で、苗木の樹幹に 7.0 ± 2.8 A (平均 ± SE) の電流を流すことができた。そこで、同程度の電流をシャワー中の線虫懸濁液 (250 頭/ml) に流した。この場合の線虫殺虫率は、1 分印加で 39.5%、5 分印加で 64.0%、10 分印加で 82.1% となった。苗木には 5000 頭の線虫を接種し、約 1 カ月後に 1 分印加と 15 分印加を行った。その結果、15 分印加では、対照区に比べて線虫密度が有意に低くなり、樹幹内における殺虫効果が実証された。なお、15 分の電気印加を行っても、樹幹部に通水阻害は確認されなかった。ただし、内樹皮が変色した様子が見られた。

以上の結果から、水中と樹幹内共に 7A 前後の電気印加によって線虫を殺虫することが可能であり、高い殺虫効果を得るには 10 分以上の印加が必要であることがわかった。一方で、内樹皮の変色によって苗木にどのような影響が生じているのか更なる検討が必要である。

P1B174 小笠原における南根腐病被害拡大地と非拡大地の比較

太田祐子<sup>1</sup>・服部 力<sup>1</sup>・升屋勇人<sup>2</sup>・佐橋憲生<sup>1</sup>・秋庭満輝<sup>1</sup>・島田律子<sup>4</sup>・向 哲嗣<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林微生物領域・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>東京都専門委員・<sup>4</sup>元東京都専門委員

【目的】南根腐病は、シマサルノコシカケ (*Phellinus noxius*) によって樹木の根や根株が腐り枯死する樹木病害である。小笠原諸島では近年本病の拡大が顕在化し、特に固有樹種の被害が報告されたことから早急にその現状を把握し対策を講じる必要がある。今回小笠原諸島において、毎年新たに樹木の衰退枯死が確認され被害が拡大している場所と、被害が確認されてもその後拡大が見られない場所の違いを明らかにするため、環境調査および病原菌のジェネット調査を行った【方法】被害拡大地として小笠原父島の大神山公園、非拡大地として母島桑の木山に 20×20m の調査プロットを設置し、植生調査およびマイクロサテライトマーカーによる病原菌のジェネット調査を行った。【結果】被害拡大地においては、樹木のサイズが小さく、密度が高い傾向にあった。ジェネットサイズは大きいことから、根系を介して感染拡大を行っていると考えられた。一方、非拡大地においては、樹木サイズは大きく、ジェネットサイズは小さい傾向にあり、胞子感染をしているものと推測された。

P1B175 南西諸島及び小笠原諸島における南根腐病菌 *Phellinus noxius* の遺伝的多様性

秋庭満輝<sup>1</sup>・太田祐子<sup>1</sup>・服部 力<sup>1</sup>・菊地泰生<sup>2</sup>・佐橋憲生<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>宮崎大学

南根腐病は *Phellinus noxius* による樹木の根腐性病害である。本病は世界中の熱帯・亜熱帯地域で発生しており、日本では南西諸島と小笠原諸島での発生が確認されている。本病が顕在化したのは1980年代以降であるが、本病が侵入種であるかどうかも含め、基本的な情報が不足している。本研究では、日本国内の *P. noxius* の遺伝学的な知見を得る事を目的とする。次世代シーケンサーで得られたゲノムデータより開発したSSRマーカー20座を用いて、南西諸島の奄美大島から西表島までの11島と小笠原諸島の兄島、父島、母島から採集した *P. noxius* 132株について解析した。STRUCTURE解析の結果、南西諸島の菌株からなるクラスターと、小笠原諸島の菌株からなるクラスターの2つにわけられた。遺伝的多様性が高いことから *P. noxius* は日本において土着種であると考えられるが、両諸島間では遺伝的に分化していることが明らかになった。

P1B177 北海道のトドマツ人工林で確認された被害伐根から更新木へのマツノネクチタケの感染拡大

徳田佐和子・小野寺賢介

北海道 北海道立総合研究機構林業試験場森林資源部保護グループ

【目的】マツノネクチタケ (*Heterobasidion parviporum*) は針葉樹の根株腐朽菌で、トドマツ高齢級人工林でも被害が見つかっている。被害地における同菌のジェネット解析からは、菌糸成長に依存する感染拡大(被害木の増加)が示唆されているが、伝搬の直接的な観察例は報告されていない。そこで、トドマツ人工林被害地の皆伐跡地に造成されたトドマツ人工林で、被害木の伐根から更新木への感染拡大の状況を調査した。【方法】再造林12年後の2014年に、被害伐根周辺に位置する植栽木と天然更新した若齢木について病徴の有無を調査した。また、1伐根について、内部の腐朽材および伐根と根同士が接触していた更新木4本を採取し、それらを用いて病原菌の分離を行った。【結果】2代目造林地では、造林木と天然更新したトドマツが高密度で生育していたが、衰退の徴候は観察されなかった。しかし、更新木1本では被害伐根と接する根の樹皮が壊死しており、マツノネクチタケが分離された。また、被害伐根の腐朽材からも同菌が分離された。被害木の伐根が感染源として機能し次世代林への伝搬が行われること、病原菌が伐根内部で伐採後10年以上も生き続けることが明らかとなった。

P1B176 林業機械走行によるトドマツ根系損傷確率のモデル化

山口岳広・倉本恵生・佐々木尚三

森林総合研究所北海道支所

【目的】林業機械が林内を直接走行することで残存立木の根系損傷が発生し、そこから腐朽菌侵入による材質劣化の懸念が生じている。そこで、この被害を回避することを目指し根系損傷の実態調査を行なって、損傷被害の生起確率をモデル化することを試みた。

【調査地と方法】機械作業による列状間伐が行なわれたトドマツ林および試験的に機械走行を行なったトドマツ林分において、機械の走行跡から幹までの距離、胸高直径、走行路被覆の有無と根系の損傷被害(傷幅・傷の面積)の関係を調査した。ロジスティック回帰分析を用いて、これらの値を説明変数とし根系の損傷が生じる確率を目的変数とするモデルで解析を行なった。

【結果】機械走行による根系損傷の発生には、走行跡から幹までの距離、胸高直径(=樹木サイズ)、走行路の被覆が関係していることが明らかとなった。ロジスティック回帰分析によるモデルを用いることで、生起確率すなわち根系損傷のリスクと走行路被覆の有無、樹種を決めれば、幹までの距離と胸高直径の関係が一次直線で表現でき、胸高直径に応じて根系損傷を回避できる限界距離を示すことが可能となった。

P1B178 辺材腐朽菌3種のスギへの接種—接種菌の再分離と分布状況—

服部 力<sup>1</sup>・太田祐子<sup>1</sup>・村川功雄<sup>2</sup>・塚越剛史<sup>2</sup>・山田利博<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林微生物研究領域・<sup>2</sup>東京大学千葉演習林

ヒメカバイロタケモドキ (*Xeromphalina curtipes*) および *Physisporinus* sp. は、スギの辺材腐朽に関与することがこれまでに示唆されている。両種のスギ辺材内での定着能とその要因を明らかにするため、両種、およびスギ辺材腐朽菌として知られるチャアナタケモドキ (*Fomitiporia torreyae*) の接種を行った。接種は2013年7月および10月、東京大学千葉演習林内のスギ主幹に対して、ドリルで穿孔後、菌を蔓延(オガクズ米ぬか培地内で3ヶ月培養)させた種駒を埋め込むことで行い、対照は滅菌駒を使用した。接種3および12ヶ月後に各5本の接種木を伐採、菌の再分離を行った。ヒメカバイロタケモドキは接種時期に関わらず、全接種木から再分離された。チャアナタケモドキは、7月接種については全接種木から再分離されたが、10月接種については分離頻度が低下した。*Physisporinus* sp. については7月接種では高率で再分離されたが、10月接種では頻度が低下した。腐朽菌の種や接種の時期により、辺材内への定着能に差があることが示唆された。また、材変色の外側からは菌は分離されなかった。



P1B179 辺材腐朽菌 3 種のスギへの接種—材変色の比較—

山田利博<sup>1</sup>・村川功雄<sup>1</sup>・塚越剛史<sup>1</sup>・太田祐子<sup>2</sup>・服部 力<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属千葉演習林・<sup>2</sup>森林総合研究所森林微生物領域

スギの辺材腐朽に関与するとされているヒメカバイロタケモドキ (*Xeromphalina curtipes*) および *Physisporinus* sp. の病原性を明らかにするため、両種、およびスギ辺材腐朽菌であるチャアナタケモドキ (*Fomitiporia torreyae*) の接種を行った。接種は 2013 年 7 月および 10 月に東京大学千葉演習林の 12 年生実生スギの主幹に、ドリルで穿孔後、菌を蔓延させた種駒を埋め込む方法で行い、対照には滅菌駒を使用した。接種の 2 週間、1、3、6、12 ヶ月後に各 5 本の接種木を伐採、解体して形成層の壊死や材変色の大きさを測定した。全体に形成層の壊死の大きさは接種 2 週間後までに決まり、その後の時間経過とともに大きくなる傾向はなかったが、材変色の大きさ、特に長さは時間の経過とともに増大し、7 月接種では試験期間中、10 月接種では 6 ヶ月後まで停止することはなかった。7 月接種では菌接種の方が対照より材変色の広がりや速かったが、菌の種類の間では差異はみられなかった。しかし、10 月接種では材変色長、幅ともに菌接種と対照とで差がなかった。形成層の壊死は形成層を積極的に侵害する *F. torreyae* の接種でやや大きい傾向があったが、他の 2 種の菌では対照と変わらなかった。

P1B181 スギ黒点病菌の感染枯死雄花内における生存年数と胞子形成期間

窪野高德・秋庭満輝

森林総合研究所

演者らはスギ雄花に特異的に寄生する子囊菌類 (*Sydowia japonica*) を人為的に散布することで、花粉の飛散を防止することに成功した。また、本菌は枯死した雄花に胞子体 (子のう胞子と分生子) を形成し、これらが当年形成された雄花に感染することを突き止めた。しかし、枯死した雄花内における本菌の生存年数や胞子体の形成年数は不明である。防止液を施用する場合、毎年散布の必要性や散布量を考える上で、枯死雄花内における本菌の生存年数や胞子体の形成年数を把握することは重要である。そこで、森林総研苗畑において 2010~2013 年にかけて接種して枯死した雄花を秋季 (2014 年 9~11 月) に採取し、組織分離によって本菌の生死を調査した。また、胞子体の形成有無を光学顕微鏡で観察した。その結果、2011~2013 年に枯死した雄花から本菌が分離され、少なくとも 3 年間は枯死雄花内で生存することが判明した。一方、胞子体の形成は前年に枯死した 2013 年の雄花上に分生子を観察したが、2012 年以前に枯死した雄花からは胞子体形成は見られなかった。従って、感染枯死した雄花から胞子体が飛散して新たに感染するケースは、前年枯死した雄花に限られると推察された。

P1B180 スギ・ヒノキ人工林大気中の菌類胞子数の伐採 2 年後までの変化

高畑義啓・宮崎和弘・小坂 肇

森林総合研究所九州支所

スギ・ヒノキ壮齡人工林において、带状伐採が空中を落下する糸状菌胞子に与える影響を明らかにするため、熊本県菊池市のスギ・ヒノキ人工林内に落下する胞子数を調査した。調査は 2011 年 6 月から 2014 年 12 月の間、およそ 2 週間に 1 度の間隔で行った。調査地における伐採は 2013 年 1-2 月に行われた。伐採前は人工林内の 2 林分、伐採後 1 年目は带状伐採および皆伐を行った林分の 2 林分、伐採後 3 年目は両林分間の成木が残存している林分を加えた計 3 林分内の、各 1 地点で寒天平板培地を一定時間開放し、15℃ 暗黒下で 2 週間以上培養して出現したコロニー数を落下胞子数とした。2012 年から 2013 年にかけては 5-6 月に落下胞子数のピークがあり、その後漸減して秋・冬季にはごく少数となった。しかし 2014 年には、落下胞子数に明確なピークは観察されなかった。伐採後には抗菌剤添加培地で出現したコロニー数が非添加培地よりも顕著に少なくなり、2014 年には両者の差が明確でなくなった。こうした変化には伐採による植物の現存量の減少とその後の回復にともなう環境の変化が影響している可能性があるが、その原因は明確にできなかった。

P1B182 サクラ系統へのサクラ類てんぐ巣病菌接種試験

長谷川絵里<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

サクラ各系統へのサクラ類てんぐ巣病菌の接種方法を開発するため、サクラ 4 種と 3 栽培品種 (エドヒガン・オオシマザクラ・カンヒザクラ・ヤマザクラ・'染井吉野'・'十月桜'・'陽光') について 2014 年 2-3 月に以下の方法で接種し、経過を観察した。芽への無傷または有傷接種 (培養菌体の塗布および培養菌体の懸濁液の噴霧)、地植え苗の枝への罹病枝の接木である。対照として滅菌水の塗布・噴霧と正常枝 (台木の枝) の接木を行った。

菌体の塗布・噴霧を行った枝では、芽は正常に伸長・展開し、病葉は形成されなかった。エドヒガンに接木された罹病枝は活着せず、台木の枝は全て活着した。エドヒガン以外の台木に接木された罹病枝は 1 本以上が活着し病葉が形成されたが、罹病枝を接木された台木の枝には病葉や異常な多分枝は生じず、3 つの方法全てで病徴は再現されなかった。これらの結果から、芽への胞子感染の確率は低く、結果を得るには膨大な反復数が必要になると考えられた。また接木接種に関しては、菌の台木への感染や、感染してから病徴発現までに時間がかかる可能性もあると考えられた。

## P1B183 シラカシに発生した堅果菌核病

市原 優<sup>1</sup>・升屋勇人<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所

【目的】コナラ堅果菌核病の病原菌である *Ciboria batschiana* は、コナラなどの落葉性ナラ類の堅果を腐敗させ、更新阻害要因の一つとなっている。一方、カシ類など常緑ブナ科樹木の堅果の菌害は未解明であり、更新阻害要因を明らかにすることは常緑ナラ林の保全のために必要である。本研究では、シラカシ堅果に堅果菌核病に類似した腐敗が発生していたので、その病原性の確認を行った。【方法】京都市にある森林総合研究所関西支所構内のシラカシ樹下で、シラカシ堅果が腐敗しミイラ化した菌核から子嚢盤が発生していた。菌核組織を表面殺菌し菌株を得た。この菌株を培養した菌叢を、シラカシとコナラの堅果に接種し、腐敗の有無を確認した。【結果】接種試験の結果、シラカシ堅果に堅果菌核病と同様の病徴の腐敗が発生し、接種菌が再分離され、本菌の病原性が確認された。本菌の菌叢形態は、コナラ由来の *C. batschiana* の菌叢とは異なっているため、分類学的検討を必要とする。一方、本菌はコナラの堅果も同様の病徴で腐敗させたことから、本菌の宿主範囲や、野外における生態を把握する必要がある。本研究は JSPS 科研費 25292097 の助成を受け実施した。

## P1B185 アカマツ-マツタケ共生培養系土壌におけるマツタケ菌糸体動態

山口宗義<sup>1</sup>・小林久泰<sup>2</sup>・河合昌孝<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所きのこ・微生物研究領域・<sup>2</sup>茨城県林業技術センター・<sup>3</sup>奈良県森林技術センター

【目的】近年、マツタケをアカマツの根に共生させた苗を作出することに成功したが、共生培養系土壌におけるマツタケ菌糸体の動態は明らかになっていない。このため、定量 PCR にて共生培養系土壌におけるマツタケ菌糸バイオマス量の時間的変動を解析した。

【方法】2ℓの大型円筒容器を用いて、1ℓの土壌（マツ林のB層土壌、滅菌）にマツタケ培養菌糸体を接種した約3ヶ月後、アカマツ無菌実生を接種し、20℃、20,000Lxの条件下で育苗した。1、3、6、12、18、24、30、36ヶ月間育苗した苗を凍結し、円筒形苗を直径に対して平行に断面を得、中心軸から垂直・水平方向に1cm<sup>3</sup>の土壌をサンプリングし、土壌からDNAを抽出しマツタケ特異的定量プライマーを用い、定量PCR法にて定量した。

【結果】容器内の土壌中の菌糸は、培養期間によって、異なる分布様式を示した。1~6ヶ月では、マツタケ菌糸体は、局所的に分布していた。12~24ヶ月では、容器内全体に広がっているが、菌糸密度は一様ではなく、場所によって高低が認められた。30~36ヶ月では、容器全体に広がっている傾向は変わらないが、全体的に菌密度が低かった。

## P1B184 ウルシの萌芽更新とその阻害要因

田端雅進<sup>1</sup>・小谷二郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林微生物研究領域・<sup>2</sup>石川県農林総合研究センター林業試験場

【目的】低コストで短期間に効率的な漆液採取を行うため、萌芽の成長に対する芽かき処理の効果について芽かき後1年間の成長比較を行った。【方法】石川県輪島市の9・11・19年生ウルシ林において3,000本/ha区、6,000本/ha区及び対照区を設定した後、成長を比較し、阻害要因を検討した。【結果と考察】枯死率は芽かき処理による本数調整区では7~33%であったのに対し、対照区では62~73%であった。枯死原因は50cm以下の小サイズを対象とした下草の被圧によるものがほとんどと考えられた。芽かき直後の優勢木の処理1年後の成長量と成長率について2元配置の分散分析を行った結果、処理区間ではなく地域間で有意差がみられ、3か所のうち水田跡地の9年生萌芽更新地で成長が不良であった。また、生存木の中に胴枯病（仮称）で主軸が枯死し側枝の成長が優勢となる場合があり、多い所では半数で確認された。以上から、萌芽更新は成長が旺盛で芽かき処理によって枯死木を減らす効果はみられるもの、土壌条件や病気による成長阻害にも注意する必要があると考えられた。また、成長阻害に対する芽かき処理の影響は判然としなかった。

## P1B186 マツタケ菌根形成のためのアカマツ細根の地表への誘導法の検討（Ⅱ）

藤田 徹<sup>1</sup>・藤田博美<sup>1</sup>・栗栖敏浩<sup>2</sup>・井本寿一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都府農林水産技術センター・<sup>2</sup>（株）環境総合テクノス・<sup>3</sup>京北町マツタケ生産振興会

マツタケ林地栽培研究の一環として、地表に誘導したマツの新根を利用したシロ形成を試みている。今回は、被覆による地表への根の誘導について被覆法の比較を行った。①不織布（四隅を押さえる）、②不織布（四辺を埋める）、③不織布（腐植を被せる）、④不織布（土と腐植を被せる）、⑤腐植。以上5種の方法を、1試験区各3箇所5試験区計15箇所ずつ実施した。6~7月に被覆を行い、10月に根の状態を調査した。また、④の方法で地表に誘導したマツの新根20本に11月にマツタケの胞子を接種し、11月~12月に根に付着した胞子の発芽状態を調査した。

その結果、被覆法の比較では根の誘導の成功率は①：0%、②：0%、③：60%、④：67%、⑤27%で、③と④の成功率が高かった。根に付着した胞子は発芽が観察され、マツタケの胞子の少なくとも一部は、秋に発芽している可能性が高いと推測された。発芽率は0~0.6%と低く、胞子が発芽するまでに「根が成長し接種部位が白根でなくなる」「他の菌が感染する」等が観察され、根に直接胞子を接種する方法は菌根形成法としては不適であり、菌根形成に適した胞子の接種法の検討が必要と考えられた。

P1B187 標高に沿った外生菌根菌埋土胞子構成種の分布と群集構造

宮本裕美子・奈良一秀

東京大学大学院新領域創成科学研究科

自然林で優占するブナ科やマツ科などの樹木は外生菌根菌と共生することで生きている。森林内には多様な外生菌根菌が生息しているが、菌根を形成せず土壤中に胞子として存在する菌種についてはあまり知られていない。菌根菌胞子は攪乱後の樹木更新に不可欠であり、どのような森林にどのような菌種が埋土胞子として存在するのか明らかにする必要がある。本研究では、標高に沿った3つの異なる自然林において埋土胞子構成種を特定し、菌種の分布傾向や群集構造が、同林分内の樹木根から確認された菌とどのように異なるのかを比較した。調査は愛媛県石鎚山で行った。半年以上風乾した土壤にアカマツとウダイカンバをそれぞれ育苗し、5か月後に形成された菌根菌種を分子解析により特定した。その結果、胞子構成種は *Laccaria* や *Scleroderma* などの遷移初期種が多く見られ、*Russula* など遷移後期種の優占する現地樹木根の群集構造と有意に異なっていた。またアカマツとカンバで菌組成が異なり、標高に沿って幅広く出現する種が多く見られた。このことから、攪乱により樹木根からの菌感染源が減少した際、環境傾度幅広く存在している遷移初期菌種が実生の更新を促進する可能性がある。

P1B188 異なる地域に生育するイチヤクソウ(ツツジ科)の菌根菌群集構造

上杉天志<sup>1</sup>・Chien-Fan Chen<sup>2</sup>・Man Kyu Huh<sup>3</sup>・谷川東子<sup>4</sup>・瀬井龍蔵<sup>5</sup>・橋本 靖<sup>6</sup>・谷亀高広<sup>7</sup>・村田政穂<sup>8</sup>・奈良一秀<sup>8</sup>・松田陽介<sup>1</sup>

<sup>1</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>2</sup>台湾行政院農業委員会・<sup>3</sup>東義義大学校・<sup>4</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>5</sup>アドウィング・<sup>6</sup>帯広畜産大学畜産生命科学研究所部門・<sup>7</sup>国立科学博物館・<sup>8</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科

ツツジ科イチヤクソウ属の植物は、アープトイド菌根を形成する。中部・近畿地方のイチヤクソウ個体群では菌鞘のないアープトイド菌根が形成され、外生菌根菌のベニタケ属が優占的に定着していた。これは、イチヤクソウが周囲の外生菌根性樹木と菌根菌を共有していることを示唆する。本研究では、東アジアにおけるイチヤクソウの菌根菌群集構造を明らかにすることを目的とした。そのため、3か国5地域から34個体のイチヤクソウを採取し、分子解析によって定着する菌根菌の分類を推定した。実体顕微鏡下で表皮細胞内菌糸コイルが形成された根を菌根として切り出した。菌根断片からゲノムDNAを抽出し、ITS領域をPCR増幅、クローニング、RFLPタイプ分けし、代表サンプルの塩基配列をシーケンサーにより決定した。現在までに4地域の解析を行い、ベニタケ科、イボタケ科などの外生菌根菌が検出された。得られるデータにもとづき、地理的、環境的要因が菌根菌群集におよぼす影響について議論する。

P1B189 北海道南部地域に生育するサルメンエビネの菌根菌

小島広平<sup>1</sup>・玉井 裕<sup>2</sup>・宮本敏澄<sup>2</sup>・矢島 崇<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究院

サルメンエビネ (*Calanthe tricarinata*) はラン科エビネ属の植物で、日本では北海道から九州にかけて分布している。しかし、生息域のほぼ全域で絶滅の危険が増大しており、環境省のレッドデータブックでは絶滅危惧Ⅱ類に、北海道のレッドデータブックでは絶滅危惧Ⅰ類に指定されている。ラン科植物の生育には根系に内生する菌類の存在が必須であるが、その実態は明らかになっていない。北海道南部上ノ国町で採取したサルメンエビネについて地下部のコイル状菌糸(ペロトン)の内生状況を調べ、ペロトンから抽出したDNAのITS領域の塩基配列を調べた。サルメンエビネの地下部は横に連なった偽球茎(バルブ)とその底部から伸びる不定根からなる。不定根には多数の根毛が見られ、表面が褐色がかった部分の皮層細胞内にペロトンの存在が確認されたが、バルブには存在していなかった。BLAST検索の結果、ペロトン形成していたのは担子菌の *Tulasnella* sp., *Rigidoporus* sp., *Filobasidium* sp., *Exobasidium* sp. と推定された。このうち、*Rigidoporus* sp. は木材腐朽菌であり、他の3種は腐生菌であった。

P1B190 北海道産アミガサタケ類とバラ科樹木との共生関係

雲英真人・玉井 裕・宮本敏澄・矢島 崇

北海道大学大学院農学院

アミガサタケ類は世界的に分布する子実菌であり、食用菌としての利用価値は高いが商業的な栽培技術は確立していない。アミガサタケ類には山火事跡地等に発生し腐生を営むものや、特定の樹木種と菌根共生を営むものがあると言われている。このような栄養の摂取様態(生態的特性)を理解することは栽培化を目指す上で重要である。これまで演者らは北海道において多くのアミガサタケ類がバラ科樹下に発生する傾向を確認している。本研究ではアミガサタケ類とバラ科樹木との関係性に着目し、生態的特性を明らかにすることを目的とした。2013年から2014年に主に札幌市近郊において28箇所7種、そのうちバラ科樹下において13箇所3種の子実体が採取された。子実体発生が認められたナナカマド、エゾヤマザクラから細根を掘り取り、形態および菌根の形成状況を調査した。両樹種の外生菌根様の根端からアミガサタケ類は検出されなかったが、細根の表面に着生していた褐色の菌糸はトガリアミガサタケの系統種 *Mel-23/24/31/32* と推定された。アミガサタケ類とバラ科樹木は菌根様の特定の構造を形成せず共生していると考えられた。

**研究発表題目(28日)**  
**(部門別口頭発表・ポスター発表)**

### T21-1 Patterns and Socio-economic determinants of deforestation in Botum Sakor National Park in Cambodia from 2000-2010

BANDOS ROS · Nobukazu NAKAGOSHI · Rachmad FIRDAUS  
広島大学大学院国際協力研究科

Botum Sakor National Park, a representative of protected areas in Cambodia, has been under pressure with rapid foreign investment. The research aimed to investigate patterns and socio-economic determinants of deforestation from 2000 to 2010. The patterns were investigated with GIS and Remote Sensing (RS) technologies while the determinants were analyzed with multiple regressions. As a result, forest was extremely decreased when the economy was highly grown up. In Koh Kong Province where there are Chinese state-owned enterprises operating its development, forest was sharply decreased from 591,263 to 242,467 ha (41%). This really implies that investments in Cambodia were made with very poor consultation among stakeholders. The study is expected to be able to give useful information for sustainable forest management in Cambodia.

Key Words : foreign investment, forest management, GIS and RS, protected areas

### T21-3 Selective logging simulation to ensure healthy regeneration based on outbred seeds in dipterocarps

Tani, Naoki<sup>1,4</sup> · Tsumura, Yoshihiko<sup>2</sup> · Fukasawa, Keita<sup>3</sup> · Lee, Soon Leong<sup>4</sup> · Lee, Chai Ting<sup>4</sup> · Ng, Chin Hong<sup>4</sup> · Muhammad, Norwati<sup>4</sup> · Niiyama, Kaoru<sup>5</sup> · Otani, Tatsuya<sup>6</sup> · Yagihashi, Tsutomu<sup>7</sup> · Kassim, Abdul Rahman<sup>4</sup> · Musa, Samsudin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>国際農林水産業研究センター林業領域 · <sup>2</sup>筑波大学生命環境学群 · <sup>3</sup>国立環境研究所生物・生態系環境研究センター · <sup>4</sup>マレーシア森林研究所 · <sup>5</sup>森林総合研究所国際連携推進拠点 · <sup>6</sup>森林総合研究所四国支所 · <sup>7</sup>森林総合研究所東北支所

Timber in Malaysia has been produced from tropical rainforests that were recognized as one of the highest biodiversity hotspots. Trees of timber species larger than 50 cm in trunk diameter at breast height (cutting limit) have been harvested in ongoing selective logging operation in Malaysia. The harvesting lowered remaining adult tree density, which inhibits pollen travel from a tree to others by pollinator insects. This is a critical issue to produce healthy seeds, because mother trees at lowered population density show frequent self-fertilization that produce less vigorous seeds. Therefore, we have surveyed pollen dispersal pattern of several dipterocarps to estimate pollen dispersal and male fecundity parameters for a simulation of selective logging. The simulation showed that multiple cutting limits are required with respect to each pollinator symbiosis, because dipterocarps with different pollinators showed different pollen dispersal pattern.

### T21-2 マレー半島の森林被覆の変遷-時系列 Landsat 画像による 1996-2010 年の変化

鷹尾 元<sup>1</sup> · Khali Aziz Hamzah<sup>2</sup> · Azahari Mohd Faidi<sup>2</sup> · Mamat Mohd Parid<sup>2</sup> · Hamdan Omar<sup>2</sup> · 新山 馨<sup>1</sup> · 佐藤 保<sup>1</sup> · 宮本基杖<sup>1</sup> · 道中哲也<sup>1</sup> · 平田泰雅<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所 · <sup>2</sup>マレーシア森林研究所

REDD プラスに参加する発展途上国では過去の森林面積・蓄積の動態から将来のそれらの参照レベルを求めることが求められる。信頼できる過去の森林分布の統計がない場合には、これまでに蓄積された衛星画像が唯一の情報源である。湿潤な熱帯雨林地域では地表に雲がかかることが多く、また大気の状態も時と場所により異なり、(準)国レベルのように広い地域を均一に観測するのは困難であった。そこで、時系列の多くの Landsat 画像の雲のない部分のトレンドから推定した年々の反射スペクトル画像を用い、1996~2010 年の年々の土地被覆・森林被覆変化を解析した。対象地域はマレーシアのうち半島マレーシアである。各年の画像を森林、非森林、および水域に分類した。総合精度は 73% であった。分類結果の目視確認では、これまでの画像分類では多く生じた非現実的な被覆の変化、例えば短期間のうちに森林から非森林そして再度森林に戻るなどの変化は見られなかった。州ごとの森林被覆率についてマレーシア政府統計と比較すると、森林の多い州ではその推移が政府統計と解析結果でほぼ同傾向を示した。

### T21-4 Effect of environmental factors on survival and growth of *Shorea curtisii* plantation in Peninsula Malaysia

Hoshino, Daisuke<sup>1</sup> · Shamsuri, Mohammad<sup>2</sup> · Otani, Tatsuya<sup>3</sup> · Tani, Naoki<sup>1</sup> · Azizi, Ripin<sup>4</sup> · Abd Rahman, Kassim<sup>5</sup>

<sup>1</sup>国際農林水産業研究センター林業領域 · <sup>2</sup>マレーシアペラ州森林局植林管理ユニット · <sup>3</sup>森林総合研究所四国支所 · <sup>4</sup>グリーンフォレストリソース · <sup>5</sup>マレーシア森林研究所

*Shorea curtisii* Dyer ex Brandis is called locally as “Meranti Seraya” and the timber is highly useful in the Peninsula Malaysia. In this report, we show survival and growth of *S. curtisii* trees planted in four different sized plots over 18 years. The survival proportion was rapidly decreased in the first 5 years and gradually decreased in the recent 13 years in all types of plots. Mean height was rapidly increased in the first 6 years and gradually increased in the recent 13 years. Mean diameter lineally increased through the observed term. From the analysis of all plots, the plot size gave positive effect to the survival proportion of *S. curtisii* planted. From the analysis to all planted trees, canopy opening gave the positive effect to height and diameter growth of planted trees. On the other hand, slope angle gave negative effect to them. Thus, the environmental factors produced serious effects to survival and growth of *S. curtisii* planted.

T21-5 Tree regeneration at various developmental stages of teak monoculture in the Bago mountains, Myanmar

Ei · Shinya Takeda

Kyoto University Graduate School of Asian and African Area Studies

We documented tree species compositions and stand structures that developed naturally in 11-, 16-, 21-, 26- and 31-year-old teak (*Tectona grandis* L.) monoculture plantations in the Bago Mountains, Myanmar. Vegetation was surveyed in three sample sites located in reforestation areas. Within randomly deployed quadrats, we recorded tree species, top heights and diameters at breast height (dbh) for all individuals with dbh values  $\geq 4$  cm. We identified 72 tree species across stand ages and found indicator species that were characteristic of mixed deciduous forests in the region. Calculated average Shannon-Wiener index values for the three sample sites showed that tree diversities were similar in the secondary forests studied. Associated tree regeneration accounted for 34-54% of planted stand densities and 19-38% of basal areas across the plantation chronosequence.

T21-6 Influence of livelihood transition on fallow forests : A case study in a Zotung village, Southern Chin State, Myanmar

Mr. Nyein Chan · Shinya Takeda

Graduate School of Asian and African Area Studies, Kyoto University Southeast Asian Area Studies

This study was conducted in a Zotung village in southern Chin State, Myanmar. The number of households practicing swidden agriculture decreased over the past decade (2003-2013) by 50%, as 20% of the total populations out-migrated for better job opportunities. Additionally, most households (46% of respondents) began to engage in gardening, animal husbandry, and vegetable farming. As a result, the area of swidden agriculture decreased. By applying the existing land-use data and established allometries as a function of aboveground biomass (AGB) against fallow age, the pattern of total AGB accumulation was obtained. A clear increase in AGB was observed over a complete rotation. Out-migration of households/individuals and the development of alternative income sources resulted in the transition of swidden agriculture. Consequently, further biomass regrowth can be expected in the village.

T21-7 Controls on organic matter turnover under different land use in East Kalimantan

Fujii, Kazumichi<sup>1</sup> · Toma, Takeshi<sup>1</sup> · Warsudi, Warsudi<sup>2</sup> · Sukartiningsih, Sukartiningsih<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所 · <sup>2</sup>Mulawarman University

To analyze land use strategies to minimize soil degradation, effects of land use change on soil organic matter cycles were investigated in primary forest, *Macaranga* forest and *Acacia mangium* forest, alang-alang grassland, and palm oil plantation in Bukit Soeharto Experimental Forest in East Kalimantan, Indonesia. Soil C stock was smallest in palm oil plantation, while it was largest in grassland, *Macaranga* forest, and *Acacia mangium* forest. The cellulose tests (incubation of filter paper in surface soil) showed rapid decomposition in grassland and palm oil plantation. The decomposition of organic matter was faster in two secondary forests than in primary forest. The greater soil C stock in secondary forest and grassland is attributable to large input of fire-derived char. Soil C stock in palm oil plantation is decreasing due to rapid mineralization and erosion.

T21-8 Long Term Timber Utilization on Wooden Houses in East Kalimantan, Indonesia

Haruka Suzuki

京都大学総合地域研究ユニット

The sustainability of tropical rainforests needs to be discussed from the perspectives of resource utilization and local people's lifestyles. The research objective is to clarify the social system surrounding timber utilization with respect to the inheritance and sale of wooden houses in addition to their repair and reconstruction in the coastal community of East Kalimantan, Indonesia. Their house inheritance norms are bilateral. The youngest child often inherits their parents' house because they are the last in their family to build their own. The sale of these houses is often done between parents and children, relatives, and acquaintances. About ten houses are repaired and three are rebuilt every year. With regards to house repairs, the foundation timber is rarely replaced, and about 50% of the other is reused. Several used timber is transferred to neighbors for reuse. These results demonstrate long-term timber utilization and a sustainable approach for using resources effectively.

T21-9 Present problems and futurity of fuelwood users around marginal tea plantations in Matara & Badulla districts, Sri Lanka

Palihakkara, Indika<sup>1,2</sup> · Inoue, M.<sup>1</sup> · Mohammed, A. J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The University of Tokyo Graduate School of Agricultural and Life Sciences · <sup>2</sup>University of Ruhuna Faculty of Agriculture

Fuelwood plays an important role as an energy source for Sri Lanka's key industries such as tea factories, small to medium scale industries. By collecting data from these fuelwood users, this study explores fuelwood supply chains to users and identifies problems faced and futurity of fuelwood users around 20 km radius distance from Marginal tea plantations (MTP) in Matara and Badulla Districts. The result showed Tea factories are major user of fuelwood while main supply are from private sector. Major problems identified are price inflation of fuelwood, scarcity of preferred species in MTP, small quantity and fragmented supply from MTP, inaccessibility of local fuelwood sources for users as well as middle men and collection of legally prohibited species. Due to these problems, industries are either totally or partially being replaced by other energy sources such as electricity or to fossil fuel in future.

T21-11 Characteristics of Forest Management in Van (forest) Panchayat : Case Study of Sub-Himalayan Villages in India

Kazuyo Nagahama<sup>1,2</sup> · Kaoru Saito<sup>1</sup> · Hem Gairola<sup>2</sup> · Kala Kumar Subodh<sup>3</sup> · Randeep Rakwal<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科 · <sup>2</sup>Himalayan Community Forestry Centre, Uttarakhand · <sup>3</sup>Uttarakhand Forest Department, Dehradun, India · <sup>4</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科

Van (forest) Panchayats (VPs) are self-initiated forest protection groups in the Uttarakhand state of India. The system of VP was originated in conflicts between people and the state government for control over forest resources at the beginning of 20th century. However, there has been quantitative and qualitative decline of the dense and well-managed forests at VP practice.

This study clarify the VP management and utilization of resources based on semi-structured interviews with people and the type of forest in the villages in 2013-2014. The management committee (MC) which was assumed to be active and successful, revealed that the villagers were satisfied with the current situation in the VP, in particular for the utilization of firewood and in maintaining their livelihood. Our case study indicates a collaborative and adaptive management as the characteristics of a high-performing MC.

T21-10 The community resilience analysis of Community-Based Forest Management program in the Philippines

Marcin Pawel JARZEBSKI<sup>1,2</sup> · Hirokazu Yamamoto<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>東京大学東京大学大学院新領域創成科学研究科 Graduate Program in Sustainability Science-Global Leadership Initiative · <sup>2</sup>東京大学東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻生物圏情報学分野

This research proposes and empirically tests a framework that integrates concepts of community resilience and social-ecological system (SES) resilience on community forestry case studies. The framework provides a possible approach for assessing community resilience based on the development and allocation of socio-cultural, economic, and natural capital of individual households within a given forest community.

This study takes community forestry groups as a case of an SES in which the community is an important stakeholder in managing natural forest capital resources. The selected case study sites are pioneer Community-Based Forest Management Program (CBFM) communities in the Philippines. The CBFM group members exhibit moderate levels of resilience on the average according to the acquired levels of capital, thus the CBFM program has a positive effect in increasing socio-cultural and natural capital of an entire community although economic capital remains weakest.

T21-12 Local communities and institutions in the implementation of REDD+ in Indonesia : Two case studies of KFCP

Yun Yamanaka<sup>1</sup> · Shigeo Kobayashi<sup>1</sup> · Yusurum, Jagau<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学アジア・アフリカ地域研究研究科 · <sup>2</sup>バランカラヤ大学農学研究科

There are concerns about conflicts over forest management and negative impacts on local communities due to the implementation of REDD+. This study aimed to compare different backgrounds and implementations of KFCP in two villages in Indonesia, and thereby to discuss the problem of REDD+ in local communities. In M village, KFCP activities were shut down due to a conflict among the local people, who suspected corruption in the village government and in the selection of participants. In K village, where almost all households joined the activities, the economic disparity was narrow. Based on a comparison of the two villages, it was indicated that equal and cooperative relationships in K village promoted collective decisions and actions. However, it could also be said that the implementation in each of the local communities was not sufficiently flexible. We therefore concluded it would be necessary to establish a feedback system to reflect implementation options from local communities.

## T21-13 Current Situation of Land Grab in State Forest Area in Indonesia

Takahiro Fujiwara<sup>1</sup> · San Afri Awang<sup>2</sup> · Noriko Sato<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Kyushu University Institute of Decision Science for a Sustainable Society · <sup>2</sup> Universitas Gadjah Mada Faculty of Forestry · <sup>3</sup> Kyushu University Faculty of Agriculture

Recently, large-scale land deals, investments, and acquisitions, called “land grab”, are rapidly increasing. It has a positive viewpoint that it can be utilized as an opportunity for developments. On the other hand there are concerns that privatization and accumulation of lands devastate small-scale farming and rural livelihoods. This study focused on forest and wood products utilization licenses and investigated current situation of land grab in state forest area in Indonesia through the related statistical data and legal instruments. The most licensed areas were designated for logging natural forests and establishing industrial plantations. The licenses less than hundred thousand hectares represented large percentage of the natural forests’ and plantations’ ones. However, few companies have been holding large-scale forest lands and some have been holding plural licenses as a group. It revealed that accumulation of forest lands has been progressed by the companies’ groups.

## T21-15 Study on the issue for development of social safeguards in REDD+ initiatives

Iwanaga, Seiji<sup>1</sup> · Yokota, Yasuhiro<sup>2</sup> · Hyakumura, Kimihiko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学 · <sup>2</sup> 森林総合研究所九州支所 · <sup>3</sup> 九州大学熱帯農学研究中心

REDD+ is an approach to reduce deforestation and forest degradation, using economic incentives. The need for safeguards has emerged to prevent negative social and environmental impacts because of over-emphasis of these economic incentives. In addition to the UNFCCC’s official efforts, voluntary activities (initiatives) have attempted to formulate principles, criteria, indicators and guidelines. We clarify the elements to enhance social safeguards and discuss what kinds of initiative is the most-to-least the elements. We review literature about SEPC, SESA and REDD+SES initiatives. We find that benefit-sharing is an important aspect of social safeguards, and that more discussion is needed to enhance initiatives. REDD+SES has received little criticism in literature to date and has the best-covered elements including “benefit-sharing” in the three initiatives. At the same time, practical experience and identification of problems and solutions are advantage of SEPC and SESA.

## T21-14 Forest Policy, Efforts Leading SFM and Criteria and Indicators in Myanmar

Ei Thandar Bol

Kyoto University Graduate School of Agriculture

Policy and legislative mechanisms concerning Sustainable Forest Management (SFM) in Myanmar have been in place and gradually evolved since 1856. In 1995 Myanmar could adopt a forest policy that addresses existing issues and reflects changing social and environmental needs of the country in a sustainable manner. In line with the international initiatives to monitor, assess and report on the social, technical, ecological and economic sustainability of forest management, Myanmar has also developed its own set of criteria and indicators (C&I) for SFM. The C&I initially identified in 1996 and subsequently revised are now to be put to the test for effective implementation. This presentation describes the background of the development the forest policy, C&I and other relating policy instruments in Myanmar, and present status of forest management system.

## T22-1 外部連携による中学校の森林教育

小西伴尚<sup>1</sup> · 蔵治光一郎<sup>2</sup> · 洲崎燈子<sup>3</sup> · 平賀伸夫<sup>4</sup> · 荻原 彰<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 梅村学園 三重中学校高等学校 · <sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属生態水文学研究所 · <sup>3</sup> 豊田市矢作川研究所 · <sup>4</sup> 三重大学教育学部

近年のPISAなどの結果より「理科嫌い」「理科離れ」が大きな問題として示唆された。三重中学校・高等学校では、この問題に対し、2005年度から外部講師による特別授業等を開始した。企画の一つで中学2年生に実施した「森の健康診断」について、企画を実施前と実施後の生徒の意識調査を行ったところ、生徒達の「科学技術や理科・数学に対する興味・関心」の変化は、「ある」・「どちらかというところ」が50%→60%に増加し、「研究者を身近に感じる」に関しては、「感じる」・「どちらかというところ」が8%→67%に増加するなど著しく効果を挙げていることがわかった。またその中で、「全員参加」、「本物を見せる」、「自分達でデータを取る」、「生徒自身に発表させる」、「地元や専門家が関わる」が教育上の効果があると示唆された。またこのような企画が、高校時の理系選択者を増やすのに効果があることも示唆された。現在、このような企画が市内全体の小中学校でできないか、県・市・教育委員会・教員・ボランティアで話し合っている。その内容についても当日報告する。



## T22-2 林業実習に関する中学校技術・家庭科の授業内容の検討

柏倉美沙<sup>1</sup>・東原真志<sup>1</sup>・井上真理子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>上越教育大学大学院学校教育研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所多摩森林科学園

本研究では、学校教育での林業教育の実践が少ない中学校を対象に、技術・家庭科に注目して、教科内で林業に触れる体験的な実習を実施するための授業案づくりを行った。技術・家庭科の技術分野「C 生物育成に関する技術」では、「作物の栽培」「動物の飼育」「水産生物の栽培」に加えて、「木材の生産」について学習する。技術教育では、生徒が自分の考えを整理し、目的や条件に応じた育成計画を立てる能力の育成をねらいとしており、①人工林での間伐実習、②収穫表作成システムを用いたコンピュータシミュレーションによる体験的な学習の2つの実習を取り入れた授業案を作成した。

授業案作成にあたり、学内の比較的平坦な42年生スギ人工林内において20m×20mの調査区を設置し、立木の位置、樹高および胸高直径を計測した。つぎに収穫表作成システムを用いて得られたデータから森林の間伐の時期、方法、強度を変え、様々な場合の総収穫量を予測した。その結果、調査区の林木はやや込み合っており、間伐を適切に行うことで木材の総収穫量が多くなることが明らかとなった。このシステムの操作は比較的容易であり、中学校の林業実習として適切であると考えられた。

## T22-4 愛知県立高校における森林・林業教育

雨宮 永

愛知県立安城農林高等学校森林環境科

愛知県における森林・林業に関する学科は、安城農林高校の森林環境科、田口高校の林業科、猿投農林高校の林産工芸科の3学科である。3校とも地域の特色に応じたかたちで森林・林業の専門教育を行ない数多くの人材を輩出してきた。演習林保有高校は、安城農林高校、田口高校、猿投農林高校、新城高校の4校である。高等学校における演習林は、将来森林・林業に関わる職業に就く生徒に対し、林業教育を行なうために必要な実習林であり、実験や研究調査など教育的に幅広く活用されるフィールドである。今回、森林・林業に関わる学科について、各校における教育課程をはじめ、演習林の規模、利用頻度などを調査し、その利用状況や実態を分析した。また、現在在籍する生徒へアンケートによる意識調査を行った。愛知県は森林の公益的（多面的）機能の重要性や持続可能な森林経営の実現を重要視し、担い手の育成・確保と林業事業体の強化に力を入れている。持続可能な社会における高等学校の森林・林業教育が今後どうあるべきかを模索する。

## T22-3 盲学校の生徒のための森林教育イベント—大学生が企画・実施した「森のソムリエ」を事例として—

小林菜子<sup>1</sup>・小林 修<sup>2</sup>・寺下太郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>愛媛大学農学部・<sup>2</sup>愛媛大学国際連携推進機構

視覚障害者にとって森林は積極的に面白いものを見つけることのできる場所となり、森林にとって視覚障害者は健常者には分からない魅力を見つけてくれる存在である。愛媛大学附属演習林にて、盲学校初等部と高等部の学生7名とその保護者を対象に森林体験イベントを行った。このイベントは盲学校生徒に保護者や学校関係者以外との交流と、普段の学校生活ではできない体験を提供することを目的としている。異なる内容で過去約10年間行われ、愛媛大学森林資源学コースの3回生によって計画実施される。今回は、盲学校の生徒の参加者7人のうち2人が初参加であった。当日の介助役として1人の生徒につき大学生1人についてもらったが、この大学生すべてが視覚障害者の介助は初体験であった。イベントの内容は午前中に竹パン作りと燻製づくりで、午後は樹木の識別と紹介を森で行った。イベント終了後、盲学校生徒7名と、一緒に参加した保護者、介助役の大学生7名にインタビューをした。このイベントによって盲学校の生徒と大学生が燻製や竹パン、樹木への知識や興味がイベント参加前とどう変わったのか、また大学生の盲学校の生徒への印象はどう変わるのかを検証した。

## T22-5 選択的刈り払いによる森林整備の効果と森林学習の実施による検証—山形県金山町立明安小学校林を事例として—

高橋 文<sup>1</sup>・林田光祐<sup>2</sup>・大築和彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>2</sup>山形大学農学部

山形県金山町立明安小学校の学校林において、選択的刈り払いによる森林整備後に小学3・4年生を対象に森林学習プログラムを行い、森林整備の効果を検証した。整備前は、18年生のスギ林冠下に多様な広葉樹が多数定着していたが、藪化していたため、林内観察が困難な状況であった。今回の森林整備によって、スギ樹冠下に約50種の広葉樹を残すことができ、遊歩道から林内へのアクセスも容易になった。また、森林整備によって、面積0.66haの学校林内に、高木種だけでなく小高木種・低木種も約450本残したことで、多様な森林学習プログラムを実施することができた。さらに、文章を品詞別に分解し集計するテキストマイニングによって、児童らの森林学習に対する自由記載の感想文を解析した結果、楽しいなどの形容詞が頻出していたことから、児童らの興味関心をひく森林学習が実施できたと推察される。以上のことから、上層がスギ林でも、下層の広葉樹を適切に整備することによって、針葉樹だけでなく広葉樹も活用した多様な森林学習プログラムを実施することが可能になると示唆された。

## T22-6 癒しの森プロジェクトー地域とともに知り創る試み

藤原章雄・齋藤暖生

東京大学大学院農学生命科学研究科附属富士癒しの森研究所

富士山麓の山中湖村地域で多く見られる経済的価値を見いだせず所有者の管理意識が失われ放棄されているカラマツ人工林について、地域住民の健康増進に活用しながら、管理過程で発生する枝条や材を燃料や資材として地域で活用する森林管理手法の提案および地域のシステムの構築を目的とし、演習林のカラマツ林を実際に管理活用公開しながら行う一連の研究教育およびその成果の社会への還元活動を癒しの森プロジェクトと呼ぶ。カラマツ林内を快適な空間とするための密度調整間伐を行いその間伐材を地域の薪ストーブユーザに呼びかけ薪原木として競り方式で販売する社会実験を行った。地域の薪ストーブユーザの意識を調査しつつ、地域の森林所有者にも森林資源に目を向け理解して頂き、未利用資源の活用の機運を促す機会とする教育啓蒙効果も狙っている。この実験に先駆けて、地域の薪ストーブ保有状況を戸一戸を個別に目視する悉皆調査を地域住民に協力頂き実行した。地域社会および住民が研究実行にも関わりながら研究対象でもある。地域社会に内包された森林を所有する教育研究機関が取り組む地域社会と関係性を結びつつ行う研究教育活動の試みについて報告する。

## T22-8 地域の教育施設である公民館から見た森林環境教育

杉浦克明・松下 澁

日本大学生物資源科学部

本研究は、誰もが利用できる地域の教育施設の公民館に着目し、公民館で実施されている森林環境教育にはどのようなものがあるか調べ、公民館での現在の森林環境教育の位置づけを分析することを目的とした。

研究対象としたのは、多くの人が在住している神奈川県政令指定都市および藤沢市の計140の公民館である。公民館のイベント調査には、公民館のホームページ、公民館報、広報誌を使用した。調査期間は、2013年1月から2013年12月までの1年間とした。

その結果、公民館で開催されているイベント総数5719件のうち、森林環境教育に関連する内容は72件であった(1.2%)。横浜市では調査した3867件のイベントのうち43件(1.1%)、川崎市では381件中3件(0.8%)、相模原市では932件中21件(2.3%)、藤沢市では539件中5件(0.9%)であった。よって、現在のところ公民館における森林環境教育に対する位置づけは大きくないと考えられる。しかし、少ないとはいえ森林環境教育が行われていることも明らかになっており、普及のための公民館の活用や各公民館とボランティア団体などの連携による効果的な教育についても検討する必要がある。

## T22-7 26年間の定点写真記録を用いた志賀高原ダケカンバ開葉観察の教材化

中村和彦<sup>1,3</sup>・渡辺隆一<sup>2</sup>・井田秀行<sup>2</sup>・福本 壘<sup>3</sup>・藤原章雄<sup>4</sup>・斎藤 馨<sup>5</sup>

<sup>1</sup>東京大学空間情報科学研究センター・<sup>2</sup>信州大学教育学部・<sup>3</sup>NPO 法人オープンコンシェルジュ・<sup>4</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属富士癒しの森研究所・<sup>5</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科

植物フェノロジーの観察は、専門的な知識や技術をそれほど必要としないため、環境変化の影響を誰もが直感的に把握できる。特に、長期間のフェノロジー観察によって気候変動の影響把握にも繋がりうるため、自然体験と気候変動とを繋ぐ教材として有効と考えられる。そこで、信州大学志賀自然教育園(長野県下高井郡山ノ内町)にて1987年から継続して撮影されている日々の定点写真を用い、中学校および高等学校での自然学習において生徒にダケカンバ(*Betula ermanii*)を主とした開葉フェノロジーを観察させた。単木単位での観察は困難なため、開葉日の決定基準を「落葉樹の部分で緑色の割合が半分以上になった最初の日」と生徒に示した。中学校第1学年215名、高校第1学年374名に対し、それぞれ約60分間の講義の中で1987年から2012年までの計26年間の写真を提示し、1人1年ずつの分担で開葉日の決定を行わせた。こうして得られた各年の開葉日について、気候変動に関する学習に用いるデータとしての妥当性を評価するために、次の2つの検討を行った。(1)観察に用いた写真のRGB値を用いた開葉度推定手法との比較検討。(2)観察結果と写真撮影地の気温データとの比較検討。

## T22-9 地域再生をめざした博物館を核とする地域資源ナレッジマネジメントに関する研究(3):地域学習活動の効果

青柳かつら

北海道開拓記念館

【目的】日本の中山間地域では、住民の社会生活の維持や地域資源の管理が危機に瀕している。博物館を拠点とする、地域資源を活かした地域学習活動の効果を明らかにすることを目的とした。【方法】2012-2014年度に朝日町郷土資料室と地域活動を連携実施し、1)学習に参加した中学生へのアンケート、感想文の分析、2)博物館ボランティアの意識変化を把握するアンケート、3)1)~2)での課題への対応と活動効果を把握する参与観察を実施した。【結果】1)では中学生の地域への関心、地域資源を楽しむ能力は高く定着したが、自然への関心、参加意欲などは低下した。2)ではボランティアの地域づくりへの参画意識が高く保持された。3)では教育活動の継続や内容深化といった課題に対応して、ボランティアと中学生との対話型講座が実施され、中学生の知識獲得などに効果が得られた。地域資源マップの活用では、掲載地の散策会や公民館講座が実践されるなど、ボランティアの自発性や実行力が向上した。資料室の活動は活発化し、高齢者が集う地域ナレッジ集積の拠点として役割が発揮されたが、今後は高齢化に対応した活動プログラムの開発が課題である。

## T22-10 埼玉県立自然の博物館におけるボランティア活動の実態と課題

木山加奈子

埼玉県立自然の博物館

近年、予算や人員の削減により、森林教育のための施設は厳しい状況にある。こうした状況下で、生涯学習の手段かつマンパワーとして、ボランティアが注目されている。しかしながら、こうした施設におけるボランティアの実態は十分に把握されていない。各地域の自然に関する情報を蓄積し、森林教育に大きな役割を果たすことが期待される自然史系博物館も同様である。

そこで、本報告では、都道府県立の自然史系博物館の中でも古い歴史を持ち、2009年度にボランティア制度を発足させた埼玉県立自然の博物館におけるボランティアの実態と課題を明らかにすることを目的とした。

ボランティアの人数や年齢、居住地、登録年などの基本情報や活動内容、分野、活動実績より、どの分野にも一定数の登録がみられ、幅広い活動に関与していることが明らかになった。しかし一方で、登録人数が伸び悩んでいることや、活動するボランティアが固定化しているなど、課題も多く存在した。

ボランティアとのよりよい関係を築くためには、館としての方針をより具体的に定め、各分野の職員が連携しながら、ボランティア一人一人に合った活動をコーディネートしていくことが重要であると考えられる。

## T22-12 小中学生の森林・林業に対する意識—北海道上川総合振興局管内での調査事例—

麻生 翼<sup>1</sup>・比屋根哲<sup>2</sup>

<sup>1</sup>特定非営利活動法人 森の生活・<sup>2</sup>岩手大学大学院連合農学研究科

NPO法人「森の生活」では、未来の森林づくりを担う子どもたちの森林に対する意識を把握する目的で、北海道上川支庁管内の森林率80%以上の9市町村の小学校16校と中学校11校、それに加えて旭川市市街地の小中学校各1校を対象にアンケート調査を実施した。調査は2012年2月～3月にアンケート用紙を送付し、同年9月までにすべての小中学校から計1200件以上の調査票を回収した。

調査の結果、森に行く回数が年に2回以下の子供が約8割を占めたこと。約7割の子供が実際の木の伐採風景を見た経験がないこと。目をつぶって思い浮かべる森は、森林率80%以上の市町村の子どもたちでは家がある町周辺の森が、旭川市ではメディアで見た森が相対的に多かったこと。「今も森に行きたいか」の質問には、市街地(旭川市内)で「行きたい」と答える子どもの割合が高かったこと。森の役割については、どの学校でも「二酸化炭素を吸収し地球温暖化を防ぐ」が約8割と最も高く、「散歩等で人に安らぎを与える」が4割弱と最も低かったこと、等の傾向がうかがえた。当日は、記述アンケートの分析結果を含めて報告する。

## T22-11 都道府県が運営する森林レクリエーション施設の現状と課題—北海道民の森の小学校利用を事例として—

水野明洋

北海道大学農学部

本研究では道が運営する森林レクリエーション施設、道民の森の現状を把握するとともにその課題について考察する。道は道民の森の利用者数が減少していることやその施設の老朽化が見られていることから、今後の在り方を検討している。現地での一般利用者に対する聞き取り調査の結果、現在の一般利用者は宿泊や炊事施設などの施設利用(ハード利用)に重きを置いており、自然環境を楽しんだり、自然資源を利用した活動を行ったりすること(ソフト利用)には重きを置いていなかった。一方で、ソフト利用に分類される「ワンダースクール」(以下、WS)と呼ばれる環境教育活動を利用する小学校数は増加していた。WSを利用する小学校の担当者および児童は「他の宿泊学習施設とは異なり、ありのままの自然の中で活動を行える」としてWSを高く評価していた。道民の森は、老朽化によって利用が困難になる可能性がある、ハード面に頼った運営を行っている部分に課題を抱えている。その中でWSの活動は、道民の森に存在する自然資源が、活用方法によって利用者数を増やす潜在能力を依然として持っており、宿泊学習以外の利用拡大を図るうえでも、参考にすべき示唆が含まれていると言える。

## T22-13 学習塾が実施する自然体験活動の教育的・経営的效果

吉岡敦之<sup>1</sup>・井倉洋二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鹿児島大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>鹿児島大学農学部

自然体験活動は、しばしば少年自然の家などの公的機関やNPO法人などの非営利団体によって実施されるが、営利企業である学習塾が行っている例もある。学習塾が自然体験活動を実施することは、本業である教育面、あるいは経営面で活かされる企業戦略であるとも考えられる。そこで、本研究では、実際に自然体験活動を取り入れている大手学習塾E社社員に対して聞き取り調査を行い、得られた内容から考察できる教育的・経営的效果をまとめた。九州でトップレベルの進学率を誇るE社は、1979年の創業以来、社会で自立できる子どもを育てるという教育理念に基づき自然体験活動を実施している。2012年から有限会社Y社と提携し、Y社の農園で通年の自然体験活動を開始した。この自然体験活動を通して、目の前の問題に対して工夫して効率化を図る問題解決能力や、団体行動での成功体験による積極性の向上といった直接的効果に加え、日常の教室においても、学習意欲の向上、体験を通じた学習内容のイメージ化といった面で教育的効果がみられることが分かった。また、経営的效果としては、外部からのイメージアップや、保護者の高い評価などに繋がること分かった。

## T22-14 自然学校へ行こう ～持続可能な農山村社会の実現を目指した大学の講義プログラムの効果～

井倉洋二

鹿児島大学農学部附属演習林

自然体験活動をベースにしながら、地域の資源を活かしたソーシャルビジネスを興していくことで持続可能な農山村社会をつくっていく一連の活動や組織を「自然学校」と呼び、豊かで持続的な未来社会を創造する新しい仕事として注目されている。鹿児島大学では、このような新たな仕事を切り拓いて行ける人材育成を目指して、「自然学校へ行こう」という講義を共通教育科目として2014年度前期に開講した。講義には九州を代表する10人の自然学校経営者を毎回ゲスト講師として迎え、各地の自然学校の取組と社会的意義を熱く語ってもらった。この講義は300人余りの学生が受講し、まずは多くの学生に自然学校を知ってもらうという目標は達成できた。終了後のアンケートでは、受講者の97%が「授業内容に満足した」と答え、11%が「将来自然学校の仕事をしたい」、38%が「自然学校の仕事も将来の選択肢として考えたい」と答えた。一方、本講義の次の段階である「自然学校インターシップ」という授業も同時に開講したが、受講者はわずかしかなかった。今回の講義の効果と課題を踏まえ、学生の起業マインドとスキルを育成できる自然学校の実践的授業プログラムを研究開発していきたい。

## T22-16 ベネズエラにおける環境教育の現状と課題

安藤 愛

筑波大学生命環境科学研究科

ベネズエラは石油埋蔵量世界一を誇る資源大国である。一方で、「21世紀の社会主義」を目指した独裁軍事政治の遂行が、教育にも影響を及ぼしている。環境分野では、公共料金の安さから節水や節電といった環境配慮行動のインセンティブに欠け、公害等による健康被害も表面化しておらず、環境意識や当事者意識の低さが潜在的にある。このようななか、環境教育としての植林イベントがよく行われるが、イベント性を重視し、実施が目的化され、参加人数と実施写真のみが評価対象である。よって植林地の状況を考慮せず、植林後のモニタリングも行わずに放置される実態がある。これに対し、成功している環境教育の実践例として「高倉式コンポスト普及プロジェクト」がある。環境問題解決への社会的ニーズと生ごみ減量という目的があること、さらにコンポストという成果物と、学校菜園や花壇など利用先が確保されており、普及にいたっている。この事例は、参加者が当事者意識を持ってプロジェクトに取り組むことによって、環境配慮行動につながるものであり、目的と成果の明確さから当国における環境教育の課題を解決するものと考えられる。

## T22-15 わが国における森林教育の系譜—森林技術誌掲載文献から—

大石康彦・井上真理子

森林総合研究所多摩森林科学園

筆者らは森林学の文献レビューから、森林教育研究が1925年に開始されて以降、専門教育を中心テーマとして進展し、1990年前後からは学校教育など幅広いテーマを対象とする研究へ展開したことなどを明らかにした(大石・井上2014a,b)。この結果は森林教育の実践現場の状況を反映したものと考えられるが、実践現場である森林・林業現場の視点からもとらえて、森林教育の系譜を検証する必要がある。そこで、本論では森林・林業の代表的業界誌である日本森林技術協会発行の月刊誌「森林技術」とその継続前誌を対象に、創刊号(1922年)から873号(2014年)の各号に掲載された森林教育に関する文献を収集、分析した。その結果、森林教育に関する文献は、1931年を初出として専門教育中心に掲載が続き、1970年代後半からは学校教育など幅広いテーマに関する掲載が急増して現在に至っていた。このことから、昭和初期を端緒に専門教育を中心にとらえていった点については、森林・林業現場と森林学の間で大きな差異はなかった。一方、幅広いテーマへの展開時期は、森林・林業現場が森林学に対して10年以上先行していたことが明らかになった。

## T22-17 森林にとって教育理論の意味するもの—ドイツの森林教育に関するテキストから

寺下太郎

愛媛大学農学部

森林教育という行為、アクションには様々なものがイメージされる。たとえば、環境教育の一部門、海や山岳や草地などと並ぶ自然環境の一つのバリエーションとしての森林。その捉え方であれば、森林とは教育を行うために取り上げられる(たくさんあるなかのひとつの)素材である。あるいは、森林・林業関係者が展開する森林教育の意図する森林。それは、都市住民の「無理解」という脅威から防衛すべき対象である。どちらの視点に立っても、森林のダイナミズムと人間の成長との直接的な影響の及ぼし合い、インターアクションは、あまり前景に出てこない。かたや森林が他の自然環境に置き換えることのできない独自性を持ち、かたや人間が(体重や身長が増大ではなく)人格の成長を目指して教育を行う以上、森林が人を育てることの意義は、実践例が蓄積されてきた今、整理される必要がある。その一つの試みとして、ドイツで展開されている森林教育の資格、Zertifikat Waldpädagogikの研究に用いられている教科書を取り上げ、その中で森林や教育、さらにはESDの概念がどのように整理されているかを見ることで、理論を実践につなぐあり方を探る。

## T22-18 森林教育と環境・自然の教育題材

中島 皇

京都大学フィールド科学教育研究センター

森林と「環境」・「自然」は多くの点で共通部分を持ちながら、我々の周りに存在している。森林はこの2つから多くの物を得、この2つに多くの物を与えている。

いわゆる「環境」と「自然」はどちらも我々の存在基盤として、つい50年程前までは、まだしっかりと機能していた。この二つを維持するためには、それぞれの地域で人間による不断的努力が必要であることを人々は認識し、理解し、実行していた。しかし、現代のように効率化、画一化、局所最適化が進んだ社会では、人は都市に住み、便利で快適な暮らしに慣れてしまい、経済性や効率性の追求のみが是であるかのような錯覚に陥っている。自然の法則や人間の限界など、基本中の基本が忘れ去られていると感じているのは私だけであろうか。

次世代を担う若者達が本物を知らないという「環境」と「自然」とっては致命的な状況に陥っていることに大きな心配がある。若者のみならずその親も実体験の乏しい世代になって来ている。環境教育に力が入られ、教育の大切さを多くの人が指摘しており、その重要性はますます大きくなる。今回は教育題材について取り上げたい。

(連絡先：中島皇 tnakashi@kais.kyoto-u.ac.jp)

## T23-2 都市近郊林における野生動物への餌付けと利用者意識

稲場彩夏<sup>1</sup>・愛甲哲也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究院

餌付けは野生動物を利用した野外レクリエーション活動の一環として、商業的や個人的など様々な形で広く行われている行為である。広く行われている一方で、餌付けによる野生動物に対する影響においては、様々な報告があるものの、いまだ不明確な点が多い。その上、個人による餌付けは公園や都市近郊林などで頻繁に行われていると考えられるが、餌付けの実態や利用者からみた意識はいまだ明らかになっていないことが多い。餌付けに関して管理や方策を論じる前に、まずその実態と利用者の意識を把握する必要がある。

そこで本研究では都市近郊林で行われる餌付けの実態と利用者意識を明らかにすることを目的とした。調査は北海道札幌市の円山公園で実施した。2013年に円山公園利用者へのアンケートが実施したが、その結果、利用者が問題だと感じている項目の中に餌付けが上位に位置することが明らかになった。実態調査では時間帯や頻度を変え、円山公園内の自然歩道で観察される餌付けを行う人とその痕跡について記録した。調査の結果、時間帯や場所に偏りがあることが明らかになった。今後はこの結果をもとにした、市民意識も取り入れた管理が望ましいと考えられる。

## T23-1 国立公園の公園計画及び公園区域の変更における自然保護の概念の変遷について

兪 農<sup>1</sup>・愛甲哲也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究院

### 1. 背景と目的

最近では「生物多様性」、「里山」などの自然保護に関する新たな概念の重要性が高まってきている。この間にも国立公園の公園計画と公園区域は変更を重ねてきた。本研究では、これらの概念に関する自然保護の動きが各国立公園の公園計画と公園区域の変更に与えた影響とその変更の傾向をあきらかにすることを目的とした。

### 2. 研究の方法

環境省のホームページで公開されている2003年6月から2014年1月までの国立・国定公園区域及び公園計画の見直しの再検討、点検、一部変更から変更理由のキーワードを抜き出し、分類して、期間中の変遷を時系列で分析した。また、自然保護の動きがこれらの変更に与えた影響を分析するため、既存の書籍・資料から、新たな概念が現れた時期とその出来事を整理した。

### 3. 結果

生物多様性というキーワードが2010年から変更理由に現れた。2013年には、自然共生といったキーワードが現れた。公園計画の視点が、レクリエーション利用の推進や風景観の保護・保全・維持から生物多様性や自然共生へと移っていった傾向がみられた。さらに、新たな概念に関する自然保護の動きは、公園計画と公園区域の変更に影響を及ぼすことが推察される。

## T23-3 日光国立公園奥日光地区におけるシカ害対策に対する来訪者の意識

土屋俊幸・梶 光一・吉川正人・戸田浩人・小池伸介・赤坂宗光

東京農工大学大学院農学研究院

国立公園を初めとする自然公園では、これまでの保護の観点からの区分である「地種区分」のみが使われ、保護と利用の両方の観点を調和させた、真の意味での土地利用区分は策定されてこなかった。しかし、今後、自然公園のより持続的な整備のあり方を、協働型管理の下で議論・検討していくためには、その基盤として適切な土地利用区分の手法が開発される必要がある。本研究は、そのための一つの試みとして、これまでシカ害対策のための様々な措置が取られ、また、シカ害に対する感受性・影響度の関係による地域区分が試みられている日光国立公園奥日光地区戦場ヶ原周辺において、野外レクリエーション利用を目的とする来訪者を対象に、その特性や今回の来訪の内容、シカ害対策施設、シカによる自然環境の破壊に対する意識などを、アンケート票による対面式調査によって把握し、地域区分の異なる地域での来訪者の意識の差を検証する。なお、本研究は、環境省環境研究総合推進費「持続的地域社会構築の核としての自然保護地域の評価・計画・管理・合意形成手法の開発」の一環として実施した。

#### T23-4 公園利用者への情報提供はヒグマとの軋轢を緩和できるか

辻田 茜<sup>1</sup>・久保雄広<sup>1,2</sup>・庄子 康<sup>1</sup>・愛甲哲也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学農学部・<sup>2</sup>University of Alberta Department of Resource Economics & Environmental Sociology

北海道の知床半島ではヒグマに関係した野生動物管理が行われており、その一環として利用者に対する軋轢緩和を目的とした情報提供を行っている。このような情報提供の課題の一つとして、必要とする利用者にとって適切な情報を伝えられていないことが挙げられている。本研究では、利用者がグループ分けできることを前提に、注意すべきグループを特定する。アンケート調査への回答に基づき、利用者は2つのグループに分け、その一方を管理上注意すべきグループとして特定した。このグループにはヒグマを頻繁に見ることができる場所に興味を持っている利用者が多く、加えてヒグマが危険であることを知っていたと回答した利用者が少なかった。ヒグマの危険性を知らずに興味本位でヒグマに接近する可能性が高い注意すべきグループであると言える。このグループに特徴的な個人属性（年齢や性別など）は明らかにならなかったが、登山目的の利用者が比較的多く含まれていたことから、登山者への情報提供を強化することで軋轢を緩和できる可能性がある。

#### T23-6 観光プログラムの流通・販売に関する一考察

菅野正洋

公益財団法人日本交通公社観光文化研究部

我が国では、自然体験やエコツアー、産業体験、野外活動など、地域固有の資源を活かしたさまざまな地域発の観光プログラムが各地で企画・販売されている。その取り組みに当たっては、観光客や旅行会社に対するワンストップ窓口として、あるいは地域内の連携促進の核として各地の観光協会などの観光推進組織が中心的な役割を担うことについての期待が高い。その一方で、地域関係者からは、「作っても売れない」という声も聞かれるのが現状である。上記のような背景を受け、本研究では全国の観光推進組織を対象として、観光プログラムの流通・販売に関する実態調査を行った。その結果、直接販売においては「不十分な情報発信」、また間接販売においては「旅行会社の理解（あるいは旅行会社への情報発信）不足」「旅行会社の要求条件とのミスマッチ」といった課題があることが把握された。また、観光プログラムの販売を単体の事業として見た場合、必ずしも大きな利益が見込めるものではないが、多くの組織が地域活性化という公益的な目的を重視して取り組んでいる現状が明らかになった。

#### T23-5 世界遺産地域における交通規制に対する利用者の意識と混雑感

愛甲哲也・斎藤優太・庄子 康

北海道大学農学部

自動車利用増大に伴う問題への対策として、世界遺産地域や国立公園の一部ではマイカー規制とシャトルバスの運行が行われている。来訪者はその有用性は認めているものの、利用料金と利便性への負担感や、代替交通の運行時間で来訪者の行動パターンが規定され、かえって滞留人数が増加し、混雑感が増す可能性が指摘されている。

本研究では、知床世界自然遺産地域内のカムイワッカ湯の滝で1999年から導入された車両規制とシャトルバスについて、利用状況の変動と車両規制・シャトルバスに関する来訪者の意識を調査し、より適正な交通規制の在り方について考察した。

車両規制とシャトルバスに関する意識は、カムイワッカ訪問と車両規制の有無の影響を大きく受けていた。規制期間外にカムイワッカ湯の滝を訪れる人は現状維持を希望し、規制期間中は現状より厳しい規制を求める傾向にあった。現状のシャトルバスの料金やサービスが肯定的に評価されたが、バスに座れるかどうかや待ち時間が課題として挙げられた。混雑感は、カムイワッカの来訪者に対して、他の知床来訪者とWeb意識調査回答者がより許容限界が低いことが示された。

#### T23-7 国立公園ブランドを考える—保全とレクリエーションのトレードオフ—

久保雄広<sup>1,2</sup>・庄子 康<sup>3</sup>・柘植隆宏<sup>4</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>University of Alberta Department of Resource Economics & Environmental Sociology・<sup>3</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>4</sup>甲南大学経済学部

国立公園は生物多様性の保全のみならず、国民に広くレクリエーション機会を提供することが求められている。しかし、過剰利用による植生破壊に代表されるように保全とレクリエーションの両立は困難である。本研究の目的は各国立公園の人気を明らかにすることで今後の利用者の利用動態について予測を試みることである。その上で、各国立公園の人気と現在の利用状況等との関連性を分析することで、今後の保全とレクリエーションの両立のあり方を考察する。調査は全国一般市民を対象に2013年に実施した。国立公園の人気の定量化にはベストワーストスケールリングを適用した。分析の結果、屋久島、知床、西表石垣の人气が相対的に高く、秩父多摩甲斐、磐梯朝日、中部山岳の人气が相対的に低いことが示された。前述の人气が高い国立公園の利用者数は現在相対的に少ないことから、現在は旅費等によって利用が大きく制限されている可能性がある。このことは格安航空会社の就航等によって利便性向上した場合には、利用者数が急増し各国立公園の状況が一変する危険性を示唆している。管理者は各国立公園の位置付けをより明確にし、それに応じた対策を充実させていく必要がある。

## T23-8 選択型実験を用いた山岳レクリエーション管理に対する潜在需要の評価：富士山における事例研究

下野 聡

京都大学大学院農学研究科

2013年に富士山が世界文化遺産に登録され、今後、登山者数増加による富士山の過剰利用が予想される。富士山における過剰利用は、登山者の快適な利用体験を妨げるだけでなく、景観や自然環境に対しても悪影響を及ぼしかねない。そこで、本研究では、富士山の過剰利用対策として、登山者数に合わせた登山者への対応、トイレ対策、ゴミ対策、管理に対する費用負担として登山者に対する環境保全協力金の徴収を想定し、選択型実験を用いて過剰利用対策に対する登山者の潜在需要を把握した。その結果、第一に条件付ロジットを用いた分析から、登山者にとって環境保全協力金の徴収と登山者数増加は望ましくないものと考えられ、また、年齢や所得の違いによる、それぞれの対策に対する選好の違いがみられた。第二に混合ロジットを用いた分析から、環境保全協力金の徴収を除いた対策に関して登山者の選好の多様性が存在することが明らかになった。これらの結果から、過剰利用対策の登山者の選好を把握することが出来たが、モデルの精緻化、外国人旅行者がサンプルに含まれていない等の問題点を改善することが今後の課題としてあげられる。

## T23-10 スウェーデンにおける野外活動の展開と万人権：その意義と課題

三俣 学<sup>1</sup>・齋藤暖生<sup>2</sup>・嶋田大作<sup>3</sup>

<sup>1</sup>兵庫県立大学経済学部・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属富士癒しの森研究所・<sup>3</sup>福岡女子大学環境学科

### 【はじめに】

本報告は、所有形態の如何を問わず、万人が森林や水辺に立ち入り自然の恵みを楽しむことができるスウェーデンの慣習（万人権：allemansrätten）に着目し、その変容過程を明らかにする。

【研究の方法】 英米語で書かれた関連論文などの文献考証を主とする。

### 【スウェーデンにおける野外活動と万人権の相互関連】

- (1) 慣習に根差す社会基盤：すべての人は自然の恵みを受け生命を維持しうる、というサブシステムの考えや慣習が古くから存在した。
- (2) 近現代における野外活動：19世紀以降に急進する都市化、それに対応する労働や余暇等に関する諸政策により、万人権を背景とする野外活動は、大規模レジャースポーツなどを含む多様な内容へと変容した。
- (3) コンフリクト回避：その変容過程において、万人権が私的所有権と対立する機会の増加に懸念が高まりつつある。この状況を受け、スポーツイベント企画者や競技者等に対し、土地所有者との事前協議などを奨励するなど、コンフリクト回避策が本格的に展開され始めている。

### 【おわりに】

利用者らがコンフリクトを抑え資源の共同利用を可能にする仕組みの解明は、これまでの資源管理論にも大きな示唆を与えるだろう。

## T23-9 全国の国立公園の環境価値評価

栗山浩一<sup>1</sup>・庄子 康<sup>2</sup>・柘植隆宏<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>甲南大学経済学部

国立公園には、美しい景観や登山を楽しむなどのレクリエーション価値や野生動物の生息域を提供するなどの生物多様性保全の価値など、様々な環境価値が存在する。本研究では、全国の国立公園を対象に国立公園が持つ環境価値を計測するとともに、今後の国立公園管理のあり方について検討を行う。

環境経済学では環境の価値を計測するための環境評価手法の開発が進められているが、本研究ではトラベルコスト法を用いて国立公園の評価を行った。トラベルコスト法は環境が訪問行動に及ぼす影響をもとに環境の価値を計測する手法である。トラベルコスト法にも様々なモデルが提案されているが、本研究では全国の国立公園を対象とすることから、訪問地選択と訪問回数選択の両者を同時に分析できるKuhn-Tuckerモデルを採用した。

2013年3月に過去1年間に訪問した国立公園と訪問回数を調査した。調査対象者は全国の20～59歳の一般市民、調査方法はWeb調査である。2712名から回答が得られた。このデータをもとに国立公園の環境価値の計測を行った。

## T23-11 スウェーデンにおける資源採取を伴う野外活動の行動規範—森林訪問者へのアンケート調査から—

齋藤暖生<sup>1</sup>・三俣 学<sup>2</sup>・嶋田大作<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属富士癒しの森研究所・<sup>2</sup>兵庫県立大学経済学部・<sup>3</sup>福岡女子大学国際文理学部

北欧諸国では、土地の所有にかかわらず一般公衆が林野に立ち入り、ベリーやキノコを採取することが万人権として認められるいっぽう、所有権との対立、資源の過剰利用、自然環境の劣化、遭難などの社会的な問題を引き起こすことが懸念される。採取を伴うレクリエーション活動の実態と行動規範を明らかにするため、スウェーデンの大都市近郊および地方都市近郊の森林においてアンケート調査を実施した。その結果、大都市近郊、地方都市のいずれにおいても、問題を経験した人はまれであることが分かった。これに対して、概して採取活動の頻度およびそれへ生活上の依存度は低く、土地所有権や自然環境を害さないような配慮がなされている実態が明らかになり、社会的な問題が発生しにくいような行動規範が存在することが確認された。行動規範の大部分を形成しているのは、大都市近郊、地方都市のいずれにおいても、家族内での継承・コミュニケーションによるものであるが、大都市においては、学校等での教育も重要な位置付にあることが分かった。

## T23-12 パラオ共和国の森林観光開発における地域住民の参画

武 正憲<sup>1</sup>・飯田晶子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>東京大学大学院工学系研究科

我が国では、地域自然資産法が成立し、自治体が利用者に受益者負担を求める法的根拠が整備された。パラオ共和国は人口約 1.7 万人の小さな島嶼国だが、年間 10 万人以上の観光者が訪れる観光立国である。中央政府は 2006 年に自然保護基金を設置し、2009 年に環境税を導入し、観光者へ受益者負担を求める保全政策を実施した。パラオはダイビングスポットとして有名だが、近年、森林地域での観光開発が行われている。本研究は、バベルダオブ島北部ガラスマオ州のガラスマオの滝の森林観光開発を事例に、聞き取り調査と資料調査から、森林観光開発の経緯を整理し、地域住民の参画状況把握と自然環境への影響把握を目的とした。州政府は滝を含む森林地域を保護区に設定している。保護区内での自然保護活動と観光開発の資金は、州政府が独自に徴収する入域料と中央政府からの環境税分配による。従業員として地域住民 10 名（居住人口 195 人）が雇用され、入域料の徴収や施設の管理運営を担っており、地域経済への貢献は大きい。また、2009 年から韓国資本が導入され、モノレールなどの観光施設が整備された。一方で、開発以降、野鳥が見かける機会が減少するといった影響も明らかとなった。

## T24-1 植物園における散策が心身の健康に及ぼす効果の比較

畠山彰文

北海道医療大学心理科学部

## T23-13 エコツーリズムにおける協働型管理に関する考察

寺崎竜雄

公益財団法人日本交通公社観光文化研究部

環境省は平成 24 年度からグリーン復興プロジェクトの一環として、東北地方太平洋沿岸の 6 つ地域（洋野町、久慈市、山田町、気仙沼市、塩竈市、相馬市）をモデル地域とした復興エコツーリズム推進モデル事業に取り組んでいる。この事業は、モデル地域ごとに地元関係者が主体となった協議と協働による資源発掘、磨き上げ、商品化を試み、地域を代表するエコツアープログラムの提供、自立自走する受け入れ組織体制の構築を目指すものである。本研究は、この 6 つの地域のエコツーリズム取り組み経過の観察を通して、地域協働のエコツーリズム推進体制の構造の把握と、参画者の意識や意欲の向上手法の把握を目的とした。その結果、推進体制の構造については、全ての地域に適合する単一の最適解はなく地域の状況に応じてデザインされること、体制の核となるコーディネート機能が重要であることなどを考察した。また、参画者の意識や意欲の向上には、外部講師による勉強会の実施、モニターツアーの試行などが有効であり、中でも参画者一同による他地域の先進事例の視察がきわめて効果的であること、その効果の度合いはエコツーリズムの推進段階によって異なることなどを考察した。

## T24-2 注意回復要素による水のある森林風景の比較

尾崎勝彦<sup>1</sup>・平野-竹村文男<sup>2</sup>・狩谷明美<sup>3</sup>

<sup>1</sup>フリー・<sup>2</sup>竹村医院レディスクリニック・<sup>3</sup>県立広島大学保健福祉学部

〈背景・目的〉前回の調査で、水のある森林風景が高く評価されることがわかった。そこで、本報告では異なる様相の水のある森林風景を注意回復尺度および気分状態で評価・比較する事を目的とする。比較の対象としたのは日本の溪流風景（姫路市安富町）とフィンランド（Ilomantsi）の湖のある森林風景である。

〈方法〉大学生・専門学校生 512 名（女性 295 名、男性 215 名、不明 2 名、平均年齢 20.7 歳（SD=4.7））を対象として、両者の森林風景 4 枚ずつをスライドでエンドレスに提示しながら、その森の中にいるという設定で質問紙に回答させた。測度は日本語版注意回復尺度等の注意回復関連質問と気分状態関連質問（POMS および PANAS）であった。なお、日本→フィンランドの順に回答したものは 247 名、その逆は 265 名であった。

〈結果と考察〉全ての測度において 0.1% 有意で日本の溪流のある森林の方が高い評価であった。水の状態によって注意回復および気分状態が異なることが示された。溪流が高く評価された要因は水が「動く」ことであると推定した。回答者は溪流の写真を見てゆらぎを有する水音や、流れの状態をイメージしたのではないかと考えられる。



### T24-3 大阪府部緑地を活用した傾聴散策カウンセリングの取り組み

竹内啓恵<sup>1</sup>・長井聡里<sup>2</sup>・川畑真理子<sup>3</sup>・上原 巖<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>すてっぷ産業医事務所・<sup>3</sup>株式会社 JUMOKU

森林における保健休養についての調査事例は近年増えてきたものの、働く女性に特化した調査研究はいまだに少ない。そこで本研究では、大阪府内の民間企業に勤務する女性被験者（50代）を対象に、森林療法を基礎とした傾聴散策カウンセリングの事例研究（月1度、1時間、府営服部緑地を散策しながら適宜、傾聴を行う形式）に取り組んだ。効果の尺度には、生理的なストレス反応の測定、気分評価（POMS）を用い、同時に被験者の表情、態度、話の内容の変化を観察し、記録した。自然環境の対照として職場環境においても生理的なストレス反応の測定と気分評価を、また傾聴散策カウンセリングの対照として街中散策と室内での傾聴を行った。その結果、被験者の気分評価は、職場や府営服部緑地において「緊張-不安」と「混乱」が高く、「活力」が低い状態であることが示され（主成分分析による）、気分評価の差異は特にはみられなかった。しかし室内における傾聴後、「話をすることでストレス発散にはなるものの、何かが足りなく感じ、リフレッシュ感がなかった」と被験者はコメントをし、被験者にとっての傾聴散策カウンセリングの意義はあったことが示唆された。

### T24-5 関西の地域病院における森林療法の導入

上原 巖

東京農業大学地域環境科学部

各地域の森林を活用した保健休養のニーズは年々高まりをみせている。特に医療、福祉分野における森林活用は、地域医療、地域福祉における新たな活動形態および場として大きな可能性を持っているといえる。本研究では、兵庫県H病院とその周辺の森林を対象にし、地域病院における森林療法の導入手法と、森林活用の形態の一つとしての森林療法の意義を考察した。H病院においては精神科患者の作業療法として木工作业などを過去に行っており、今後はリハビリテーション、レクリエーションの場としての森林活用および樹木利用を検討・計画している。H病院周辺の山林には、アベマキやコナラなどを中心とするかつての薪炭林と、スギ、ヒノキ林などの人工林が散在しており、林床には利用できるサルトリイバラ、ネズミサシなどの薬用植物などもみられる。主に看護師、作業療法士が実施した、病院周辺の環境を利用した森林療法の実践の結果、コミュニケーション、表現の変化、過去の想起など、患者には様々な変容がうかがえ、その作用には、場・空間の変化と、野外風致、また樹木の芳香成分などの要素が考えられた。

### T24-4 森林散策頻度と日常の睡眠充足感との関連：地域差の検討—北海道八雲町

森田えみ<sup>1</sup>・鈴木康司<sup>2</sup>・浜島信之<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院医学系研究科・<sup>2</sup>藤田保健衛生大学医療科学部

【目的】不良な睡眠はうつや生活習慣病の危険因子であるため、十分な睡眠を取ることは疾病予防のためには重要である。森林浴を1回した場合、当夜の睡眠が改善され、都市域の静岡地区では、森林散策が多い群ほど睡眠不足感が低いことが報告されている。一方で、森林散策の効果は地域差があることも示唆されているため、本研究では農漁村部である北海道八雲町にて、森林散策頻度と日常の睡眠充足感との関連を検討した。

【方法】解析対象は住民ドッグ受診者（377人、平均年齢59.0±7.2歳、35～69歳）とし、自記式質問紙にて評価した。従属変数を睡眠充足感、独立変数を年齢、性別、睡眠時間、飲酒、喫煙、BMI、森林散策頻度として、ロジスティック回帰分析を行った。

【結果及び考察】年齢調整後の平均睡眠時間は、森林散策頻度が週1回以上は6.8時間、月2～3回は7.4時間、月1回は7.0時間、年数回以下は6.7時間で、年数回以下の群に比べ月2～3回の群は有意に睡眠時間が長かった。睡眠が十分と思う割合については、森林散策頻度の調整オッズ比は有意ではなかった。北海道八雲町より静岡地区の方が効果は大きく、睡眠に関する効果も地域差があることが示唆された。

### T24-6 森林浴が精神障害者にどのような影響を与えたか

木村龍太郎

医療法人内海慈仁会 姫路北病院診療部 作業療法課

当院は、H26年度に森林療法の研修、近隣の里山視察を経て、森林浴をリハビリテーション（精神科作業療法）の一環として企画、運営している。今回、森林浴に参加したAさんの様子を報告する。尚、当院倫理委員会およびAさんの同意を得ている。Aさんは統合失調症、40代男性である。病棟では食事・入浴・トイレなど以外で病室から外へ出る事は少ない。自ら話す事はなく、他者から話しかけられれば無表情で単語レベルで返事を行う程度である。当病院入院患者を対象に森林浴を実施（病棟から徒歩5～10分に位置する病院敷地境界の竹林まで徒歩で移動し、ブルーシートを広げ休憩、その後竹林周辺を散策して病棟へ帰る）したところ、Aさんはシートを広げる時にスタッフを手伝い、休憩中はお茶を飲みながら他者の質問に答え、かつての運動会の時にシートを敷いて母親が作ったおにぎりを食べたなどと話した。結果は、Aさんの情動の平板化・情動鈍麻や意欲・発動性欠如（陰性症状尺度SANS参照）と対人技能の情報交換（ACIS参照）に改善が見られた。これらのことから、森林浴は入院中の精神障害者の情動や意欲などの陰性症状や対人技能に良い影響を与える可能性があると考えられた。

## T24-7 森林を含む風景画像の活用による抗疲労効果

水野 敬<sup>1,2</sup>・佐々木章宏<sup>1,4</sup>・田島華奈子<sup>1</sup>・堀 洋<sup>1,3</sup>・梶本修身<sup>2,3</sup>・渡辺恭良<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>理化学研究所ライフサイエンス技術基盤研究センター健康・病態科学研究チーム・<sup>2</sup>大阪市立大学大学院医学研究科疲労医学講座・<sup>3</sup>大阪市立大学健康科学イノベーションセンター・<sup>4</sup>大阪市立大学大学院医学研究科システム神経科学

本邦の国民の約4割は6ヶ月以上疲労が続く状態、慢性疲労状態にある。慢性疲労は、さまざまな疾患発症に寄与するため未病状態といえる。よって、慢性疲労克服法の創出は健康社会形成の一助となる。われわれは急性疲労・慢性疲労・疾患関連疲労の分子神経基盤を探究しつつ、疲労回復に資する抗疲労介入研究を推進している。本講演では、癒される森林などの風景画像による生理心理指標に基づく疲労軽減効果について紹介する。疲労負荷作業中に、風景画像を呈示することで、疲労に伴う1)脳波における覚醒度低下の抑制効果、2)認知機能における注意制御パフォーマンス低下の抑制、3)自律神経における交感神経活動亢進の抑制および4)疲労感上昇の抑制効果が得られることを明らかにした。よって、実際の自然風景の眺望が困難なオフィス環境下においても、これらの風景画像を活用することにより疲労軽減効果が得られ作業効率を維持することが可能となる。本成果を一例とする科学的検証法に立脚した抗疲労ソリューションを実生活空間へ提供・還元していくことが、健康社会実現のための具体的方策の創出、健康科学イノベーションの本格的展開に導くと期待している。

## T25-2 パラグアイ・チャコ地域における衛星画像を用いた森林バイオマス区分

高橋正義<sup>1</sup>・平田泰雅<sup>1</sup>・Luis Alberto Vega Isuhuaylas<sup>1</sup>・佐藤保<sup>1</sup>・齋藤昌宏<sup>1</sup>・Larissa Karina Rejalaga Noguera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCION

発展途上国などで生じている、森林減少・劣化を抑制することで排出削減と森林保全を図ること（REDD プラス）は温暖化対策の主要な課題の一つであるが、森林の吸収量算定に関する測定や報告などには先進国の技術的支援が求められている。我々はパラグアイにおいて、吸排出量の評価や参照レベルの設定に必要な森林タイプ図の作成をリモートセンシングと地上調査を組み合わせた方法で行うための支援を行っており、地上調査に基づいた森林バイオマスの現存量の分析や、東部大西洋森林地域における衛星画像のための森林バイオマス区分などについて報告している。本報告では乾燥林が広がる西部の乾燥チャコ地域および東部太平洋森林と乾燥チャコ地域に挟まれ、湿潤林から乾燥林への移行帯と考えられる湿潤チャコ地域について、衛星画像上で森林バイオマス量を推定する手法を検討した。2010年のAVNIR-2画像上の各特性値と約100点の地上調査データとの関係を回帰法で分析し、適切な森林バイオマス量の区分を検討した。本研究は林野庁「REDD推進体制緊急整備事業」で実施した。

## T25-1 ドイツにおける森林モニタリングシステムの応用—事業体評価と国家森林資源調査

松村直人

三重大学大学院生物資源学研究所

ドイツ連邦共和国においては、19世紀初頭から農林統計調査の一環で「森林統計」の整備が行われ、所有者単位の行政統計として、今日まで継続されているようである。また、IUFROの創立にも関わった主要国機関として、各種施業試験や遺伝・育種試験も開始して、森林継続調査データの収集解析の歴史も持っている。一方、「国家森林資源調査」として、全国土を対象に統一的手法での標本調査は19世紀末にその試行が見られ、世界大戦、東西ドイツの分裂時代を経て、法律的な根拠を揃えた第1回の調査は1986年旧西ドイツで開始となっている。1990年の東西ドイツ統一後、初めての「国家調査」といえる第2回調査が2000年に開始され、現在第3回の調査が計画されている。連邦制を取っているため、行政統計と連邦統一の調査との実施にはいろいろ課題があり、また、その調査結果の応用についても連邦、州政府、林業事業体で取り組みの違いがあり、ニーダーザクセン州とベルリン市を事例に、調査結果を報告する。

## T25-3 Mechanistic and statistical assessments of damaged maritime pine trees in the Aquitaine region, France

Kamimura, Kana<sup>3,1</sup>・Gardiner, Barry<sup>1</sup>・Sylvain, Dupont<sup>1</sup>・Dominique Guyon<sup>1</sup>・Céline Meredieu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut national de la recherche agronomique Interactions Sol Plante Atmosphère・<sup>2</sup>Institut national de la recherche agronomique Biodiversité Gènes et Communautés・<sup>3</sup>信州大学山岳科学研究所

Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) trees in the Landes de Gascogne, south west France, were suffered from catastrophic damage caused by Storms Martin (1999) and Klaus (2009). To find appropriate approach for examining damaged maritime pine trees in the region, first, the GALES model settings (mechanistic approach) and bias-reduced logistic regression models (statistical approach) were prepared with two airflow models, ARPS and WAsP, and a detailed field survey data from experimental plots located in Nezer Forest in the same region. Second, these models were examined using the French national forest inventory (NFI) data by a method of receiver operating characteristic curve. Both approaches significantly classified damaged and undamaged maritime pine trees when the detailed data was used, but using the coarser data sets all models did not prove adequate discrimination.

## T25-5 再生可能エネルギーの固定価格買取制度下における売電価格を考慮した間伐の検討

辻 周真・山本博一・寺田 徹

東京大学大学院新領域創成科学研究科

近年間伐の遅れた人工林が増加しており、森林の持つ水源涵養、土壌保持の能力の低下が問題となっている。そのような中、2012年より再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT制度）が始まった。この制度では間伐材による電気には比較的高価な価格が設定されており、間伐材がエネルギー源として高価で買い取られる事が期待される。そこで、この制度による買い取りが、無間伐林分に対して利用間伐を進めるインセンティブとなりうるか検討することを目的とした。間伐木の集材コストは林分の林道からの距離によって異なるため、収益評価を行えば、利用間伐をした際に林道からの距離によって①木材収入のみで利益の出る林分、②木材収入にFIT制度下での買い取りを加えて利益の出る林分、③利益の出ない林分、に分類することが出来る。この際②の林分においては、FIT制度の導入によって新たに間伐が進む可能性があると考えられる。この評価のために、無間伐人工林の直径予測法の検討を行った。また、間伐木から丸太を取った残りをエネルギー利用可能な資材として、無間伐林を間伐した際に得られる丸太材積とエネルギー利用可能な材積を求め、それらを販売して得られる収入を求めた。

## T25-7 航空機データを用いた森林資源推定手法の開発

平田泰雅

森林総合研究所

新たな「森林・林業基本計画」においては、森林の有する多面的機能の発揮並びに林産物の供給及び利用に関する目標を設定することとされている。これらの目標設定においては、森林資源の面的及び量的な情報が基本となるが、人員不足や空中写真の取得が滞っていることにより森林簿や森林基本図の更新が十分に行われておらず、森林資源情報の質的低下が懸念されている。本研究では、森林資源の面的及び量的な情報の取得するための航空機データの利用について検討する。使用した航空機データは、林野庁デジタル森林空間情報利用開発事業で取得されたデジタル空中写真および航空機レーザデータである。航空機レーザデータは低密度計測により得られたデータである。まず、航空機レーザデータから得られる高さ情報とデジタル空中写真から得られる樹冠の情報を用いて林分材積の推定を行った。次に、オブジェクトベース分類により林相区分を行った。オブジェクトベース分類にあたっては、デジタルオルソ空中写真、空中写真から得られたDSM（林冠標高モデル）、航空機レーザから得られたDCM（林冠高モデル）を用いて、それぞれの組合せにより結果がどのように異なるかについて調べた。

## T25-6 ラジコンヘリコプターを用いた傾斜地における林分材積推定について

近藤大将<sup>1</sup>・加藤正人<sup>1</sup>・小熊宏之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学大学院山岳科学総合研究所・<sup>2</sup>国立環境研究所

近年、現場作業による省力的かつ効率的な森林調査が可能手法として、ラジコンヘリコプターを利用したリモートセンシングが期待されている。しかしながら、現在の日本では、ラジコンヘリコプターを用いた森林の把握は事例が少なく、観測は平地林が中心である。本研究では傾斜地の林分を対象とし、ラジコンヘリコプターで取得したオルソ画像・DSMデータを用いて、単木単位の資源量把握を試みた。今回の研究では、DCHMデータの作成に必要なDEMデータに、国土地理院発行の5mメッシュデータと航空機LIDARデータから作成した0.5mメッシュデータの2種類のデータを使用した。各DEMデータから作成した2種類のDCHMデータとTREE TOPS法で抽出した樹頂点データを重ね合わせることで、立木の樹高を推定し、単木単位の材積を算出した。2種類のDCHMデータから算出した林分材積の精度を比較・検証し、報告する。

## T25-8 航空機LiDARによるスギ林の材積推定手法の開発 — 林分推定法の精度比較 —

小谷英司<sup>1</sup>・鷹尾 元<sup>2</sup>・細田和夫<sup>2</sup>・西園朋広<sup>2</sup>・家原敏郎<sup>3</sup>・古家直行<sup>4</sup>・北原文章<sup>5</sup>・金森匡彦<sup>6</sup>・山田祐亮<sup>6</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>4</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>5</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>6</sup>日本森林技術協会

航空機LiDARによるスギ林の材積推定手法の開発と高度化を目的として、秋田県北部に調査地を設定し、2013年10月に平米5点以上の点密度で航空機LiDAR計測と、地上調査を実施した。LiDARによる材積の林分推定法には、空間体積法（LiDAR林冠高の平均）とNaesset（2002）法があり、それぞれの誤差の標準偏差を比較した。

空間体積法では、空間体積（LiDAR林冠高の平均）と林分材積との回帰式に2種類あり、誤差の標準偏差は原点を通る線形回帰で122、べき乗式で74.0であった。一方で、Naesset法では、多くのLiDAR指数を算出し、林分材積に対して対数重回帰式を算出した。この結果、誤差の標準偏差は61.1であり、空間体積法のべき乗式より小さかった。しかし、林分材積とLiDAR指数の決定係数を計算すると、LiDAR指数の平均（空間体積）が最も決定係数が大きかった。また、Naesset法が論文ごとに回帰式が全く異なるのに対して、空間体積法は過去の論文とも比較が容易であり、汎用性が高いと評価した。

## T25-9 近赤外カメラを用いたコマクサの個体数調査

草刈皓介・加藤正人

信州大学山岳科学研究所

コマクサの計画的な保護活動を行なう上で分布状況の把握は重要な意味を持つ。しかし、コマクサの分布する高山における植生調査は平地と比較して非常に難しく、コマクサ群落分布状況を包括的に把握することは困難であり、攪乱に弱い高山植物にとって植生調査が致命的なダメージとなる可能性も懸念される。そこで、省力的かつ非破壊に広範囲の群落解析を行える手法として、リモートセンシング技術の活用が考えられた。本研究では、可視域カメラと近赤外カメラを用いて、画像解析によるコマクサの個体数把握を試みた。長野県乗鞍岳高天原を調査対象地とした。高天原は、標高約 2800 m の風衝地帯で土壌は火山性の砂礫で覆われており、約 4 ha に渡りコマクサの大群落が広がっている。調査地に 1 m × 1 m のプロットを複数配置し、プロット毎にコマクサの植生図を作成した。さらに、プロットに対し高さ 2 m の地点から群落の撮影を行い、プロット画像を取得した。撮影した画像で教師付きピクセルベース分類を行ない、分類画像を作成した後、コマクサの株ポリゴン図を作成し、株数を検出した。検出した株数と実測株数を比較することで各画像の株数検出精度を算出、考察を行なった。

## T25-11 ヒノキ天然林更新木本数密度の推定について

山本博一・Marcin Pawel JARZEBSKI

東京大学新領域創成科学研究科

受光伐後 30 年経過したヒノキ天然林における更新木(樹高 1.5 m 以上)の本数密度推定を研究目的とした。長野県上松町のヒノキ天然林(面積 2.9 ha、上層木本数密度 99 本/ha、上層木胸高断面積合計 34 m<sup>2</sup>/ha)内において、20 m 間隔の格子点を 68 個作成し、円形プロット法(半径 1 m、2 m)、距離法(直近 2 番目、3 番目)の 4 種類の手法により推定した更新木の本数密度を比較した。林内の見通しが悪いため格子点の作成にはコンパスを使用せず、GNSS(Global Navigation Satellite System)を用いた。1) 本数密度推定結果は円形プロット法(半径 1 m で 6557 本、半径 2 m では 6065 本/ha)、と距離法(直近 2 番目 1310 本、直近 3 番目 1352 本/ha)で評価方法による差が著しく、半径 1 m の円形プロット法では 68 箇所中 40 箇所で 0 となった。2) GNSS による格子点の位置誤差の平均値は 4 m 以内で、10 m 以上の誤差が格子点の割合は 5% 以下であった。以上から、1) 本数密度 1300~6600 本/ha の更新木が推定され、林分の世代交代が期待できる。2) 単位面積当たり更新木推定値のばらつきが大きく、局所的な天然更新が確認される場合、評価方法による推定値の差が著しい。3) GNSS による格子点作成の有効性が認められる。

## T25-10 LiDAR データによる樹種別単木カウント法の木曽赤沢ヒノキ林への適用

加藤正人

信州大学山岳科学研究所

## T26-1 森林環境中の放射性セシウムの移行が林内空間線量率に及ぼす影響

加藤弘亮<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>1</sup>・Loffredo, Nicolas<sup>1</sup>・久留景吾<sup>2</sup>・河守歩<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学アイソトープ環境動態研究センター・<sup>2</sup>アジア航測株式会社

既往研究により、森林に降下した放射性セシウムは樹冠に補足され、その後の降雨や落葉等によって徐々に林床に移行することが明らかになっている。しかし、森林内の放射性セシウムの移行が空間線量率に及ぼす影響については十分に解明されていない。そこで本研究では、福島県伊達郡川俣町山木屋地区のスギ林(31 年生、15 年生)及び広葉樹混交林(ナラガシワ、アカマツ)において、福島第一原子力発電所事故から 3 年間の林内雨、樹幹流、落葉に伴う林床へのセシウム-137 沈着量を観測した。また、各林分における林内空間線量率の時間変化傾向を現地測定によって明らかにした。その結果、林内空間線量率の変化傾向は林分によって異なり、樹冠から林床への放射性セシウムの移行速度や土層・落葉層中の下方浸透を反映して時間・空間的に変化する可能性を示した。

## T26-2 福島原発事故後3年半までの森林における放射性セシウムの分布変化

今村直広・赤間亮夫・小林政広・大橋伸太・小松雅史・池田重人・齋藤 哲・金子真司・高野 勉・梶本卓也・高橋正通

森林総合研究所

森林内部における放射性セシウムの分布状況の変化を明らかにするため、原発事故後の2011年から毎年夏季に、森林内の樹木の葉や幹、落葉層や鉍質土壌などの部位別の放射性セシウム濃度と蓄積量を調査した。調査林分は、福島県川内村、大玉村、只見町の41年生から58年生のスギ林と大玉村の45年生アカマツ林と落葉広葉樹林である。これまでの調査から、上川内のスギ林を除き、放射性セシウムの多くは、2012年までに樹体および落葉層から鉍質土壌へ移動していた。これら調査林分では、2014年の樹体および落葉層の放射性セシウムの濃度と蓄積量は2013年より減少したが、2013年同様、その減少量は少なかった。その結果、2013年に引き続き、樹体と落葉層に蓄積した放射性セシウムの分布割合は減少し、鉍質土壌に蓄積した放射性セシウムの分布割合は増加した。また、これら林分の放射性セシウムの蓄積量の分布は、どの林分も似た割合を示すようになった。一方、これまでの調査で、放射性セシウムの分布割合が他の林分と異なっていた上川内のスギ林では、2014年に樹体の割合が減少し、鉍質土壌の割合が大幅に増加した。今後、他の林分と同じような分布になると推測された。

## T26-4 A<sub>0</sub>層の詳細分画によるスギ、マツ、ナラ林林床の放射性Cs動態解析

佐々木道子<sup>1</sup>・峯澤知里<sup>2</sup>・戸田浩人<sup>3</sup>・崔 東壽<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>3</sup>東京農工大学大学院農学研究院

福島県二本松市の斜面のスギ、マツ、ナラ林、尾根部ナラ林において林床における放射性Cs動態を把握するため、A<sub>0</sub>層を分解段階とサイズにより6段階(L-F1、F2、F3、F4、HA1、HA2)に分画し、また、リターフォール(Lf)、A<sub>0</sub>層から土壌層へ雨水に伴って移動する粒状有機物(Ld $\leq$ 2mm)および表層土(0-5、5-10、50-100mm)のCs-137、全Cおよび全Nを測定した。各有機物の放射性Cs濃度は、全地点で分解が進んだ画分ほど高くなり、表層土で低くなった。A<sub>0</sub>層内におけるCs-137沈着量(kBq/m<sup>2</sup>)の多い画分は林相に関わらず乾燥重量の多いF3(>10mm)、F4( $\leq$ 10mm)であった。これらの画分のCs-137量は、表層土壌(0-10mm)の沈着量に対し、スギは同程度、マツは1/2、斜面ナラは2倍、尾根ナラは1/4程度だった。Ld(g/m<sup>2</sup>)は、A<sub>0</sub>層における同サイズのHA1+HA2画分合計に対し、スギ96%、マツ130%、斜面ナラ45%、尾根ナラ390%となり、マツと尾根ナラでは傾斜が急なことによる、斜面方向からの粒状有機物や表層土流入の影響が考えられた。以上のことから放射性Csは、A<sub>0</sub>層から粒状有機物と共に表層土壌へ浸透移動するだけでなく、斜面方向へ移動し、林床が安定した場所に蓄積している事が示唆された。発表ではCN動態と合わせて報告する。

## T26-3 福島県北部沿岸地域に生育するモミ(*Abies firma*)の葉群動態と放射性セシウム蓄積との関係

大庭ゆりか<sup>1</sup>・静岡 清<sup>2</sup>・山田俊弘<sup>1</sup>・奥田敏統<sup>1</sup>

<sup>1</sup>広島大学大学院総合科学研究科・<sup>2</sup>広島大学大学院工学研究科

本研究では、常緑針葉樹モミ(*Abies firma*)樹体内の放射性物質の蓄積と針葉の成長量との関連性を解明することを目的とし、樹体内での放射性物質蓄積の偏在性およびその傾向について解析した。調査は、2014年11月下旬に福島県北部(飯館村、相馬市、南相馬市)に位置する針広混交林内で行った。針葉は、各個体の上部(主軸先端部付近)および下層部から枝ごと採取した。採取した枝は当年葉と1年葉に分類し、枝の長さを測定した。その後、枝から針葉を切り離し、針葉の厚さ・重さ及び葉面積を測定した。計測を終えた針葉は、65℃で乾燥させ粉砕した後、ゲルマニウム半導体検出器を用いて放射性セシウム濃度を測定した。その結果、当年葉の放射性セシウム濃度は、着葉位置に関係なく1年葉より高かった。また、同齢の針葉であっても、着葉していた位置(高さ)によって放射性セシウム濃度に差が認められ、上部に着葉していた当年葉の方が下層部の当年葉より高かった。本発表ではさらに、これら放射性セシウムの樹体内における偏在の原因を、針葉の葉群動態の視点から考察する。

## T26-5 広葉樹林・マツ林・スギ林における放射性セシウムの浸透状況の違いと土壤微生物の役割について

遠藤雅貴<sup>1</sup>・小林達明<sup>2</sup>・高橋輝昌<sup>2</sup>

<sup>1</sup>千葉大学園芸学部・<sup>2</sup>千葉大学大学院園芸学研究科

森林林床へ降下した放射性Csの鉍質土層への移行状況の違いについて、森林の菌類共生型によって異なるのではないかという仮説をたてて、福島県川俣町山木屋地区の広葉樹林、マツ林、スギ林にて、放射性Csの深度分布調査、土壌の強熱減量測定、微生物の放射性Cs吸収量とバイオマス量の測定を行った。深度分布調査では、衝撃深度はアカマツを主体とした針広混交林で8.1mm、スギ林で12.5mm、対流速度は針広混交林で0.8mm/y、スギ林では1.2mm/yとなりスギ林の方が浸透の速度が早いという結果になった。強熱減量と放射性Csの関係では、広葉樹林においては、有機物含有率と放射性Csは正の相関が有機物層で見られ、鉍質土層では負の相関がみられた。一方、スギ林の有機物層ではそれらの関係は明確でなく、鉍質土層では、有機物含有率と放射性Csに正の相関がみられた。土壌全体の放射性Csのうち微生物の放射性Cs吸収量は0.03~5.83%を占め、特に広葉樹林とマツ林では有機物層に、スギ林では鉍質土層に多く吸収されている傾向がみられた。

## T26-6 溶脱・分解プロセスに伴う溪流内リターからの放射性セシウム流出：フィールドと室内実験による結果

五味高志・境 優・細田幸介

東京農工大学農学部

森林域の溪流生態系では、溪畔林から供給される落葉が重要なエネルギー源となっている。福島第一原発事故によりもたらされた<sup>137</sup>Csは、多くが樹冠や落葉に付着している。林床と溪流内で分解程度が似た落葉の<sup>137</sup>Cs濃度を比較すると、溪流内落葉は林床の25%程度であることが報告されている。そこで本研究は、溪流内のスギ落葉からの溶脱と分解による<sup>137</sup>Cs流出を把握することを目的とし、リターバッグと室内実験を行った。調査は、二本松市東和大沢川（流域面積170ha；<sup>137</sup>Cs降下量100-300kBq m<sup>-2</sup>）に位置するスギ林溪流を対象とした。目幅13mmバッグにスギリター100gを封入し、瀬と淵の合計24カ所に設置し、75、150、250日後に回収した。また、4日と15日で回収する実験も行った。回収後に残存リター、堆積土砂、水生生物を分離しリターの<sup>137</sup>Cs濃度と重量を計測した。<sup>137</sup>Cs濃度は、設置4日後に60%に減少し、150日後には11%となっていた。同様の<sup>137</sup>Cs溶脱は室内実験からも確認された。リター重量は4~75日後は80%となり、150~240日後には30%程度となった。70日程度までは溶脱による<sup>137</sup>Csの流出、100日以降は分解による重量減少に伴った<sup>137</sup>Cs流出が発生していたと考えられた。

## T26-8 森林の放射性セシウム汚染と溪流魚への影響

岡田直紀<sup>1</sup>・渡辺政成<sup>2</sup>・井出 茂<sup>2</sup>・須山敦行<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院地球環境学室・<sup>2</sup>福島県で釣を楽しむ会

福島県双葉郡の木戸川および富岡川の水系において採取したヤマメ、イワナと水生昆虫の放射能を調べた。調査地は福島第一原発から南西20-25kmの範囲にある。魚は2014年6月に、昆虫は6月と7月に採取し、乾燥、粉碎後、Ge半導体検出器を用いて<sup>134</sup>Csと<sup>137</sup>Csのγ線を計測した。木戸川本流のヤマメ（n=42）とイワナ（n=16）の測定平均値は<sup>134</sup>Csと<sup>137</sup>Csの合計でそれぞれ183、219Bq/kg乾重の値を示した。生重換算ではおおむね100Bq/kgを下回っていた。集水域にホットスポットをもつ支流の魚では放射性セシウム濃度が高く、最も高かった戸渡川の子アユとイワナ全体（n=15）の平均値は538Bq/kg乾重を示した。水生昆虫は測定に十分な量を採取することが難しかったが、測定できたカワゲラ、ガガンボ、ヘビトンボでは<sup>137</sup>Csが120-440Bq/kg乾重の範囲にあった。しかし、魚の胃内容を調べると水生昆虫の他に陸生の甲虫、アリなどが多数見られ、こうした陸生昆虫を通じた放射性セシウムの濃縮の可能性が示唆された。また、魚の体重と放射性セシウム濃度には弱い正の相関が見られ、体サイズによる餌の違いが示唆された。

## T26-7 河川—河畔食物網における放射性セシウム蓄積：空間線量の異なる地域間変異

根岸淳二郎<sup>1</sup>・岡田健吾<sup>2</sup>・岩本愛夢<sup>2</sup>・境 優<sup>2</sup>・大平 充<sup>2</sup>・布川雅典<sup>3</sup>・五味高志<sup>2</sup>・三浦一輝<sup>1</sup>・今井 悠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院地球環境科学研究院・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>3</sup>北海道大学大学院農学研究院

## T26-9 鳥類の微環境利用と放射線の空間線量率の異質性による被曝量の違い

Ishida, Ken

東京大学大学院農学生命科学研究科

福島第一原子力発電所の事故に由来する放射性物質に汚染された阿武隈山地北部の、高線量の地点を含むおよそ20km四方の区域において、2011年7月15日~2014年10月25日の間に、30回、1回に2日~10日間の延べ130日間の現地踏査と定点調査、および2012年~2014年の3月~9月の連続した録音調査を実施した。69種の鳥類を観察し、そのうちおよそ20種は観察（録音記録）確率の比較的高い種だった。放射性物質が高濃度で残留している地表近くで活動する種、2011年には残留が多かった樹皮上で活動する種、および高線量地域の地上の動物等を捕食する種が、放射能汚染の影響をもっともうけると考えられる。比較的高線量の赤字木地区とやや低線量の山木屋地区に2012年12月~2013年2月に、約100個ずつのバッジ線量計を設置して微環境による空間線量率の異質性を測定したところ、約300m以内の地点間で3~10倍の差異があった。多様な景観を有する汚染地帯内の微環境利用によって、鳥種や個体ごとの被曝量の変異があると考えられる。代表種の生態と対応させ、被曝量の多寡と分析に当たって考慮すべき留意点を考察する。

## T26-10 ポット実験によるスギ苗木の放射性セシウム吸収の検討

平井敬三・長倉淳子・小松雅史・山中高史・赤間亮夫

森林総合研究所

森林や林業の再生にむけ、新たな植栽木への放射性物質の移行・吸収の有無やそのメカニズムの解明が必要である。本研究ではその第一歩として、その動態を検討した。森林総研構内苗畑 B 層の 20-50 cm 深から採取した土壌 ( $11 \text{ Bq kg}^{-1}$ ) を  $1/5000 \text{ a}$  ワグネルポットに充填し、事故による放射性物質放出の影響が無い九州産のスギ実生苗を植栽した。放射性セシウム濃度が異なる 2 地点から採取したスギリター F 層 (高:  $3392$ 、低:  $1917 \text{ Bq kg}^{-1}$ ) を粗粉碎し土壌表面に置いた。吸収抑制効果検討のため NPK 施用区と NP 施用区の二つの処理区を設けた。適宜灌水し 1 生育期終了後、成長量を測定し器別植物試料と深度別の土壌試料の放射性セシウム濃度を測定した。リター分解にともない移動した放射性セシウムは土壌の 5 cm 深までにとどまっていた。当年葉の Cs137 濃度は  $4-19 \text{ Bq kg}^{-1}$  と低濃度で、特に K 施肥区では  $4/5$  の試料で検出限界以下であったが、高濃度のリターを置いた区の方が低濃度区よりも Cs137 濃度は低い傾向にあった。リターを基準に求めた当年葉の移行係数は  $10^{-3}-10^{-2}$  と小さいが、リターと土壌の加重平均濃度を基準にすると 1 オーダー高い値となった。

## T26-12 コナラ樹体中の福島原発事故由来の放射性セシウム分布

三浦 覚・高田大輔・益守真也・関谷信人・小林奈通子・廣瀬農・田野井慶太郎・中西友子

東京大学大学院農学生命科学研究科

きこ栽培に利用されるコナラの放射性セシウム濃度の将来予測に資するため、福島第一原発事故により放射性セシウムで汚染されたコナラ樹体中のセシウム分布を調査した。2014 年 3~4 月に、福島県田村市都路の 26 年生コナラ林において、3 個体の地上部と地下部をすべて伐倒掘り取りして現存量を調査し、部位別に分析試料を採取した。地上部はそのまま、地下部は洗浄したのちに乾燥させて、Ge 検出器により  $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{40}\text{K}$  を測定した。 $^{137}\text{Cs}$  濃度は、地上部地下部ともに、細くて木部の割合が少ない試料ほどが高かった。細根の  $^{137}\text{Cs}$  濃度は  $464-1,502 \text{ Bq/kg}$  で、枝 ( $1,296-2,174 \text{ Bq/kg}$ ) や樹皮 ( $621-2,082 \text{ Bq/kg}$ ) よりやや低いが同水準であった。 $^{137}\text{Cs}$  の現存量の地上部地下部分布割合は、 $^{40}\text{K}$  の分布割合に比べて地上部の割合が 7-15% 多く、事故により直接汚染した樹皮と事故後の新生枝に多く存在していた。本研究により樹体内への  $^{137}\text{Cs}$  の広がり調べの上で重要な初期データを得ることができた。しかし、樹皮から樹体全体への移動が平衡状態に達しているか否かや根からの吸収状況を知るには、さらなる調査が必要である。

## T26-11 マツおよびカシ苗のセシウム吸収への菌根菌感染の影響

山中高史<sup>1</sup>・赤間慶子<sup>1</sup>・小河澄香<sup>2</sup>・田原 恒<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林微生物領域・<sup>2</sup>筑波大学生物資源学類・<sup>3</sup>森林総合研究所生物工学研究領域

福島原発事故発生からほぼ 4 年が経過し、森林内の放射性物質の多くは樹木や落葉層から表層土壌へと移行している。そのため森林における放射性物質汚染の解明には土壌中の放射性物質の樹木への移行様式を明らかにする必要がある。今回、根に感染する菌根菌が樹木のセシウム吸収に及ぼす影響を明らかにするため、無菌的に育苗した樹木苗へ菌根菌を接種した後、非放射性セシウムを添加して、樹木苗地上部のセシウム含量を測定した。用いた樹種はアカマツとウバメガシである。日向土をポリカーボネート製の培養器に入れ、アンモニア態窒素または硝酸態窒素を含む養液を加え、オートクレイブ滅菌し、そこへ苗を植えた。用いた菌は、コツブタケ、ツチグリ、ケショウシメジ、アカヒダワカフサタケおよびウラムラサキである。菌の接種 6 箇月後、塩化セシウム ( $10 \text{ ppm}$ ) を添加した。さらに 4 箇月栽培した後、苗を掘り取り、地上部は葉とそれ以外に分け、ICP-MS によりセシウム量を測定した。また地下部は菌根形成の状況を観察した。植物体地上部のセシウム濃度は菌の接種による有意な違いは認められなかったが、菌の接種により植物体の成長量が多くなり植物体への吸収量は多くなった。

## T26-13 2011 年から 2014 年までのスギ及びコナラ幹材部における放射性セシウム分布の推移

小川秀樹<sup>1,2</sup>・伊藤博久<sup>1</sup>・横田かほり<sup>2</sup>・新井志緒<sup>2</sup>・吉田博久<sup>2</sup>

<sup>1</sup>福島県林業研究センター・<sup>2</sup>首都大学東京都市環境科学研究所

原発事故の放射性セシウム (Cs) によるスギおよびコナラの幹材部の放射性セシウム分布の推移を把握するため、福島県内の 4 つの調査地 (郡山市 (2)、二本松市 (1)、川俣町 (1)) において、合計でスギ 15 本、コナラ 1 本の標準調査木を設定し、2012 年から 2014 年まで年 1~2 回、幹材部の放射性 Cs 濃度を測定し、同一木での汚染推移を調査した。

材の採取方法は、地上高 1 m の高さで樹皮を剥皮後、成長錐 (内径 10 mm 又は 12 mm、長さ 30 cm) を髓心に向けて挿入し、髓心から形成層面までの円柱形の材を 1~2 本採取した。円柱形の材は心材・辺材別あるいは 1 cm 間隔に切断し、得られた材サンプルを粉碎後、 $105^\circ\text{C}$  で 24 時間乾燥し含水率を求め、Ge 半導体検出器を用いて乾燥重量あたりの  $^{137}\text{Cs}$  濃度 [ $\text{Bq/kg} \cdot \text{DW}$ ] (以下「放射性 Cs 濃度」) を測定した。

その結果、郡山市の調査地の計 9 本のスギでは材の放射性 Cs 濃度が低いため十分な検出ができず増減の傾向は見いだせなかったが、二本松市と川俣町の調査地の計 6 本のスギでは辺材が減少、心材が増加する傾向が確認された。一方、川俣町の調査地のコナラでは心材および辺材濃度が増加していた。

## T26-14 里山広葉樹林におけるリター除去処理による放射性セシウム流出と生態系内循環の変化

山本理恵<sup>1</sup>・小林達明<sup>1</sup>・高橋輝昌<sup>1</sup>・保高徹夫<sup>2</sup>・鈴木弘行<sup>3</sup>・平野堯将<sup>1</sup>・遠藤雅貴<sup>4</sup>・斎藤 翔<sup>4</sup>

<sup>1</sup>千葉大学大学院園芸学研究所・<sup>2</sup>産業技術総合研究所・<sup>3</sup>千葉大学大学院薬学研究院・<sup>4</sup>千葉大学園芸学部

福島県川俣町山木屋地区の落葉広葉樹林において林床部リター除去等の処理を行い、放射性 Cs の森林生態系循環と森林外流出に及ぼす影響を2年間モニタリングした。林内雨は処理区の濃度が対照区よりも低く、落葉期に濃度が高くなるカリウムと同様の溶脱傾向を示した。リターフォールは秋季の広葉で処理区の<sup>137</sup>Cs濃度が対照区の52~66%であった。林床への<sup>137</sup>Cs供給量のうち97%以上が林内雨とリターフォールによるもので、その濃度が低下したことにより林床処理区の2年目の<sup>137</sup>Cs供給量は対照区の68~88%に低減した。林床処理後のリターと土砂の流出に伴う放射性 Cs 流出の増加は1年目で大きく2年目に低下したが、林床に流出防止の植生土嚢を設置していない区では高い水準が続いた。植生土嚢には林床処理後の土壌に残存した<sup>137</sup>Csのうち1.7~6.8%が吸着されていた。地表流中の<sup>137</sup>Csのうち溶存態は対照区では2年目に平均1.1Bq/Lであったのに対し、林床処理区では0.4~0.6Bq/Lであった。溶存態Csの濃度は林内雨よりも低いが対照区ではその低減率が小さく、林床リターに残存した放射性Csが影響していると考えられる。

## T26-16 コナラとアカマツ樹体内の放射性セシウムの季節変化と林床処理の効果

平野堯将<sup>1</sup>・小林達明<sup>1</sup>・高橋輝昌<sup>1</sup>・鈴木弘行<sup>2</sup>・恩田裕一<sup>3</sup>・高橋純子<sup>3</sup>・山本理恵<sup>1</sup>・斎藤 翔<sup>4</sup>

<sup>1</sup>千葉大学大学院園芸学研究所・<sup>2</sup>千葉大学大学院薬学研究院・<sup>3</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>4</sup>千葉大学園芸学部

里山生態系内での放射性セシウム(以下Cs)の動態を明らかにするため、川俣町山木屋地区の農家所有の里山と山木屋小学校の森林において樹体各部位と土壌のCsを調査した。農家所有の里山ではA0層の除去処理を行い、土壌中のCsの低下が里山生態系内にどのような影響を及ぼすのか調べた。コナラ・ミズナラは対照区で幹木部や葉のCs濃度が高かったのに対し、Cs除去処理区ではCs濃度が低いという関係が見られた。また、コナラとミズナラ全調査木の幹木部と樹皮の関係は見られなかったのに対し、幹木部と葉の間には明瞭な正の相関関係が見られた。そのため、Csの吸収は経皮吸収によらず、主に根から吸収される、樹液流によって幹木部から葉に運ばれていると考えられる。一方、アカマツの葉のCs濃度は、コナラやミズナラに比べると低く、幹木部のCs濃度は著しく低かった。コナラの葉は展葉前の葉のCs濃度が最も高い傾向が見られたがアカマツには季節変化は見られなかった。また、コナラでは辺材、心材でCs濃度に大きな差が見られたのに対し、アカマツではCs濃度に大きな差が見られなかった。

## T26-15 林床処理を行った二次林と耕作地の土壌中放射性セシウムの存在形態

斎藤 翔<sup>1</sup>・小林達明<sup>2</sup>・高橋輝昌<sup>2</sup>・山本理恵<sup>2</sup>・平野堯将<sup>2</sup>

<sup>1</sup>千葉大学園芸学部・<sup>2</sup>千葉大学大学院園芸学研究所

福島第一原子力発電所事故により放出された放射性セシウム(以下RCs)の土壌中の形態は生態系内の動きに影響すると考えられるが、森林では研究されていない。そこで2013年8月に福島県川俣町山木屋地区の広葉樹林斜面に対照区、A<sub>0</sub>層除去区、L層除去区を、そのほか2つの畑地調査区を設け、2014年8月と9月に土壌を採取し、土壌中でのRCsの存在形態を逐次抽出法を用いて調査した。その結果、水溶性のRCsは森林有機物層でわずかにあるものの、いずれの土壌でもほとんど存在しなかった。畑地では、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>水処理によって抽出される易分解性有機物結合態やイオン交換態のものが有機物層で13%、鉍質土層表層で7%あったのに対し、森林では有機物層で3%、鉍質土層表層で2%しかなく、植物に吸収されやすい形態のRCsの割合が少なかった。RCsは粘土鉍物に固定されやすい性質を持つが、畑地土壌の粘土割合が5%であるのに対し、森林土壌では47%であり固定態RCsの割合が高いこと、また畑のリターに比べて森林のリターにはリグニン等難分解性有機物成分が多いことなどにより、植物に利用されにくい形態のRCsが森林では多かったと考えられる。

## T26-17 林床に敷きならされた木質チップ材による放射性セシウムの吸収特性

高橋輝昌・小林達明

千葉大学大学院園芸学研究所

本研究の目的は、有機物(木質チップ材)に増殖する糸状菌による土壌中のセシウム(Cs)吸収特性を明らかにすることである。試験地は福島県川俣町にあるCsで汚染された斜面上の落葉広葉樹林である。2013年7月に、斜面上部、中部、下部にそれぞれおよそ40m<sup>2</sup>の調査区を設け、林床のL層を除去して、スギを粉碎したチップ材を3kgm<sup>-2</sup>(斜面上部)~5kgm<sup>-2</sup>(斜面中部、下部)敷きならした。チップ材敷きならし後、1~6ヶ月の間隔でチップ材を採取し、篩い分けて、粒径毎にチップ材の量とCs濃度を測定し、Cs吸収量を算出した。Cs濃度は粒径の小さいチップ材で高く、粒径の大きなチップ材でも経時的に増加した。Cs濃度の増加はチップ材全体では敷きならし後5ヶ月間で特に大きかった。チップ材によるCs吸収量は、敷きならし後5ヶ月間までに増加し、その後あまり増えなかった。敷きならし後1年間にチップ材に吸収されたCs量は斜面上部、中部、下部でそれぞれ19、21、15kBq m<sup>-2</sup>であり、チップ材敷きならし時にF層や鉍質土壌に含まれていたCs量の4~5%に相当した。チップ材敷きならし量はCs吸収量にあまり影響しなかった。



## T26-18 木質チップを用いる放射性セシウムの森林からの除染と里山の資源利用

金子信博

横浜国立大学大学院環境情報研究院

放射性セシウムで広域に汚染された森林資源を利用するために汚染の強い媒体を除去する物理的な除染は、規模や費用の面で現実的ではない。人家から 20 m の範囲の除染（落葉剥ぎ取り、除間伐）は、汚染物質の多くがすでに土壌表層に移動している現在では、以前より効果が少なくなっている。また、植物の吸収による土壌からの移動はわずかである。一方、土壌表層に木質チップを敷設し、チップに生えるカビの菌糸が土壌からセシウムをチップへ移動させることを利用して、植物による除染の 10 から 100 倍のセシウムを除染できる。そこで、森林全体ではなく、人家の周囲を中心に、かつての里山利用が可能な範囲に限って伐採とチップ敷設を組み合わせることで、利用を停止することなく除染を進めることができると考えた。現在多くの地域で薪炭は長い間利用されておらず、シイタケ原木林や山菜利用も 2011 年の原発事故後、停止している。アクセスの良い里山利用に適した林分を皆伐し、その場でチップ化して 1 年程度敷設し、回収して木質バイオマスとして利用することで、森林の更新とエネルギー利用が可能であり、汚染の程度によって原木や山菜利用が再開可能となる。

## T27-2 積雪深によるシカの密度勾配と樹皮剥ぎ被害—支笏湖畔の積雪深勾配による検証—

佐藤温貴<sup>1</sup>・日野貴文<sup>1</sup>・吉田遼人<sup>1</sup>・工藤祥子<sup>1</sup>・村井拓成<sup>1,2</sup>・立木靖之<sup>2</sup>・吉田剛司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>酪農学園大学・<sup>2</sup>EnVison 環境保全事務所

北海道に広く分布するエゾシカは積雪により生息場所に制限を受けることが知られており、積雪期において積雪深が低い森林は越冬地に適している。また越冬地での植生被害にも積雪が関係していると考えられる。そこで支笏湖畔の南向きで急峻なため積雪真が浅い北側と、北向きで積雪真が深い南側斜面に着目し、北側と南側における積雪とシカ相対密度、樹皮剥ぎ被害度合い、森林構造を比較した。北側と南側で 8ヶ所ずつ 50 m×4 m のプロットを設定し、毎木調査、自動撮影装置によるシカの相対密度、積雪深を調査した。その結果、積雪深とシカ相対密度、シカ相対密度と樹皮剥ぎ被害、積雪深と樹皮剥ぎ被害でそれぞれに相関があった。北側は南側より積雪量が少なく樹皮剥ぎ被害が多く、稚樹が消失していた。以上の結果より、積雪深が浅い北側では冬季にシカの密度が高く、樹皮剥ぎが多く発生することで森林構造を改変されることが示唆された。

## T27-1 シカによる森林植生衰退指標としての密度比数の有効性

藤木大介

兵庫県立大学自然・環境科学研究所

シカによる森林植生衰退の汎用性のある簡易指標として、立木密度を用いた手法について検討した。基本的な考え方としては、シカの影響のない林分の平均的な立木密度に対する各調査林分の立木密度比を算出することにした。但し、この際、植生タイプや林分の成長段階に応じて上述の平均的な密度は異なることが予想されるため、シカの影響のない林分を対象に植生タイプ別に林冠木平均樹高-立木密度曲線（対照樹高-密度曲線）を求め、後述の立木密度比（密度比数）を求めることにした。兵庫県の落葉広葉樹林と照葉樹林を対象に、対照樹高-密度曲線を求めた結果、これらの植生タイプ間では異なる対照樹高-密度曲線を持つことが明らかになった。対照樹高-密度曲線に基づいて算出した密度比数は、両植生タイプにおいて、シカの密度指標や土壌侵食などの様々なシカの影響指標と相関があり、シカによる森林植生衰退指標としての妥当性が示唆された。さらに、両植生タイプのデータを GIS 上で空間補間した結果、密度比数の広域的な地理的変異も有用な精度で表すことができた。以上の結果は、異なる植生タイプ間における密度比数という指標の汎用性の高さを示唆している。

## T27-3 エゾシカの越冬地利用がササの減少を介して林床植物に及ぼす間接効果

日野貴文・佐藤温貴・吉田遼人・滋野知大・吉田剛司

酪農学園大学

高緯度のシカは冬季に生息域の一部に集中することが知られるが、冬季に一時的に高まる採食圧がもたらす植生への影響についての検証例は少ない。また、シカの採食物には地上部が通年存在するササ・木本と、冬季に地上部が枯れる草本といった生活形が異なる植物が含まれる。本研究では、シカの冬季の高密度化による植生影響を植物の生活形に着目し検証した。

北海道支笏周辺にて予備調査の結果、冬季のシカ密度が高い支笏湖畔北側と、冬季のシカ密度が低い支笏湖畔南側に調査区を計 10 地点設定した。各調査区にて、自動撮影カメラによる通年のシカの相対密度、林床植物の被度・種数、ササの被度・高さを調べた。

調査の結果、シカの撮影頭数が南側は通年、北側は夏季のみが低かった。一方で冬季の北側では、南側・北側（夏季）に比べて撮影頭数が約 15 倍に増加していた。そして、この冬季にシカ密度の高かった北側では、南側に比べてササの被度・高さが低かった一方で、草本の被度・種数は高かった。これらの結果により、冬季に高密度化したシカは通年地上部が存在するササを減少させ、競争を緩和することにより、間接的に夏緑性の草本の被度と種数を増加させたと考えられる。

#### T27-4 捕獲率はニホンジカによる天然林の植生への影響を低減するか？

飯島勇人

山梨県森林総合研究所

ニホンジカ（以下、シカ）による森林の植生の摂食が全国的に深刻になりつつあり、その効率的な対策が求められている。本研究では、シカによる立木の剥皮発生に影響する要因を検討した。山梨県内において1か所あたり25本の立木の樹種、高さ1.3mの周囲長、剥皮の有無を調査する調査区を2010年に42個設置し、2014年に剥皮が発生しているか再調査した。また、調査区を含む約5km四方のシカ密度および捕獲率を状態空間モデルで推定し、シカ密度については2010～2013年の平均値、捕獲率については2010～2012年の平均値をそれぞれ累積的なシカ密度と捕獲率とした。しかし、累積的なシカ密度と捕獲率には相関関係が認められたため、ここでは捕獲率の影響を示す。過去に発生したものも含めた剥皮は、個体サイズが小さいほど発生しやすく、樹種による違いが見られたが、累積的な捕獲率は影響していなかった。また、2010～2014年における新たな剥皮は個体サイズが小さいほど発生しやすかったが、樹種や累積的な捕獲率は影響していなかった。捕獲率の最大値は24%であったが、この程度の捕獲率では新たな剥皮の発生を抑制することはできないことが明らかとなった。

#### T27-6 森林内でシカの相対密度を把握する～カメラトラップ法とライトランセクト法～

稲富佳洋<sup>1</sup>・上野真由美<sup>1</sup>・宇野裕之<sup>1</sup>・長 雄一<sup>1</sup>・南野一博<sup>2</sup>・明石信廣<sup>2</sup>・雲野 明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構環境科学研究センター・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構林業試験場

森林内でエゾシカの相対密度を把握することは、森林管理と連携したエゾシカの個体数管理を推進する上で緊急の課題である。これまで振興局単位等の広域スケールで生息数の推定がされているものの、森林管理区や林道単位のような狭い空間スケールで生息密度を定量的に把握できる手法は確立されていない。本研究では、ライトランセクト法と自動撮影法を2012年～2014年に道有林胆振管理区及び釧路管理区で実施し、両手法から算出した密度指標の関係を解析するとともに、両手法の調査労力や汎用性などを比較し、その有用性と課題を明らかにすることを目的とした。

ライトランセクト法における2012～2014年の生息密度は、胆振管理区でそれぞれ29.8、7.9、4.1頭/km<sup>2</sup>、釧路管理区で25.4、35.8、15.1頭/km<sup>2</sup>と推定された。自動撮影法における各月の撮影頻度には、場所によって夏期に上昇するパターンや冬期に上昇するパターンがみられ、管理区内でエゾシカの生息地利用に季節性があること示唆された。また、各林道における自動撮影法とライトランセクト法の密度指標は高い正の相関を示し、撮影頻度が相対密度を示す指標として活用できる可能性が示唆された。

#### T27-5 森林におけるシカ問題：被害把握と対策の現状と今後の方向性

明石信廣

北海道立総合研究機構林業試験場

シカの増加による林業被害や森林生態系への影響の拡大に伴って、シカによる植生改変や、それが他の生物にもたらす間接効果、下層植生の消失による土壌流出など、多様な視点からの研究が実施されてきた。また、被害・影響の実態を把握するための簡便な手法がいくつか開発され、現場レベルでも活用されつつある。林業被害に対しては、忌避剤による化学的防除、各種防除資材による単木的な物理的防除、防鹿柵による面的な物理的防除が実施されている。日本の林業において植栽初期の下刈りなどの育林コストが高いことが課題とされているが、シカ対策は育林コストをさらに高めている。また、このような対策では森林生態系を保全することはできない。シカ問題の解決には、シカの個体数管理が不可欠である。そのためには、対象となる森林におけるシカの生息密度と植生への影響のレベルを把握して捕獲目標を定め、森林管理者が積極的に捕獲にも関わっていく必要がある。シカを低密度に維持することにより、被害対策コストの軽減も図られる。森林への影響把握、被害対策、シカの個体数管理等の手法はそれぞれ確立されつつあり、これらを体系化して森林管理に組み込んでいく必要がある。

#### T27-7 ニホンジカ捕獲用誘引式首くくりわなの開発

大橋正孝・石川圭介・片井祐介・大場孝裕

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

足を括るくくりわなの短所である、設置場所の選定が難しい、ツキノワグマの錯誤捕獲回避が困難、厳冬期凍結条件下では使用が困難、を克服するわなとしてヘイクューブを餌に誘引したニホンジカの首を括るわな（ただし、締め付け防止金具により首を締めることはない）を新たに考案、開発した。2013年の12月から2014年1月に富士山南麓の標高約1,000mのヒノキ林内約1km<sup>2</sup>のエリアで、1日あたり平均で9.5基のわなを33日間設置して捕獲を行った結果、24頭（成獣♀12頭、1歳3頭、当歳9頭）を捕獲した。捕獲効率は、0.73頭/日、餌付け期間7日間を加えると0.60頭/日で、わな1基1晩あたりでは0.079頭であった。場所の選定が容易で穴を掘る必要がないことから、わなの設置に要した時間は8±2分（平均±標準偏差）と短く、森林作業者が他の作業と並行して取り組み易いと考えられた。一方で、締め付け防止金具が緩み首が締まるなどの死亡個体も見られ、構造及び設置方法で注意すべき点が多くなった。

なお、当該わなは、角のない個体を捕獲対象とし、各都道府県で、くくり輪の直径は12cm以内とする規制の緩和が必要となる。

## T27-8 銃？わな？それとも硝酸塩？ 安全な革新的シカ捕獲技術の開発

大場孝裕<sup>1</sup>・大橋正孝<sup>1</sup>・山田晋也<sup>1</sup>・大竹正剛<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター・<sup>2</sup>静岡県畜産技術研究所中小家畜研究センター

鳥獣保護法が、鳥獣保護管理法に改正された。増え続けるニホンジカ（以下、シカ）に対しては、個体数削減のための管理、そのための捕獲事業の実施強化と、それを担う事業者制度の導入が明確化された。しかし、従前の銃やわなを用いた捕獲が困難な場所や状況も存在し、無理な捕獲強化は、人身事故の増加や、錯誤捕獲など他の動物への悪影響も懸念される。シカを減らすためには、従来の方法に加え、新たに安全で効率的な捕獲技術の開発が必要と考えた。

反芻動物は、硝酸イオンを摂取すると、第一胃にいる微生物が、これを亜硝酸イオンに還元する。亜硝酸イオンは、血中で酸素運搬を担っているヘモグロビンと反応し、酸素運搬能力のないメトヘモグロビンに変える。進行すると酸素欠乏症に陥り、死に至ることもある。人間など単胃動物の酸性の胃では、亜硝酸イオンは増加しない。

シカ飼育個体の胃に硝酸イオンを注入し、致死量を明らかにした後、作成した硝酸塩添加飼料を採食したシカ野生個体の捕獲（致死）に成功した。この硝酸塩経口投与によるシカ捕獲について、インターネット上で行われた意識調査では、実用化すべきとの意見が過半数を占めた。

## T28-2 ブナ科樹木の根にみられるピョウタケ目菌の多様性

中村慎崇・田中千尋・竹内祐子

京都大学大学院農学研究科

子囊菌門ピョウタケ目に属する内生菌は、ツツジ科やブナ科植物の根から検出された事例が知られており、近年、特定の根圏においては外生菌根菌を凌ぐほどの頻度で存在することが明らかになりつつある。しかし、現在までのところピョウタケ目内生菌に関する知見は特定の種を除いて限られたものであり、菌根の生態学的な研究などにおいて分子生物学的手法を用いて検出される種の多くが未記載種であることからわかる通り、分類学的な扱ひも確立していない。

本研究では、京都府を中心に複数の地点でブナ科樹木の根を含む土壌をサンプリングした。次亜塩素酸カルシウムを用いて表面殺菌を行ったブナ科樹木の根からピョウタケ目内生菌を分離し、リボソーム DNA の LSU 領域および ITS 領域の塩基配列に基づいて分類群の特定、OTU の識別を行った。本研究で得られたピョウタケ目分離菌株の多くは互いに近縁な一つのグループに属していたが、グループ内で高い多様性が認められた。また、サンプリング地点により多く出現する OTU は異なったが、樹種との対応関係は見いだせなかった。

## T28-1 2種のアーバスキュラー菌根菌の種間競争およびそれらがスギ実生苗の成長に与える影響

佐藤 拓・松下範久・呉 炳雲

東京大学大学院農学生命科学研究科

スギとアーバスキュラー菌根菌（AM 菌）との共生において、根をめぐる菌種間競争や、複数種の感染がスギの成長に及ぼす影響を明らかにするために、2種の AM 菌（*Acaulospora* sp.、*Claroideoglomus* sp.）の単孢子系統を用いた接種試験を行った。各系統について、AM を形成させたシロツメクサを栽培した土壌、その土壌を滅菌したもの、滅菌前後の土壌を等量混合したものの3種類を準備し、それぞれを系統間で組み合わせた9種類の接種源を調製した。根箱にスギ実生苗を移植し、根の周辺に接種源を添加した後、3か月間栽培した。スギの乾燥重量について、2種の AM 菌の影響を2元配置分散分析で解析した結果、両種ともスギの成長を有意に促進したが、それらの交互作用も有意であり、接種源中の *Cla.* sp. の濃度が増えると *Aca.* sp. のスギ成長促進効果が小さくなる傾向が見られた。2種を接種した根の DNA 解析の結果、両種が高頻度で近接して根に感染していることが分かった。以上のことから、*Aca.* sp. は、*Cla.* sp. が存在してもスギに感染するが、スギに対する成長促進効果が低下することが推測される。

## T28-3 塩化ナトリウムがクロマツ-*Cenococcum geophilum* 菌根共生系に及ぼす影響

松田陽介<sup>1</sup>・山川 舞<sup>1</sup>・小長谷啓介<sup>2</sup>・谷川東子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>2</sup>University of Florida Department of Plant Pathology・<sup>3</sup>森林総合研究所関西支所

【目的】海岸部では、荒天に由来する短期的な高塩環境が生じる。沿岸部の防災機能を高めるため、クロマツ林が造成されており、クロマツの細根には、外生菌根菌 *Cenococcum geophilum*（以下、Cg）が優占する。本研究では、クロマツと本菌の耐塩性を明らかにするため、NaCl がクロマツ-Cg 共生系に及ぼす影響を調べた。【方法】5県6地域の海岸クロマツの菌根から分離培養された Cg14 菌株を、MMN 液体培地を加えたパーライトで 25℃ 暗条件下で 75 日間培養した。各菌株を半無菌条件下で育成させた 2 年生クロマツ実生に接種し、さらに 9ヶ月間育成した。その後、0、200 mM NaCl 水溶液を 2 日ごとに計 7 回添加した。14 日後に光化学系 II（Fv/Fm）の計測を実施し、実生の乾重量（葉、茎、根系）と菌根形成率を計測した。さらに各器官に含まれる Na 濃度を計測した。【結果】NaCl 処理によらず Cg 接種区の乾燥重量は、Cg 非接種区のものより有意に増加した。200 mM NaCl の Cg 非接種区における Fv/Fm は他の処理区よりも低い傾向にあり、本菌の定着が塩ストレスを緩和する可能性が示唆された。今後、Na 濃度の計測を進め、クロマツ-Cg 菌根共生系における耐塩性付与機構について議論する予定である。

#### T28-4 Phylogenetic diversity and cryptic species of the ectomycorrhizal fungus *Cenococcum geophilum* sensu lato

Keisuke Obase<sup>1</sup> · Greg W Douhan<sup>2</sup> · Yosuke Matsuda<sup>3</sup> · Matthew E Smith<sup>1</sup>

<sup>1</sup> University of Florida Department of Plant Pathology · <sup>2</sup> University of California Department of Plant Pathology and Microbiology · <sup>3</sup> 三重大学大学院生物資源学研究所

We revisit the phylogenetic diversity of *Cenococcum geophilum* sensu lato using new data from Florida (USA) as well as existing data in Genbank from Asia, Europe and North America. Based on the ITS and glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GPD) phylogenetic analysis we detected significant phylogenetic diversity both within and between different continents and localized regions. The combination of ITS and GPD were able to resolve several well-supported lineages within *C. geophilum* sensu lato. Based on 768 new isolates from Florida, we resolved 6 lineages. We also obtained seven isolates that were distinct from *C. geophilum* but resolved as the sister lineage based on a multi-locus analysis (SSU, LSU, TEF, RPB1 and RPB2). The results indicate that *C. geophilum* sensu lato includes more phylogenetically-distinct cryptic species that has previously been reported.

#### T28-6 北海道における森林性のネズミ類による外生菌根菌の散布

藤岡洋太<sup>1</sup> · 橋本 靖<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 帯広畜産大学大学院畜産生命科学専攻 · <sup>2</sup> 帯広畜産大学畜産生命科学研究部門

樹木の共生菌である外生菌根菌の胞子など感染源の分散は、樹木の定着や生育に影響を及ぼすと考えられる。本研究では、森林内のネズミ類が、外生菌根菌の感染源の分散経路の一つとして、どの程度貢献しているのかへの知見を得るために、ネズミ糞中から外生菌根菌を検出した。2013年の9月から11月、2014年の6月から10月に、帯広市内のトドマツ林に隣接するカラマツ林内で、ネズミ類を捕獲し、ネズミの糞を個体ごとに集めた。2013年にはカラマツ実生、2014年にはカラマツとトドマツの実生を、ネズミの個体ごとの糞を入れた土壌で生育させて、糞中に含まれる外生菌根菌を検出した。2年間で合計56個体分のネズミ糞を調べた結果、カラマツ実生では、2013年に27個体のうち2個体分の糞から、調査地で多く発生していたハナイグチが検出された。2014年にもカラマツ実生で29個体のうち1個体分の糞から、前年とは異なる菌根形成が見られたが、トドマツ実生では見られなかった。カラマツ林に生息するネズミ類は、その糞によって外生菌根菌の感染源を散布する可能性があるが、散布が起こる頻度や対象となる菌の多様性はあまり高くないと考えられた。

#### T28-5 ラン科の種子発芽を指標にした菌根菌の時空間動態の解明

木下晃彦<sup>1</sup> · 辻田有紀<sup>2</sup> · 遊川知久<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立科学博物館筑波実験植物園 · <sup>2</sup> 佐賀大学農学部

森林地下部の外生菌根菌の多様性の維持機構やニッチを理解するためには、菌根菌がいつどこに存在するかを把握しなければならない。しかしそれには多大な労力が必要となり、継続研究も限られている。林床植物にはラン科のように特定の菌根菌の感染が種子発芽・生育に必須の種が存在するため、この特性を利用して菌根菌の動態を探ることができる。本研究では、主として外生菌根性のロウタケ目が発芽を誘導するラン科シメンラン属3種を用いて、菌根菌の時空間動態の解明を試みた。各種1-2カ所の自生地の計7地点で、種子を入れた袋を土壌表層から20cmまで5cmごと深度を変えて埋設し、0.5、1.5、3年の間隔で計4回収した。rDNA ITS領域を用いて発芽種子の菌根菌を同定し、97%以上の相同性をもつ配列をひとつの種とした。その結果、各植物種から8菌種のロウタケ目が検出された。多くの菌種が時間経過に伴い入れ替わったが、1年以上変動しない種もみられた。さらに菌種により、土壌中の水平・垂直分布のパターンも異なることが確認できた。ラン科の種ごとに発芽を誘導する菌根菌が異なる特性を利用すれば、特定の菌群に対して時空間動態のモニタリングが可能であることが示された。

#### T28-7 ヤクタネゴヨウ林分の外生菌根菌群集

村田政穂<sup>1</sup> · 金谷整一<sup>2</sup> · 奈良一秀<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科 · <sup>2</sup> 森林総合研究所九州支所

ヤクタネゴヨウは鹿児島県の屋久島と種子島にのみ生じている日本固有の針葉樹で、絶滅危惧種に指定されている。本研究では、ヤクタネゴヨウ林分における外生菌根菌(以下、菌根菌)の群集構造を明らかにするため、成木の菌根の種組成を調査した。2014年8月下旬~9月上旬に、屋久島2林分(26と21地点)と種子島1林分(32地点)のヤクタネゴヨウ成木の周辺で5×5×10cmの土壌ブロックを採取した。各地点間は5m以上離し、GPSで記録した。採取した土壌から成木の根を取り出し、実体顕微鏡下で観察して菌根の形態類別を行った。類別された菌根形態タイプについて、CTAB法によってDNAの抽出を行い、rDNAのITS領域の塩基配列を用いて菌種の同定を、葉緑体DNAのtrnL領域の塩基配列から宿主の同定を行った。その結果、ヤクタネゴヨウ林分では*Cenococcum geophilum*、シヨウロ属、イグチ科、ベニタケ科、イボタケ科、カレダタケ科の菌根菌が高頻度で検出された。この結果は他の成熟した温帯林で共生する菌根菌の種構成の特徴と一致していた。

## T28-8 乗鞍岳におけるハイマツ実生の定着様式と共生菌

小泉敬彦・奈良一秀

東京大学大学院新領域創成科学研究科

自然界での樹木の生育は多様な菌類との共生関係の上になり立っている。特に高山の過酷な環境下ではその重要度が増すと考えられる。研究対象としたハイマツは風衝地を主な更新の場としており、実生定着には菌類との共生系の構築が不可欠である。本研究では、ハイマツの実生定着に関わる共生菌群集を明らかにすることを目的とした。乗鞍岳において、ハイマツおよび同所的に生育するツツジ類5種の菌根を含む土壌コアを採取し、DNA解析により外生菌根菌および両樹種に共通して出現するビョウタケ目菌の群集構造を調べた。ハイマツからは57種の外生菌根菌種が検出され、特に実生菌根では *Rhizopogon*、*Suillus* などの遷移初期種および *Sebacina* が優占し、個体成長に伴う菌根菌群集の変化が見られた。ツツジ類からは61種のビョウタケ目菌が単離され、宿主間およびハイマツ林内・林縁・林外の間で異なる群集構造が見られた。ハイマツ菌根から選択的にビョウタケ目菌を検出し、ツツジ類での出現菌種との比較を行ったところ、ハイマツとツツジ類の間では異なるビョウタケ目菌種の選択性および共生パターンが認められ、中でも特定のビョウタケ目菌でハイマツとの強い関連が示唆された。

## T28-10 ハナイグチ増産を目指したカラマツ林の施業～施業後4年間の概況～

山田明義<sup>1,3</sup>・片山智行<sup>2</sup>・小川和香<sup>3</sup>・増野和彦<sup>4</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>信州大学大学院農学研究所・<sup>3</sup>信州大学大学院総合工学系研究科・<sup>4</sup>長野県林業総合センター

演者らはハナイグチの増産を目的に長野県内のカラマツ林で2010年より施業を行い、過去3回の本大会で施業後1-3年の概況を報告した。今回、施業後4年目までの概況を報告する。カラマツ人工林に10×10m<sup>2</sup>のプロット(以下Pと略)を24個設け、16Pではカラマツ以外の樹木を皆伐して落葉層を掻き取ったのち、腐植層はぎ取りとハナイグチ孢子接種の組み合わせの4処理区(各4P)を設けた。8Pは対照区とした。全24Pでハナイグチとシロヌメリイグチの子実体発生状況を継続調査し、プロット内側8×8m<sup>2</sup>のデータを中心に解析した。施業区でのハナイグチの累積の子実体発生量は平均186g/P、対照区では19g/Pで、両者に有意差が認められた(p=0.013)。発生頻度でも有意差が認められた(p=0.007)。4処理区と対照区の5区間比較では、子実体発生量と発生頻度では一部有意差は認められたが一貫した有意な傾向は認められず、その要因としてハナイグチと拮抗するシロヌメリイグチの発生が示唆された。子実体形成を誘導する環境因子として地温の低下が示唆され、土壌10cm深で17.5℃付近と推定された。

## T28-9 外生菌根菌の根外菌糸体による菌根形成に宿主からの炭素供給と菌糸体量が及ぼす影響

吉田尚広・松下範久

東京大学大学院農学生命科学研究科

亜高山帯に生育するコマツガ稚樹の根系には多種の菌根菌が共生しており、各菌種の菌根が1~数cmの幅でパッチ状に分布している。一方、根系周辺の土壌中には菌根を形成していない菌根菌種が多数存在していたり、菌根を形成している菌種が別種の菌根の周辺にも存在していたりするなど、土壌中における菌根菌の分布は根系における菌根の分布と対応していない。このような分布の形成要因を解明するため、宿主からの炭素供給の有無や土壌中の根外菌糸体量が菌根形成に及ぼす影響を調べた。コツブタケ属菌の菌根を形成させたクロマツ苗を、20μmメッシュバッグに入れて根箱の左側に移植した。移植から20日後または30日後にメッシュバッグの中から菌根苗を除去し、根箱の右側に無菌根のクロマツ苗を移植した。対照として、菌根苗を除去せずに無菌根苗を移植した。移植10日後に無菌根苗の菌根形成数を比較した結果、菌根苗除去によって菌根形成数が有意に減少したが、栽培日数の違いによる影響は見られなかった。このことから、新たに菌根を形成した菌種は、宿主から炭素供給を受けることで周囲の根端に優先的に感染し、パッチ状の菌根分布を形成するものと推測される。

## T28-11 木質材添加培地によるマツタケ菌の生育

古川 仁<sup>1</sup>・増野和彦<sup>1</sup>・山田明義<sup>2</sup>

<sup>1</sup>長野県林業総合センター・<sup>2</sup>信州大学農学部

【目的】マツタケの人工栽培を目指す上で、培地上でのマツタケ菌の生育促進は重要である。MNC液体培地に木質材を添加したところ、添加量に応じて菌の生育促進または阻害傾向が見られたので報告する。【供試菌】長野県内で子実体を採取、分離した3菌株(AT740、SI001、SA001)を用いた。【一次培養】菌株をMNC寒天培地上で培養、形成した円形コロニー外縁部をコルクボーラー(φ4mm)で5片打ち抜き、新たなMNC液体培地に接種、20℃暗環境下で2ヶ月間培養した。【二次培養】試験管にMNC液体培地15ml、更に約5cmに切断した国産シラカバ材割りばしを1、2、3、4本ずつ入れた添加区(1、2、3、4本区)と対照区(MNC液体培地のみ)を用意した。一次培養を終えた菌体を5mm角程度にメスで切断、試験管培地に接種、培養した。【結果】二次培養3ヶ月経過では、3菌株とも対照区と比較し1、2本区での生育が良好、更に固形状コロニーの形成が見られた。3、4本区では菌体が褐変し、生育阻害傾向が見られた。これらのことから、添加した木質材に含まれる可溶性成分がマツタケ菌に対して顕著に作用する可能性が示唆された。

## A01 クラスター分析を用いた林業作業員の意識分析

小菅良豪<sup>1</sup>・伊藤勝久<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>鳥根大学生物資源科学部

林業作業員を取り巻く環境は、現在大きく変化している。森林資源の成熟による伐期を迎えた林木の増加に伴い、林業労働力の需要は造林作業から林産作業への転換が進んでいる。また森林・林業再生プラン等の制度的な変化も、林業作業員の労働環境に大きな影響を与えている。他にも木質バイオマスエネルギーへの利用の増加や A 材需要の減少など、木材利用の変化も労働環境変化の要因と考えられる。その只中で林業作業員は、どのような仕事観を持って林業に従事しているのかを明らかにすることが本報告の目的である。

調査は中国地方の森林組合の林業作業員（現場で作業する者）に対し、仕事観に関するアンケートを実施した。林業作業員約 100 名から回答があり、この結果をクラスター分析し、林業作業員の意識分析を行った。林業作業員に関するアンケート調査の主な質問内容は、安全性、経済性、社会性、作業意識・評価等に関する事項である。林業作業員の仕事観のなかでも、特に山村生活と林業の関係性に注目して意識分析を行う。

## A03 国産材需要拡大期における「自伐林家」の経営対応—宮崎県諸塚村を事例に—

正垣裕太郎<sup>1</sup>・川崎章恵<sup>2</sup>・佐藤宣子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

2000 年代以降、国産材の生産量は増加し、需要が拡大傾向にある。その中で、国産材の加工・流通構造の変化が指摘されているが、こうした状況における林家の経営動向については十分に明らかになっていない。そこで本報告では、国産材需要の拡大を牽引する宮崎県の中でも、これまで家族経営的林業の分析対象とされてきた諸塚村において、林家の経営動向について調査した結果を報告する。

調査対象は、諸塚村 K 公民館の林家 8 戸である。2014 年 12 月から翌年 1 月にかけて、世帯構造・就業構造・経営動向について聞き取りを行った。なお、K 公民館は、村内の中でも自営農林業を営む世帯が多いとされ、16 ある公民館の中で最も自伐生産量が多い公民館である。

2014 年に木材販売収入を得た林家は 7 戸で、保有山林を自家労力で伐採（自伐）した林家は 3 戸だった。また、所属する森林組合作業班によって保有山林を伐採した林家が 1 戸あった。こうした保有山林における伐採は、近年の需要拡大への対応というよりも、かつての主要な収入源であったシイタケ生産の減収分を補うためであった。なお、自家労力における伐採は利用間伐よりも主伐が中心で、0.5 ha/年程度の小規模皆伐が行われていた。

## A02 小規模請負事業体の実態と展開—大分県佐伯市を事例に—

川崎章恵<sup>1</sup>・武藤周作<sup>2</sup>・佐藤宣子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>九州大学農学部

林業従事者数は著しい減少傾向から 2005 年には下げ止まりを見せ、若年者率もわずかながらも増加傾向にある。また、2005 年から 2010 年にかけて家族林業経営体において素材生産量の増加率が大きいことも指摘されている（佐藤、2013）。

そこで本研究では、2014 年 10～12 月にかけて、素材生産が活発な大分県佐伯市の佐伯広域森林組合の請負班のうち操業歴が浅い、もしくは新規就業者が従事している小規模な請負班 4 班 6 名に対して聞き取り調査を実施した。設問項目は、創業の経緯、事業の内容、所有機械、経営の展望などについてである。

その結果、聞き取り調査の対象となった 6 名のうち 5 名は 10 年以内に請負作業を始めており、前職は製材工場職員（2）、運送業職員（2）、土建業技術者と比較的安定した雇用条件であった。林業の請負業については、多くが出来高給で働いた分だけ収入につながることを魅力とあげた。一方で、各班新たな林業機械の導入や新規就業者の雇用を検討しているものの、経営の継続性に見通しが立たず事業拡大につなげることが難しいとのことである。

## A04 「自伐」的森林管理による地域活性化—鳥取県智頭町葦津財産区を事例に—

興呂克久<sup>1</sup>・田口新太郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生命環境系・<sup>2</sup>筑波大学生物資源学類

鳥取県智頭町では日本 1/0 村おこし運動や百人委員会による地域活性化対策が行政、住民の協働によって進められており、ここでは「手づくり自治区」（小田切、2009）の特徴を備えた旧村単位の地区振興協議会および各旧村に存在する財産区が中核的な存在として注目されている（家中、2013）。また、百人委員会の発案で定年帰農者や高齢者等の副業的自伐林家を育成し、担い手のすそ野を広げる木の宿場プロジェクトが 2010 年より開始された。その流れを受けて木の宿場プロジェクト実行委員長の発案で、葦津財産区でも財産区有林を財産区メンバーによる共同作業「自伐」的に管理する試みが始まった。葦津財産区（1,270 ha）は以前は林業事業体への施業委託、立木販売を行っていたが、官行造林地を買い戻したことを機に、定年退職者を中心に集まった 12 人による「自伐」的管理（特に間伐材の伐出・出荷）が行われ、葦津集落の財政に一定程度寄与している。本研究では、「自伐」的管理に転換した葦津財産区を対象に 2014 年に聞き取り調査を実施し、「自伐」的管理前後の経営状況の変化とそれが地域社会の維持・活性化に果たす役割を明らかにする。

## A05 後発林業地における森林所有者の経営行動

伊藤勝久

島根大学生物資源科学部

林業・林産業の循環を形成するため、伐採、利用、植林・育林のシステムをつくる重要性が指摘されている。これを実現するには、森林経営計画作成・団地化による施業の集約化、低コスト伐採・流通システム、木材加工の効率化、新たな木材利用促進、担い手育成および森林経営・森林所有者の意識改革などの多くの課題がある。本報告では、森林所有者の意識改革を目的に、現在島根大学で実施している「経営マインドをもつ革新的森林経営の担い手育成」事業（文科省「成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略的推進事業」）の基本となる森林所有者の状況・意向アンケートをもとに、現在のとくに後発林業地における森林所有の問題を検討し、森林経営が真に改善される条件を検討する。

## A07 農林業センサス個票を用いた家族林業経営体の類型化の試み

田村和也

森林総合研究所林業経営・政策研究領域

林家の経営行動の要因として、保有山林状況や地域的差異の他に、世帯や世帯員の状況が大きいと考えられる。そこで農林業センサスにおける家族林業経営体について、2005・10年個票を接続加工したマイクロデータを用い、経営主など世帯員の状況、世代数、農業・非農業経営体の相違などで経営体の分類を試み、林業経営活動との関係を分析した。世代数分類による観察では、3世代等世帯が最も多いが減少しており、1人世帯は数%で、非農業経営体に限れば構成比は倍となる。両センサスで継続して林業経営体であった割合は、1世代～3世代等世帯で5割以上だが、1人世帯では4割にとどまる。林業従事・作業実施・林産物販売状況は、1人世帯で低調だが他で大きな差は見られない。経営主の交代は、両センサス間に7分の1で起きたと推定され、1世代世帯では女性への交代が多い。経営主が男性から女性に交代した場合は、作業実施率の低下がやや目立つ。これら得られた知見を報告する。

## A06 森林・山村多面的機能発揮対策交付金による小規模な私有林管理への影響と課題：高知県を事例に

松本美香<sup>1</sup>・玉城佐和<sup>2</sup>

<sup>1</sup>高知大学自然科学系農学部門・<sup>2</sup>高知大学農学部

近年、森林・山村多面的機能発揮対策交付金を活かした新たな小規模私有林管理の動きが見られる。当交付金は、初年度全国で40道府県973団体が活動面積計4478haを申請。高知県では42団体が計440.6haを申請しており、事業活用度は高い。本報告では、高知県における森林・山村多面的機能発揮対策交付金受給事例にみる小規模な私有林管理への影響と課題を明らかにすることを目的とし、高知県における平成25年度の申請事業体を対象とした資料調査とその結果を元に選定した7団体への聞き取り調査を行った。その結果、高知県の事業活用度の高さの背景として、森林組合申請比率の高さ、民間団体の設立・活動への行政支援の手厚さ、民間団体の相互支援関係の強さ、過疎先進地故の危機意識の強さ、手厚い事務局対応などの影響が示唆された。活用効果では、地域の世代間交流・相互扶助機能の強化、地域資源の活用意識の醸成、新活動への展開等、当初の想定外の多面的な効果の発現が確認され、地域の小規模な私有林管理への意識変化も見られた。課題は共通して事業継続性で、運転資金確保のための技術・設備・資金・人材の不足に、地方の過疎地域故の課題が難しさを加えている。

## A08 農林業センサスによる慣行共有林野の統計的把握に関する一考察

松下幸司<sup>1</sup>・高橋卓也<sup>2</sup>・青嶋 敏<sup>3</sup>・吉田嘉雄<sup>1</sup>・仙田徹志<sup>4</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>滋賀県立大学環境科学部・<sup>3</sup>愛知教育大学教育学部・<sup>4</sup>京都大学学術情報メディアセンター

農林業センサスでは林家以外の林業事業体のうち一定の条件を満たすものを「慣行共有」と総称し、その保有山林に関する集計が行われてきた。『1960年世界農林業センサス林業調査報告書—慣行共有編—』（農林省統計調査部編、1962年）は、その最初の報告書である。1970年～2000年調査では単独の報告書は発行されなかったものの、都道府県別集計結果が調査報告書に含まれていた。本研究では、慣行共有林野の現状を分析するため、2000年世界農林業センサス・2005年農林業センサス（以下、センサス）の再集計を行った。2000年センサスの再集計は、出来るだけ1960年センサスの集計結果と比較できるように行った。本報告では、2000年・2005年センサスに関する再集計結果の一部を報告する。

本報告の集計は、京都大学農林水産統計デジタルアーカイブ講座におけるプロジェクト研究の一部である。

## A09 都府県別入会林野整備データ分析による諸要因の 説明：時系列変動に着目して

高橋卓也<sup>1</sup>・松下幸司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>滋賀県立大学環境科学部・<sup>2</sup>京都大学大学院農学研究科

1969年から2010年までの42年間の都府県別入会林野整備（所有関係の近代化）データを整理し、どのような要因が入会林野整備進捗に影響しているのかについて探った。影響を及ぼす要因としては、入会林野の当初条件、すなわち、入会林野事業体の規模（事業体当たり平均戸数など）、入会林野管理のルール（総有的特徴）、過去の労力の投入状況、入会林野が当該都府県森林に占める割合、を想定した。想定した要因関連変数と進捗関連変数との間の相関係数を求めた結果、入会林野事業体の規模は整備一般の進捗と負の関係を、総有的特徴は協業化の進捗と正の関係を、過去の労力の投入は整備一般の進捗と正の関係を、また入会林野の全森林に対する比率は整備一般の進捗と負の関係を、それぞれ有していることが分かった。当初条件が整備の進捗に及ぼす影響は、時間が経過するのと同時に、小さくなるのが一般的であるが、過去の労力の投入については、時間が経っても影響が持続することがわかった。また、規模と整備一般の進捗との間の負の関係は、一定規模以上の範囲で出現し、小規模な場合は、かえって規模が大きいほど整備一般が促進される可能性が示唆された。

## A11 パラグアイにおける植林 CDM 及び PoA を通じた 炭素隔離戦略

松原英治・渡辺 守・白木秀太郎

国際農林水産業研究センター

## A10 タンザニアの PFM システムの REDD-plus 適用に おける可能性と課題

福嶋 崇

亜細亜大学国際関係学部

タンザニアは、自国で約20年にわたり実施・展開してきた参加型森林管理（PFM）事業を、気候変動政策の1つである REDD-plus 事業として適用することを検討している。本発表では、この適用における可能性と課題について、現地調査を通じ明らかにすることを目的とする。

現地調査の結果、タンザニアにおける PFM 制度の課題として、最新データの不足、地方政府レベルのキャパシティ不足といった制度面・ガバナンス面の不備、コミュニティにとっての参加インセンティブの低さや理解不足、といった多くの課題があることが明らかになった。

このことから、REDD-plus による経済インセンティブはタンザニアの PFM 制度の拡大・発展の可能性を持つものの、PFM 自体が多くの課題を抱えている現状からは、安直な REDD-plus への適用はこれらの課題がますます拡大する懸念をはらむと言えよう。地域住民（特に貧困層）の疎外や事業設計・データ収集などにおける地方政府・コミュニティのキャパシティの不足により、とりわけ現場レベルでの政策・事業の円滑な実施・運営はますます困難なものとなろう。

## A12 タイ東北部マハサラカム県における森を生かした 複合農業の実態

橋本沙優<sup>1</sup>・小池浩一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学大学院連合農学研究科・<sup>2</sup>島根大学生物資源科学部

タイでは、1993年に国王により、農家の生計安定の必要性から持続可能な環境保全型複合農業への転換を推奨する新たな農業理念 New Theory が提唱され、近年農村内部では、この理念に基づき、自立度の高い生計の確立や渇水の緩和等の働きを強めるため、単一商品作物栽培から森を生かした複合農業へ転換する動きがみられる。この森を生かした複合農業において、樹園地は持続的な収入源として重要視されているが樹園地利用を総体的に鑑みた報告は少ない。そこで本研究では、代表的な天水農業地域であるタイ東北部 Maha Sarakham 県で森を生かした複合農業を実施している農家において、農場内のため池、樹園地、畑作地の相互の有機的連関を明らかにするとともに、樹園地活用の可能性を農家経営の実態から検討を行った。

タイ東北部は元来水環境が悪く、通年での野菜や果物の栽培は困難とされているが、両農家ともに農場内に、ため池を複数造成したことにより局所気候を変化させ、樹園地の造成が可能となるよう水環境を改善していた。また灌漑設備の導入により、乾季でも樹園地の維持や畑作地での農作物栽培が可能となり、年間を通じて収入を得ることが可能となっていた。



## A13 中国における都市緑化の現状と課題

王 昭文<sup>2</sup>・笹田敬太郎<sup>2</sup>・佐藤宣子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府

近年、経済成長が著しい中国の主要都市では空前の緑化ブームとなっている。緑化は周囲の環境と調和しなければならず、地域の景観と統一されている必要があると共に、地域住民の生活環境の改善に寄与することが求められる。しかし、中国では、都市緑化の計画策定、利用、保全管理への住民参加という視点が低いことが指摘されている。

本報告は、北京市を事例として、①緑化プロジェクトの展開過程、②緑化の事業体制、③緑化地の使用権と行政による土地収用における居住住民への補償方法を考察し、中国緑化政策の課題を明らかにすることを目的に、行政資料の収集および専門家への対面調査を実施した。北京市では、2008年北京「緑のオリンピック」を行うために、2002年春より、生態環境建設計画における緑化プロジェクトを開始した。それによって、2014年までに北京市の都市緑化率は46.8%になった。緑化体制は、官主導の緑化計画、事業の民間委託、専門家による指導、農民の雇用確保が重視されている。

## A15 持続可能な林内放牧の現状と課題－宮崎県諸塚村と山口県防府市の山本牧場を事例に－

定行祐李<sup>1</sup>・興侶克久<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生物資源学類・<sup>2</sup>筑波大学生命環境系

近年、放置林の増加等中山間地域における自然資源の荒廃が問題になっている。中山間地域における自然資源の持続可能な管理の方法として林内放牧が注目されているが、先行研究では林内放牧の持続可能性は必ずしも明らかにされているとは言えない。そこで本研究では、林家と畜産農家が協力し村ぐるみで林内放牧に取り組む宮崎県諸塚村と、一経営体が林内放牧に取り組む山口県防府市の山本牧場に対し聞き取り調査を行い、林内放牧を活用した持続可能な農林複合経営の存立条件と課題について考察する。

諸塚村と山本牧場の比較の結果から、持続可能な林内放牧の特徴は①壮齢林の強度間伐等により、条件の良い新植地に放牧地を移動しなくても放牧が可能であること、②一経営体内で林業と畜産業を行い、林家と畜産農家の間での調整の難しさ（主として経費負担を巡る合意等）を回避していることだと考えられる。

また、山本牧場での聞き取り調査により、林内放牧を活用した農林複合経営は、林業部門においては下刈り、間伐、路網整備、特用林産物の成長促進に効果を発揮し、土地や機械の共用による経費節減や家族労働力の1年を通じた完全燃焼に効果があるということが分かった。

## A14 わが国における狩猟人口の推移

小杉純・前川洋平・関岡東生

東京農業大学地域環境科学部

## A16 伝統文化のための長大材・高品質材の育成の必要性和森林科学の新たな課題－真に持続可能な「木の文化」確立のために

峰尾恵人・松下幸司

京都大学大学院農学研究科

「木の文化」は近年注目を集めているが、従来林学分野で考慮されることは少なかった。人工林長伐期化や広葉樹林化が課題となっている現在、「木の文化」を一つの視角として導入してはどうかというのが本報告の提案である。わが国の伝統的な「木の文化」から森林利用の歴史を見ると、多様な樹種・寸法の植物性資材が持続的に活用されてきたことが浮かび上がる。

「木の文化」は持続可能であるという言説がしばしばあるがこれは誤りで、枯渇性資源の性質の強い長大材は近世に枯渇の危機を迎え、近代には外材に供給を依存するようになり、近年では違法伐採材まで利用されるようになっている。その他の再生可能資源も、社会経済の近代化の過程で林野利用の様式や需要のあり方が変化し、近年では生産の最終局面を迎えている資材があることも報告されている。これらの原因には、選好の変化や不完全情報などの市場の失敗が挙げられ、公的な介入の必要がある。

かつて林学は高齢林・広葉樹林を林相「改良」の対象とみなしてきたが、ポスト産業社会における森林科学にとって、「木の文化」という概念は生態系・経済・文化や川上・川下の関係を再構築する鍵となりうるのではないかと。

## A17 農山村研究の視座と地域通貨

高野 涼<sup>1</sup>・伊藤幸男<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岩手大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>岩手大学農学部

これまでの農山村研究では、農山村における内発的な取り組みが報告されてきたが、急速な資本主義のグローバル化への対抗軸を見いだせずにきた。一方で、近年地域通貨を用いた自伐林業促進運動など、地域活性化と地域通貨を結びつける取り組みが広がりをみせている。本研究では、農山村再生における地域通貨の意義について考察するために、地域通貨に関連する経済学者ないし思想家の理論の整理を行った。その結果、次のように整理された。近代以前の社会では共同体内部と外部で異なる貨幣が用いられており、現代の法定通貨はそれらの多様な貨幣が駆逐された結果生じた。望ましい経済取引が実現されない一因は、貨幣発行権の独占や利子にある。しかし、貨幣は富ではなく信用により交換を媒介する手段であり、自分たちで貨幣を発行することにより、地域内における財・サービスの生産と流通を活性化することが可能となる。以上から、自伐林業促進の地域通貨は、地域通貨に関連する経済理論や思想を十分に踏まえているとは言いがたい。しかし、持続可能で安定した農山村経済を構築する上で、貨幣を新たな認識枠組みで捉えなおすことは非常に重要であるといえる。

## A19 森林経営計画策定の実態と課題—岩手県を事例として—

小渡 太<sup>1</sup>・岡田秀二<sup>2</sup>・伊藤幸男<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岩手大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>岩手大学農学部

本研究は、森林経営計画制度の運用状況を岩手県内の5事業体を中心に明らかにし、当該する地域や事業体を含む地域森林・林業発展に如何に係りつつあるかを把握しようとするものである。森林整備を主な事業としていた岩手中央森林組合は、新たな制度を通し、素材生産体制の構築を目論んだ。伐採・搬出の体制形成には、地域の多様な事業体等との連携に活路を見いだしている。一関地方森林組合では、地域森林の保育作業が遅れていたことから経営計画の策定を積極的に進め、補助金受給が組合員の意識向上と再投資力へ繋げるべく対応している。久慈市の大規模山林所有者Oは、広葉樹更新伐制度を活用し、利用が途絶え、展望を失いかけていた広葉樹林業に活路を見出し、事業体としての安定を実現している。滝沢市の事業体Nは、サプライチェーンの経営内統合を指向することから、機械化と搬出間伐を軸に事業量の拡大と安定化に寄与するものと受け止めている。遠野地方森林組合の活動エリアは、その林齢構成から間伐・主伐の移行期にある。森林経営計画は販路の確立しているカラマツ林を中心に大きく展開しており、組合は川下需要と山元を結びつけるツールの性格を評価している。

## A18 地域共同組織による森林の管理・経営展開の実情と今後

久本真大・岡田秀二

岩手大学大学院農学研究科

本研究では、地域における森林と住民の係わりを歴史的に明らかにする一方、広く人々と森林との今日の関係構築を媒介するものとしての生産森林組合（「生森」）に注目し、その展開と現状について整理し、地域共同組織の現代的意義について考察した。対象地とするのは奥州市前沢区生母地域である。

方法としては、「生母生森」有林、集落共有林、そして個人有林からの聞き取り調査、アンケート調査、地域の集会や植樹祭への参加等によった。今後については「生母生森」の地域活動や、地域で広がりをみせている森林経営計画の受け止め方とその内容を把握し、それらがどのような意義を持っていくのかを分析・考察した。

「生母生森」は昭和31年の設立から根強く地域活動を続けており、さらに森林経営計画導入による収入を機に、平成26年には累積赤字の解消も見込まれている。また、地域の集落共有林や1ha未満の個人有林を含んだ森林経営計画の認定も進んでいる。さらに、施業委託をしている地方森林組合や行政、生協や県民とも協力し、森林への認識を高めつつある。

## A20 都道府県林業政策と日本型フォレスターの活動—鹿児島県を事例に—

枚田邦宏・小鯖希音

鹿児島大学農学部

日本型フォレスター（以下Fと略す）の活動は、地域の森林管理、林業再生のために、自然的社会的条件を踏まえて、広域的視点を踏まえて将来像を見据えた構想を描くことである。このような人材育成は、2011年の准F研修の開始、2013年の認定試験により始まった。この間、市町村森林整備計画の一斉変更、森林経営計画の策定開始により、各都道府県において林業普及指導活動と一体となってF活動が動いている。しかし、本来目指したF活動のレベルには達していない。本報告では、主にFが所属する都道府県の林業政策との関係の中に本来のF活動の展開可能性があるのでないかという考えのもと、鹿児島県を事例にして現在の到達段階の確認、今後の方向性について検討した。鹿児島県では、森林・林業の中期計画に基づき生産拡大を目指しており、Fの活動に期待されるところが大きい。F活動は、森林計画制度の変更に伴う活動と現場人材を育成することを中心に行われており、長期的視点での活動は一部のFの力量に寄っている。県全体の課題の中でのF活動は、構築途上にあることが明らかになった。

## A21 山元立木価格による林木・森林評価と森林計画

岡 裕泰

森林総合研究所

2012年の森林資源現況と山元立木価格(利用材積あたり円)の都道府県別の統計値から、9 齢級(41年生)以上のスギの蓄積量は全国で14億立米であり、蓄積の8割を利用材積とすると9 齢級以上のスギの立木総額は2兆7千億円と推計された。9 齢級以上の面積平均では83万円/haである。40年後の9 齢級以上の総蓄積量を初期時点よりも減らさずに主伐生産できるのは年2100万立米までで、それに対応する立木総額は520億円と推定される。全国平均では13 齢級以上になるとhaあたりの立木額が100万円を超えるが、地域別にみると半数余りの都道府県ではどの齢級になっても平均で100万円/haに達することがないと推計された。このことから、再造林費用を考慮する必要があるが、スギの林木には一定の資産価値があるといえるが、再造林費用が100万円/haかかるとした場合、再造林を前提にすると、多くの都道府県で平均的なスギ人工林では林地・林木合わせた森林の資産価値がほとんどないことになる。これは政策及び税制上考慮が必要な事実と考えられる。

## A23 2000年代以降の林業用苗木生産・流通の実態と課題

都築伸行・鹿又秀聡・田村和也

森林総合研究所

本研究の目的は、全国47都道府県の県庁及び林業用種苗組合(県苗組)への聞き取り調査からコンテナ苗を含めた苗木生産・流通の実態と課題を把握することであり、本報告では、その中間整理を行う。統計分析及び聞き取り調査から、苗木生産者は減少・高齢化が進み、苗木供給量が不足している地域が多かった。苗木生産者は、個人生産者が多く、比較的大規模な者でも数十万本程度の生産量であり、会社形態でも100万本を超える生産者は極僅かである。潜在的な生産力としては百万本以上生産できる生産者も存在しているが、残苗補償が実質的に機能していないことや育苗過程で病虫害や気象害により大量枯死した場合のリスクを考慮し、大規模な生産に踏み切れないのが現状である。苗木安定供給のためには、設備投資を行うための生産者の大規模化や共同生産体制の構築と残苗や枯死リスクを回避できる新たな仕組みの創設が必要と考えられる。尚、本研究は(独)農研機構生研センターの「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)の予算による成果である。

## A22 京都モデルフォレストの取り組みについて — CSRと地域協議会などを軸に拡がるパートナーシップ

柴田晋吾

上智大学大学院地球環境学研究所

様々な問題点の露呈や紛争が起こり、「従来型の森林管理を変えねばならない」という強い意志のもと、1992年にカナダ連邦政府の肝入りで開始された国際モデルフォレストネットワーク(IMFN)は、今日まで世界各地にネットワークを拡げてきた。IMFNは現在世界で主流となってきた「ステークホルダーの協働による広域の景域管理」に早くから取り組んできており、この分野での草分けの一つといえるであろう。2014年11月4日には、日本で唯一のモデルフォレストのメンバーである京都モデルフォレストにおいて、ベッソー事務局長を迎えてシンポジウムが開催され、現在までのIMFNの成果や開始後7年目に入っている京都モデルフォレストの活動についての議論がなされた。京都モデルフォレストは、民間企業のCSRの取り組みや地域の森林整備協議会などのユニークな活動を軸に、パートナーシップを拡げてきている。本報告では、この分野でのIMFNの取り組みの成果と京都モデルフォレストの活動内容と課題について紹介する。

## A24 農林複合経営における小規模苗木生産の位置づけ 宮崎県諸塚村の事例

田爪和成<sup>1</sup>・大地俊介<sup>2</sup>・藤掛一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>宮崎大学農学部

南九州では再造林用苗木の不足が深刻化する中、苗木生産拡大に取り組む地域が出てきている。本研究では、一事例として村内の苗木生産量が最近10年で4倍強に増加した宮崎県諸塚村を取り上げ、林業地における苗木生産拡大がどのように進んでいるのかを探ることを課題とした。結果、同村における苗木生産は、再造林拡大による苗木需要の高まり、シイタケ・茶など従来の作目の価格低下、担い手の高齢化を背景に、農林複合経営の一作物として導入が進んでいることが判明した。苗木はシイタケ・茶と比べ生産者にとって扱いやすく、安定した需要・価格が見込めることから、シイタケ・茶から苗木へ乗り換える生産者が散見された。また生産拡大の契機として、林業地ゆえにもともと苗木生産の技術を持つ生産者がいたことと、平成17年に彼らを中心に設立された苗木部会の存在があり、森林組合や村・県行政との連携も図られていた。農林複合経営による小規模生産の集積であるため、今後どこまで生産が伸ばせるかは未知数であるが、苗木産地として林業地ゆえの技術的、組織的優位性もあることが確認できた。

## A25 国産材原木流通構造の比較分析：愛知県二原木市場の事例から

金山知広

京都大学大学院農学研究科

愛知県の原木市場は、90年代まで小牧地域を中心として展開したが、近年、小牧地域と新城地域の間で、近隣の資源を対象とした競争が見られるようになった。独自の原木流通拠点を持たなかった東三河においてその形成を目指して取扱量を伸ばした新城市場だが、小牧市場もまた買手の求める材を確保するため東三河にサテライトを形成したことから、東三河地域の良質材は川上側によって小牧地域へ選択的に出荷されている。この実態を比較する為に、新城市場の市売データと、小牧市場の聞き取り調査から両市場の比較分析を行った。その結果、東三河流域において、新城市場での平均単価と材積が下落する一方で小牧市場のサテライトが取扱量を伸ばした地域が存在し、両市場が東三河流域において競合していることが明らかとなった。このように愛知県の原木市場では小牧市場の比重が高まりつつあり、地域材の取り纏めを行う新城地域と、良質材の取扱量増加を目指す小牧地域による競争は、新城市場と比較して小牧市場が相対的に優位となっている。この要因として川下側の買手の需要が違ふことによる販路の違いが考えられるが、より詳細な分析には更に山元と製材工場への調査が必要となる。

## A27 新生産システムによる大規模製材用素材需要がもたらした森林組合の素材生産活動への影響

西 隆秋・藤掛一郎・大地俊介

宮崎大学農学部

本研究では、新生産システム熊本圏域によって新設された間柱・ラミナ挽き大型製材工場の稼働後6年間における森林組合の素材生産・流通活動を分析し、同製材工場がもたらした森林組合の素材生産活動への影響は限定的であることを明らかにした。同製材工場は、稼働当初と比べて原木消費量を年間約4万 $m^3$ から10万 $m^3$ へと大幅に増加させたが、その集荷においてはますます県外への依存を深めていることがわかった。一方、この間に森林組合は機械化や人員の若返りを進めて素材生産量を徐々に増加させてきたが、依然として利用間伐が中心であり、間伐補助制度を前提とした事業運営になっていた。その中で、新設工場への出荷量を増やしている森林組合も存在したが、それは素材生産量全体に対して一定の割合を保っていることから、特別に新設工場向けの流通を太くしているのではなく、ただ素材生産量の増加に伴う自然増分と捉えられた。そして、このような行動の背景には、森林組合への価格インセンティブが十分に働いていないことがあり、その理由として第一に熊本県の利用間伐補助の手厚さ、第二に主伐の盛んな宮崎県産材との価格競争があると考えられる。

## A26 高知県原木市場における出荷量の変化に関する分析

垂水亜紀<sup>1</sup>・松本美香<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>高知大学農学部

近年、製材工場の規模拡大や固定価格買い取り制度の施行による相次ぐ木質バイオマス発電プラントの設立などから、国内の木材流通が大きく変わりつつある。四国内でも、これまで材の供給源であった高知県が、膨らんだ県内需要に対応するため、供給量の安定・増大をいかに図るかが大きな課題となっている。

本研究では、高知県内での木材流通を担っている高知県森連市場の平成18～24年までの木材流通データを分析し、出荷量の変化に影響する要因について検証した。

使用したデータは、木材市況価格、出荷者別出材量の推移および、関係者へのヒアリング調査結果である。

## A28 発電向け木質バイオマスの流通：宮崎県における林地残材の事例

横田康裕

森林総合研究所九州支所

全国的に見ても木質バイオマス発電への取組が活発な宮崎県を対象に、発電用木質バイオマスの安定確保に向けた方策を検討するため、同県における発電用木質バイオマスの中で最も発生量が多い「林地残材」(＝未利用材)に注目してその流通構造を明らかにした。林地残材の商流については、出荷者-集荷者-発電事業者が基本型であり、物流については、山元-集積拠点-チップ加工施設-発電施設が基本型であるが、それぞれ地域の状況(既存の流通構造、発電事業者の規模・地元との関係等)に応じて変化型がみられた。発電施設の本格稼働を目前に控え、多くの発電事業者が原料確保を本格化させており、宮崎県北部では既に原料獲得競争が激しくなっていた。このため、原料価格の上昇がみられ、「未利用材」として発電所着価格7,000円/生トンが相場となりつつある。また、商流面で、発電事業者が直接出荷者と取引する傾向や、物流面で、発電事業者が積極的に山側に原料調達を働きかける動きが見られた。林地残材の安定確保のための取り組みは、林業活動の振興による発生量の増大と、採算性の向上、出荷者の拡大、商流の整備・促進による利用可能量の増大とに分類された。

## A29 沖縄県における住宅構造材の歴史の変遷に関する一考察

知念良之<sup>1</sup>・芝 正己<sup>2</sup>

<sup>1</sup>琉球大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>琉球大学農学部

【背景・目的】戦後、沖縄の一般住宅構造の主流は鉄筋コンクリート造（RC）で、木造率は僅かであった。2000年代後半から木造一戸建て住宅の割合は増加し、2013年には13%に達した。本研究の目的は、住宅構造材の変遷を検証し、今後の木造住宅の動向を考察することである。

【方法】沖縄県の林政分野や住宅に関する各種統計資料・文献を収集し、時代毎に住宅や森林・林業に関する情報を整理した。これを基に住宅構造材の変遷について分析を行った。

【結果】琉球王国時代は木材自給を目指し、森林管理と利用の両面で厳しい法整備が行われた。琉球処分後の混乱は乱伐と森林の荒廃を招き、建築用材のほとんどを県外産に依存した。沖縄戦において、戦時下の木材需要の逼迫に加えて住宅の殆どが戦火により失われた。戦後、米国管理下での独自の経済体制がとられ、民間貿易の再開と共にスギ材が輸入され、木造建築が盛んになった。通貨がドルに切り替ると、輸入代替や輸出振興のためにセメントや合板工場への支援が行われ、これはRC造振興に貢献し、木造住宅関連産業は解体状態に陥った。近年の木造率増加はプレカット材や木材利用振興政策が背景にあると考えられる。

## A31 木材利用の勘定について

大津裕貴<sup>1</sup>・小池浩一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学大学院連合農学研究科・<sup>2</sup>鳥根大学生物資源科学部

製紙・パルプ産業では従来のパルプや紙製品の生産に加え、エネルギー製品や化学製品などを生産することに注目している。これらの技術はバイオリファイナリーと呼ばれ、一部の企業では研究・開発に意欲的な意見が聞かれる。また、FIT制度の開始や木質バイオエネルギーへの期待の高まりから各地で木質バイオマスを利用したエネルギー生産施設が整備され始めている。これらのことから、森林資源の利用においてマテリアルだけでなくエネルギーとしての利用についても合わせて把握することが重要になるのではないかと考えている。しかし、燃料用に利用されている木材の量など既存の統計情報では把握しきれない部分が多くある。これらの情報を把握し整理するためにも、森林資源のマテリアル利用とエネルギー利用を合わせて記録するための何らかの枠組みを検討することは有効ではないかと考えられる。そこで、本報告ではマテリアル/エネルギー勘定について既存の研究を整理することでその表現方法について検討することを目的とする。

## A30 木材の環境情報の伝達と木材輸送距離

藤原 敬<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>一般社団法人ウッドマイルズフォーラム・<sup>2</sup>林業経済研究所

来るべき循環社会の中で再生産可能な木材は重要な役割を果たす可能性をもっており、それに至る過程で、木材の環境負荷と貢献に関する情報を市民社会・最終消費者とサプライチェーン等を通じて共有することが課題である。木材の環境情報は、1) 生産地における森林持続可能性に関するもの、2) 供給過程における生産・輸送にかかる外部への環境負荷の程度に関するものがある。前者については、森林認証制度のサプライチェーン管理、合法性証明のガイドラインなどが提唱され、後者はカーボンフットプリントなどが提唱されてきた。木材の輸送距離を環境負荷の説明変数として利用するウッドマイルズ運動は上記2)のライフサイクル全体の情報のごく一部を対象としたものとしての制約はあるが、他方で1)の情報の信頼性トレーサビリティの効率性にかかわる情報でもあり、重要な役割をもつものと考えられる。木材の需給を巡っては、市場のグローバル化に対して、自給率向上・地域材住宅ブランド化など政策面でのローカル化を推進する動きなどがある。これらふまえた日本の消費木材の輸送距離の推移を推計し、環境評価と政策評価の手法としてのウッドマイルズの可能性を検討する。

## A32 ドイツ、バーデン・ヴュルテンベルク州の森林行政とカルテル問題

石崎涼子

森林総合研究所林業経営・政策研究領域

【背景と目的】ドイツには、州有林管理と私有林や団体有林の管理を一体的に行う統一森林行政の方式を長期にわたって採用してきた州が多い。ドイツ南部のバーデン・ヴュルテンベルク州もその1つである。だが、この森林行政の仕組みは、近年、改革を迫られている。2013年12月、連邦カルテル局は、バーデン・ヴュルテンベルク州における木材販売の仕組みがカルテル法に反するとし、改革を求める決定を下した。本報告では、このカルテル問題に至る議論の経緯と論点を明らかにすることを目的とする。【方法】2014年9月にバーデン・ヴュルテンベルク州で実施したヒアリング調査と関連する資料等を用いて分析した。【結果】2013年末のカルテル法違反判決は、直接的には10年前の製材業者による提訴に始まるが、それ以前から徐々に展開してきた森林行政のあり方を巡る議論等とも関わりがあること、最初の提訴の後、木材共同販売の広がり等の影響を受けながら議論が展開してきたこと、カルテル問題によりドイツの森林行政の仕組みが大きく変わりつつあることなどが明らかとなった。

## C01 連続的な断面積定数を用いたビッターリッヒ法の検討

山田祐亮・吉田城治

日本森林技術協会

ビッターリッヒ法による断面積合計の推定精度について、従来の断面積定数を用いた手法と、連続的な断面積定数を用いた手法を比較した。

「従来の方法」では、断面積定数を4とし、断面積合計を推定した。「連続的な断面積定数を用いた方法」では、視角1~4度の間で0.01度刻みに推定を行い、その平均値を推定断面積合計とした。

精度検証のため、同様の直径分布、位置分布に従う1haの一斉林のモデルを、1万林分作成した。それぞれの林分の中央で、「従来の方法」と「連続的な断面積定数を用いた方法」を用いてビッターリッヒ法により計測すると仮定した。以上の操作を、 $R_y=0.6\sim 0.8$ 程度に相当する複数の平均直径、本数密度の林分で行った。

結果、「連続的な断面積定数を用いた方法」を用いると、正確度は変わらなかったが、精度が向上した。推定断面積合計の期待値は、いずれの手法においてもモデル林分の断面積合計と一致した。一方で標準誤差は「連続的な断面積定数を用いた方法」が比較的低い値を示した。

更に、連続的な断面積定数を用いた方法とベイズ推定を組み合わせることで、調査精度をより高められる可能性がある。

## C03 伐期の長短と木材生産・利用の炭素収支

岩岡正博<sup>1</sup>・山崎広葉<sup>2</sup>・松本 武<sup>1</sup>・藤原まや<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>ナイス株式会社・<sup>3</sup>東京農工大学大学院農学府

本研究の目的は、伐期の長短が、木材のライフサイクルにおける炭素収支に与える影響を明らかにすることである。このために、植栽して育林作業を行い、収穫して木材として利用し、廃棄するまでに樹木が吸収して固定する炭素量と、作業や利用および廃棄に伴って排出される炭素量とを、40年程度の標準伐期齢と、現在長伐期として計画されている80年程度の伐期齢とで推定し比較した。この結果、標準伐期施業では、収穫し木材として利用される材積が少ないため、貯蔵される炭素量も少ないことがわかった。これは、伐期齢においても林木がまだ成長段階にあって、十分な材積に達していないことに起因すると考えられた。一方長伐期施業では、伐期を通じて林木は成長を続けて成熟するため、収穫可能な材積は大きくなり、木材として利用することで貯蔵される炭素量も多くなる。以上より、同一の期間において標準伐期施業を繰り返した場合よりも、長伐期施業を行った場合の方が、炭素収支の面で有利であることが明らかになった。また本結果より、平均成長量を最大にする伐期齢が、炭素収支も最大になることが示唆された。

## C02 スギの成長の地域差—茨城県と富山県における肥大成長フェノロジー—

西園朋広<sup>1</sup>・関子光太郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>富山県農林水産総合技術センター森林研究所

スギの長期的な成長傾向は地域間で異なることが知られている。また、一般に、温帯の樹木では、春から夏にかけて成長は活発であり、秋から冬にかけて成長は低下・停止する。つまり、成長は季節に対応して周期的に変化する(以下、この季節変化を「成長フェノロジー」と記す)。単年の成長の積み重ねが、長期的な成長を形成しているはずだから、成長フェノロジーの地域差が長期的な成長傾向の地域差に大きく影響していると考えられる。この予想を確かめ、両者がどのように結びついているかを理解するには、成長フェノロジーの地域差を把握する必要がある。そのための基礎資料を得るために、本研究では、茨城県と富山県のスギについて、樹幹の肥大成長フェノロジーを調べた。茨城県と富山県内に生育するスギ個体の胸高位置にデンドロメータを装着し、目視計測によって成長フェノロジーデータを得た。各個体について、成長期間の長さ等を算出し、得られた値を地域間で比較した。なお、過去に岩手県と山形県で収集したデータも比較に用いた。本研究の一部ではJSPS 科研費 90353797 の助成を受けた。

## C04 ヒノキ材を用いた建築部材の品質と供給量の現状

上月涼平

東京農業大学大学院農学研究院

ヒノキは、我が国における主要造林樹種であり、建築材などとして利用されてきた。しかしその特徴を活かした利用の検討があまり行われていない。このためヒノキ林の管理方法、伐期、更新など森林経営の展望を見いだすのが困難である。そこで建築材としてのヒノキ利用に注目し、特に素材の取り扱い状況について検討することにした。比較的取り扱う量の多い静岡県を事例として、現状を分析することにした。2014年12月に静岡県森林組合連合会素材市場にてヒノキ材の径級、長級、量などを調査した。

ヒノキ材の取り扱い状況は、節が少ない柱角(10.5cmまたは12cm)を中心とした3m材と母屋角や土台などに利用される4m材が主である。また状況により良質な大径材は4m以上として板材や内装用として出材されている。ヒノキ材の造材は活用が限られているが3m柱材から、様々なものに対応できる4m材のほうにシフトしている。今後は節の多い大径材や細長い小径木などを森林の現状にあわせて活用する方法を検討する必要がある。

## C05 北海道における近年のカラマツ人工林の皆伐は市町村スケールでの資源管理の観点から持続的といえるか？

宮 久史<sup>1</sup>・津田高明<sup>2</sup>・大野泰之<sup>2</sup>・酒井明香<sup>2</sup>

<sup>1</sup>厚真町産業経済課・<sup>2</sup>北海道北海道立総合研究機構林業試験場

厚真町は北海道南部の太平洋側(苫小牧市の東部に隣接)に位置し、森林面積は約 29,000 ha である。町内の一般民有林面積は約 17,000 ha で、その内人工林面積は 7,500 ha 程度となっている。人工林のうち、カラマツ類が 5,800 ha と 77% を占めているが、その内 2,700 ha (47%) は 40 年生以上と、伐期に達している林分の割合が高い。

近年、厚真町では特に一般民有林のカラマツ人工林において、積極的な皆伐が実施されている。皆伐の多くは森林経営計画(以下、計画)に基づき実施されており、年間 80 ha 前後の事業量となっている。計画は無秩序な伐採の防止や伐採後の更新の確保を図ることを目的としているものの、長期的な地域の森林資源管理については、考慮しきれない部分が存在する可能性がある。とりわけ、地域の人工林資源を持続的に管理していく際に重要な、齢級構成の平準化については、計画の中で算出される伐採可能量の考え方だけでは不足する部分があると見込まれる。

以上のことより、本発表では現状の皆伐面積に加え、伐採可能量や齢級構成の推移等を把握、分析した上で、今後の人工林管理の方向性について検討を加える。

## C07 第 6 経理期を完了した置戸照査法試験林 その成果の検証

青柳正英

自営業

【目的】北海道東部置戸町内の置戸照査法試験林(1955 年設定)は、8 年回帰で施業され、2003 年度の第 5 経理期完了時にその成果を本会に報告をした。今回(2013 年)第 6 経理期の完了に際し、新資料を加え既往成果を検証し、試験林設定目的より施業方法を再検討し、北方針広混交林施業の改善指針として提案する。【方法】第 6 経理期の調査結果より、全照査区の直径階別本数分配(回帰)直線の相関関係および同回帰式より林分蓄積算出精度を検討し、既往成果を検証した。また、試験林設定の 3 つの目的を蓄積、伐採量、成長率、枯損量等の推移から分析した。【成果】1. 第 6 経理期は 1) 回帰直線の相関係数は 0.98 と不変で蓄積算定は可能であった。2) 期首蓄積 340 SV/ha 時に最大伐採量 80 SV/ha の達成は、伐採量 52 SV/ha で 1/3 の減少、蓄積は 60 SV/ha の過大であった。3) 年成長率は 3.2% で最大時の 7 割、枯損量は最小時の 5 倍増であった。4) 針葉樹 SV 当量は 0.63 で第 5 期をピークに減少、広葉樹は増加傾向にあった。2. 本試験により、蓄積 340 SV/ha、伐採量 60 SV/ha を維持し、年 9.1 (最大 15) SV/ha と、最大年 6.3 % の驚異的な成長が実証された。

## C06 新しい森林施業計画について—福岡県糸島市の事例—

吉田茂二郎

九州大学大学院農学研究院

戦後の拡大造林によって、日本の森林は資源的には充実したが、一方で手入れ不足の森林が増えている。よって、伐採後に再造林をしない再造林放棄地が日本全国、特に九州管内で数多く発生して問題となっていたが、現在は、幾分収まっているようにみえる。一方で、川下の製材工場の規模拡大、森林計画制度の変更にもなって、これまでの個別的な伐採に加えて、製材業者が組織する伐採業者による伐採だけでは無く、その後の再造林と数年間の下刈り等を含めた新しいタイプの事業提案が始まっている。

今後の森林配置を考えた場合、これからの伐採では、単純にこれまでの人工林をそのまま再造林するのではなく、将来の理想的な森林のあり方・配置を見据えて、効率的でかつ多様な森林管理を実現するゾーニングを行い、それに従って伐採、再造林等の作業を進める必要があると筆者は考えている。そこで、本研究では、福岡県糸島市で現在進行中の大面積の事例を対象に、今回の新しい事業提案の評価ならびにそれが地域に与える影響について明らかにするとともに、地域の地形、自然環境ならびに地域の経済的環境等を考慮したゾーニングに付いて検討した結果を発表する。

## C08 中国地方広葉樹パルプ材伐採後の更新について

佐藤浩朗・米 康充・高橋絵里奈・小池浩一郎

島根大学生物資源科学部

チップ・パルプ材需要の増加で島根県内における広葉樹林の皆伐が増えてきており、皆伐面積は大規模なものになっている。島根県はかつて西の横綱と呼ばれるほどの炭の生産地であり、広葉樹林は炭生産を行うための薪炭林として機能していた。薪炭林作業では皆伐後に、下刈りや芽かき、必要に応じて補植などの作業を行って更新をしていたが、その後エネルギー革命などの影響により炭生産は衰退し広葉樹林は放置されている。現在、そのような状態の広葉樹林を業者が皆伐しチップ・パルプ材を供給している。しかし、皆伐後に広葉樹林内で作業をする業者は非常に少なく、天然更新に期待しているのが現状である。そのため、笹の侵入などにより更新不良となる場所も出てきた。このような状況が増えてしまえば、今後優良樹種を確保することが困難になってしまうため、皆伐後の広葉樹林にも手を加える必要があるのではないかと考えた。そこで過去に広葉樹林で行われていた作業から、現代の皆伐後の広葉樹林に生かすことのできる作業があるのではないかと考えた。しかし、過去の作業はほとんど現代に継承されていないため町誌等の古い文献に記載された更新補助技術の調査を行った。

## C09 航空機 LiDAR を用いた森林減少・劣化の把握方法

大野勝正<sup>1</sup>・佐野滝雄<sup>1</sup>・溝上展也<sup>2</sup>・太田徹志<sup>2</sup>・加治佐剛<sup>3</sup>・鷹尾元<sup>4</sup>・平田泰雅<sup>4</sup>

<sup>1</sup>アジア航測株式会社・<sup>2</sup>九州大学・<sup>3</sup>鹿児島大学・<sup>4</sup>森林総合研究所

## C10 LiDAR データと Fusion/LDV による小班単位での資源解析

塩田廣美

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

近年、航空機 LiDAR を用いた森林構造の解析が行われており、広範囲な森林の資源把握に活用されている。この研究では、国有林の LiDAR データと、米国農務省森林局が開発した森林資源解析用の FUSION/LDV ソフトウェアを用いて樹高・樹冠底高・樹冠幅解析を行うと共に、GIS を用いて地理情報として解析の手法を検討した。

このソフトウェアでは、データ作成や解析の際にパラメータ (Switches) を利用した詳細設定の組み合わせが可能で森林特性に合わせた解析が行えるが、どの組み合わせが最適なのかは森林特性等で変化することがある。調査場所として京都市東部に位置するヒノキ・スギが優占する南禅寺山・大日山国有林を選び、毎木・プロット調査とソフトウェアの出力データ比較を行い、データの精度やばらつきの程度を検証するとともに、パラメータの組み合わせで、出力されたデータの精度・ばらつきがどの程度変化するかを検証した。

検証の結果、樹高値についてはばらつきがあるものの比較的精度は高かったが、樹冠底高と樹冠幅については精度・ばらつきとも大きい。またパラメータの組み合わせでも出力されるデータ量には多少の違いが認められた。

## C11 衛星ライダーを利用したボルネオ島の森林バイオマスの評価

林 真智<sup>1</sup>・平春<sup>1</sup>・三枝信子<sup>1</sup>・山形与志樹<sup>1</sup>・平野高司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国立環境研究所・<sup>2</sup>北海道大学農学部

衛星ライダーは、広域を対象として樹高や森林バイオマスを高精度に計測する能力を持つため注目されている。そこで、急速に森林減少が進んでおり REDD+ の対象などとして関心を集めるボルネオ島を対象として、衛星ライダー (ICESat/GLAS) を森林バイオマスの評価に応用し、その利用可能性を明らかにした。まず、GLAS の観測位置と一致する 37 地点においてビッターリッヒ法により地上バイオマスを計測し、そのデータを教師データとすることで、GLAS の波形パラメータから地上バイオマスを推定する経験式を構築した。交差検証の結果、推定モデルの精度は  $32.1 \text{ Mg ha}^{-1}$  であった。推定モデルを、ボルネオ島を観測した 127,862 点の GLAS データに適用した。その結果、ボルネオ島における地上バイオマスの平均値は  $183.1 \text{ Mg ha}^{-1}$  であることや、森林タイプ別に見ると、常緑広葉樹林はマングローブ林や灌木帯の 2 倍近い地上バイオマスを有すること、全島における総量は  $9.81 \text{ Gt}$  であることが明らかになった。さらに、MODIS 衛星画像などを利用した wall-to-wall 地図の構築もおこなった。本研究により、衛星ライダーを利用した森林資源計測技術の有効性が示された。

## C12 波形記録式航空機 LiDAR による林相区分への応用可能性の検討

萩原晟也<sup>1,2</sup>・山本一清<sup>1,2</sup>・吉田夏樹<sup>3</sup>・都竹正志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>科学技術振興機構 CREST・<sup>3</sup>中日本航空株式会社

[目的] 前報では、2008 年に観測された波形記録式航空機 LiDAR のデータを用い、距離補正した反射強度を指標に利用することで、比較的高精度で樹種分類が可能であることを示した。今回は、樹種分類に利用する指標および精度についても、より詳細に検討するとともに、オブジェクトベース分類手法の適用可能性についても検討することを目的とする。[方法] 名古屋大学大学院生命農学研究科附属フィールド科学教育研究センター稲武フィールドを対象地とした。LiDAR データは 2014 年 7 月に観測され、パルス密度は約  $25 \text{ 点/m}^2$  である。対象地を  $20 \text{ m}$  間隔の格子に分割し、植生図と航空写真をもとに樹種を判定した。前報で示した指標に加え、新たな指標を加えて植生分類を行い、その分類精度により指標の有効性を検討した。また、LiDAR データをラスタ化し、eCognition5.0 (Definiens 社製) でスケールパラメータを変えて Segmentation を行い、林相区分及び植生分類への応用手法について検討した。[結果] 広葉樹、スギ、ヒノキ、カラマツ間の分類精度は、今回新たに加えた指標によりやや上昇した。当日は、オブジェクトベース分類手法を用いた場合の結果との比較も行う予定である。



### C13 大東諸島における航空機 LiDAR を用いたピロウ生育実態の把握

佐野滝雄<sup>1</sup>・大野勝正<sup>1</sup>・染矢 貴<sup>1</sup>・久保田七海<sup>1</sup>・阪口法明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>アジア航測株式会社・<sup>2</sup>環境省那覇自然環境事務所

沖縄本島の東方約 350 km に位置する南大東島および北大東島は、誕生以来一度も大陸と接したことがない海洋島であり、環境省レッドリストで絶滅危惧 IA 類に掲載されているダイトウオオコウモリなど多くの希少鳥獣が生息していることから、全域が国の鳥獣保護区に指定されている。両島はかつて、島の固有種であるダイトウピロウに広く覆われていたことが写真等の記録から確認できるが、現在では耕作地への転換が進み、希少鳥獣の生息環境として重要なピロウが優占する森林は著しく減少している。このため、環境省が行う国指定大東諸島鳥獣保護区保全事業の一環として、ピロウをはじめとした森林の全容把握のため、航空機 LiDAR を用いた調査を実施した。計測データより樹種ごとに異なる林冠部の表層形状が再現され、島内全域の森林タイプを詳細に区分することができた。さらに、林内の階層構造の多様度についても定量的な分析結果が得られた。これらの情報を現地の毎木調査で取得した下層植生も含めた生育データと照合することで、ピロウ林の再生に向けた可能性が示された。

### C15 地上レーザーを用いた熱帯林におけるバイオマス測定

蝦名益仁<sup>1</sup>・加藤 顕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>千葉大学園芸学部・<sup>2</sup>千葉大学大学院園芸学研究所

[目的] 熱帯林を保護するためには正確なバイオマス量を簡易に測定する手法を確立する必要がある。これまでの衛星リモートセンシングデータから得られるデータは、樹冠を覆う高木の分布しか把握できなかった。本研究では地上レーザーによる林内の三次元データを用いることで、高木と中低木とバイオマス量の関係を明らかにし、少ないセンサー設置箇所数でバイオマス量の測定を目指す。[方法] オーストラリア北東部にあるオーストラリア連邦科学産業研究機構 (CSIRO) 所有の Robson Creek (500 m×500 m) を対象地とした。25 ha の方形区のうち 1 ha 毎に方形区を中心に半径 10 m のプロットを設定した。各プロット内で二ヶ所センサーを設置し、解析したデータは毎木調査したデータと照らし合わせ、樹高と胸高直径の計測精度を検証した。[結果] 既知の毎木のデータより 25 ha の方形区内の高木の密度を求めた。25 ha 方形区内の高木の密度と実際に測定するプロットの高木の密度を近づけることで誤差の少ない単位面積当たりのバイオマス量を測定することができた。また、地上レーザーを用いた高木の胸高直径の計測は少ない誤差で測定することができた。

### C14 樹種間における航空機 LiDAR レーザ透過率と森林パラメータ間の関係比較

藤田裕史<sup>1</sup>・山本一清<sup>2</sup>・都竹正志<sup>3</sup>・吉田夏樹<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所・<sup>3</sup>中日本航空株式会社

林内相対照度 (RI) は森林管理における間伐指針等の重要な管理指標である。これまでに、我々は航空機 LiDAR 観測データにおける全レーザーパルスに占める地面に到達したレーザーパルスの割合であるレーザー透過率 (LPI) が、日本の山岳地域ヒノキ人工林において RI と高い相関関係にあることを明らかにした。本研究では、スギ人工林とヒノキ人工林において、RI に加え収量比数 (Ry)・胸高断面積合計 (BA) について LPI との関係及び樹種間で LPI と指標との関係性の差異を愛知県及び三重県における航空機 LiDAR 観測データ及び現地調査結果により比較検討した。その結果、総じて LPI と林内光環境指標間の相関性は既報よりも低かったが、その中でもスギはヒノキと比較して相関性が低い傾向が見られた。

### C16 UAV-SfM と地上レーザーを用いた森林構造の把握

加藤 顕<sup>1,2</sup>・小花和宏之<sup>2</sup>・早川裕弐<sup>3</sup>

<sup>1</sup>千葉大学大学院園芸学研究所・<sup>2</sup>千葉大学環境リモートセンシング研究センター・<sup>3</sup>東京大学空間情報科学研究センター

[目的] REDD+ 等の環境政策で、正確な現地調査データを得ることは難しい。現地作業員の計測技術のレベルにより計測誤差が生じ、信頼できるデータとして扱えないことがある。より正確な樹木データを得るために、可搬性が高い地上レーザー scanner と、無人飛行機 (UAV) を導入し、3次元データを取得する。さらに、得られた3次元データから正確な樹木計測ができる手法を確立する。[方法] 本研究で使用した UAV は Phantom 2 (DJI 社製) であり、UAV にカメラと GPS を搭載し、空撮を行った。写真画像だけから3次元データを作成できる Structure from Motion (SfM) の技術を用い、空撮画像から3次元データを取得した。同じ場所で地上レーザーによる3次元データも取得し、2つのデータを融合した。[結果] 融合した3次元データから、胸高直径の計測誤差を 2 cm 以内、樹高計測の誤差を 50 cm 以内で計測できた。UAV による3次元データは、航空機レーザーよりもデータ量が多く、地上レーザーよりはデータ量が少ないことがわかった。本研究によって世界どこでも3次元データを入手し、正確な樹木計測ができるようになった。

## C17 小型 UAV による空撮と SfM を用いた樹高計測

田村太吉<sup>1</sup>・加藤 颯<sup>2</sup>・小花和宏<sup>3</sup>・吉田俊也<sup>4</sup>

<sup>1</sup>千葉大学園芸学部・<sup>2</sup>千葉大学大学院園芸学研究所・<sup>3</sup>千葉大学環境リモートセンシング研究センター・<sup>4</sup>北海道大学大学院環境科学科

【目的】写真画像から3次元データを作成する Structure from Motion (SfM) という手法が注目されている。SfM は写真測量の一種であり、地形学や考古学の分野で活用され始めているが、森林に用いられた例はまだ少ない。本研究では、森林の3次元データの取得にデジタルカメラを搭載した小型 UAV による空撮画像と SfM を用いた。樹種の違い、紅葉・落葉などの季節変化、地形が樹高計測に与える影響について検討し、レーザー測量に比べて低コストかつ簡便な調査手法としての確立を目指す。【方法】北海道大学雨龍研究林において比較的平坦な場所の落葉広葉樹林と斜面にある針広混交林の2か所で9月上旬(落葉前)、10月上旬(紅葉時期)、10月下旬(落葉後)の計3回 UAV による空撮を行った。Photoscan (Agisoft 社) を用いて空撮画像から3次元モデル、Digital Surface Model (DSM)、Digital Terrain Model (DTM)、Digital Canopy Model (DCM) を作成した。DCM から樹頂点を抽出し、現地調査で得られた実測値と比較した。【結果】季節変化が樹高計測に影響しており、落葉前において SfM では RMSE (平均二乗誤差) が落葉樹は 1.40m、針葉樹は 1.48m の精度で樹高を計測できることがわかった。

## C19 温暖化による落葉広葉樹林の開葉日の変化—モデリングと予測結果

栗屋善雄

岐阜大学流域圏科学研究センター

Terra 衛星 MODIS の正規化植生指数 (NDVI) を用いて判定した落葉樹の開葉日と、2007 年に岐阜県大八賀川流域で計測した日平均気温を利用して、開葉と気温の関係を解析し、開葉予測モデルを作成した。開葉日の NDVI による判定結果、予測モデルによる予測結果、既存の積算気温モデル (シラカンバ、ダケカンバ) による予測結果と標高との関係を比較した。その結果、MODIS-NDVI の結果は積算気温モデルのシラカンバとダケカンバで予測した範囲に収まり、開葉予測モデルの予測結果は MODIS-NDVI の結果やシラカンバとダケカンバの中庸で、開葉予測モデルは妥当と判断された。

全球気候モデル MIROC で温暖化 A1B シナリオによりシミュレーションした日平均気温と開葉予測モデルを利用して、1990 年代、2040 年代、2090 年代の開葉日を予測した。岐阜地方で開葉は 50 年後に 14 日、100 年後に 28 日ほど早まり、標高が低いほど早期化が著しいと予測された。日本列島では北海道のオホーツク海沿岸で開葉の早期化がもっとも進み、100 年後に 40 日ほど早まると予測された。本研究は農水省委託の気候変動プロジェクトで実施した。

## C18 マルチコプター撮影と地上撮影のビデオ画像を組み合わせた森林計測

米 康充<sup>1</sup>・西村拓哉<sup>1</sup>・小熊宏之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>島根大学生物資源科学部・<sup>2</sup>国立環境研究所環境計測研究センター

手軽で効率的な森林計測は、森林学にとって長らくの課題である。近年 UAV、マルチコプターといった、いわゆるラジコンヘリが普及してきており、測量や森林計測に利用されつつある。林分レベルの範囲を手軽に簡単に撮影でき、また SfM と呼ばれる写真測量技術の発展と共に、森林の 3D モデル化も可能となってきた。ところで、マルチコプターと写真を用いた計測では、森林の上部から撮影するため、内部構造がわからないという課題がある。そこで、本研究では、マルチコプターによる計測と手持ちビデオカメラによる地上からの計測を組み合わせることで、樹高と胸高直径の計測を行うことを目的とした。

実験では、まず地上に3点の測量ポールを設置し、それぞれの公共測量座標をあらかじめ計測した。マルチコプター撮影、手持ちビデオカメラ共に、先の測量ポールが写る様に撮影を実施した。それぞれの画像を標定し、写真測量を行うことで、3次元の点群データを抽出した。抽出した点群データから、ローカルマキシマム法および円柱近似を行うことで、樹高と胸高直径を求めた。

## C20 Individual crown detection of tropical forest : Object-based image analysis approach using small-format aerial photographs

V.C. WONG<sup>1,2</sup>・Satoshi TSUYUKI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学・<sup>2</sup>Universiti Malaysia Sabah Faculty of Science and Natural Resources

Aerial photographs with very high resolution (i.e. tens of centimeters) provide highly detailed information for forest characterization such as tree crown delineation, species identification and gap detection. In this study, we attempted individual tree crown delineation using object-based image analysis approach for tropical montane forest located in Northern Borneo. We used small-format aerial photographs with approximate spatial resolution of 10 cm acquired using standard commercial digital single lens reflex camera (Canon 1D Mark III). Digital ortho-photo and digital elevation model (DEM) were generated by Agisoft PhotoScan Pro version 1.0.3. and were used for tree crown detection using multiresolution segmentation algorithm in Definiens eCognition version 8 software. Accuracy assessment was then performed both using visual interpretation and ground data. The crown detection result was found to be superior in forest type with higher heterogeneity of species and larger crown size.

## C21 Radiometric normalization methodology for regional forest area estimation in Paraguay using multi-date satellite dataset

Vega Isuhuaylas, Luis

森林総合研究所温暖化対応推進拠点

Forest mapping is vital for any MRV (Measurement, Reporting and Verification) system for forest carbon monitoring for a REDD+ action, and it depends in reliable methods of remote sensing data pre-processing. This poster shows a method of high resolution satellite data normalization focused in forest areas for optimum data consistency in order to produce mosaics for forest mapping for the Humid Chaco ecoregion (Paraguay). I calculated a local value of maximum RMSE (MRMSE) in forest sample areas randomly selected from paired data from a reference scene and target normalized scenes under no effect of seasonality or flooding. This value of maximum error was used it to evaluate the normalization results in forest areas of other overlapping scenes within the same ecoregion. As a result, in subsequent normalization analyses with multi-date satellite data, values of RMSE lower than the MRMSE value resulted in clear mosaics for land use classification and forest mapping.

## C23 小型のデジタルステレオカメラによる胸高直径の測定精度

細田和男・高橋正義・西園朋広・齋藤英樹

森林総合研究所

森林調査の省力化を目的として、市販の小型デジタルステレオカメラの利用可能性を検討している。その手はじめとして、本発表では胸高直径の測定精度について報告する。使用したカメラは富士フィルムの「FinePix REAL 3D W3 M (3D 計測専用モデル)」で、本体重量は 250 g、基線長は 75 mm である。ステレオ写真からの三次元点群の生成や画面上での計測を行うために、同カメラ専用の PC ソフトである (株)アルモニコス (浜松市) の「撮測 3D Ver.2013.3」を使用した。感度や画質などの設定は、カメラ本体およびソフトの説明書にある必須および推奨条件にしたがった。また、ソフトで点群を生成する際の各種パラメータは、すべてデフォルトのまま実行した。2014 年 12 月に、胸高直径の範囲が 11~51 cm、69 年生のスギ人工林においてテスト撮影を行った。デフォルトの点群生成範囲であるカメラから 10 m までの範囲に、3~5 本の立木が写り込むことを目安として構図を決定した。撮影地は固定試験地であり、各立木の胸高が白色ペンキでマーキングされている。マーキング位置における幹の幅を PC 画面上でクリックして計測し、実測の胸高直径を真値として精度を評価した。

## C22 3次元計測カメラによる土場での原木材積計測技術の開発

星川健史・渡井 純・池田潔彦

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

国産針葉樹材の用途が多様化する中、全国的に山土場や中間土場から工場への直送が試みられているが、山土場や中間土場で検尺を行わなければならない、人員不足やコスト上昇が課題となっている。そこで本研究では、検尺を自動化するためにコンパクト 3D カメラを用いた原木材積計測システムを開発した。

プログラムの構成は、画像からの 3 次元座標の取得、Hough 円変換を利用した木口の認識、Hough 円変換の前処理としての色相抽出及びグレースケール変換、認識された木口の 3 次元座標からの直径計算及び集計である。

開発した原木材積計測プログラムを用いて、様々な撮影条件下で撮影した原木の画像の材積計測を行い、原木の認識率を高めるのに適した画像処理手法及び撮影条件の検討を行った。原木 40~50 本を用いた場合、良好な撮影条件下では認識率 95% を示した。撮影条件ごとには、距離が遠いほど認識率が低くなり、日陰等の木口面が暗い画像では認識率が著しく低下することがわかった。木口面が暗い場合は、前処理として HSV 色空間から色相を抽出し RGB 色空間の R (赤) を抽出することで、認識率の低下が抑えられた。

## C24 Spatial and Temporal Patterns of Tropical Forest Landscape Prioritization for Conservation Planning in Indonesia

Raharjo, Beni<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>広島大学大学院国際協力研究科・<sup>2</sup>Forestry Service of South Kalimantan Province Forest Management

This study assess the spatial and temporal patterns of area prioritization in a Forest Management Unit (FMU). A prioritization framework was developed using a GIS-based multi-criteria analysis to accommodate the main conservation tasks of biodiversity preservation and forest rehabilitation. The spatial and temporal change of the resultant priority area was assessed in the periods of 1993–2003 and 2003–2013 in Sultan Adam Forest Park as the study site. The preservation priority area changed with the agreements of 0.41 and 0.68, while the rehabilitation prioritization area changed with 0.58 and 0.703. The optimum proportion of 14% and 30% was proposed for preservation priority area, meanwhile 10% and 17% were proposed for rehabilitation priority area. A conservation zonation was proposed to adjust the current zonation within the park.

## C25 DESIGNING CONSERVATION PRIORITY AREAS BASED ON ELEVATION GRADIENTS IN THE SUBTROPICAL FOREST OF OKINAWA ISLAND

NOOR JEMALI<sup>1</sup>・芝 正己<sup>2</sup>・AZITA ZAWAWI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>鹿児島大学大学院連合農学研究科・<sup>2</sup>琉球大学農学部

Elevation has a complex influence in selecting potential forest area for conservation. It includes quantity area occupied and site quality factors. The study sought to identify priority conservation areas based on elevation gradients in the subtropical forest of Okinawa Island. The digital terrain data was adopted to analyse the availability sites for prospective conservation areas. Different elevation levels range from 50 to 350m was overlaid with forestland owner boundary data, vegetation and accessible forest road. Result showed that potential conservation areas decreased with an increase of elevation. Forest with continuous covers featured a high value area for conservation. After considering the influence of the qualitative factors for site selection, it was suggested that the middle-peak elevation region in the Yambaru forest is a priority area for protection and conservation sites.

## C27 林分団地化を考慮した施業計画の策定

奈良和正・龍原 哲

東京大学大学院農学生命科学研究科

【背景と目的】効率的な素材生産を考慮する際、林分団地化による施業の集約化は有効である。しかし、どの林分から団地を構成し、いつ施業を行えばよいかを計画するのは困難である。そこで本研究では、多数ある小班から団地を構成し、施業計画を立案した。また、団地化をしない場合の計画と比べ、素材生産量の水準や選択される林分の特徴などにどのような差異が生じるかを調べた。

【手法】新潟県村上市旧山北町の一地域における私有スギ人工林を対象にした。作業システムは聞き取り調査により、チェーンソーでの伐倒、架線での全幹集材、チェーンソーでの造材と想定した。まず、ArcGISを用いて、対象森林における小班の隣接行列を取得し、全ての林分を基準とした団地候補を形成した。次に、それぞれの団地候補について計画期間で最大の素材生産量を発揮できる分期毎の施業を決定した。最後に、0-1 整数計画法を用いて、計画期間における素材生産量の水準の最大化を目的関数とし、計画期間における団地候補の選択をした。この際、小班が重複するような団地候補の選択を排除するために、隣接制約を加えた。

## C26 施業シミュレーションシステムを用いた施業方法の多面的比較

光田 靖<sup>1</sup>・北原文章<sup>2</sup>・垂水亜紀<sup>2</sup>・佐藤重穂<sup>2</sup>・宮本和樹<sup>2</sup>・酒井敦<sup>2</sup>・酒井寿夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所

戦後に植林された人工林が成熟し、これから本格的な主伐の時期を迎えようとしている。今後、主伐へ向けてこれからどのように山づくりを行っていくのか、指針を示すことが求められている。本報告においては、林分の成長と伐採・搬出コストをシミュレーションするモデルを利用して、どのような山づくりの方法がありえるのかを検討する。今回は短伐期皆伐施業（50年伐期）と長伐期皆伐施業（100年伐期）を比較の対象として、100年間で得られる収益の最大化を図るように、間伐強度および方法を最適化した。一方で、林業生産性のみを追求すると災害に対して脆弱であったり、多面的機能を大きく損なったりする可能性がある。よって、モデルによって推定される林分密度や林床光環境の時系列変化を指標としてそれぞれの施業方法を評価した。短伐期および長伐期施業ともに強度の上層間伐を長間隔で行う方式が最適となった。一方で、強度の上層間伐は大きな林冠ギャップを生じさせる、間伐間隔が長いため林床光環境が悪化するという欠点も明らかとなった。

## C28 福島県只見町叶津集落における国有林計画史料を用いた森林利用履歴の把握

宮本麻子・松浦俊也・佐野真琴

森林総合研究所

森林計画史料は作成された当時の森林に関する自然立地および社会的な情報を持ち合わせている。本研究はこのような性質もつ森林計画史料から森林景観やその変化要因に関する情報がどの程度得られるか、景観史研究への有用性を明らかにすることを目的としている。その一環として、ここでは、福島県南会津郡の国有林奥会津森林計画区に位置する叶津区を対象として経年的な森林計画書及び附属林相図から林相、過去のゾーニング、地域住民利用の林分配置等に関する情報を収集し、森林利用変遷の特徴を捉えた。その結果、文献情報や聞き取り調査からは把握することが困難であった空間的な森林利用履歴の把握、既往文献情報との重ね合わせによる地域住民の森林利用情報の詳細化が可能となり、各種情報を得られる森林計画は景観史研究に有用な史料となりうると推察された。本研究はJSPS 科研費 24501300 の助成を受け実施した。

## D01 曲げ特性を用いたクロマツ立木の変形と破壊の経時変化シミュレーション

南光一樹<sup>1</sup>・鈴木 寛<sup>1</sup>・野口宏典<sup>1</sup>・萩野裕章<sup>1</sup>・小倉 晃<sup>2</sup>・石田洋二<sup>2</sup>・松元 浩<sup>2</sup>・滝本裕美<sup>2</sup>・坂本知己<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所気象環境研究領域・<sup>2</sup>石川県農林総合研究センター林業試験場・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所

風・津波・雪崩に対し森林はその流体力の軽減機能を発揮する一方、極端な風・津波・雪崩では樹木は破壊され林業被害や災害拡大を招く。それらの相互的な現象を力学的に解明するためには、流体に対する樹木挙動のシミュレーションが有効である。本研究では、経時的な流速変化に伴うクロマツ立木の変形と破壊について動力的な再現を試みた。再現に必要な樹木の曲げ特性を得るために、石川県加賀海岸国有林にて6本のクロマツ立木の引き倒し試験を実施し、根返り抵抗回転モーメントを得た。また引き倒した立木から採取した幹15本、根8本の玉切り供試体の三点曲げ破壊試験を実施し、曲げヤング係数と曲げ強度を得た。シミュレーションでは、クロマツ立木を長さ0.1mの円柱セグメントの集合体としてモデル化し、流体荷重から各セグメント接点にかかる回転モーメントを算出し、多自由度の振動方程式を解くことで経時変化する流速に対応した樹木動揺を再現した。接点にかかる内部応力を逐次計算し、幹折れ及び根返りが起きる流速条件を求めた。発表においては、樹木変形を考慮する場合と考慮しない場合の幹折れ及び根返り条件の差異について検討する。

## D03 スギ若齢個体の直径成長と伸長成長の季節変化

齊藤哲・川崎達郎・壁谷大介・飛田博順・田中憲蔵・右田千春・梶本卓也

森林総合研究所

樹木の形状比(樹高/胸高直径)は木材生産における形質だけでなく、気象害の受けやすさにも関係する重要な指標のひとつである。形状比は直径成長と樹高成長のバランスによって変化する。本研究はその直径と樹高の成長パターンの差異を明らかにすることを目的とする。調査対象は19年生スギ若齢林のなかの8個体とした。胸高直径はデンドロメーター、樹高は林冠に到達できる鉄塔を利用し、2013年1月から2014年12月までの2年間測定した。平均成長量(±標準偏差)は直径2.0(±1.0)mm/年、樹高47.0(±14.9)cm/年であった。形状比平均値は2年間で77.2から81.7に増加した。2014年の直径は3月下旬に成長を開始し5月上旬にピークとなり7月上旬でほぼ止まった。一方、樹高は5月中旬から伸長が始まり、6月中旬にピークとなりその後漸減し9月中旬でほぼ止まった。本調査期間では直径、伸長とも明確な秋季の成長はみられなかった。直径、伸長成長と初夏にピークがある季節変化を示したが、直径成長が伸長成長より約1ヶ月先行していた。19年生時の形状比は、年間では大きくなるが季節で変動した。

## D02 中国庫布其沙漠に植栽されている小葉楊の成長におよぼす埋砂の影響

山本福壽<sup>1</sup>・藤原佳奈<sup>1</sup>・谷口武士<sup>2</sup>・毛 惠平<sup>3</sup>・山中典和<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>鳥取大学乾燥地研究センター・<sup>3</sup>内蒙古大学生命科学学院

中国の内モン自治区、オルドス(鄂爾多斯)地方に分布するクブチ(庫布其)砂漠に植栽されている小葉楊(*Populus simonii*)の成長におよぼす埋砂環境の影響について調査研究を行った。今回の現地調査は、2014年8月26日から5日間、クブチ砂漠の北緯40度18分20.1秒、東経109度41分46~48秒の移動砂丘地に列状植栽されている約5年生の小葉楊20本を対象とした。地形と砂移動方向との関係により、10本は地上部が砂に深く埋もれた埋砂環境、10本は地上部の砂が吹き払われて根株や根系が裸出した退砂環境に置かれていた。埋砂環境に置かれた個体は、埋砂した枝に不定根が形成され、伏条更新状態となっていた。一方、退砂環境にある個体では放射状に展開している水平根から多数の根萌芽の発生が認められ、面的な個体数の増加が確認された。これらの結果から、埋砂環境は個体の成長促進と伏条更新による個体数の増加に、また退砂環境は根萌芽の発生による面的な分布域の拡大に寄与していることがわかった。

## D04 ニホンジカの生息密度が林道脇植生に及ぼす影響

酒井 敦<sup>1</sup>・深田英久<sup>2</sup>・渡辺直史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>高知県高知県立森林技術センター

全国的にニホンジカの分布域が広がっている中、拡大造林期に植林した人工林が主伐期を迎えている。林齢構成の平準化し、持続的な木材生産を確保するために、シカの生息域でも確実に皆伐・再造林を行うことが求められている。林道脇の植生からシカの生息密度を判定するため、植生の多様性とシカの生息密度の関係を求めた。高知県が実施しているシカ生息密度モニタリングサイト110か所のうち39か所を選定した。糞粒調査によるシカの生息密度は0~68頭/km<sup>2</sup>である。9月~10月にかけて面積4m<sup>2</sup>の植生調査コードラートを1サイトにつき6個設置し、種ごとに植生高、植被面積を調査した。コードラート当たりの種数は10から61の間で、平均30.7種だったが、シカの生息密度との相関はなかった。シャノン・ウィナーの多様性指数H'を計算したところ、サイトのH'の平均値は1.96から3.61の間であり、シカの生息密度と負の相関関係が見られた。これはシカの生息密度が上がるにつれて特定の植物(シカの忌避植物)が優占し、多様性が低くなることを示している。忌避植物としてはイワヒメワラビ、ヒメワラビ、マツカゼソウ、タケニグサ、アケボノソウ、レモンエゴマなどがあつた。

## D05 樹冠測定具「天望鏡（てんぼうきょう）」の測定精度の検討

高橋絵里奈<sup>1</sup>・高橋さやか<sup>2</sup>・竹内典之<sup>3</sup>

<sup>1</sup>島根大学生物資源科学部・<sup>2</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>元京都大学フィールド科学教育研究センター

樹冠投影図を描いたり、個体の枝張りを測定したりする際に、航空写真法や林内での目測などの方法が用いられてきた。しかし、これらの方法の測定精度は10cm程度であり、森林内で枝先の鉛直下を正確に特定することは難しい。そこで、林内で枝先の鉛直下を決定するための樹冠測定具「天望鏡（てんぼうきょう）」を開発した。天望鏡は、円筒と糸で構成した十字線、おもり、手鏡、赤白ボールで構成される測定具で、おもりを利用して、枝先の鉛直下を決定する測定具である。天望鏡の測定精度を検証するために、建物の2階から5階に設置された渡り廊下を利用して上空に目標を設置し、上空では壁から目標まで、地上では壁から天望鏡を利用して決定した目標の鉛直下までの距離を同時に測定した。4.07m、8.30m、12.50m、16.70mの高さでの測定値と地上での計測値を比較したところ、測定精度は高さが高くなるにつれて1.1cmから2.9cmと下がる傾向があり、正確度は4.2cmから0.4cmと上がる傾向があった。以上の結果から、天望鏡を用いればこれまでの方法より正確に枝先の鉛直下を決定できることが明らかとなった。

## D07 天然生木曾ヒノキの成長はいかに遅いか — 赤沢天然生ヒノキ林の約60年間の成長経過—

九島宏道<sup>1</sup>・杉田久志<sup>2</sup>・酒井 武<sup>3</sup>・齋藤智之<sup>4</sup>・今村正之<sup>5</sup>・高橋正義<sup>6</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>3</sup>森林総合研究所森林植生研究領域・<sup>4</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>5</sup>林野庁中部森林管理局木曽森林管理署・<sup>6</sup>森林総合研究所森林管理研究領域

## D06 中部地方のスギ高齢人工林の林分構造

横井秀一<sup>1</sup>・三村晴彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜県岐阜県立森林文化アカデミー・<sup>2</sup>林野庁中部森林管理局森林技術・支援センター

【目的】人工林の長伐期施業を進める上で、伐期に想定されるような林齢の現存林分の構造から施業に結びつく情報を得ることは有意義である。本研究の目的は、高齢スギ人工林の構成個体の径級と他の因子との関係を明らかにし、施業に結びつくヒントを得ることである。【方法】岐阜県・愛知県・富山県で、80～117年生のスギ人工林33林分を調査した。調査区(0.1ha程度)を設置し、区内の立木(DBH $\geq$ 10cm)の胸高直径・樹高・枝下高・樹冠幅を測定した。樹高から枝下高を引いた値を樹冠長とした。解析に当たり、本数密度と林分材積はスギ以外の樹種を含め、胸高直径などの平均値はスギだけで計算した。【結果】調査林分は、本数密度169～1067本/ha、平均樹高19.1～35.9m、平均胸高直径23.5～68.6cmであり、それらの値は調査地により大きく異なった。林齢と本数密度や平均胸高直径には、関係がみられなかった。平均胸高直径は、本数密度と負の、平均樹高・平均樹冠長・平均樹冠幅と正の相関がみられた。平均胸高直径を応答変数、林齢・平均個体間距離・地位指数を説明変数とする重回帰分析で、重決定係数0.84を得た。

## D08 琵琶湖湖西の低標高域で観察されたヒノキ天然生林の成立経過について

大住克博

鳥取大学農学部

琵琶湖西岸で観察されるヒノキ天然生林は、かつて近畿地方低山域に多く生育していたと考えられる同種が、現在でも分布の潜在的可能性を持っている証左として注目される。そのような林分の構造と成長過程を調査した。対象林分は一斉人工林と見分けがつかないが、所有者から天然生林であるという証言を得ている。調査区の生立木(dbh $>$ 3cm)は約1800本/ha、胸高断面積合計は57m<sup>2</sup>/haであった。ヒノキはそれぞれの73%、99%を占めた。調査区内には伐り株や小径の枯立木が多数存在した。ヒノキの隣接同種個体までの距離は、枯立木や伐り株を含めるとほぼランダム分布となり、ごく短い場合も多いことから、更新が植栽に依らないことが示唆された。一方生立木のみでは、規則分布に近づいていた。間伐により個体間距離が調節されたためであろう。伐り株により年輪を解析したところ、概ね70年生前後であり、戦時期に更新したことが読み取れた。また多くは中心部の年輪が極めて密で、初期に成長が停滞したことが認められたが、これは初期にはアカマツが優占していたという所有者の証言に合致した。以上の結果は、当地域で人工林に類似したヒノキ天然生林が成立し得たことを示している。

D09 今須への道/ 葉分布は単木択伐人工林への誘導を  
実行可能でないと言っている？

水永博己<sup>1</sup>・大洞智宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>岐阜県森林研究所

岐阜県今須地方などでは、小面積の集約的な持続的森林経営の一例として単木択伐人工林施業が行われてきた。現在では、原木販売形態の変化によって主伐が抑制され従来の林分構造が変質し、この経営方法の持続可能性を疑問視する報告がなされている。しかし、全国的に10 齢級以上の森林が半分近くになり、「更新」を考えなければならぬ今日、皆伐-更新の低コスト化とともに、対極の単木択伐のオプションも用意して更新手段の多様化を維持することは価値がある。すなわち皆伐更新と同様に主伐の実行を前提に単木択伐更新を議論する意味はあるだろう。単層人工林を単木択伐型に移行することは不可能だろうか？本発表ではこの問題について、葉分布構造をもとに議論する。

今須択伐林で、3D レーザースキャンにより複層状態の三次元葉分布構造を明らかにし、下木の成長・生存との関係を解析し、単木択伐人工林の葉分布の構造と影響を報告する。また96年生のヒノキ単層林の毎木調査データから林冠構造を再現し、複数の単木択伐林移行へのシナリオごとに、林冠動態を予測して、求める林分構造の実現が可能かどうか評価する。

葉分布から見た「今須への道」は険しいのだろうか？

D10 やってはいけない複層林施業 — 研究・事業事例の  
ネガティブ評価から見えるもの—

伊藤 哲<sup>1</sup>・正木 隆<sup>2</sup>・光田 靖<sup>1</sup>・平田令子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所森林植生研究領域

わが国では施業研究の成果が実際の森林施業に正しく反映されず、全国一律な施業指針として普及され不適切に実行されることが多かった。その反省からか、現在の林業人材育成では施業方法の選択に自由度を与える一方、個別ケースにおける模範的施業を具体的に示していないのが実態である。これはケーススタディから一般論を導くのは危険であることや、ベストの施業方法の選択を科学的に示すのが難しいことによる。しかし、このような普及指導は都合の良い判断による破壊的な施業や問題の先送りを誘発しかねない。一方、事業としての失敗例を掘り起こせば相当数あるはずであり、それらを基に施業が失敗する理由を論理的に説明できる可能性がある。我々はこれまで、一定の自由選択幅を残した施業指針の提示を目的として、天然更新および育成天然林施業事例を中心に成果をレビューし、管理の現場で「やってはいけないこと」(ネガティブリスト)の体系化を試みてきた。本報告では複層林および混交林化施業に焦点を当て、九州における成功・失敗事例30件をレビューし、対象や条件に応じたネガティブリストのマトリックス型および判定フロー型による体系化を試みたので報告する。

D11 豪雪薪炭林地帯における新たなブナ林業展開の  
可能性

紙谷智彦<sup>1</sup>・原澤夏穂<sup>1</sup>・小林 誠<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>2</sup>十日町市立里山科学館

新潟県の豪雪ブナ林地帯には、広葉樹が薪材として短い周期で商業的に伐採され、河川で流送された地域がある。一方、薪材の流送に不向きな地域では、運搬が容易な炭の材料として良質なナラ類が好んで伐採され、その結果、相対的に伐採頻度が低かったブナ林が良好に更新してきた。

そのようなブナ林は、薪炭林としての機能が放棄された後も未利用のまま成長を続け、今日では堅果生産量が増大し、林冠ギャップが生じるなど、構造的に成熟段階に入りつつある林分が出現してきた。これまで皆伐天然下種で伐採された高海拔地のブナ天然林では、ササが大きな更新障害要因になったのに対して、低海拔地で薪炭林として利用されてきたブナ二次林にはササが少なく、近年では稚樹バンクも見られる。

そこで本研究は、豪雪薪炭林跡地に再生したブナの林業樹種としての活用を検討する。調査地の新潟県松之山地域には、点在する集落近傍の薪炭林跡地に、ブナ二次林が散在している。この地域のブナ林26林分を対象に、樹高・枝下高・胸高直径・樹冠サイズを測定し、その特徴を明らかにするとともに、林業的に活用する場合の課題について検討する。

E01 植栽ブナにおける更新第一世代で獲得される遺伝的  
多様性について

菊池葉香<sup>1</sup>・並川寛司<sup>1</sup>・北村系子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道教育大学札幌校・生物・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所

一般的に、分布限界における集団の遺伝的多様性は低いことが予想される。日本におけるブナの自生地北限は北海道南部の黒松内低地帯付近にあるが、北海道におけるブナの遺伝的多様性を本州の集団と比較したところ、多様性は比較的高く保たれていた。そこで本研究では、北限域のブナが北進過程においてどのように遺伝的多様性を獲得しているのかを明らかにするための調査を行なった。札幌近郊の野幌林業試験場樹木園跡に42m×80mのトランセクトを設定し、植栽されたブナ6本および当年実生を含む更新稚樹265本について、核マイクロサテライト12遺伝子座を用い遺伝的多様性を評価した。その結果、対立遺伝子数は植栽された母樹で60、稚樹165、当年性実生91で、高い外交配性が確認された。他方、平均ヘテロ接合体率は母樹が0.707、稚樹0.631、当年性実生0.684、アレリックリッチネスは母樹が5.00、稚樹4.06、当年性実生4.11と、いずれも一世代更新によって獲得された遺伝的多様性の程度はそれほど高くないことが明らかとなった。このことは、北限域におけるブナの遺伝的多様性の高さが、比較的多くの世代数を経たことにより形成されたことを示唆している。

## E02 新たに発見された岩内町ブナ北限集団の遺伝的多様性

北村系子<sup>1</sup>・田中知行<sup>1</sup>・津山幾太郎<sup>1</sup>・松井哲哉<sup>6</sup>・並川寛司<sup>2</sup>・齋藤均<sup>3</sup>・寺澤和彦<sup>4</sup>・金指あや子<sup>1</sup>・石塚航<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>北海道教育大学札幌校・<sup>3</sup>黒松内町ブナセンター・<sup>4</sup>東京農業大学生物産業学部・<sup>5</sup>北海道北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>6</sup>森林総合研究所森林植生研究領域

ブナ (*Fagus crenata*) は九州大隅半島から北海道渡島半島にかけて分布し、その自生地北限は黒松内低地帯に隣接する幌別山塊とされていた。ところが、2013年さらに約12km北の岩内町で新たな自生地が確認された。自生地は極めて狭い範囲に限られ周辺にブナの個体は全く確認されていない孤立集団で、2014年夏の調査時に当年生実生も含めて152個体であった。これら全個体について核SSR12遺伝子座を用いて多様度パラメータを計算した。平均ヘテロ接合体率は0.693と非常に低かった。北限地帯のブナは本州の集団に比べて平均ヘテロ接合体率が低い、その値(0.75)と比較しても多様度の低さは明らかである。アレリックリッチネス(7.5)でも北限地帯の自生集団(8.1-10.9)に比べて極端に低下していた。結果が確認された2個体を含む成熟木8個体について葉緑体DNAを分析した結果、すべてハプロタイプAを示したことから渡島半島に分布するブナ林から派生したと考えられる。しかし、複数の遺伝子座での対立遺伝子頻度の違いなど、隔離小集団の影響が遺伝的多様性に強く現れていることが示唆された。

## E04 次世代シーケンサーを用いたハチミツに含まれる花粉の種の同定

長谷川陽一<sup>1</sup>・浅野亮樹<sup>2</sup>・高田克彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>秋田県立大学木材高度加工研究所・<sup>2</sup>秋田県立大学生物資源科学部

蜂蜜は花の蜜をミツバチが集めて貯蔵したもので、レンゲ蜂蜜やニセアカシア蜂蜜、トチノキ蜂蜜など、さまざまな種類の単花蜜や、多くの植物に由来する百花蜜が販売されている。このように、ミツバチは多様な植物を利用しているため、ひとつの蜂蜜であっても多数の植物に由来している可能性がある。蜂蜜の元となった植物種を明らかにすることは、蜂蜜生産および養蜂に活用されている森林資源の把握につながると考えられる。そこで本研究では、5種類の蜂蜜(ニセアカシア(東北)、クリ(東北)、ソバ(東北)、百花(東北)、百花(関東))からそれぞれ花粉を採集し、そこからDNAを抽出して、次世代シーケンサーを用いて、3つの領域(rbcL、trnL、ITS1)のDNA塩基配列の決定を行なった。得られた配列はBLAST解析によって植物の分類群を特定し、蜂蜜の元となった植物の種の同定を試みた。全ての蜂蜜から、複数の分類群の植物のDNA配列が検出された。また、ITS1を用いた時に種まで識別できるDNA配列の割合が最も高かった。種まで識別できた植物分類群のうち、高木：低木：つる：草本の割合は、21種：7種：8種：24種、虫媒花：風媒花：不明の割合は、50種：7種：3種であった。

## E03 モミ属3種における浸透交雑の検証

内山憲太郎<sup>1</sup>・藤井沙耶花<sup>2</sup>・津山幾太郎<sup>3</sup>・鈴木節子<sup>1</sup>・森口喜成<sup>4</sup>・木村 恵<sup>5</sup>・津村義彦<sup>6</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>環境省・<sup>3</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>4</sup>新潟大学自然科学・<sup>5</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>6</sup>筑波大学生命環境系

浸透交雑は集団に急速な遺伝的変異をもたらすことから、その進化的意義は大きい。本研究の対象であるモミ属3種(シラビソ、ウラジロモミ、モミ)は、標高に沿ってゆるやかに分布を分けているが、分布が重なる地域では交雑個体も確認されている。核マイクロサテライト19座を用いた admixture 解析では、3種間の遺伝的混合はほとんど認められず、現在の種間の遺伝的交流は限られていると考えられた。一方で、mtDNAの5領域のシーケンシングからは、種を越えたハプロタイプの共有が認められた。特に、モミの太平洋側の北端5集団は、シラビソ、ウラジロモミの主要ハプロタイプに、ウラジロモミの南端の2集団はモミの主要ハプロタイプにそれぞれ置き換わっており、地理的なまとまりが認められ、過去にこれらの種間での浸透交雑が起きた可能性が示唆された。過去の気候変動に伴う分布の変化は、種間の新たな接触と隔離の機会を生み出してきたと考えられる。近縁種との交雑が活発に生じた際に、交雑を介して互いの有益な遺伝情報を獲得してきたかもしれない。本報告では、3種の過去の分布予測と遺伝解析から、これら3種の浸透交雑の歴史について考察を行う。

## E05 ソメイヨシノとエドヒガンとの交雑による実生において観察された接合後の雑種不和合性の詳細マッピング

鶴田燃海・向井 譲

岐阜大学応用生物科学部

日本で最も親しまれている桜の品種ソメイヨシノは、オシマザクラとエドヒガンとの雑種であると言われている。ソメイヨシノを種子親としてエドヒガン3個体(E750、IJR1、IJR2)を掛け合わせたところ、3つの家系全てで半数にのぼる実生に生育不全が観察された。本研究ではこの生育不全に関与する遺伝子座のマッピングを試みた。両親および健全な実生と生育不全の実生178個体を用いた連鎖解析により、77のマーカーが座乗する8連鎖群からなる533.7cMのFemale mapおよび、17のSSRからなる196.8cMのMale mapが構築された。作成した連鎖地図をもとに生育不全との関連を探索したところ(マーカー分離比の歪み、関連解析、QTL mapping)、Female mapの第4連鎖群(LG4)において強い関連がみられた。一方、Male mapのLG4には有意な関連は見られなかった。このことからエドヒガン種内の近交弱勢ではなく、種間の不和合により生育不全が引き起こされると予想された。現在、3家系の実生384個体におけるLG4の分析により、生育不全に関与する遺伝子座を2つのSSRに挟まれた3.8cMの領域に同定している。



## E06 高標高トドマツの早熟性はどのように遺伝するのか？

久本洋子<sup>1</sup>・後藤 晋<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属千葉演習林・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林教育研究センター

一般に樹木の繁殖開始は個体サイズに依存するが、高標高の厳しい環境ではサイズが小さくても早期に繁殖を開始することが知られている。しかしこれまで早熟性が次世代に遺伝するかは不明であった。本研究は、東京大学北海道演習林で実施された低標高(530m)と高標高(1100-1200m)の自生個体の相互交雑試験地において、4交配タイプ(高標高由来母樹×高標高由来花粉親(高×高)、以下同様に高×低、低×高、低×低)の計21個体について2011~2014年に高所作業車を用いて全球果数を計数するとともに、樹高と胸高直径を測定し、統計モデルを用いて交配個体の結実量が高標高ゲノム割合と個体サイズで説明できるかを調べた。

豊作年であった2011年と2014年で結実数は低×高、低×低、高×低、高×高の順に多かった。統計モデルの結果、個体サイズが大きいくほど、また、高標高ゲノム割合が高いほど結実量が多くなり、早熟性が遺伝することが示された。しかし、個体サイズ、高標高ゲノム割合ともにほとんど差が無い高×低と低×高の結実数が有意に異なっており、種子形成時の環境というエピジェネティックな効果が加わっている可能性が示唆された。

## E08 相互移植試験が示唆する北方種苗移動によるアカマツの生存と成長の低下

永光輝義<sup>1</sup>・島田健一<sup>1</sup>・金指あや子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林遺伝研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所

林木の種苗移動の規制は、他所では不適合になる樹木の植栽を防ぐ。林業種苗法により、日本のアカマツは、南から北への移動が禁じられている。現行の規制を評価するため、南北の産地のアカマツ種苗を、それらの産地の近くの試験地に植栽した相互移植試験を行った。間伐前の15年生まで、および間伐後の15から30年生までと15から40年生までの生存率を測定し、30年生幹の直径、植栽面積あたり断面積、形状を計測した。間伐前の生存率は北より南の産地で低く、北より南の試験地で低かった。間伐後の生存率は、他所の試験地、特に北の試験地の南の産地が低かった。直径は、南の試験地の南の産地がもっとも大きく、北の試験地の両産地がもっとも小さく、南の試験地の北の産地が中間だった。よって、地元では、北より南の産地で数が少なくサイズが大きかった。これらの生存と成長の結果を総合すると、南の産地の種苗を北の試験地に植えると植栽面積あたり断面積が低下し、不利な北方種苗移動が示唆された。折れたり曲がったりした幹の割合は、南より北の試験地で高く、北の試験地の環境の厳しさが示唆された。これらの知見は、現行のアカマツの種苗移動規制を支持する。

## E07 高標高×低標高交雑に由来するトドマツ分離集団を用いたRAD-seqによる連鎖地図構築

後藤 晋<sup>1</sup>・鐘ヶ江弘美<sup>1</sup>・石塚 航<sup>2</sup>・北村系子<sup>3</sup>・上野真義<sup>4</sup>・久本洋子<sup>1</sup>・八杉公基<sup>5</sup>・永野 惇<sup>6,5</sup>・工藤 洋<sup>5</sup>・岩田洋佳<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>北海道北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>3</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>4</sup>森林総合研究所森林遺伝研究領域・<sup>5</sup>京都大学生態学研究センター・<sup>6</sup>JST さきがけ

北海道中央部ではトドマツが標高200mから1200m程度まで自生するが、標高間相互移植試験により、フェノロジーや成長形質で自生標高への適応が示唆されているが、具体的にどのような遺伝子が関与しているかは不明である。本研究では、高標高(1100-1200m)と低標高(530m)に自生するトドマツ個体間の相互交雑試験で得られた高標高×低標高(以下、高×低)の2つの交雑個体を両親として、2011年5月に人工交配を行い、それらの分離集団376個体を用いて連鎖地図を作成した。RAD-Seqで得られた66,035のSNP座のうち、80%以上の個体で遺伝子型が決定でき、親ごとに1:1分離が期待されるaa×ab、ab×aaの遺伝子型を持つそれぞれ576座と567座のSNPを用いて、疑似検定交配を想定して連鎖地図を作成した。その結果、各親についてそれぞれ12連鎖群の地図を作成できた。作成された連鎖群の数は、トドマツの染色体数(2n=24)から予想される数に一致していた。今後、得られた連鎖地図を利用して、実生のフェノロジーや成長形質に関するQTL解析を行う予定である。

## E09 複数年次・複数試験地のデータを同時に用いた系統評価法の検討

武津英太郎<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>2</sup>・松永孝治<sup>1</sup>・千吉良治<sup>1</sup>・倉本哲嗣<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター

林木育種を進める上で育種材料の遺伝的評価は必要不可欠である。林木育種事業においてこれまでに多くの検定林が設定され、主に5年~10年間隔で成長データが収集され、そのデータに基づいて精英樹に代表される各育種材料の遺伝的評価がなされてきた。近年では精英樹の検定林では伐期を超えるものも多くなり、各精英樹の評価を行うためのデータがそろいつつある。これまでの測定年次毎に各データが解析され遺伝的評価値が算出されてきた。しかしながら、複数測定年次・複数試験地での大量データを統合した評価手法の検討はまだ不十分である。複数年次・複数試験地のデータを統合して解析することにより、測定誤差の影響の低減や未測定の年次・環境下での成長の予測、系統毎の成長パターンの評価などが可能になり、より実用的な遺伝的評価が可能になると期待される。本研究では、非線形の成長関数の各パラメータ毎に各系統の変量効果を仮定したモデルにより、複数年次・複数試験地のデータから系統毎の成長関数パラメータを推定する手法を試行し、その効果について検討を行った。

## E10 室内種子生産技術の実用化に向けた諸条件の検討

栗田 学<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・小野雅子<sup>1</sup>・平尾知士<sup>1</sup>・高橋 誠<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

スギはわが国の主要な造林樹種であり日本人の生活に深くかかわってきた。これまで検定林等を活用した調査により第一世代精英樹の特性が明らかになり、それらの情報に基づいた次世代化を進めている。スギにおける主要な育種形質は成長・材質・雄花着花性であるが、それぞれの形質に関わる遺伝子座は複数存在し、受け継ぐ対立遺伝子の組合せによって後代の性能は異なると予想される。よって単一形質もしくは複数形質に優れた次世代候補木を作出するためには、多様な組合せの交配を行い、その中から遺伝的に優れた個体を選抜していく必要がある。多様な複数の交配を簡便かつ高精度に行う方法として、我々は交雑温室を利用した室内種子生産技術の開発を進めている。少ない投入花粉量で交配効率を高めるための条件検討として、投入花粉量や花粉投入のタイミングの最適化を行った。また花粉を投入せずにブース内に設置した苗木の生産する花粉のみで交配が成立するかどうか検討し、室内種子生産技術の実用化に向けた交配手法の最適化を進めている。本発表では様々な条件下で生産した種子の発芽率を解析し、室内種子生産技術の実用化に向けて考慮すべき諸条件について議論する。

## F01 ミズナラとブナ的林冠木における道管形成および個葉光合成の季節変化とシンクソースバランス

鍋嶋絵里<sup>1</sup>・工藤佳代<sup>3</sup>・東 若菜<sup>2</sup>・石井弘明<sup>2</sup>・船田 良<sup>3</sup>

<sup>1</sup>愛媛大学農学部・<sup>2</sup>神戸大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>東京農工大学大学院連合農学研究科

樹幹の木部には葉で稼いだ光合成産物の多くが蓄積される。一方、木部の道管は個体の水輸送を担い、葉での光合成に必要となる。落葉広葉樹では、春先に葉と新しい木部とが形成される。特に、環孔材樹種では春先に形成された当年の孔圏道管が主たる通水を担い、その形成は開葉に先立って開始することが報告されている。これらの樹木では、葉と木部の形成および光合成の季節変化はどのように関連し、進行するのか？本研究ではミズナラとブナ的林冠木を用い、葉の展開と最大光合成速度および樹幹の木部形成と木部内の貯蔵デンプンについて季節変化を調べた。

ミズナラでは展葉完了時期に当年最初の孔圏道管の形成が終了し、この時期の最大光合成速度は低かった。一方、ブナでは展葉の完了が早く、この時期には光合成速度も高かったが木部はまだ形成されていなかった。また、ミズナラはデンプンが当年の木部に見られた一方、ブナではほとんど見られなかった。これらの結果から、春先の炭素のシンク（葉と樹幹木部の形成）とソース（貯蔵養分と葉の光合成産物）の関係は両樹種で異なり、ミズナラの木部形成の炭素シンク能はより強く、貯蔵養分への依存度もより高いことが示唆された。

## E11 スギにおける幼老相関関係に基づいた苗畑段階における成長形質の選抜の可能性

倉本哲嗣<sup>1</sup>・松永孝治<sup>1</sup>・武津英太郎<sup>1</sup>・千吉良治<sup>1</sup>・倉原雄二<sup>1</sup>・湯浅 真<sup>2</sup>・山田浩雄<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター

林木育種において、新たな系統の開発には交配から成長や材質等の特性の調査結果を含めると20年以上を要する。一方九州は、スギさし木苗による造林が主流であることから、さし木苗での調査結果を待つ特性を見極める必要があるため、さらに多くの年月を要する。そのため、市場が求めている特性を有した品種の開発をより効率的に進める方法を開発していくことが必要であると考え、これまでに蓄積されている第一世代にあたるスギ精英樹のデータから若齢段階で標準伐期齢頃の特長が見極められないか検討した。解析に使用したのはスギ精英樹28クローンである。まずこれら精英樹クローンについて1反復あたり10本、3反復の合計30本を九州育種場内に植栽後、1成長期でどの程度成長したかを示す比（伸長率とする：（1成長期後の樹高）/（植栽時の樹高））を算出した。次に検定林調査データからこれらクローンの九州一円における樹高および胸高直径の平均値を算出し、伸長率との間に相関が認められるか解析した。その結果、30年次の樹高・胸高直径と伸長率との間にはそれぞれ1%水準で統計的に有意な相関関係が認められた（相関係数はそれぞれ0.72と0.63）。

## F02 Patterns of branch growth and death in the crowns of *Picea glehnii* (F.Schmidt) Mast.

LEI CHEN・SUMIDA Akihiro

北海道大学大学院環境科学院

We investigated patterns of branch growth for sunlit and shaded trees in an even-aged plantation of Sakhalin spruce, *Picea glehnii*, in Sapporo, Japan, from 2013 to 2014. The number of current year (0-y) shoots produced per primary branch (those branching off the main trunk) increased with increasing relative light intensity above the primary branch (RLIpb), whereas mortality of the primary branches decreased with the vertical distance from the crown base, irrespective of RLIpb. In the lower part of a crown, the length of 0-y shoots on primary branches was significantly shorter in sunlit trees than in shaded trees. In addition, branches of the trees that were about to die also produced abundant current year shoots regardless of their shaded crown conditions. Physiological mechanisms underlying these results were discussed.

### F03 広葉樹の枝と幹の道管形成と開葉時期との関係

高橋さやか<sup>1</sup>・高橋絵里奈<sup>2</sup>・岡田直紀<sup>1</sup>・野淵 正<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>島根大学生物資源科学部

【目的】温帯広葉樹林において道管配列/管孔性の異なる樹種が、どのような時期的関係で道管形成と葉の展開を行うのかを明らかにすることを目的とする。【方法】芦生研究林および上賀茂試験地に生育する、林冠を形成する落葉性の環孔材樹種、散孔材樹種、半環孔材樹種、および常緑性の環孔材樹種、散孔材樹種、放射孔材樹種について、幹の成長錐コアと枝を春先から定期的に採取し、同時に葉のフェノロジーを観察した。採取した試料を用いて、当年の年輪界から1列目の道管列（初形成道管列）の木化を顕微鏡で観察した。【結果】落葉性環孔材樹種では、開葉時に枝と幹の初形成道管列が木化し、落葉性散孔材樹種では、開葉時に枝の初形成道管列が木化するが、その後、数週間後に幹の初形成道管列が木化した。落葉性半環孔材樹種、常緑性の環孔材樹種および散孔材樹種では、落葉性環孔材樹種と同様の結果の個体と、落葉性散孔材樹種と同様の結果の個体が見られた。常緑性放射孔材樹種においては、落葉性散孔材樹種と同様の結果であった。

### F05 針葉樹 2 種のポット苗における水ストレス下での通水阻害域の空間分布

梅林利弘<sup>1</sup>・福田健二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部附属演習林・<sup>2</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科

水ストレスは植物の分布を決定づける要因の一つである。これまで切り枝を対象にした木部通水性に基づく調査が数多くなされているが、切り口由来のアーティファクトな通水阻害域の発生に伴う通水性の低下が懸念されている。木部水分を非破壊的に可視化し、水ストレスに伴う通水阻害域の拡大をモニタリングする研究がこの問題を解決する上で必要である。本研究ではスギとクロマツのポット苗を対象にコンパクト MRI を用いて渇水ストレスに伴う木部水分の損失状況について調査を行った。試験開始前において、2 種とも樹皮側は大半が通水域であったが、接線方向に広がる通水阻害域も認められた。また、スギでは髓側で通水阻害域が広範囲で認められた個体があり、クロマツではいずれの個体もほとんど認められなかった。灌水停止後、2 種とも髓側の木部では通水阻害域が急増したが、樹皮側の木部では緩やかに増加した。2 種における新たな通水阻害域の発生はその大半が既におきいていた通水阻害域から認められた。以上のことから、ポット苗の渇水ストレスにともなう通水阻害域の拡大は、ポット苗作成時や成長段階で引き起こされた既存の通水阻害域から引き起こされることが考えられた。

### F04 Nutrient re-translocation of deciduous broad leaved trees grown under different soils in a free air O3 fumigation

Shi, Cong<sup>1</sup>・Makoto Watanabe<sup>2</sup>・Watanabe, Toshihiro<sup>1</sup>・Sato, Fuyuki<sup>1</sup>・Koike, Takayoshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究院

Hypotheses that retranslocation of foliar nutrients in broadleaved deciduous trees is influenced by soil nutrient availability or high ozone concentration were studied with/without free air O3 fumigation for one growing season using seedlings of Birch, Oak, Beech, Willow planted on poor, medium and rich fertility soils, respectively. We will focus on following major questions: Should O3 tolerance rather than sensitive tree saplings be more efficiently retranslocation? Should trees planted on poor rather than rich soils increased net translocation for growth of newly established seedlings? Should Mn concentration be higher in top leaves rather than fallen for its poorly mobile in phloem? Does N retranslocation in beech leaves decrease in response to N supply in soil since the sensitivity of beech to O3 may become greater with increasing amount of soil.

### F06 中国半乾燥地の *Juniperus sabina* の乾燥ストレス下における樹液流の変動

三木直子<sup>1</sup>・佐藤佳奈子<sup>2</sup>・青木万実<sup>3</sup>・楊 靈麗<sup>1</sup>・松尾奈緒子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科・<sup>2</sup>岡山大学農学部・<sup>3</sup>三重大学大学院生物資源学研究所

中国の半乾燥地に生育する *Juniperus sabina* は匍匐型の生活形を有するヒノキ科の常緑針葉樹である。匍匐枝から不定根を出し、匍匐枝を四方に伸ばしてパッチを拡大する。主に不定根は土壌表層に分布するのに対して、主根は土壌深層の地下水の影響を受ける層まで分布することから、降雨に関連した異なる土壌層間の水分の不均一性に伴い、主根そして不定根を介した水の移動 (Hydraulic redistribution) が生じている可能性が示唆されてきた。今回はそのうち、降雨後の乾燥の進行に伴う土壌深層から土壌表層への水の移動 (Hydraulic lift) について、実際にその存在を確認するために、ポット苗木 4 個体を用いて土壌水分の操作実験を行った。主根側は灌水を継続し、不定根側の灌水のみ停止した。乾燥がある程度進行した段階で、主根側において重水を 1 週間灌水し、不定根および不定根側の土壌から重水が検出されるかを水の酸素安定同位体比の分析により確認した。また、実験期間中を通して、匍匐枝上の主根と不定根間 (枝\_基部) および不定根より先端側 (枝\_先端) において樹液流速を測定した。今回はこれらの結果について発表する。

## F07 樹体内 CO<sub>2</sub> の行方：CO<sub>2</sub> 輸送と光合成への利用

橋本正明・吉岡優一・水永博己

静岡大学農学部

森林生態系における炭素循環において、非同化器官における呼吸量は大きく、幹呼吸量の評価は重要である。しかし、幹呼吸は樹体内の細胞が呼吸によって放出した CO<sub>2</sub> を単に大気に放出しているのではなく、樹体内部および樹皮での CO<sub>2</sub> 拡散抵抗や、樹液流に寄る CO<sub>2</sub> 輸送、同化器官での固定など、種々の影響を受ける。樹体内の CO<sub>2</sub> は、どこへ移動し、どこで放出または固定されるのか？ この樹体内で起こる CO<sub>2</sub> 動態については不明な点も多い。

本研究では、切り枝したシュートを対象に、樹体内の CO<sub>2</sub> 輸送とその光合成への利用に注目して実験を行った。CO<sub>2</sub> 付加実験では、溶液の CO<sub>2</sub> 濃度を高めることで上方の枝から放出される CO<sub>2</sub> 放出速度を測定した。測定箇所は樹皮の剥離処理を行うことで、CO<sub>2</sub> 付加処理の影響を評価しやすくして実験を行った。また予備実験として、樹皮剥離処理での CO<sub>2</sub> 放出を測定し樹皮による CO<sub>2</sub> 放出の抑制効果を求めた。

## F09 スギ樹冠葉の冬季の光合成能力の評価

飛田博順・北尾光俊・宇都木玄・齊藤 哲・壁谷大介・川崎達郎・矢崎健一・小松雅史・梶本卓也

森林総合研究所

施業に伴う生育環境の変化に対するスギの成長応答予測のためには、スギ針葉の光合成能力のパラメタリゼーションと共に、針葉の性質と光合成能力の関係の解明が必要となる。本研究では、スギ樹冠内の当年生と一年生の針葉の窒素含量と光合成能力（最大炭酸固定速度； $V_{cmax25}$ ）の季節変化を調べ、冬季の  $V_{cmax25}$  の低下と針葉の窒素含量の関連を明らかにすることを目的とした。茨城県森林総合研究所千代田苗畑に生育する樹高約 10m のスギ成木を対象とした。樹冠上層と下層の切り枝（シュート）の光合成速度を実験室内で測定した。シュートは、針葉と軸（木化する部分）に分けて窒素濃度を分析した。シュート投影面積あたりの当年葉の窒素含量と  $V_{cmax25}$  の関係は、6 月から 11 月までは比較的安定していたが、12 月以降大幅に変動した。シュートの単位重量あたりでみると、2 月と 4 月の上層の当年葉のみ、窒素含量に対する  $V_{cmax25}$  が顕著に低かった。以上の結果から、樹冠上層の当年葉で見られた冬季の  $V_{cmax25}$  の低下は、針葉の窒素含量の低下では説明できないことが明らかになった。スギの成長モデルにおいて、陽樹冠の  $V_{cmax25}$  が冬季の変色時に低下する点を考慮する必要性が示唆された。

## F08 ケニアの樹木は九州の樹木よりも葉の活性酸素消去能が高い—光合成の環境ストレス耐性（メーラー反応の能力）の数値化—

津山孝人<sup>1</sup>・乗富真理<sup>1</sup>・内海泰弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部・<sup>2</sup>九州大学農学部附属福岡演習林

メーラー（Mehler）反応は、葉緑体内で活性酸素の生成と消去を行う water-water cycle の始めの反応であり、かつサイクル全体の律速段階でもある。植物はストレス環境下で光が過剰になると、メーラー反応によって酸素に電子を流し、電子伝達鎖の過剰な還元を回避する。生成した活性酸素は water-water cycle において消去される。クロロフィル蛍光測定を応用してメーラー反応の潜在能力を様々な植物で調べた所、裸子植物の方が被子植物よりも 10 倍高いことが分かった。針葉樹の多くは北半球高緯度地方の山岳部に生息しており、被子植物との間には地球規模でおおまかな棲み分けが見られる。我々は、メーラー反応が植物の環境ストレス耐性、ひいては生育場所を決定する一つの要因であると考えた。乾燥地でのメーラー反応の役割を調べるために、その能力を日本とケニアの植物（計 136 種）で比較した。ケニアには裸子植物は稀であるので、比較は被子植物間で行った。その結果、ケニアの乾燥地には同反応の能力が高い植物が多い（種数が多い）ことが分かった。この結果は、乾燥地への適応にもメーラー反応が寄与していることを示唆している。

## F10 岐阜大学高山試験地の常緑針葉樹林フラックスサイトにおけるスギ個葉光合成の季節変化

小林 元<sup>1</sup>・蔵屋諒丞<sup>2</sup>・吉竹晋平<sup>3</sup>・斎藤 琢<sup>3</sup>・安江 恒<sup>4</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター・<sup>2</sup>信州大学農学部・<sup>3</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター・<sup>4</sup>信州大学山岳科学研究所

岐阜大学流域圏科学研究センター高山試験地の常緑針葉樹林フラックスサイトにおいて、樹齢 40~50 年、樹高約 20m のスギ針葉の光合成速度を 1 年間測定した。光合成速度は 10 月から 12 月にかけて低下した。その後 4 月に増加した後、展葉期の 5 月初旬に一時低下し、その後 9 月まで  $4\sim 5\ \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$  の値を示した。10 月以降、光合成速度は再び低下した。光合成速度は 8 月に一時的に  $3\ \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$  近くまで低下した。気孔コンダクタンスは光合成速度とほぼ同じ季節変化を示した。Ci/Ca は 5 月から 9 月にかけて 0.5 前後の低い値を示した。今回測定された光合成の値は、既存のデータと比べると低かった。一方で、Ci/Ca も低い値を示したことから、本調査地のスギの光合成速度が低い原因として、気孔閉鎖が挙げられる。光合成好適期間中の長期にわたって気孔が閉じ気味であった詳細な理由はわからないが、8 月には大気飽差が一時的に 3.5kPa を超えたことから、このときの光合成速度の低下は大気乾燥の影響によるものと考えられる。今後、光合成速度を継続して測定し、2014 年に長期にわたって観測された Ci/Ca の低下が、2015 年以降も発生するかどうか確認する必要がある。

### F11 Modeling seasonal variation of needle photosynthesis in *Larix kaempferi* stand

Na Yin<sup>1</sup>・Hajime Kobayashi<sup>2</sup>・Reiko Ide<sup>3</sup>・Naishen Liang<sup>3</sup>・Nobuko Saigusa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>信州大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター・<sup>3</sup>国立環境研究所地域環境研究センター

A photosynthesis model was developed to estimate the seasonal variation of needle photosynthesis ( $P_n$ ) of *Larix kaempferi* in this study. On the basis of the physiological factors, the seasonal variation of photosynthesis was estimated from the leaf nitrogen content (N). Additionally, the effect of vapor pressure deficit (VPD) on photosynthesis was considered as the environmental factor. A positive correlation between  $P_n$  and N was found. However, there was a decrement in  $P_n$  under high VPD even though N was at the same level. Consequently, the photosynthesis-nitrogen relationships were developed by dividing VPD into two ranges:  $0 < \text{VPD} < 2$  and  $\text{VPD} \geq 2$ . Finally,  $P_n$  was estimated from the photosynthesis-nitrogen relationships. The estimated  $P_n$  was fairly closed to the observed  $P_n$  throughout a year and represented a temporary decline which occurred frequently in summer induced by the water stress.

### F13 低酸素ストレス初期における *Melaleuca cajuputi* の根の芳香族代謝

山ノ下卓・則定真利子・古川原聡・小島克己

東京大学アジア生物資源環境研究センター

根圏低酸素環境下で植物が生育するためには、根でより多くの糖をエネルギー代謝に配分し、呼吸阻害によるエネルギー不足を補う必要がある。これまでの研究で、低酸素ストレス耐性種の *Melaleuca cajuputi* の根では低酸素ストレス初期に構造性画分への光合成産物の配分が減少し、可溶性画分への配分が増加することを確認した。本研究では、*Melaleuca cajuputi* の根圏低酸素環境下での根におけるリグニン生成に関与する芳香族代謝を調べた。低酸素処理2日後の根で、ペントースリン酸経路の酵素活性やシキミ酸経路のシキミ酸脱水素酵素の活性に変化はみられなかったが、より下流にあるフェニアラニンアンモニアリアーゼ (PAL) の活性は著しく低下した。また、シキミ酸濃度に変化はみられなかったが、シキミ酸経路から分岐して生成されるガリック酸の濃度は増加していた。PALによって生成されるケイ皮酸濃度は減少したが、より下流にあるシナベン酸の濃度は変化しなかった。PALより上流の代謝は維持されているが、PAL以降のリグニン生成経路中の様々な部位で代謝が滞っていることが示唆された。

### F12 湛水ストレスとその後の解除に対する熱帯造林木13種の応答

則定真利子<sup>1</sup>・スカルティニンシー<sup>2</sup>・山ノ下卓<sup>1</sup>・古川原聡<sup>1</sup>・小島克己<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学アジア生物資源環境研究センター・<sup>2</sup>ムラワルマン大学

土壌が湛水すると根圏が低酸素環境となり、植物の生育の阻害要因となる。植栽地における湛水ストレスはインドネシアの石炭採掘跡地の緑化の際にも問題となっている。湛水ストレスに対する植栽候補樹種の応答性を明らかにすることを目的に、13種の熱帯造林木の稚樹を用いて9週間余りの湛水ストレス実験を行い、成長と光合成の応答を比較するとともに、湛水解除後の応答についても調べた。湛水処理34日後、ほとんどの種で湛水により地際5cmの直径成長が促進されたが、樹高成長が促進されたものは *Shorea balangelan* と *Cassia siamea* のみであった。*Aquilaria malaccensis* と *Swietenia macrophylla* では主根の空隙率が湛水により増加した。湛水処理35日後、成熟葉の光飽和光合成速度が半数以上の種で湛水により低下したが、*Hevea brasiliensis* や *Melaleuca cajuputi*、*Mitragyna speciosa*、*S. balangelan* では低下しなかった。光合成の低下の原因としては気孔閉鎖によるものと光合成能力の低下によるものが示唆された。湛水解除後4日目の時点で、解除による気孔の閉鎖や光飽和光合成速度の低下は認められず、*Cassia siamea* では湛水によって低下した光合成が解除後に回復した。

### F14 *Eucalyptus camaldulensis* のアルミニウム無毒化タンニンの特性解析

田原 恒<sup>1</sup>・橋田 光<sup>1</sup>・平館俊太郎<sup>2</sup>・篠原健司<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>農業環境技術研究所・<sup>3</sup>理化学研究所

*Eucalyptus camaldulensis* は、酸性土壌で問題となるアルミニウム (Al) 毒性に強い耐性を示す。演者らは、これまでユーカリの根から新規の Al 無毒化物質を分離し、加水分解性タンニンの Oenothrin B (OB) と同定している。本研究では、OB の Al 耐性における役割を明らかにするために、OB の特性を解析した。試験管内で OB と種々の金属との結合を調べたところ、OB は Al および鉄と不溶性の複合体を形成した。また、OB と Al は、既知の Al 無毒化物質であるクエン酸とシュウ酸が共存した溶液でも複合体を形成した。Al 感受性のモデル植物シロイヌナズナを使った生物検定で、加水分解性タンニンである OB と Pentagalloyl glucose の Al 無毒化能を評価したところ、二つの物質は同等の Al 無毒化能を示した。一方、加水分解性タンニン自体の植物毒性を調べたところ、OB では毒性が認められなかったのに対し、Pentagalloyl glucose はシロイヌナズナの根の伸長を阻害した。*E. camaldulensis* では、OB が根に侵入した Al と結合し、Al を無毒化することで、高い Al 耐性に寄与していると考えられる。

## F15 酸性および酸化性ストレスがブナの葉の遺伝子発現パターンに与える影響

斎藤秀之<sup>1</sup>・神村章子<sup>1</sup>・瀬々 潤<sup>2</sup>・小倉 淳<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>産業技術総合研究所・<sup>3</sup>長浜バイオ大学コンピュータバイオサイエンス学科

発現遺伝子を指標にした樹木のストレス診断技術の開発の一環として、ブナの発現遺伝子の環境ストレス診断指標を開発している。これまで酸性・酸化性ストレスは高温ならびに土壤乾燥ストレスと区別して診断できる指標性遺伝子を明らかにしてきた。しかし森林衰退問題での実践では、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、オゾンなど具体的な原因物質を特定して診断できる技術が求められる。本研究では、ブナの個葉を対象に硫酸、硝酸、オゾンを模した過酸化水素を塗布処理して、それらに反応する遺伝子の発現パターンの相違点をゲノム網羅的に解析した。対照に対して有意 (t-test, p<0.01) かつ7倍に増加した遺伝子の数は、硝酸特異的で62遺伝子、硫酸特異的で169遺伝子、硫酸と硝酸に共通で81遺伝子であった。また、有意 (t-test, p<0.01) かつ7倍に減少した遺伝子の数は、硝酸特異的で35遺伝子、硫酸特異的で7遺伝子、硫酸と硝酸に共通で0遺伝子であった。以上から、酸性ストレスにおいても硫酸と硝酸では反応する遺伝子の種類が異なり、酸性ストレスの種類を識別する指標として有望であることが示された。発表では、過酸化水素に対する反応結果も含めて報告する予定である。

## G02 氷ノ山におけるブナの天然更新動態：実生追跡・長期毎木・年輪・遺伝構造から

赤路康朗<sup>1</sup>・木下 秋<sup>1</sup>・Ariya Uyanga<sup>1</sup>・宮崎祐子<sup>1</sup>・廣部 宗<sup>1</sup>・牧本卓史<sup>2</sup>・水永博己<sup>3</sup>・坂本圭児<sup>1</sup>

<sup>1</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科・<sup>2</sup>岡山県美作県民局・<sup>3</sup>静岡大学大学院農学研究科

氷ノ山後山那岐山国定公園内の若杉ブナ天然林では、森林構造調査からササの一斉開花枯死がブナの更新動態と関係している可能性が報告されているが、動態解析等を含めた議論はない。本研究では、林分動態、実生動態、年輪解析、および遺伝構造の解析から、ササの一斉開花枯死との関係を含めてブナ個体群の更新動態を考察する。長期毎木調査区における19年間の林分動態解析から、優占種であるブナ、ホオノキ、およびミズメの個体群が全て縮小していることがわかり、林冠木を対象とした年輪解析から、ブナはホオノキおよびミズメより樹齢の幅が広く、肥大成長パターンに個体差が大きいことが明らかになった。また、ブナ実生はブナ繁殖個体の周辺で多く発芽し、ブナ繁殖個体の近接区域および開空率が低い場所でその後の生残率が低かったが、ササの幹密度はブナ実生の生残に大きな影響を及ぼさなかった。以上から、本林分におけるブナ個体群の更新は、ササの一斉開花枯死よりも小規模な林冠ギャップに依存していると考えられた。さらに、最近接のブナ繁殖個体と血縁度が高いブナ実生に生残率が低い傾向がみられ、近接個体間の遺伝的類似性が低下している可能性が示唆された。

## G01 親木からの距離依存的な実生の死亡と群集内の相対優占度との関係

清和研二

東北大学

森林群集の種多様性創出メカニズムとして Plant-soil feedback (PSF) 仮説が注目されている。PSF には負の PSF と正の PSF がある。負の PSF は Janzen-Connell 仮説と同じで、親個体の近傍での種特異的病原菌による同種個体の死亡と他種の生き残りが特定の種の寡占を抑え種多様性を高め、一方、正の PSF は菌根菌により親個体近傍で同種個体の定着が促進され優占度が増し多様性は減少する、といった仮説である。したがって、PSF の方向性や強さは個々の種の優占度と関係すると考えられるが、その関係は森林群集ではほとんど検証例されていない。

本研究では、優占度の異なる8種の広葉樹を対象に、成木からの距離(近・遠)における同種実生の当年生実生の死亡率と死亡要因を調査し、それを基に Feedback 指数を算出し、優占度との関連を解析した。

相対優占度が低い種ほど病原菌による負の PSF が強かった。逆に言えば相対優占度の高い種では病原菌による負の PSF は弱く、むしろ菌根菌による正の PSF が強く働いていることを示唆した。

## G03 シベリアカラマツ林での「倒木遮蔽更新」仮説の検証

SHINGO KUSAKA

滋賀県滋賀県立琵琶湖博物館

山火事跡の再生が非常に悪いモンゴル北部で、森林内や林縁に樹木の直線列が見られることから、倒木の陰に実生の定着立地が生じ、更新するという『倒木遮蔽更新』仮説を着想(2006 新潟生態学会発表)した。その検証のために、東西方向に倒した焼失木を使って、焼け跡での再生阻害要因実験を行った。その結果、光による乾燥害、種子の供給不足、リターによる発芽定着阻害が顕著に見られ、倒木の北側に熊手をかけて播種した実験区に実生が最も多く生えた。

さらに、湖西ハロス、湖東部ヘクツアル、及び湖南部のハトガルで広く、自然状態での倒木とその周囲の実生・稚樹生育調査を、異なる光環境下で行った。その結果、自然に起きた倒木遮蔽更新例が、焼失地の草原や明るい森林内で数多く見られ、数 m 程に育った再生木が倒木の陰側だけに10本以上再生している事例データを数多くとることができた。これは、倒木陰に再生した稚樹の一部は自然状態で重高木にまで育つことの証明となる。再生阻害要因実験での結果や自然の更新例などの観察、発芽率などから、森林再生促進のためのマニュアルを作成した。

本研究は JSPS 科研費 23405030 の助成を受けたものである。

## G04 積雪の多寡によって変わるブナの生態：多雪山地における林冠フェノロジーと実生の生存パターン

石田 清<sup>1</sup>・早川玲奈<sup>2</sup>

<sup>1</sup>弘前大学農学生命科学部・<sup>2</sup>無所属

多雪山地の落葉樹林では、消雪時期が林冠木の開葉時期よりも遅く、林冠木の展葉後に下層植生が開葉する傾向がある。このような遅い消雪時期が落葉樹の実生・幼樹の発芽・開葉時期や生残過程に及ぼす影響についての知見は集積されていない。ここでは、多雪山地である八甲田連峰のブナ林内の2地点（低標高区：標高450m、高標高区：880m）に帯状区を設定して消雪日およびブナ林冠木・当年生実生の開葉日と春～秋の実生生存率を調査し、消雪期間（林冠開葉から消雪までの期間）の標高変異と局所的変異が実生の生残に及ぼす影響を分析するとともに、子葉開葉期間（消雪から開葉までの期間）に作用する自然選択について検討した結果を報告する。小区画（6.25m×2m）ごとの消雪期間は高標高区の方が低標高区よりも長く、中央値でみると19日間長かった。両区ともに消雪が遅い小区画ほど実生生存率が低くなる傾向が認められた。また、子葉開葉期間が長い実生ほど生存率が低くなる傾向も認められた。多雪山地のブナ林では、消雪が早いサイトで実生が生残しやすいこと、さらに、子葉開葉期間を決める形質に対して開葉が早まる方向に自然選択が作用していることが示唆される。

## G06 マレー半島のフタバガキ林における PSP を用いた森林炭素蓄積量の推定

佐藤 保<sup>1</sup>・Nur Hajar Bt. Zamah Shari<sup>2</sup>・Wan Mohd Shukri B. Wan Ahmad<sup>2</sup>・新山 馨<sup>1</sup>・Abd. Rahman B. Kassim<sup>2</sup>・大谷達也<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>マレーシア森林研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所四国支所

REDD+では単位面積当たりの森林炭素蓄積量（以下、炭素蓄積量とする）を如何に正確に推定できるかが重要となってくる。本研究では、マレー半島の典型的な二つの森林タイプ（低地フタバガキ林及び丘陵フタバガキ林）に設定したPSP（Permanent Sampling Plot：固定試験地）の毎木データより推定した炭素蓄積量を比較した結果を報告する。

マレーシア半島内の6州の低地フタバガキ林（標高300m未満；n=66）及び丘陵フタバガキ林（300m以上；n=20）に設定した固定試験地（0.36ha）の毎木調査データ（胸高直径5cm以上の個体）を用いて、地上部および地下部現存量を計算し、0.47を乗じて炭素蓄積量を推定した。択伐履歴の無い林分の現存量（地上部+地下部）の平均値は、低地林で250Mg-C/ha、丘陵林で280Mg-C/haであった。地下部と地上部の比率は、低地林（22%）よりも丘陵林の方が若干高い値（28%）を示していたが、種組成の違いが反映されていると推察された。これら異なる森林タイプの単位面積当たりの炭素蓄積量を用いることによって、広域での正確な炭素蓄積量の推定が可能になると考えられた。

## G05 樹齢300年前後の天然秋田スギの肥大成長特性：個体特性とサイズ、競争および環境効果の統合的モデリング

松下通也<sup>1,2</sup>・星崎和彦<sup>2</sup>・井上みずき<sup>2</sup>・石川雄一<sup>2</sup>・石井弘明<sup>3</sup>・堀田佳那<sup>3</sup>・高田克彦<sup>4</sup>・蒔田明史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>秋田県立大学生物資源科学部・<sup>3</sup>神戸大学大学院農学研究科・<sup>4</sup>秋田県立大学木材高度加工研究所

将来的な天然スギ林の資源量を検討する上で、長命な樹木の成長傾向を予測できる頑健なモデルは必要不可欠である。樹木の肥大成長は内的要因（サイズ、樹齢）と外的要因（被圧、個体間競争など）の影響を受けるが、300年生前後の個体の成長にどのような要因が影響を及ぼしているか定量的に解析した例は限られる。そこで本研究では、天然秋田スギ林の林分構造を調査し、個体特性とサイズ、競争および局所環境因子（光資源・土壌水分）がスギ個体の成長におよぼす影響をモデル化した。

秋田県内の仁鮎水沢とニッ井七座山の調査区にて毎木調査を実施した。両調査区ともに平均胸高直径80-100cmのスギ大径木が林分上層に優占しており、中間層にはトチノキやイタヤカエデが優占していた。スギの成長傾向を解析した結果、樹齢300年前後の個体の直径成長量は、対象木自身の個体サイズに依存していなかった。光資源の利用可能性は成長に強く影響していた一方、対象木周辺の競争個体の混み合い度の効果は認められなかった。また土壌水分量は、樹高と正の関係性が認められたが、直径成長については至適範囲の存在が示唆された。

## G07 隣接した針葉、広葉樹林7林分の長期炭素動態

竹田有佑<sup>1</sup>・小南裕志<sup>2</sup>・和田佳子<sup>3</sup>・植松千代美<sup>1</sup>・金澤洋一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>大阪市立大学・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>兵庫県公務員

近年全球レベルでのCO<sub>2</sub>の濃度上昇が問題になっており、森林の持つ炭素蓄積機能の定量化が進められ、日本においては特に森林管理の効果や蓄積機能の樹種による違い温暖化時の変動評価などが求められている。しかし樹種や群落構造などの比較については多くの場合比較可能な長期データを持つ森林が異なった気象環境に存在しているため、環境とそれ以外の要素の分離が困難である。

本研究の試験地である大阪市立大学理学部附属植物園は、1950年代から吉良竜夫らの手により異なった樹種で構成されたに11の群落が育成されており、環境条件がほぼ同条件とみなせる同林齢の11種の森林が存在する。さらにこれらの群落において5年毎の毎木調査による長期モニタリングが行われている。本報告では11群落から常緑広葉樹林、落葉広葉樹林、常緑針葉樹林の計8林分を対象に毎木調査による群落成長情報から森林の長期炭素蓄積過程における樹種-群落構造依存性の評価を試みた。その結果、長期的な群落炭素蓄積能の違いには一部の樹種依存性が見られるものの、それ以外の初期密度およびその変動、枯死率などの群落動態の違いが大きく関与していることが明らかとなった。

## G08 九州暖温帯常緑広葉樹林における土壌呼吸に対する温暖化の影響

寺本宗正<sup>1</sup>・梁 乃申<sup>1</sup>・高木正博<sup>2</sup>・曾 継業<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国立環境研究所地球環境研究センター・<sup>2</sup>宮崎大学農学部附属フィールド科学教育研究センター 田野フィールド

土壌呼吸は根呼吸と微生物呼吸からなり、陸域生態系において2番目に大きな炭素フラックスである。微生物呼吸は温度上昇に対し、指数関数的に増加するため、地球温暖化によって土壌呼吸が増加し、さらに温暖化を加速させるという正のフィードバックが懸念される。その一方で、温暖化による土壌呼吸の増進効果は数年で低減する(順化)という報告もあるため、温暖化に対する応答の見極めには、連続的かつ長期的な実測データが不可欠である。

2008年12月中旬に、宮崎大学田野フィールド内、常緑広葉樹二次林(コジイ林)に、国立環境研究所が独自に開発したマルチチャンネル式自動開閉チャンバーシステムを設置した。チャンバー周辺の根切りを行い、さらに地表面から約1.6mの高さに赤外線ヒーターを取り付けた測定区(温暖化区)を用意し、地温を約2.5℃上昇させた上で、土壌呼吸を継続的に観測した。

その結果、温暖化による土壌呼吸の増加率としては、2009年が5.4%、2010年が9.9%、2011年が18.4%、2012年が29.5%と増加の傾向を見せたが、2013年は夏季の著しい高温少雨の影響を受け、11.5%と低調であった。

## G10 中国黄土高原北西部のタマリスク林が塩類土壌の塩分濃度と無機態窒素動態に与える影響

Chikae Iwaoka<sup>1</sup>・Shogo Imada<sup>2</sup>・Takeshi Taniguchi<sup>3</sup>・Norikazu Yamanaka<sup>3</sup>・Sheng Du<sup>4</sup>・Ryunosuke Tateno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>3</sup>鳥取大学乾燥地研究センター・<sup>4</sup>中国科学院水土保持研究所

塩生植物であるタマリスクは、塩類集積地でも生育可能で、黄土高原で塩類が集積した地域での緑化植物としての役割が期待されている。しかし、タマリスクは、根から吸収した塩分を葉から排出し、その後落葉するため、塩類集積を促進することも懸念される。本研究は、タマリスクが樹冠下の土壌に与える影響について明らかにすることを目的として行った。

黄土高原北西部で、晴れが続いた後と、雨が降った後に、タマリスクの樹冠下と樹冠外において土壌を採取し、塩分・無機態窒素濃度等について分析し、比較した。

晴れが続いた後、タマリスクの樹冠下では樹冠外に比べて、地表付近の塩分濃度は低かった。樹冠により日光が遮断され、土壌水の蒸発が抑制され、地表に集まる塩分が減少したためと考えられる。雨が降った後で、顕著な違いが見られなかったのは、雨で塩分が流されたためだと考えられた。本調査地では、タマリスクが表層土壌に与える塩分供給の影響よりも、蒸発抑制の影響の方が大きかった。無機態窒素濃度は、樹冠下と樹冠外で違いは見られず、タマリスクのリターから供給される栄養分は、樹冠下に存在する植物やタマリスクに効率的に利用されていると考えられた。

## G09 細根枯死・分解・生産量と亜寒帯林の純一次生産量

大沢 晃<sup>1</sup>・倉地奈保子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>平岡森林研究所

この半世紀間、いろいろな森林生態系の純一次生産量が測定されてきたが、それらの値のほとんどには細根生産量が含まれていない。これは細根生産量測定が困難だったためである。一方、測定方法の発展に伴い、純一次生産量に占める細根生産量の割合(ここでは細根生産量比と呼ぶ)が50%を超える森林の例が少なからず報告されるようになった。特に亜寒帯林で細根生産量比が大きくなる傾向がみられ、カナダ北西準州のバンクスマツ林ではこの比が75%から90%を示す例が見つかった。ただし、これらの推定値は過大評価の可能性があった。本研究では、実験方法を吟味し、同じバンクスマツ林の細根枯死量、分解量、生産量の再測定を行った。細根生産量が過大評価になる理由としては、1) 細根イングロース・コアの内容物が有機物のコンタミネーションを受けた可能性、および2) イングロース・コアから回収した細根・有機物サンプルに土粒子が付着していた可能性、の二つが考えられる。これらの可能性を排除して再実験を行った結果、細根生産量比はやはり大きな値を示した。カナダのバンクスマツ林では純一次生産量の大半を細根の生産が占めていると考えてよいことになる。

## G11 北アルプス雲ノ平における高山植生の分布と攪乱との応答

高瀬 藍<sup>1</sup>・下嶋 聖<sup>2</sup>・武生雅明<sup>3</sup>・中村幸人<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>東京農業大学短期大学部環境緑地学科・<sup>3</sup>東京農業大学地域環境科学部

日本の山岳地では、幕営や休憩による人為的な植生の踏み荒らしや雨水等による浸食が重なり、植生が荒廃した結果土壌が露出してしまい、露出部を避けて外側の植生部を歩行するという悪循環が起こっている(桑原2010)。高山では一度失われた植生を復元するのに膨大な年月がかかるため、植生復元作業の成果を客観的に把握するのが難しい。人為的な裸地化を遷移に伴う動的な変化と捉え、植生の遷移過程を把握するために植生の類型化を行い、自然植生から裸地に至る退行遷移を組成論から導き出すことは植生の復元に貢献する。前年度は対象域において植生調査を行い、植生単位を抽出し、退行遷移に伴う植生単位を明らかにしようとした。しかし一部の退行した植物群落については組成的なつながりが分断されており、新たな調査方法を用いてその関係を明らかにする必要がある。また植生分布の連続性を考慮した植生景観の広がりを植物群落の隣接関係から明らかにできるのではないかと考えた。この手法を取り入れることによって、高山植生の分布から人為裸地による荒廃箇所の植生復元経過を科学的に評価・判断することを試みた。



## G12 Trophic strategies and mycorrhizal associations of Pyroleae in subalpine coniferous forests on Mt. Fuji

賈 舒征<sup>1</sup>・中野隆志<sup>2</sup>・奈良一秀<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学新領域創成科学研究科・<sup>2</sup>山梨県環境科学研究所

Pyroleae tribe tend to associate with ectomycorrhizal (ECM) fungi, which also colonize and live on surrounding trees, to complement their carbon requirement. In this study, I investigate trophic strategies and mycorrhizal associations of three Pyroleae species (*Pyrola incarnata*, *Pyrola alpina* & *Orthilia secunda*) on Mt. Fuji. Three plants per plant species were sampled at three plots in September 2014. At each sampling position, canopy openness was calculated from the hemisphere photos for light condition. Fungal symbionts on Pyroleae plants and surrounding ECM trees were identified based on ITS sequence similarities. Mycoheterotrophy level of the Pyroleae was estimated based on natural abundance of <sup>13</sup>C and <sup>15</sup>N reference to neighboring autotrophic and achlorophyllous plants. My results show that the Pyroleae species were associate with dominant ECM fungi and  $\delta^{13}\text{C}$  and <sup>15</sup>N values indicating their partial mycoheterotrophy.

## G14 森林における生態系サービスの定量的評価について ～住友林業社有林を対象として～

堀 隆博・有馬聡一・楢崎達也

住友林業株式会社

住友林業は全国10道県、約46,000haの森林を所有し、木材生産を行いながら、ISO14001やSGEC森林認証の取得、オフセットクレジット(J-VER)の取得を行い、森林の持つ多面的機能を発揮させながら、持続可能な森林経営を推進している。

森林経営を取り巻く環境は、国産材価格の長期低落傾向に起因し、依然として厳しい状況が続いている。そこで、近年注目が高まってきている環境会計の視点から、森林が持つ多様な機能を定量化し、それらの価値の見える化に取り組んでいる。

定量化手法については、環境省による「平成25年度生態系サービスの定量的評価に関する調査等業務」の成果を参考とし、独自で管理している社有林の地図データ、数値データと組み合わせ、温室効果ガスの吸収、水量調整など9つの機能については、代替法による経済価値評価を行った。算出結果について、事例として紹介する。

## G13 Vegetation and ecology in a tropical peat swamp forest in Brunei

Ngo, Kang Min

首都大学東京都市環境科学研究科

Tropical peat swamps are important carbon sinks among terrestrial ecosystems, but relatively little has been studied. Even within peat swamps of Borneo, there are major differences in species composition. *Shorea albida* forms mono-dominant stands on the ombrogenous peat domes of west Brunei and Sarawak. Although *S. albida* dominates the canopy, individuals at regenerative sizes cannot be found in pristine forests.

We monitored seed fall and germination during the 2014 general flowering. Germination rates of *S. albida* were high, which proves that *S. albida* is able to produce fertile seeds and that complete mortality of all seedlings occur later. Seeds also exhibited high growth rates in a nursery, and that a previous batch of seeds collected from the 2009 general flowering are still surviving. *S. albida* regeneration in natural settings is still poorly understood, and further monitoring of seedlings in the forest and nursery is necessary to discern limiting factors in growth.

## G15 全国の森林における樹木・鳥類・地表性甲虫の9年間の変化傾向—モニタリングサイト1000森林・草原調査より—

丹羽 慈<sup>1</sup>・日高 周<sup>1</sup>・植田睦之<sup>2</sup>・葉山政治<sup>3</sup>・森本 元<sup>3</sup>・佐藤直人<sup>4</sup>・雪本晋資<sup>4</sup>

<sup>1</sup>自然環境研究センター・<sup>2</sup>バードリサーチ・<sup>3</sup>日本野鳥の会・<sup>4</sup>環境省自然環境局生物多様性センター

気候変動や人間活動の影響による様々な環境変化が生じている現代において、日本の生態系にどのような変化が起きているのかを明らかにするためには、広域・多地点での長期的なモニタリング調査が必要である。環境省は、全国1000ヶ所以上の様々な生態系において、100年以上を目標とする生態系観測事業「モニタリングサイト1000」を、2003年に開始した。「モニタリングサイト1000森林・草原調査」では、天然生成熟林を中心に、樹木・地表徘徊性甲虫類・鳥類のモニタリング調査を行っている。

調査開始からの9年間で、冷温帯-暖温帯の境界付近の森林での落葉広葉樹の割合の減少と常緑広葉樹の割合の増加、冷涼な地域の成熟林での地表性甲虫の捕獲個体数の減少、藪を主に利用する鳥類の全国的な減少、といった変化が捉えられた。鳥類では、一部の種・亜種の分布北上の傾向や、外来種の分布拡大の状況も確認された。

今後も調査を継続し、これまでに捉えられた変化が一時的なものなのか、長期的な傾向なのかを明らかにする必要がある。また、得られた情報を基にして、変化の要因・メカニズムに関する研究や、適切な保全施策につなげていくことが求められる。

## G16 タイ・メクロン流域の熱帯季節林における約 20 年間のパイオニア林床植生の動態と種数面積曲線（環境傾度）に及ぼす影響

小林繁男

京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

森林再生を促すようなファシリテーション過程と妨げるようなコンペティション過程は、森林伐採やギャップ形成などの攪乱に伴う二次遷移において起る (Tilman, 1988)。これらの過程は荒廃二次林の動態を含め、主なる林床植生の動態によって推察できる (Kobayashi 2014)。本研究はこのような二次遷移を 20 年間に渡る林床植生の動態研究を行ってきた結果により、種数(S)-面積(A) 曲線に及ぼす影響とそれに関わる環境傾度が、パイオニア林床植生が植物多様性の変化に及ぼす影響を明らかにする。メクロン流域試験地の熱帯季節林択伐跡地で、1992 年～2014 年までのパイオニア 4 種をもとに解析を行った。調査地は 200m×200m の 2 ヘクタールの中で、野生バナナ、バウヒニア、スターキュリアとタケのプロットを 5m×5m と 5m×10m (タケのみ) の調査地を設定した。バナナは 22 年間で完全に消失した。タケは巨大な 2 つのクランプが、優占分布していた。繁殖効率のデータから説明できる。種数-面積曲線におけるこれら林床植生の動態と環境傾度を併せて、熱帯季節林二次林の動態を考察した結果、S-A 関係において、環境傾度を置き換えられない結果になった。

## H02 ヒノキ二次林における葉寿命と窒素利用特性の関係

中西麻美<sup>1</sup>・稲垣善之<sup>2</sup>・柴田昌三<sup>3</sup>・大澤直哉<sup>4</sup>

<sup>1</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>3</sup>京都大学大学院地球環境学室・<sup>4</sup>京都大学大学院農学研究科

樹木は気温、水分、光、養分など環境条件に応じて窒素利用を変化させ、生産、成長を最適化している。葉寿命も環境条件に対応して変化するため、窒素利用と密接な関係があることが予想される。本研究では京都市内にあるヒノキが優占する二次林に 10 林分を設定し、樹冠葉量と落葉量から算出したヒノキの葉寿命と窒素利用特性の関係を明らかにした。推定した生枝下断面積から樹冠葉量を算出した。幹生産量を DBH と樹高から計算し、幹生産量の 6.1% を枝生産量とした。落葉量を葉の生産量とした。各器官の生産量の合計 (ANPP) を各器官の窒素量の合計で除して窒素利用効率 (NUE) を求めた。葉窒素現存量を落葉窒素量で除して葉窒素の滞留時間 (MRT) を求めた。生葉と落葉の窒素濃度から窒素の引き戻し率を算出した。NUE が高いほど葉寿命と MRT が長く、幹/葉が高く、葉の生産量が低かった。落葉窒素濃度、窒素引き戻し率はやや低くなる弱い相関関係を示した。NUE と樹冠葉量、葉窒素現存量、幹生産量との間に有意な関係は認められなかった。ヒノキは葉寿命と MRT を長く、葉の生産を小さくすることで窒素を効率的に利用していることが示唆された。

## H01 冷温帯林における埋没腐植を含む土壌の生化学的環境の鉛直変化

金子 命<sup>1</sup>・伊藤 勇<sup>1</sup>・磯部一夫<sup>2</sup>・小田智基<sup>2</sup>・保原 達<sup>1</sup>

<sup>1</sup>酪農学園大学・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

土壌有機物は、多くの場合土壌表層に多く堆積し、深層ほどその含有量は減少してゆく。しかしながら、例えば苫小牧の樽前山火山灰土層のように深層に有機物 (埋没腐植土) が多くみとめられる場合もある。これらの埋没腐植土層には、数千年以上前に埋没したにも関わらず、現在でも非常に多くの有機物を含んでいるものもある。

本研究では、そうした埋没腐植土壌に含まれる有機物が生化学的作用ないしは、非生物学的作用で取り込まれた有機物である可能性について検討するため、埋没腐植を含む土壌の化学的環境、更には微生物的な活性の鉛直変化を調べた。

その結果、土壌中二酸化炭素濃度が埋没土層に相当する深度から急速に低下していた。さらに、埋没土層においても、表層ほどではないが窒素無機化活性がみとめられた。定量 PCR により、埋没土層においてもバクテリアが表層と同程度存在することが確認された。

これらのことから、埋没土層は地下部に存在するにも関わらず、微生物群集の活性が表層と同程度には高いことが示唆される。

## H03 日本の森林土壌における窒素無機化・硝化速度の制限要因

浦川梨恵子<sup>1</sup>・大手信人<sup>2</sup>・柴田英昭<sup>3</sup>・磯部一夫<sup>1</sup>・館野隆之輔<sup>4</sup>・小田智基<sup>1</sup>・菱 拓雄<sup>5</sup>・福島慶太郎<sup>6</sup>・稲垣善之<sup>7</sup>・平井敬三<sup>8</sup>・小柳信宏<sup>9</sup>・中田 誠<sup>10</sup>・戸田浩人<sup>11</sup>・田中健太<sup>12</sup>・渡辺恒太<sup>3</sup>・福澤加里部<sup>3</sup>・徳地直子<sup>4</sup>・鶴川 信<sup>13</sup>・榎木 勉<sup>5</sup>・中西麻美<sup>4</sup>・三枝信子<sup>14</sup>・山尾幸夫<sup>14</sup>・小谷亜由美<sup>15</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>京都大学大学院情報科学研究科・<sup>3</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>4</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>5</sup>九州大学大学院農学研究科・<sup>6</sup>首都大学東京都市環境科学研究科・<sup>7</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>8</sup>森林総合研究所・<sup>9</sup>新潟県環境衛生研究所・<sup>10</sup>新潟大学農学部・<sup>11</sup>東京農工大学大学院農学研究科・<sup>12</sup>筑波大学菅平高原実験センター・<sup>13</sup>鹿児島大学農学部・<sup>14</sup>国立環境研究所・<sup>15</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

日本の森林生態系は、冷温帯から亜熱帯まで分布する気候帯が幅広いことや、構成樹種や利用歴が多様なことから、窒素循環様式は変化に富んでいる。近年、気候変動や窒素降下物の増加にともない、土壌の窒素形態変化速度が変化することが予測されているが、その変化の仕方も多様であると考えられる。

森林生態系の窒素動態変化を予測する上で、モデル化が欠かせないが、現状では、窒素動態モデルに適用できる各種パラメーターのデータベース化が進んでいない。そこで本研究では、全国 38 カ所の森林サイトにおいて、20℃ 28 日間の室内培養による純窒素無機化・硝化速度と、土壌の各種特性値を測定した。また、気候、土壌型、樹種、リター層の量と質、土壌有機物、酸性度、塩類濃度、総・純窒素無機化速度・硝化速度を潜在変数とする構造方程式モデリング (SEM) により、純窒素無機化・硝化速度に影響を及ぼす要因を明らかにした。

SEM により、窒素無機化・硝化速度のサイト間変異の 46% を説明することができた。土壌の有機物含有量 (全炭素・窒素濃度) が最も影響の大きい要因であり、特に火山灰土壌の大きな有機物含有量が高い純窒素無機化・硝化を引き起こしていた。

#### H04 大気汚染物の硫酸によるナラ枯れと木炭による立ち枯れ防止

大森禎子<sup>1</sup>・岩崎真理<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東邦大学理学部・<sup>2</sup>足利工業大学附属高等学校

化石燃料の燃焼で発生する硫酸は、風で移動して接触した樹木に付着し、濃縮と蓄積で濃度が高くなる。硫酸は雨で根元に落とされ、土壌の金属成分を溶解性金属硫酸化合物とする。雨水に溶解した金属イオンは樹木に吸収されて、不溶性の金属リン酸化合物になり、樹木はリン酸不足と同じ現象で衰退する。防虫効果のあるタンニンは金属イオンと化合すると防虫効果を失う。その結果、虫が大発生する。木炭は樹木が生長に必要なカリウム等を含み、雨水が加わると水酸化イオンを溶出して、土壌の金属イオンと化合して金属水酸化イオンになり、樹木は吸収できなくなってリン酸とタンニンが保護される。後に残ったアルカリ金属とリンは樹木に対し、再び有効な栄養源になり樹木の生育に役立つ。佐渡島の梢枯れをした2ヶ所の公園のナラ山に、2年続けて炭を撒いた結果、3年目には種子を大量に落とし、4年目には、根元の土壌は発芽した葉で覆われていた(元関東森林管理局宮下正次氏管理)。樹木の立ち枯れは土壌の酸性化であることがマツで確認されており(第124回日本森林学会講演集 p.59)、炭を撒く事で、マツと同様にナラ枯れも防止出来ることが明になった。

#### H06 沖縄本島最北部における皆伐後の表層土壌環境の変化

大貫靖浩<sup>1</sup>・生沢均<sup>2</sup>・古堅公<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>2</sup>沖縄県・<sup>3</sup>一般財団法人沖縄県環境科学センター

沖縄本島最北部の国頭村奥地区において、皆伐後に表層土壌環境がどのように変化するかを、微地形単位および土壌型別に検討した。調査地は2014年3月に皆伐された約1haおよび周辺の林内である。分布する微地形単位は斜面上方から、頂部平坦面・頂部斜面・上部谷壁斜面・谷頭斜面・谷頭凹地・下部谷壁斜面・下部谷壁凹斜面で、標高差は40mである。土壌型は斜面上方から、乾性赤色土・乾性黄色土・弱乾性黄色土・適潤性黄色土(偏乾亜型)・未熟土が分布する。梅雨季にあたる2014年5月下旬には、皆伐地内の表層土壌の際立った地温や土壌含水率の変動は認められず、唯一下部谷壁斜面で比較的低い土壌含水率を示した。これに対し、盛夏にあたる8月上旬には、皆伐地と林内の地温・土壌含水率の差が増大し、皆伐地で特に土層の薄い頂部斜面の一部や下部谷壁斜面で高温と低含水率となった。また試孔調査の結果、皆伐地の流路に近い斜面下部で弱乾性黄色土の特徴である堅果状構造が多く、この地点で認められ、皆伐後の林床の高温・乾燥により、適潤性黄色土(偏乾亜型)から弱乾性黄色土に土壌型が変化しているものと考えられた。

#### H05 アカエゾマツ、トドマツ、カラマツの根の分解速度—リターバック法による分解試験14年経過の結果—

酒井佳美<sup>1</sup>・高橋正通<sup>2</sup>・田中永晴<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

寒冷な気候の北海道(森林総研北海道支所実験林)において主要な針葉樹種(アカエゾマツ、トドマツ、カラマツ)の根の分解試験をリターバック法により14年おこなった。根のサイズの影響を考慮してリターバックは0-2、2-5、5-10、10-50、50-100(mm)の直径サイズ別に分けた。樹種間ではカラマツの分解が最も速く、アカエゾマツとトドマツはほぼ同じであった。サイズ別では10mmを境に分解の傾向が変わっていた。全ての樹種で、直径10mm以下の根が10mm以上よりも分解は速かった。14年を通じた重量減少の特徴として、10mm以下の根ではアカエゾマツとトドマツは期間を通じてほぼ一定の分解速度を示したが、分解の速かったカラマツは試験開始から5年間の分解速度が非常に速く、残り9年間になって分解が遅くなっていた。10mm以上の根は分解初期の3年までは非常に分解が遅く、その後5年から14年への減少率が大きくなり、分解は速くなっていた。長期間の根の分解は樹種や直径によって、分解の進行と共に分解速度が変わる場合、変わらない場合があることが示された。

#### I01 斜面ライシメータ上のヒノキ林の間伐が蒸発散量に及ぼす影響

蔵治光一郎

東京大学演習林生態水文学研究所

【目的】流域の森林からの流出量は皆伐によって増加することが知られているが、強度間伐の場合は地表面蒸発量や下層植生の遮断蒸発量が増加するために流出量は必ずしも増加せず、逆に減少するという報告もされている。本研究は水収支が精密に測定できる斜面ライシメータ上に生育しているヒノキの強度間伐が流出量に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。【方法】愛知県犬山市に設置された斜面ライシメータ(集水面積16.24平方メートル)に過密ヒノキ林区(7389本/ha)と対照区(草地)を設け、BAで62%の強度間伐を行い、生じた幹と枝条は区画内に残置し、間伐前後それぞれ1年以上流出量を観測した。【結果】間伐によって流出量は平均的には約1.5倍に増加した。特に渇水時には2~3倍に増加した。間伐前の日蒸発散量は森林区が草地区より約1.5mm多かった。間伐により多雨季の日蒸発散量は0.5~1.0mm減少したが、なお草地区よりは0.5~1.0mm多かった。少雨季の日蒸発散量には間伐前後であまり差がなかった。強度間伐により地表面蒸発量、下層植生や枝条の遮断蒸発量が増加したが、それを上回る上層木の樹冠遮断量および蒸散量の減少があり、流出量が増加したと考えられる。

## I02 荒廃人工林の管理により流量増加と河川環境の改善は可能か

恩田裕一

筑波大学大学院生命環境科学研究科

発表者らは、JST-CRESTの研究課題として、「荒廃人工林の管理により流量増加と河川環境の改善を図る革新的な技術の開発」を研究課題とし、森林管理（本数50-60%の強度間伐）による水循環と河川流量の変化について、詳細で長期的な現地観測を行った。そこで、地質などの環境条件が異なる5つの地域（栃木、愛知、三重、高知、福岡）の隣接する複数の調査流域（スギ・ヒノキ林）において、強度間伐を実施し、その前後の水文素過程（遮断蒸発散、浸透、水・土砂流出、河川流量等）の観測を行った。その結果、強度間伐により河川流量が増加し、流出が安定化することを実測データにより明らかにし、間伐前後の各水文素過程の変化について、航空機LiDARデータから推定可能なモデルを構築した。その際、降雨流出を1次元モデルで表すことにより、間伐前後の流量増加の評価が単一流域法でも可能となった。

## I04 飽和不飽和浸透流の相似率に関する展開の系譜

谷 誠

京都大学大学院農学研究科

飽和不飽和浸透流の相似率に関しては、1980年代に、一次元鉛直浸透流によって流出波形の伝播が速やかに生じる現象が検討された（谷、日林誌、1985）。また、鈴木（日林誌、1984）は、同様の手法を用い、基底流の逓減特性に及ぼす斜面条件の影響を、二次元飽和不飽和浸透流を無次元化することによって評価した。

筆者は、その後、任意の地形条件、土壌物理条件をもつ斜面を対象として、同一の降雨を与えたとき、流出はどのように応答するのかの評価に取り組んできた。まず、洪水流出応答の評価に最適な指標の探索を行った。その結果、降雨から流出への波形変換が準定常状態での迅速な圧力伝播で説明され、流出ピークの緩和効果が貯留量の流量に対する微分係数を指標として表されることを導いた（Tani, J. Hydrol. 2008）。次に、地形・土壌物理性などの斜面条件の影響を、上記指標に対する少数の無次元パラメータの感度分析によって一般的に評価するための手法を開発した（Tani, HESS, 2013）。こうして、不飽和鉛直浸透流とパイプ流を含む斜面方向への飽和浸透流から成る圧力伝播によって、降雨流出応答を説明する相似率の枠組みが確立された。

## I03 岐阜東白川国有林のヒノキ人工林における強間伐前後の降雨・流出過程の変化

安部 豊<sup>1</sup>・川崎雅俊<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>2</sup>・小松義隆<sup>3</sup>

<sup>1</sup>サントリーグローバルイノベーションセンター(株)水科学研究所・<sup>2</sup>筑波大学生命環境系・<sup>3</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科

荒廃したヒノキ人工林において水源涵養能力を向上させる施業方法を検討するために、従来の間伐よりも強度に立木の間伐を行い、降雨・流出過程に対する影響について調査を実施した。岐阜県東白川村の国有林に位置する源流域におけるヒノキ林を対象地域として、GHS1（伐採後1年）とGHS2（伐採後2年）の2つの小流域を設定し、林外・林内雨量計、渓流水流量計、地表流プロットなどを設置し、2012年～2014年のおおよそ5月～11月に観測を行った。間伐は、GHS1では2014年4月に、GHS2では2012年12月に、本数のベースとして60%の立木の間伐を行った。

GHS1およびGHS2、両区において、強間伐後の林外雨量に対する林内雨量の割合は数十%増加した。渓流水の流量に関して各年の流況曲線を比較すると、GHS2における渇水側の20%の期間で、間伐後の2年間の流量が、間伐前1年に比べて増加していることが確認された。現段階では、樹冠の遮断が減少による林内雨の増加によって、地下水涵養量を増やし、渓流水の基底流を安定化させたと推察される。

## I05 多層構造に着目した火山地帯での間隙水圧の鉛直分布に関する検討

經 隆悠<sup>1</sup>・田名網浩貴<sup>2</sup>・正岡直也<sup>3</sup>・今泉文寿<sup>4</sup>・堀田紀文<sup>1</sup>・山川陽祐<sup>5</sup>・小杉賢一朗<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>筑波大学生物資源学類・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>4</sup>静岡大学大学院農学研究科・<sup>5</sup>筑波大学農林技術センター井川演習林

2013年の台風26号では、伊豆大島において広範囲で表層崩壊が発生・流動化し甚大な被害をもたらした。このような火山地帯での崩壊による被害軽減には、崩壊の発生原因を明らかにする必要がある。本研究では、伊豆大島の崩壊斜面を対象地として現地調査を実施し、崩壊の発生原因について検討した。調査内容は、崩壊地外縁部の土層構造の調査、および雨量計、テンシオメーター、TDRによる降雨-土壌水分変化のモニタリングである。また、現地で土壌サンプルを採取し、飽和透水試験と一面せん断試験を実施した。その結果、崩壊斜面は、テフラ、スコリア、レス等からなる互層構造を有し、各層の飽和透水係数や体積含水率が明確に異なることが明らかになった。一方で、各層のせん断抵抗応力や粘着力、内部摩擦角には明確な差異は認められなかった。また、降雨時には、最も透水性の低いレス層付近で、圧力水頭が上昇し飽和帯が形成されるものの、その上下の層では飽和帯が見られなかった。これらの結果から、降雨時の飽和帯の形成は鉛直浸透プロセスが支配的であり、透水性の低いレス層上に一時的に発生する飽和帯が崩壊の直接的な原因となったと考えられる。

## I06 実効雨量を用いた斜面崩壊発生危険度評価

小杉賢一朗

京都大学農学部

近年、気候変動に伴い雨の降り方が変化し、土砂災害が増加することが懸念されている。斜面崩壊危険度は、斜面内部の地下水位が高いほど大きくなる。本研究では地下水位の既往最大値に着目した。すなわち、地下水位が既往最大値を超えて上昇している時には、いつ崩れてもおかしくないと考えるわけである。ここで、地下水位の既往最大値超過は、「過去に経験したことが無い降雨」により引き起こされると考えられる。よって、予測雨量を用いて降雨の既往最大値超過を予測することにより、土砂災害の発生を適確に予測できると考えられる。ただしここで問題となるのは、降雨の特徴を如何に評価して既往最大値超過を検出するかである。本研究では、「横軸と縦軸の雨量指標を様々に変化させ、種々の組合せでスネーク曲線図を複数描き、いずれか一つでも既往最大値超過が予測される場合に、土砂災害の危険性が高いと判断する」という新しい解析方法を提示し、過去の土砂災害事例に適用した。その結果、横軸実効雨量の半減期と、縦軸実効雨量の半減期を適切に設定することによって、災害発生時刻に既往最大値超過が検出されることがわかり、手法の有用性が確かめられた。

## I08 木製治山堰堤内の中詰め石材の侵食に関する水路実験

岡田康彦<sup>1</sup>・石川芳治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>東京農工大学

全長20m、幅1m、高さ1mの大型水路に木製の治山堰堤模型を設置し、大きさを変えた石礫を中詰め材として使用した場合の水流に対する侵食耐性を検討する実験を実施した。水路自体の傾斜は5度に設定して水を流し、水路途中からは、木製堰堤の上面と水路を水平な鉄板で連結することにより木製堰堤の放水路の上を水平方向に流下させた。水平方向に流れた水が0.30mもしくは0.45mに設定された段差を流下して木製治山堰堤内の段差の下流の石礫の流入する時の侵食耐性を調べた。計測項目は、給水配管内での流量および治山堰堤の段差から150mm上流側における水深である。石礫のサイズは、63mm篩残留78mm篩通過、78mm篩残留102mm篩通過、102mm篩残留120mm篩通過の3種類である。水流の流量を変えながら石礫の侵食が発生する臨界値を調べたところ、侵食が発生する際の中詰め石礫の粒径は、単位幅、単位時間に流れた水の運動エネルギーに比例することがわかった。また、無次元パラメータ（石礫に載荷される掃流力に関する物理量と、石礫の重力に関する物理量の比の平方根）は、粒径によらず1.4~1.7程度に収束することがわかった。

## I07 立木密度と雪の移動に関する模型実験

堀 和彦<sup>1</sup>・井良沢道也<sup>2</sup>・松嶋秀士<sup>3</sup>・阿部 修<sup>4</sup>

<sup>1</sup>(株)寒河江測量設計事務所・<sup>2</sup>岩手大学農学部・<sup>3</sup>(株)ビーセーフ・<sup>4</sup>防災科学技術研究所

近年、ナラ枯れ跡地や手入れ不足の森林が増加している。このような森林を放置すると、立木密度が低下し雪崩が発生しやすくなると考えられる。しかし、立木密度の相違による雪圧の分布や時系列的推移などを定量的に把握した事例はほとんどない。このため、本研究では、疎密度林分の雪圧分布、およびそれが気温の変化により、どのように変動するかについて模型実験を試みた。実験は、立木密度の異なる模擬森林を作製し人工降雪機により降雪を行い、低温時と高温時に各模擬木にかかる雪圧の分布を計測し、雪の挙動をビデオカメラにより撮影した。そして、これらより立木密度と雪の移動、および雪圧の時系列変化を追跡した。

その結果、低温時ではいずれの林分においても雪割れなどの現象は認められず雪圧は小さく山側より谷側で大きくなる傾向が見られた。これに対して、高温時には、立木密度の高い森林では雪の移動は見られないが谷側ほど雪圧が大きい傾向が見られた。そして、立木密度の低下とともに雪割れが発生し雪圧は増大するものの、雪が移動した直後には雪圧が急減する現象がみられた。また、密度の低い林分の最大雪圧は、山側でも谷側でも概ね一定の雪圧値を呈した。

## I09 時系列空中写真による津波被災林分の残存について

中北 理<sup>1</sup>・斉藤武史<sup>1</sup>・中根貴雄<sup>2</sup>・村井 宏<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>(株)フォテック・<sup>3</sup>森と緑の研究所

東日本大震災では、岩手三陸海岸の海岸に約10m高近い津波が打ち寄せ甚大な被害となった。宮古市田老町の柄内沢は、幅約100mで海に面し内陸側に約1kmの緩い直線状のV字谷である。内側には人家も農耕地も無いため自然のまま過去の津波の影響も継承していると思われる。震災半年後に簡易測量を実施し、両岸の津波遡上到達地点を求めた。国土地理院で毎年撮影している時系列空中写真とこれら現地調査データの解析から、残存した林分には以下のような傾向がみられた。谷底部にはマツ、スギ、広葉樹など約15~20m高の樹木が繁茂していたがそれらはすべて流失した。マツやスギが多い右岸斜面においては、ほぼ津波遡上到達点より数m下部において樹木が流失してしまい、残った林分でも林縁に位置する樹木では、被災後2ヶ月頃から樹冠の赤変現象が見られその後枯死するものがほぼ一直線上に発生した。一方、広葉樹が多い左岸斜面では、津波遡上到達点より十数m下部まで残存する樹木が多く、また被災後に赤変するものも数本でそれらは針葉樹であり枯死するものも少なかった。震災前の植生状態は両岸で同一ではないものの広葉樹の方が高い残存率を示していた。

## 110 森林から流出する渓流水の放射性セシウム濃度について

坪山良夫・池田重人・小林政広・野口正二・玉井幸治・高橋正通  
森林総合研究所

東京電力福島第一原子力発電所の事故では周辺の農地や集落の上流にある森林にも放射性物質が降下した。森林の放射性セシウムが渓流を経て下流に移動した場合に起こりうる影響は、渓流水が運ぶ放射性物質の量とともに、運ばれる放射性物質の形態（懸濁態か溶存態か）によって異なる可能性がある。そこで本研究では、飯館村長泥地区の森林において、2013年7月より概ね月2回の頻度で渓流水を採取し、Cs-137濃度を形態別に測定した。その結果、全（懸濁態+溶存態）Cs-137濃度については、冬季（12月から2月）に採取した試料の値は概ね $0.1\sim 0.3\text{BqL}^{-1}$ の範囲に落ちていたが、それ以外の時期は試料間の違いが相対的に大きかった。一方、溶存態Cs-137濃度については、冬季に採取した試料では検出限界（ $\sim 0.1\text{BqL}^{-1}$ ）未満となることが多く、冬季に値が小さくなる傾向があることを示唆していた。全Cs-137濃度が高い試料ほど懸濁物質濃度も高く、逆に、全Cs-137に占める溶存態Cs-137の割合は小さかった。この結果から、渓流水の全Cs-137濃度の変動は主に採取時の懸濁物質濃度の違いを反映しているものと推察された。

## J01 等高線迂回率から見た路網整備の可能性

後藤純一

高知大学教育研究部自然科学系農学部門

【目的】地形条件によって路網開設の適否と密度が異なる。その結果として、適応可能な作業システムが異なる。一般にその判断は斜面傾斜が用いられるが、地形の褶曲の度合いによって、山岳路では迂回率が異なる。そこで、全国規模で等高線の迂回率を測定する方法を開発し、その結果を示すこととした。【方法】地形データには10mメッシュ標高データを用いた。格子点を探索する方法とメッシュを成す辺上の点を探索する方法によって起点と標高が等しい点列を求めた。【結果と考察】辺上の点を探索する方法によって測定した迂回距離は格子点を繋いだ方法による値より4.5%短い（決定係数99.9%）。起点から半径20mから500mまでの範囲内の等高線の延長距離を求め、それぞれの範囲円の直径で除して迂回率を定義した。等高線は山頂部では閉曲線となり、裾野に向かって閉曲線となる範囲円の半径は大きくなり、やがて開曲線となる。範囲円の半径20~500mでの、全国平均迂回率は開曲線区間では1.01~1.68、閉曲線区間では1.03~1.93であった。閉曲線区間では、迂回率は開曲線区間よりも大きい。また、地形が急峻な地域では迂回率は小さい。

## 111 廃菌床と腐植を利用した海岸緑化の試み

田中賢治<sup>1</sup>・森 千夏<sup>1</sup>・山田富市<sup>2</sup>・眞見和樹<sup>2</sup>・今富有記<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国土防災技術株式会社・<sup>2</sup>グリーン産業株式会社

## J02 非線形計画法による集材作業時間の推定

Shirasawa, Hiroaki

京都大学フィールド科学教育研究センター

路網作設の困難な山岳林において素材生産を行うためには、架線集材技術は必要不可欠である。架線技術者には、地形による索張りの可否を考慮したうえで、作業時間や作業コストを最小化させるような合理的な架線配置の設計が求められる。本研究では、設計者は収穫すべき林分が与えられたときに作業時間を最小化させる架線配置を設計するものとして、非線形計画法による数理計画モデルを構築した。モデルにおける決定変数は架線長 $x$ 、横取り距離 $y$ 、架線本数 $z$ である。目的関数は以下に示す三つの工程で発生する作業時間の総和である。①空搬器走行や実搬器走行などからなる集材工程、②林地に存在する材の荷掛けと集材線直下への移動を行う横取り工程、③架線の架設撤去工程。主たる制約条件は、配置した架線によって全ての収穫すべき材が集材されることである。構築したモデルを用いて、最適化された作業時間の推定が可能となった。さらに感度分析を行うことで、作業時間に影響を及ぼす因子（例えば、搬器速度や一サイクル当たりの集材材積）の関係性を把握することができた。

### J03 宇都宮大学船生演習林における地上 LiDAR データを用いた皆伐作業の収支分析

有賀一広・劉 純暉・上村 僚

宇都宮大学農学部

筆者らはこれまでに小径・短材の搬出が作業時間に与える影響を調査し、その結果から丸太サイズを考慮した直接費用計算式を作成した(仲畑ら 2013)。さらにこの直接費用計算式を採材方法の因子として組み込み、利益を最大にする採材アルゴリズムを作成した。ただし、この採材アルゴリズムでは曲がりは考慮していなかったが、近年、地上 LiDAR が身近に利用可能となり、幹の形状を正確に把握することが可能となってきたため、本研究では宇都宮大学農学部附属船生演習林 2 林班と小班 1.0ha において地上 LiDAR 計測を実施し、その後、行われた皆伐作業において、時間観測調査や生産された丸太の材積・曲がりを計測し、実測値と地上 LiDAR データとの比較検証を行った。さらに、曲がりを考慮した採材アルゴリズムを作成したので報告する。【引用文献】仲畑力・有賀一広・武井裕太郎・山口鈴子・斎藤仁志・金築佳奈江(2013) 那須野ヶ原地域の間伐材搬出作業における最適搬出率の検討。森林利用学会誌 28 巻 1 号: 17~28

### J05 合成繊維素材を使用した集材架線架設手法の検討

伊藤崇之<sup>1</sup>・三原隆義<sup>2</sup>・清水直喜<sup>2</sup>・富元雅史<sup>2</sup>・長田拓也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>2</sup>林野庁森林技術総合研修所林業機械化センター

集材架線における架設作業を大幅に省力化・効率化することを目的に、現在使用されているワイヤロープなどの鋼製機材・器具を、より軽量の合成繊維素材に置き換えて架設する方法を検討した。新たに導入したのは超高重合度ポリエチレン繊維ロープと高強度ポリエステル繊維のベルト荷締機で、これらを使用した架設方法とワイヤロープを使用した従来の架設方法を比較した。調査地は群馬県沼田市の森林技術総合研修所林業機械化センターの実習林である。それぞれの方法について控索 2 本を模擬的に架設し、2 組の作業者が方法ごとに 1 回ずつ架設と撤去を行った。作業の様子をビデオ撮影して作業時間の分析を行うとともに、作業者には心拍計を装着して作業中の心拍数の増加状況から労働負担を評価した。控索 2 本の架設に使用した資材の総重量は、繊維ロープ、ベルト荷締機、ワイヤロープの順に軽かった。また架設作業時間については、1 組は繊維ロープ、ベルト荷締機、ワイヤロープの順に短く、もう 1 組はベルト荷締機、繊維ロープ、ワイヤロープの順に短かった。このことから、合成繊維素材を使用した架設がワイヤロープに比べ有利であることが示唆された。

### J04 コンテナ苗による植栽作業に関する考察

旗 生規<sup>1</sup>・今富裕樹<sup>1</sup>・鹿島 潤<sup>2</sup>・伊藤崇之<sup>2</sup>・猪俣雄太<sup>2</sup>・山口浩和<sup>2</sup>・山田 健<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学地域環境科学部・<sup>2</sup>森林総合研究所

コンテナ苗を活用した植栽作業に関する作業評価および植栽器具に関する改善点を明らかにするためにアンケート調査を実施した。調査はコンテナ苗活用が進んでいる九州・東北地方を主とした 65 事業体にアンケート調査票を送付し、32 事業体から回答を得た。回答者の年齢層は、51 歳~60 歳(26.1%)、31 歳~40 歳(22.6%)が多く、平均 44.7 歳であった。また、全回答者の半数以上はコンテナ苗植栽作業経験年数が 1 年目であった。コンテナ苗と裸苗との植栽作業比較における回答では、コンテナ苗植栽作業の方が穴掘りをしやすく、苗木が植付けやすいという評価を得た。しかし、苗木の運びやすさにおいては裸苗の方がやや運び易い結果となった。コンテナ苗植栽作業における問題点や改善点の記述回答でも、苗木の持ち運びの悪さや苗木の重量について指摘されていた。コンテナ苗の植栽器具は、唐グワ、スベード、ディブルが多く使用されていた。スベードおよびディブルは、作業の効率性は高い評価を得られたが、植栽器具の重量が重いという問題点が挙げられ、それに伴い、持ち運びにくいという評価が示された。コンテナ苗植栽による疲労部位では、腰部、手首、肩の順で訴えが多かった。

### J06 アーム接地式スイングヤードの安定性 ―転倒モーメントによる検討―

近藤 稔<sup>1</sup>・渡辺亮介<sup>1</sup>・山口浩和<sup>2</sup>・毛綱昌弘<sup>2</sup>・山田容三<sup>1</sup>・白井漸<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>3</sup>新城森林組合

従来のスイングヤードは、集材時の安定性確保のために履帯を先柱方向に正対(縦向き)させて設置する(林業機械化協会、2004)。これに対してアーム接地型のスイングヤードは、接地したアームが車体の転倒を防止する作用して安定性が増すため、必ずしも正対させて設置する必要はないと考えられる。正対させる必要がないと設置場所の自由度が増すとともに、履帯横向きに設置した方が横方向の安定性も増すと考えられる。そこで、アーム接地式スイングヤードの安定性について転倒モーメントに着目して検討した。コンマ 25 クラスのアーム接地式スイングヤード(ベースマシン日立建機社製 ZX80LCK)を用いて、先柱に固定したロープをウインチで巻き取る際のロープ張力、履帯スプロケット位置の 4 地点の車重、アーム接地地点の荷重を車重計により測定した。また、車体の姿勢の変位を合わせて測定した。車両中心線とウインチロープ張力の方向が同一の場合、履帯縦向きと履帯横向きで安定性にほとんど差がないことが明らかとなったが、横取り時など車両中心線とウインチロープ張力の方向にずれがある場合、履帯横向きの方が横方向の力に対する安定性が高いことが示された。

## J07 奥山の森林資源を活用するための車載式タワーヤーダの活用に関する研究Ⅰ～20トン荷重に耐える路網開設～

榎崎達也<sup>1</sup>・堀 隆博<sup>1</sup>・梶原大輔<sup>1</sup>・松山知恵<sup>1</sup>・中井康貴<sup>1</sup>・山口修司<sup>2</sup>・関下啓誠<sup>2</sup>・坂口義博<sup>3</sup>・玉置信之<sup>4</sup>

<sup>1</sup>住友林業株式会社・<sup>2</sup>旭化成ジオテック株式会社・<sup>3</sup>朝日土質コンサルタント株式会社・<sup>4</sup>十津川村森林組合

成熟期にある森林資源は、活用の段階に来ている。しかし、多くのそういった森林資源は奥山に存在し、これらを外材と競争できるだけのコスト競争力を持って活用することが必要である。そのためには、搬送距離も長く、斜面傾斜も急な現場において効率的に搬出する技術開発が必要である。

それらの一つとして車載式タワーヤーダ（20トン）とそれが活用できる路網づくりについて実践・研究を行った。路盤強度を高める補強盛土工法を取り入れ、急傾斜地において盛土側の補強を行うことで、20トン荷重のタワーヤーダも通行できることを証明した。

## J09 トラック木質バンドラの機能と可能性

仁多見俊夫<sup>1</sup>・鈴木欣一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>(株)アメリカ屋

木質バイオマスの収集効率を向上させることを目的として、圧縮成形機能をもつ処理機構をトラックに搭載した。圧縮成形機能を持つバンドラーユニットは重量6t、長さ5.5mで、林地残材などを受け入れるホッパー部、圧縮成形切断する主要部、圧縮成形されたバンドルを受けて側方へ流れ落とす受け部からなる。このユニットをトラックの後部車台へ、旋回可能に装架し、車両キャビン後方に装備した油圧グラップルクレーンでホッパー部へ材料を供給する。車両総重量は、18tである。林地残材は直径約70cm、長さ約4m、重量約400kgのバンドルに成形排出される。バンドル実証作業を行い、1本のバンドルを作成するための処理時間は平均約5分30秒、処理コストは約2千円/tであった。既往の同様な機構の作業では1バンドル処理時間は約2分であって、コストは約600円/tとなることが期待される。この処理量に対応する施業面積は間伐約200ha、主伐約70haとなり、トラックの機動性によって1台の単年の事業量として無理なく処理可能である。今後、さらに操作手順、ユニット機構、バランスの検討が必要である。

## J08 奥山の森林資源を活用するための車載式タワーヤーダの活用に関する研究Ⅱ～車載式タワーヤーダの登坂力分析～

梶原大輔<sup>1</sup>・榎崎達也<sup>1</sup>・中井康貴<sup>1</sup>・堀 隆博<sup>1</sup>・松山知恵<sup>1</sup>・玉置信之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>住友林業株式会社・<sup>2</sup>十津川村森林組合

森林資源の活用に向けて、これまで活用できにくかった奥山に位置する森林資源を活用できる範囲のコストで搬出することが求められる。十津川村では、平成26年に急傾斜の箇所において林業専用道を開設し、中距離架線集材を実施した。作業においては、10トントラックに車載式タワーヤーダを活用した。このような大型車両が急傾斜地において活用できるのかどうかをトラックの登坂力の観点から分析した。

## J10 カラマツ主伐林分におけるバイオマス収集対応型フォワーダの生産性（速報）

渡辺一郎<sup>1</sup>・酒井明香<sup>1</sup>・北畠琢郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>南富良野森林組合

バイオマス収集対応型フォワーダ（MST800VDL）による林地残材集荷の作業効率について、カラマツ主伐林分で検討した。ただし、今回の試験では最大積載量を明らかにすることに重点を置いたため、積み込み工程までの検討となっている。対象とした林地残材は枝条のみ（ただし、ササ含む）とし、追い上げ材などの端材は含まれていない。林地残材の積み込みには、フォワーダ搭載のグラップルの他に、グラップルローダを使用し、両者の積み込み速度を比較した。その結果、搭載グラップルによる積載量は平均1.7t-wet、積み込み速度は8.1t-wet/時、グラップルローダによる積載量は平均2.6t-wet、積み込み速度は15.2t-wet/時となった。この差は、グラップルローダの作業では、枝条を折ってコンパクトにしてから荷台へ積み込みを行っていたこと、荷台上で枝条を圧迫することが積み込み量を増やせたことの要因と考えられた。



### J11 カリフォルニア州における林地残材の粉碎作業に関する一考察

吉岡拓如<sup>1,2</sup>・井上公基<sup>1</sup>・Bruce Hartsough<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日本大学生物資源科学部・<sup>2</sup>カリフォルニア大学デイビス校

造材時に発生する末木や枝条などの林地残材を森林バイオマス資源として利用するためには、粉碎作業によってチップ化することが求められる。通常であれば、1箇所の土場に集められた残材の量が多いほど、'規模の経済'が作用して粉碎作業の能率が高くなることが期待できる。しかしカリフォルニア州で調査した「pile」と呼ばれる残材の山は、日本では見られないほど巨大であり、グラップルローダが残材を投入するために山とグラインダのあいだを行き来する光景が散見され、このことがシステムとしての生産性に悪影響をおよぼしているのではないかと考えられた。そこでグラップルローダ（エンジン出力 132 kW）が残材をグラインダ（同 522 kW）へ投入し粉碎する作業の生産性について、サイズ小（幅 20 m×奥行 15 m×高さ 4 m）、中（30 m×24 m×4 m）、大（35 m×30 m×4 m）の 3 つの pile を対象に時間観測を行うことで比較検討を行った。サイズ中の pile を粉碎したときの生産性が 30.65 全乾トン/時で最も高くなったことから、粉碎作業を想定した場合の林地残材の pile には、小さすぎず大きすぎず、適切なサイズが存在することが示唆される結果が得られた。

### J13 利用可能資源量とコストの面からのバイオマス供給量の予測

狩場晴也<sup>1</sup>・山田容三<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所

木質バイオマスのエネルギー利用は新たな木材の需要を生み、放置されてきた人工林の手入れや地域経済の活性化に貢献する見込みがある。現在、三重県でも松阪市、津市、多気町に大規模な木質バイオマス発電所が稼働・稼働予定であり、周辺地域において木材需要が拡大することが予想されている。しかしながら、木質バイオマス発電に利用する木材を調達するときにコストが高い事等が問題点として挙げられ、十分な資源量を確保できるかは不明である。そこで、松阪市と隣接する津市、大台町、多気町の 2 市 2 町において、森林簿のデータを用いてスギ林、ヒノキ林の立木材積を求め、聞き取り調査をもとに売上高が生産コストを上回る小班を決定し、山側がバイオマス発電に供給可能な木材量を推定した。また、発電に利用する木材の需要が高まることによるバイオマス材買い取り価格の変動を想定して、価格が変動した場合のバイオマス材供給可能量の変化を予想し、この地域における大規模バイオマス発電事業の可能性について考察した。

### J12 新形態木質バイオマスの断面別乾燥速度計測による樹種・形状別自然乾燥速度の考察

鈴木保志<sup>1</sup>・山下祐也<sup>2</sup>・後藤純一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>高知大学教育研究部自然科学系農学部門・<sup>2</sup>高知大学農学部

薪の自然乾燥速度には、樹種のほかに分割数や剥皮の有無が影響する（佐野ら 2011、2012）。無分割も含め様々な分割数や材の大きさ別の乾燥速度を一般化して求めるため、分割材の断面（木口・まさ目・樹皮）別乾燥速度を調べた。スギ、シイ、ケヤキの、約 40 cm 長で平均径 14 cm の材を 2 および 4 分割し、開放面以外はパラフィンを塗布した（供試 60 本）。実際の乾燥状態を想定し、軒下に壁を背にして積み上げ、生質量から含水率の変化を計測した。約 2 ヶ月経過後の結果からは、木口開放と全開放の乾燥速度（乾量基準パーセントポイント ppt/週）の間に分割数に関わらず有意差はなかった（4.9~5.9 ppt/週）。ただし、まさ目開放では 4 分割は 2 分割よりも有意に高かった（それぞれ 5.5、3.6 ppt/週）。開放断面積あたりにすると、木口面が 4 分割（0.071 ppt/週/cm<sup>2</sup>）と 2 分割（0.036 ppt/週/cm<sup>2</sup>）で他の分割・断面の組み合わせ（0.004~0.010 ppt/週/cm<sup>2</sup>）よりも有意に高い値となった。つまり、開放面積を考慮すると乾燥速度に分割数間の差はほぼなく、どの樹種もこの傾向は同様であった。

### J14 関係者の多様性から見た森林バイオマス利用の特徴と課題

中村省吾<sup>1</sup>・根本和宜<sup>1</sup>・森 保文<sup>1</sup>・犬塚裕雅<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国立環境研究所・<sup>2</sup>専修大学

2012 年 7 月から開始された再生可能エネルギーの固定価格買取制度により、木材産業が活性化することが期待されたが、国内の豊富な森林バイオマス賦存量があるにも関わらず利活用が進んでいないのが現状である。この要因として、上流から下流まで多様な主体が介在するという他の再生可能エネルギーにはない森林バイオマスの利用構造の影響が考えられる。本研究では、上記構造を具体的な事例に基づいて明らかにし、各主体における課題の抽出を行うこと目的として、ペレットストーブやボイラーといった熱利用を中心に森林バイオマスの利活用が進んでいる長野県内の森林バイオマス関係者を中心にヒアリング調査を実施した。飯田市では、長野県森林組合連合会から供給された材を用いて南信バイオマス協同組合がペレットを生産しており、行政が関連施設を中心に積極的に需要先を開拓することで供給に見合った需要を創り出していた。また、薪ストーブ、ボイラーでは、材の切り出し、材の輸送、薪割、配送に多様なステークホルダーが関与していた。一方、課題としてエネルギー利用に関する林業との連携構築や、導入当初におけるペレットの品質や供給量の不安定さ等が明らかとなった。

## J15 ヒノキ根元材における節の出現状況

渡井 純・池田潔彦・星川健史

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

林地残材は主に根元の曲がり材と先端部であるが、このうち根元材は短材ではあるが径も大きく、また、節が少ないことが特徴としてあげられる。そこでこれらの特徴を生かした利用方法として椅子やテーブルなどの家具への利用を検討した。家具材には無節材が求められているが、近年、手入れ不足の森林が増える中で無節材を調達するのは難しく高価なものとなってしまふ。根元材を利用することで安価で安定的に供給が可能となると思われるが、根元材に節がどの程度あるかなどの報告は見られない。

そこで今回、実際に林地に残されたヒノキ根元材を採取、製材し、製材後の節の発生状況を調査した。

採取したヒノキ根元材を材芯から3cm厚に製材し、製材後の板の板面に出現した節の数と径を計測した。

出現した節の数は材芯から離れるにつれ減り9cmでは平均で0.08個/100cm<sup>2</sup>であった。最も出現個数の多かった材心から3cmの板でも平均で0.46個/100cm<sup>2</sup>と全体的に少なかった。出現した節の径は最も発生頻度が高いものが5mm以下のもので全体の4割程度であった。15mm以上の節は全体の1割程度と多くが小さい節であった。

## J17 レーザー測距によるコンパス縦断測量の精度

櫻井 倫・酒井秀夫

東京大学大学院農学生命科学研究科

レーザー測距儀を搭載したコンパスが安価に入手できるなど、林業や林道分野においても調査・測量への情報技術の導入が進んでいる。従来、林道設計業務において縦断測量ではレベルを用いた精密な測量が要求されてきたが、レーザー測距儀の導入によりコンパス測量の精度が向上しており、縦断測量に要求される精度を満たしている可能性もある。そこで、過去の林道設計事例を用いて、夫々のBPとEPの間の高低差におけるコンパス測量の誤差を求め、レーザー測距の導入前後におけるコンパス測量の高低方向誤差を比較した。その結果、事例数が少ないこともあって統計的な差異は検出されなかったが、誤差が小さくなる傾向になりそうなことは伺えた。

## J16 枝打ちロボットにおける超音波を用いた枝計測法の研究

市川真至<sup>1</sup>・川崎晴久<sup>1</sup>・後藤多朗<sup>2</sup>・遠藤孝浩<sup>1</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学・<sup>2</sup>(有)うみすてりあ

日本の林業は、林業従事者の減少や高齢化により、枝打ちなどの重労働が困難となってきている。そのため、高所での危険な作業を排除し、効率的かつ安全に作業を行うことを目的とした枝打ち作業のロボット化が望まれている。しかし、過去に市販された枝打ちロボットは大型で重量があり、作業効率が悪いといった問題点がある。

我々の研究グループで開発している枝打ちロボットは、初めに木を直動上昇し、枝の近傍まで来た時に直動上昇をやめ、タイヤを操舵させ、螺旋上昇しながら電動チェーンソーによって枝切断を行う。この直動と螺旋の切り替えにより、作業効率の向上を図っている。

本研究は、自動的に直動上昇から螺旋上昇への切り替えができるように、木の幹の周囲の枝を網羅し、直径2[mm]以上の枝をロボットから30[cm]以上の距離で計測することを目標とした、超音波センサを8組配置した枝計測システムを試作した。今回、枝計測システムを用いて枝の計測実験を行ったので、その結果と今後の課題について報告する。

## J18 地上型3次元レーザースキャナにより情報化された立木への林内ナビゲーションシステムの開発

中村裕幸<sup>1</sup>・石井 彰<sup>1</sup>・與儀兼三<sup>2</sup>・佐野俊和<sup>2</sup>・山場淳史<sup>2</sup>・涌嶋智<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(株)woodinfo・<sup>2</sup>広島県広島県立総合技術研究所林業技術センター

取得された大規模点群データから、林内の地形及び立木情報(位置、直径、樹高、幹曲り、幹材積)の自動生成が可能となり、あらかじめ伐採木を指定した維持管理計画の立案が可能となったが、計画の実施に当たり、伐採木や管理すべき残存木を現場で容易に見つける手段が無く、効率的施業の障害となっている。そこで、採取済点群データと、計画とを現実の森林空間内でマッチングさせ、指定対象木へナビゲーションするシステムを開発した。

開発システムは、下記5サブシステムで構成される。

①作業員の位置の特定。②対象木へのナビゲーション。③一度位置決め成功した後の移動における継続的な位置決め精度の保持・向上。④継続的位置決めにおいて参照する取得済データと、現況変化の修正。⑤小型軽量安価な装置への実装。本システムをスマートフォンおよびタブレットPCに実装し検証を行い、実用化に目途をつけた。その他、開発を通し判明した事項は下記である。作業員の配置も情報化でき、重大事故の発生する伐倒作業時の重複作業等の把握や、その場合の警告表示等への利用。最適伐採および最適丸太回収ルートのナビゲーション指示による作業効率の向上。

## J19 地上型 3 次元レーザースキャナを使った立木樹幹の最大矢高の推定と造材した丸太実測値との比較

佐野俊和<sup>1</sup>・山場淳史<sup>1</sup>・涌嶋 智<sup>1</sup>・與儀兼三<sup>1</sup>・中村裕幸<sup>2</sup>・石井彰<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 広島県立総合技術研究所林業技術センター・<sup>2</sup>(株)woodinfo

我々は地上型 3 次元レーザースキャナ (TLS) を用いた森林計測・解析システムによって、市場・製材工場段階で行われている曲り等級区分を、立木状態で品質管理ができるシステムの実現を目指して開発・研究を行っている。本発表は幹の曲りの指標である最大矢高を TLS データ解析により推定し、実測値との比較を行った結果の報告である。TLS 計測は広島県廿日市市吉和の 46~50 年生スギ・ヒノキ林にて行い、スギ 15 本、ヒノキ 15 本を対象に、3m 採材 (元玉のみ) および 4m 採材 (2 番玉以上を含む全玉) の場合の最大矢高の推定値をレーザ点群データ解析により求めた。対象木は TLS 計測後に伐倒・造材し、最大 4 番玉まで採材して合計 75 本の丸太について土場にて最大矢高の実測を行った。その結果、① 元玉の 3m 採材、4m 採材ともに実測値と推定値の相関は高く、残差の標準偏差は 0.5~0.6cm であった。② 4m 採材の採材玉間の比較では、元玉と 2 番玉については実測値と推定値の相関は高かったが、3 番玉と 4 番玉では相関は低くなっていた。これは 3 番玉以上は樹冠内部に入り込んで枝葉がレーザースキャンの障害となり、点群データ密度が低くなったこと等が原因と考えられた。

## J21 地上型 3 次元レーザースキャナ計測の作業分析

涌嶋 智<sup>1</sup>・佐野俊和<sup>1</sup>・山場淳史<sup>1</sup>・與儀兼三<sup>1</sup>・中村裕幸<sup>2</sup>・石井彰<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 広島県広島県立総合技術研究所林業技術センター・<sup>2</sup>(株)woodinfo

地上型 3 次元レーザースキャナ (TLS) は、従来型の毎木調査に比べて精密な立木・地形の形状計測を短時間で行うことが可能である。FARO 社の Focus3D120 を用いて、面的調査 (広島県廿日市市吉和) と標準地調査 (三次市作木町) の一連の作業について、① スキャン作業 (設置、スキャン、RGB 撮影)、② 付帯作業 (ターゲット設置、刈払い、徒歩移動)、③ 休憩等 (昼食、休憩、天候待機)、④ 作業準備等 (出発準備、撤収、打合せ)、⑤ 車移動の 5 区分に分けて時間計測を行った。また、従来型の毎木調査 (北広島町甲斐他 4 箇所) と調査内容や作業量等の比較を行った。面的調査では 25~37 スキャン/日 (合計約 4 時間~4 時間 30 分) を行ったのに対し、標準地調査では 8~15 スキャン/日 (合計約 1 時間 20 分~2 時間 40 分) で、② 付帯作業の割合が相対的に高く、④ 作業準備等及び⑤ 車移動により多くの時間を要したが、調査対象面積当たりの作業量は標準地調査の方が低いため、調査目的に応じてこれらを使い分けることが効率的であると考えられる。従来型毎木調査との比較では、TLS の方が得られるデータの種類及び 1 人日当たりの調査木本数が多い結果となった。

## J20 地上型 3 次元レーザースキャンと従来型手法による丸太換算の比較

與儀兼三<sup>1</sup>・佐野俊和<sup>1</sup>・山場淳史<sup>1</sup>・涌嶋 智<sup>1</sup>・中村裕幸<sup>2</sup>・石井彰<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 広島県広島県立総合技術研究所林業技術センター・<sup>2</sup>株式会社 woodinfo

広島県においては、柱を主体とした構造材 (3m 規格) の需要が低迷している中、安定した 4m 材の需要があるにも関わらず、3m 材が需要以上に供給されるという、ニーズ規格 (材長) のミスマッチが依然として発生している。そこで、この問題を解消するため、(株)woodinfo が開発した地上型 3 次元レーザースキャナを用いた森林計測・解析システム (Digital Forest) から得られた立木情報を活用して、川下側の要求する丸太の安定供給を図るシステムを考えている。

本報告は、県北西部の廿日市市吉和のスギ・ヒノキ 46~50 年生の林分において、本県でニーズの多い材長 4m (末口径 13cm 以上) の採材を前提条件として、樹高と胸高直径から採材材積を予測する当センター (2009 岡部) が開発した「立木在庫表示システム」(A) と「Digital Forest」(B) によって丸太換算した値をそれぞれ土場での実測値との相関を比較した (対象木 30 本)。その結果、採材した 75 本の丸太は、材積で見ると (A) 0.950 と (B) 0.962、また末口径では (A) 0.889 と (B) 0.942 といずれも高い相関が認められた。

## J22 異なる傾斜方向が腰部脊柱起立筋の筋活動量に与える影響

河原大陸・浦辺幸夫・前田慶明・岩田 昌・沼野崇平

広島大学大学院医歯薬保健学研究所

### 【緒言】

チェンソーを扱う林業従事者の 77% に、腰痛があるとされている。腰痛の原因のひとつに傾斜地での伐倒作業があげられる。そこで本研究の目的は、傾斜地での伐倒作業姿勢保持時の腰部脊柱起立筋 (ES) の筋活動量を測定し、傾斜方向の相違が ES にあたえる影響を検証した。

### 【方法】

対象は健康成人男性 10 名とした。対象にはチェンソーを保持させ、傾斜角度 30° の傾斜台上で、立位姿勢を 10 秒間保持させた。傾斜方向は、右下がり、左下がり、後ろ下がり、前下がりの 4 方向に、平面での姿勢保持を加えた計 5 方向とした。左右の ES の活動電位を測定し、最大等尺性収縮で正規化を行い、筋活動量を算出した。

### 【結果】

左右 ES の筋活動量を比較すると、平面で右の筋活動量は左よりも有意に増加した ( $p < 0.05$ )。傾斜方向の違いで比較すると、左右 ES の筋活動量はそれぞれ 5 方向間で有意な変化はみられなかった。

### 【結論】

傾斜地では身体の安定性が減少し、体幹伸展筋群の筋活動が増大する (Jiang et al. 2005)。しかし本研究では、先行研究を支持する結果が得られなかった。このため ES の筋活動量が増加する原因は、傾斜地での伐倒作業ではなく、伐倒作業姿勢などが可能性として考えられる。

## J23 中山間における林業イベントの経済効果分析 ～第19回森林生産システム研究会@十津川村の事例～

松山知恵<sup>1</sup>・榎嶋達也<sup>1</sup>・堀 隆博<sup>1</sup>・梶原大輔<sup>1</sup>・和田一幸<sup>2</sup>・玉置信之<sup>3</sup>

<sup>1</sup>住友林業株式会社・<sup>2</sup>十津川村役場・<sup>3</sup>十津川村森林組合

森林生産システム研究会は、森林利用学分野の研究会として、先進的な生産システムや林業工学の研究成果の紹介などを林業現場において実施しているものである。今般、第19回目の森林生産システム研究会を奈良県十津川村で開催した。

奈良県十津川村は、奈良県の最南端にあり、紀伊半島の中央部に位置する。面積672.35km<sup>2</sup>で村としては日本一の広さを持ち、世界遺産「紀伊山地の霊場と参詣道」の一部や温泉などの観光資源が村内にあるものの、人口約3,700人、面積の96%が森林であるという一般的な山間地域であるため、村の主産業は「林業」にならざるを得ないという場所である。

このような林業が主産業にならざるを得ない山間地域において、林業イベントを通じて林業分野の先進的な取り組みを全国的に発信することによる地域活性化の効果を検討することとした。

十津川村において開催されている林業分野以外のイベントと第19回森林生産システム研究会における参加者数、かかった経費等を比較することにより、十津川村における林業イベントの経済的な効果を分析した。

## J25 同一林分において立木密度を変化させた場合の林内景観の好ましさ

松本 武<sup>1</sup>・廣川良輔<sup>2</sup>・岩岡正博<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>厚木市役所

これまで好まれやすい林内景観の特徴として、樹幹枝視率と立木密度が低い森林(梶返, 1987)、散策利用の場合立木密度600本/ha以上(藤本, 1978)、立木密度800本/ha以下(真鍋ら, 1990)、密度が低く、個々の木が太い高齢林で低木層がない森林(朴ら, 1992)、胸高直径合計(m/ha)が低い森林(井川原ら, 2004)等が示されており、いずれの研究でも共通して立木密度が重要な指標として指摘されている。

しかし、これらの研究では異なる林分の林内景観を区別せずに分析をしているため、地形や樹種などが好ましさを評価に影響している可能性が考えられる。また、被験者が森林科学を学ぶ学生や20代と30代の一般人が中心である等、特定の属性に偏っているため、必ずしも一般的に好まれる林内景観の特徴が明らかにされているとは言えない。

そこで、本研究では樹種や年齢構成が単純な同一の針葉樹人工林を対象に実際に間伐を行って立木密度を変えていき、多数の幅広い層からの被験者の評価からどのような立木密度の林内景観が好まれるのかを明らかにする。さらに、好ましさを評価に影響する被験者の属性についても明らかにする。

## J24 伐採計画と人工林内に侵入した広葉樹多様性に関する研究

脇谷すみれ<sup>1</sup>・山田容三<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所

近年、森林における多面的機能の一つとして生物多様性保全機能が重視されている。また、日本国土の約27%を人工林が占めており、人工林内での生物多様性保全が必要であると言える。そこで、森林管理者には自分の所有する森林の現状を把握した上で、生物多様性の保全に配慮した管理を行うことが求められている。以上のことを背景に、香坂(名大院生命農修論2014)が人工林内に侵入した広葉樹の多様性に注目し、景観スケールでの人工林内広葉樹多様性の評価手法を提唱した。本研究では、愛知県の段戸国有林を対象とし、この手法をより現実的なものに改良することと、手法の森林管理への応用例として、現在定められている計画よりも広葉樹多様性の保全が可能と思われる伐採計画への改善を提案することを目的とする。まず、施業群ごとの伐期で伐採した場合の人工林内広葉樹の多様性が高い小班分布の時間的変移を、GISを用いて10年ごとにシミュレーションした。次に、伐期を計画から一部ずらした場合についてシミュレーションを行い、高評価小班の配置と合計面積で結果の検討を行った。

## K01 台風により消失したヒノキ人工林における鳥散布由来植物の構成と散布傾向

河鍋直樹<sup>1</sup>・上原 巖<sup>2</sup>・松林尚志<sup>2</sup>・近藤 司<sup>2</sup>・鈴木貴大<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院・<sup>2</sup>東京農業大学地域環境科学部

針葉樹人工林伐採跡地では、自然植生の回復の観点から造林木以外の他樹種が侵入することが期待される。しかし、放置された伐採跡地の植生遷移の実態は不明な点が多い。伐採跡地における天然更新では、周辺からの他樹種の種子の侵入、埋土種子などに由来すると予測され、特に温帯林では、動物により種子散布が行われる樹種が多い。近年では、針葉樹人工林への種子散布の研究で鳥類が人工林内にシードバンクを形成し、伐採後の植生の回復に貢献していることが報告されている。しかし、伐採跡地や、間伐が実施されている人工林のタイプ別に鳥類の出現、散布傾向に差があるかは、明らかになっていない。そこで本研究では、間伐率が異なるヒノキ人工林と、台風により消失したヒノキ人工林において、ラインセンサス法による季節的な鳥類相の把握やポイントセンサス法による周辺結実木における鳥類の利用実態、シードトラップの定期的な回収による種子の散布パターンについての調査を行った。調査の結果では、結実木6種におけるポイントセンサスでは、ミズキでは、ヒヨドリ8.75頭/時間、メジロ14頭/時間が記録され、これら鳥類が種子散布者としての役割を果たしていると考えられた。

## K02 土地利用に見るツキノワグマ出没地特性—岐阜県高山市周辺の事例—

福田夏子<sup>1</sup>・下村彰男<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>東京環境工科学園研修部

近年、岐阜県高山市周辺では、里地里山へニホンツキノワグマが出没し、人身被害や農業被害を招いている。このため、本研究では、クマの出没地の特性について、土地利用条件から考察することを目的とした。

分析は、次の1) 2) から、出没件数と土地利用条件との関係を把握した。1) 過去7年間(2008~2014年)の、岐阜県クママップ上の出没地点データについて、出没場所(居住地、山林、農地、その他)と出没年、季節/時期、時間、クマの頭数・幼/成獣との関係を把握した。2) 1) の出没地点のうち50地点をランダムに選び、各地点をQGIS(1.80 Lisboa)で地図化し、各地点から半径1kmの円を描いた。そして、円内の土地利用をモデル化し、各モデルと円内の出没件数との関係を分析した。

## K04 共生菌キバチウロコタケを接種した材へのキバチ類の産卵選好

松本剛史・佐藤重穂

森林総合研究所四国支所

キバチ共生菌キバチウロコタケ *Amylostereum laevigatum* を人工的に接種したヒノキ丸太(接種区)と対照丸太(対照区)を、2013年春期に高知県香美市のスギ・ヒノキが混交する人工林に設置し、野外でキバチ類に産卵させた。丸太を回収し網室で保管していたところ、2014年度春期から夏期にかけてキバチ類が羽化脱出してきた。計61頭羽化脱出してきたが、羽化脱出してきたキバチ類は全てオナガキバチ *Xeris spectrum* であった。また、羽化脱出してきたオナガキバチは全て接種区からであり、対照区からは1頭も羽化脱出してこなかった。丸太を剥皮して産卵孔を調査したところ産卵選好性の比較でも接種丸太を好んで産卵していることが明らかとなった。オナガキバチは自らが共生菌をもたず、網室試験でキバチ共生菌を人工接種した材を好んで産卵すると報告があるが、野外での試験においても厳格にキバチ共生菌が接種された材を選好して産卵・羽化脱出していることが明らかとなった。

## K03 スギカミキリ幼虫越冬後の発育

北島 博<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部

スギカミキリは、通常1年1世代だが2年1世代の個体もいる。幼虫が低温を感受すると蛹化が抑制されて越冬し、2年1世代となる可能性が示されている。しかし、越冬後の幼虫の発育は不明である。そこで、幼虫を寒冷地(栃木県奥日光)で飼育して蛹化を抑制させ、温暖地(茨城県つくば市)に運搬して越冬させた後の、蛹化・羽化時期を調べた。また、温暖地において4月下旬および5月下旬に、スギ輪切り丸太に孵化幼虫を接種して野外網室内で飼育し、蛹化・羽化時期を越冬幼虫のそれらと比較した。その結果、越冬幼虫の蛹化・羽化時期は、4月下旬の接種個体のそれらと同等で、7月中旬~8月中旬であった。一方、5月下旬の接種個体のそれらは約1ヶ月遅く、8月中旬~9月中旬であった。越冬幼虫と4月接種幼虫の蛹化・羽化時期が同じであったことは、越冬幼虫は孵化幼虫が蛹化に必要な温量を経験した後に蛹化することを示す。蛹化遅延の原因としては、幼虫の方が長期の生存に適することが考えられる。本研究は、農林水産技術会議委託「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト」、およびJSPS 科研費 26450217により実施された。

## K05 フライトミルを用いたカシノナガキクイムシの飛翔能力の測定

深谷智史<sup>1</sup>・岡田龍一<sup>1</sup>・伊東康人<sup>2</sup>

<sup>1</sup>兵庫県立大学環境人間学部・<sup>2</sup>兵庫県農林水産技術総合センター森林林業技術センター

近年、コナラ・ミズナラといったブナ科樹木が枯死する「ナラ枯れ」の被害が問題となっている。ナラ枯れはカシノナガキクイムシ(キクイムシの一種)の保有する菌が原因と考えられており、ナラ枯れの被害拡大とカシノナガキクイムシの移動可能範囲には密接な関係があると推測される。しかし、この虫の飛翔能力を始めとする生態はよく知られておらず、被害拡大の予測は極めて難しい。本研究では、独自に開発したフライトミルによりカシノナガキクイムシの飛翔能力を調べた。フライトミルは、回転アーム先端に取り付けた虫が飛翔するとアーム部分が軸を中心に回転する装置であり、その回転数から飛翔距離を推定できる。この装置によって25km以上飛翔する個体が存在することが判明した。飛翔距離の長い個体が存在することから、ナラ枯れ対策において予防範囲の面での再検討が必要ではないかと考えられる。また、飛行状態の時間的変化と飛翔距離に強い関連が見られることから、フライトミルを用いてカシノナガキクイムシの飛翔特性をさらに詳細に調べ、ナラ枯れの精度の高い被害拡大の予測に繋げていくのが今後の課題である。

## K06 カシノナガキクイムシの大量捕獲によるナラ枯れ防除

小林正秀<sup>1,3</sup>・山崎拓男<sup>1</sup>・金澤 瑛<sup>1</sup>・竹内道也<sup>2</sup>・立川知恵理<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都府農林水産技術センター・<sup>2</sup>京都市産業観光局農林振興室林業振興課・<sup>3</sup>京都府立大学生命環境学部

ナラ枯れの媒介昆虫であるカシノナガキクイムシを大量捕獲する餌木誘殺は、燃料革命以前には主要な防除法であった。しかし、薪炭の利用が減った現在では、餌木の準備と利用が困難になっており、おとり木法、ペットボトルトラップ（以下、PT）や、それを改良したカシナガトラップ（以下、KT）による大量捕獲が検討されている。

京都市の宝が池公園では、餌木周辺にPTまたはKTを設置した結果、2012年と2013年に、それぞれ約16万頭（うち87%はPTによる捕獲）と約20万頭（うち94%はPTまたはKTでの捕獲）のカシノナガキクイムシが捕獲できたが、枯死本数は減少しなかった。そこで、2014年は、明るい場所に位置するブナ科大径木50本に、PT1基とKT2基ずつを設置した。その結果、捕獲数は70万頭以上（トラップでの捕獲数は約52万頭、立木への穿入数は約20万孔）に達し、トラップ設置木1本が衰弱したのみで、枯死木は発生しなかった。本法は、樹木の伐倒作業のような重労働は不要で、薬剤も使用することなく、1~2週間ごとのエタノール交換とトラップの掃除だけで大量捕獲が可能なることから、有効な防除法になると考えられた。

## K08 抵抗性マツ植栽地におけるマツノマダラカミキリ成虫密度と枯死率の関係

杉本博之<sup>1</sup>・富樫一巳<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山口県農林総合技術センター林業技術部・<sup>2</sup>東京大学

材線虫病の被害を受けたマツ林の再生対策として、激害地から抵抗性個体を選抜して母樹を作成し、その種子から抵抗性マツを造林している。近年、そのような植栽林分で材線虫病が発生して問題となっている。枯死要因の一つとして、媒介昆虫であるマツノマダラカミキリ（以下カミキリ）の密度が関係していると考えられる。そこで、2008年から2014年まで山口県防府市の2つの抵抗性林分（各0.06ha程度）でカミキリ成虫密度と枯死の関係を調査したので報告する。

カミキリ成虫の発生期間に毎週、誘引物を含まない粘着剤付スクリーントラップ（1×1m）によって成虫を捕獲した。枯死はトラップ設置の終了時と翌年の調査前に樹脂流出量調査により確認した。全枯死木は成虫の発生前に林外に搬出した。解析には7月末までに捕獲したカミキリを用いた。

2林分を合わせて枯死率、健全木密度、成虫密度の関係を解析した結果、枯死率は健全木密度には関係なく、成虫密度に関係することがわかった。また、抵抗性林分ではカミキリがある程度生存しても枯死が発生しないことが分かった。

## K07 ナラ枯れ被害の進行に伴うブナ科樹木の局所的密度の変化

山崎理正<sup>1</sup>・伊東康人<sup>2</sup>・安藤 信<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>兵庫県農林水産技術総合センター森林林業技術センター・<sup>3</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

カシノナガキクイムシは太い寄主木を好んで穿孔することが明らかにされているが、ナラ枯れ被害が収束した林分でもこのような寄主木が穿孔されずに残っていることがある。太さ以外の寄主選択要因としてブナ科樹木の局所的密度に注目し、これがどの程度以下になるとナラ枯れが発生しにくくなるのかを明らかにすることを目的とした。京都府東部のミズナラとクリが優占する二次林（93ha）において3haのプロットを設定し、2014年9月から11月にかけてプロット内の全てのブナ科樹木を測位した。ここでは2008年から発生したナラ枯れ被害木の分布調査を継続しており、これを利用して2008年から2013年の各年における未被害ブナ科樹木の分布を再現し、各年各個体について周辺2.5~25mの未被害ブナ科樹木の胸高断面積合計を計算した。各年の被害の有無を応答変数とした一般化線形混合モデルを構築したところ、周辺10mのミズナラの胸高断面積合計（以下、BA10）を組み込んだモデルの説明力が最も高かった。2008年の時点では最大で1.1m<sup>2</sup>、平均で0.4m<sup>2</sup>だったBA10は、被害がほぼ収束した2014年の時点では最大で0.6m<sup>2</sup>、平均で0.2m<sup>2</sup>となった。

## K09 放置竹林と広葉樹二次林間における地表性ゴミムシ類の時空分布

江崎功二郎

白山自然保護センター

広葉樹二次林などが、いったん竹林化すると竹林は安定的に存続し、林分構造は単純になり構成種も少なくなることから、竹林化の拡大による生物多様性の減少が危惧されている。ゴミムシ類は様々な小昆虫類や節足動物を餌とするため、植生が単純で餌となる昆虫類が少ないと考えられる竹林では、ゴミムシ類の種多様性も貧弱になることが予測される。しかし、放置竹林の調査では約20種のゴミムシ類が捕獲され、広葉樹二次林と比較しても種構成に違いが認められなかった。この結果は、竹林のゴミムシは周囲の広葉樹林からの移動供給によって種が構成されている可能性を示唆した。今回、3箇所の放置竹林から隣接する広葉樹二次林へ調査ラインを引き、5mごとに設置したピットフォールトラップによってゴミムシ類を捕獲し、時空間分布を解析した。捕獲された種には特定の時期に竹林から調査地全体に分布する種や、春と秋に竹林に偏って分布する種が認められた一方で、広葉樹から竹林へ季節移動する種や広葉樹林に偏って生息する種は認められなかった。そのため、ゴミムシ類には竹林で安定的に生息できる種があることが示唆された。

## K10 東カリマンタンでの糞・腐肉食性コガネムシ類捕獲におけるベイトとピットフォールトラップのタイプ間の比較

上田明良<sup>1</sup>・Dwibadra, Dhian<sup>2</sup>・Noerdjito, Woro A<sup>3</sup>・近 雅博<sup>4</sup>・福山研二<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>北海道大学農学部・<sup>3</sup>インドネシア科学院生物学研究センター・<sup>4</sup>京都府京都市・<sup>5</sup>茨城県牛久市

糞食性コガネムシ類群集のサンプリングにおける標準的な定量的捕獲法の開発に寄与することを目的に、インドネシア共和国東カリマンタン州の低地においてベイトとトラップタイプを検討する研究を行った。まず、牛糞、人糞、魚肉、煮干しをベイトにしたピットフォールトラップを用い、4日目と8日目に捕獲虫を回収した。次に、人糞と魚肉をベイトとして、臭いを出すためにベイト容器に開けた穴のサイズが異なるピットフォールトラップと、上に衝突板を立てたピットフォールトラップを5日間設置し、毎日捕獲虫を回収した。その結果、人糞と魚肉で牛糞と煮干しよりも種数と捕獲数が多かった。また、牛糞、人糞、魚肉では最初の4日間に比べて残りの4日間は捕獲数が大きく減少した。穴サイズは捕獲に影響しなかったが、衝突板は種数を増加させた。人糞では3日目以降種数と捕獲数が低下したが、魚肉は、初日を除き5日目まで種数と捕獲数ともに多かった。以上の結果から、人糞と魚肉をベイトに用いた衝突板付きピットフォールトラップを人糞は最低3日間、魚肉は5日間設置することが推奨された。

## L02 *Ceratocystis ficicola* 接種によるイチジク株枯病発病メカニズムの検討 (1) 解剖学的手法による発病過程の追跡

隅田臯月<sup>1</sup>・黒田慶子<sup>1</sup>・森田剛成<sup>2</sup>・軸丸祥大<sup>2</sup>

<sup>1</sup>神戸大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>広島県広島県立総合技術研究所農業技術センター

イチジク品種「蓬萊柿」2年生苗の主幹に、アイノキクイムシによる *C. ficicola* の媒介を模した4点接種を行い、宿主内における本菌の動態と宿主細胞の反応との関係を解剖学的に検討した。接種1週間後、接種部では道管内腔と柔細胞内に菌糸が観察された。また、柔細胞内容物および道管と木部繊維の細胞壁が黄色～褐色に着色しており、宿主細胞の防御反応により二次代謝物質が生成したと推測された。接種部から垂直方向に5cm離れた部位では菌の観察頻度が低く、局所的に道管内腔に観察された。着色物質の蓄積は明瞭でなく、宿主細胞の反応は強まっていなかったと考えられた。防御反応による変色部位(傷害心材)では、道管の通水機能が停止することが知られている。葉の萎凋という外部病徴は2~3週間後から認められたが、その前に接種部付近で変色部の横断面積が拡大し、通水可能な道管が著しく減少していた。従って、本病感染木は感染部位で通水が停止して萎凋・枯死に至ることが示され、ブナ科樹木萎凋病(ナラ枯れ)との共通点が認められた。

## L01 アスナロ属の樹幹に対する *Cistella japonica* の接種試験

池田虎三<sup>1</sup>・千 木容<sup>1</sup>・市原 優<sup>2</sup>

<sup>1</sup>石川県農林総合研究センター林業試験場・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

ヒノキアスナロ漏脂病は、ヒノキアスナロ (*Thujoopsis dolabrata* var. *hondai*) の人工造林における主要な病害である。本病の病原菌は、ヒノキ漏脂病と同じ *Cistella japonica* と考えられているが、本菌による発病機構は十分に明らかにされていない。これまで、漏脂病に関与する菌類の接種により、*C. japonica* のみが樹脂流出を引き起こすことが明らかになっている。石川県内では挿し木によるクローンでの造林が行われているため、漏脂病にかかりにくい採種母樹を選抜する必要がある。本研究では、接種により感受性を判別することを目標として、野外で発病程度の異なる品種等を用いて、病原菌接種に対する病徴の差異を比較した。

ヒノキアスナロであるマアテ、クサアテ、および青森ヒバと、アスナロである長野アスナロの2品種4種類に対して *C. japonica* を接種した結果、種類間で樹脂流出長に有意な差がみられた。このことは、今回用いた4種類では病原菌に対する感受性が異なることを示しており、樹脂流出長を指標とすることで、その感受性を評価できる可能性を示唆している。

## L03 *Ceratocystis ficicola* 接種によるイチジク株枯病発病メカニズムの検討 (2) 宿主の水分生理と病徴進展

黒田慶子<sup>1</sup>・隅田臯月<sup>1</sup>・森田剛成<sup>2</sup>・軸丸祥大<sup>2</sup>

<sup>1</sup>神戸大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>広島県広島県立総合技術研究所農業技術センター

イチジク品種「蓬萊柿」2年生苗の主幹に *C. ficicola* の4点接種を行い、土壌の保水程度と病徴進展の関係について検討した。主幹下部に熱流束センサーを装着して水分通導の変化の非破壊的追跡を試みた。土壌水分や気温を測定しつつ供試苗を定期的に抜き取り、本菌の感染の確認および酸性フクシン液の注入による通導範囲の検出を行った。「非保水区」では接種10日後から葉が萎凋し始めた個体が発生したが、土壌水分の低下を抑制した「保水区」の病徴発現は2週間後以降で、葉が萎凋せずに落葉する例が目立った。落葉個体でも萎凋個体と同様に、接種部位付近で木部の変色が拡大し、通導範囲が著しく減少していた。熱流束センサーで主幹部の熱の出入りを調べたところ、通導が活発な健全苗では、晴天の昼間はセンサーの外側(大気)から内側(主幹内部)への熱移動が大きくなり、木部樹液が低温傾向であることが推測された。接種苗で萎凋や落葉が開始する前の段階で、主幹外部から内側への熱移動が少なくなる傾向が認められた。この現象は樹液流動が緩慢になったか、木部含水率の低下に起因するのではないかと推測された。この時期は木部の変色が拡大する時期とほぼ一致していた。

#### L04 抵抗性アカマツ 3 品種へのマツノマダラカミキリ 非選好性試験

磯田圭哉<sup>1</sup>・杉本博之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>2</sup>山口県農林総合技術センター

マツノザイセンチュウ抵抗性アカマツ現地適応試験地における各品種の抵抗性評価（現地ランキング）は、苗畑での抵抗性評価（苗畑ランキング）と有意な正の相関がみられたが、一部の品種では一致していない。苗畑ランキングは、人工培養したマツノザイセンチュウを各品種の実生後代苗に人工接種することにより行われており、線虫侵入後の抵抗性について評価していることになる。一方、現地ランキングは、抵抗性アカマツ検定林における生存率から評価を行っており、線虫侵入後の抵抗性だけでなく、侵入のしやすさ、カミキリによる非選好性、樹体の生理的状态、樹高や樹冠のサイズなど、様々な要因が複合した結果を評価していることになる。今回、苗畑と現地の評価の違いがカミキリの非選好性によるものか明らかにするため試験を実施した。現地と苗畑でランキングが異なった備前ア 21 と、両方で高かった熊山ア 39、両方で低かった新居浜ア 10 の 3 クローンの枝へ順番に同一のカミキリを放出し、同一個体の後食量を比較した。その結果、クローン間に有意な差が見られ ( $p < 0.01$ , one way ANOVA)、新居浜ア 10、備前ア 21、熊山ア 39 の順に後食量が多かった。

#### L06 シラカシ枝枯細菌病菌とモモせん孔細菌病菌との関係

石原 誠<sup>1,2</sup>・瀧川雄一<sup>2</sup>・榎崎康二<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>静岡大学創造科学技術大学院・<sup>3</sup>福岡県農林総合試験場資源活用研究センター

シラカシ枝枯細菌病菌はシラカシに枝枯れを起こす *Xanthomonas* 属細菌の新しい病原型と思われたが、宿主範囲の調査を目的とした有傷接種試験において、アンズの枝に壊死斑様の反応を起こしたので、モモせん孔細菌病菌 (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*) と表現形質、遺伝的類似性、宿主特異性について比較検討した。その結果、表現形質について *X. arboricola* の他の病原型とは大きな相違がなかったが、モモの病原型とは栄養素要求性、デンプンの加水分解性等、複数の点で異なった。gyrB 遺伝子の分子系統解析の結果、シラカシの病原菌は系統樹上で *X. arboricola* の他の病原型とは、やや離れた位置にモモの病原型と共に同一の小クレードを形成したことから、両菌は近縁な関係にあることが分かった。宿主特異性について相互の宿主へ再度接種試験を試みた結果、シラカシの病原菌はモモ葉上で、初期病斑様の白斑を形成するが、褐変化とせん孔が速やかに起きて病斑が分離・脱落すること、また再分離頻度も高くないことなどから、自然宿主と成り得ないと判断された。よって両菌は宿主特異性の点で一致せず、異なる病原型であると考えられた。

#### L05 松枯れ予防樹幹注入剤の樹体内における注入後の動態 II

榎崎康二<sup>1</sup>・丸 章彦<sup>2</sup>・下山泰史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター森林林業部・<sup>2</sup>ソエティス・ジャパン株式会社

マツ材線虫病対策の一つである松枯れ予防剤の樹幹注入は高い防除効果が期待される方法だが、施工したマツがマツ材線虫病により枯損する事例が確認されている。これはマツノマダラカミキリの後食によりマツノザイセンチュウが樹体内に侵入する時期に、薬剤主要成分が十分に枝先まで分散していないことが一因と考えられる。しかし、注入後の薬剤の樹体内における動態については研究事例が少なく、十分な知見が得られていない。そこで、本研究では樹幹注入剤の効果的な施工時期を導き出すことを目的とし、施工後の薬剤の動態を調査した。クロマツ 3 個体（樹高 8.8~10.8 m）に、2013 年 3 月に所定量の酒石酸モランテル 20% 液剤を地上高 50 cm の位置に施工した。施工 24 時間後に樹体内のモランテル濃度を測定した結果、施工部から 2.0~2.5 m 上昇していることが判明した。また、別のクロマツ 5 個体（樹高 7.8~11 m）に同様に施工し、施工後 1 月ごとに 12 月まで樹冠の頭頂部、上部（4 方位）、中部（4 方位）から当年枝を採取しモランテルの濃度を測定した。その結果、施工 1 月後には分析したほとんどの部位からモランテルが検出され、樹冠全体に薬剤が拡散していることが確認された。

#### P2A001 早期森林資源利用診断システムの開発—林冠復元解析による LiDAR データ解析システムの構築—

山本一清<sup>1,2</sup>・梅藤幸太郎<sup>1,2</sup>・宇野女草太<sup>3</sup>・吉田夏樹<sup>3</sup>・都竹正志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>科学技術振興機構 CREST・<sup>3</sup>中日本航空株式会社

近年の急速な航空機 LiDAR 観測及び解析技術の発達により、特に針葉樹人工林の資源推定においては、多くの成果が得られている。しかし、現状では観測だけでなく、その解析においても高度な技術及び高価な解析システムを要し、実利用という点においては課題も残されている。我々は、これまでに LiDAR データからの立木個体及び樹冠抽出技術を搭載した LiDAS (LiDAR Data Analysis System) を開発してきたが、より実用的な解析システムを目指し、林冠復元解析手法による新たな LiDAR データ解析システムの構築を行った。この手法では、LiDAR データからの立木個体の樹頂点を抽出し、簡易な樹冠モデルによる林冠復元を行い、LiDAR データから作成される DSM との比較により、樹冠モデルの最適パラメータの算出と、未検出樹頂点の探索を行う。本研究では、2014 年に愛知県内及び三重県内で観測した LiDAR データ及び現地調査結果を用い、この新たな LiDAR データ解析システムによる立木個体及び樹冠抽出精度の検討及び最適パラメータによる広域林相区分の応用可能性について検討した。



P2A002 森林内の地盤抽出に対する波形記録式航空機 LiDAR の有効性

前田佳子・本田謙一・今井靖晃・武田浩志・高橋 勇  
国際航業株式会社

航空機 LiDAR による地盤計測が一般化しているが、森林や草地など植生が著しく繁茂した場所では、地表面からの反射強度が微弱なため高精度な地盤計測が困難な場合がある。そのような中、波形記録式航空機 LiDAR はレーザーパルスの反射を連続的な波形として記録できるため、従来見落とされていた地物や地表面からの微弱なリターンが取得でき、より高精細な地形計測が期待されている。本研究では、波形記録式航空機 LiDAR を用いて地盤計測を行いその効果を樹林地と草地で検討した。

樹林地では、落葉期と着葉期のそれぞれで 1m 格子での地盤データ欠測率を計算した。その結果、波形記録式航空機 LiDAR を用いた場合（以後、波形解析法）は従来の航空機 LiDAR を用いた場合（以後、従来法）に比べ、地盤データ欠測率が落葉期では約 12%、着葉期で約 6% 改善した。特に混交林や常緑樹林では提案手法によって欠測率が減少し、より詳細な地形情報を取得できることが確認できた。

草地では、現地測量結果を用いてササ地における波形解析法と従来法の地盤計測精度を評価した。その結果、波形解析法を用いることで地盤面をより正確に抽出できることが確認できた。

P2A004 陰陽図を用いた広葉樹二次林内のギャップの可視化

村上拓彦<sup>1</sup>・大西 諒<sup>1</sup>・望月翔太<sup>2</sup>・秋山幸秀<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>3</sup>朝日航洋株式会社

P2A003 レーザ測量データによる林床植被率推定手法の検討 — 神奈川県水源域を事例として

和智明日香<sup>1</sup>・栗林弘樹<sup>2</sup>・谷川 潔<sup>2</sup>・太田望洋<sup>1</sup>・Kalibinuer Yishaming<sup>1</sup>

<sup>1</sup>アジア航測株式会社環境部・<sup>2</sup>神奈川県環境農政局水緑部森林再生課

P2A005 スギ人工林を対象とした分解能別 DSM の高さ精度の比較

古田朝子・金森匡彦  
日本森林技術協会

空中写真や LiDAR 計測による digital crown height model (DCHM) から広域的に蓄積を推定する手法が多く報告されている。DCHM は地表面 (digital surface model, DSM) と地形面の差で算出されるが、よりコストを下げ処理を効率化するためには低分解能のデータが望ましい。そこで秋田県大館地方の森林 1500 ha を対象に、異なる分解能の DSM による DCHM の違いを林齢、地形別に比較した。DSM データには空中写真から得られる分解能 2、5、10、20m の 4 種類のデータを用いた。最も分解能解が高い 2m DSM から算出した DCHM と、分解能 5、10、20m から算出した値の小班別の平均 DCHM の差は、それぞれ 0.7m、1.4m、14.0m であり、分解能 10m までは比較的低い差 (10% 以内) となった。林齢や地形別による傾向の違いは認められなかったが、傾斜角 45 度以上の場所では 2m の DCHM に対して分解能 10、20m の DCHM は 10% 以上の差が生じる結果を示した。本研究は農林水産省農林水産技術会議研究費「低コストな森林情報把握技術の開発」の一環で実施した。

## P2A006 時系列空中写真三次元計測による人工林成長モニタリング

古家直行<sup>1</sup>・西園朋広<sup>2</sup>・小谷英司<sup>3</sup>・北原文章<sup>4</sup>・細田和男<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>森林総合研究所森林管理研究領域・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>4</sup>森林総合研究所四国支所

空中写真の三次元計測は、従来の実体鏡を使用したアナログの煩雑な計測作業から、現在ではディスプレイ上での作業や作業結果の記録が可能となるなど大幅に作業効率が向上している。日本国内では過去 60 年間にわたる空中写真が定期的に撮影されてきており、これは戦後の拡大造林の時期とも一致し、森林の成長・動態を記録した貴重なデータである。一方、国内には、収穫予測等を目的とした固定試験地が各地に設置され、地上での集中的な計測が実施されている。空中写真の三次元計測結果をこれら固定試験地の結果と対応付けて議論することが出来れば、写真計測のみから試験地以外の様々な生育条件に分布している森林の成長を詳細に記述することができると考えられる。地位を含む森林の成長の情報は、今後拡大造林によって成立した人工林の伐採が進んでいく中、今後の林業の重点化を考える上で重要な情報と考えられる。そこで、本研究では、東北地方のスギ人工林を対象として、長期にわたる時系列の空中写真データと対応する時期の固定試験地における地上調査データを使用して、単木ごと、林分ごとの成長を追った結果を報告する。

## P2A008 マーケットインを志向した秋田スギ人工林の資源管理手法の構築—地形的および地理的特性からみた資源量の推定—

瀧誠志郎・高田彦彦

秋田県立大学木材高度加工研究所

スギ人工林を持続的かつ効率的に利用するためには、長期的な視点に立ってマーケットの需要量に対する既存の資源量を把握し、施業効率等の観点から林分の地形的および地理的特性を勘案した資源供給ポテンシャルのシミュレーションを行う必要がある。そこで、秋田県 X 市を対象に 20 年後までの資源量の推移と当該期間の皆伐による原木供給量のシミュレーションを行った。シミュレーションは X 市内の間伐履歴を有する民有スギ人工林の全齢級を対象とし、皆伐対象林齢は 8~12 齢級とした。皆伐林分は新規植栽することとし、皆伐の翌年の林齢を 1 年生にして経年変化にあわせて林分材積量を成長させた。現在の X 市内の製材用および合板用の年間原木需要量全てを X 市内の民有スギ人工林から供給を続けた場合、10 年後までは安定供給が見込めることがわかった。ところが、15 年後は需要量に対して製材用で約 18%、合板用で約 56% の供給量となり、20 年後はほぼ供給不可能になることが明らかになった。これらの結果から、持続的な原木供給と林業経営を実現させるためには、他の地域からの原木供給あるいは間伐材や大径材からの製材端材の供給を加味したシミュレーションが必要であると考えられる。

## P2A007 森林の取り扱いの違いによる森林配置の評価

佐野真琴<sup>1</sup>・宮本麻子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林管理研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所企画部

森林を適切に管理するためには、林分の情報とともに林分の配置についても考慮する必要がある。本報告では、茨城県北部の北茨城市、高萩市を対象に森林管理の 2 つのシナリオに基づく森林配置の将来予測を行い、放置した場合との比較を行った。第 1 のシナリオは、国際競争を目標としたもので、伐期連年生長量の 8 割を伐採するとした。第 2 のシナリオは、地産地消を目標とするもので、茨城県の 1 人あたりの木材需要の統計に当該地域の人口を掛け合わせたものとした。比較には、ランドスケープ構造を定量化する空間解析プログラム「FRAGSTATS4.2」を使用した。対象地全体の構造を示すランドスケープレベルでの 100 年後の計算結果では、対象地域のパッチ密度は減少、それに伴い平均パッチ面積は増加した。また、形状の複雑さを示す形状指数は地産地消、放置の場合は大きくなった。配置の偏りを示す散在併置指数はいずれもやや大きくなり分布の偏りは減少した。シャノンの多様性指数は、大きな変化は見られなかった。これらのことより、対象地域では森林利用により 1 個あたりのパッチ面積の増加により分布の偏りが少なくなったと考えられた。

## P2A009 カンボジア中央部における森林減少による炭素蓄積変化の将来予測

松浦俊也<sup>1</sup>・倉島孝行<sup>1</sup>・宮本麻子<sup>1</sup>・佐野真琴<sup>1</sup>・Gong, Hao<sup>2</sup>・Pak, Chealy<sup>3</sup>・Leng, Chivin<sup>3</sup>・Chann, Sophal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林管理研究領域・<sup>2</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究所・<sup>3</sup>Forestry Administration, Cambodia

乾燥熱帯の常緑林、落葉林、ゴム林の広がるコンポントム州東部において、ゾーニング効果を踏まえた森林炭素蓄積の変化分析とシナリオに基づく将来予測を行った。まず、ランドサット衛星画像にもとづく過去 4 時期 (2002~2014 年) の森林分布図から森林減少面積を捉え、植生タイプ毎の平均炭素蓄積量を掛け合わせて炭素蓄積量の変化を求めた。さらに、地形、道路、ゾーニングなどの GIS データを重ねあわせ、森林減少の地理的特徴やゾーニングの影響を解析した。将来シナリオでは、開発および森林保全ゾーニングの有無やその面積的な大小と、森林炭素クレジットの配分を考慮した。その結果、経済的土地開発区 (ELC) で大規模森林伐採とゴム園への転換が進み一時的な炭素排出量の増大と緩やかな回復が見られる点、ELC 区外では住民等による商品作物の農地開発により森林減少が進み炭素排出量が増大し続けている点が明らかになった。シナリオ分析からは、森林保全ゾーニング施策と森林炭素クレジットの住民への利益分配を組み合わせることで、森林減少をある程度抑制して炭素排出を緩和しうることが示唆された。

## P2A010 林内環境がデジタル定角測定法の精度に与える影響

新田一也<sup>1</sup>・吉田城治<sup>2</sup>・山田祐亮<sup>2</sup>

<sup>1</sup>株式会社エイブルコンピュータ・<sup>2</sup>日本森林技術協会

### 目的

デジタル技術を利用した森林調査手法の開発が進んでおり、特に画像処理による森林調査に注目が集まっている。

画像処理技術を用いたビッターリッヒ法であるデジタル定角測定法の精度と、精度に影響を与える要因の検証を行った。

### 手法

東京大学千葉演習林のスギ一斉人工林3小班において、毎木調査、ビッターリッヒ法、デジタル定角測定法の胸高断面積合計の精度を比較し、精度に影響を与える要因を検証した。

ビッターリッヒ法およびデジタル定角測定法は各小班5ヶ所で行った。

デジタル定角測定法には、胸高断面積計測ソフト「円空」を用いた。

なお、対象とした小班のうち、平坦地が2小班、谷地形が1小班である。

### 結果

精度比較の結果、デジタル定角測定法を利用した胸高断面積合計値は、ビッターリッヒ法と概ね同様の結果を示した。

なお、デジタル定角測定法の精度に影響を与える要因は、「立木の密度」、「調査箇所の地形」、「撮影条件」に大別された。

### 考察

デジタル定角測定法は、平坦地の一斉人工林であれば概ね実用可能である事が分かった。また、パターン認識等の画像処理技術を利用する事で、多様な林分や平坦地以外の地形条件にも適用できる可能性が示唆された。

## P2A012 衛星画像を用いたインドネシア湿地林のバイオマス区分

笹川裕史・古田朝子・鈴木圭・新妻康平

日本森林技術協会

現在、国際協力機構プロジェクト「日本インドネシア REDD+ 実施メカニズム構築プロジェクト」がインドネシア西カリマンタン州で実施されており、参照レベルを作成するにあたり、伐採や火災により劣化した湿地林の抽出が求められている。しかし、インドネシア環境・林業省が発行している土地被覆図では湿地林の劣化程度による区分項目は存在しない。そこで、劣化の状態はバイオマスに反映されると考え、衛星画像を用いた湿地林のバイオマス区分の可能性を検討した。衛星画像には LANDSAT8 と SPOT6 を用いた。バイオマスは2区分するとし、現地調査によるバイオマスの推定結果と衛星画像の比較を行った。現地調査は半径15mの円形プロットを6ヶ所設置し、直径8cm以上の林木を対象に直径を計測した。バイオマスは直径を用いる一変数材積式から求めた。SPOT画像を参照しながら、判読により LANDSAT 画像を定性的に観察した結果、色調の濃淡でバイオマスを2区分することが可能であると示された。ただし、SPOT6 (分解能1.5m) を用いても択伐程度の伐採箇所の特定は困難であると考えられた。

## P2A011 熱帯季節林におけるデジタル空中写真を用いたバイオマス推定

小川みゆき<sup>1</sup>・溝上展也<sup>1</sup>・加治佐剛<sup>2</sup>・吉田茂二郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部・<sup>2</sup>鹿児島大学農学部

森林の現況把握は持続的な森林管理に重要である。近年ではデジタル写真測量技術の進展により、空中写真を用いた3次元モデルの作成が容易となっている。そこで本研究では、熱帯季節林を対象としてデジタル空中写真から自動作成した3次元情報を用いて地上バイオマス量を推定できるか検討した。まずカンボジアコンポントム州内の国有林においてデジタル空中写真の撮影と固定試験地の地上調査を実施した。撮影したデジタル空中写真から PhotoScan (Agisoft 社、Russia) を用いて DSM を作成した。作成した DSM と DEM の差分から各調査地点の林分平均高を求めた。DEM には航空機 LiDAR を元に作成した場合と、デジタル空中写真から作成した場合の2種類を試行した。求めた林分平均樹高と地上調査から求めた地上バイオマス量の回帰分析を行った。空中写真のみを使用して求めた林分平均樹高で回帰した場合の決定係数は0.89、航空機 LiDAR の DEM を利用した場合の決定係数は0.91だった。以上のことから、デジタル空中写真から求めた3次元情報から地上バイオマス量を高精度で推定できると結論づけた。また、地上バイオマス量を推定する際に空中写真と航空機 LiDAR を併用する必要がないことが示された。

## P2A013 カンボジア熱帯季節林におけるプロットサイズによる平均バイオマス量のばらつき

加治佐剛<sup>1</sup>・Thuch, Phalla<sup>2</sup>・溝上展也<sup>3</sup>・太田徹志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>鹿児島大学農学部・<sup>2</sup>Forestry Administration・<sup>3</sup>九州大学大学院農学研究院

地球温暖化防止に向けた温室効果ガスの排出削減には排出量の基礎となる測定・報告・検証可能な観測体制を確立することが求められている。本研究では地上調査にプロットサイズの影響を明らかにするために、カンボジア王国コンポントム州にある熱帯季節林(常緑林、落葉林、劣化した常緑林)を対象に、調査プロットサイズによる平均バイオマス量のばらつき具合を評価することを目的とした。調査は90m×90mのプロットを設置し、胸高直径5cm以上の樹木を対象木とし、胸高直径、樹木位置を計測し、樹種を記録した。樹木位置図をもとに、プロットサイズを変化させ、集計されるバイオマス量をシミュレーションした。その結果、プロットサイズが大きくなるほど平均バイオマス量のばらつきは小さくなり、本数密度の低い落葉林では30m×30m以上のプロットサイズ、常緑林、劣化した常緑林では50m×50m以上のプロットサイズが必要であると考えられた。

P2A014 マダケのバイオマス算定～日本大学生物資源科学部キャンパス内のマダケ林を対象として～

園原和夏・増谷利博

日本大学生物資源科学部

神奈川県藤沢市にある日本大学生物資源科学部キャンパス内にあるマダケ林を対象とし、そのバイオマスを算定した。まず、対象地に20×20mのプロットを設定し、その中に生育する100本のマダケの直径を計測した。それらの結果に基づき、0.5cm毎の各直径階につき1本、計9本のマダケを伐倒した。それらのサンプルの直径、稈長を計測するとともに、各サンプルの節毎の外径・内径・節長の測定結果から稈の実材積を求めた。また、サンプルを葉・枝・稈の部位に分け、各部位の生重量と絶稈重量を調べた。その結果、胸高直径2.4～6.4cm(稈長6.8～14.4m)のもので、実材積が843.1～7801.7cm<sup>3</sup>、生重量が2.26～16.63kg、乾重量が1.08～8.70kgとなった。また、調査したマダケのバイオマス配分比は葉が19%、枝が18%、稈が63%となった。

P2A016 タイ国チーク人工林の皆伐後に発生した萌芽の3.5年間の成長と仕立て本数の影響

野田 巖<sup>1</sup>・Himmapan, Woraphun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国際農林水産業研究センター林業領域・<sup>2</sup>Royal Forest Department, Forest Research and Development Bureau Silvicultural Research Division

タイの有用樹種チーク(*Tectona grandis*)の用材林施業では苗木植栽よりも低コストな萌芽更新が有望視されつつあるが、適切な萌芽の育成管理についての研究が不足している。そこで、われわれは農家所有チーク人工林(植栽間隔2m×4m)が15年生で皆伐(2010年12月)された後に発生した萌芽林(東北タイ・ノンブアランプー県)に株あたり萌芽1本仕立て(1本区)、2本仕立て(2本区)の処理区(各20m×40m)を2011年6月に設定し、その後の成長経過を健全性も含めて観測してきた。その結果、用材生産目的のためのチーク萌芽の仕立て管理について、曲りや生育状態でみた健全性評価からは少なくとも1.5年生までには劣勢萌芽を間引く必要があるとされた。萌芽成長と仕立て本数の関係からは、1本区萌芽木と2本区の株別優勢萌芽木の比較でDBHが1本区>2本区(p<0.05)となるのは2.5年生からだった。また2本区の株内で萌芽木に優劣の差が生じるのは1年生から確認されるなど、それらが劣勢萌芽を間引いて優勢萌芽の成長を促すタイミングとして示された。こうした萌芽の成長と健全性評価の双方を考慮すると2本仕立ての場合、1～1.5年生までには劣勢萌芽を間引くのが有益と考えられた。

P2A015 新潟県村上市山北地区におけるスギ大径材の利用

龍原 哲

東京大学大学院農学生命科学研究科

スギ人工林の齢級分布は10齢級をピークとする山型の分布をしており、高齢級の人工林の増加が予想される。今後、高齢級人工林の主伐、間伐が増加すると、大径材生産量が増加することが予想される。そこで、本研究ではスギ人工林から生産される素材のうち、特に大径材の販売、利用の実態を示し、将来の可能性について考察した。対象地は新潟県村上市山北地区(旧山北町の区域)とした。山北地区で生産されたスギ素材の主要な購入先に対して、素材の購入量と購入価格、購入する材の種類とその用途、製品の販売先について聞き取り調査を行った。その結果、径級36cm以上の大径材は地元の大型製材・集成材工場では購入されず、A材は地元の小規模製材所や高級集成材工場、B材は合板工場に販売されるが、それ以外にも木材市場で売買されていた。現時点ではA材、B材とも販売先が確保されている。しかし、地元の小規模製材所、集成材工場は原木購入量が多くなく、販売先が地元の工務店で、工務店では高級木造住宅の部材に使用される。そのため、大径A材の需要は高級木造住宅の需要に依存しており、現在の状況では需要量の大幅な増加は期待しづらい。

P2A017 伐出コストモデルを用いた施業条件の違いによる作業経費・収益性の比較

北原文章<sup>1</sup>・田中良明<sup>2</sup>・吉田智佳史<sup>2</sup>・中澤昌彦<sup>2</sup>・上村 巧<sup>2</sup>・伊藤崇之<sup>2</sup>・鈴木秀典<sup>2</sup>・光田 靖<sup>3</sup>・垂水亜紀<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>3</sup>宮崎大学農学部

近年、林業の集約化・機械化により生産効率を上げる林業が求められている。四国地域では4本の構造線から複雑な地質構造を持ち、勾配が15度以上の傾斜地が78%を占め、そのうち30度以上が17%を占める急峻な立地環境にあり、伐出作業は架線系の作業システムが多く利用されている。本研究では、林分条件や立地条件によって生産性が変化する伐出コストモデルを作成し、様々な条件によって作業システム毎の生産性や作業経費がどのように変化するか検討することを目的とした。比較する作業システムとしては、四国における一般的な架線系作業システム(チェーンソー(伐倒)、プロセッサ(造材)、スイングヤーダ(集材)、フォワード(運搬))と、高知県香美森林組合において導入されたMM社製タワーヤーダWANDERFALKE U-AM-2toを用いて集材を行うシステムとし、様々な条件下でそれぞれの収益性がどのように異なるか比較した。さらに、MSPATHアルゴリズムを用いて収益を最大化させる施業戦略を探索することにより、それぞれの作業システムにおける収益性を最大とする施業方法を立地条件毎に試算した。

## P2A018 温暖多雨な紀伊半島南部におけるスギ高齢人工林の成長について

田中邦宏・齋藤和彦・近口貞介・榎山真司

森林総合研究所関西支所

温暖多雨な地域におけるスギ人工林の成長を、固定試験地での調査資料に基づいて検討する。

試験地は和歌山県新宮市内のスギ人工林で、海拔高は約320m、年平均気温は16.4℃、年平均降水量は3,880mmである。約3,000本/haで植栽された林分に10年生時に試験地を設定し、5年毎に55年生まで直径および樹高の毎木調査を行ってきた。

試験地における上層樹高、本数密度、平均直径、総収穫量、連年成長率の経年変化を収穫表と比較した。

試験地の上層樹高成長曲線は、収穫表の地位1等とほぼ一致していた。本数密度は15~30年生の間は収穫表とほぼ同等の値で推移し、その後は約1.5~2倍で推移していた。一方、直径は収穫表と同じか1.1倍程度となっていた。総収穫量は直線的に増加し、55年生時で収穫表の717m<sup>3</sup>に対して試験地では1,421m<sup>3</sup>と、ほぼ2倍の値となった。また、材積の連年成長率は、林齢が進むにしたがって収穫表と同様に減少していた。その値は、概ね収穫表の0.7~0.9倍であった。

本試験地では、本数密度が高くなって各個体の葉量が減少しても、降水量が高いために水ストレスが抑えられ、光合成能力を維持できたものと思われる。

## P2A019 人工林と天然林双方の利用を包含する森林経営計画の特徴

當山啓介

東京大学大学院農学生命科学研究科附属千葉演習林

人工林だけでなく、主に木質バイオマス利用を意図して広葉樹天然林(二次林)を利用していく前提の下、森林経営計画を樹立する際の特徴と課題について検討した。地域森林の一体的経営が推奨されている現在、広葉樹二次林を森林経営計画に組み入れることは森林経営計画に求められる林班面積に対する割合条件を満たすためにも有効であり、その利用は、間伐実施下限面積条件、補助受給のための間伐搬出量条件の充足に寄与しうるものである。森林作業道などを開設維持する面でも木材生産規模が大きい方が相対的負担が小さくなるため、広葉樹二次林からの生産も行う方が望ましいが、逆に、広葉樹二次林からの生産のみで道のコストを吸収することはほとんど不可能と想定された。一般的な条件下においては、補助を得て行う人工林の森林整備を主体としつつ、近在する広葉樹二次林からの生産も付随的に実施することが、最も妥当な形であると考えられる。

## P2A020 群馬県原木市場における直送の影響—市況からの分析をもとに—

吉野 聡

東京農業大学地域環境科学部

群馬県における直送は、2011年の渋川県産材センターの稼働と共に本格化した。渋川県産材センターにおける素材取扱量が平成24年度には約49,000m<sup>3</sup>まで達し、渋川県産材センターの地域への影響は大きいことが窺える。しかし、その影響について言及した研究は少なく、需要側からの観点の研究はほとんどない。そこで、本研究では渋川県産材センターに最も近い素材市場(前橋共販所)における直送の影響を市況から明らかにした。具体的には、2011年前後におけるスギ3m材、スギ3.65m材、スギ4m材の素材供給量と価格を比較し、その変化から直送の影響を考察した。前橋共販所は、群馬県森林組合連合会が運営する素材市場で、年間取扱量が約20,000m<sup>3</sup>である。素材の供給者は群馬県内の森林組合が中心である。結果は次のとおりである。第一に市場の取扱量は直送開始後減少していた。第二に、直送開始後、各規格における素材価格の変動は小さかった。第三に、各規格における素材供給量は規格によって変化が違う傾向がみられた。これらから直送は造材方法を変化させ、価格の変動を小さくすると考えられる。

## P2A021 ITを活用した山村生活と森林経営—学生へのアンケート結果を事例として—

佐藤孝吉<sup>1</sup>・渡邊洋吉<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学地域環境科学部・<sup>2</sup>富士通株式会社環境本部グリーン戦略統括部

山村社会の機能性を考慮すると、若齢者の有無は重要であり、IターンやUターンにつながるような環境の整備が必要である。情報通信は急速に生活に導入され、特に若齢層にとって必要不可欠になってきていると思われる。そこで、東京農業大学森林総合科学科の学生を対象に、ITを活用した山村生活についてアンケートを実施した。

必要な情報の内容、ITの活用方法と、山村に住みたい度、使用する情報通信、その頻度との関係などについて分析した。情報通信を使用しない学生がより山村生活に興味がある傾向となった。山村を考慮する情報は、自然、交通、仕事など潜在的な条件があげられ、情報通信は困ったときの情報収集として重要であることがわかった。情報通信の頻度は、毎日が80%以上であった。

## P2A022 都市近郊小規模森林の再生を目指した地域づくりの実践

足立眞理子<sup>1</sup>・千葉美賀子<sup>1</sup>・宮下敏男<sup>1</sup>・中谷正人<sup>1</sup>・市橋利夫<sup>1</sup>・新宅一憲<sup>1</sup>・野口直子<sup>1</sup>・佐藤政宗<sup>2</sup>・和嶋隆昌<sup>1</sup>・中込秀樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>千葉大学大学院・<sup>2</sup>株式会社森のエネルギー研究所

都市近郊小規模森林ではかつて農林複合型の経営による地域資源の循環利用が成立し里山の景観も保たれていた。しかし近年里山の資源循環を支えていた地域の仕組みが崩れるとともに農業と林業の繋がりも薄れ、長引く木材価格の低迷から若い担い手の不足と森林所有者の高齢化による里山林の荒廃が広がっている。政府は森林・林業再生プランにより林地の集約化、施業の機械化による大規模化・合理化を進めているが、都市近郊小規模森林はその対象外であり、そこではその地域にあった森林再生プランを地域自ら創り出していくことが必要である。本研究の対象地域である千葉県東部に位置する山武・長生地域では、地域住民主導により木質バイオマスの熱利用による地域林の再生と地域活性化に取り組んでいる。目指すはチップ化もペレット化も薪割りもいらぬ丸太燃料流通システムの構築である。森林と農地が隣接している地の利を活かし、重油が主流である温室暖房の燃料として間伐材等を玉切りするだけで使うことのできるバイオマス加温器を設置し、丸太燃料を重油よりも安く供給するための地域住民による供給試験および丸太燃料を使用した加温器による温室の加温試験を行った。

## P2A024 屋久島におけるスギ老齢林の年輪年代学的分析

伊高静

九州大学農学部

年輪気候学では、年輪情報と気候因子の相関を分析することにより、年輪変動がどのような気候因子に影響されるかを解明することができる。屋久島のスギ (*Cryptomeria japonica*) は、屋久島を代表する樹種だが、その生長の仕方はよく分かっていない。そこで、屋久島におけるスギの肥大生長に影響を及ぼす気候因子を解明することを目的とした。

屋久島にある4つの試験地に生育するスギについて、成長錐で1ないし2方向からサンプルコアを採取し、ステージ式の年輪幅測定器(精度0.01mm)で年輪幅を測定した。統計的手法を用いて年輪年代を確定し、個体間の同調性を解析し、相関の良い38個体のみを解析に使用した。これら供試木について、標準化により長期変動成分である加齢による年輪幅の減少傾向を除去し、さらには自己回帰により、前年以前の環境の影響による変動を除去、そして試験地ごとに平均・指数化して年輪標準パターンを作成した。それぞれの年輪標準パターンと、気象データの間で相関分析を行うことで、肥大生長と気候因子の関係を解析した。気象データは、1978-2009年の月平均気温・最高気温・最低気温・降水量・日照時間・日射量を使用した。

## P2A023 北海道 M 町におけるカラマツおよびトドマツの成長解析

石井宏一郎・吉野 聡・佐藤孝吉

東京農業大学地域環境科学部

北海道 M 町における主な人工林構成樹種はカラマツおよびトドマツである。当町には同樹種の成長についての独自の資料がないため、樹幹解析による各種成長の分析を行った。調査対象とした林分は、北海道 M 町にあるカラマツ林およびトドマツ林である。カラマツ林は59年生で、平均直径35.5cm、平均樹高20.7m、本数密度325本/haであった。トドマツ林は70年生で、平均直径47.0cm、平均樹高20.6m、本数密度250本/haであった。樹幹解析に用いた試料はカラマツが直径37.0cm、樹高23.8m、トドマツが直径44.6cm、樹高24.1mであった。

調査結果に基づき、地域の収穫表、伐期や間伐などの森林施業内容、利用の方法などとの関連について若干の考察を行った。

結果を見ると、連年成長はカラマツでは20年生までの初期成長が早く、その後の成長は緩やかになり、59年生の時点でも成長が続いていた。トドマツでは、20年生から成長が伸び、60年生で頭打ちとなった。

## P2A025 根元曲がり木における採材方法の違いが収益に及ぼす影響

図子光太郎・嘉戸昭夫

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

【目的】本研究では、根元曲がり木を対象に、採材方法による丸太の量や品質および造材工程の生産性の違いについて調査した。また、これらの調査結果をもとに素材生産の収益と経費を試算し、採材方法が収支に及ぼす影響を評価した。【方法】採材方法は材質優先と材積優先の2種類を設けた。材質優先は、曲がりのある部位を除去し、出来る限り通直な丸太を多く採材し、材積優先は、曲がりなどに関わらず、出来る限り多くの丸太を採材することとした。採材長は原則的に4.1mとし、採材された丸太は品質別(A材、B材、C材)に分類した。また、造材工程の作業状況をビデオカメラで撮影し、撮影画像により作業時間解析を行った。【結果】材積優先で採材した場合、丸太の材積は材質優先に比べ5~20%増加したが、A材およびB材の割合は材質優先に比べ5~15%減少した。また、造材工程の生産性についてみると材積優先は材質優先に比べ、作業時間が短くなり、生産性は高かった。試算結果によると、材積優先採材を行った場合、材質優先に比べ丸太の生産量が増加し、生産性も上昇するが、丸太の販売収益が減少することから、収益から経費を差し引いた利益は低下した。

## P2A026 最適伐期に基づく林業経営の持続可能性の簡易な判断方法

守口 海・植木達人・齋藤仁志

信州大学大学院総合工学系研究科

広域的なゾーニングへの応用を前提に、ある林分において木材生産による林業経営を行ったとき、採算が合うかどうか判定する、簡易な判断方法について考えた。この手法には次の2つの事柄に基づく。① 林木の現在価値 (NPV) および土地貢租式 (SEV) 正負は常に一致する。② NPV に基づく最適伐期は、育林費用が林齢の関数でなければ、育林費用の値に依存しない。したがって NPV に基づく最適伐期において NPV が0を超えるか調べることで、SEV を基準としたときに採算が合うか判断できる。本発表では、利子を含まない林分価値の成長が Richards 式に近似できるとき、採算性を判断するための式を示す。これにより、最適化手法を用いずに高速に大まかな採算性を判断することができる。

## P2A028 山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響に関する研究の現状

浅野友子<sup>1</sup>・内田太郎<sup>2</sup>・勝山正則<sup>3</sup>・五味高志<sup>4</sup>・水垣 滋<sup>5</sup>・丹羽 諭<sup>2</sup>・横尾善之<sup>6</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>国土交通省国土技術政策総合研究所・<sup>3</sup>京都大学学際融合教育推進センター・<sup>4</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>5</sup>土木研究所寒地土木研究所・<sup>6</sup>福島大学共生システム理工学類

これまで山地流域における水・土砂動態の観測・モデル化が進められ、多くの新たな知見が得られてきているが、これらの観測結果・事実を有効に実態把握・予測に活用するためには (a) 観測事実と予測モデルの乖離と、(b) 水・土砂流出における空間スケールの影響の理解が重要である。私たちは (b) の理解が (a) の課題解決につながると考え、レビュープロジェクトを進めているのでここで紹介する。国内外の空間スケールと水土砂流出に関する研究事例について収集し、次の3つの視点で整理した。(1) 流域面積と水土砂流出現象を表現する指標値の関係。(2) 流域面積の違いによる水土砂流出現象、支配プロセスの違い。(3) 空間スケールが水土砂流出現象に及ぼす影響の数値計算モデル上の取り扱い。これまでの事例収集の結果、水・土砂流出における空間スケールの影響を考える際には、(A) 対象とする空間スケールの違いにより水土砂流出現象や支配プロセスはどのように変化するか? と (B) 対象とする空間スケールが同じであっても、水土砂流出現象はばらつくのか? どのように空間的にばらつくのか? の2つの問題を分けて整理することが重要であることがわかってきた。

## P2A027 落葉広葉樹林の林床における濁水ろ過実験

阿部俊夫・岡本 隆・篠宮佳樹

森林総合研究所東北支所

森林に覆われた山地であっても、施業や作業道開設などにより高濃度の濁水が発生することがある。林床が有する濁水ろ過機能を明らかにするため、岩手大学御明神演習林内の成熟した落葉広葉樹林に実験水路 (長さ 2.0 m、幅 0.3 m、傾斜 17~18°) を2本設け、濁水ろ過実験をおこなった。実験は水路 A では9月、10月、11月の3回、水路 B では9月、11月の2回実施した (10月は落葉の本格化前、11月は落葉がほぼ終了した頃)。濁水はカオリンクレイ 5.00 kg を約 1 m<sup>3</sup>の水に懸濁させて製作し、5回に分けて水路に流した (0.2 m<sup>3</sup>を20分かけて流し、10分空けて、次の0.2 m<sup>3</sup>を流した)。初回の9月では阻止率 (除去されたカオリン/全カオリン) は90%前後と極めて高いろ過機能が認められたが、実験を繰り返すと阻止率は低下した。これはリター層や A<sub>0</sub>層の目詰まりが生じたためと考えられる。しかし、新たなリターの供給された11月でも機能が回復する傾向は認められず、今後、融雪後に再度実験をおこなう予定である。

## P2A029 火山渓谷における溪畔林の立地と地形形成

池田 潤

里水砂防

開析の初期段階にある火山渓谷の谷底では、谷壁の崩落に伴う河床上昇と直後の離水により段丘化した巨礫堆積面上に高木が成林するケースが多い。これらの溪畔林は流木の発生源になり得る一方、その根系によって巨礫堆積物を拘束・一体化して土砂流出を抑制し、かつ流下する土砂・流木をも捕捉する機能を持つ。本研究はこのような溪畔林が地形発達に及ぼす影響と砂防上の意義を評価することを目的とした。調査は吾妻火山東麓阿武隈川水系荒川流域で行い、巨礫堆積溪床の微地形配列と溪畔林の立地を現地を確認・分類し、簡易測量、立木計測により特徴を把握した。その結果、巨礫堆積溪床の微地形は、① 沖積段丘、② 転石アーチャー (巨石壘)、③ 鳥状ロープ (2条流路)、④ カスケード (段々小滝) に分類でき、溪畔林の根系が巨礫堆積物を一体化する『ふとんかご効果』によって、⑤ ガリー状シュート、⑥ 開析ロープ、⑦ 根茎オーバーハンギングバンクの形成が促されるものと推測された。また溪岸で侵食にさらされている溪畔木は、根系で巨礫をつかんで自らの安定を保ち、倒伏を免れると同時に『根茎による護岸効果』を発揮して溪岸の侵食に対する抵抗性を増していることが確認された。

P2A030 山間急傾斜地における木製グライド抑制工と植栽木による斜面積雪安定機能補完モデルの検討

柴 和宏<sup>1</sup>・中田 誠<sup>2</sup>

<sup>1</sup>富山県農林水産総合技術センター木材研究所・<sup>2</sup>新潟大学農学部

【目的】全層雪崩が常襲し草地化が進んだ急傾斜地において木製グライド抑制工を用いた森林造成法の確立が求められている。本研究では、経年に伴って木製グライド抑制工が腐朽により損壊し斜面積雪安定機能を低減させていくのを、積雪に抵抗し得るまで成育した植栽木が機能を補完していくモデルを検討した。【方法】木製グライド防止工の経年に伴う残存基数の割合を斜面積雪安定機能率 $\alpha(t)$ とした。また、スギ植栽木の経年に伴う斜面積雪安定機能率を $\beta(t)$ とし、樹木単独で斜面積雪を安定させるのに必要とされる立木密度1000本/haに対する、設計積雪深(2.5m)の2倍以上に樹高が達した立木密度の比として算出した。最後に両者を合計した $\alpha(t)+\beta(t)$ により斜面積雪の総合的な安定度を求めた。【結果】斜面方位の異なる富山県内3箇所の施工地(施工後8~9年経過)での実測により $\alpha(t)+\beta(t)$ を求めたところ、標準モデル(木材部材の野外曝露試験結果による強度低下や治山事業でのスギ成長曲線を基に作成したもの)と比較して同等以上の値であり、植栽木がこのまま順調に成育し $\beta(t)$ がウェイトを増していくことで成林につながるものと推察された。

P2A032 平倉演習林ヒノキ人工林における林床被覆物と土壌流出量の関係

沼本晋也<sup>1</sup>・田原口草太<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三重大学大学院生物資源学研究所附属紀伊・黒潮生命地域フィールドサイエンスセンター・<sup>2</sup>三重大学生物資源学部

P2A031 地すべり地内外における地震動の比較

岡本 隆

森林総合研究所東北支所

地質構造が乱された地すべり地で励起される地震動は地質的に安定した公的観測点の地震動と比べて振動特性(最大加速度や周波数特性)に変化が現れると考えられる。地すべり地における地震動特性を明らかにするため、新潟県上越市の地すべり地(標高550m)に観測サイトを設けて地震動特性を比較した。

地すべり地の内部移動域と側部不動域の2箇所に加速度型強震計(応用地震計測製、E-CatcherおよびE-Catcher new)を設置し、2013年12月から観測を開始した。移動域はぜい弱化した強風化泥岩および強風下凝灰岩からなる。観測された地震は2回(M3.0、M6.7)である。地震波形から最大加速度および最大速度を求めて相違を比較した結果、ともに移動域の方が大きく地震動が強くなることが明らかとなった。地震動の周波数分布を見ると、不動域では1Hz前後の周波数帯の強さが減衰する一方で移動域では同周波数帯の強さが減衰せずに残った。相対的に軟弱地盤である移動域で同周波数帯(1Hz前後)が増幅もしくは減衰しなかったためと考えられ、これが移動域において地震動が強くなった要因と考えられる。

P2A033 宮城県山元町における津波被災クロマツの年輪炭素同位体比

久保田多余子<sup>1</sup>・香川 聡<sup>2</sup>・児玉直美<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>兵庫県立大学環境人間学部・<sup>4</sup>Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research Forest Dynamics

東日本大震災で津波による浸水被害を受けた東北太平洋岸の海岸林は、震災直後見かけ上健全であった海岸林においても、2011年5月下旬以降、針葉が赤く変色し、衰弱あるいは枯死(赤枯れ)が見られるようになった。土壌調査の結果、赤枯れは津波がもたらした海水由来塩分による塩害であった(小野ら、2014)。一般に、樹木の年輪セルロース中の炭素同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ )は乾燥などの水ストレスを受けると高くなる。これまで、樹木が海水に浸かった場合の年輪セルロースの $\delta^{13}\text{C}$ 変化についてはマングローブを対象とした研究(Verheyden et al., 2004)のみであり、塩害を対象としたものはほとんど例がない。そこで、本研究では、宮城県亘理郡山元町の津波被害を受けたクロマツ10本と内陸の津波を受けなかったクロマツ5本を対象に2008年~2011年の年輪の $\delta^{13}\text{C}$ 変化を高時間分解能で調べた。その結果、2011年の被害クロマツの $\delta^{13}\text{C}$ は被害のない個体に比べ有意に高かった。また、津波を受けた数個体には偽年輪と考えられる年輪が形成されており、早材の形成開始時から偽年輪までの間の $\delta^{13}\text{C}$ が特に高くなる傾向があった。



## P2A034 海岸防災林の造成

江崎次夫<sup>1</sup>・河野修一<sup>1</sup>・徐正一<sup>3</sup>・全 権雨<sup>2</sup>

<sup>1</sup>愛媛大学農学部・<sup>2</sup>江原大学校山林環境科学大学・<sup>3</sup>公州大学校産業科学大学

【目的】愛媛県松山市粟井河原地区は瀬戸内海に面しており、南海・東南海地震の際には、約4mの津波に見舞われると予測されている。この付近には高さ約3mの防波堤が築かれているが、その全面に海岸林があれば、津波に襲われても最小限の被害で済む可能性が高い。そこで地域住民やボランティア団体と協力して平成24年からエチゼンクラゲ、ミズクラゲや食用クラゲなど活用したクラゲチップを用いて海岸防災林の造成に取り組んでいる。【実験方法】実験場所は上述した場所の海岸砂地で、この場所に平成24年と平成25年にクラゲチップを用いてクロマツを100本ずつ植栽した。【結果】平成24年植栽区の枯損率は施用区が3.8%で、無施用区が25.0%であった。平成25年の試験区もほぼ同様な傾向であった。樹高成長では、平成25年と平成26年植栽地共に、クラゲチップ施用区が対照区に対して0.1%レベルで有意差を示した。枯損率と成長量の差には、クラゲチップが持つ水分保持能力及び化成肥料並みの養分含有率が関与しているものと考えられた。なお、本研究の一部は、韓国・山林庁・山林科学技術開発事業(課題番号:S111214L050110)の助成を受けて行われた。

## P2A036 岩手県における津波被害跡地に植栽したマツ類および広葉樹類の初期生育状況3 浪板地区生育不良の事例一

小岩俊行・蓬田英俊・新井隆介・玉山俊彦・似内智明

岩手県林業技術センター

【目的】東日本大震災津波によって失われた海岸林の再生に、松くい虫抵抗性アカマツや広葉樹類の活用(植栽)を検討するため、岩手県内の津波被害跡地4カ所で植栽試験を行っている。このうち、浪板地区では、2013年春(4月)植栽3ヶ月後の平均生存率が70%以下となり、樹種によっては50%を下回るものもあった。この原因を明らかにするため、再植栽試験を行った。【方法】再植栽試験は、2014年5月、前年度植栽枯死した苗木を抜き取り、同じところに、ほぼ同じ樹種を植栽した。植栽本数は118本(マツ類57本、広葉樹類61本)であった。調査は、生育状況の観察、大きさの測定を行った。【結果】生育不良がみられた2013年春(4月)植栽後生育経過は、植栽2ヶ月後の生存率(および健全率)79.7%(17.8%)、3ヶ月後66.2%(14.4%)と植栽後3ヶ月以内に、急激な生存率の低下がみられたのに対し、再植栽試験では、植栽2ヶ月後98.3%(72.0%)、植栽5ヶ月後90.7%(66.9%)であった。この結果および植栽時の気象条件の比較などから、浪板地区における2013年春植栽の生育不良は、植栽時あるいは植栽後の少雨および強風などによる乾燥が主な原因であったと推察される。

## P2A035 樹木の被害を組み込んだ林帯の津波減衰効果のシミュレーション

佐藤 創<sup>1</sup>・田中規夫<sup>2</sup>・野口宏典<sup>3</sup>・鳥田宏行<sup>1</sup>・真坂一彦<sup>1</sup>・阿部友幸<sup>1</sup>・岩崎健太<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>埼玉大学・<sup>3</sup>森林総合研究所

津波減災を目的に北海道白糠町の海岸防災林で、林帯幅拡張や地形の凹凸化などの整備モデル事業が行われつつある。林帯による津波氾濫流の減衰効果を定量化するために、昨年の本大会では現状の林帯や林帯幅拡張後の林帯について、L2津波に対する氾濫流減衰効果を非線形長波方程式を用いて、1次元のシミュレーションを行った。その際、樹木は被害を受けないことを仮定した。そこで今回は、より現実に近い形で効果を明らかにするために、実際の海底や陸地の地形上を遡上する2次元のシミュレーションを、樹木が被害を受けることを組み込んで行った。樹木の被害については、主要樹種であるカシワとグイマツについて、引き倒し試験および、立木状態でのヤング係数の測定を行い、それぞれ根返り抵抗力、幹折れ抵抗力を求めた。津波が時々刻々遡上すると同時に各樹木への抗力を計算し、その抗力がいずれかの抵抗力を上回った場合には、その被害が発生するとした。根返り被害の場合には抗力係数に0.2を乗じ、幹折れ被害の場合には残った部分そのまま抵抗力を発揮するとした。結果では樹木被害がある場合、樹木被害がない場合、林帯がない場合について氾濫流の比較を行った。

## P2A037 北海道胆振・日高沿岸部において2013年春に発生したクロマツ樹冠赤変の発生状況とその原因

真坂一彦・阿部友幸・鳥田宏行・岩崎健太

北海道立総合研究機構林業試験場

2013年春季に、北海道胆振・日高の沿岸部の広い範囲にわたってクロマツ樹冠が赤変する現象が観察された。襟裳岬から長万部町にわたる約400kmの沿岸部で樹冠赤変の分布状況を調査したところ、海に向かって南～南西向きの地域で樹冠赤変が集中していることが分かった。激害域で4カ所に調査区を設定し、調査区内のクロマツについて、被害から2生育期間後の死亡率を赤変度別に調査した結果、赤変度が91%以上の個体で高い死亡率が確認された。樹冠赤変をもたらした気象条件として、2001年以降の最大風速(海風)が確認された暴風を検索したところ、2012年12月6日～7日に通過した低気圧による暴風が最有力候補として考えられた。この暴風の直前にも強力な低気圧が通過していたため、各市町における、これらの暴風期間中の海風の風速(7m/s以上)の積算値と樹冠赤変の度合いについて相関分析したところ、有意な相関関係が得られた。以上の結果から、北海道胆振・日高の沿岸部で2013年春季にクロマツ樹冠の赤変をもたらしたのは、2012年12月初旬の暴風による潮風害であると推察された。

P2A038 強度間伐によって河川流量はどうか？：入れ子状観測による間伐前後 1 年間に注目した解析

平岡真合<sup>1</sup>・五味高志<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>2</sup>・立石麻紀子<sup>3</sup>・笠原玉青<sup>3</sup>・大槻恭一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究所・<sup>3</sup>九州大学演習林

強度間伐を実施したスギ・ヒノキ人工林における流量観測から、間伐前後 1 年間の流況曲線を比較し、施業に対する河川流出量の応答を把握した。栃木サイトでは砂岩・チャートを母岩とする 40~50 年生のスギ・ヒノキ混交林の 2 流域 (K2: 17.1 ha, K3: 8.9 ha) を対象とした。福岡サイトでは花崗岩を母岩とするスギ・ヒノキ混交林の 1 流域 (W1: 3.0 ha) を対象とした。K2, K3, W1 流域では、2011 年に列状間伐、2013 年に点状間伐、2012 年に点状間伐がそれぞれ実施され、間伐強度はいずれも本数で 50% であった。流域末端でパーシャルフリュームと三角堰を用いた流量観測を行い、日流量データから流況曲線を作成した。各流域の間伐前後の流況曲線を比較すると、K2 流域では間伐後の日流量が間伐前より大きくなっており、特に低水時の違いが顕著であった。これに対して K3 流域、W1 流域では、間伐前後の流量には明瞭な違いが見られなかった。今後、間伐前後で年流量、豊水流量、平水流量、低水流量、渇水流量の指標を算出し、間伐前後で流量変化が生じるかを検討していく。

P2A040 小流域のリターが水収支および洪水時流出量に及ぼす影響

五名美江・蔵治光一郎

東京大学

森林流域における水循環プロセスにおいてリター層は様々な作用を持っており、それらの作用は流域の水循環過程に影響を及ぼす。これまで、リター層の流出に及ぼす研究は、各素過程について行われてきた。それらはすべて現場でのプロットスケールの観測か、ライシメータか、またはリター層を実験室に持ち帰って行われた研究であった。流域スケールでリター層が流出に及ぼす作用を研究した研究は著者の知る限り存在しない。

そこで本研究では、対照流域法により、リター層が流域スケールの流出に及ぼす影響を明らかにすることを目的として 60 年前に行われた実験のデータを再解析して考察することを目的とする。

リター層が流域スケールの流出に及ぼす影響を明らかにするため、1.186 ha の小流域全体のリター層を剥ぎ取る実験を行った。年損失量は減少し、減少量は、年損失量が大きい年ほど大きくなる傾向にあった。大出水時のピーク流出量は約 1.4 倍に増加し、ピーク流出量の生起時刻は平均 5.6 分早くなった。大出水時の直接流出量は約 10% 増加した。

P2A039 レガシーデータ掘り起こしの重要性と課題

溝口康子・山野井克己

森林総合研究所北海道支所

長期観測された気象データは、森林の生育環境を知るための重要な指標として取り扱われている。また、気候変動の基礎データとしてもその重要性が認識されている。日本においては気象庁を中心として長期の気象データが蓄積され、一般にも公開されている。ただし、気象庁の観測の多くは居住地域の範囲内のため、都市化による影響をかなり受けていると考えられる。一方、大学や研究機関の演習林 (研究林) においても気象観測が行われ、長期間のデータが蓄積されている場合があり、気象庁が行っていないエリアである森林域での観測データは貴重である。しかし、これらの組織では気象観測を専門的な知識とスキルを持った人材が中心となって運営管理しているケースは少ないため、その利用には精度など注意が必要と考えられる。本研究では、観測方法やデータ処理方法の違いによって起こるデータの連続性や精度の問題点を羊ヶ丘実験林の気象データを中心に検討した。

P2A041 温暖化にともなう森林生態系炭素収支の将来予測

山野井克己・溝口康子

森林総合研究所北海道支所

温暖化が森林の炭素吸収量へおよぼす影響を明らかにするため、森林総研フラックスネットの観測サイトで温暖化シナリオに基づく炭素収支の将来予測を行った。生態系プロセスモデル Biome-BGC と温暖化シナリオ MIROC-H A1B シナリオを用い、温暖化条件下での 2100 年までの炭素収支を予測した。生態系総生産量 (GPP) は温暖化により増加する傾向にあるが、温度に対する感度は比較的小さかった。生態系呼吸量 (Re) は温暖化による変化が大きく、気温の高い立地条件にある森林ほど Re は大きく増加した。GPP と Re の差である生態系純生産量 (NEP) は温暖化に対して場所により異なった変化を示し、比較的寒冷な札幌サイトでは NEP は温暖化によりわずかに増加する傾向を示したが、現在でも気温の高いサイトでは温暖化により NEP は減少する傾向を示した。サイトにより樹種、気温、降水量などの立地条件が異なるものの、温暖化が森林の炭素吸収量へおよぼす影響は地域により異なることが示唆された。

P2A042 半島マレーシア低地フタバガキ林の生態系フラックスは一斉開花の影響を受けるか？

小杉緑子<sup>1</sup>・高梨 聡<sup>2</sup>・新山 馨<sup>2</sup>・中路達郎<sup>3</sup>・野口正二<sup>2</sup>・奥村智憲<sup>1</sup>・鎌倉真依<sup>1</sup>・谷誠<sup>1</sup>・Marryanna, Lion<sup>4</sup>・Siti, Aisha<sup>4</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター苫小牧研究林・<sup>4</sup>マレーシア森林研究所

我々は、半島マレーシア Pasoh (パソ) 森林保護区において、2002年9月より生態系フラックスの現地観測をおこなっている。本保護区の中心部は、多種のフタバガキ科樹種によって構成される低地原生林(熱帯雨林天然林)である。現在まで約12年間にわたり、微気象および乱流変動法による熱・水・CO<sub>2</sub>フラックス観測を継続中である。また同時に、個葉の光合成特性や気孔開閉様式、土壌呼吸をはじめとする生態系呼吸、群落構造などの様々な要素についての観測を行うとともに、観測結果に基づいた多層モデルをツールとして解析を行うことによって、フラックスの決定機構を明らかにすることを目指している。ENSO年を含む2009年までの7年間の生態系フラックスデータを解析した結果、観測された範囲の環境変動に対して、NEE・蒸発散ともに高い安定性を保っていることが明らかになってきていた(Kosugi et al., 2011, JFR)。そんな中、最近になって2014年1月14日~3月15日の約2か月間に降水量が9mmに満たないという記録的な乾燥を経た後に、大規模な一斉開花が見られた。本報では、この一斉開花がこれまで非常に安定的だったNEEおよび蒸発散に与えた影響について報告する。

P2A044 タイ北部落葉熱帯季節林の乾季初期におけるガス交換低下を引き起こす要因は何か？

吉藤奈津子<sup>1</sup>・五十嵐康記<sup>2</sup>・鎌倉真依<sup>1</sup>・松尾奈緒子<sup>3</sup>・佐藤貴紀<sup>4</sup>・田中延亮<sup>5</sup>・田中克典<sup>6</sup>・Chatchai Tantasirin<sup>7</sup>・鈴木雅一<sup>4</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>名古屋大学地球水循環研究センター・<sup>3</sup>三重大学生物資源学部・<sup>4</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>5</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属生態水文学研究所・<sup>6</sup>海洋研究開発機構・<sup>7</sup>カセサート大学

気候変動に対する熱帯季節林の水・CO<sub>2</sub>ガス交換の応答を解明し将来予測を行うには、水・CO<sub>2</sub>ガス交換の季節変化・年々変動の実態と、その制御要因を明らかにすることが重要である。乾季に落葉するタイ北部のチーク人工林では、乱流変動法による潜熱・CO<sub>2</sub>フラックス計測、及び、樹液流計測の結果から、蒸散量や純生態系生産量が乾季の初めに落葉よりも早く低下し始めることが分かってきた。本研究では、潜熱・CO<sub>2</sub>フラックスの季節変化と、葉面積指数(LAI)、定期サンプリングによる葉のN含量、集中観測による最大光合成電子伝達速度(J<sub>max</sub>)、潜熱から逆算した気孔コンダクタンスのそれぞれの季節変化との比較を行い、乾季初めの潜熱・CO<sub>2</sub>フラックスの初期の低下の要因について、落葉(量的フェノロジー)、個葉の光合成能力の低下(質的フェノロジー)、乾燥に伴う気孔閉鎖(樹木の生理的応答)のいずれによるものかを考察した。

P2A043 作物モデルを用いた北海道における防風林風下のトウモロコシ収量分布の予測

岩崎健太<sup>1</sup>・鳥田宏行<sup>1</sup>・真坂一彦<sup>1</sup>・阿部友幸<sup>1</sup>・佐藤 創<sup>1</sup>・和田英雄<sup>2</sup>・小野純一<sup>2</sup>・鮫島良次<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>家畜改良センター新冠牧場・<sup>3</sup>北海道大学大学院農学研究院

防風林が作物収量に及ぼす効果は、圃場や年によって大きく異なる。そのため、任意の圃場・年における収量効果の予測を可能にするには、防風林によって生じた気象要素の変化と作物収量の因果関係を明らかにする必要がある。本研究では、プロセスモデルを用いて気象要素の観測値から防風林風下の飼料用トウモロコシ収量分布を予測することを目的とした。北海道新ひだか町において、防風林風下のトウモロコシ収量と気象要素の分布を観測した。また、地温、気温、日射量を入力値とする作物モデル(Wilson et al., 1995)を用いて、防風林風下の収量分布を予測した。11H(H:高倍距離)を基準として、全収量と子実収量はそれぞれ、風速低下に伴う地温上昇が最大であった4Hでは8%と14%増加したのに対し、防風林の日陰になる0.5Hでは20%と32%減少した。作物モデルによる予測値は、全収量と子実収量についてそれぞれ、4Hでは5%と15%の増加、0.5Hでは25%と30%の減少となり、良好な精度を得た。今後、他の圃場での検証が必要であるが、北海道では防風林前後の温度と日射量の分布を予測できれば、任意の圃場・年においてトウモロコシ収量への防風林の効果を実証できる可能性がある。

P2A045 アカマツ林床におけるリター層からの $\alpha$ -ピネン放出特性

深山貴文<sup>1</sup>・宮下俊一郎<sup>2</sup>・奥村智憲<sup>3</sup>・高梨 聡<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科

アカマツは九州から東北地方まで広く分布する常緑針葉樹であり、その樹体や葉内にはモノテルペンが多く含まれる。このモノテルペンはアカマツ林の炭素収支に関わる一方で、森林火災の発生過程においては林床可燃物の引火性、可燃性を高める性質も持つため、その林床における空間分布特性と変動要因の解明は重要である。

本研究ではモノテルペンの主成分である $\alpha$ -ピネン放出量に注目してこれらの検討を行った。はじめに空間分布特性を評価するため、つくば市の森林総合研究所構内アカマツ林床にソイルカラーを設置した。これを、一定時間密閉して内部空気をステンレス製の気捕集管に採取し、加熱脱着法GC分析によって分析して放出速度を求めた。一方、室内実験で恒温器を用いてリター量-放出量関係を求めた。

空間分布としては複数地点で高い放出が認められたが、樹幹の地際からの距離との直接的な関係は認められなかった。一方、リター量の増加に伴う土壌放出量の増加が認められたことから、今後、リターに注目した解析が重要と考えられた。

## P2A046 白山麓スギ林における雪の樹冠遮断量

小倉 晃<sup>1</sup>・高瀬恵次<sup>2</sup>・伊藤優子<sup>3</sup>・篠原慶規<sup>4</sup>・大槻恭一<sup>5</sup>・丸山利輔<sup>2</sup>

<sup>1</sup>石川県農林総合研究センター林業試験場・<sup>2</sup>石川県立大学生物資源環境学部・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>九州大学農学部・<sup>5</sup>九州大学農学部附属福岡演習林

森林の水循環に関する研究は数多く行われ、降雨についての水循環は研究が進んでいる。しかし、北陸地域でのその測定事例は少なく十分とは言えず、降雪・積雪・融雪の水循環についてはほとんど研究されていない。また、スギ林の雨の樹冠遮断については数多く研究されているが、雪の樹冠遮断の研究事例は数が少ない。そこで、石川県林業試験場(白山市三宮町)に隣接する約70年生のスギ人工林において、雨と雪の樹冠遮断量について2008年から2014年度に測定したので、測定結果について報告する。各年度の最大積雪深は2008年度66.9cm、2009年度150.2cm、2010年度238.7cm、2011年度166.7cm、2012年度86.8cm、2013年度70.9cmである。このように多雪の年もあれば小雪の年もあった。測定の結果、間伐前の降雨期の樹冠遮断率は15%程度で、これは日本の針葉樹の平均的な樹冠遮断量と一致した。降雪期の雪の樹冠遮断率は降雨期に比べ10%程度多くなった。これは雪が樹冠に留まっている時間が雨よりも長いために降雨期よりも多く蒸発したと考えられる。2011年11月の間伐後の樹冠通過率は5%程度多くなり、雪の場合も同等であった。なお、2010年度は一部正確に測定できなかった。

## P2A048 冷温帯常緑針葉樹アカマツの幹呼吸変動特性

高梨 聡<sup>1</sup>・檀浦正子<sup>2</sup>・中野隆志<sup>3</sup>・小南裕志<sup>4</sup>・深山貴文<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所気象環境研究領域・<sup>2</sup>京都大学大学院地球環境学部・<sup>3</sup>山梨県富士山科学研究所・<sup>4</sup>森林総合研究所関西支所

気候変動に対して森林の持つ炭素貯留機能が発揮されることが望まれている。さまざまな植生において、炭素吸収量が見積られているものの、森林においてはそのほかの植生と異なり、機能ごとに分化した複雑な構造を持つため、炭素吸収量を推定することは容易ではない。本研究では、幹呼吸の季節変動特性の解明を目的として、微気象観測タワーを用いて微気象・フラックス観測を行っている冷温帯常緑林において、幹呼吸測定を行うとともに炭素安定同位体バースラベリングを季節ごとに行った。対象樹木は樹高約20.5mのアカマツであり、樹齢は約100年である。閉鎖循環式チャンバーを高度の異なる4か所に設置し、CO<sub>2</sub>放出量の測定を行った。ラベリング実験は秋季、冬季、夏季に、<sup>13</sup>CO<sub>2</sub>を数時間程度吸収させ、その後の<sup>13</sup>CO<sub>2</sub>放出量をチャンバーにて測定することで炭素の追跡を行った。表面積あたりのCO<sub>2</sub>放出量はそれぞれの高さで、一番下の高度を除き、ほぼ同程度であった。幹から放出された炭素の割合は14-20%であり、秋・夏季では下部での消費が多く、冬季は比較的上部での消費が多かった。

## P2A047 熱帯域の丘陵性常緑林上における熱収支および乱流特性

小坂 泉<sup>1</sup>・田中克典<sup>2</sup>・田中延亮<sup>3</sup>・吉藤奈津子<sup>4</sup>・五十嵐康記<sup>5</sup>・佐藤貴紀<sup>6</sup>・Tantasirin, Chatchai<sup>7</sup>・瀧澤英紀<sup>1</sup>・鈴木雅一<sup>6</sup>

<sup>1</sup>日本大学生物資源科学部・<sup>2</sup>海洋研究開発機構・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属生態水文学研究所・<sup>4</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>5</sup>名古屋大学地球水循環研究センター・<sup>6</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>7</sup>カセサート大学

近年、大気-森林間の熱・水・二酸化炭素交換の観測では、渦相関法が広く用いられている。しかし、純放射量( $Rn$ )と貯熱量( $G$ )の差が、渦相関法より求まる顕熱( $H$ )と潜熱( $IE$ )の和と釣り合わない熱収支インバランス問題があり、渦相関法によって求まる顕熱と潜熱を過少に、もしくは有効エネルギーを過大に評価していることが報告されているが、現時点において熱収支インバランスのメカニズムは解明されていない。本研究では、タイ北部の丘陵性常緑林上において、日中の熱収支インバランスがどのような場合に解消されるかを明らかにすることを目的とし、渦相関法によるフラックス観測を2007年1月から2007年12月で実施した。その結果、乾季前半の1月および12月における熱収支インバランス率( $(H+IE)/(Rn-G)$ )は、それぞれ0.74、0.86となり、他の月のものに比べて高くなった。5~10月の雨季における $(H+IE)/(Rn-G)$ の平均値は約0.65となった。乾季の熱収支インバランスの程度は、午前では比較的小さく、午後では大きくなり、他のサイトと異なる傾向を示した。

## P2A049 ヒノキ壮齢人工林の蒸散量の年変動

高木正博<sup>1</sup>・松田 藍<sup>1</sup>・立石麻紀子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学部・<sup>2</sup>京都大学農学部

蒸散は森林生態系の水収支において施業により制御可能な要素であり、水資源管理において重要な要素である。一方で蒸散は日射量や大気飽差などの気象要素に依存している。本研究はヒノキ壮齢林の林分蒸散量を3年間にわたり測定し、年降水量や日射量など気象要素との関係を検討した。測定は2012年から、宮崎平野の西端の丘陵地に位置する宮崎大学田野フィールド(演習林)内の90年生ヒノキ林において行った。平均樹高は22m、林分密度は770本/haであった。広さが15m×25mの試験区を設定し、そのうちの13個体を測定に供した。樹液流速をグラニエ法で測定し辺材面積を考慮して蒸散量を推定した。年降水量は2013年の2863mmに対して2012年は1000mm以上多い4100mmであり、2014年はそのほぼ中間であった。2013年の年蒸散量は2012年のそれ比べて約1割増多かった。年降水量に対する年蒸散量の比は2013年が10%であるのに対して2012年が7%であった。気象条件によって年蒸散量は、比で表して3%および水高で表して約30mm程度の変動があることが明らかになった。

## P2A050 沖縄の亜熱帯林における蒸発散とその変動要因

松本一穂<sup>1</sup>・宮城 悠<sup>2</sup>・寺澤 慧<sup>2</sup>・谷口真吾<sup>1</sup>・高嶋敦史<sup>3</sup>・新垣拓也<sup>4</sup>・生沢 均<sup>5</sup>・清水 晃<sup>6</sup>

<sup>1</sup>琉球大学農学部・<sup>2</sup>琉球大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター・<sup>4</sup>沖縄県森林資源研究センター・<sup>5</sup>沖縄県・<sup>6</sup>森林総合研究所九州支所

【目的と方法】本研究では南西諸島における亜熱帯林の蒸発散の諸特性を明らかにするため、沖縄本島北部の常緑広葉樹林に微気象観測タワーを設置し、渦相関法に基づいて蒸発散量の長期観測を実施した。今回の発表では2013年6月から2014年11月にかけて観測されたデータを基に、蒸発散量の年間値や季節変動について検討し、沖縄の森林流域の水循環における森林の役割について考察する。

【結果】2013年11月～2014年10月までの1年間における年間蒸発散量は1,449mmとなり、当該期間の降水量(3,985mm)の36%が蒸発散に消費されていた。また、蒸発散量のうち、無降雨時の蒸発散量が占める割合は59%(851mm)、遮断蒸発量の割合は41%(598mm)であった。無降雨時の月別蒸発散量は、夏季に100～120mm、冬季に40～50mmとなったが、急激な変動はみられず、ゆるやかな季節変動を示した。観測期間中は降水量に20～480mm/monthの大きな変動がみられたが、蒸発散量は降水量の変動には殆ど反応せず、水分環境に関わらず、樹木が安定的に蒸散を行っていることが考えられた。

## P2A052 The effect of thinning on rainfall partitioning in Japanese coniferous plantations

孫 新超<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>1</sup>・加藤弘亮<sup>1</sup>・五味高志<sup>2</sup>・高橋純子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学アイソトープ環境動態研究センター・<sup>2</sup>東京農工大学

We examined the effect of thinning on rainfall partitioning in eight study plots across Japan that were covered by Japanese cedar and cypress plantations. 43-55% stem removal was conducted at all plots. The gross rainfall, throughfall and stemflow were monitored before and after thinning. Canopy interception was calculated as the difference between gross rainfall and the sum of throughfall and stemflow. The changes in rainfall partitioning caused by thinning were quantitatively analyzed. Thinning resulted in an increase in throughfall and decreases in stemflow and canopy interception. Additionally, throughfall was negatively and linearly related to the stand density and forest canopy cover. These results provide useful information for predicting the changes in rainfall partitioning induced by thinning, and for acquiring a more accurate forecast of the effects of forest management on watershed water resources in this type of forest.

## P2A051 福岡県弥山試験地における間伐後の蒸発散量の年変化について

立石麻紀子<sup>1,2</sup>・項楊<sup>2</sup>・大槻恭一<sup>2</sup>・松田洋樹<sup>2</sup>・斎藤隆実<sup>3</sup>・恩田裕一<sup>4</sup>・谷 誠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>九州大学農学部附属福岡演習林・<sup>3</sup>名古屋大学地球水循環研究センター・<sup>4</sup>筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

本研究では、強度間伐を行ったスギ・ヒノキ人工林において、間伐前の1年間を含める4年間の蒸発散量の変動を明らかにすることを目的とした。蒸発散量は、スギ林分・ヒノキ林分に設置したプロットで、遮断蒸発量・蒸散量・林床面蒸発散量の各要素をそれぞれ計測して求めた。

どちらの林分においても、蒸発散量のうち遮断蒸発量が約70%を占めており、また遮断蒸発量が減少した間伐後においても半分以上を占めていた。蒸散量は間伐による材積減少分と同程度の減少がみられた。林床面蒸発量は間伐前には5%以下であったのに対し、間伐後には28%以上となった。以上のことから、蒸散量・遮断蒸発量が減少したものの林床面蒸発量が大きく増加したため、本試験地における間伐後1年目の蒸発散量は、増加する結果となった。しかし、この変化は可能蒸発量や降水量、蒸発散量の年変動と比べると小さい値であったため、間伐が蒸発散量に与える影響は蒸発散量よりも各要素の配分変化により現れると考えられた。

## P2A053 GISを用いた分布型水文モデル(SWAT)の森林流域への適用

久保まゆみ<sup>1</sup>・水垣 滋<sup>1</sup>・渡邊和好<sup>1</sup>・平井康幸<sup>1</sup>・村上泰啓<sup>2</sup>・森貞和仁<sup>3</sup>

<sup>1</sup>土木研究所寒地土木研究所・<sup>2</sup>北海道開発局旭川開発建設部名寄河川事務所・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所

気候変動や土地利用が流域・沿岸域環境に及ぼす影響を評価する上で、水・土砂・栄養塩の流出予測は重要である。米国の農地流域を対象としたSWAT (Soil and Water Assessment Tool) は、水循環、土壌侵食、栄養塩等の動態を再現、予測する流域総合評価モデルでありデータの編集や計算をGISで扱うことができる。近年、日本では地形・気象・水文データのみならず土壌データの公開が進みつつあり、農地・森林の土壌データを統合できれば森林流域においてもSWATを適用できる可能性がある。本研究では、様々な土壌調査資料からSWAT用土壌データベースを作成し、鶴川・沙流川流域の日流量の再現を試みた。ここでは20万分の1土地分類基本調査(土壌図)「北海道」の土壌区分(属性2レベル)ごとに、国有林(林野土壌調査報告)、道・民有林(森林土壌情報データベース-北海道・民有林)及び農地(地力保全土壌図データ)の土壌区分を対応させた。土壌調査データの適用範囲は、GISを用いて土壌区分ごとにティーセン法でポリゴンレイヤを作成し決定した。鶴川・沙流川の日流量(2010～2012年)を再現したところ、Nash-Sutcliffe 効率で0.73及び0.79と比較的高い再現性が得ることができた。

P2A054 山地域での洪水観測精度向上に向けた水位-流量関係実測手法の検討

木村恒太<sup>1</sup>・齋藤俊浩<sup>1</sup>・浅野友子<sup>1</sup>・西口幸希<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属秩父演習林・<sup>2</sup>株式会社建設技術研究所砂防部

気候変動により豪雨による洪水被害が多発しており、災害を防ぐためには精度の高い洪水観測データが重要である。山地河川での量水観測には量水堰堤等を用いるが、精度を確保するためには、正確な水位-流量 (H-Q) 関係の情報が鍵となる。堰堤固有の流量係数を決めるため、H-Q 関係を実測することが不可欠であるが、高水時の実測は危険を伴い困難な場合が多い。本研究では、高水時も含む実測に基づいた H-Q 関係を安全かつ確実に得る手法を検討することを目的に、東京大学秩父演習林内のバケモノ沢 (0.41 km<sup>2</sup>) と矢竹沢 (1.97 km<sup>2</sup>) で (A) 電磁流速計を用いる方法、(B) 堰堤を一時的にふさぎ、放水時の水位と水位変化から H-Q 関係を得る方法、(C) 洪水時の水位と表面流速の自記計測から流量を得る方法、の3つを検討した。バケモノ沢では (A) と (B) で実測した H-Q 関係が同じで、低水～高水まで理論式 ( $C=0.6$ ) が当てはまった。矢竹沢は四角堰の1段目 (0.94 m) までは、(A) (B) の実測と近似式を用いて H-Q 関係が得られたが、それ以上の水位になると実測が困難であった。高水位の実測は (B) が安全で有効であった。

P2A056 花崗岩山地源流域における基岩内地下水の分布・流動機構

正岡直也<sup>1</sup>・小杉賢一郎<sup>1,3</sup>・糸数 哲<sup>1</sup>・杉本康平<sup>1</sup>・水山高久<sup>1</sup>・藤本将光<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>立命館大学理工学部・<sup>3</sup>科学技術振興機構 CREST

基岩内地下水の分布・流動機構は、山地での流域水収支問題においてブラックボックスとして扱われてきたが、近年有効な直接的観測手段が得られるようになり、今まさに様々な条件下での実証的研究が求められている。本研究では比較的小起伏の花崗岩山地において基岩内地下水を前例の無い高密度で直接観測し、基岩の物理水文特性の分布と比較することで、地下水の分布・流動機構を明らかにすることを目的とした。

観測は滋賀県不動寺水文試験地内の F0 流域 (2.3 ha) で行った。流域内の全 67 箇所ボーリング孔で地下水位を観測し、同時に流域内の 8 小流域末端で流量を観測した。加えて、全孔で孔内水位回復法による基岩の透水試験を行った。

地下水面は表面地形の起伏と対応せず、流域界を跨いだ流れが恒常的にみられ、流入先となる小流域では基底流出量が顕著に多かった。基岩の透水係数  $\log K$  (cm/s) は -10 から -3 のオーダーで、分布は地形的要素とは相関がなかったが、流域界を跨ぐ不均質な地下水面勾配を示す箇所では、局所的に高い透水性分布がみられた。大会では上記の内容に加え、基岩コアの孔隙率と亀裂分布を考慮した深度方向の透水性分布の解析も紹介する。

P2A055 神奈川県大洞沢流域における、シカ柵の設置が河川流出に及ぼす効果の検証

江草智弘<sup>1</sup>・小田智基<sup>1</sup>・佐藤貴紀<sup>1</sup>・鈴木雅一<sup>1</sup>・内山佳美<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>神奈川県自然環境保全センター

神奈川県丹沢山地においては、1980年代よりシカによる稚樹・下層植生への被害が深刻化しており、渓流水の流量・水質への影響が懸念されている。本研究で対象とした大洞沢流域では、No.1 (48 ha)、No.3 (7 ha)、No.4 (5 ha) の3流域で、継続的に流量・水質観測が行われている。2012年3月にNo.3流域全体が植生保護柵で囲まれ、保護柵設置による渓流水の流量・水質の変化がモニタリングされてきた。本研究では、保護柵設置から3年後までの渓流水の流量・水質の時系列変化を明らかにすることを目的とする。流量の変化を抽出するために、直接流出量・流出逓減係数を指標として用いた。水質への影響は、平水時と洪水イベント時の硝酸濃度から検討を行った。植生保護柵設置後3年が経過しても、直接流出量・流出逓減速度に変化は見られなかった。硝酸濃度は保護柵設置後、時間の経過とともに減少する傾向にあったが、保護柵設置に関わらず減少傾向が見られ、植生保護柵の影響を抽出するには更なる検討が必要と考えられた。

P2A057 竜ノ口山における将来の水流出— CMIP5 気候シナリオデータを用いた推定—

細田育広<sup>1</sup>・澤野真治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>森林総合研究所土壌保全研究領域

気候変動による水流出の変動を予測することは、水資源および防災の観点から重要な課題となっている。予測される変動の大きさは全国的な分布として概観する場合も多いが、流域毎の状況をみることも具体的な対策を検討する上で欠かせない。そこで本研究では、温暖寡雨地域の森林小流域を対象に、気候シナリオデータに基づく水流出の予測を行った。CMIP5 気候シナリオデータは農業環境技術研究所作成の 1 km メッシュデータから対象流域近傍のメッシュを選択して用い、水流出の予測には Hycy-model を用いた。森林流域では気候変動のタイムスケールにおける森林状態の変化を考慮する必要があるため、本研究では対象流域における 75 年の観測期間において、ほぼ草地状態だった時期と約 30 年生の二次林の時期において水流出モデルのパラメータを同定し、それぞれについて気候シナリオデータに基づく 2100 年までの水流出を計算した。その結果、草地状態では将来シナリオによる流出水量の差が繁茂森林に比べて大きくなることなどがわかった。

P2A058 森林整備を実施した斜面における表面流の発生特性

海 虎<sup>1</sup>・高橋敦宏<sup>2</sup>・氏家 亨<sup>1</sup>・山村 充<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国土防災技術株式会社技術本部試験研究所・<sup>2</sup>福島県農林水産部森林整備課

森林斜面でホートン型地表流が発生することは稀であると考えられてきた(塚本, 1992)。しかし、近年の研究により森林斜面においてホートン型地表流が顕著に発生することが報告されている(古池, 1985)。また、ホートン型の地表流が土壌侵食をひきおこし、森林の水源涵養機能の低下、洪水時流量の増加、下流河川の濁水の増加に影響していると示唆されている(石川, 2007)。そのため、本調査では福島県内の森林整備(間伐・更新伐・更新伐落葉除去)を実施した針葉樹林及び広葉樹林の斜面と森林整備を実施していない無施業斜面において針葉樹林箇所及び広葉樹林箇所に雨量計をそれぞれ1基、2m×5mの試験枠と観測施設を計9基設置し、観測・記録した。雨量を転倒マス型雨量計(1転倒0.5mm)により、地表流流出量を転倒マス型量水計(1転倒500mm)により、流出土砂量をロードセルにより、それぞれ5分間隔で観測し、データは月に一度回収して解析を行った。本発表では、各調査施設での地表流流出量は短時間降雨量と相関が強く、実施施業によって地表流流出量が異なることをわかった。その要因として、被覆、地形、斜面勾配など等の影響をを検討した。

P2A060 出水時における河川水の溶存態窒素濃度と与える先行湿潤状態と基岩内地下水位の影響

芳賀弘和<sup>1</sup>・遠藤祐子<sup>2</sup>・佐野貴洋<sup>3</sup>・齋藤隆実<sup>4</sup>・恩田裕一<sup>5</sup>・加藤弘亮<sup>5</sup>・大槻恭一<sup>6</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>鳥取日野森林組合・<sup>3</sup>静岡県経済産業部中部農林事務所・<sup>4</sup>名古屋大学地球水循環研究センター・<sup>5</sup>筑波大学アイソトープ環境動態研究センター・<sup>6</sup>九州大学農学部附属演習林

河川水の栄養塩濃度の変動と与える流域の湿潤状態と地下水流動の影響を明らかにするため、九州北部のスギ・ヒノキ人工林(2.98ha、約40年生)において雨量、流量、基岩内地下水位の観測、及び河川水の溶存態窒素(DN)濃度の分析を行った。ハイドログラフの形状を基に出水時の河川水を直接流出成分と基底流出成分に分離し、出水ごとにそれらの成分の代表DN濃度(それぞれEMCdrとEMCbs)を決定した。16個の出水を解析したところ、EMCdrは、1.8-3.0mg/Lの範囲にあり、先行湿潤状態(API:積算期間15日、減衰率0.85)と強い負の相関があった。他方、EMCbsは濃度の大きさによって2つのパターンに分けることができ(2.4-2.6、1.9-2.0mg/L)、そのパターンの違いは谷底部と斜面中腹部の基岩内地下水位から算出される水面勾配の大きさ(それぞれ1.4未満、2.1以上)と対応していた。これらの結果は、EMCdrは出水によって大きく変化する土壌中の窒素蓄積量の影響を強く受け、他方EMCbsは低いDN濃度を持った基岩深部の地下水流入によって左右されることが示唆された。

P2A059 急勾配溪流における地質・地形と表流水の一時的伏流

笠原玉青<sup>1</sup>・Haotian Sun<sup>1</sup>・佐藤辰郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>九州大学持続可能な社会のための決断科学センター

流路を流れる表流水は、河川地形の影響を強く受ける動水勾配と地質の影響を強く受ける飽和透水係数により、河川間隙水域への一時的伏流を繰り返しながら下流へと流れていく。表流水の一時的伏流は、河床の生息場環境を維持するなど、河川生態系で様々な機能をもち重要である。溪流においては、急勾配区間が多いために動水勾配が大きく、粒径が大きいため飽和透水係数も高く、一時的な伏流量も下流域に比べて多い。そこで流域において、地質の違いによる一時的な伏流量の違いを、トレーサー投入実験を用いて広域的にリーチスケールで、動水勾配や飽和透水係数の定点観測をステップ-プールに着目してユニットスケールで、2つのスケールと方法を用いて調査を行った。

花崗岩、泥質片岩、溶結凝灰岩を調査対象地質としたところ、リーチ平均の一時的伏流量や河川地形の違いがみられた。一時的伏流に強く影響する地形は、垂直方向に広がるステップ-プールなどの地形であることがわかっていくが、地質が異なると平均ステップ高が違い、平均ステップ高が大きいかほど伏流量も多かった。飽和透水係数に関しては、リーチ内でのバラツキが大きく、地質間での違いはみられなかった。

P2A061 列状間伐実施中の森林流域における懸濁態物質の動態と起源

篠宮佳樹<sup>1</sup>・小林政広<sup>2</sup>・澤野真治<sup>2</sup>・坪山良夫<sup>2</sup>・志知幸治<sup>2</sup>・伊藤優子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

列状間伐が間伐中の懸濁物質(SS)の動態に及ぼす影響について単独流域法を適用して検討した。茨城県内のスギ人工林・落葉樹林から成る森林で、流域の約1/5の面積を対象に本数で33%の間伐率の列状間伐が実施され、5つの谷沿いに作業道が作設された。SS濃度はガラス繊維フィルター(0.5 $\mu$ m)により測定された。間伐前(2010年7月~2012年8月)と間伐中(2012年9~11月)とで出水時及び平水時のSS濃度を比較した。同じ流量範囲で比べると、SS濃度は間伐前より間伐中のほうが高く、間伐中のSS濃度の最大値は間伐前の約4倍であった。今回の列状間伐の実施によって間伐中のSS濃度の上昇が認められた。SSに含まれるCs-137濃度は間伐前(2012年2月~8月の大雨の無い期間)の平均1147Bq kg<sup>-1</sup>から間伐中(2012年8月~9月)の412Bq kg<sup>-1</sup>へ低下した。作業道路面のCs-137濃度は66Bq kg<sup>-1</sup>以下であった。間伐中のSS流出に作業道路面材料が寄与した可能性がある。

## P2B001 山形県におけるナラ枯れ被害林分の更新状況

上野 満<sup>1</sup>・柴田銃江<sup>2</sup>・斉藤正一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所

ナラ枯れによる森林劣化の実態と再生の見込みを明らかにすることは、今後の里山林の管理を考える上で重要である。本研究は健全な里山林の持続的経営の基礎資料を得ることを目的として、ナラ枯れ被害林の更新状況について調べた。調査は山形県における広葉樹二次林において、幼樹(樹高1.5m以上)および稚樹(樹高1.5m未満)の成立状況をナラ枯れの被害経過年と被害区分(未被害、微害、激害)毎に行った。

幼樹の成立本数は、被害が激化するほど多くなる傾向があった。そのうち高木性樹種の本数割合は、未被害林8.7%、微害林9.0%、激害林4.5%で未被害林と微害林は同程度であったが激害林では減少した。激害林ではチマキザサ、ミヤマガズミ、マルバマンサク等の低木性種の増加が顕著にみられた。また、高木性の稚樹の成立本数割合は、未被害林で6.1%、微害林で10.1%、激害林で4.6%と微害林で最も高い値を示した。

これらことから、微害林ではナラ枯れにより林冠の疎開や攪乱が生じたことで、高木性種の更新に有利に働いた一方で、激害林では低木類の繁茂が著しく、高木性種の更新には不利な条件になっていることが示唆された。

## P2B003 伐採時期の異なる高齢ナラ類における萌芽枝の消長

清水香代・岡田充弘

長野県林業総合センター

近年、過去に薪炭林として利用されてきたミズナラやコナラを主体とした里山の広葉樹林は放置され高齢化しているが、大径材の利用やバイオマス燃料としての需要の高まりを背景として更新を進める動きが出てきている。一般的にナラ類は、高齢になると萌芽更新が難しいと言われていたが、ミズナラやコナラでは、どの程度の樹齢まで萌芽更新が可能であるか、高齢級での伐採時期の違いが萌芽枝の発生や消長にどの程度影響するのかが定かではない。そこで、本調査では、伐採時期の異なる高齢級のミズナラ林において、伐採から2年目までの萌芽枝の消長を調査した。調査地は、北安曇郡白馬村にあるミズナラを主体とした林分で、60年生以上のミズナラの2012年落葉後伐採株、2013年展葉後伐採株、2013年6月伐採株からの萌芽枝について、残存の有無、発生位置、発生本数、各株における最大の萌芽枝長の調査を行った。その結果、2012年落葉後伐採株では、2013年展葉後伐採株、2013年6月伐採株と比較して萌芽枝の残存株、発生本数が有意に多く、最大萌芽枝長も有意に大きかった。また、どの伐採時期においても萌芽枝が発生、残存する割合が高いのは地際付近であることがわかった。

## P2B002 皆伐したナラ枯れ被害林の萌芽更新

林 晋平

島根県中山間地域研究センター

島根県ではナラ枯れは2000年代に入り発生地域が拡大している。この広範囲に広がる被害に対する防除方法として、ナラ枯れ被害林を伐採し萌芽更新による林分の若返りを図ることが有効と考え、ナラ枯れ被害林を伐採しその萌芽更新状況を調査した。

2010～2012年にナラ枯れ被害を受けた林分(以下「被害林」)、またはナラ枯れは発生していないが被害林と同等の樹種構成の林分において1ha以上の皆伐を実施した。伐採した林分でのコナラについて伐採後2成長期分の萌芽更新状況を調査した。

調査した全体の株のうち萌芽を確認した株(以下「萌芽株」)の2成長期後の割合は46%であった。1成長期後の萌芽株のうち19%が2成長期後に萌芽を確認できない株(以下「枯死株」)となった。2成長期後における萌芽株と枯死株の平均伐根径はそれぞれ29cm、36cmで、枯死株で有意に大きかった。また、伐根径が30cm以上になると萌芽しにくい傾向にあったが、カシノナガキクイムシの穿孔有無による萌芽への影響は明らかに出来なかった。

## P2B004 落葉広葉樹二次林の皆伐後の更新状況

千葉 翔・高橋 文・宮下智弘・上野 満

山形県森林研究研修センター

ナラ枯れ被害が拡大した要因の1つに、里山林が管理放棄されたことによるコナラやミズナラの高齢化が挙げられる。このため山形県では、ナラ枯れ未被害および微害の里山林を皆伐して萌芽更新による若齢化を図る事業を推進している。しかし、ナラ類の萌芽能力は高齢になるほど低下すると言われていたため、皆伐後に低木種やササ等が繁茂し、藪化してしまう可能性がある。そこで本研究では、事業実施から複数年経過したナラ林の植生状況を調査し、皆伐が里山林の若齢化に効果的な手法となり得るか考察する。

2011年に事業を行った県内7箇所でのプロット調査の結果、各調査地のナラ類の平均萌芽本数は2,167～13,567本/haであった。一方、他高木性樹木の平均本数密度は15,267～44,600本/haであり、どの調査地でも本県の天然更新完了基準を満たしていた。ナラ類の平均萌芽枝高と他高木種の平均樹高は、低木類の植生高よりも有意に高かったため、高木性樹木の更新が阻害される可能性は低いと思われる。以上のことから、高齢化した里山林を皆伐することは、ナラ林の若齢化に効果的であると推察される。



P2B005 インドネシア東カリマンタンにおける火災後の二次林の下層植生の種組成と種子源からの距離の関係

五十嵐哲也

森林総合研究所

インドネシアのカリマンタン島では繰り返される火災が森林の回復を阻み、種多様性を減少させている。火災後の植物の種多様性の回復には種子源となる森林からの距離が影響すると考えられる。

本研究では、東カリマンタンのスガイワイン水源保護林周縁で火災後に成立した二次林において、二次林の種組成に保護林からの距離が及ぼす影響を推定するために、長さ1850mの直線プロットをスガイワイン保護林から被火災二次林にかけて設置した。プロット上には50mおきに10m角のサブプロットを設置し、胸高直径5cm以上の上木の組成を調査した。また、サブプロット内に2m角のコードラートを5つ設置し、樹高2m以下の稚樹の種組成を調査した。

上木の種組成には保護林からの距離の影響は見られず、火災頻度の影響だけが見られた。下層植生の組成には保護林からの距離との相関がみられ、種子散布制限が組成に影響している可能性がある。特に、多年生草本や、ラタン類は保護林からの距離が遠い二次林ではほとんど出現しなかった。

P2B007 天然生スギ林の林分構造と更新様式の比較

太田敬之<sup>1</sup>・杉田久志<sup>2</sup>・正木 隆<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所

秋田県北秋田市の佐渡スギ群落保護林ではスギが実生から大径木まで腐朽した伐根上に集中する傾向が顕著である。この森林の林分構造や更新様式の特徴を他の天然スギ林との公表されている調査データとの比較により明らかにする。

佐渡スギ群落保護林ではスギの胸高断面積、胸高断面積比は2012年でそれぞれ $45\text{m}^2\text{ha}^{-1}$ 、67%であった。同じ秋田県の水沢、上大内沢両天然スギ林ではスギの胸高断面積合計は $100\text{m}^2\text{ha}^{-1}$ を越え、胸高断面積比は98%に達する。一方、七座や福島県の本名スギ林では胸高断面積比は60-70%で広葉樹との混交林化が進んでいた。秋田県では過去に広葉樹が選択的に伐採され、スギの純林化が進んだ。本名スギ林ではブナがほとんど伐採されずに残されたことで、佐渡スギ林ではスギの更新立地が伐根にほぼ限定され、ブナが地表面で生育でき、混交林化が進んだと考えられる。倒木上、伐根上でのスギの更新が見られる天然スギ林としては屋久島、魚梁瀬、立山といった林分があげられる。いずれも多雨か多雪で高標高という環境下にあり、木質基質上での更新には多くの水分供給が必要であると考えられた。

P2B006 イチイ人工林周辺に天然更新したイチイ実生の状況

大洞智宏・渡邊仁志・茂木靖和

岐阜県森林研究所

イチイは、伝統的工芸品である一位一刀彫の原材料として欠くことのできない樹種であるが、その資源量は少ない。このため、人工造林などによる資源の確保が望まれている。しかし、造林実績や天然生個体の調査事例が少なく、立地などに関する情報は不足している。岐阜県高山市久々野町の43年生イチイ林の周辺で、植栽イチイが種子源とみられる更新個体が確認された。そこで、イチイ林、隣接するスギ林、アカマツ林においてイチイ更新個体の調査を行った。その結果、更新個体数は、イチイ林、スギ林、アカマツ林の順に多く、個体数はそれぞれ31,200本/ha、11,200本/ha、4,000本/haであった。イチイ林では、更新個体数は多いものの10cmを超える個体は2%しかなく、短期間で枯死している可能性が示唆された。これらのことから、3林分の中ではスギ林での更新状況が良好であると思われるため、上層木のスギとイチイ実生の分布状況を調査した。 $I_0$ と $\omega$ 指数から、スギは規則的、イチイは集中的に分布し、かつ両種は共存的に分布していることが示唆された。

P2B008 ササ型林床の木曾ヒノキ天然生林における伐採前林床処理による更新試験—実生の発生・消長に及ぼすササ抑制とリター除去の効果—

酒井 武<sup>1</sup>・杉田久志<sup>2</sup>・齋藤智之<sup>3</sup>・九島宏道<sup>4</sup>・今村正之<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林植生研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>4</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>5</sup>林野庁中部森林管理局木曾森林管理署

ヒノキの天然更新のためには前生稚樹を確保した上で林冠を疎開することが重要である。ササ型林床のヒノキ天然林における更新では大きな阻害要因であるササを制御することが不可欠である。また、ヒノキの実生の発生定着には鉍物質土壌の露出などの立地環境が正に影響することが知られている。これまで成熟した高齢林を皆伐した後の林床ではササの回復が旺盛でヒノキの更新が完了しない場合が多かったことをふまえて、伐採前にササの制御とリター除去を行い立地環境を整えることの有効性を検討し、更新方法を確立する目的で施業実験を木曾地方の300年生前後の天然生ヒノキ林で開始した。ササの抑制は、刈払いによる方法と抑制剤による方法を組み合わせて2013年春から5処理(6回繰り返し)で行い、それぞれの処理区でリター除去区を設定し、ササの再生とヒノキ実生の発生消長を記録した。ここでは2013年秋にヒノキは十分な種子散布があり、2014年に多くのヒノキの実生が発生した。解析の結果、ヒノキの実生の発生にはリター除去に拠る大きな効果が確認され、実生の定着に影響したササ処理と合わせた前更新の方法はヒノキの更新に有効な手段と考えられた。

P2B009 ササ型林床の木曾ヒノキ天然生林における伐採前林床処理による更新試験—ササ抑制処理開始2年目のササ現存量の状況—

齋藤智之<sup>1</sup>・九島宏道<sup>2</sup>・酒井 武<sup>3</sup>・杉田久志<sup>4</sup>・今村正之<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>5</sup>林野庁中部森林管理局木曾森林管理署

ササ型林床をもつ冷温帯林では、上木の伐採後にササが繁茂することが主要因で更新が失敗するケースが多く報告されている。樹木の更新にとってササの抑制は必要不可欠であるが、成熟した高齢林を皆伐した後の林床ではササの繁茂・回復力は旺盛で天然更新稚樹の成長は追いつけない。そこで本研究では、ササなどの林床処理から更新の初期段階を伐採前に行う前更更新に基づいて、ヒノキの天然更新の可能性を検討するためのササの抑制実験を行った。実験は木曾ヒノキを産する木曾地方の300年生前後と考えられる天然生ヒノキ林で行った。ササの抑制方法は、刈払いによる方法と薬剤による方法を組み合わせて5処理を行った。薬剤はササの新稈の成長を止めるフレノックを用いた。フレノックはササを枯殺せず、何年か後には回復するが、その回復過程の科学的知見を得ることも目的の一つである。現在、抑制処理を行って2年を経過したが、刈払い法を含む処理は大きな効果をあげていて、処理開始翌年から回復速度が非常に遅いことが分かってきた。したがって、伐採前にササを抑制する方法は、ヒノキの天然更新にとって有効な手段となる見込みがでてきた。

P2B011 林内に天然更新したトドマツ幼樹の上木皆伐後の生残と成長

中川昌彦・石濱宣夫・滝谷美香・大野泰之・福地 稔

北海道北海道立総合研究機構林業試験場

道内で戦後造成されたトドマツの人工林の多くは今後、収穫適期を迎えることになる。トドマツ人工林の中には天然更新した稚樹や幼樹が豊富にある林分も見受けられ、これらの成長を促すことができれば、次世代のトドマツ資源を低コストで確保できる可能性がある。

道有林日高管理区126林班51小班において、一面に更新していた樹高50~100cmぐらいのトドマツ稚幼樹の成長を促すため、平成25年2月に0.96haの小面積皆伐を行った。同年4月には、稚幼樹の葉の大部分が茶色く変色した。しかし同年5月に開葉した個体が多かった。同年11月までには、茶色く変色した葉はほぼ全て落葉し、主として当年に開葉した葉だけがついていた。平均樹高に変化はなかった。平成26年5月には、生存していた個体のほとんどが開葉し、樹高成長がはじまっていた。

従来は、トドマツ林で皆伐すると林床にある前生樹は葉が赤茶色に変色して枯れるため、これらの前生樹で次世代のトドマツ資源を確保することは不可能とされてきた。しかし今回の調査から、林床に多数のトドマツの稚幼樹がある場合は、上木の皆伐によってこれらの稚幼樹の成長が期待できると考えられる。

P2B010 ササ刈りによる天然生トウヒ稚樹の成長促進：大台ケ原での7年間の実験

木佐貫博光<sup>1</sup>・印南秀彦<sup>1</sup>・雪廣華步<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>2</sup>三重大学生物資源学部

林冠木が大面積規模で枯死して形成されたミヤコザサの草原では、シカの摂食を防ぐために防鹿柵などによる生残樹木の保護対策が必要である。一方、奈良県大台ケ原の柵内ではミヤコザサが著しく繁茂して林床を覆ったため、天然生稚樹による森林再生が困難になった。このような柵内では、ササの現存量を減少させる必要がある。そこで、柵内でのササ除去によるトウヒ稚樹への効果をみるために、正木峠で2001年に設置された防鹿柵の内側のササ刈区(0.6ha)において、2007年から2013年までの毎年1回、トウヒ稚樹を中心とする半径1mの範囲内の全ての稈を根元から刈り取った。ササ刈区および同じ柵内の無処理区(0.2ha)において、トウヒ稚樹の樹高、伸長量、稚樹周囲のササの稈高および被度を測定した。ササ刈区では、稚樹が大きいほど、ササ稈高が低いほど、稚樹が生残する傾向が認められた。トウヒ稚樹を天然更新させるためには、防鹿柵の設置に加えて、坪刈りなどによるササの被圧低下が効果的である。しかし、7年間の坪刈りでもなお、ササの平均稈高に満たない稚樹が少なからずみられたことから、ササ除去の長期継続がこのようなササ原での森林再生に必要である。

P2B012 下刈り方法の違いがアカマツ天然更新稚樹の生残・成長に及ぼす影響

國崎貴嗣

岩手大学農学部

天然更新稚樹の簡便な下刈り方法を検討するため、岩大御明神演習林内のアカマツ天然更新試験地(前林分のアカマツ天然生林を1999年に伐採、ササ型林床)の斜面上部と下部において、筋残し刈り区、全刈り区、対照区を設けた。調査枠面積は4.5m<sup>2</sup>であり、設置数は30個(2斜面位置x3区x5個)である。下刈りを2002年から2007年の夏に1回ずつ実施した。そして、各調査枠のアカマツ稚樹(2002年時に樹高0.3m以上)の生残と樹高を2002年から2012年の秋に調査した。斜面上部と下部の対照区を比較したところ、アカマツの平均樹高成長は、斜面位置に関係なく、ほぼ同じであった。ただし、雑草木の群落高は斜面上部ではアカマツの平均樹高とほぼ同じであったのに対し、下部では常にアカマツの平均樹高を上回った。その結果、アカマツの生存率は下部で低かった。アカマツの平均樹高成長に対する下刈りの効果は、斜面上部では筋残し刈り、全刈りともに認められた。斜面上部のアカマツ生存率の減少傾向は調査区に関係なく、ほぼ同じであった。一方、下部ではアカマツの平均樹高成長に対する下刈りの効果は認められなかった。ただし、下部の生存率は、全刈り区で最も高かった。

## P2B013 津波被害を受けた仙台平野の海岸林におけるクロマツの天然更新の現状とその要因

林田光祐・結城 伸  
山形大学農学部

2011年東北地方太平洋沖地震津波により海岸林は壊滅的な被害を受けた。津波被害を受けた海岸防災林におけるクロマツの天然更新の実態とその要因を明らかにすることを目的に仙台平野の海岸林で調査を行った。仙台平野に位置する津波被害を受けた海岸林134林分345haを対象に、100m<sup>2</sup>に50本以上のクロマツまたはアカマツの稚樹が存在する場所が1か所でもある林分をマツ稚樹が多い林分として踏査したところ、20林分(69ha)が多い林分と判別できた。これらの林分は林齢や汀線からの距離などの特定の条件を有する林分ではなかったが、傾斜木として生残していたマツの被度が高い林分で稚樹が多い傾向が認められた。そこで、稚樹が多い3林分を対象に、汀線に垂直な帯状区を4か所設置し、マツ稚樹のサイズ、樹齢、成長量等を計測した結果、3か所では9割が津波前に発芽したクロマツ稚樹であった。これらの津波前に発芽した稚樹の分布は津波前の林冠ギャップの分布とほぼ一致したことから、津波前に定着していた稚樹が津波後にも生残できた林分で良好な天然更新が見られると推察された。これらの稚樹の多くはこの2年間の成長が良好であることから今後成林する可能性が高い。

## P2B015 スギ・ヒノキ人工林を皆伐したら広葉樹林になるのか？

石川 実  
愛媛県農林水産研究所林業研究センター

愛媛県では、県下の5地域森林計画書に愛媛県天然更新完了基準書(平成24年12月28日)を記載し、人工林皆伐跡地における天然更新の完了を判断する基準としている。その内容は、更新対象地、更新対象樹種、更新及び更新補助作業、更新が完了した状態、更新完了基準となる高木種一覧、更新調査、更新が未完の場合の措置が定められている。愛媛県農林水産研究所林業研究センターでは、基準書の更新木の樹種、大きさや密度、調査方法の見直しのため、スギ・ヒノキ人工林皆伐後の更新木調査を実施している。今回は、皆伐地と隣接する広葉樹種子源の有無と更新木の密度から、天然更新の実態を報告する。調査は、愛媛県内39箇所で行った。更新完了基準となる高木種と密度は、遷移後期種及び二次林種で3,000本/haとされており、今回完了とされた箇所は13箇所、そのうち隣接する広葉樹種子源がある林分は11箇所であった。また更新木の多くは、皆伐前に前生樹として存在した個体や皆伐時の萌芽更新木と見られたことから、広葉樹が天然更新するためには、隣接する広葉樹種子源があり、皆伐時に前生樹として生育していることが必要であると考えられた。

## P2B014 高齢級トドマツ人工林における天然林化の潜在力評価

大竹口久美子<sup>1</sup>・中川孝介<sup>2</sup>・古川泰人<sup>3</sup>・森本淳子<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>北海道大学農学部・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>3</sup>北海道大学大学院農学研究院

施業履歴や種子供給源といった環境要因が、高齢級トドマツ人工林内の更新要素に与える影響および相対的な影響力を明らかにし、天然林化の可能性が高い人工林を特徴づけるために、更新要素に基づく量的評価および天然林との種組成類似度に基づく質的評価を行った。2014年6月～10月、北海道千歳市に位置する49～70年生のトドマツ人工林内の計20箇所の調査区(20m×20m)で土壌採取および植生調査を行った。一般化線形モデルによる解析の結果、広葉樹とトドマツの幼樹では、種子供給源よりも施業履歴が及ぼす影響が大きかった。トドマツ材積が少ないほど広葉樹とトドマツの幼樹本数は多く、最終間伐からの経過年数が長いほど広葉樹幼樹の本数は多かった。非計量多次元尺度法による解析の結果、トドマツ材積が少なく周辺天然林率が低い人工林で天然林との種組成類似度が高かった。近い将来の林分構造を特徴づける幼樹の量は、種子供給源よりも、実生・稚樹の定着・生長を促す環境(施業履歴)が重要だと考えられる。以上より、トドマツ材積が少なく、かつ最終間伐からの経過年数が長い人工林で、量的にも質的にも広葉樹を主体とする天然林化が望めると考えられる。

## P2B016 人工林の小ギャップにおける前生稚樹の成長について

勝木俊雄・島田和則・岩本宏二郎・九島宏道  
森林総合研究所多摩森林科学園

都市近郊の放置された人工林では、広葉樹が更新していることがしばしば見られ、天然更新による広葉樹林化が注目されている。広葉樹林化において前生稚樹の重要性はこれまでも指摘されているが、明らかではない部分が多い。そこで、小ギャップにおける本木個体の動態を解析することで、前生稚樹の成長について検討した。調査は東京都八王子市の多摩森林科学園内の針葉樹人工林(1973年植栽)でおこなった。調査地の人工林では1996年の台風よって被害を受けたのち、1998年の冠雪害も受け、最終的に約140m<sup>2</sup>のギャップが形成された。2014年には攪乱後に定着したカラスザンショウが樹高14.4mに成長し、高木層が再生している。この間、調査区(256m<sup>2</sup>)内の樹高1m以上の低木層において、819本の木本個体が確認され、常緑性の高木種は攪乱後に定着した4.2mのサカキが最大であった。前生稚樹の成長量はいずれも小さく、亜高木層に達する個体は見られなかった。このことから、光環境が暗い小ギャップにおいて、草本層サイズの前生稚樹よりも、攪乱後に定着した先駆性樹種がより早く成長し、林冠を形成すると考えられた。

## P2B017 小面積伐採地に植栽した広葉樹 3 種の活着及び初期成長

藤堂千景・伊東康人・山瀬敬太郎

兵庫県農林水産技術総合センター森林林業技術センター

近年、広葉樹林化の一環として、針葉樹人工林に小面積の群状伐採（小面積伐採）を行い、広葉樹苗木を植栽する事業が行われている。しかし、小面積伐採地内の光環境や水分環境などの特性はまだ不明な点が多く、植栽した広葉樹苗木の成長についても、未解明な点が多い。そこで本研究では、小面積伐採における広葉樹植栽のうち、植栽後 2 年間における環境及び立地条件と成長の関係を明らかにすることを目的とした。調査サイトは兵庫県新温泉町と同佐用町のヒノキ林に設定し、各サイト内に 4 調査区設けた。調査区は正方形とし、一辺長はヒノキの平均樹高を 1.5 倍したものとした。調査区内は皆伐した後、広葉樹 3 種（コナラ、クリ、ヤマザクラ）を植栽した。応答変数を苗木の個体成長量、説明変数候補を樹種、植栽時地際直径、土壌含水率、土壌堅密度、苗木上部の開空度、植栽位置とした一般化線形混合モデルを構築し、変数選択を行ったところ、苗木直上が明るい個体ほど良好な成長を示すことがわかった。このことから、植栽初期の成長を最も良好とするための環境条件は光であり、小面積伐採地内における光条件が良好な場所への植栽が重要であることがわかった。

## P2B019 伐採跡地に設置した小面積シカ柵内における広葉樹の更新状況

福本浩士

三重県林業研究所

【はじめに】近年、三重県では林業採算性の悪化のためスギ、ヒノキ林を伐採した後に再造林をしない事例が増加するとともに、ニホンジカの食害により広葉樹の天然更新も阻害されている状況である。そこで、県内の人工林伐採跡地 2 カ所に固定プロットを設定し、シカ食害の有無と隣接広葉樹林の有無が広葉樹の天然更新に及ぼす影響を明らかにするために広葉樹の出現状況を追跡調査した。【調査地と方法】調査地は県中部地域の 2 カ所の人工林伐採跡地である（以下、調査地 A、B）。調査地 A は広葉樹林が隣接して存在しているが、調査地 B は広葉樹林に隣接していない。各調査地に 5m×25~30m の固定プロットを 2 個ずつ設定し、一方の周囲にはシカ食害を排除するために侵入防止柵を設置した。樹高 1.5m 以上の木本植物について種、胸高直径、樹高を記録した。【結果】柵設置前（2011 年秋）に確認された高木性木本種は調査地 A で 0 及び 201 本/ha、調査地 B で 0 及び 200 本/ha あった。3 成長期が経過した 2014 年秋に確認された高木性木本種は調査地 A の柵内で 2801 本/ha、柵外で 0 本/ha、調査地 B の柵内で 1134 本/ha、柵外で 267 本/ha であった。

## P2B018 帯状伐採されたシラベ人工林に植栽された広葉樹の成長 II

松崎誠司<sup>1</sup>・長池卓男<sup>2</sup>・河原輝彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>富士森林施業技術研究所・<sup>2</sup>山梨県森林総合研究所

富士山の森づくりプロジェクトでは 2007 年より、富士山西側 3 合目付近のシラベ人工林（山梨県県有林）において、トウヒツヅリハマキの葉食害によってダメージを受けた森林の再生へ向けた取り組みを行っている。激害地は皆伐されカラマツが植栽されているが、その周辺では約 10m 幅の帯状伐採を行い、その伐採跡地にウッドガードを装着したブナ・ミズナラ・ヤマハンノキ・ヤマザクラ・イタヤカエデの人工植栽や天然更新した実生を活用することによる針広混交林への誘導を目指している。帯状伐採地における広葉樹の生育状況は、列幅や方位、また強風やニホンジカによる影響などを受けながら、順調な生育状態なエリアや過半数が枯死するエリアなど様々である。そこで、シラベ残存林からの距離や方位による植栽された広葉樹の生育に及ぼす影響について解析を行った。

## P2B020 降水・降雪が多い地域に設置した剥皮防止資材の経年変化

岡本卓也

岐阜県森林研究所

〈目的〉野生獣類による樹木の剥皮を効果的に防止するには、防止資材ごとの特徴（耐久性など）を整理する必要がある。本研究では降水・降雪が多い地域に設置した剥皮防止資材について、設置後 5 年間の破損状況調査を行ったので報告する。〈方法〉2008 年 9 月に岐阜県本巣市根尾（降水量 3200mm、最深積雪深 80cm）のスギ人工林（標高 650m、DBH30.8cm）に、剥皮防止資材 4 種（A：テープ巻 250 本；B：生分解性テープ巻 220 本；C：17cm 幅生分解性ベルト巻 191 本；D：8cm 幅生分解性ベルト巻 191 本）と対象区（148 本）を設置した。2009 年から 2013 年までの毎年 12 月に、目視により資材の破損状況を調査した。〈結果〉2013 年における破損発生率は B（9 割）>D（6 割）>A、C（4 割）の順であった。B では設置 3 年目、D では 4 年目に資材の半数が破損した。これは、B では資材厚と幅が A と同等であったこと、D では資材幅が C の半分であったことが影響したと考えられた。間伐周期を 5 年と想定した場合、降水・降雪が多い地域では生分解性でない資材を用いるか、厚みや幅のある生分解性資材を用いる必要があると考えられた。

P2B021 野菜用移植機を用いた無花粉スギ苗の効率的な移植方法について

斎藤真己

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

【目的】富山県では2012年からスギ花粉症対策の一環として、優良無花粉スギ「立山 森の輝き」を普及しているが、再造林のコスト削減に向けて、その苗木生産の省力化が課題となっている。このことから、市販の野菜用半自動移植機を無花粉スギ苗の移植に活用できるのか調査した。【方法】移植機はキセキ農機の半自動野菜移植機「ナウエルナ」を使用し、10cm程度の大きさになった「立山 森の輝き」のセル苗を用いて活着率や移植に要した時間について調査した。【結果】スギ苗でも「ナウエルナ」を使用した場合は問題なく移植することができ、その活着率は約99%だった。また、250本の苗の移植に要した時間は、従来の手植えでは約43分/人だったのに対して、「ナウエルナ」は約10分/人だった。【考察】市販の野菜用半自動移植機は無花粉スギ苗の移植に活用でき、手植えの約4倍のスピードで移植できることが明らかになった。これらのことから、野菜用移植機は苗木生産の省力化に向けて有望であると考えられた。

P2B024 スギ挿し木コンテナ大苗の活着と初期成長

重永英年・山川博美・野宮治人・荒木眞岳

森林総合研究所九州支所

300cc マルチキャビティコンテナ (24本/トレイ) で育苗したスギ挿し木1年生コンテナ苗 (平均苗高54cm、同地際直径6.1mm、同比較苗高89) と、同容器で育苗密度を3段階 (24本/トレイ、12本/トレイ、6本/トレイ) に設定し、育苗期間を1年間延長したスギ挿し木2年生コンテナ苗 (平均苗高71cm~81cm、同地際直径6.8~7.7mm、同比較苗高93~120) を人工林伐採跡地に植栽し、植栽時の苗の地上部サイズの違いが活着ならびに1年目の成長に及ぼす影響を調べた。活着率は、1年生コンテナ苗が94%であったのに対し、2年生コンテナ苗では70~85%と低かった。植栽時のD<sup>2</sup>Hが大きい個体では活着率が低くなる傾向があり、葉量が多い個体では植栽直後の少雨による乾燥ストレスに対して脆弱であることが予想された。樹高成長は、1年生コンテナ苗で22cm、2年生コンテナ苗では11~16cmと2年生コンテナ苗で小さく、植栽時の比較苗高が大きい個体では樹高成長が小さい傾向にあった。

P2B023 コンテナ苗のフォワーダ運搬および植栽における工期とコストについて

岩田若奈

島根県中山間地域研究センター

近年、コンテナ苗を使用した造林技術が注目されている。しかし、コンテナ苗による植栽コストについてのデータ蓄積は不十分で、コンテナ苗がコスト的に有利であるか不明である。そこで、島根県内1林分においてコンテナ苗と普通苗の植栽コストを比較した。コンテナ・普通苗ともに0.08haの調査地を設定した。コンテナ苗 (150cc)、普通苗ともに2年生スギを各200本植栽した。コンテナ苗は一貫作業を想定し、フォワーダで254m運搬したのち植え付け器で植栽した。普通苗は人力で133m運搬しクワで植栽した。コンテナ・普通苗の運搬コストはそれぞれ10円/m、13円/mで、前者が低かった。植栽時間は普通苗では平均42秒/本であったが、コンテナ苗では23秒/本であり普通苗の約半分であった。コンテナ苗の苗木代は200円/本、普通苗は82円/本であった。植え付け費用、苗木代を含む植栽コストはコンテナ苗が642,120円/ha、普通苗が333,450円で、コンテナ苗の運搬コストが低かったことを考慮しても大幅にコスト高であった。コンテナ苗は植え付け費用が低く抑えられたものの、それより増して苗木代が高かった。本結果からコンテナ苗が約半分の価格になれば普通苗より低コスト化が可能である。

P2B025 積雪地における栽培条件の違いがスギコンテナ苗の成長に及ぼす影響

塚原雅美・岩井淳治・戸塚聡子

新潟県森林研究所

コンテナ苗の生産体制を構築するためには、地域の自然・生産環境に応じた体制の構築が望ましい。そこで、本研究では育苗設備の簡素化を目的に、育苗環境が異なるスギコンテナ苗の成長を比較、影響を評価した。育苗環境はビニールハウス懸架、露地懸架 (全期間と2年生時のみ)、露地接地 (冬期埋雪と仮植) とした。育苗資材はマルチキャビティコンテナ (JFA-150)、BCC社製 Flex Flame 77 (solid cell-150・side slit-150) の三種類で、充填資材は株式会社シダラ製コンテナ苗木育苗用培土 (ココピート80、鹿沼土20%、肥料5g/l)、育苗期間は2012年4月から2013年10月である。その結果、冬期埋雪環境の苗長・地際直径成長量に対する負の影響が大きく、苗の曲がりも認められた。上記の結果から、設備の簡素化のために露地懸架栽培は有効だが冬期は埋雪を避ける必要があると考えられた。育苗資材の影響は、JFA-150に対し Flex Flame 77 が正の効果があった。今後は、定植後の成長量調査による育苗環境の評価が必要である。

## P2B026 時期別に植栽したスギコンテナ苗の初期成長

山川博美<sup>1</sup>・重永英年<sup>1</sup>・真井 正<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>林野庁九州森林管理局

木材価格が低迷するなかで林業経営を持続するために、育林コストの削減が課題となっている。なかでも、時期を問わず植栽でき、植栽作業が容易なコンテナ苗に注目が集まっている。本研究では、時期別（8月、10月、12月、2月、5月）に植栽したコンテナ苗の植栽後3年間の成長、および苗木の形質が植栽後の成長に与える影響を解析した。3生育期終了後の樹高は、一般的な植栽時期である2月に植栽したコンテナ苗が平均120cm、時期を繰り上げて8月に植栽したコンテナ苗が平均162cmであり、8月植栽の個体が良好な成長を示した。一方、10月、12月、2月に植栽したコンテナ苗の樹高は殆ど同じであることから、夏から早秋の成長が止まる前に植栽することで、翌春以降の成長に有利であると考えられた。また、2月に植栽したコンテナ苗と裸苗の成長量は殆ど同じであった。苗木の形質と植栽後の成長の関係では、植栽1年目は苗高が高く比較苗高が高い個体ほど樹高成長が小さい傾向がみられたが、2年目以降は期首の樹高と対応して成長するようになった。樹高に対して直径の大きいバランスのとれた苗木を用いることで植栽1年目からの成長が期待できるかもしれない。

## P2B028 関東地方のスギコンテナ苗植栽成績について

宇都木玄<sup>1</sup>・壁谷大介<sup>1</sup>・川崎達郎<sup>1</sup>・櫃間 岳<sup>2</sup>・山田 健<sup>3</sup>・落合幸仁<sup>3</sup>・屋代忠幸<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所植物生態研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所森林植生研究領域・<sup>3</sup>森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>4</sup>林野庁関東森林管理局森林技術・支援センター

低コスト再造林に向けてコンテナ苗の利用普及が活発化している。裸苗と比較してコンテナ苗の活着率が高い場合が多いが、成長良否については成績が混在している状況である。その一因として、コンテナ苗出荷段階で形状比が高く、また苗高も低い事が観察されている。本研究は、関東森林管理局管内に植栽された実生スギコンテナ苗の成長成績を裸苗と比較しながら明らかにし、コンテナ苗に期待される特徴を考察する。対象は平成21年から平成26年までに植栽された、関東森林管理局管内スギ植栽試験地（21か所）であり、平成26年春までに取得されたデータを用いた。植栽後3年以上の調査地は7か所、2年以上は11か所、1年以上は15か所である。植栽直後の形状比は裸苗に比べてコンテナ苗が有意に高く、樹高と地際直径は有意に小さかった。植栽後1年目になると形状比と直径は植栽直後と同様の傾向だが、樹高は両者で有意差が無くなった。2年目以降全ての項目で両者に有意差が無くなった。コンテナ苗は植栽当初形状比が高く小型の個体が多いが、2年目には通常の裸苗と同等のサイズになる事が解った。小さく生んで大きく育てる事が、コンテナ苗の特徴の一つであろう。

## P2B027 北関東域でスギコンテナ苗の通年植栽は可能か？—植栽時期の異なるスギコンテナ苗の活着状況—

壁谷大介<sup>1</sup>・屋代忠幸<sup>2</sup>・齋藤 哲<sup>1</sup>・川崎達郎<sup>1</sup>・田中憲蔵<sup>1</sup>・右田千春<sup>1</sup>・櫃間 岳<sup>1</sup>・宇都木玄<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>林野庁関東森林管理局森林技術・支援センター

コンテナ苗は育苗の際に基質と根系が一体化した根鉢が形成されるため、植栽時の根系の安定性が高く、植時期を選ばず高い活着率・初期成長性が期待できるとされている。そこで本研究では、北関東においてもスギ・コンテナ苗の通年植栽が可能かどうか検証することを目的として、2013年10月・2014年5月・7月・8月に茨城県東茨城郡に植栽されたスギのコンテナ苗（2年生）と通常苗（3年生）を対象に、2014年12月までの活着・成長状況を追跡し比較した。

13年10月植栽の苗は初年度冬期に寒風害の被害を受け、特に斜面上部では14年4月時点で通常苗の44%、コンテナ苗の75%の地上部が枯損していた。14年5月植栽では、苗タイプによらず活着率が高いものの、樹高・肥大成長とも初期個体サイズの大きい通常苗の方が高かった。一方7月・8月植栽では、コンテナ苗の活着率が通常苗より高かった（通常苗/コンテナ苗、7月：74/87%、8月：82/95%）。以上の結果から、北関東域においてはコンテナ苗を導入しても植栽時期に依存しない高パフォーマンスが期待できるとはいえず、通年植栽の導入には注意が必要であることが示唆された。

## P2B029 長野県信濃町におけるスギコンテナ苗の活着と成長

城田徹央<sup>1</sup>・小濱光弘<sup>2</sup>・大矢信次郎<sup>3</sup>・齋藤仁志<sup>1</sup>・岡野哲郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>信州大学学術研究院農学系・<sup>2</sup>信州大学農学部・<sup>3</sup>長野県林業総合センター

近年、再造林の低コスト化を目的にコンテナ苗を用いた植栽が試行されているが、長野県における実証試験はわずかである。この地域は中央高地気候であり、季節風の影響を受けにくく標高が高いため冷涼寡雨を特徴とする。この自然環境下におけるコンテナ苗の適用性を検証するため、本研究では長野県信濃町（年降水量1375mm、年平均気温9.48℃）における植栽後1年目のスギコンテナ苗の生残と成長を調査した。植栽は2013年12月に伐造一貫システムによって行われ、調査は2014年10月に行われた。

その結果、活着率と生残個体の当年伸長量は、宮城式ディプル式植栽コンテナ苗で82.8%と0.50cm（n=231）、スベード式植栽コンテナ苗で89.0%と0.82cm（n=230）、一畝植栽裸苗で67.5%と0.93cm（n=159）、丁寧植栽裸苗で77.3%と0.55cm（n=205）であった。以上のように、本試験地では初年度でも活着率が低く、さらに伸長成長が1cm以下と優れたものではなかった。要因としては特に4月・5月の乾燥、8月の乾燥および地温上昇が考えられる。以上のことから、この地域には乾燥条件に配慮した植栽方式、あるいは乾燥に適応可能なコンテナ苗の開発が求められる。

## P2B030 ヒノキ実生コンテナ苗を活用した植栽試験における苗木の活着と成長

奥田史郎<sup>1</sup>・諏訪鎌平<sup>1</sup>・山下直子<sup>1</sup>・大原偉樹<sup>1</sup>・池田則男<sup>2</sup>・矢野宣和<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>林野庁近畿中国森林管理局森林技術・支援センター

一貫作業システムによる低コスト再造林では伐採後の速やかな植栽を実施するために通年での植栽が必要となる。ここでは、近畿中国地域で多いヒノキの通年植栽の実効性を検証するために、異なる3種類の植栽素材を三つの異なる季節に植栽する試験を実施し苗木の活着と成長を比較した。岡山県西部の新見市内の二カ所の国有林（三光山試験地、三室試験地）で植栽試験を実施した。三光山は上木を伐採後3年経過しており、三室は一貫作業により伐採後すぐ植栽する点で比較している。植栽素材は、ヒノキ実生の2年生コンテナ苗と普通苗およびヒノキ挿木のセラミック苗の3種類で、植栽密度は2100本/haの苗間約2.2mでの方形植えとし、植栽季節として、夏季は8月下旬、秋季は10月下旬、春季は5月上旬にそれぞれ植栽した。植栽後2か月までの苗木の活着は、コンテナ苗が3種類の苗木の中で最も健全な割合が高く、枯死率も低かった。樹高成長はコンテナ苗の方が普通苗に比べて大きく、夏植栽が他の季節に比べて大きかった。地際直径の成長は夏季植栽ではコンテナ苗が大きいか同等で、それ以外の季節、場所とも普通苗で成長量が大きく、植栽季節によりパターンが異なっていた。

## P2B032 ヒノキコンテナ苗の活着と成長に及ぼすリターマルチングの影響

小濱光弘<sup>1</sup>・城田徹央<sup>2</sup>・齋藤仁志<sup>2</sup>・大矢信次郎<sup>3</sup>・岡野哲郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>信州大学学術研究院農学系・<sup>3</sup>長野県林業総合センター

近年、低コスト造林を実現する目的で作業の一貫化および下刈りの省略が試行されている。本研究では、スギの伐採時に発生した枝条をマルチとして用いた初年度において、コンテナ苗と裸苗の生残および成長、さらに雑草木の発生におよぼす影響を明らかにすることを目的とした。調査地は長野県根羽村のスギ帯状伐採跡地におけるヒノキ再造林地であり、谷部のプロット1と斜面部のプロット2を設けた。解析の結果、コンテナ苗は裸苗と比較して成長が劣ったが、これは苗の初期サイズの違いによるものであると考えられた。マルチによる効果について、苗の成長には影響しない、あるいは成長の妨げになり得るが、同時に雑草木被度を大きく低下させる効果があるという結果が得られた。また、プロット間では雑草木被度に大きな違いがみられたので、プロットの違いによってマルチの効果に影響が表れるか検証した。その結果、いずれのプロットでもマルチの雑草木発生抑制効果が発揮されることが明らかになった。

## P2B031 ヒノキコンテナ苗の生存と成長に対する摘葉の効果

山下直子<sup>1</sup>・奥田史郎<sup>1</sup>・諏訪鎌平<sup>1</sup>・飛田博順<sup>2</sup>・Thomas Ting Lei<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>森林総合研究所植物生態研究領域・<sup>3</sup>龍谷大学理工学部

森林施業の低コスト化として、コンテナ苗の利用が期待されている。山林用苗木は、苗高と根本径のみ規格があり、葉量やその他の形質については基準化されておらず、実際に出荷される苗の品質にばらつきが多いのが現状である。山出し苗は、出荷の際に根系が損傷することによって、水分吸収機能が低下しており、植栽後枝葉からの蒸散が活発な状態であれば水分不足に陥りやすい。したがって、苗木の水分バランスを維持するために、葉量を減らして植栽することで、活着率が高まる可能性がある。そこで、植栽時にヒノキ苗の葉量を人為的に調整し、活着に対する摘葉の効果を検討した。コンテナ苗とセラミック苗は、葉全体の50%を切除したもの、普通苗は、全体の75%、50%、25%を切除したものと、それぞれコントロールとして無切除の苗木を植栽し、その後の活着率、地上部の伸長量を調べた。コントロール個体の生存率は、コンテナ苗>普通苗>セラミック苗の順で高かった。植栽から約4か月半経過した時点では、どの種類の苗木も無摘葉個体より摘葉個体で生存率が高く、葉量を減らしたことで蒸散が抑えられ、移植時のストレスが低減されたのではないかと考えられた。

## P2B033 ヒノキコンテナ苗の初期成長について

谷 清<sup>1</sup>・伊勢屋重一<sup>1</sup>・村尾良男<sup>1</sup>・木村光男<sup>2</sup>・柴田幸治<sup>2</sup>・酒井孝明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>愛媛県松野町林業研究グループ・<sup>2</sup>愛媛県南予地方局産業経済部森林林業課

【目的】近年、皆伐に伴う再造林の省力化のため、「マルチキャビティコンテナ苗（以下コンテナ苗）」が開発されている。コンテナ苗は、コンテナ部しか根が成長できないため、通常の裸苗（以下普通苗）に比べて、根の形態が特徴的である。その特徴が植栽後の成長にどのような影響を及ぼすかについて、コンテナ苗と普通苗の伸長成長の状況、植栽時のコンテナ苗の大きさとその後の伸長成長との関係及びコンテナ苗の根の成長状況から検討を試みた。【方法】平成26年3月20日にコンテナ苗（35本）と普通苗（25本）を傾斜方向に交互に植栽し、2ヶ月に1度樹高を測定した。また、TR率測定用にそれぞれ10本を別途植栽し、2ヶ月に1度、掘り起こして長さ及び絶乾重量を測定した。【結果】12月3日の測定時の平均樹高は、コンテナ苗772mm、普通苗908mmで、植栽時を100とした増加率は、それぞれ248%、174%となり、2年目以降の下刈り時の誤伐防止には十分な成長であると思われた。TR率については明確な傾向は確認できなかった。しかし、植栽時には普通苗に比べて高かったコンテナ苗のTR率は、8月以降の測定では、普通苗との差が非常に小さくなった。

## P2B034 カラマツコンテナ苗の育苗密度が苗木のサイズと植栽後の成長に及ぼす影響

成松眞樹

岩手県林業技術センター

コンテナのキャビティ容量と育苗密度は、コンテナ苗の植栽後の活着や成長に影響を及ぼすが、カラマツではそれらの関係が不明である。そこで、コンテナ当たりの幼苗移植本数を変えて育苗し、育苗後の苗木サイズと植栽後の活着や成長を比較した。

2013年5月に、150mL リブ付きコンテナ(40穴)へ、コンテナ1枚当たり6本(6本区苗、以下同)、24本、32本および40本の1年生苗を移植し、得られた苗木を2014年4月に植栽した。植栽前の樹高と枝下高は育苗密度に応じて増加し、地際直径、枝張および地上部現存量は育苗密度に応じて減少した。植栽1か月後までに枯死が生じたのは、6本区苗(15本中2本)と24本区苗(32本中2本)であり、同期間に成長した総根長(枯死木を除く)は、6本区苗が最小(164mm)、32本区が最大(345mm)であった。また、同年11月までの樹高、地際直径および枝張の成長率は、ともに6本区苗が最も小さく、24本区苗、40本区苗、32本区苗の順に大きかった。これらの結果から、コンテナ苗でも従来苗と同様に、育苗密度が苗木のサイズを通して植栽後の成長に影響を及ぼすことが明らかになり、至適育苗密度の存在が示唆される。

## P2B036 カラマツ苗木生産における気象害リスクの網羅的分析

石塚 航・今 博計・来田和人

北海道立総合研究機構林業試験場

北海道の主要造林樹種カラマツの苗木は、播種後2年の育苗(1回床替)で生産される。昨今、気象害とみられる苗木生産成績の悪さが問題になっているが、どの育苗段階の気象条件が原因か十分に検討されていない。本研究では、北海道全域を対象に、過去5年間に苗木生産を行った全業者・団体の生産実績報告と気象条件との解析から、育苗の成否に影響した気象条件の抽出を試みた。

まず、播種から発芽、発芽から当年秋の幼苗、翌春の床替後から成苗(1、2号苗)の3育苗段階に区分し、年・生産者・畑別に各段階の苗数を、播種量・時期などの情報とともに収集した。また、全道の気象観測所の日別気象データ(気温、雨量、日照時間、風量)を5年分取得し、気象値ごとに任意期間の平均を算出して、気象変数とした。解析では、任意の気象変数を加えた一般化線形混合モデルを構築し、時期や期間を含めてどのような気象条件が効いたか育苗段階ごとに網羅的に探索した。

結果、育苗の成否には発芽段階における気象因子の影響が強く、5月中下旬の強い雨風が春播きで負に、逆に少ない降雨が秋播きで負に効いたことが推定された。発表では、他の気象因子の影響も含めて気象害リスクをまとめる。

## P2B035 カラマツコンテナ苗植栽1年目の生理生態特性

原山尚徳<sup>1</sup>・飛田博順<sup>2</sup>・今 博計<sup>3</sup>・石塚 航<sup>3</sup>・来田和人<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>森林総合研究所植物生態研究領域・<sup>3</sup>北海道立総合研究機構林業試験場

育苗コンテナの種類が植栽後のカラマツ苗木の生理生態特性に及ぼす影響を明らかにするため、4種類のコンテナ(リブ300ccと150cc、サイドスリット220ccと120cc)に直接播種し1年間育苗したカラマツ1年生苗を、2014年5月に苗畑に植栽し、日中の単位葉面積あたりの光合成速度(Amid)と気孔コンダクタンス、葉特性、器官別乾重量の季節変化を測定した。対照として2年生裸苗も植栽した。どの苗種においてもAmidは気孔閉鎖の影響から6月から8月まで著しく低く、特に裸苗ではマイナスの値を示したが、9月、10月に高くなった。また、Amidは測定期間を通じて裸苗よりもコンテナ苗で高く、特にリブ300cc育苗で最も高かった。リブ300cc育苗は、裸苗や他のコンテナ苗種に比べて、平均個葉面積、単位面積あたりの葉乾重、個体あたりの日中の光合成量、地上部成長量が高かった。こうしたリブ300cc育苗での良好な生理状態や旺盛な地上部成長は、コンテナ容量の大きいことによる根量の多さが要因の一つであると考えられた。一方、リブとサイドスリットの違いは、測定した生理生態特性に影響を及ぼさなかった。

## P2B037 カラマツ林の細根の伸長・寿命要因について

池邑尚毅

静岡大学農学部

細根は水分と養分を吸収する特性をもつ樹木の生育に無くてはならない組織である。細根は近年の積極的な研究により多くの性質の判明がなされた。しかしながら、細根の研究は、樹木・林分といった空間での環境的要因の関係に注目している研究が多く細根の内的要因に関する研究が少ない。また、炭素の貯蔵・放出にも細根は関わっている。森林からのCO<sub>2</sub>の放出に土壌は50%以上を占めており炭素循環には細根の寿命とその要因を調べることは重要である。そこで細根の分岐を1つのユニットとした小さな単位ごとに直径・発生時期に注目した。

富士北麓のカラマツ人工林にてMiniRHIZOTron法を使用し過去8年間土壌内の画像を撮影し観測を行なっている。この人工林は土壌水分の影響勾配が明白であり乾性サイトと湿性サイトそれぞれに11本と13本のチューブを設置した。また下層植生の影響を除くため除草区をそれぞれの区に設定した。この撮影画像から細根1ユニットあたりの生存曲線を要因ごとに解析した。



P2B038 下刈り回数およびスギ幼齢木の成長と立地条件の関係について

鶴崎 幸<sup>1</sup>・佐々木重行<sup>1</sup>・重永英年<sup>2</sup>

<sup>1</sup>福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所

下刈りは、植栽木が雑草木より大きくなるまで5~10回実施されており、1回あたりの標準単価は15万円/ha程度である。下刈りの実施回数は林地毎に異なり、この違いが初期の育林コストに大きく影響する。そこで本研究では、育林コスト削減のため、幼齢林において地形と植栽木の成長の関係を明らかにすることで、終了までの下刈り回数が少なくてもよい立地条件を提示することを目的とした。

福岡県八女市の幼齢林において、①造林事業申請書(H20~25年度)を用いて、終了までの回数や面積の推移など、下刈りの現状について分析した。②国土地理院10mDEMを用いて、傾斜・標高・曲率を用いた斜面形状区分等、地形の因子を算出した。③森林簿より0.5ha以上で7年生以下の幼齢スギ一斉林を抽出し、各箇所に半径6mの円形プロットを設定して、当年および前年の樹高伸長量、地際直径、胸高直径を計測した。さらに②③を用いて地形と植栽木の成長の関係について解析したので報告する。本研究は(独)農研機構生研センターの「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)」の予算により実施した。

P2B040 関西地区における国産早生樹センダンの試験植林

村田功二<sup>1</sup>・内海真弓<sup>1</sup>・宮藤久士<sup>2</sup>・横尾謙一郎<sup>3</sup>・横尾国治<sup>4</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>京都府立大学大学院生命環境科学研究所・<sup>3</sup>熊本県北広域本部・<sup>4</sup>株式会社ユニウッドコーポレーション

熊本県では早期成長と多収穫を目的とした新しい林業経営開発が試みられ、センダン(*Melia azedarach*)が選抜された。そして密植や枝打ちではなく、芽かきによって通直な材を得る技術が開発された。これまでの研究は主に熊本県で行われており、西日本で生育したデータは少ない。そこで本研究では、関西地域で実際にセンダンを植栽しその成長量を確認すると同時に、自生するセンダンの材質を調査した。

熊本県で優れた成長が確認されたクローンから採取した種子由来の1年生苗を関西地区で植栽した。対象地域は大阪市住之江区平林の海岸沿いの遊休地と、南丹市美山町の京都府立大学附属大野演習林である。センダン苗をそれぞれ10本ずつを植栽し、樹高と根元直径の成長量を測定した。両方の調査地で1年間の成長量は良好であり、最も成長の良いものは樹高3m、根元直径60mmに達した。大野演習林に自生していたセンダンの地上50cmから約1mを供試材として年輪解析や材質評価を行った。降雪があり比較的冷涼な大野演習林でも、11年目には直径30cm、20年目には直径50cmに成長しており、優れた成長量が見込めることが分かった。

P2B039 バイオマス造林樹種ヤナギの高い二酸化炭素吸収能のメカニズム

上村 章<sup>1</sup>・原山尚徳<sup>1</sup>・宇都木玄<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

【目的】日本において、エネルギー利用としての木質バイオマスの生産はほとんど行われていない。北海道のように北方地域における木質バイオマス作物候補としては、北海道に広く分布する、オノエヤナギ(*Salix sachalinensis*)とエゾノキヌヤナギ(*Salix pet-susu*)である。両種の栽培試験によってその高い生産性が確認されている。挿し木による増殖が一般的であるが、母樹(クローン)の違いによって生産性が違うことも確認されている。本研究では、高い生産性、生産性の違いをもたらす要因が葉の生理生態学的特性、形態的特性に起因しているかどうかを調べた。【方法】北海道下川町に挿し木で増殖したオノエヤナギ6クローン、エゾノキヌヤナギ10クローンをを用いた(7年生株)。光合成特性を明らかにするためにLI-6400携帯型光合成蒸散測定装置を用いて切り枝法によりガス交換の測定(Ci-A曲線)を測定した。また、測定した葉は、実験室に持ち帰り、窒素濃度の分析、形態的観察を行った。比較として、同所的に生育する落葉広葉樹シラカンバ、ミズナラも同様の測定を行った。【結果】両ヤナギは、(シラカンバ、ミズナラ)と比べて高いVcmaxを持つこと等がわかった。

P2B041 熱帯林における択伐後の土壌圧縮がフタバガキ植栽苗に与える影響

田中憲蔵<sup>1</sup>・服部大輔<sup>2</sup>・二宮生夫<sup>3</sup>・櫻井克年<sup>4</sup>・Kendawang, JJ<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>四国大学生生活科学部・<sup>3</sup>愛媛大学農学部・<sup>4</sup>高知大学農学部・<sup>5</sup>Sarawak Planted Forest

東南アジア熱帯雨林で行われて来た従来型の択伐施業では、ブルドーザーなど重機による土壌圧縮が広範囲で起こり更新阻害などを引き起こしている。しかし、土壌圧縮がフタバガキ科樹木など郷土樹種の植林苗にどのような影響を与えるかはよく分かっておらず、攪乱地における適切な植栽技術の開発が必要であった。本研究ではマレーシアサラワク州の択伐後20年が経過した森林で、土壌硬度の異なる林地にフタバガキ苗を植林し、苗の成長と枯死、根の伸長を7年間調査した。その結果、伐採20年後でも土壌圧縮の影響は残り、土壌硬度の高い林地では苗の初期枯死率が高く、7割近くに達する場合もあった。土壌硬度と水平方向の根の伸長量には負の相関が見られ、乾燥時に根からの水分吸収が十分でないことなどが原因で苗の枯死率が高くなったと考えられた。一方、7年後まで生き残った苗には土壌圧縮による根や枯死率への負の影響がほとんど見られなかった。植林初期の根の伸長阻害を回避し、苗の活着率を上げるためには植え穴を大きくするなどの対策が有効であると考えられた。

## P2B042 東北タイの砂質土壌に植栽したチークの成長と土壌改良資材の効果

香山雅純<sup>1</sup>・米田令仁<sup>1</sup>・Suchat Nimpila<sup>2</sup>・Sutjaporn Hongthong<sup>2</sup>・Woraphun Himmapan<sup>2</sup>・Wilawan Sichiennopparat<sup>2</sup>・Tosporn Vacharangkura<sup>2</sup>・野田 巖<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国際農林水産業研究センター林業領域・<sup>2</sup>Royal Forest Department Silvicultural Research Division

チーク (*Tectona grandis*) はタイにおける有用郷土樹種で、チークの植栽もタイ全土で実施されている。しかし、保水性が低い砂質土壌が広く分布するタイ東北部では、チークの成長の悪い造林地も多い。そこで、砂質土壌の保水性を改良し、チークの成長を促進する効果のある土壌改良資材を検証する実験を行った。本実験は、タイ東北部のコンケン県にある東北タイ樹木種子保全センターにおいて、過去の文献から保水性の改善効果の見られた炭・ベントナイト・トウモロコシの芯を4%添加したポットにチークの苗を植栽し、成長や水分特性を比較し検討した。なお、対照として土壌改良材を添加しない処理区も用意した。

本実験結果から、ベントナイトの処理区では成長は促進されなかったが、土壌の保水性が向上し、植栽したチークは水分不足になりにくかった。炭の処理区では、ベントナイトの処理区と比較すると水分不足になりやすいが、特に根の成長が促進された。一方、トウモロコシの芯の処理区では土壌の含水率が低下し、チークの成長は抑制された。このことから、炭とベントナイトは砂質土壌に植栽したチークの成長を改善する効果があると考えられる。

## P2B044 植物種多様性と木材生産性を考慮した生産林地の集水域内配置の検討

平田令子・伊藤 哲・光田 靖・高木正博

宮崎大学農学部

持続的な森林管理を行う上で、生物多様性の保全は重要な課題である。特に植物種多様性の保全のためには多様な生育立地環境を確保する必要がある。一方で生産性の高い立地は木材生産林として活用することも望まれる。そのため、そのような立地に選択的に出現する植物種にとっては生育環境が失われることにつながり、植物種多様性保全と木材生産の両立が困難となる。そこで本研究では、集水域における植物種多様性の保全と木材生産性を考慮した最適な森林配置を検討した。解析には、宮崎大学田野フィールドおよび宮崎県霧島山系小池の常緑広葉樹林で行われた植生調査データを用いた。これらのデータを基に、集水域内の様々な微地形における各種の植物の出現を推定した。さらに、それぞれの微地形における木材生産性を求めた。そして、生産林地の配置によって集水域内の植物種多様性がどのように変化するかをシミュレーションした。本大会ではその試行結果を報告する。

## P2B043 マツ枯れ被害後に放棄されたリュウキュウマツ人工林の遷移状況

高嶋敦史

琉球大学農学部

沖縄島北部やんばる地域は、生物多様性や固有の生態系が評価され、世界自然遺産の暫定リストへの掲載が決まっている。一方、やんばる地域では古くから林業活動が営まれ、1970年代前半まではリュウキュウマツが代表的な造林樹種であった。しかしながら、その後マツ枯れが蔓延したため、収穫に至らず放棄されたリュウキュウマツ人工林は現在も多く残されている。これらのリュウキュウマツ人工林の現状を把握することは今後の森林管理の方向性を決定するうえで急務であったため、本研究では管理放棄された50年生以上のリュウキュウマツ人工林の林分構造や動態を調査し、周辺の亜熱帯性照葉樹林との相違点や照葉樹林への再生の可能性などを検討した。調査の結果、リュウキュウマツ人工林にはイジュを中心にイタジイ、エゴノキ、フカノキなどの広葉樹が多く侵入していることが明らかになったが、侵入種の種構成は周辺の照葉樹林とは大幅に異なっていた。また、周辺の照葉樹林の第一優占種であるイタジイはリュウキュウマツ人工林内において実生更新しにくいことが判明し、照葉樹林の再生には萌芽を発生させる母樹の存在、もしくは人工的な更新補助作業が重要であると考えられた。

## P2B045 択伐施業が天然性スギ林の遺伝的多様性に与える影響

木村 恵<sup>1</sup>・内山憲太郎<sup>2</sup>・酒井 敦<sup>2</sup>・大谷達也<sup>2</sup>・河原孝行<sup>2</sup>・津村義彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>筑波大学生命環境学群

貴重な天然資源であるスギ天然林の持続的な管理を目指し、択伐によるスギ天然林の遺伝的多様性の変化を調べた。具体的には現在も大径木の伐採が行われている高知県魚梁瀬地方のスギ天然林を対象にマイクロサテライト8遺伝子座を用いて遺伝子型を調べ、大径木の減少に伴う遺伝子組成の変化を評価した。12.1 haの林分には胸高直径20 cm以上のスギが1894本生育しており、このうち胸高直径90 cm以上の256本から68本(27%)について伐採が行われた。これら全伐採木と残存木からランダムに採取した306本について遺伝子型を特定した。残存木と伐採木それぞれの遺伝的多様性(ヘテロ接合度の観察値、期待値、アレリックリッチネス)に大きな違いはみられなかったが、遺伝子組成が異なる座も観察された。また、伐採木に固有な対立遺伝子は3つみられた。シミュレーションによりランダムに個体数が減少した場合と今回の伐採による生残木では、対立遺伝子数、ヘテロ接合度の観察値、期待値に大きな差はみられなかった。発表では空間遺伝構造解析の結果も含めて、伐採の影響について考察する。

## P2B046 四国地方の高齢級スギ・ヒノキ人工林における林分および個体レベルの成長特性

宮本和樹<sup>1</sup>・大谷達也<sup>1</sup>・酒井 敦<sup>1</sup>・松岡真如<sup>2</sup>・山崎敏彦<sup>3</sup>・酒井寿夫<sup>1</sup>・佐藤重穂<sup>1</sup>・北原文章<sup>1</sup>・伊藤武治<sup>1</sup>・森下智明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>高知大学教育研究部自然科学系・<sup>3</sup>高知県立森林技術センター

高齢級人工林における個体の成長に影響を及ぼす特性として、期首の直径サイズおよび個体間競争を評価した。調査対象は四国地方の44年生～91年生のスギ・ヒノキ人工林である。各林分の胸高直径(DBH)の平均成長量は0.30～0.39 cm yr<sup>-1</sup>の範囲となった。期間のDBH成長量のばらつきを期首DBHのみを説明変数とする線形モデルによって評価したところ、林分によって成長のばらつきを十分に説明できないものがみられた。次に、周辺木の胸高断面面積合計に基づく競争指数をモデルの説明変数に加えた場合、競争指数の種類によってモデルの説明力の改善度が異なっていた。すなわち44～65年生の壮齢人工林においては、自身よりも大きい個体から影響を受ける一方向的競争が個体の成長に大きな影響を及ぼしているが、65年生以降の人工林ではサイズに関わらずすべての周辺他個体からの影響を受ける双方向的競争の影響が大きくなる時期がみられた。以上の結果から、高齢級人工林の管理においては個体間競争の効果をふまえた個体の配置を考えることが重要であることが示唆される。

## P2B048 高齢級スギ人工林調査データを用いた地位指数曲線の延長

伊藤幸介・塚原雅美

新潟県森林研究所

スギ人工林の成長は地位や積雪などの立地条件の違いにより異なり、その差は齢級の進行とともに拡大する。そのため合理的な経営を行うためには、それぞれの林分の現況や立地条件に応じた詳細な管理計画の樹立が必要となる。長伐期化に対応した管理計画樹立のためには、収穫予想表、そしてその元となる地位指数曲線の高齢級林分への対応が必要であるが、現行の地位指数曲線は80年生以上の高齢級林分への成長予測が十分ではない。そこで当県では2014年度から県内各地の主に80年生以上の高齢級スギ人工林調査を実施し、新たな地位指数曲線の作成を目指している。今発表では、従来の収穫表調整のデータ、森林生態系多様性基礎調査等の既往データに加えて、県内広範囲の少雪地から多雪地にわたる、比較的手入れの行き届いた80年生から120年生の民有林7林分の調査データを用いて地位指数曲線の延長を検討したので報告する。

## P2B047 周辺環境がヒノキの成長に及ぼす影響

伊東康人・柴原 隆

兵庫県農林水産技術総合センター森林林業技術センター

林業の採算性悪化から当初予定していた収穫期を迎えても伐採されない人工林が増えている。このような人工林では、どの木を伐採せずに残すかは管理者の主観によるところが大きく客観的な指標はほとんどない。そこで本研究では、客観的な指標を確立することを目指し、高齢人工林において個体の成長に影響を及ぼす要因を明らかにすることを目的とした。調査地は兵庫県多可町にある60-70年生の高齢人工林2か所(約1.5ha)とした。ここでは2004年から立木販売が行われており、販売開始時に立木位置、胸高直径及び樹種が記録されている。10年後の2014年に胸高直径を測定し、同時に航空機LiDARデータから複数の解像度の数値標高モデル(DEM)を作成し、斜面傾斜、及び凹凸度の指標であるTPIを算出した。応答変数を10年間の成長量、説明変数候補を斜面傾斜、TPI、10年間の周辺本数密度の変化、10年前の胸高直径、樹種とした一般化線形混合モデルを構築し、変数選択をしたところ、斜面傾斜、10年前の胸高直径、10年間の周辺本数密度の変化を組み込んだモデルの説明力が最も高かった。高齢人工林における残存木の選定に使える指標の存在が示唆された。

## P2B049 スギ過密壮齢林における強度間伐が残存木の成長に及ぼす影響

内村慶彦

鹿児島県森林技術総合センター

【目的】鹿児島県のスギ壮齢林の中には過密な状態で推移した、幹の細い不健全な林分も存在する。それらの林分をいかに健全性の高い林分に修復すればよのだろうか。経済的理由から放置されてきた過密人工林を短期に繰り返し間伐することは難しい。本研究の目的は、過密壮齢林において、強度間伐による肥大成長促進と樹高成長抑制による形状比低下が期待できるのか、を検証することである。【方法】鹿児島県始良市のスギ過密人工林54年生に2012年3月に2つの異なる間伐試験地を設定した。すなわち、強度間伐区(材積間伐率60%)と弱度間伐区(材積間伐率10%)である。間伐から2年9ヶ月経過した2014年12月に胸高直径及び樹高成長量、形状比変化を調査した。【結果】いずれの間伐区でも期首胸高直径が大きい個体ほど直径成長量及び胸高断面成長量が大きかった。また、いずれの期首直径サイズでも強度間伐でそれらの成長量が有意に大きかった。一方、樹高成長量については強度間伐区で小さい傾向がみられたが、その違いは有意ではなかった。弱度間伐では残存木の76%の個体で形状比が上昇したが、強度間伐では残存木の85%の個体で形状比が低下した。

## P2B050 三陸沿岸の高齢海岸林におけるクロマツ個体の肥大成長

白旗 学・橋本良二

岩手大学農学部

2011年3月に発生した東日本大震災によって生じた津波により、北東北地方太平洋側の海岸林は甚大な被害を受け、その復旧が急務となっている。海岸林造成にあたり、植栽初期の定着はもちろん、成林後の成長特性を正しく把握しておく必要がある。しかし同地域では昭和三陸津波(1938)以降から戦後にかけて植栽された林分が多く、十分な調査がされないまま今回の被害を受けたこともあり、データの集積が不十分である。本研究では、残存している青森県八戸市の海岸クロマツ林(約80年生)において、成長錐を用いて過去の肥大成長履歴を林分単位で調べた。標準化した年輪成長幅をみると、個体により違いはあるものの成長回復が植栽後20~30年頃、50~60年頃にある個体が多かった。調査時の林分の植栽密度は730本/ha程度と海岸林としては疎であり、比較的軟弱な砂質土壌であったことなどから、降雪などによって集中的に倒木が生じたことが考えられる。発表では最近の成長と樹冠の大きさ、岩手県南部の他林分の結果もあわせて報告する。

## P2B052 カラマツ樹形のアロメトリーに対する林齢・本数密度の影響

阿部友幸<sup>1</sup>・鳥田宏行<sup>1</sup>・真坂一彦<sup>1</sup>・岩崎健太<sup>1</sup>・佐藤 創<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場森林環境部環境グループ・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構林業試験場森林環境部

樹冠投影面積・対風面積は森林の風倒害リスク評価のための力学モデル(GALES, HWIND)において、樹木の転倒・折損を起こす風の牽引力を算定する上での重要パラメータである。しかしこれらは、取得が高コストな事もありデータが少なく、かつ胸高直径など取得が容易な変数から推定する関係式がない。そこで本研究ではカラマツ林について樹冠投影面積・対風面積を、林分調査の基本項目(胸高直径D・林齢Age・本数密度density)から推定するアロメトリー式を作成した。2014年6月北海道空知地方の深川市の様々な林齢の林分からなるカラマツ林団地において、Ageとdensityの分布に幅が出るように16林分を選定、0.02~0.04haの調査区を設置した。上記基本項目のほかに樹冠投影面積・対風面積の算出に必要な樹冠幅、樹高と枝下高を計測した。樹冠投影面積・対風面積を推定する回帰式を作成するため、一般化線形モデルによる統計解析をおこなった。結果、両者ともD、Age、Age×D、Age×densityが選択された。

## P2B051 若齢ヒノキ林における枝葉の伸長速度と葉面積指数の季節変化

荒木眞岳<sup>1,2</sup>・重永英年<sup>2</sup>・玉泉幸一郎<sup>3</sup>・梶本卓也<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>4</sup>森林総合研究所植物生態研究領域

林冠全体の光合成量や呼吸量を推定する際、林分あたりの葉量あるいは葉面積指数は重要な情報である。また、光合成量や呼吸量の垂直分布や季節変化を推定する場合には、葉面積密度の垂直分布や葉面積指数の季節変化も考慮する必要がある。常緑樹であるヒノキ林では、葉面積指数の季節変化は枝葉の伸長や落葉のフェノロジーに強く影響されると考えられる。そこで本研究は、森林総合研究所九州支所立田山実験林(熊本市)にある10年生のヒノキ林において、一次枝先端の伸長量と葉面積指数およびターフォール量をほぼ1ヶ月に1回の頻度で2年間測定し、これらの季節変化を明らかにすることを目的とした。春から夏にかけて一次枝が伸長したが、それにやや遅れて葉面積指数は増加した。秋から冬にかけて、落葉が落下するのにもない葉面積指数は減少した。また、一次枝先端の伸長量は林冠の上層ほど大きかったが、それにもない葉面積密度も上層ほど増加した。以上のことから、葉面積指数、一次枝の伸長量、および落葉量は、季節的に同調していることが確認された。

## P2B053 大径材に対応した北海道産カラマツの相対幹曲線式と正係数

山田健四・大野泰之

北海道北海道立総合研究機構林業試験場

大径材の生産が期待される北海道のカラマツについて、胸高直径8~56cmの幅広いサイズクラスから得られたデータをもとに、樹幹形状を記述する相対幹曲線を作成し、材積計算を行った。相対幹曲線の関数として3次関数を採用し、各次数における係数が胸高直径と樹高により変化すると仮定して、高さごとに測定した皮付きの直径データを用いて個体をランダム効果としたGLMMにより相対幹曲線を決定した。3次関数では根張り部分を正確に表現できないため、測定高1.3m以上のデータのみを用いて根張りの影響を排除した。AICによるモデル選択を行った結果、3次の係数ではサイズの影響が削除されたが、2次と1次の係数には樹高と胸高直径の影響が残された。得られた相対幹曲線をもとに材積計算を行ったところ、中島(1948)の材積表とほぼ一致し、井上(2002)の理論的材積式よりはやや少ない値となった。材積計算における胸高係数は胸高直径の増加とともに単調に減少し、相対高*i*における正係数 $\lambda_i$ は、 $i=0.9$ では樹高とともにわずかに上昇し、 $i=0.7$ では一定、 $i=0.5$ ではばらつきが大きい傾向が見られた。

P2B054 Effects of different Ozone on growth of Japanese larch and its hybrid

KAM, Dong-Gyu<sup>1</sup>・Watanabe, Makoto<sup>2</sup>・Agathokleous, Evgenious<sup>1</sup>・Fujita, Saki<sup>1</sup>・Tamai, Yutaka<sup>1</sup>・Koike, Takayoshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>東京農工大学

The high concentration of Ozone (O<sub>3</sub>), an air pollutant inhibiting plant growth, in the troposphere has been being detected frequently in Japan. Japanese larch (JL) introduced from the central subalpine region of Japan is important species in northern part of Japan, because it grows rapidly and it is tolerant to low temperature. Hybrid larch F<sub>1</sub> (F<sub>1</sub>) was developed as a promising species to alter weak points of JL. We planted 2-year-old seedlings of JL and F<sub>1</sub> in 16 open-top chambers and were exposed to 3 levels of O<sub>3</sub> (charcoal-filtered air, 40 ppb and 80 ppb) during the growing season. Compared with the response of JL and F<sub>1</sub> to O<sub>3</sub> levels, JL was less sensitivity to O<sub>3</sub> levels, although the changing O<sub>3</sub> concentration influenced their growth.

P2B056 本邦産タケ類 3 種における地下茎の形態について

國師周平<sup>1</sup>・藤津 哲<sup>2</sup>・作田耕太郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>九州大学農学部・<sup>3</sup>九州大学大学院農学研究院

タケ類は地下茎による栄養繁殖をおこなうクローナル植物であり、地下茎によって物質の転流を行い、光など環境にあまり依存しない稈の発生が可能となっている。しかしながらタケ類の地下茎を解剖学的に調べた報告はとも稀である。本研究は本邦産タケ類 3 種の地下茎の形態についての比較を目的とした。福岡市西区の九州大学伊都キャンパスにおいてモウソウチク、マダケおよびハチクの地下茎を採取した。これらの地下茎を節間部分と根の発生する節部分に分けて実体および光学顕微鏡によって観察した。節間部分ではすべての竹種において地下茎は内側から外側に向けて維管束の密度が高くなり、また維管束の形状も内側と外側で変化していた。これらの特徴は地上部の稈の維管束と同様であった。外側の道管直径は約 20 μm で竹種によって差はなかったが、内側の維管束は発達しており、道管直径はマダケとハチクでは最大で 150 μm、モウソウチクでは最大で 210 μm だった。また、節部分では放射方向に伸びる道管が目立ち、放射方向に伸びる道管によって根から吸収した水分は地下茎の横断面全体へ輸送されていると考えられた。

P2B055 開放系オゾン暴露施設下で生育したブナ若齢木の樹冠構造

鈴木優輔<sup>1</sup>・渡辺 誠<sup>4</sup>・斎藤秀之<sup>2</sup>・渋谷正人<sup>2</sup>・佐藤冬樹<sup>3</sup>・小池孝良<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学農学部・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>4</sup>東京農工大学大学院農学研究院

ブナ (*Fagus crenata*) は、対流圏 (= 地表付近) オゾンに対する感受性が高いことが明らかにされている。そのため、ブナに対するオゾン負荷の影響を明らかにする実験が行われてきたが、多くは制御環境下で呼吸や光合成の応答に注目したものだ。その一方で、樹冠構造の変化は樹木の成長に大きな影響を与えうることが分かっている。そこで我々は、野外環境下におけるオゾン負荷に対するブナの応答を、樹冠構造の変化に着目し把握することを目的に調査した。ブナはオゾン負荷環境下で、(1) 陽樹冠における当年生枝の伸長成長が促進され、徒長する。(2) 樹冠下部で 1 次枝の本数密度 (単位長さの幹から分岐している 1 次枝の本数) が低下し、葉量の少ない細い枝を維持できなくなっている。(3) 1 成長期間の幹材積成長率は変化しない。(4) 樹幹完満度の指標である正形数は変化しない。(5) 個体中の非同化器官量全体に占める枝の割合は有意に増加する、ことが明らかになった。以上の結果から、オゾン負荷はブナの樹冠下部において枝の維持を抑制し、樹冠上部において枝の生産を促進している可能性があり、樹冠構造を大きく変化させるが、幹材積の成長に影響しなかったと結論付けた。

P2B057 37 年間連続施肥を受けたトドマツの養分状態

長倉淳子<sup>1</sup>・古澤仁美<sup>1</sup>・伊藤江利子<sup>2</sup>・相澤州平<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所

養分可給性は林木の成長を規定する主要因であり、特に造林初期の成長が施肥によって促進されることが知られている。しかし、特定の養分を施肥することによって他の養分とのアンバランスが生じ、林木の成長や樹木生理に悪影響を引き起こす可能性がある。本研究は、長期間の施肥が樹木の養分状態におよぼす影響を明らかにすることを目的とした。森林総合研究所北海道支所 (札幌市) 構内の土壌環境長期モニタリング試験林に 1973 年秋に植栽されたトドマツ林を試験地とした。1978 年から NPK 区、NP 区、対照 (無施肥) 区、の 3 試験区を設置し、毎年一回の施肥を開始した。2014 年までの合計 (37 回分) 施肥量は、NPK 区で N-4587、P-1278、K-1773 kg ha<sup>-1</sup>、NP 区で N-4511、P-1272 kg ha<sup>-1</sup> である。2014 年 8 月 19~20 日に各試験区 4 個体から葉を採取し、当年葉と一年葉を養分分析に供した。施肥区は対照区に比べ一年葉の Mg 濃度が有意に低かった。また、NPK 区は K を施肥しているにも関わらず、対照区に比べ葉の K 濃度が低い傾向がみられた。両施肥区では葉の Al、Mn 濃度が高まっており、土壌から Al や Mn が溶出していると考えられた。

P2B058 連年施肥による pH 低下が肥培モデル実験林の  
土壌微生物バイオマスに及ぼす影響

古澤仁美<sup>1</sup>・長倉淳子<sup>1</sup>・相澤州平<sup>2</sup>・伊藤江利子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所

海外では森林においても施肥を行い、連年施肥による土壌酸性化を防止するため石灰施用を併用することもある。そして森林への施肥および石灰施用が土壌微生物に影響を及ぼすことが認められている。日本では今後全木集材など強度の収穫利用が増加することが予想され、森林への施肥が必要になる可能性がある。そこで、本研究では、連年施肥と石灰施用が土壌微生物バイオマスに及ぼす影響を検討した。森林総合研究所北海道支所にある肥培モデル実験林(現:土壌環境長期モニタリング試験林)の、NPK区とNP区(37年連年施肥)および対照(無施肥)区において表層土壌を採取した。採取直後、および石灰添加の有無を設けて土壌を室内培養した(25℃、3週間)後に、土壌のpHと微生物バイオマスC、Nを測定した。採取直後の土壌pHは無施肥区では5~6、両施肥区で4前後であり、石灰添加培養で土壌pHは1程度上昇した。土壌微生物バイオマスC、Nは長期の連年施肥によって減少することが認められた。一方、土壌微生物バイオマスC、Nは石灰添加の有無では有意な違いは認められず、今回の実験条件下では1回の石灰施用が微生物バイオマスに及ぼす影響は小さいと考えられた。

P2B060 マツ属樹木の組織培養による植物体形成

細井佳久・丸山 E. 毅

森林総合研究所生物工学研究領域

【目的】国産マツ属には、アカマツ、クロマツをはじめ、林業上または遺伝資源として重要な種がいくつか存在する。しかし、近年マツ材線虫病が蔓延し、被害が各地で激化している。スギやヒノキほど顕著でないものの、花粉症患者も増加し、社会問題化している。このような状況下、遺伝子組換えによる育種を行うため、組織培養技術を用いた個体再生系の確立をおこなった。【方法】アカマツ、クロマツ、リュウキュウマツ、ヤクタネゴヨウについて、屋外に生育する個体の球果から未熟種子胚を取り出し、培養した。増殖細胞誘導用の培地には、2,4-DとBAPを添加した1/2EM培地を用いた。不定胚形成用培地には、ABA、ポリエチレングリコール、活性炭、ショ糖の代わりにマルトースを添加した1/2EM培地を用いた。器官形成のため、アカマツ、クロマツ、ヤクタネゴヨウについて茎葉切片を殺菌して培養を試みた。【結果】4種の種子胚で細胞増殖がみられ、不定胚が分化した。不定胚を、生長調節物質を含まない1/2EM培地に移して蛍光灯照明下で培養すると、発芽伸長して植物体を形成した。茎葉切片についてはカルス形成のみ観察された。

P2B059 落葉広葉樹における T/R 率および飽和光合成  
速度の被陰応答性

田中 格

山梨県森林総合研究所森林研究部

落葉広葉樹の被陰応答性を明らかにすることを目的とし、相対光環境16.6%、7.4%に被陰された苗木の個体の物質配分と個葉の飽和光合成速度の関係について検討した。測定樹種は、ケヤキ、ミズナラ、コナラ、クリ、ブナ、シラカンバ、ミズメで、物質配分は、地上部の乾燥重量を地下部の乾燥重量で除した値(T/R率)、飽和光合成速度は、相対光環境16.6%、7.4%の値を100%の値で除した値(陰性度)を指標とした。ここで、T/R率が小さいほど地下部への物質配分量が大きくなり、陰性度が大きいほど被陰に対する飽和光合成速度の低下が小さく耐陰性が高くなると判断した。物質配分については、被陰に対して、ケヤキ、シラカンバ、ミズメが地上部を中心に、ミズナラ、コナラが地下部を中心に、クリ、ブナが地上部、地下部に均等に物質配分する樹種であることが明らかになった。また、地下部を中心に物質配分する樹種で飽和光合成速度の低下が小さく、地上部を中心に物質配分する樹種で飽和光合成速度の低下が大きいことが明らかとなったことから、被陰に対する個葉の光合成能力の耐陰性には、個体の地上部、地下部への物質配分が影響を与えている可能性が高いことが示唆された。

P2B061 高濃度ゲランガム培地上で成熟したクロマツ不  
定胚の発芽率向上

丸山 E. 毅・細井佳久

森林総合研究所生物工学研究領域

【目的】不定胚経路による個体再生系は、極めて優れた増殖系の一つであるが、樹種により再生率に大きな違いがみられる点が問題となっている。クロマツについても、不定胚は効率的に得られるが、その後の発芽率と個体再生率は極めて低い。そこで、今回は、不定胚培養によるクロマツの発芽と個体再生において、ポリエチレングリコール(PEG)添加法および高濃度ゲランガム添加法の二つの不定胚誘導法の効果を調べた。【方法】二つの不定胚誘導法によって形成した成熟不定胚は、植物生長調節物質を含まない1/2EM固形発芽用培地に移し、16時間蛍光灯照明(約4,000 lx)、25℃の環境下で培養した。培養開始後の6週間目に発芽率、12週間目に個体再生率について調べた。【結果】PEGを添加した培地上で成熟した不定胚の発芽率は15%程度の低い値にとどまったのに対して、高濃度ゲランガムを添加した培地上で成熟した不定胚は80%の高い発芽率を示した。発芽後の個体再生率については、PEG添加法の場合は12%、高濃度ゲランガム添加法の場合は78%の結果となった。高濃度ゲランガムの培地への添加は、クロマツ不定胚の発芽促進に有効であることが明らかになった。

P2B062 簡易 HRM 法を用いた萎凋病コナラの蒸散特性の測定

小南裕志<sup>1</sup>・吉村謙一<sup>1</sup>・安宅美央子<sup>2</sup>・衣浦晴生<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>京都大学大学院農学研究科

近年、カシノナガキタイムシが媒介するナラ菌により、コナラ、ミズナラ等が集団的に枯損する「ナラ枯れ」が本州の日本海側から拡大している。ナラ枯れによる樹木枯死は道管の通水阻害によるものだが、マツ枯れと異なり被害を受けた樹木の一部しか枯れないという特徴を持ち、その被害の状況も一定ではなく、いつどの個体が枯死するのかが判別するのが困難である。このような広域での樹病被害などの評価のために単独動作が可能な樹液流速の測定システムの開発を行い、被害木に適用した。樹液流速測定はヒートパルス法の一種である HRM (Heat Ratio Method) を用いた。この手法は経験的なパラメータが少ないために流速低下の絶対値評価が比較的容易である。並行してサーモグラフによる樹冠温度の連続測定を行い、顕熱の卓越による樹冠温度上昇のモニタリングを行った。測定は 2013 年より被害がナラ枯れ被害発生している山城試験地(京都府木津川市)内のコナラで行われ、見た目上からは被害状態の差異の判別が困難な個体であっても樹液流速の情報から萎凋病の進行に伴う蒸散抑制の変位が可能であることがわかった。

P2B064 スギ幼齢木の水輸送における幹と葉の貯留水の貢献度比較

姫野早和<sup>1</sup>・玉泉幸一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

樹体内の貯留水は樹木の水利用において重要な役割を担っている。貯留水は蒸散に伴う水不足の緩衝水として利用され、主に幹と葉に分布している。しかし、樹体の貯留水に関する研究は幹に関するものがほとんどで、葉に関する研究は少ない。このためにそれぞれの器官の持つ貯留水としての役割については明らかにされていない。そこで本研究では、幹と葉の貯留水の量的関係から、樹木の水輸送におけるそれぞれの貢献度を明らかにすることを目的とした。

6年生スギ(シャカインスギ)3本を供試し、2014年9月2日に針葉の水ポテンシャル、蒸散速度、幹の直径変動、および樹液流速の日変化を測定した。それぞれの日変化から、各時刻における樹木全体の水分の流出量、流入量、および葉と幹から供給された貯留水量を算出した。

蒸散は樹液流速よりも1時間早く開始し、午後には蒸散が樹液流速よりも1時間早く低下した。葉の貯留水供給は蒸散開始と同時に開始し、幹からの供給は2時間遅れた。葉から供給された日最大貯留水量は幹の10倍以上であり、このことからスギでは土壌水分が湿潤な条件においては葉の貯留水の貢献度が高いと言える。

P2B063 落葉広葉樹の落葉および葉の展開期間における樹幹内の水分動態

上田正文<sup>1</sup>・久永篤良<sup>2</sup>・谷麻梨恵<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>京都府立大学生命環境学部

【はじめに】冬期は樹木の蒸散活動が低下するため、冬期における樹体内の水分動態についての研究例は少ない。特に、落葉樹では葉が存在しないため、国内産落葉樹についてはほとんど明らかにされていない。それと同時に落葉樹の葉の展開期における樹体内の水分動態についても、不明な点が多い。そこで、本研究は野外で生育する大型の落葉樹において葉の無着生期間および葉の展開期間における樹幹内の水分動態について調べた。【方法】京都府立大学構内に生育するトチ(樹高14.47m、DBH63.0cm)、ブナ(樹高9.44m、DBH23.0cm)およびケヤキ(樹高13.8m、DBH64.2cm)について、11月~6月までの樹液流速、樹幹の辺材含水率および樹幹直径変化を5年間にわたり調査した。【結果】11月~3月までは無着葉期間であるにもかかわらず、樹液流速、辺材含水率および樹幹直径に日変化が認められた。特に、気温が0℃を下回るとそれらに急激な変化が認められた。また、辺材含水率は葉の展開が生じる約1ヶ月前から増加し始めるとともに、葉の展開中においては樹液流速が夜間においても高い値を示すことが明らかとなった

P2B065 ヒマワリの葉における水輸送能力の維持機構—道管でのキャビテーションの発生と水の再充填—

大條弘貴・大塚晃弘・寺島一郎・種子田春彦

東京大学大学院理学系研究科

水ストレス下にある植物の道管内の液には高い陰圧がかかる。このとき、木部にある気体が道管表面にある壁孔を通して内部へ引き込まれ、その気泡が道管内腔を満たすことで(キャビテーション)水の輸送が妨げられる。これを空洞現象と呼ぶ。一方で、水ストレスの緩和に伴い、通水性が回復することが多くの植物の茎や葉で確認されてきた。しかし近年、木部に高い陰圧がかかった状態で通水性を測定するための試料を作製すると、水切りの際の切り口から道管内に気泡が侵入し、通水性の低下を過大評価してしまう可能性が示唆されている(cutting artifact; Wheeler *et al.* 2013)。このため、観察されてきた通水性の回復現象の多くは空洞化した道管に水が再充填された結果ではなく、cutting artifactによるものではないかと疑問視されている。

本研究では、草本植物ヒマワリ *Helianthus annuus* の葉を用いた実験から、このようなアーティファクトはそれほど問題にならず、道管への水の再充填による通水性の陰圧下での回復現象を確認した。このことに加え、現在、再充填中の道管内の圧力測定を試みている。これらの結果から、ヒマワリの葉における水輸送能力の維持機構を議論したい。

P2B066 乾燥からの回復におけるクロマツ苗木の水ポテンシャル変化と木部内水分挙動

矢崎健一<sup>1</sup>・大曾根陽子<sup>2</sup>・丸田恵美子<sup>3</sup>・種子田春彦<sup>4</sup>・大塚晃弘<sup>4</sup>・佐々木駿<sup>4</sup>・小笠真由美<sup>5</sup>・飛田博順<sup>1</sup>・北尾光俊<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所植物生態研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>3</sup>東邦大学理学部・<sup>4</sup>東京大学大学院理学系研究科・<sup>5</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科

クロマツ (*Pinus thunbergii*) の乾燥からの回復特性の評価のため、二年生ポット苗に灌水を停止し乾燥ストレスを与え、一定期間後に再灌水させた。この間に定期的に、一年葉の水ポテンシャル ( $\Psi_{leaf}$ )、一年枝の木部透水係数 ( $K_s$ ) を測定し、同様の部位において cryo-SEM による木口面の水分分布と壁孔の状態を観察を行った。また、遠心分離機 (久保田商事製、特注) を用いて、クロマツ木部に人工的に張力をかけ、同様な手法で木部内水分挙動を観察した。その結果、灌水停止より  $\Psi$  が漸減したが、それにも関わらず多くの仮道管内には水で満たされていた。このことは、水ストレスは葉で留まり、木部まで伝わっていない (segmentation) 可能性を示唆していた。しかし木部に直接人工的に張力をかけた個体でも、 $K_s$  の低下に比べて仮道管内には水が存在していた。灌水停止時の個体で、水で満たされている仮道管同士の有縁壁孔の閉塞がいくつか観察された。再灌水により  $\Psi_{leaf}$  が速やかに回復していたことから、水ストレス下においてクロマツは segmentation のみでなく、壁孔が閉鎖することで水分の消失を防ぎ、水条件の好転時に迅速な回復を可能にしていることが示唆された。

P2B068 環境の異なる植栽地におけるスギの成長と遺伝子発現

能勢美峰<sup>1</sup>・栗田 学<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・井城泰一<sup>1</sup>・武津英太郎<sup>1</sup>・高橋 誠<sup>1</sup>・花岡 創<sup>1</sup>・三浦真弘<sup>1</sup>・三嶋賢太郎<sup>1</sup>・高島有哉<sup>1</sup>・坪村美代子<sup>1</sup>・柳原尚貴<sup>2</sup>・田村美帆<sup>3</sup>・渡辺敦史<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>3</sup>九州大学大学院農学研究院

スギの樹高成長は、植栽地の環境条件の違いが影響することが知られているが、その詳細は不明である。本研究では、環境条件の大きく異なる全国3カ所の苗畑試験地 (山形、茨城、熊本) に植栽したスギさし木苗を用いて、各地域における成長パターンと発現遺伝子について解析を行った。成長が開始される前の2月から成長が完全に停止する12月まで苗高を測定したところ、成長開始・停止時期や成長速度に地域間差がみられた。成長率では、山形が最も小さく、茨城と熊本はほぼ同じ値を示した。また、マイクロアレイを用いた遺伝子発現解析の結果を用いて主成分分析を行ったところ、スギの遺伝子発現は年周性を示し、休眠期から成長期 (春) と成長期から休眠期 (秋) の移行期において地域間差が大きくなった。気温の高い九州において成長期への移行が早く、また休眠期への移行が遅かった。低温関連や成長関連の遺伝子の発現量が、特に移行期において異なっていた。地域間で発現量の異なる遺伝子群は、スギの成長パターンを含めた環境応答において重要な働きをしていると推定される。

P2B067 産地の異なるブナ実生の乾燥条件下における成長量の変異とその遺伝的解析

赤田辰治<sup>1</sup>・國嶋俊輔<sup>1</sup>・森野祥多<sup>1</sup>・大宮泰徳<sup>2</sup>・鳥丸 猛<sup>3</sup>

<sup>1</sup>弘前大学農学生命科学部・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>三重大学生物資源学部

ブナ環境適応性遺伝子の候補として挙げられる *FcMYB1603* は乾燥応答性が強く、シロイヌナズナでの異所的発現では顕著な ABA 応答をもたらす。また、乾燥条件下で栽培した実生個体の生長量と *FcMYB1603* 配列の変異との間に有意な相関が検出された (第125回大会)。そこで、今回は上記のような実生ストレス実験の再現性を検証するとともに、*FcMYB1603* 以外の乾燥適応的遺伝子を解析することを目的とした。2013年秋に白神山地の高倉森 (T) とサンスケ沢 (S)、並びに鳥取県大山 (D) のブナ林から採取したブナ堅果を用いて、新たな実生個体群 (各 T: 260, S: 235, D: 115 個体) を得た。これらの個体群を光環境 (100% 自然光 vs 50% 遮蔽) と水分環境 (土壌含水量 >1% vs >10%) の異なる4種類の条件下で育てた。その結果、特定の母樹由来の実生集団が特に強く乾燥ストレスの影響を受けていたことが判明し、遺伝的な要因が示唆された。一方、乾燥適応の新たな指標遺伝子として ABA 受容体遺伝子のホモログ (*FcPYL4*) の多様性を解析したところ、*FcMYB1603* とは対照的に極めて保存的であることが判明した。

P2B069 スギの成長フェノロジーと変動要因

山田 剛<sup>1</sup>・玉泉幸一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

樹木の成長フェノロジーは気候などの外的因子と光合成産物などの内的因子に依存して変動する。将来の気候変動による樹木の成長を予測するには、成長フェノロジーとそれらに影響する外的、内的因子との関係を明らかにすることが重要である。本研究では光合成産物を変化させる因子として葉量をとりあげ、枝打ちで葉量を変化させたスギの肥大・伸長成長のフェノロジーを比較した。

供試木として9年生シャカインスギ6本を用いた。2014年1月に供試本の3本に枝打ちを行い、それぞれの高さ別の肥大成長 (デンドロメーター) と主軸の伸長成長を2014年2月から12月まで測定した。

肥大・伸長の成長開始日はともに葉量の違いによる差がみられなかった。このことから、肥大・伸長の成長開始は外的因子によって制御されていたと考えられる。しかし、伸長成長では葉量の少ない個体が早く成長を終了したことから伸長期間は内的因子に制御されていたと考えられる。個体内の高さ別の肥大成長パターンに違いがなかったが、処理本間では違いが認められ、葉量の多い個体では成長ピークが2回確認された。これは葉量の多い個体の光合成産物が多く、内的因子の影響を受けたためと考えられる。



P2B070 カンボジア二次林の植栽樹木における浸透調整物質蓄積の季節変動

岩永史子<sup>1</sup>・宮沢良行<sup>1</sup>・Ma, Vuthy<sup>2</sup>・Heng, Sokh<sup>2</sup>・加治佐剛<sup>1</sup>・溝上展也<sup>1</sup>・矢原徹一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学・<sup>2</sup>カンボジア農林水産省森林局

気象条件の周期的変動が著しいカンボジア中央部の氾濫原では、雨季と乾季の移ろいに伴った長期的な乾燥と過湿が発生する。本調査ではカンボジア中央部の主要な造林樹種3種 (*Acacia* sp., *Eucalyptus* sp., *Shorea* sp.) の乾季および雨季の適合溶質蓄積能の解析を通じて各樹種のストレス耐性を評価し、各樹種の成長特性との関連性について検討することを目的とした。調査はカンボジア中央部・コンポンチュナン州に設置されたコミュニティ林固定試験地にて、2012年8月から行った。アカシアと *Shorea* では8月下旬(雨季)、3月初め(乾季)、5月初め(乾季直後)を通じて、日中と夜明け前の葉の水ポテンシャルに大きな変化は認められなかった。*Eucalyptus* では2月下旬(乾季)の降雨量・土壌水分低下に伴って日中の水ポテンシャルも低下したが、夜明け前水ポテンシャルでは顕著な変動は認められず、葉内糖・ペタイン含有量においても明らかな増加が認められなかった。このことから、カンボジアのコミュニティ林に植栽された3樹種では降雨量・土壌水分の変動にたいする樹体内の水ポテンシャルの維持が強く機能していないことが示唆された。

P2B072 リュウキュウコクタン( *Diospyros ferrea* )の果実成熟過程における未熟果実の脱落

谷口真吾

琉球大学農学部

【研究目的】リュウキュウコクタン (*Diospyros ferrea*) の繁殖モジュール単位における果実の成熟過程を定期的に調査し、未熟果実の脱落がどのような原因で生じるのかを考察した。【方法】供試木は樹高4.5m、胸高直径10cm以上の33年生雌株7個体である。調査は2008年6月8日~9月27日と2009年6月17日~10月8日の2年間実施した。2008年は111日間に17回、2009年は113日間に15回と両年も固定ナンバーを付した繁殖モジュールごとに受精直後からの幼果実の高さと幅を約7日間隔で計測した。【結果と考察】両年も5月中旬以降に径3mm以下の幼果実の生産が認められ、同年9月下旬までに成熟果実が落下した。両年の果実の生残過程は6月中旬から下旬までの幼果実落下期、ついで果実数が安定し果実が肥大する7月上旬から8月中旬までの果実成熟期、8月下旬から9月下旬までの果実落下期であった。果実の未熟落下が比較的少なかった繁殖モジュールの特徴は、受精直後に幼果実が一定数着果し、「果実のシンク能」の働きにより果実に繁殖資源を集中的に転流することができる繁殖モジュールであった。

P2B071 食葉性昆虫の大規模食害により失葉した樹木の肥大成長と木部構造

渡辺陽子<sup>1</sup>・大野泰之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>北海道北海道立総合研究機構林業試験場

近年、北海道の森林では食葉性昆虫による大規模食害が頻発しており、有用樹であるウダイカンバは食害による失葉をきっかけに衰退・枯死する個体が増加している。成長期の失葉は、成長や材形成に影響を与えることが報告されている。本研究では、食葉性昆虫の食害を受けた樹木の肥大成長および木部構造について解析した。

供試木は、食葉性昆虫の食害履歴が明らかな九州大学北海道演習林(足寄)に生育するカラマツおよびミズナラ、北海道有林(奈井江町)のウダイカンバとした。胸高部位からコアを1個体につき2方向から採取し、コア2本のうち1本は年輪解析を行い、1本は木部構造の観察を行った。ウダイカンバは円板から試料を採取した。

カラマツでは、食害年の翌年の年輪幅の低下、食害年の異常な晩材細胞が観察された。ミズナラでは、食害年に形成された年輪では晩材部がほとんど形成されていなかった。ウダイカンバでは、異常な木部構造も年輪幅の低下も見られなかった。食葉性昆虫の大規模食害による成長期の失葉は肥大成長や木部構造に影響を与えるが、樹種により失葉に対する応答が異なることが明らかとなった。

P2B073 組織観察および遺伝子発現解析によるスギ雄花発達過程のステージング

坪村美代子<sup>1</sup>・栗田 学<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

雄花は生殖において非常に重要な器官であるが、針葉樹においてはその発達過程を詳細に報告した例は少ない。シロイヌナズナ等のモデル植物では、花および葯の発達過程をいくつかのステージに分け、遺伝子欠損変異体を用いて葯形成に必要な遺伝子の単離等が行われている。本研究では、スギの雄花を8ヶ月にわたって継続的に採取し、凍結切片による組織観察を行い、雄花の発達過程を追った。その結果、スギの雄花の発達過程は10ステージに分けることができ、雄花内の葯はシロイヌナズナと同様に発達することが明らかとなった。スギ雄花ライブラリーから取得されたEST(公開データベースForestGENおよびSSHライブラリー)を用いてマイクロアレイを作成し、各ステージの遺伝子発現パターンを明らかにした結果、スギ雄花の遺伝子発現過程は概ね3時期に分かれることが明らかとなった。また、葯および花粉形成に関わる遺伝子の発現パターンはシロイヌナズナと類似していることが示された。

P2B074 環境ストレスで発現が誘導されるポプラのガラクトキノーシド合成酵素遺伝子プロモーターの単離

西口 満<sup>1</sup>・田原 恒<sup>1</sup>・古川原聡<sup>2</sup>・楠城時彦<sup>3</sup>・吉田和正<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所生物工学研究領域・<sup>2</sup>東京大学アジア生物資源環境研究センター・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター西表熱帯林育種技術園・<sup>4</sup>森林総合研究所森林バイオ研究センター

遺伝子のプロモーターは、その遺伝子から mRNA を合成する（遺伝子を発現させる）ために必須な DNA 領域である。特に、乾燥や低温などの環境ストレス条件下で遺伝子発現を制御するプロモーターは、遺伝子の機能を解明するための基礎研究だけでなく、環境条件に応じて必要な遺伝子を機能させる遺伝子組換え樹木の作出にも有用である。ポプラ (*Populus nigra* var. *italica*) のガラクトキノーシド合成酵素遺伝子 (*GOLS*) の発現は、低温処理 (4°C、24 時間) により発現量が約 700 倍に増加し、常温に戻した 2 時間後には低温処理前の水準まで低下することから、温度変化への追従性が極めて高い。また、*GOLS* の発現は、乾燥や高塩ストレス (400 mM NaCl) によっても誘導される。以上のことから、環境ストレスで発現が誘導されるプロモーターの候補として *GOLS* プロモーターを選び、その一部 (約 400 塩基対) を単離したことを昨年の大会で報告した。今回、予想プロモーター領域をさらに広げ、約 3,400 塩基対の DNA を単離することに成功した。単離した DNA の下流に  $\beta$ -グルクロニダーゼ遺伝子を融合した遺伝子組換え用のベクターを構築し、環境ストレスで発現が誘導されるかどうかの検証を行う。

P2B076 森林流域における硝酸安定同位体比を用いた出水時の NO<sub>3</sub><sup>-</sup>流出プロセスの流域間比較

小田智基<sup>1</sup>・大手信人<sup>2</sup>・水垣 滋<sup>3</sup>・眞壁明子<sup>4</sup>・矢野 翠<sup>4</sup>・木庭啓介<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>京都大学大学院情報学研究科・<sup>3</sup>土木研究所寒地土木研究所・<sup>4</sup>東京農工大学大学院農学研究科

森林生態系の窒素循環の実態を解明するためには、森林流域からの NO<sub>3</sub><sup>-</sup>流出機構を、平水時だけでなく降雨流出時においても的確に評価する必要がある。本研究では、神奈川県丹沢山地大洞沢流域、東京大学千葉演習林袋山沢試験地、北海道鶴川、沙流川流域を対象とし、8 溪流において降雨や融雪による出水時に集中的に渓流水の採水を行い、硝酸態窒素濃度及び安定同位体比を分析することにより、降雨・融雪出水時の NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の流出量及び起源の変動特性について検討した。

どの流域でも NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度と同位体比の変動パターンは共通しており、流量の増加とともに、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度は上昇した。一方、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の酸素安定同位体比は、出水開始時にピークに達し (0~10%)、流量増加とともに低下した (-5~0%)。この結果は、出水開始時に大気由来の NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の寄与が一時的に増加し、その後は流出する NO<sub>3</sub><sup>-</sup>のほとんどが硝化由来であることを示している。この降雨・融雪出水時の NO<sub>3</sub><sup>-</sup>流出起源の変動は、出水開始時に表面流などによって溪流に直接流入する水の成分の寄与が相対的に大きく、その後は地下水・土壌水の寄与が卓越する過程とよく対応しており、流域の水文過程がコントロールしていると考えられる。

P2B075 パーティクルガン法によるマツ遺伝子組換え体の作出

毛利 武

森林総合研究所

近年、遺伝子組換えによる植物の形質改変が非常に盛んである。木本植物でも有用形質を新たに付与した組換え体の作出が可能となった。本研究では、パーティクルガン法による効率の良い日本産マツの遺伝子導入系の確立のための諸条件を検討したので報告する。

クロマツ、アカマツの成熟種子を滅菌処理後、胚を取り出し、培地上に置き試料とした。また、GUS 遺伝子または LUC 遺伝子を含むプラスミド DNA を金属粒子にコーティングし、Biolistic PDS-1000/He® (BIO-RAD) を用いて種子胚に遺伝子導入処理をした。GUS 遺伝子の発現は、X-Gluc 染色による組織化学的検出により調べた。また、LUC 遺伝子の発現は、ルシフェリンを基質として発光画像解析装置 (Argus-50; 浜松ホトニクス) を用い測定した。結果として、クロマツ、アカマツ種子胚への遺伝子導入を詳細に検討したところ、4 日間培地上で種子胚を培養した後に、金粒子 (1.6  $\mu$ m) を用いることで効率良く達成できた。結果として、効率良く遺伝子導入を行い、カナマイシン含有培地上で成育する数ラインの再生個体を得た。薬剤耐性個体は、現在、各種の分析中である。

P2B077 森と海のつながり —カンラン岩流域からの物質フローとコンブの生育—

佐藤冬樹<sup>1</sup>・笹賀一郎<sup>1</sup>・福沢加里部<sup>1</sup>・間宮春大<sup>1</sup>・長坂晶子<sup>2</sup>・長坂 有<sup>2</sup>・堀井勇司<sup>3</sup>・杉本記史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>2</sup>北海道北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>3</sup>様似町役場

【目的】北海道日高山脈南部のアポイ岳周辺において、「森と海のつながり」をキーワードにコンブ生育と流域からの物質フローとの関連性を調べている。今回は、土壌浸透水を中心とする森林から河川へ物質の流出状況と、流域から沿岸域への懸濁物質の供給について報告する。【方法】カンラン岩流域、および非カンラン岩流域に水位計と自動採水器を設置し、月一回の定期観測と合わせて流域からの物質フロー観測をおこなった。テンションフリーライシメーターによる土壌浸透水 (O 層・A 層・B 層: 5 月~11 月) の採取を月一回、および、河川水中の懸濁物質濃度を融雪期・降雨増水期・夏季増水期に測定した。【結果】非カンラン岩流域における土壌浸透水は、O 層>A 層>B 層の順に採取水量が減少し、かつ浸透水中の有機物濃度も同様の傾向を示した。一方、カンラン岩流域では層位別の差は見られず、土壌中の物質は浸透水とともに容易に河川水へ流出した。これに対し、カンラン岩流域における懸濁物質は降雨増水期でも濃度上昇は小さく、カンラン岩流域からの土砂供給は少ないと推定された。本研究は日本学術振興会科学研究費助成事業 (基盤研究 (B)) の助成を受け実施した。

P2B078 北海道中央部のトドマツ人工林流域における水質特性

長坂有・長坂晶子

北海道北海道立総合研究機構林業試験場森林環境部機能グループ

北海道の主要造林樹種であるトドマツの人工林は、その面積の7割以上が30~50年生に集中し、計画的な伐採、管理が求められている。昨年からイルムケップ山塊（第三紀単成火山）の道有林で試行が開始された保残伐施業は、公益的機能や生物多様性に配慮して、様々な伐採方法を10ha前後の小流域単位で行い、その効果をモニタリングするものである。その事前データとして、50年生前後のトドマツ人工林（広葉樹との混交林を含む）、天然生広葉樹林流域、約20箇所において平時時の水質を、地質の違いにも考慮して調べた。ミネラル類など多くのイオンの濃度は流域の地質と相関が高く、硝酸態窒素（NO<sub>3</sub>-N）濃度は、流域間差が大きく（0.2~1.2mg/l）、流域に占めるトドマツ林の割合が高いほど高かった。これらの値は、過去の施業履歴や地下の土壌、地質構造などを反映したものとも見られる。他方、小流域が合流した下流域（100~1000ha）では1mg/lレベルの高濃度のNO<sub>3</sub>-Nは検出されなかったことから、施業が水質に及ぼす影響は流域スケールも考慮に入れて評価すべきと思われる。

P2B080 赤外分光法を用いた熱帯植林地の簡易地位推定

喜多 智・根田遼太・松根健二

住友林業株式会社筑波研究所

【目的】土壌養分は、樹木成長に大きく影響する環境要因であるが、樹木成長に関与する土壌養分は非常に多岐にわたり、土壌養分は互いに土壌中で複雑な関連性を持つため、土壌養分と樹木成長の関係は不明な点が多い。土壌を簡易に測定することにより樹木成長を予測することは国内外の植林活動に有用である。土壌の色や赤外分光スペクトルを利用して、土壌の簡易分析により樹木成長予測を行った。

【方法】ベトナム・ロンアン省のアカシア植林地を調査地とした。①土壌色、②土壌の赤外スペクトル、③土壌の化学性養分測定を行い、樹高との関連性を解析し、樹高予測のモデル式を作成した。土壌色はスキャナーでLab色情報を取得し、Labを説明変数としてモデル式を作成した。赤外スペクトルはFT-IRのATR法を用いて赤外スペクトルを測定し、PLS回帰分析によりモデル式を作成した。

【結果】3つの方法で樹木成長を予測可能であることがわかった。成長予測の精度は③土壌養分>②赤外スペクトル>①土壌色の順で高かった。一方、赤外スペクトル、土壌色は簡便性に優れ、現地でも適用可能な方法であった。発表では、現地での簡易地位推定に関して考察を行いたい。

P2B079 タイ・マレーシア熱帯林の降水・土壌・渓流水における $\delta^{34}\text{S}$ の地域間変動

山下尚之<sup>1</sup>・佐瀬裕之<sup>1</sup>・齋藤辰善<sup>1</sup>・Gidiman, Jikos<sup>4</sup>・Majid, Nik<sup>3</sup>・Kievuttinon, Bopit<sup>5</sup>・Garivait, Hathairatana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>アジア大気汚染研究センター・<sup>2</sup>Environmental Research and Training Center・<sup>3</sup>プトラマレーシア大学・<sup>4</sup>Danum Valley Field Center・<sup>5</sup>Royal Forest Department Silvicultural Research Division

東南アジア諸国では硫黄酸化物の排出がいまだに増加しているが、周辺の熱帯林への硫黄沈着による影響はほとんど明らかでない。森林生態系内で循環する硫黄の安定同位体比（ $\delta^{34}\text{S}$ ）は異化的硫酸還元を除けば顕著な分別を生じないことが知られており、大気や岩石由来の硫黄による渓流水質形成への寄与を推察できる。本研究では熱帯林におけるS流出の起源を推定するため、気候区・沈着量の異なるタイ・ナコンラチャシマ県（SKT）、マレーシア・サバ及びサラワク州（DNV及びBTL）の3つの小集水域において、林外雨から林内雨、土壌水（表層・下層）を経て渓流水に至るまでのSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>- $\delta^{34}\text{S}$ の垂直・地域変動を明らかにした。陰イオン交換樹脂を充填したカラムとナイロン製のバッグを用い、各部位におけるSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>を約1年間現場にて捕集濃縮し、室内で分離後に質量分析計にて $\delta^{34}\text{S}$ （‰）を測定した。SKT、DNV及びBTLにおける年加重平均の $\delta^{34}\text{S}$ は4.1、10.1及び7.9‰と地域間での変動が認められた。BTLの $\delta^{34}\text{S}$ には特徴的な垂直変動と季節間差が見られ、少雨期には岩石風化由来のSが、多雨期には河畔部での硫酸還元プロセスを経たSが渓流水へ流出した可能性があった。

P2B081 天然林択伐施業における林種区分に対応したミズナラの生育と更新

芝野博文・福士憲司・小池征寛・岡平卓巳

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林

林分施業法（東大北演）では、施業対象区域を13の林種（2011年から）に区分し、測量を実施しながらの林種の境界判定（ゾーニング）・林種別面積の算出・予定伐採量の推定を行っている。持続的な施業を厳密に守るため林種毎に施業対象区域内の立木密度・林分蓄積・樹種構成・直径分布を知る必要がある。調査プロット（対象区域の5~10%）においては、毎木調査が行われ、胸高直径DBHが5cm以上である全立木の樹種とDBHが測定され、副木（樹高 $\geq$ 1.3m・DBH<5cm）の樹種別本数を記録し、天然更新の良否判定に用いている。ミズナラが多数成育する第一作業級（里山）において、2012年から2014年の3カ年の森林資源調査結果のうち樹種別集計表のデータを使用してミズナラの林種区分に対応した生育と更新の特性を整理した。副木（実生や稚樹の段階から脱して高木層へと向かう予備群として更新を図るときに最も重要な階層）の成育本数の少なさは危惧される。ミズナラ成育の主要な場所は針葉樹択伐林および同（更新少）や広葉樹択伐林といえるが、副木やSクラス（5cm<DBH<26cm）の次の世代の個体が多くみられるのは、明るい光条件の環境（針葉樹若齢林・広葉樹若齢林）であった。

## P2B082 77年生ヒノキ林の成長解析

糟谷信彦・内海貴州

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

本研究では、今後長伐期化が進むと予想される中で、ヒノキ林の成長経過を明らかにすることを目的とした。

調査地は、京都市西京区にある京都府立大学生命環境学部附属大枝演習林のヒノキ人工林伐採地に設置した。伐採ヒノキ206本、その他立木ヒノキと広葉樹112本の全318個体の位置を測量し、樹高とdbhを計測した。伐採ヒノキにおいては、材の断面を観察し、材質の状態を記録した。その結果、伐採ヒノキで樹高22.7m、dbh31.8cmとなったが、これらをdbhにより26cm未満を小径木、26~34cmを中径木、34cm以上を大径木に分類した。これらの中から、円板(地上高約4m)をそれぞれ7、6、7本採取した。採取した円板の年輪幅を4方向測定し、気温、降水量、日照時間、日照率との関係性を比較検討した。

伐採ヒノキにおいて年輪幅を比較したところ、同一個体においても、方向によって年輪幅が異なっていた。また、成長が抑制されている期間では、各方向間での差が小さくなる傾向が見られた。材質のよいものと悪いもの間で、樹高よりもdbhで差が大きかった。気象条件との関連性としては、最も年輪幅に影響を与えていたのは平均気温であった。

## P2B083 木本植物に対するタケチップとクラゲチップを活用する土壌改良材の効果

河野修一<sup>1</sup>・江崎次夫<sup>1</sup>・金 錫宇<sup>2</sup>・全 權雨<sup>2</sup>

<sup>1</sup>愛媛大学農学部・<sup>2</sup>江原大学校山林環境科学大学

【目的】タケの有効活用をはかるために、タケをチップ状にしたものとエチゼンクラゲ類を活用したクラゲチップを基本にし、土壌中の細菌や糸状菌等を活用する森林土壌、シイタケの廃ほだ、廃菌床及び木炭を混合して、タケチップ土壌改良材を開発した。この土壌改良材の木本植物に対する施用実験を行った。【実験方法】土壌改良材と普通土壌との混合割合は、土壌改良材0%、10%、25%、50%、75%及び100%の6段階とした。実験にはアラカシ、コナラ、マテバシイ、クヌギ及びヒノキの種子を用いた。【結果】1年後の掘り取り調査の結果、配合比25%区が、本数、地上部・地下部重量及び発芽率共に、他の配合比を上回り、他の試験区に対して0.1%レベルで有意な差を示した。25%区が優れていたのは、①発芽に土壌水分が十分で、生育にも最適量の水分を土壌が確保維持できたこと、②細菌や糸状菌は増殖することによって分泌物を排出するが、これが土壌の物理性を改善し、生育に最適な土壌環境が形成されたのではないかと考えられる。なお、本研究の一部は、韓国・山林庁・山林科学技術開発事業(課題番号:S111214 L050110)の助成を受けて行われた。

## P2B084 北海道東部の泥炭湿地林におけるハンノキ樹幹と地表面からのメタン放出

寺澤和彦<sup>1</sup>・山田健四<sup>2</sup>・阪田匡司<sup>3</sup>・中村隆俊<sup>1</sup>・石塚成宏<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学生物産学部・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>3</sup>森林総合研究所立地環境研究領域

湿地生態系における樹木を介したメタン放出の定量的評価に向けて、樹幹からのメタン放出量の鉛直方向の変動および季節的変動を測定するとともに、隣接する地表面でのメタンフラックスを測定した。調査地は北海道東部の濤沸湖に接する泥炭湿地林であり、主要構成種であるハンノキの林冠木3個体(樹高23~25m)の樹幹表面および地表面5か所でのメタンフラックスをいずれもステンレス製チャンバーを用いた非通気型密閉法によって測定した。メタン放出量の鉛直方向の変動は、幹の6つの高さ(地上0.15mから1m間隔で5.15mまで)において測定した。樹幹からのメタン放出量は、いずれの個体においても幹の最下部から上方に向かって急激に減少したが、高さ1~5mにおいても検出限界以上のメタン放出がみとめられた。樹幹(地上0.15m高)からのメタン放出量は、8月に最大6,600  $\mu\text{gCH}_4\text{m}^{-2}\text{h}^{-1}$ を示した後に減少し、温度による律速が示唆された。地表面からのメタン放出量には位置による違いがみられ、2014年8月の測定値の平均は1,011  $\pm$  768  $\mu\text{gCH}_4\text{m}^{-2}\text{h}^{-1}$ であった。

## P2B085 同一斜面上の同林齢アラスカクロトウヒ林土壌における温室効果ガスフラックス

森下智陽<sup>1</sup>・野口享太郎<sup>2</sup>・Kim, Yongwon<sup>3</sup>・松浦陽次郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>University of Alaska

これまでに発表者らは、アラスカ州フェアバンクス市(北緯65°、西経147°)近郊のクロトウヒ林(*Picea mariana*)では、火災履歴によって、温室効果ガス(GHG)である二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、メタン(CH<sub>4</sub>)、一酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)の動態に違いが見られることを明らかにした(Morishita et al., 2015)。しかし、成熟した同齢林分でも斜面上部の方が下部よりも樹木成長が良く、一方、有機物層厚は斜面下部ほど厚い違いが見られ、GHG動態も異なる可能性がある。そこで、斜面位置によるGHG動態の違いとその要因を明らかにするために、火災から約90年経過した斜面長約2000mのクロトウヒ林の斜面上部、中部、下部において2012年8月にGHGフラックスを測定した。CO<sub>2</sub>放出速度は有機物層が厚い斜面下部で高く(241  $\pm$  59  $\text{mgCm}^{-2}\text{h}^{-1}$ )、一方、CH<sub>4</sub>吸収速度、N<sub>2</sub>O放出速度については、斜面上部で高い(CH<sub>4</sub> -85  $\pm$  20  $\mu\text{gCm}^{-2}\text{h}^{-1}$ ; N<sub>2</sub>O, 0.31  $\pm$  0.49  $\mu\text{gNm}^{-2}\text{h}^{-1}$ )傾向が見られた。これらのGHGフラックスの違いには、有機物層の厚さおよび構成種、土壌水分率が影響をおよぼしていることが示唆された。

P2B086 スギ林土壌の温室効果ガスフラックスの年々変動

阪田匡司<sup>1</sup>・石塚成宏<sup>1</sup>・平井敬三<sup>1</sup>・森下智陽<sup>2</sup>・山下多聞<sup>3</sup>・橋本哲<sup>3</sup>・馬田英隆<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>3</sup>島根大学生物資源科学部・<sup>4</sup>元 鹿児島大学農学部

土壌からの温室効果ガスフラックス (CO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O) 動態の年々変動の実態および伐採影響を明らかにするため、約 10 年間同一地点での土壌ガスフラックスの長期連続観測をおこなった。調査地は島根大学三瓶演習林および鹿児島大学高隈演習林内のスギ人工林であり、2003~2012 年に積雪期間を除いて月に一度、非通気型密閉法によってガスフラックスを測定した。また、2003 年秋に島根では間伐、鹿児島では皆伐をおこない、伐採区および対照区を設けた。両試験地とも対照区の CO<sub>2</sub> 放出および CH<sub>4</sub> 吸収の年々変動は比較的小さく、N<sub>2</sub>O 放出の年々変動は大きかった。伐採区については皆伐した鹿児島では CO<sub>2</sub> 放出の年々変動が大きく、皆伐直後大きくなり、その後低下し、10 年後にほぼ伐採前の水準まで下がった。一方、島根では鹿児島ほど明瞭な傾向は見られず、対照区とほぼ同様の傾向であった。CH<sub>4</sub> 吸収については島根では伐採区で低下し、10 年後でも伐採前の水準には戻らなかった。一方、鹿児島では対照区との明瞭な違いは見られなかった。N<sub>2</sub>O 放出については島根では伐採直後に大きくなり、低下した。一方、鹿児島では対照区との明瞭な違いは見られなかった。

P2B088 Global spatiotemporal distribution of soil respiration modeled using a global database

Shoji Hashimoto<sup>1</sup>・Nuno Carvalhais<sup>2</sup>・Akihiko Ito<sup>3</sup>・Mirco Migliavacca<sup>2</sup>・Kazuya Nishina<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>Max Planck Institute・<sup>3</sup>国立環境研究所

Soil respiration is one of the major fluxes in the global carbon cycle. However, there still remains a large uncertainty in the magnitude and spatiotemporal variation of global soil respiration. Supported by a global soil respiration dataset, we developed a climate-driven model of soil respiration through modifying and updating Raich's model, and examined the spatiotemporal distribution of the global soil respiration. The model was applied at a spatial resolution of 0.5° and a monthly time step. The estimated annual global soil respiration was 91 Pg C yr<sup>-1</sup> and increased at the rate of 0.08 Pg C yr<sup>-2</sup> (between 1965 and 2012). The estimated annual global heterotrophic and autotrophic respirations were 51 and 40 Pg C yr<sup>-1</sup>, respectively. Global soil respiration responded to air temperature at the rate of 2.7 Pg C yr<sup>-1</sup>°C<sup>-1</sup>, and Q<sub>10</sub>=1.3. We expect these spatiotemporal estimates will be a benchmark and also help constraining process-oriented models.

P2B087 アカシア植林地における木材分解速度の林分間変異に関わる要因

山下 聡<sup>1</sup>・Mohamad Nafri<sup>2</sup>・市岡孝朗<sup>3</sup>・竹松葉子<sup>4</sup>・岡部貴美子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>Forest Department, Sarawak・<sup>3</sup>京都大学人間・環境学研究科・<sup>4</sup>山口大学農学部

アカシア人工林では、天然林とは生物相が異なるため、生態系機能も変化していると考えられる。そこで本研究では、マレーシア国サラワク州において、アカシア林 15 林分、天然林 5 林分を選定し、木片の分解速度を測定した。2013 年 6 月に 1 林分に 2 樹種 (*Xylopia* および *Dryobalanops*) 各 70 個の木片を設置した。これらの木片を 2013 年 7 月から 2014 年 11 月にかけて 7 回にわたり回収し、乾重を測定した。このデータを用いて、各林分ごとに分解定数 k を分解速度の指標として算出した。*Xylopia* の分解定数の平均値はアカシア林では 0.408、天然林では 0.531、*Dryobalanops* の分解定数の平均値はアカシア林では 0.092、天然林では 0.123 であった。各プロットにおける分解定数と環境要因 (開空度、土壌硬度、土壌温度) との間に有意な相関関係は両樹種とも認められなかった。ただし、各プロットにおける *Xylopia* の分解定数と *Dryobalanops* の分解定数の間には正の相関関係があったことから、分解の遅速の傾向はプロット間で一致していることが示された。木材の分解速度が共通する何らかの要因によって決定されていると考えられる。

P2B089 森林タイプと林分構造が枯死木・リター・土壌の炭素量に与える影響 —森林吸収源インベントリ情報整備事業より—

大曾根陽子<sup>1</sup>・南光一樹<sup>1</sup>・鶴川 信<sup>2</sup>・田中永晴<sup>1</sup>・三浦 覚<sup>3</sup>・大貫靖浩<sup>1</sup>・平井敬三<sup>1</sup>・石塚成宏<sup>1</sup>・酒井寿夫<sup>1</sup>・今知明宏<sup>1</sup>・橋本昌司<sup>1</sup>・金子真司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>鹿児島大学農学部・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

枯死木、リター、土壌に含まれる炭素 (C) は地上部バイオマスとともに森林 C プールの主要な構成要素である。枯死木、リター、土壌のソースが森林の樹木であることを考えれば、これらの C 蓄積量は森林のさまざまな特性に影響されると推測される。本研究では、林野庁による「第 1 期森林吸収源インベントリ情報整備事業」の全国約 2000 地点のデータを用い、枯死木、リター、土壌の C 蓄積量と 17 の森林特性 (優占樹種や林分構造など) および環境要素の関係を解析した。17 因子に対して主成分分析を行うと、森林を大きく 6 群 (北方針葉樹林、カラマツ林、マツ林、スギ・ヒノキ林、落葉樹林、常緑樹林) に分けられた。枯死木の C 蓄積量が大きくなるのは、このうち林冠木の胸高直径が大きく、立木密度の低い成熟した森林のグループ (北方針葉樹) だった。リターの C 蓄積量が大きくなるのは、カラマツ林とマツ林で、土壌の C 蓄積量が大きくなるのは林分構造に関わらず平均気温の低いグループだった。また、人工林-天然林、国有林-民有林といった施業や所有者の違いは、民有林で国有林に比べてリターの C 蓄積量が増加させる以外、C 蓄積量に大きな差異は生じなかった。

## P2B090 フィンランド東部の北方林を通過する雨水中溶解有機物の構成分子種の変化について

井手淳一郎<sup>1</sup>・大橋瑞江<sup>2</sup>・高橋勝利<sup>3</sup>・Sirpa Piirainen<sup>4</sup>・Pirkko Kortelainen<sup>5</sup>・藤嶽暢英<sup>6</sup>・山瀬敬太郎<sup>7</sup>・大手信人<sup>8</sup>・森谷美奈<sup>2</sup>・原都<sup>2</sup>・Leena Finér<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九州大学持続可能な社会のための決断科学センター・<sup>2</sup>兵庫県立大学環境人間学部・<sup>3</sup>産業技術総合研究所・<sup>4</sup>Finnish Forest Research Institute Joensuu Research Unit・<sup>5</sup>Finnish Environment Institute・<sup>6</sup>神戸大学大学院農学研究科・<sup>7</sup>兵庫県農林水産技術総合センター森林林業技術センター・<sup>8</sup>京都大学大学院情報学研究科

本研究では、フィンランド東部の北方林を対象に、溶解有機物 (DOM) の分子化合物が森林内の水移動を通してどのように変化するかを検討することを目的とした。このため、対象試験流域において林外雨、林内雨、土壌水、地下水、河川水を採取し、フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴型質量分析法 (FT-ICR MS) を用いて、試料水中の DOM 分子化合物の同定を試みた。FT-ICR MS で同定できた DOM 分子化合物の種類数は 865~2194 の範囲に及んだ。この結果は各試料水中に多種多様な DOM 分子化合物が含まれていることを示す。一方、試料水間で共通する DOM 分子化合物はほとんど存在しないことがわかった。このことは、雨水が樹冠や森林土壌、地下水を通過し河川に到達する過程で雨水中の DOM 分子化合物の構成が様々に変化することを示唆する。さらに、同一採取場所で得られた試料水であっても採取時期が異なると、共通する DOM 分子化合物はほとんど存在しないことがわかった。以上より、北方林における DOM の分子構成は時間的・空間的に変化することが考えられた。

## P2B092 スダジイ落葉の初期分解過程における漂白の出現の地理的パターン

大園享司<sup>1</sup>・館野隆之輔<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京大学生態学研究センター・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

リグニン分解菌の定着にともない落葉が白色化する現象を漂白とよぶ。落葉の漂白部ではリグニン分解にともなって炭素・養分物質の無機化が促進されるため、森林土壌における物質循環に深く関与している。これまで漂白に関与する菌類の多様性や機能については情報が蓄積されつつあるが、漂白現象の地理的な分布パターンやその制限要因については不明点が多い。本研究は、顕著な漂白が認められるスダジイ落葉に注目し、初期分解プロセスでの漂白パターンを気候帯間で比較すると同時に、森林の伐採が及ぼす影響について調べた。鹿児島県において落葉直後で漂白の出現していない落葉を採取し、リターバッグに封入して 2008 年 6 月に北海道、群馬県、京都府、鹿児島県の 4ヶ所に設置し、2、4、12ヶ月後に回収した。個葉レベルでの漂白部の面積率と、漂白落葉の枚数割合を算出し、菌類を観察した。漂白部の面積率は分解にともない増加した。漂白面積率は地域間で差が認められ、伐採地では低かった。漂白に関与する *Lophodermium* 属菌の出現率は京都で高く、また分解にともない増加した。生葉段階から葉にすでに感染している *Lophodermium* 属菌の落葉漂白に果たす役割が示唆された。

## P2B091 荒廃人工林における強度間伐が表層土壌の物理・化学性に及ぼす影響

高橋純子<sup>1</sup>・宮下央章<sup>2</sup>・田村憲司<sup>2</sup>・恩田裕一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学アイソトープ環境動態研究センター・<sup>2</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科

管理放棄された人工林では、林床植生の衰退による表面流や土砂流出の発生が問題となっている。このような過密林分において、本数で 50% ほどの強度な間伐を行ったところ、林内相対照度が十分に増加したにも関わらず、林床植生が回復しない地点も認められている。そこで、強度間伐後の林床植生の回復の程度が異なる地点において表層土壌の調査を行い、それぞれの地点の土壌の性質を明らかにすることを目的とした。調査地は高知県四万十町のスギ・ヒノキ林であり、強度間伐後 3 年半が経過している。同一斜面上で被度 0%、30%、80%、100% (ヒノキ) および 0% (スギ) の 5 地点の表層土壌 (0-5 cm) について土壌採取を行い、物理・化学性の分析を行った。被度 0%、30% では、リターはなく、A 層は 1 cm ほどであった。その他の地点ではそれぞれ 2-3 cm のリターおよび A 層が見られた。分析の結果、被度 80%、100% およびスギ林では粗孔隙率、飽和透水係数および全炭素・全窒素量・ピロリン酸可溶性 Al、Fe 量が他の地点と比較して高い傾向が示された。ヒノキ林の場合は、土壌侵食により林床植生の回復が阻害されていた可能性があるが、スギ林では明確な土壌劣化は認められなかった。

## P2B093 火山灰混入度合いの異なる褐色森林土上のヒノキ林における可給態養分の季節変化

稲垣昌宏<sup>1</sup>・石塚成宏<sup>2</sup>・釣田竜也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>森林総合研究所立地環境研究領域

火山噴出物が母材である菊池試験地と変成岩が母材である鹿北試験地のヒノキ林表層土壌で可給態養分の季節変化を比較した。試験は 2013 年 2 月から 2014 年 1 月まで、それぞれの試験地に 2 地点ずつプロットを設定し、イオン交換膜法を用いて計 6 回おこなった。反復測定分散分析の結果、硝酸態窒素およびアンモニア態窒素吸着量は菊池試験地が鹿北試験地より大きかった。硝酸態窒素の季節変化は、いずれの試験地も 5 月から 7 月の測定回をのぞいておよそ気温の変化と同調していた。塩基類ではカリウムは、試験地間の差がなく気温の高い時期に吸着量が小さい傾向にあった。マグネシウムとカルシウム吸着量はともに鹿北試験地が大きかった。マグネシウム吸着量の季節変化は明瞭でなく、カルシウム吸着量は気温の高い時期に吸着量が大きかった理由は、有機物吸着量が大きく微生物活性も高かったためであると考えられた。塩基類の一部が鹿北試験地で大きかった結果は、母材の風化作用を受けた期間を考えると予想と異なっていた。土壌中の全塩基量と表層の可給態塩基量との違いを検討する必要があると考えられた。

P2B094 下層植生が針葉樹人工林の窒素循環に及ぼす影響

稲垣善之<sup>1</sup>・野口享太郎<sup>2</sup>・三浦 寛<sup>2,3</sup>・中西麻美<sup>4</sup>・館野隆之輔<sup>4</sup>・福島慶太郎<sup>4,5</sup>・大浦典子<sup>6</sup>・市川貴大<sup>7</sup>・戸田浩人<sup>8</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>東京大学・<sup>4</sup>京都大学・<sup>5</sup>首都大学東京・<sup>6</sup>農業環境技術研究所・<sup>7</sup>栃木県・<sup>8</sup>東京農工大学

スギやヒノキの人工林においては下層植生を維持することが表土侵食防止、生物多様性保全、森林生産力保全にとって重要である。下層植生の葉の窒素濃度は高く、その存在は生態系全体の窒素循環を促進する働きが期待されている。本研究では、スギ21林分とヒノキ25林分におけるリターフォールのデータを取りまとめ、下層植生の存在量が植栽木や生態系全体の窒素動態に及ぼす影響を明らかにした。植栽木の落葉量と落葉窒素量の関係を対数変換後にRMA解析で解析した。回帰直線の傾きはスギでは傾き1からの有意な差はなく、落葉量に対して窒素濃度は一定になることを示した。ヒノキでは傾きは1より大きく、落葉量が多いほど窒素濃度が増加する傾向を示した。下層植生の存在量で2つのグループに分け、植栽木の落葉量-落葉窒素量の関係を解析したところ、スギでは下層植生の多いグループで、切片がやや小さい傾向が認められた。ヒノキでは傾きや切片に有意な差は認められなかった。この結果より、スギでは下層植生が多い林分でスギの窒素濃度が低下すること、ヒノキでは下層植生は、植栽木の窒素濃度に影響を及ぼさないことが示唆された。

P2B096 テフクロノロジーによる火山灰土壌におけるイオウ蓄積速度の推定

谷川東子<sup>1</sup>・吉永秀一郎<sup>1</sup>・高橋正通<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

土壌が炭素を貯留する能力は、地球温暖化防止の観点から多くの研究が行われてきたが、イオウを貯留する能力は着目されてこなかった。しかし越境大気汚染などにより、大気から森林に負荷されるイオウ量に変動が予想される現在、土壌のイオウ蓄積速度についても基礎的な知見が必要である。本研究では、テフクロノロジーに基づき、日本の火山灰土壌におけるイオウの蓄積速度を求めることを目的とする。

対象とした火山(噴火年)は、北海道駒ヶ岳(1929年)、樽前山(1739年)、富士山(1709年)、十和田カルデラ(915年)、榛名山二つ岳軽石(7C中期)である。指標テフラより上層土壌の全イオウ含量を酸分解-ICPで、無機態イオウ含量をリン酸塩抽出-ICで、有機態イオウを全イオウ含量と無機態イオウ含量の差分により求め、テフラの示す年代で割ることでそれぞれの蓄積速度を求めた。

全イオウ蓄積速度は、土壌生成年代が高くなるに従い指数関数的に低くなり、榛名山の値は北海道駒ヶ岳のその約1/20であった。無機態イオウや有機態イオウの蓄積速度も年代による減少傾向を示したが、有機態イオウは無機イオウの約10倍の速度で蓄積してきたことが明らかになった。

P2B095 全国データからみたスギ林分材積と土壌中養分量の関係

今矢明宏<sup>1</sup>・吉永秀一郎<sup>2</sup>・高橋正通<sup>1</sup>・金子真司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

林分の成熟に伴って土壌がどのように変化するのか、また、土壌条件によって林木の成長に違いがあるのか。林野庁によって行われた森林吸収源インベントリ情報整備事業から得られた土壌試料の分析と、森林生態系多様性基礎調査の公開データを用い、主要造林樹種であるスギ林分における土壌養分量と林分材積の関係を解析した。スギは系統・品種により成長過程が異なるが本調査ではその判定は行われていないため、概ね種苗配布区により植栽されている系統が異なるものと仮定し、表系主体の太平洋側と裏系主体の日本海側の2地域に区分した。また、火山灰土壌はスギの生育にあまり適していないとされ、本研究でもその傾向が認められたため、火山灰土壌とそうでないものを区分して解析した。土壌養分量には交換性Ca、Mg、Kの0-30cm深での各存在量を用い、それぞれ高~低に区分した。林分の材積増加に伴う土壌中の交換性塩基量の変化は、CaやMgでは認められなかった。一方、Kについては不明瞭ではあるものの、林齢が高いほど、また林分材積が大きいほど、存在量が小さい傾向がみられた。また、火山灰土壌では交換性K量が大きい土壌において林齢に対する林分材積が小さかった。

P2B097 北海道東部の天然林および人工林における樹木の窒素利用様式および窒素循環

館野隆之輔<sup>1</sup>・今村志帆美<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>2</sup>京都大学大学院農学研究科

森林生態系における窒素循環や樹木の窒素利用は、気候や土壌型が同じような場合にも、優占樹種の違いによって大きく変化する。本研究は、北海道東部の森林において、森林タイプごとの窒素循環や樹木の窒素利用の違いを明らかにすることを目的として行った。

調査は、京都大学北海道研究林標茶区のみズナラなどが優占する天然林、シラカバなどが優占する天然林、カラマツ人工林、トドマツ人工林で行った。それぞれ森林タイプに5か所の調査区を設け、リターフォール量およびリターフォールの窒素濃度を測定し、さらに林冠木の生葉の窒素濃度を測定し、優占種の窒素利用効率や落葉前の引き戻し率を算出した。また有機物層および表層土壌を採取し、有機物堆積量や一般化学性を測定した。

カラマツは落葉前の引き戻し効率が高く、トドマツは生葉の窒素濃度が低いため、どちらも落葉の窒素濃度が広葉樹より低かった。カラマツ林とトドマツ林では広葉樹林に比べ、有機物層の堆積量が多かったが、これは落葉の窒素濃度が低く分解速度が遅いことが関係すると考えられる。樹木の窒素利用の違いは、森林の生産力や窒素循環、有機物堆積様式などに影響を及ぼすことが示唆された。

P2B098 アラスカ内陸部クロトウヒ林における土壌炭素・窒素の集積様式 —斜面位置との関係—

鳥山淳平<sup>1</sup>・田中(小田)あゆみ<sup>2</sup>・森下智陽<sup>3</sup>・松浦陽次郎<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所温暖化対応推進拠点・<sup>2</sup>森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>3</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>4</sup>森林総合研究所国際連携推進拠点

地球温暖化が亜寒帯地域の森林生態系に与える影響とそのフィードバックを将来予測する為、活動層厚(凍土が季節的に融解する厚さ)の変化が土壌中の炭素・窒素の集積プロセスに与える影響の評価が求められている。本研究は北米の永久凍土上に卓越するクロトウヒ(*Picea mariana*)を対象とし、活動層厚の異なる林分において、堆積有機物と鉱質土層中の炭素・窒素の集積様式を明らかにする。土壌断面調査はアラスカ内陸部のカリブポーカークリーク実験林内の長さ1.6kmの北東斜面(11点)と、近傍の北斜面(3点)において行われた。活動層厚と森林現存量が共に大きい北東斜面上部では、鉱質土層のB層におけるCN比の低下(<10)が認められたが、活動層厚と森林現存量の小さい北東斜面下部と北斜面では鉱質土層のCN比は20程度で、深さに伴う傾向は不明瞭であった。また北東斜面下部と北斜面ではB層の全炭素含量が高い傾向が示された。この理由として、北東斜面下部と北斜面では夏季の地温が低い為に、微生物による土壌有機物の分解が抑制されたと推察された。本発表では土壌有機物の比重分画と窒素安定同位体比の分析結果と併せて検討を行う。

P2B100 日本の森林火山灰土壌における粒径と窒素蓄積との関係

落合夏人<sup>1</sup>・徳地直子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

温帯の森林の多くは窒素(N)制限だが、近年N降水量は増大している。森林土壌に負荷されたNの多くは土壌有機物となり蓄積される。この土壌有機物は様々な形態で存在し、それぞれ環境変化への応答が異なる。これまで、土壌有機物中のNはMAOM(Mineral Associated Organic Matter)またはPOM(Particulate Organic Matter)の形で存在し前者の方が安定だと考えられている。また、MAOMへのN蓄積量には限界があり飽和するとPOMが増加すること、リター等のNは一時的にPOMになり徐々にMAOMへと変化することが推察されている。そのため土壌中でNがどちらの画分にどのような割合であるかはN動態に大きく影響する。

本研究では日本の主要な森林土壌の一つである火山灰土壌で、粒径を始めとした土壌の諸性質とN動態との間にはどのような関係があるのか明らかにすることを一つの目的とした。すなわち母材を火山灰としN負荷量が異なる4つの林分において、粒径分布、そこでの有機態Nの存在形態、純無機化・硝化速度などを調査した。そのうち2つの林分の土壌では<sup>15</sup>Nを添加し、より詳細に<sup>15</sup>N動態を調査した。本発表では2つの有機態における、N負荷の影響・季節性・<sup>15</sup>N動態等を示す。

P2B099 二世代目のヒノキ造林が土壌化学特性に及ぼす影響

酒井寿夫

森林総合研究所四国支所

ヒノキ人工林は、他樹種の人工林に比べて表層土壌が移動しやすいことや土壌が酸性化しやすいことが指摘されている。もしこれらの影響が本当であれば、植えられてから長い時間の経過しているヒノキ林においてその累積的な影響が現在の土壌に明確に見られるはずである。本研究ではこうした観点から高知県の急傾斜地において現在二世代目となっているヒノキ林(1世代目がスギ林の場合を含む)において土壌調査を行い、約50年前の土壌データと比べて表層土壌(0-20cm)の炭素量やpHなどの土壌化学特性にどのような変化があったかについて検討した。これら林分の1世代目(G1)と二世代目(G2)の土壌炭素量の差(G2-G1)は、1世代目がヒノキ林の場合で-16.0、-0.1、+20.0tC/ha、スギ林の場合で+0.8、-14.9、-5.5、-0.9tC/haであり、必ずしも変化(増減)の方向ははっきりしていなかった。また斜面傾斜度と土壌炭素量の増減量にはとくに関係は見られず、調査した範囲では明らかな表土流亡の兆候はなかったと思われる。一方、土壌pH(0-10cm、H<sub>2</sub>O、KCl)についてはこれら7つの林分においていずれも低下傾向にあり、これはヒノキという樹種のもつ特性の影響と考えられた。

P2B101 クマイザサ根の窒素吸収能の季節変化

福澤加里部・柴田英昭

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

窒素は生物に必須の元素であり、植物による無機態窒素の吸収は土壌の窒素無機化とならんで土壌中の窒素量を左右する。林床植生として広く密生するササは森林の純一次生産に寄与することから、森林生態系の生物地球化学的プロセスに深く関わっていると考えられる。また常緑の多年生草本であるササは落葉性植物とは異なった養分吸収を行うと予想されるが、ササの窒素吸収の挙動は不明である。本研究では北海道北部の冷温帯林におけるササの窒素吸収能の季節変化を解明することを目的として、年に4回窒素安定同位体<sup>15</sup>Nを散布し、ササ根への取り込みを調べた。調査では北海道大学天塩研究林内の冷温帯林の林床に生育するクマイザサを対象とした。NH<sub>4</sub>区、NO<sub>3</sub>区を設定し、11月、1月、5月、7月の4回調査を行った。NH<sub>4</sub>区とNO<sub>3</sub>区ではそれぞれ20×20cmのコドラート内に1mMの<sup>15</sup>NH<sub>4</sub>Clおよび<sup>15</sup>NaNO<sub>3</sub>溶液を128ml均等に散布し、1日後および1ヵ月後に表層10cmのササの根を採取し、粉碎後に15N濃度を測定した。15N濃度はNH<sub>4</sub>区、NO<sub>3</sub>区とも11月に最大になり、樹木が落葉する秋にササの窒素吸収活性が高いことが示された。



P2B102 樹種間差および測定誤差を考慮した胸高直径-樹高関係のベイズ推定

伊東宏樹

森林総合研究所

拡張相対成長式は、直径-樹高関係の推定などによく用いられる。パラメーターの推定は非線形最小二乗法や最尤推定によりおこなわれるが、測定誤差や樹種間差を考慮した場合にはこのような方法によるパラメーター推定は困難となる。こうした場合には階層ベイズモデリングによるベイズ推定が有効であると考えられるので、その具体的な方法をしめした。データとして、銀閣寺山国有林（京都市左京区）において採取した15樹種232本の樹幹の胸高直径および樹高の値を使用した。拡張相対成長式に樹種間差および樹高の測定誤差を組み込んだモデルを作成し、Stanによりパラメーターの事後分布を推定した。推定された事後分布を検討したところ、スギの最大樹高は平均31.9m（50%信用区間26.8~34.8m）、コナラの最大樹高は平均23.8m（50%信用区間20.7~25.7m）サカキの最大樹高は平均17.5m（50%信用区間12.6~20.5m）などとなっており、おおむね妥当な値が得られていると考えられた。

P2B104 太平洋側ブナ林の3次元葉分布構造とその樹種による違い

飯尾淳弘<sup>1</sup>・望月貴治<sup>2</sup>・水永博己<sup>3</sup>

<sup>1</sup>静岡大学農学部地域フィールド科学教育研究センター・<sup>2</sup>岐阜大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>静岡大学大学院農学研究科

樹木の葉分布パターンは、森林の光吸収量を規定する重要な因子のひとつである。しかし、その研究例は少なく、葉分布パターンの樹種や生育環境による違いは明かでない。そのため、森林の光吸収量や光合成量の推定モデルでは、葉分布パターンはランダムと仮定されることが多く、モデルに不確実性をもたらす一因になっている。こうした状況を改善するため、本研究は、太平洋側ブナ林（静岡大学南アルプスフィールド、標高1400m）に生育する8樹種（落葉広葉樹7種、常緑針葉樹1種）の葉分布構造を3次元レーザスキャナーで調べ、その樹種による違いを評価した。葉に遮断されたレーザ本数と葉群の受光特性から葉面積を推定し、1辺20cmの立方体（ボクセル）単位で葉分布構造を再現した。落葉広葉樹7種の樹冠について、ボクセル葉密度の変動係数を比較したところ、テツカエデやコハウチワカエデが高く、イヌシデやヒメシヤラで低い傾向が見られ、樹種によって葉分布パターンが異なる可能性が示唆された。他にも、樹冠内ギャップ率や葉面積の集中度合い、クラスターサイズの違いに注目した分析を行い、葉分布パターンの樹種間差を詳細に評価する予定である。

P2B103 トドマツにおける、当年枝伸長初期の温度環境の年次間変動について

関剛

森林総合研究所北海道支所

針葉樹の繁殖における年次間変動に関しては、花芽形成の段階で温度条件の影響を受ける樹種が多数知られている。トドマツを対象に、長期間の気温データが記録されている観測地点において、花芽形成と関係の強い温度条件の変動について解析した。北海道後志地域・中山峠における雌花芽生産の年次間変動においては、調査地付近の気温データに基づく解析から、雌花芽数は5℃を閾値とする有効積算温度140℃・日到達後7日間の有効積算温度、すなわち、当年枝の伸長初期の温度条件との関係の強さが検出されている。この温度条件について、トドマツが生育可能な3地点（倶知安、稚内、北見枝幸）の70年間のデータを解析した結果、1地点（倶知安）では有効積算温度140℃・日への到達日数が短くなる傾向が検出された。雌花芽数では、140℃・日到達後7日間の有効積算温度における2年間の差との間に強い関係が検出されているが、解析した3地点では2年間の差が正または負に変化する傾向は検出されなかった。トドマツの伸長開始が早くなる傾向のある地点でも、繁殖の年次間変動には明らかな変化は生じない可能性がある。

P2B105 熱帯泥炭湿地林に生育する *Shorea albida* の形態的な特徴

門田有佳子<sup>1</sup>・清野嘉之<sup>1</sup>・Lulie MELLING<sup>2</sup>・Christopher DAMIAN<sup>2</sup>・Auldry CHADDY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>Tropical Peat Research Laboratory Unit, Sarawak

熱帯泥炭湿地林は、貧栄養で軟らかい泥炭の上に成立する。この立地環境は、樹木が、重く大きな地上部を維持することが難しいと予想される。マレーシア・サラワク州の泥炭湿地林では、*Shorea albida* が優占し、巨木にまで成長する。大径木の *S.albida* の多くは、幹に樹洞があると報告されている。本研究では、*S.albida* がどのようにして泥炭湿地で大きな地上部を発達させ、維持しているのかを、形態的な観点から明らかにするために、個体サイズと樹幹内部の状態を調査した。*S.albida* は、林冠に達するまでは能動的な軽量化（脆心材と硬材の併用）、林冠に達した後は受動的な軽量化（樹洞）によって、発達段階を通じて外側の大きさに対して軽い地上部を作っていた。樹洞の発達は肥大成長とともに進行し、樹冠破損も発生するが、萌芽枝を伸長させることで、有機質土壌の低地フタバガキ林と同等の樹高と樹冠サイズを実現していた。脆心材による幹に係るコストの抑制と、樹洞内で発達する不定根は、貧栄養な環境条件下での肥大・伸長成長の継続と樹冠破損後の再成長に貢献するだろう。

## P2B106 クズの匍匐、登攀、下垂各段階における当年シュートの形状の違い

榊原幸江・小山浩正

山形大学農学部

クズは開放地で他の植物を支柱として登攀しマント群落を形成する。支持器官を持たない植物はシュートが支柱に達することが重要である。このためクズでは当年シュートの先端（リーダー）が初め自立、旋回し、何も触れないと匍匐して支柱を探索する。匍匐のリーダーが支柱に触れると登攀を開始し、支柱の最上端に達すると再び旋回してから下垂する。本研究ではリーダー→匍匐→登攀→下垂の各段階で葉/茎への資源配分が異なると予想した。観察の結果、リーダー（約30cmで5節分）は発生から数日ほど展葉しなかった。葉の荷重がないことは旋回や探索運動に適している。匍匐段階に入ったシュートは全体の節から分枝が可能で、また相対的に茎に対する投資量が高い傾向があった（低LMA）。これらは支持物への到達機会を高めるのに適した形状と言える。逆に、登攀と下垂のシュートは葉への投資量が高かった（高いLMA、SLAおよびLAR）。また、下垂を開始した部位からの分枝が多かった。つまり、支柱上端から複数の分枝シュートが下垂することになり、マント群落の形成に貢献している。このようにクズは各段階が果たすそれぞれの機能に応じて異なる形状をしていると考えられた。

## P2B108 下刈り省略下でスギ稚樹が示す樹形アロメトリーの経年変化

八木貴信<sup>1</sup>・野口麻穂子<sup>1</sup>・齋藤武史<sup>1</sup>・八木橋勉<sup>1</sup>・成松眞樹<sup>2</sup>・松尾亨<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>岩手県林業技術センター・<sup>3</sup>林野庁東北森林管理局盛岡森林管理署

周囲植生は競争圧や物理環境ストレス緩和など様々な作用を樹木個体に及ぼす。周囲の植生状況に適応するための可塑性的応答、その応答の時間的パターンは、変動環境での樹木の物質生産に大きく影響する。本研究は、このパターンを樹形面で明らかにするため、岩手県内陸北部のスギ若齢造林地において、下刈り実施区と省略区の植栽木を対象に、植栽2年目から3年間の樹形成長を追跡し、樹高に対する、幹基部直径、樹冠長、樹冠幅のアロメトリー関係をStandardised Major Axis回帰で解析した。検討対象の樹形要素のうち、幹直径と樹冠幅が樹高に対して示すパターンは、年度間、下刈り処理区間で明瞭に異なった。例えば、樹高と幹直径の関係では、樹高、直径とも3年を通し増加したが、下刈り省略区では、樹高/直径の比が変わらなかったのに対し、実施区では、毎年、樹高/直径の比が減少した。その結果、処理区間での樹高の違いはどの年でも不明瞭だったにもかかわらず、直径の違いは年々大きくなった。本調査地の場合、周囲植生によるストレス緩和作用が小さい下刈り実施区では、力学・水ストレス耐性向上に有効な幹直径増加が調査期間を通して重要だったことが示された。

## P2B107 クズが登攀可能な支柱の直径の推定

斉藤幹保・小山浩正

山形大学農学部

クズはシュートが支持物に巻きつきながら登攀して造林木を覆うため保育上の問題となる植物あり、人工構造物を覆う場合にも駆除の対象になっている。一方、近年は家畜飼料としての価値が評価されて利用の検討が始まっている。しかし、同種の登攀の仕方には不明な点も多い。本研究では、巻きつく支柱の直径に応じた登攀の成否とその効率に注目した。山形県鶴岡市内の様々な立地において、クズが巻きついてきた1030本の支柱について直径を測定したところ、その95%以上は5cm以下で、最大15.6cmであった。同様の傾向は、クズ群落に直径の異なる塩ビパイプ（1.8cm～14.0cmまで5段階）を設置した登攀実験でも確認された。さらに、登攀に成功したシュートの登攀角度は直径が増加するほど小さくなり、このため登攀効率（1巻きで上昇した高さ）も共に低下していた。これらのことは、クズは細い支柱ほど効率良く利用できるが、直径5cmを超える支柱には巻きつきにくいことを示している。つまり、同種の利用あるいは抑制は、対象となる支柱の直径によって制御できることを示唆している。造林地では、林冠の閉鎖だけでなく、造林木のサイズが切り実施の期間を判断する目安になりえる。

## P2B109 タイ、若齢チーク人工林における異なる成長のチークの幹、枝の割合

米田令仁<sup>1</sup>・Woraphun Himmapan<sup>2</sup>・野田 巖<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国際農林水産業研究センター林業領域・<sup>2</sup>Royal Forest Department Silvicultural Research Division

【目的】タイ国内で材質の良さ、耐久性の高さから、広域で植栽されているチーク (*Tectona grandis*) について、なるべく限られた変数で現存量を推定できないか研究を進めてきた。地上部現存量と胸高直径 (DBH) に高い相関関係が見られたが、同じDBHでも樹高 (H) は異なることから、本研究ではその妥当性を検討するために、チークの地上部現存量の各器官の割合を比較し成長により枝や幹の割合が変化するか調べた。

【方法】タイ国内の北部、西部、中央部の6県のチーク人工林15か所から選定・伐倒した85個体についてDBH、H、ならびに葉、枝、幹の部位別乾燥重量を解析に使用した。

【結果】地上部における枝の割合は約5～30%の範囲で変化したほか、形状比 (=H/DBH) との間に負の相関関係が見られた。つまり、チーク人工林では細長い樹形であれば枝の割合が低く、太いDBHで低いHのチークでは枝の割合が高くなることが認められた。したがって、同じDBHでも異なるHでほぼ同じ現存量を示したのは成長に応じて幹と枝の割合が変化するため、そのことが地上部現存量とDBHの高い相関関係に作用していると考えられた。

## P2B110 航空機 LiDAR データと森林の天空率との関係

高橋與明<sup>1</sup>・山川博美<sup>1</sup>・近藤雅信<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>中日本航空株式会社

森林における航空機 LiDAR のレーザ透過性に着目して、航空機 LiDAR データから森林内の光環境を推定する研究が海外の様々な森林タイプで行われており、地上計測による林内光環境指標値と航空機 LiDAR データとの密接な関係を示した結果が複数報告されている。一方、国内の森林においては、そのような事例研究は少ない。そこで本研究では、ある1伐5残のスキの列状間伐林分を対象に、林内で全天空写真撮影した画像から算出した天空率と航空機 LiDAR データとの関係を調べた。レーザ透過率に関係する説明変数を定義し、全天空写真撮影地点を中心とする仮想円内に含まれるレーザの点群データから説明変数を算出した。複数のフライトコースから得られたデータを解析した結果、多くのコースで説明変数はある限られた半径の仮想円において天空率と密接な線形関係が認められた。ただし、その関係はレーザ入射角の大きさの影響を受けること、および伐採方向に対する航空機 LiDAR のレーザスキャニング方向の影響を受ける可能性が示唆された。

## P2B112 愛媛県松山市での放置モウソウチク林の地上部バイオマスの経年変化について

豊田信行

愛媛大学農学部

[目的と方法] 管理を放棄されたモウソウチク林がタケノコ価格の低迷とプラスチック等代替製品の流通、さらにモウソウチクの生態的特性から、里山で増加している。この放置モウソウチクの林分構造の経年変化について、愛媛県松山市青波町の松山市有林で調査した。報告の1つは、15年以上放置されたモウソウチク林の地上部バイオマスを10年間継続して調査した。2つはより安い竹林管理方法として帯状伐採を提案し、伐採後に再生する地上部バイオマスを10年間継続調査した。

[結果] 1 15年以上放置されたモウソウチク林の地上部バイオマス量は、概ね2年を1つの単位として、増加し続けており、調査開始時の2005年で141トン・乾重/haであったものが、2014年で167トン・乾重/haに増加した。このバイオマスの増加は、群落の中で小さな個体を枯死させ、大きな個体を発生・生き残らせることにより、生じていた。2 帯状伐採後の再生量は10年後に88トン・乾重/haまで回復した。この値は、管理されたモウソウチク林(3000~6000本/ha)とほぼ同じ値である。

## P2B111 スケール則によるハチクの構造の解明

神澤佑梨・武田博清

同志社大学大学院理工学研究科

竹類は初年度に樹木の幹にあたる竹程と枝を形成し、それ以降は竹程の肥大や枝の伸長を行わないという特徴を持つ。竹個体は初年度以降変化しない竹程・枝系の構造部分と、展葉・落葉という動的部分に区別できる。そこでハチクについて、枝分かれ前後で断面積保持が成立するという仮説を立て、この仮説の検証を行った。さらに、動的部分である葉群動態を明らかにした。

断面積保持の検証では、生枝下の竹程断面積と樹冠内の1次枝基部断面積の合計との断面積比を求めた。その結果、断面積比が0.91(±0.056)であった。次に樹冠部内の1次枝と2次枝の分枝構造について断面積保持が成り立つのかを検証した。1次枝基部断面積と2次枝基部断面積の合計についての断面積比を求めたところ1.25(±0.032)であった。竹程と1次枝、1次枝と2次枝の断面積比の関係には差が見られた。個体を支えるための力学的強度が必要な竹程は、1次枝に対して配分比を低くしているのに対し、枝系内での分枝では力学的強度が必要なく2次枝への配分比を高めていることが示唆された。

葉群動態では、5月から順次出芽をはじめ、9月にはほぼすべての芽が展開し終わり、葉へと成長することが明らかとなった。

## P2B113 インドネシア中部カリマンタン州の荒廃泥炭湿地帯のバイオマスとリター量

都築勇人<sup>1</sup>・沖元洋介<sup>2</sup>・平野高司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>愛媛大学農学部・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究院

本発表では、インドネシア中部カリマンタン州の泥炭湿地帯において、人為による荒廃度合いの異なる3サイト(コントロール:非排水二次林、排水二次林、排水後に火災が数度入った低疎林)の特性を、固定プロットでの立木悉皆直径測定に基づく林分構造とリタートラップでの落枝落葉量の月変化から述べる。立木用プロットは半径7m、14m、21mの同心三円から成り、これを各サイト4箇所、計12箇所に設置し、内・中・外円それぞれ胸高直径5cm以上10cm未満・10cm以上20cm未満・20cm以上の立木を対象に個体識別札を取り付けて樹種と直径巻尺で計測した胸高直径を記録したうえ、別途調製した幹・枝・葉・根の器官別一変数バイオマス式を用いて2013年と2014年9月の乾季時のバイオマスを推定した。またリタートラップは0.5平米のものを各立木プロットに4箇所、各サイト16箇所、計48箇所に設置し、2013年11月以降ひと月間隔で落枝落葉類を回収して木質部、葉については厚さ三種類(厚、中、薄)、果実、種子・花・その他に分別して絶対乾重量を計量した。

P2B114 京阪奈地域の二次林および竹林における炭素・窒素の動態

塩見真衣

同志社大学大学院数理環境専攻

京都府南部の京阪奈地域では、かつては里山として利用されていた山林が放棄され、竹林が分布を拡大している。竹林の拡大によって生物多様性や景観が失われるという問題は全国的に発生しており、京阪奈丘陵はその典型的な例であると言える。里山の代表的な林分であるコナラ二次林と、竹林の差異を物質循環の面から明らかにするため、当研究室では京阪奈丘陵において各種の調査を行ってきた。今回はその成果について、炭素および窒素の動態に注目し、データを取りまとめ議論する。

調査は京都府京田辺市多々羅都谷、同志社大学京田辺校地北側のコナラ二次林及びハチク林で行った。地上部での養分の動態については、林内に設置したリタートラップに捕捉されたリターの重量及び、地上部の現存量から調べられた。リターが分解され土壤に養分が加わる過程は、コナラ及びハチクのリターバッグを林内に設置し、その重量及び窒素量・炭素量の変化を測定することで調べられた。また地下部での無機態窒素の蓄積を調べるため、土壤コアを用いて深さ別に採取した土壤サンプルから  $\text{NO}_3^-$  および  $\text{NH}_4^+$  を抽出し、濃度の測定を行った。

P2B115 日本海型ブナと太平洋型ブナの生産構造と光合成活性の比較

田中千鶴・小林彩香・山崎淳也・丸田恵美子

東邦大学理学部

ブナ (*Fagus crenata*) は北海道黒松内低地以南から鹿児島大隅半島まで広く分布しており、日本海型と太平洋型のブナでは、葉のサイズや樹形などが遺伝的に異なることが知られている。先行研究では、太平洋型の稚樹は明るい条件で生育させると強光に対して順化したのが、日本海型は順化できなかった。そこで山梨県山中湖村のブナ産地別試験地に植栽された日本海型と太平洋型のブナの成木を用いて、光環境の異なる樹冠内で光や水分通導に対する適応を比較した。葉の切片の観察から、どちらの型も柵状組織が複層化していた。明所・日本海型の稚樹ではクロロフィル量とルビスコ量が低下していたのに対し、成木では産地による違いは見られなかった。電子伝達速度 (ETR) は稚樹では太平洋型の方が高い値を示したが、成木では両者に差は見られなかった。木部の比葉水分通導度 (KI) は、成木では上層でどちらの型も高い値を示したが、稚樹では日本海型が、明所・暗所とも低い値を示した。これらの結果から、日本海型ブナは稚樹の年代では強光への順化能力が低かったのに対し、成木になると強光への順化能力を持つことができることが示された。

P2B116 陽樹冠におけるブナの葉の形質、着花数、防御物質量の個体内・個体間差

飯沼久仁佳<sup>1</sup>・小山浩正<sup>2</sup>・芦谷竜矢<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山形大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>山形大学農学部

個体群で同調して周期的に種子を生産するマस्टィング種は、豊作年にほとんどの個体が結実するとされてきた。ところが、顕著なマस्टィング性を示すブナでは、豊作年に結実個体と非結実個体が存在し、結実個体の樹冠内に結実枝と非結実枝が存在することが観察されている。個体群内に違いがあることから、個体間差、個体内差について検証する必要がある。当研究では、高所作業車によって41個体の陽樹冠から計205本の枝を採取し、着果数、葉の形質、防御形質の違いが、個体間のばらつき (CV<sub>p</sub>)、個体内のばらつきの平均 (CV<sub>i</sub>) のどちらによるかを検証した。並作年だった2013年では、一枝あたりの着果数は個体間差が高かった (0~18個/50cm, CV<sub>p</sub> 112, CV<sub>i</sub> 42)。翌2014年の葉のSLAは個体内差が高く (94~163cm<sup>2</sup>/g, CV<sub>p</sub> 9.9, CV<sub>i</sub> 12.6)、樹冠内に形質の異なる葉をもつといた。一方で防御形質は個体間差が高く (縮合型タンニン濃度2~12%, CV<sub>p</sub> 36.7, 総フェノール濃度3~13%, CV<sub>p</sub> 26.2)、植食者による食害程度でも個体間差が高かった (24~45%, CV<sub>p</sub> 11.6, CV<sub>i</sub> 8.2)。形質によって個体間、個体内差の大小が異なることで、一つの林分でも個体ごとに異なる形質をもつと考えられる。

P2B117 菅島の蛇紋岩土壤に生育する植物の元素組成と、ツゲの特異的なニッケル・鉄集積

水野隆文

三重大学大学院生物資源学研究所

[背景・目的] 蛇紋岩土壤は高ニッケル、高Mg/Ca比、貧栄養などを特徴とする土壤であり、この厳しい栄養条件に適応した植物が特殊な植生を形成することで知られている。今回、本地域の蛇紋岩植生、特にツゲの優勢群落形成に関する知見を得るため、土壤および植物の金属集積量について調査を行った。[方法] 採石場周辺を含む菅島西部において、土壤および草本植物 (51種)、木本植物 (18種) およびシダ植物 (6種) の地上部全体もしくは葉のみを採取した。サンプルを湿式分解し、ICPにより各種金属濃度を測定した。[結果] 調査地域10地点の土壤ニッケル濃度は平均2,060mg kg<sup>-1</sup>、またMg/Ca比の平均は9.79に達した。同地域の植物におけるニッケル集積量が平均20.3mg kg<sup>-1</sup>なのに対し、ツゲは最高700mg kg<sup>-1</sup>と際だって高いニッケル集積性を示した。またツゲは平均値の約3倍のカルシウム集積量を示したほか、同地域の植物が鉄とニッケル含量に高い相関 (R=0.392, P<0.01) にある中で、ニッケル量に対する極めて低い鉄集積量を示した。これらのことから、ツゲの優勢群落形成には本植物の鉄吸収とリンクしない高いニッケル耐性とカルシウム獲得能が関与する可能性が示唆された。

P2B118 小笠原乾性低木林樹木の夏の乾燥と野外灌水パルスに対する生理応答

吉村謙一<sup>1</sup>・才木真太郎<sup>2</sup>・白井 誠<sup>3</sup>・乙成こすえ<sup>3</sup>・矢崎健一<sup>4</sup>・中野隆志<sup>5</sup>・石田 厚<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>京大大学生態学研究センター・<sup>3</sup>日本大学生物資源科学部・<sup>4</sup>森林総合研究所・<sup>5</sup>富士山科学研究所

小笠原諸島父島の年平均降水量は1300mm程度であるが、6月から7月にかけての降水量が著しく少なく、夏季に強度の乾燥がみられる。そのため、父島の森林に生育する樹木の生存や生長には乾燥ストレスが強く影響しており、植生は降水量や降水頻度の変動によって大きなインパクトを受けると考えられる。そこで、本研究では父島の尾根部で共存して生育するテリハマボウおよびムニンネズミモチを用いて乾燥によって生じる生理機能の変化について定量化した。湿潤期にはテリハマボウの方が低い水ポテンシャルを示していたが、土壌乾燥に伴う水ポテンシャルの顕著な低下は見られなかった。一方で、ムニンネズミモチは土壌乾燥に対して顕著な水ポテンシャルの低下がみられた。さらに、乾燥期に野外灌水を行うと、両種とも水ポテンシャルは回復した。一連の過程の中で飽水時浸透ポテンシャルも乾燥により低下し、灌水により上昇していた。また、乾燥や灌水は気孔開閉を介して光合成に影響するため、浸透ポテンシャルに関与する葉内糖量や道管水切れからの回復に関与するとされる木部糖量といった個体内での光合成産物の生産と利用にも注目して、樹木の乾燥耐性について考察する。

P2B120 Retrieval of fuel moisture contents in green leaves and litters from hyperspectral indices

Zhenxing Cao<sup>1</sup>・Quan Wang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学創造科学技術大学院・<sup>2</sup>静岡大学農学部

Fuel moisture content (FMC), the water content in dead (DFMC) or live fuels (LFMC), is a critical parameter in fire behavior prediction. Remote sensing is an efficient way to estimate the spatial and temporal variations of FMC. However, most of existing spectral indices are oriented for LFMC. In this study, dehydration experiments of both green and dead plant leaves were designed to determine the best FMC hyperspectral indices. The results showed the reflectance in 400-750nm were different between green and dead leaves with the decreasing of FMC. Reflectance in 750-2500nm showed similar increasing trends and dry matter bands were gradually appeared. The identified best index for FMC was dND (1900, 2095) ( $R^2=0.85$ ). LFMC and DFMC were well separated by the normalized dND (1900, 2095) ( $(dND-NDVI)/(dND+NDVI)$ ), with  $R^2$  of 0.85 for LFMC and  $R^2$  of 0.45 for DFMC. The lower  $R^2$  for DFMC suggested the recommend indices needed to be validated with more plant species in the future.

P2B119 モンゴル国マンダゴビ地域における草本種の窒素利用特性の違い

田中(小田)あゆみ<sup>1</sup>・遠藤いず貴<sup>2</sup>・額尔德尼<sup>2,7</sup>・大手信人<sup>2,8</sup>・Undamaa, Jamsran<sup>3</sup>・山中典和<sup>4</sup>・矢野 翠<sup>5</sup>・眞壁明子<sup>5</sup>・木庭啓介<sup>5</sup>・那 沁<sup>6</sup>・廣部 宗<sup>6</sup>・吉川 賢<sup>6</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>東京大学・<sup>3</sup>モンゴル農業大学・<sup>4</sup>鳥取大学乾燥地研究センター・<sup>5</sup>東京農工大学・<sup>6</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科・<sup>7</sup>国立環境研究所地域環境研究センター・<sup>8</sup>京都大学大学院情報学研究科

モンゴル国マンダゴビ地域において、地盤高別に土壌の無機態窒素と同所に生育する草本の根と葉の窒素濃度と安定同位体比を比較し、植物の窒素源や窒素利用の違いを調べた。土壌中の無機態窒素濃度は植被率が高いプロットで高く、アンモニア態窒素に比べて硝酸態窒素濃度が著しく高かった。植物の根の $\delta^{15}N$ は葉と同じかわずかに軽く、土壌中の硝酸態窒素の安定同位体比と近い値を示した。植被率が高いプロットでは裸地より硝酸態窒素の $\delta^{15}N$ 値が重く、植物リターの分解とその再吸収による窒素の再利用が行われていることが示唆された。

P2B121 キイチゴ属種 2 種の葉における光合成速度と形態学的特性の比較

作田耕太郎<sup>1</sup>・立石明子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府

人工林における間伐など、攪乱の生じた林地に速やかに侵入する先駆性樹種の中に、キイチゴ属種がある。キイチゴ属種における個体の成長は、概ね1生育期間に限定されるものの、地上茎あるいは地下茎によって新しい個体がほぼ毎年発生することより、群落拡大が顕著である。九州地方の林地では、耐陰性に若干の差があるとされるクマイチゴとナガバモミジイチゴの出現頻度が高い。本研究では、これら2樹種の葉における光合成などのガス交換速度と横断面組織の差異について検討した。佐賀県吉野ヶ里町の神社境内跡地に同時期に侵入した林縁および開放地の個体群を対象とした。両種ともに開放地の最大光合成速度は林縁よりも高かった。クマイチゴの蒸散速度は生育地点による差が小さく、そのため水利用効率は林縁で低かった。一方、ナガバモミジイチゴでは生育地点間でのガス交換速度の差が大きく、水利用効率は変わらなかった。両種の比葉面積は林縁の個体で小さかったが、葉の厚さと葉内の空隙部分の差異に樹種間差があるようだった。両種の葉における形態学・生理学的な特徴とその相違は、生育地点の明るさに関連し、樹種としての耐陰性の差と関連すると考えられた。

P2B122 土壌動物の造巣活動が土壌からの二酸化炭素放出に及ぼす影響

大橋瑞江<sup>1</sup>・Sasitorn Hasin<sup>2</sup>・久米朋宣<sup>3</sup>・橋本佳明<sup>4</sup>・山田明徳<sup>5</sup>・吉藤奈津子<sup>6</sup>・山根正気<sup>7</sup>

<sup>1</sup>兵庫県立大学環境人間学部・<sup>2</sup>Kasetsart University Department of Forestry・<sup>3</sup>国立台湾大学森林環境及資源学系・<sup>4</sup>兵庫県立大学自然・環境科学研究所・<sup>5</sup>長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科・<sup>6</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>7</sup>鹿児島大学大学院理工学研究科

生態系の炭素循環において、土壌から発生する二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)は土壌呼吸と呼ばれ、光合成の次に大きな炭素の流れである。温帯や亜寒帯の森林における土壌呼吸は、温度変化に依存した変動を行うことが良く知られているが熱帯の場合、温度は常に高い値に保たれており、土壌中の生物活動を律速する要因にはなりにくい。しかし熱帯では、土壌に生息する多様な生物や不均一な土壌構造が、温帯や亜寒帯以上にダイナミックな土壌呼吸の変化をもたらす可能性がある。特に土壌中に生息するアリやシロアリ等の土壌動物は、それらの呼吸が生産するCO<sub>2</sub>量は土壌微生物や植物の根に比べてはるかに少ないものの、土壌環境を変えることで間接的に土壌呼吸に関わっていると予想される。そこで著者らは、熱帯林の土壌呼吸における時空間変動と土壌中の土壌動物との関係について、アリやシロアリなどの社会性昆虫寄与を検討してきた。本発表では、2009年よりマレーシア熱帯多雨林とタイの熱帯季節林において実施している土壌動物の営巣活動と土壌呼吸との関係に関する研究プロジェクトの概要を紹介する。

P2B124 リョウブ根内生菌の多様性

升屋勇人<sup>1</sup>・星 美咲<sup>2</sup>・春間俊克<sup>3</sup>・山路恵子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>筑波大学生物資源学類・<sup>3</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科

【目的】リョウブはリョウブ科の落葉小高木でパイオニア的傾向が強く、温帯域の平地から山地まで広く見られる日本の森林における重要な構成樹種の一つである。リョウブはこれまでアバスキュラー菌根性植物と認識され、また放線菌が根に内生しているという報告はあるものの、他の内生菌の存在や機能については全く不明であった。そこでリョウブ根内生菌のうち特に糸状菌類についてその多様性を調査した。【方法】詳細な環境データがすでにある北茨城8か所および日立鉾山においてリョウブの根を採取した。表面洗浄、滅菌後に根内生菌を分離し、その多様性を調査した。【結果】重金属ストレス耐性を付与する可能性が高い未同定種が共通して優占的に検出された。その他、*Phialocephala fortinii*や*Rhizoscypha*などツツジ科樹木の根から検出されるような種類が検出された。一方、ツツジ科樹木でよく検出される*Oidiodendron*属菌は全く検出されなかった。根内生菌の多様性は採取場所によって異なり、周辺植生の影響を受けている可能性が予想された。また、日立鉾山のリョウブ根から検出される菌の多様性は非鉾山地と大きな違いは見られなかった。

P2B123 Spatial variation of soil CO<sub>2</sub> efflux related to plantation and topography characteristics in a temperate beech forest

Liu, Gang<sup>1</sup>・Orui, Kohei<sup>2</sup>・Wang, Quan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学大学院・<sup>2</sup>静岡大学農学部

P2B125 米国ネバダ州バージン川下流域の *Tamarix* 林における土壌の窒素無機化特性

今田省吾<sup>1</sup>・館野隆之輔<sup>1</sup>・Acharya, Kumud<sup>2</sup>・谷口武士<sup>3</sup>・山中典和<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター北海道研究林・<sup>2</sup>Desert Research Institute・<sup>3</sup>鳥取大学乾燥地研究センター

*Tamarix* spp.は、北米大陸の乾燥地河畔林における代表的な木本侵入植物の一つであり、特に米国西部の主要河川沿いに大面積の単純林を形成している。本研究では、*Tamarix* 林の土壌の窒素循環に着目して、林内の異なる土壌環境下における窒素無機化特性とそれに関与する微生物量の変化を調査した。調査はネバダ州バージン川下流域の *Tamarix* 河畔林で実施された。調査林では河岸に *Tamarix* 群落、この陸側に塩生植物群落が広がる。河岸から陸に向かって表層土壌の水分および塩分濃度が増加し、群落高が低下する。本調査では、林内の河岸付近、林縁付近、それらの中間、及び林外に調査区を設置し、2012年から2013年にかけて季節的に表層土壌を採取して、窒素無機化特性を計測した。また土壌からDNAを抽出し、定量PCR法により土壌微生物のコピー数を測定した。土壌の純窒素無機化および硝化速度は沿岸から陸に向かって低下する傾向がみられた。アンモニア酸化細菌(AOB)のコピー数にも同様の傾向がみられ、硝化速度とAOBコピー数との間に正の相関関係が認められた。以上の結果は、*Tamarix* 林における硝化過程にAOBが関与している可能性を示唆する。

P2B126 津波被害から3年半経過した東松島市沿岸部における植生状況と土壌の化学・物理性

根田遼太<sup>1</sup>・井上純大<sup>1</sup>・中村健太郎<sup>1</sup>・堀 隆博<sup>2</sup>・渡辺晋<sup>3</sup>

<sup>1</sup>住友林業株式会社筑波研究所・<sup>2</sup>住友林業株式会社山林部・<sup>3</sup>住友林業緑化株式会社

2011年3月に発生した東日本大震災の津波被害を受けた東松島市沿岸部(宅地、畑地等)を対象に、被害後3年半経過した植生及び土壌状況(化学性、物理性)の調査を行ったので報告する。東松島市沿岸部8箇所において周辺域の植生を調査し、長谷川式土壌貫入計を用いた土壌硬度の測定及び0-10cm、10-20cm、20-30cmの深さごとの土壌化学性(pH、電気伝導度、C/N比、土壌塩類)を測定した。

調査地の植生は、木本種の出現はほぼニセアカシアのみであり、草本種ではセイタカアワダチソウなどの外来種が優占した。ニセアカシアの樹齢は3年であったため、津波被害直後に成立した可能性が高い。土壌硬度は植物生育に概ね良好な値を示したが、化学性は一部で土壌塩類、pH、C/N比などが植物生育にとって異常値を示した。津波被害を受けた沿岸部は3年半経過した現在でも海水の塩の影響が残っていると見られる場所が存在し、土壌改良および適切な植生誘導がなければ、旺盛な繁殖力と塩類堆積土壌への適応性の高さによりニセアカシアの優占する景観となる可能性が高いと考えられた。沿岸部の正確な植生動態の予測には、今後の詳細かつ広域な調査が必要である。

P2B128 ピットフォールトラップによるオサムシ類の効率的な調査手法の検討

山中 聡<sup>1</sup>・尾崎研一<sup>2</sup>・弘中 豊<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>3</sup>北海道大学大学院農学研究院

昆虫は種数が多い分類群であり、多様性評価のためのサンプリングには多くの時間と労力を必要とする。このため、調査期間の短縮やトラップ数の削減といった効率的な調査手法を開発することが求められている。本研究ではピットフォールトラップで得られたオサムシ類のサンプルをもとに各調査地の種数を予測するために必要なトラップ数の算出を行った。オサムシ類のサンプリングは2013年の6~8月に北海道芦別市の6つの林分(トドマツ林と天然林)で行った。各林分には、各月1週間、40個のピットフォールトラップを設置した。得られたサンプルはトラップごとに集計し、トラップ数(1~40個)に応じた推定種数をACE(Abundance Coverage-based Estimator)を用いて林分ごとに算出した。全てのトラップ(40個)を用いて得られた値を真の種数の推定値とし、真の種数の推定値を得るために必要なトラップ数を林分ごとに算出したところ、推定誤差を±10%まで許容すれば40個設置したトラップを20個に削減できることが明らかとなった。本研究はACEを用いることで限られたトラップから種数を予測でき、設置トラップ数を削減できることを示した。

P2B127 山地溪流におけるスギ・コナラリターの分解過程に伴う底生動物個体群の変化

荒川みやび・武田博清

同志社大学大学院理工学研究科

溪流の底生動物による二次生産は溪畔林からの陸上由来の落葉等に依存している。葉リターの分解は、葉を利用する底生動物と深い関係がある。本研究では日本で優先する広葉樹のコナラと針葉樹のスギのリター分解を比較すると共に、分解による重量変化と有機物量変化に伴う底生動物の個体群変化を明らかにすることを目的とする。調査は京都市西京区大原野石作町、大原野森林公園出灰川にて行った。調査はリターバック法を用いて調査した。リターバックはプラスチックネットに調査地で採集したリターを2g封入することで作成した。河川上流から10m間隔で合計10か所を設定した調査地点に、1樹種につき10リターバックずつ設置し、一か月毎に採集した。リター分解調査の期間は2014年1月23日から8月6日まで行った。リターの分解による重量減少から分解速度を導き出し、リターのリグニン量、セルロース量、窒素、炭素量を測定した。分解係数はコナラが0.006、スギが0.009でスギの方が大きい結果となった。これらのリターの分解のデータを用いて、リターバックに定着していた底生動物個体群の動態を検証する。

P2B129 地方公設試験場でのニホンジカ対策に関する研究戦略の検討—SWOT分析による山梨県森林総合研究所における試行—

長池卓男・飯島勇人・大津千晶・大地純平

山梨県森林総合研究所

ニホンジカの個体数増加に伴い、農林業被害のみならず自然環境への影響も顕在化しており、研究機関による対応が行政的・社会的にも強く求められている。対応すべき内容としては、ニホンジカ個体数や被害地の把握とモニタリング、捕獲体制の検討や構築など、非常に幅広い。しかし、特に地方公設研究機関では人的・資金的資源は限られているため、効率的かつ戦略的に対応していくことが求められる。そこで、山梨県のニホンジカや山梨県森林総合研究所を巡る状況を踏まえて、山梨県森林総合研究所におけるニホンジカ対策に関する研究戦略を試行的に検討した。本研究では、主にそのプロセスについて発表する。検討にあたっては、意思決定手法の一つとして用いられているSWOT分析(目標を達成するために意思決定を必要としているプロジェクト等において、外部環境を機会[Opportunities]と脅威[Threats]、内部環境を強み[Strengths]と弱み[Weaknesses]の4つのカテゴリーに分けて要因分析し、資源の最適活用を図る方法の一つ)を用いて検討した。

P2B130 複合影響で衰退したブナ林の天然更新による森林再生の可能性—植生保護柵設置後4~7年の調査から

田村 淳・谷脇 徹・中西のりこ・井田忠夫・吉田直哉  
神奈川県自然環境保全センター

神奈川県丹沢山地のブナ林では、オゾンや水分ストレス、ブナハバチの大発生などの複合要因により上層木が衰退枯死し、シカの採食圧で林床植生が劣化している。そうしたブナ林の再生の可能性を評価するために、開空度と下層植生の異なるブナ林の5か所にシカの採食圧を排除した植生保護柵を設置して11試験区をつくり、4~7年にわたり開空度と散布種子量、樹高5cm以上の高木性樹木稚樹の種類と個体数を調べた。開空度と散布種子の関係では、開空度が高くなると散布種子の種数と種子数は少なくなった。柵設置後4年目の稚樹の個体数は、開空度が20%未満の試験区ではhaあたり400,000本以上あったが、開空度が20%以上の試験区では1,250本~73,000本であった。開空度が高い試験区では、高茎草本型林床よりもササ型林床で個体数は少なかった。一方、柵外では林床型によらずどの試験区も柵内よりも個体数は少なかった。以上のことから、開空度が低い試験区では天然更新によりブナ林を構成する高木林への回復の可能性は高いと考えられた。一方、開空度が高くササ型林床の試験区では高木林へ推移する可能性は低いと考えられた。天然更新による森林再生ではシカの排除とササの除去が必要である。

P2B132 ナラ枯れが森林の環境形成機能に与える影響

籠谷泰行・佐々木伸・小番成将  
滋賀県立大学環境科学部

日本に広く分布する里山林では、現在ナラ枯れの被害が広範囲に見られている。ナラ枯れにより森林には多くのギャップが形成される。この影響は植生だけでなく、森林の持つ、大気や水などの環境を形成する機能にも及ぶことが考えられる。本研究では、ナラ枯れによる林内でのギャップ形成にともなう、森林の環境形成機能にもたらされる影響を明らかにすることを目的とした。

滋賀県甲賀市「みなくち子どもの森」内のコナラ林で、大きさの異なるナラ枯れギャップそれぞれに設置された7区画と対照区2区画で、土壌のCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O発生・吸収速度および硝化活性を測定した。

土壌のCO<sub>2</sub>発生(土壌呼吸)速度は、対照区に比べてギャップ区で低い傾向があったが、下層植生の繁茂のない大ギャップ区では他のギャップ区より高かった。CH<sub>4</sub>吸収速度は対照区と大ギャップ区で低く、小ギャップ区で高い傾向が見られた。土壌の硝化活性についてはギャップ区、対照区とも区画間で変動が大きかったが、ギャップ区でやや高い傾向が見られた。

P2B131 ナラ枯れ被害跡の林分における生物群集の比較

斉藤正一<sup>1</sup>・上野 満<sup>1</sup>・柴田鏡江<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>2</sup>森林総合研究所 東北支所

山形県内一円で発生したナラ枯れ被害後の林分で生物群集の個体群変動調査をした。調査は、被害の時間経過区分で、被害から3年以内、3~5年以内、約10年前に被害が発生した林分、被害区分では激害・中害・微害・未被害とし、該当するナラ林の各1~2林分を対象にした。生物群集調査は、昆虫調査がマレーズトラップ等で、鳥類はスポットセンサスで個体数調査をした。土壌動物は大型・中型・小型土壌動物の個体数調査を行なった。

昆虫相の個体数は被害3~5年以内の林分で圧倒的に多く、また激害で多く、被害が軽度だと減少傾向であった。激害・中害では植物由来の食生の昆虫が多いが、被害が軽度になると動物由来の食生の昆虫比率が増加した。鳥類は、被害経過に関わらず激害で開放系のホオジロ等、被害が軽度になるとカラ類など閉鎖系を好む種の比率が高かった。土壌動物は、激害で遺体量が多いため個体数も極めて多く、被害が軽度なら少なかった。昆虫・鳥類・土壌動物で被害程度により個体数や種類組成で異なり、被害程度が大きかった林分では個体数や種類は多いが、時間経過とともにこれらは少なくなる傾向があった。

P2B133 モンゴル北部カラマツ林の山火事後の森林構造のモデル化

野堀嘉裕<sup>1</sup>・武田一夫<sup>2</sup>・瀧誠志郎<sup>3</sup>・石田祐宣<sup>4</sup>・Lopez, Larry<sup>1</sup>

<sup>1</sup>山形大学農学部・<sup>2</sup>帯広畜産大学地域環境学研究所部門・<sup>3</sup>秋田県立大学木材高度加工研究所・<sup>4</sup>弘前大学大学院理工学研究科

モンゴル北部のカラマツ林ではしばしば山火事が発生する。森林が再生するまでの間、炭酸ガスの放出が地球温暖化の要因として懸念されている。本報では山火事による森林バイオマスの減少と森林構造の変化を3次元モデルにより明確化した。はじめにD<sup>2</sup>Hと幹重量の関係式を構築した。次に各種の森林について立木の位置やサイズを計測した。そして山火事を4つのタイプに区分した上で森林のバイオマス変動や森林構造の変化をモデル化した。中庸の山火事の場合、バイオマスの一部は失われるものの、種子の供給が確保されるので、森林構造が維持されることがわかった。林床が燃える程度の軽度の山火事の場合、バイオマスの減少は僅かで、樹冠の閉鎖に変化は起こらず後継樹が消失してしまうので、数年後にはバイオマスの増大が予測された。強度の山火事の場合、多くのバイオマスが消失し、消失面積が小さければ周囲の森林からの種子供給により森林が復元されるが、大面積だと長期間森林が再生しないことが予想された。収穫後の山火事の場合、林床に放置された梢や枝が燃料のように燃えるので天然更新の土壌条件が著しく悪化し、長期間森林が再生しない状態が続くと考えられた。



P2B134 海岸林に侵入した広葉樹の種組成とその空間分布

中島有美子・吉崎真司

東京都市大学大学院環境情報学研究所

海岸防災林への新たな植栽種として、各地で広葉樹の植栽が実施されているが、地域によっては植栽木の衰弱・枯死が確認されている。

そこで本研究では、海岸環境下における広葉樹の生育の制御要因を明らかにすることを目的とし、マツ枯れ後の海岸防災林に自然侵入した広葉樹の種組成及び林分構造の調査を行った。

調査はマツ枯れ後、自然侵入した広葉樹が優占する高知県土佐清水市大岐海岸及び、愛知県田原市堀切海岸の海岸防災林において実施した。大岐海岸においては5m×5m~10m×10mのプロットを10区、堀切海岸においては3m×10m~10m×10mのプロットを21区設置し、樹高1.3m以上の木本類を対象に樹種、胸高直径、樹高、汀線からの距離を測定した。

その結果、汀線からの距離に応じて、マサキやトベラ等が優占する高密度な低木林から、ヤブニッケイ、タブノキ等が優占する比較的低密度な高木林へと、種組成及び林分構造が帯状に変化する傾向が確認された。変化の要因としては、風速、飛来塩分・飛砂の到達量等の勾配が考えられ、今後対応関係を詳細に調査する必要がある。

P2B136 ヒノキ人工林ギャップに成立した林床植生の結果が果実食性鳥類を介してシードレインに及ぼす影響

池田德行<sup>1</sup>・小南陽亮<sup>2</sup>・水永博己<sup>3</sup>

<sup>1</sup>静岡大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>静岡大学教育学部・<sup>3</sup>静岡大学農学部

放置された人工林の生態的機能の改善を図るための一つとして人工林内に広葉樹を導入する施策が増加している。育林コストや遺伝的攪乱等の観点から天然更新の利用が増加している。その中でも果実食性鳥類による散布が重要であると言われている。しかし鳥類による種子散布については広葉樹林や人工林、市街地での高木種結実の採食についての報告はあるものの、ギャップ内に発達した低木群落の結実と鳥類の関係を扱った報告は少ない。そこで、ヒノキ人工林内ギャップに発達した低木群落の結実量と鳥類を介するシードレインの関係を明らかにするために研究を行った。

研究は静岡大学附属天竜フィールドのギャップモザイク試験地で行った。2013年12月に試験地にシードトラップを計152個設置し、2014年1月~12月に毎月トラップの内容物から種子を選別、樹種を同定した。また試験地に結実している木本、草本、つる性植物を記載し、結実量を4段階で評価した。2014年9月~12月に計7回、試験地に訪れる野鳥を1日に30分×2回ずつ観察し、種名、場所、滞在時間及び訪鳥回数を記録した。これらのデータをもとに結実状況の鳥類の来訪への影響、鳥類の来訪のシードレインへの影響を解析した。

P2B135 白神山地サンスケ沢ブナ天然林における森林動態

鳥丸 猛<sup>1</sup>・櫻井 創<sup>2</sup>・赤田辰治<sup>2</sup>・石田 清<sup>2</sup>・檜垣大助<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>2</sup>弘前大学農学生命科学部

森林群集では地滑り、台風、積雪などの自然攪乱が時間的・空間的に不均一に発生するため、森林構造は死亡率と加入率が同等となる平衡状態に達することは稀であり、そのような非平衡状態が地域的多様性に影響を及ぼしている。本研究は、小規模地滑り地に成立するブナ天然林の成木群集・樹木個体群の動態と稚樹群集・個体群の空間分布を調査することによって、成木の動態パラメータに影響を及ぼす地形を含む環境要因と稚樹の基礎的な環境要因との属性を解明し、群集の更新プロセスを検討することを目的とした。青森県白神山地サンスケ沢のブナ天然林に設置された約1.1haの固定調査区において、2010年から2014年まで成木（胸高直径5cm以上の幹）の毎木調査、2014年には稚樹（樹高100cm以上かつ胸高直径5cm以下の幹）の毎木調査を実施した。また、2013年には固定調査区内のササとシダの被覆度と林冠状態を調査した。全調査期間にわたる年あたりの成木群集の死亡率は1.26%、加入率は0.66%であった。一方、各年の動態パラメータでは、死亡率が高い年は加入率が低く、死亡率が低い年は加入率が低い傾向にあった。

P2B137 窒素施肥が樹木の繁殖へ与える影響

宮崎祐子<sup>1</sup>・金原悠紀<sup>1</sup>・李 真<sup>2</sup>・長田典之<sup>2</sup>・中路達郎<sup>2</sup>・日浦勉<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科・<sup>2</sup>北海道大学大学院環境科学院

窒素は樹木の生育にとって多量に必要な栄養分の一つで、通常は森林生態系における物質循環過程ではその供給は限られているため、成長を制限する要因の一つとなっている。また近年の研究から、窒素は多くの樹木でみられる数年に一度の間欠的繁殖のメカニズムを説明するための重要な要因であることが分かってきた。本研究では、活発な人間活動によって地球規模での窒素循環が大きく変化していることを反映した窒素施肥実験を行い、樹木の繁殖器官の生産量に与える影響について検討した。

窒素散布は北海道大学苫小牧研究林内のミズナラおよびシラカンバが優占する広葉樹二次林10.63haに対して行った。樹木の開葉前である2013年4月中旬に、無線操縦型の小型ヘリコプターを用いて粒状の尿素を50kg/haとなるように地表面へ散布した。対照区は施肥区と同様の構成樹種を持つ二次林に設定した。同年の開花期から種子落下時期までシードトラップをそれぞれ20基ずつ設置し、落下する全ての繁殖器官を採取した。採取した繁殖器官は乾燥させて樹種毎に数および重量を測定し、施肥区と対照区で繁殖器官の生産量の差を比較して窒素施肥の影響の有無を評価した。

P2B138 マレー半島の低地および丘陵フタバガキ林での乾燥と一斉結実

新山 馨<sup>1</sup>・佐藤 保<sup>2</sup>・八木橋勉<sup>3</sup>・田中憲蔵<sup>4</sup>・飯田滋生<sup>5</sup>・木村勝彦<sup>6</sup>・Azizi, Ripin<sup>7</sup>・Abdul, Rahman Kassim<sup>7</sup>・小杉緑子<sup>8</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所国際連携推進拠点・<sup>2</sup>森林総合研究所森林植生研究領域・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>4</sup>森林総合研究所植物生態研究領域・<sup>5</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>6</sup>福島大学共生システム理工学類・<sup>7</sup>マレーシア森林研究所・<sup>8</sup>京都大学大学院農学研究科

東南アジアの熱帯雨林では、一斉開花とエルニーニョに伴う乾燥の関係が数多く研究されてきた。この発表は、1992年から2012年までの20年間のリタートラップデータを使い、マレー半島の低地および丘陵フタバガキ林での結実現象を検証し、低温や乾燥が一斉開花・結実の誘因となっているのか、また低地フタバガキ林と丘陵フタバガキ林で結実パターンに違いがあるのかを明らかにすることを目的とした。エルニーニョのピーク付近で乾燥と結実は一致することが多く、20年間で最大の結実は低地林では1996年に、丘陵林では1998年に見られた。2002年、2005年の結実年は低地林と丘陵林で一致した。これらの結果、1) 一斉開花・結実は乾燥に誘引される場合が多い、2) 低温のみでは一斉開花・結実に至らない場合も多い、3) 大規模な一斉開花・結実の翌年には続けて一斉開花・結実が起こらない、ことがわかった。しかし乾燥と低温は同時に生じることも多く、またすべての乾燥が一斉開花・結実をもたらすわけではないので、一斉開花現象の解明には、花芽形成の生理的メカニズム、開花遺伝子や貯蔵養分の時系列解析が一層重要となるだろう。

P2B140 山形県内のブナ豊凶とツキノワグマ出没の地域による違い

橋本美里・小山浩正

山形大学農学部

クマの行動に影響を与える一因としてブナの豊凶があげられ、一般に豊作に続く凶作年にクマが人里へ大量出没すると指摘されている。本研究では2003~2014年に山形県内の各地で収集された豊凶データと、クマの捕獲および目撃件数の関係を調べた。前年と当年の凶作指数(凶作林分の割合)の差とクマの捕獲および目撃件数の差には有意な相関がみられた。つまり、県全体としては、豊作の翌年の凶作年にクマの出没が多くなることが示された。一方、2013年にはブナの作柄が林分により異なり、豊作と凶作の地域がみられた(2012と2014年は全ての地域で凶作)。このように2012~2014年は作柄の推移(豊作→凶作、凶作→豊作など)が林分により異なるため、それぞれの地域のクマの出没程度も異なるはずである。2013と2014年に各林分において健全種子数の前年差と県内13の市町村における目撃件数の変化(各地域での目撃件数の年平均からの偏差で評価)の関係調べたところ、前年より種子数が減ると目撃件数は増え、逆に種子数が増えると目撃件数は減る傾向がみられた。このことから、地域ごとにみてもクマの人里への出没はブナの結実の前年からの差に応じて影響を受けていると言える。

P2B139 ブナ科3種(ミズナラ・コナラ・クリ)の雄花生産量と堅果生産量の関係: 軽井沢・長倉山国有林の1年間の事例

高橋一秋<sup>1</sup>・高橋香織<sup>2</sup>

<sup>1</sup>長野大学環境ツーリズム学部・<sup>2</sup>信州大学遺伝子実験部門

ブナ科3種(ミズナラ・コナラ・クリ)の堅果生産量(個体レベル)を予測する要因として、その年の雄花生産量が有効かどうかを検証した。

調査は軽井沢町長倉山国有林の落葉広葉樹林(約20m×200m)で行った。2014年4月~12月にミズナラ(20個体)、コナラ(10個体)、クリ(10個体)の樹冠下に設置したトラップ(開口面積0.5m<sup>2</sup>)を用いて、落下雄花(雄花序+花粉)の乾燥重量および落下堅果の長径カテゴリ別(ミズナラとコナラの場合: 小型[長径<5mm]【未成熟】、中型[5mm≤長径<10mm]【未成熟】、大型[長径≥10mm]【成熟】)の個数を求めた。

落下堅果(3通り: 大型、大型+中型、大型+中型+小型)の個数を目的変数、落下雄花重量、受粉成功に影響を与える同種の近接個体までの距離および半径10m以内の樹冠面積合計を説明変数とする一般化線形モデル(GLM)を作成し、AICによるモデル選択を行った結果、3種ともに目的変数が「大型」の場合にベストモデルが得られた。クリの場合、落下堅果量は落下雄花量と有意な正の効果認められたが、ミズナラとコナラの場合にはむしろ負の効果みられた。近接個体間距離と樹冠面積合計の効果については樹種によって異なった。

P2B141 堅果類の豊凶がツキノワグマの繁殖、利用場所に与える影響

箕口秀夫<sup>1</sup>・東出大志<sup>2</sup>・新野仁崇<sup>3</sup>・杉村純乃<sup>1</sup>

<sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>早稲田大学人間科学学術院・<sup>3</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

近年ツキノワグマ(以下クマと略)による人身、農林業被害が増加、経常的になっている。東北日本では、秋季のクマ出没、目撃件数、さらに目撃されるクマの特徴は、ブナを主とした堅果類の豊凶により変動すると考えられている。そこで、堅果類(ブナ、ミズナラ、コナラ、クリ、オニグルミ、及びトチノキ)の豊凶にともない、①繁殖傾向としてブナ豊作翌年に子グマの出現が多く、②秋季活動域としてブナ豊作時に奥山を、凶作時に里地を利用しているという作業仮説を検証した。調査は、新潟県阿賀町で約20kmの人里-里山-奥山の区間にカメラトラップとシードトラップを連続的に25セット設置し、その場所のクマ利用状況と堅果類の豊凶を明らかにした。

2011年~14年の4年間で、ブナ結実状況は豊作、凶作、並作、そして凶作と変動し、クマは2011、13年には奥山ブナ林を、そして2012、14年には里山から人里にかけてオニグルミ林とコナラ林を、各樹種の堅果成熟、落下時期に合わせて利用していた。また、当歳子グマはブナ結実翌年のみ確認された。これらの結果は作業仮説を支持しているが、ブナ以外の堅果類についての検討も必要であると考えられた。

P2B142 埼玉県入間地域におけるウグイスカグラの cpDNA の多様性

齊藤陽子<sup>1</sup>・Ida Iuh Gede, Nurtjahjah Ningsih<sup>1</sup>・黒河内寛之<sup>2</sup>・井出雄二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>東京大学アジア生物資源環境研究センター

里山は生物の生息の場として重要であるが、個々の生物種の遺伝的多様性の維持に対してどのような役割を果たしているかは分かっていない。本研究は、里山の林床に生育する虫媒鳥散布樹種ウグイスカグラの葉緑体 DNA の多様性の現状を明らかにし、議論の基礎とすることを目的とした。

埼玉県入間地域のウグイスカグラ 8 集団で各 1~6 個体、全 29 個体、また外群として山梨県山中湖村 1 集団 3 個体から葉を採取した。次世代シーケンサーで得たウグイスカグラ葉緑体 DNA シーケンスを元に設計した 3 領域 1552 bp についてこれらの塩基配列を決定した。各個体の塩基配列を比較し、塩基置換および欠失を元にハプロタイプを決定した。また、最節約法によりハプロタイプネットワークを作成した。その結果、全部で 11 個のハプロタイプが検出された。ハプロタイプ 1 (以下 Hap1) は 12 個体、Hap6 は 9 個体で検出され、その他の 9 つのハプロタイプは各 1 個体でしか検出されなかった。Hap1 と Hap6 は 1 塩基置換で遺伝的に近かった。外群は Hap2 と Hap6 が検出され、Hap1 はなかった。1 個体のみを除外し、すべての集団に複数のハプロタイプが存在し、本調査地ではハプロタイプの分布には地域的偏りがなかった。

P2B144 埼玉県所沢市周辺の里山におけるウミズザクラの遺伝構造

康 才明<sup>1</sup>・宮田智浩<sup>1,2</sup>・黒河内寛之<sup>3</sup>・齊藤陽子<sup>1</sup>・井出雄二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>医歯薬出版株式会社・<sup>3</sup>東京大学アジア生物資源環境研究センター

里山は生物の生息の場として重要であるが、個々の生物種の遺伝的多様性の維持に対して果たしている役割は不明である。本研究は、里山に生育する虫媒鳥散布樹種ウミズザクラの遺伝的多様性の現状を明らかにし、議論の基礎とすることを目的とした。

埼玉県入間地域の南北 20 km 東西 15 km の範囲でウミズザクラ集団 19 集団の各 1~25 個体の成木全 259 個体から葉を採取した。10 個体以上採取できた 13 集団のみ多様性解析に用い、その他は遺伝構造解析の際にのみ用いた。解析には次世代シーケンサーを用いて開発した 5 つの核 SSR 遺伝子座を使用した。遺伝的多様性の指数ヘテロ接合体の期待値とアレリックリッチネスを求め、多様性に地域的偏りがあるかを検討した。また近交係数  $F_{IS}$  を求め、遺伝構造を Structure 解析により検証した。その結果、各集団の遺伝的多様性の指数の大小に地域的偏りはなく、全集団とも  $F_{IS}$  が 0 より有意にずれてはならず任意交配集団であると考えられた。一方、Sturcuture 解析の結果、 $K=2$  でジーンプールの地域的な偏りが見られた。これらの結果から、本研究対象地域内の調査集団は任意交配集団である一方、集団間で遺伝子流動の制限があることが示唆された。

P2B143 関東地方のヒメコマツ隔離集団の遺伝的多様性と近交弱勢

磯辺山河<sup>1</sup>・齋藤央嗣<sup>2</sup>・遠藤良太<sup>3</sup>・久本洋子<sup>4</sup>・軽込 勉<sup>4</sup>・逢沢峰昭<sup>5</sup>・大久保達弘<sup>5</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>神奈川県自然環境保全センター・<sup>3</sup>千葉県中部林業事務所・<sup>4</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属千葉演習林・<sup>5</sup>宇都宮大学農学部

千葉県房総丘陵のヒメコマツは、近年の急激な個体数の減少や生育地の分断化により絶滅が危惧されている。成木は 85 個体のみであり、このような集団では、花粉流動が制限され、近親交配による近交弱勢の影響などが懸念される。本研究では房総のヒメコマツ保全に向けて、房総集団と関東の他集団との遺伝的多様性および近交弱勢の程度の比較を行った。関東の 4 集団 (房総、丹沢、北茨城および庚申山) のヒメコマツ成木と稚樹から針葉を採取し、DNA を抽出後、核 DNA の SSR マーカー 4 遺伝子座を用いて、成木の遺伝的多様性、稚樹の親子解析および自殖率の推定を行った。房総の成木の遺伝的多様性は他集団と同程度であった。親子解析の結果、房総では 46 個体の稚樹の両親を特定できた。このうち 28 個体が自殖であり、ほとんどが樹齢 5 年生以下であった。稚樹の自殖率は房総では 65.5% と顕著に高く、他集団では 0~37.0% であった。有効な花粉親数も 1.72 個体と少なく、二親性近親交配の影響も考えられた。以上から、房総集団の成木の遺伝的多様性は維持されているものの、個体数の減少により自殖頻度が増加しており、稚樹の生存に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

P2B145 雌雄異株性低木種ヒメアオキの性特異的遺伝マーカーの開発

齋藤 晶<sup>1</sup>・赤田辰治<sup>2</sup>・西谷信一郎<sup>3</sup>・松下通也<sup>4</sup>・永松 大<sup>5</sup>・鳥丸 猛<sup>6</sup>

<sup>1</sup>弘前大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>弘前大学農学生命科学部・<sup>3</sup>大阪府立箕面東高等学校・<sup>4</sup>森林総研林木育セ・<sup>5</sup>鳥取大学地域・<sup>6</sup>三重大学大学院生物資源学研究所

雌雄異株性の植物種では、生産された種子のうち雄と雌の割合 (性比) が次世代の繁殖イベントに影響を及ぼすため、種子や実生などの生活史初期段階において個体の性を把握することは現地内保全を目指す上で重要な基礎データを提供する。本研究は、日本海側ブナ林の植生を特徴づける常緑性の雌雄異株低木であるヒメアオキを対象に選び、雌雄を識別する遺伝マーカーの開発を試みた。RDA 法を用いて雄に特異的なゲノム領域を探索した結果、雄性稔性回復遺伝子と高い相同性を示すフラグメントが得られた。この塩基配列を基に多数のプライマーを作製して青森県白神山地のヒメアオキ集団を用いたスクリーニングを実施したところ、雄特異的なバンドを示すものが認められたため、プライマーの改良を重ねて明確なバンドを示す SCAR マーカーを開発した。さらに、本報告では開発された SCAR マーカーを日本各地から収集したヒメアオキの雌雄のサンプルに適用して性を識別できる遺伝マーカーとしての有効性を検討するとともに、4 倍性植物であるヒメアオキの染色体観察を行い、性染色体の有無およびそれらの構成について検討する。

## P2B146 日本産樹木 DNA バーコードの分解能

吉村研介<sup>1</sup>・鈴木節子<sup>1</sup>・能城修一<sup>2</sup>・勝木俊雄<sup>3</sup>・吉丸博志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林遺伝研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所木材特性研究領域・<sup>3</sup>森林総合研究所多摩森林科学園

DNA バーコーディングは、特定の遺伝子領域の短い塩基配列 (DNA バーコード) で生物種の同定を行う方法であり、植物では、2009 年に葉緑体 DNA の rbcL 部分配列と matK 部分配列を DNA バーコードの標準とすることを決められている。日本産樹木を対象として rbcL 部分配列と matK 部分配列ならびに trnH-psbA 遺伝子間領域の DNA 配列を解析した。rbcL 部分配列 + matK 部分配列 (725 種) で、69%、rbcL 部分配列 + trnH-psbA 遺伝子間領域 (899 種) で、71%、3つの領域を併せた場合 (683 種) は 77% の同定能力があった。しかしながら、常緑性カシ類、クスノキ科、クルミ科の一部などで、標準的な DNA バーコードでは属の識別も困難な場合があることが判った。比較的、種分化が速い場合や、イントログレッションや葉緑体キャプチャが起こった場合は、DNA バーコードは短い塩基配列しか解析しないため、標準的な DNA バーコードでは限界があり、そのような分類群については別の方法を併用する必要がある。

## P2B148 ヤクタネゴヨウの衰退と保全— 20 年間のモニタリング結果から—

金谷整一<sup>1</sup>・手塚賢至<sup>2</sup>・池亀寛治<sup>3</sup>・秋庭満輝<sup>4</sup>・中村克典<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>屋久島・ヤクタネゴヨウ調査隊・<sup>3</sup>種子島・ヤクタネゴヨウ保全の会・<sup>4</sup>森林総合研究所・<sup>5</sup>森林総合研究所東北支所

レッドデータブックで「絶滅危惧 IB 類」とされるヤクタネゴヨウ (屋久・種子・五葉: *Pinus armandii* var. *amamiana*) は、屋久島で 2,000 個体、種子島で 300 個体ほどが自生しているとされるマツ属の常緑高木である。個体数が少ないヤクタネゴヨウに対し、自生地内外で適切な保全策実施のため、自生地における個体群動態等の情報の蓄積が重要である。

本報告では、屋久島および種子島の各地に分布する合計 518 個体 (樹高 1.3m 以上、屋久島: 190 個体、種子島: 328 個体) のモニタリング調査結果を基にした衰退状況を整理し、保全策について議論した。期間中の枯死個体数は、屋久島で 30 個体 (15.8%)、種子島で 137 個体 (41.8%) であり、枯死要因は屋久島では主に被陰や根返りであったが、種子島では 62 個体 (45.3%) がマツ材線虫病であった。種子島においてマツ材線虫病対策で伐倒駆除ならびに殺線虫剤の樹幹注入を実施した個体群では、同病被害による枯死は大幅に減少した。このことから、マツ材線虫病への適切な対応が、ヤクタネゴヨウの自生地保全において重要かつ効果的であることが示唆された。

## P2B147 絶滅危惧種ハナノキの自生地における近縁外来種アメリカハナノキの植栽混入

菊地 賢<sup>1</sup>・金指あや子<sup>1</sup>・大曾根陽子<sup>1</sup>・澤田與之<sup>2</sup>・野村勝重<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>シデコブシと自然が好きな会・<sup>3</sup>みどりの会

ハナノキは、東海丘陵地域に生育する落葉高木で、絶滅危惧Ⅱ類に指定されているが、自生地では街路樹としてよく植栽されている。近年、こうした植栽木の中に北米原産の近縁種アメリカハナノキとみられる個体が混入し、一部で実生が定着している実態が明らかとなった。近縁外来種は競争だけでなく、浸透性交雑など、生殖を介しても影響を与えるため、在来種の存続に深刻な影響を与える可能性がある。そこで、植栽されたアメリカハナノキがハナノキに及ぼす侵入リスクの評価を試みた。その結果、生理生態特性の解析から、アメリカハナノキは暗条件下でハナノキより高い光合成速度を示した。また、交配試験から、ハナノキとアメリカハナノキとが交雑可能であることが明らかとなり、さらに、雑種種子は交配組み合わせによって休眠性をほとんど持たず、即発芽が可能であることが分かった。これらのことはハナノキ林分の林床においてアメリカハナノキが高い侵入リスクを持つ可能性を示している。今後、アメリカハナノキの侵入拡大を未然に防除するため、早急に植栽混入の現状を究明し、生物学的侵入リスクを生態・遺伝・生理等の面から詳細に評価する必要がある。

## P2B149 埋土種子を活用した石灰石鉱山捨石堆積場の緑化試験

松木佐和子

岩手大学農学部

近年、法面や鉱山採掘跡地等の緑化は、景観への配慮や植生回復の速さだけを重視するのではなく、郷土種や元々現場に生育していた植物や表土を利用するなどして、自然生態系への負の影響を可能な限り抑える緑化が推奨されている。本調査地である岩手県気仙地域には、石灰石の採掘時に造成される捨石堆積場が複数個存在する。しかし本調査地とした N 堆積場 (約 8ha) では、一度は苗木植栽による緑化が試みられたものの、堆積完了から 10 年以上経過した今も木本類はほとんど生育していない。一方で近隣には、国の天然記念物イヌワシの生息が確認されているが、近年その繁殖率は減少の一途をたどっている。このため、我々は堆積場を元々の植生 (落葉広葉樹二次林) に回復させるのではなく、かつて北上山地に広く分布していたイヌワシの狩場として最適と言われる粗放的な草原 (半自然草原) を堆積場に創出することを目的とし、その基礎情報を集めるためにいくつかの調査研究を行って来た。その中でも今回は、堆積場周辺の森林表土に含まれる埋土種子を活用した緑化が、どのような条件であれば堆積場で可能であるかを検証した操作実験の結果について報告する。

P2B150 モンゴル最北部・フブスグル湖集水域における年輪垂直分布の気候変動応答性

武田一夫<sup>1</sup>・野堀嘉裕<sup>2</sup>・Larry Lopez<sup>2</sup>・石田祐宣<sup>3</sup>・小林昂太<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>帯広畜産大学地域環境学研究部門・<sup>2</sup>山形大学農学部・<sup>3</sup>弘前大学大学院理工学研究科

モンゴル北部・フブスグル湖集水域は、7月の気温がタイガ北限に匹敵し、シベリアカラマツ (*Larix sibirica*) の広大な純林を形成している。湖南端にある Hatgal 気象台によると、7月の月平均気温は、平均 11.6°C (1970~1984年) から 13.2°C (1995~2009年) へ 1.6°C 上昇した。こうした気温の変動が樹木の成長に及ぼす影響を調べるため、Hatgal 北方 20 km の斜面で気温の垂直分布観測と併せて、湖面 (標高 1645 m) から森林限界 (2300 m) まで標高別の 6 地点、Hatgal (1655 m) の 1 地点、および湖の影響を受けない Hatgal 南西 30 km の森林限界 (2250 m) の 1 地点で、それぞれ年輪コア 40 試料を採取した。コア画像から解析ソフト WinDENDRO で年輪幅を読み、ソフト COFECHA や ARSTAN で標準化した年輪指数 (TRI) を解析した。その結果、夏期の気温逆転層をもたらす湖水効果は湖面から標高 1850 m まで及び、直近 15 年の気温上昇は同標高までの年輪幅変動の振幅を小さくする一方、森林限界の年輪幅変動に湖は影響しないことが判明した。以上から、生育限界の樹木生長は、夏期の冷涼な気温変動に敏感に反応していたが、気温上昇によって生育環境が改善され鈍感な応答に変わったことを示した。

P2B152 由利本荘市加田喜沼湿原の花粉分析に基づく完新世の森林変遷

志知幸治<sup>1</sup>・池田重人<sup>1</sup>・岡本 透<sup>2</sup>・林 竜馬<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>滋賀県立琵琶湖博物館

発表者は、秋田県地方を対象にスギ林が拡大・成立するまでの過程を古生態学的手法により復元し、人間活動がスギ林変遷に及ぼした影響の解明を進めている。本発表では、秋田県南西部地域の森林変遷を明らかにするために、由利本荘市の加田喜沼湿原から採取した全長 10 m のボーリング試料を用いて花粉分析を行った結果を報告する。

9.9 m 深から得られた有機質粘土の放射性炭素による暦年較正値は 11330-11210 年 (2σ) であり、採取コアは完新世初頭からの環境情報を含んでいた。花粉産出状況は、10.0-7.5 m 深ではコナラ亜属やブナ属などの広葉樹花粉が優占していた。しかし、7.5-4.0 m 深では花粉産出は少なく、破損した再堆積とみられる花粉が多かった。スギ花粉は 3.5 m 深から増加し、1.8 m 深で 80% に達した。それ以後ではスギ花粉は減少し、0.8 m 深から二葉型のマツ属花粉が増加した。秋田周辺でのこれまでの花粉分析結果との比較から、広葉樹の優占期は完新世初期から中期、スギの拡大期は完新世後期の森林変遷を示していると推定される。また、近年のマツの拡大は、スギ利用等の人間活動の影響増大の結果と考えられる。

P2B151 気候変動による森林植生への影響評価・検出および適応策の事例

松井哲哉<sup>1</sup>・中尾勝洋<sup>1</sup>・安田正次<sup>1</sup>・中園悦子<sup>1</sup>・津山幾太郎<sup>3</sup>・大橋春香<sup>1</sup>・大丸裕武<sup>2</sup>・小南裕志<sup>4</sup>・田中知行<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所植物生態研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所水保全研究領域・<sup>3</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>4</sup>森林総合研究所関西支所

気候変動は、気温の変化、降水量の変化、積雪量の変化などの気候条件の変化をまねくことが予想される。日本の森林植生の分布は、全国スケールで見ると気温と降水量、積雪などとの関係で決まっているため、長期的には気候変動の影響を受けて潜在生育域などの変化を通して群落構成や構造が変化すると考えられる。分布予測モデルによる 2081~2100 年のシミュレーションでは、高山帯のハイマツや亜高山帯針葉樹のシラビソは温暖化に脆弱であると考えられた。ブナは RCP2.6 シナリオ (3.7°C 上昇) ならば、現在気候の 105,931 km<sup>2</sup> に比べて 123,531 km<sup>2</sup> に増加するが、RCP8.5 (3.7°C 上昇) では 27,037 km<sup>2</sup> に減少が予測された。実際の森林の現場においては、一部で温暖化の影響と考えられる現象が報告されている。茨城県の筑波山では 1960 年代以降のアカガシの分布域の上昇と林冠の拡大および、ブナの衰退が見られる。また北海道ではブナの分布北限は今後も北上する可能性がある。温暖化による森林の適応策を考える場合、人間に係る程度によってモニタリングや保護区の配置見直し、脆弱な地域での植栽などが考えられる。

P2B153 秋田県のスギ天然林における花粉分析結果からみた近世の人為的影響

池田重人<sup>1</sup>・志知幸治<sup>1</sup>・岡本 透<sup>2</sup>・鳥山淳平<sup>1</sup>・林 竜馬<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>滋賀県立琵琶湖博物館

秋田県北部の山地帯上部に生育する桃洞・佐渡スギ天然林の成立過程と人為的影響を明らかにするために、佐渡スギ天然林内 (SDS) および隣接する溪流沿いの谷地 (SDY) で採取した試料の花粉分析を行った。スギ林内の平坦地で採取した 42 cm の土壌試料中には深さ 22-25 cm に、谷地で採取した 80 cm の泥炭を主とする試料中には深さ 54-57 cm に、いずれも約 1100 年前の十和田 a テフラ (To-a) が挟まれており、これらの分析から 1100 年以上の植生変遷過程が復元できる。SDS では、ブナを主とする落葉広葉樹が優勢でスギは 5% に満たない時代から、次第にスギが増加して表層では圧倒的な優勢となる変化を示した。また、SDY でもスギは To-a より下層では低率であったが、次第に増加して表層では 40% 以上となっていた。桃洞スギ林に近い上谷地 (前大会の報告) では、約 500 年前以降にスギが 10% 以下に減少する時代が認められたが、SDS および SDY ではそうした傾向は認められず、近世以降とみられる層位ではスギがさらに優勢となっていた。

## P2B154 江戸時代以降の歴史資料にみる桃洞・佐渡のスギ原生林

岡本 透<sup>1</sup>・池田重人<sup>1</sup>・志知幸治<sup>1</sup>・鳥山淳平<sup>1</sup>・林 竜馬<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>滋賀県滋賀県立琵琶湖博物館

秋田県中央部の森吉山南東部の桃洞地区と佐渡地区に分布するスギ天然林は、1975年に「桃洞・佐渡のスギ原生林」として国の天然記念物に指定された。このうち、佐渡スギ天然林の発生時期は伐根の年輪解析により17世紀後半から18世紀前半頃と推定されている。一方、桃洞スギ天然林は18世紀頃に伐採されたという伝承が伝わっている。このように、2地域のスギ天然林が更新した時期は比較的類似しているようである。ただし、秋田藩の林政・林業記録には桃洞・佐渡スギの取り扱いに関しては記載が確認されていない。一方、江戸時代のこの地域は、南部藩との藩境に近く、鉾山が多く分布していたことから、論争となることが多かった。さらに、秋田藩は正保期、元禄期に国絵図を作成した際、この地域の藩境を誤記したため、享保期に絵図の改訂に必要な現地調査を行い、絵図や文書資料を数多く作成した。本発表では、秋田藩の林政、林業記録に加えて、国絵図や藩境に関連する歴史資料の調査を行い、桃洞・佐渡スギ天然林の描写や記述に注目し、それらの歴史資料が作成された当時の人々の桃洞・佐渡スギ天然林に対する認識について検討した結果を報告する。

## P2B156 愛知県におけるニホンジカの生息環境

石田 朗・江口則和・山下 昇

愛知県森林・林業技術センター

愛知県のニホンジカは、1980年頃には東部の本宮山周辺や北東部の長野県境の限られた地域にのみ生息していたが、その後分布を拡大し、現在では渥美半島や海岸沿いの平野部を除く県東部のほぼ全域で生息が確認されている。また、それに伴い個体数も増加し、農作物や造林木、自然植生への被害が増加している。そこで、本研究では対策を考える上で必要なシカの生息環境を明かにするために、県北東部の豊根村と豊田市で各1ヶ所、県東部の新城市で3ヶ所（作手、塩瀬、上吉田）の計5ヶ所において、日没直後からライトを照らしながら車で低速走行するラインセンサスを平成25年冬、平成26年春、夏、冬の4回実施した。その結果を環境省の5kmメッシュごとに評価したところ、1km当たりの確認頭数は、豊根村、新城市作手、豊田市で多く、とくに豊根村の牧草地のあるメッシュで夏に突出して高かった。どの調査メッシュでも森林率は80%を越えていたが、シカが確認された環境は、牧草地が最も多く、ついで草地、森林、田畑の順であった。愛知県のシカは牧草地や草地に依存している個体が多く、その周辺での対策が重要と考えられる。

## P2B155 九州におけるニホンジカによる森林への影響評価

大橋春香<sup>1</sup>・近藤洋史<sup>2</sup>・小泉 透<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所

近年、全国各地でニホンジカの高密度化による森林への影響が深刻化しており、その影響の定量的な評価が課題となっている。本研究では、九州地方を対象に、森林生態系多様性基礎調査のデータとシカの生息密度の情報を組み合わせ、森林への影響とシカの生息密度および調査プロットの環境条件との関係について解析をおこなった。

樹木の剥皮害の発生率はシカの生息密度の増加に対し、増大する傾向がみられた。このほか、剥皮害の発生率はDBHに対して一山型の反応を示した。特に剥皮害を受けやすい樹種として、ネムノキ、イヌビワなどが挙げられた。

また、シカの生息密度の増大に伴い低木層植被率が低下する傾向がみられた。低木層植被率には標高、最大樹高、ササ・タケ類の有無、傾斜が重要な影響を及ぼしていた。林床被覆率もシカの生息密度の増大に伴い低下する傾向がみられ、ササ・タケ類の有無や傾斜、最大樹高も重要な影響を及ぼしていた。土壌侵食痕は、シカの生息密度の増大に伴い増加する傾向がみられ、傾斜、林種、林床被覆率も重要な影響を及ぼしていた。これらの指標を統合することにより、ニホンジカによる森林への影響の定量的な評価が可能になると考えられた。

## P2B157 市販資材を用いた簡易囲い罠によるニホンジカ誘引捕獲方法の開発

大地純平

山梨県森林総合研究所

ニホンジカの捕獲法は様々な方法が考案されており、それぞれに一長一短がある。本研究では、①誰でも容易に設置・運用が可能な事、②資材の確保が容易な事、③効率的な捕獲が可能な事の三点に注目し、「市販資材を用いた簡易囲い罠によるニホンジカ誘引捕獲」について研究を行った。囲い罠資材はホームセンターや建築資材店等で購入可能な単管パイプ、落下防止ネットなどを用いて、10万円以下の資金で構築できるように設計した。また、オプションとして150m程度離れた場所から監視、ゲート閉鎖を行うことのできる遠隔監視装置を用意した。

囲い罠を用いた誘引・捕獲試験は山梨県南アルプス市高尾の牧場採草地を利用して実施した。ニホンジカ誘引試験では、毎日～週2回（火曜日、金曜日）囲い罠内外にアルファルファを給餌し、採食の様子を自動撮影カメラで記録した。捕獲については、誘引個体数、馴致の様子を確認して適宜実施した。試験結果から、市販資材を用いた簡易囲い罠であっても、ニホンジカ捕獲に耐える十分な性能を確保できること、週2回程度の給餌であっても十分な誘引効果がある事を確認することが出来た。

## P2B158 下北半島のスギ人工林におけるクマ剥ぎ被害の発生傾向

伊藤昌明・土屋 慧・木村公樹

青森県産業技術センター林業研究所

青森県内におけるツキノワグマの分布域は下北半島地域、八甲田山系を中心とする地域及び白神山地・岩木山地の3地域に大別される。これらの分布地域を中心として農林業被害や人身被害が発生している。林業被害は主に下北半島で多発している、スギの樹皮剥ぎ（クマ剥ぎ）被害である。クマ剥ぎを受けたスギは材の表面が菌類等によって変色し、材質が著しく劣化する。また、その被害が甚大な場合は枯死に至る。本研究では、下北半島でみられるクマ剥ぎ被害について、対策に必要な情報収集を目的として、林分及び単木における発生傾向を明らかにすることとした。調査はむつ市、下北郡大間町、風間浦村及び佐井村で平成25、26年に実施した。調査林分に20m×20mの方形区を設定し、その中の全てのスギ立木について、被害の有無、生存枯死、被害部位、被害対策の有無及び胸高直径を記録した。また、方形区の傾度及び斜面方位を調査した。なお調査した林分は81林分、方形区は95区である。各区の立木本数は18～82本であった。また、クマ剥ぎ被害の発生頻度は0.0%～79.2%であり、平均値は14.3%、中央値は7.5%であった。これらを含む被害調査結果より、その被害発生傾向の検討を行う。

## P2B160 愛知県におけるカワウの個体群動態

中島寛文・江口則和・石田 朗・山下 昇

愛知県森林・林業技術センター

カワウ (*Phalacrocorax carbo*) は、大型の魚食性の水鳥であり、森林等に集団でコロニーやねぐらを形成する。コロニーやねぐらの付近では、カワウの活動や糞により、樹木が衰弱・枯死するという被害が生じる。愛知県では、1980年代以降のカワウ個体数の増加に伴い、多くのコロニーやねぐらが形成されたため、カワウによる被害が拡大してきている。その被害を軽減するためには、適切なカワウの個体群管理方針を提言する必要があるが、そのためには、カワウの個体群動態を把握する必要がある。

今回、カワウの個体群動態を把握するために、状態空間モデルを階層ベイズモデルとして構築し、MCMC法で事後分布を推定する方法を用いた。モデルには、環境収容力等のパラメータを組み込み、各コロニーやねぐらにおける個体数の推移の推定を試みた。なお、カワウの個体数データとして、2003年から2012年の10年間、約1-2ヶ月に1回の頻度で、愛知県内のコロニー及びねぐら（計36箇所）においてカワウの個体数を記録したものをを用いた。また、環境収容力等に影響を与え得る環境データの収集には、自然環境情報GIS提供システムを利用した。

## P2B159 奥多摩演習林におけるニホンジカによるニホンジカによる樹木被害の発生傾向

重富翔太<sup>1</sup>・鹿子嶋光<sup>3</sup>・松林尚士<sup>2</sup>・上原 巖<sup>2</sup>・菅原 泉<sup>2</sup>・田中 恵<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院・<sup>2</sup>東京農業大学地域環境科学部・<sup>3</sup>静岡市森林組合

全国でニホンジカによる農林業被害が深刻化している。樹木への剥被害は腐朽や変色の原因となり、材価を大幅に低下させる。そのような林業被害は森林所有者の施業意欲の減退にも繋がっている。これまで様々な防除方法が提案されてきたが、適切な防除方法を選択し効率的な防除を行うためには、被害実態をきちんと把握する事が重要である。東京都西多摩地域はシカによる林業被害が深刻な地域の一つである。東京農業大学奥多摩演習林においても樹木への被害が多く確認されている。そこで演習林内の被害発生状況を把握するために木本植物の剥皮被害を対象とし調査を行った。演習林内に20×20mのプロットを32ヶ所設置し、合計1518本50種を調査対象とした。害は谷部や斜面に比べ尾根部に集中する傾向があった。樹種は50種中37種で被害を確認できた。特にマンサク(71%)、サワグルミ(61%)、リョウブ(50%)、アブラチャン(50%)などにおいて顕著であった。また、今回、一般にニホンジカの不嗜好性植物とされているオオバアサガラ(22%)においても多数の樹皮剥ぎが確認された。

## P2B162 都市域のコナラ堅果に対する虫害

吉田智弘・渋谷惇徳

東京農工大学農学部

都市域では宅地・道路の造成などによって、緑地の分断化や気候の変化が生じており、様々な生物群で群集が都市周辺部から中心部にかけて変化していることが知られている。本研究では、コナラ堅果に対する虫害を指標として、都市化が生物群集に対して直接的・間接的に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。コナラ堅果は年平均気温と正の相関を示すことが報告されていることから、今回は、気温の高い都市中心部（東京駅付近）では堅果サイズは大きく、そのため虫害率は高い、という仮説を検証した。2011年の10月から12月にかけて、東京都内の緑地41地点においてコナラ落下堅果を採集し、それらのサイズを測定後、切開することによって内部状態を調べた。調査の結果、堅果サイズが大きくなるにつれて、虫害率は高く、昆虫の脱出孔数も多くなっていった。しかし、堅果サイズは都市中心部で大きいという傾向はみられず、虫害率も都市中心部からの距離と有意な関係は示されなかった。以上の結果より、都市域のコナラ堅果に対する虫害は、量的特性に関しては都市化の影響がみられなかった。今後はその質的特性（種子食昆虫群集の構成）を調査する必要がある。

## P2B163 高知県内のシキミ葉上におけるコミカンアブラムシとシキミグンバイの発生活長

藤本浩平

高知県高知県立森林技術センター

仏事用切り枝生産を行っているシキミ栽培地において多くみられる吸汁性害虫であるアブラムシおよびグンバイムシの適切な防除のための基礎データ収集として発生活長を調査した。

調査地は標高約 520m に位置する高知県高岡郡津野町のシキミ栽培地である。2013 年 4 月～2014 年 12 月に月 3～4 回、シキミ葉上のコミカンアブラムシおよびシキミグンバイの発生数を確認した。

コミカンアブラムシの発生は新芽展開直後の新葉表面あるいは硬化後の巻いた新葉表面（巻込み面）でみられ、成熟葉ではみられなかった。幼虫、成虫とも発生は 4 月上旬に始まり、1 月下旬までみられた。卵は新葉の葉上あるいは硬化後の巻いた新葉の内側で 11 月中旬から 4 月上旬まで確認された。

シキミグンバイの発生はほとんどが成熟葉の裏側でみられた。まれに成虫が新葉でみられた。幼虫は 4 月下旬から 1 月下旬まで、成虫は 3 月上旬から 2 月上旬までみられた。卵は未確認であるが、孵化直後の幼虫は 4 月上旬に被害葉裏面で確認された。

以上の結果から孵化時期である 4 月上旬および新芽展開時が防除の時期として最適と考察される。

## P2B165 ヤノナミガタチビタムシの薬剤による防除

大澤正嗣

山梨県森林総合研究所

ヤノナミガタチビタムシ (*Trachys yanoi* (Y. Kurosawa)) はケヤキの害虫で、近年、関東～中部にかけて被害が目立っている。この害虫の幼虫はケヤキに潜葉、食害し、被害を受けた葉は早期落葉を起こす。成虫はやはりケヤキ葉を太い葉脈を残して食害する。今回、ヤノナミガタチビタムシの防除の 1 つの選択肢として、薬剤の効果を検討した。ケヤキは大木が多く、薬剤散布が出来ない場合が想定されるため、今回は薬剤として、樹幹に埋め込むアセテート剤カプセルを用いた。薬剤は、本害虫産卵時期初期に、樹幹に孔を開け樹幹内部に挿入した。そして、薬剤施用木と未施用木で本害虫の被害程度を比較し、薬剤の効果を検討した。その結果、施用木では、本害虫の大多数が 1 齢幼虫の段階で死亡し、幼虫の食害は僅かであった。このため、薬剤施用木では、ケヤキの早期落葉は起こらなかった。成虫についても薬剤施用木では、未施用木と比較し、被害はかなり少なく、効果があると思われたが、枝によるバラツキが大きかった。

## P2B164 ジノテフランを樹幹注入した苗畑ブナにおけるブナハバチの防除効果

谷脇 徹<sup>1</sup>・猪野正明<sup>2</sup>・鶴田英人<sup>2</sup>・齋藤央嗣<sup>1</sup>・相原敬次<sup>1</sup>・岡田充弘<sup>3</sup>

<sup>1</sup>神奈川自然環境保全センター・<sup>2</sup>サンケイ化学株式会社・<sup>3</sup>長野県林業総合センター

ブナの葉を食害して枯死・衰弱させるブナハバチの薬剤樹幹注入による防除効果を明らかにするため、神奈川県厚木市と長野県塩尻市の苗畑に生育するブナ若木の樹幹に、植物への浸透移行性が高いジノテフランを展葉直前に注入し、成虫、卵および幼虫の死亡率を調査した。雌成虫による産卵は薬剤注入木において妨げられることはなかった。一方、葉に産み付けられた卵は大部分が孵化せずに黒変して死亡し、一部孵化した 1 齢幼虫もすべてが死亡した。注入木の枝葉を用いて 3～4 齢幼虫を明期 15℃ 14 時間、暗期 5℃ 10 時間の条件で 3 日間飼育したところ、3 齢幼虫はすべて死亡し、4 齢幼虫は大部分が死亡するか麻痺症状を示し、わずかの個体が目立って葉を摂食することなく終齢に達した。薬剤の注入木における葉の変色、注入孔の閉鎖阻害、材の極端な変色拡大といった可視傷害は観察されなかった。本手法はブナハバチに対する高い防除効果が認められ、現地のブナ成木へ適用できる可能性が示された。

## P2B166 秋季に殺菌剤を樹幹注入したスダジイのナラ枯れ予防効果

衣浦晴生<sup>1</sup>・所 雅彦<sup>2</sup>・後藤秀章<sup>3</sup>・猪野正明<sup>4</sup>・廣田智美<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>森林総合研究所森林昆虫研究領域・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>4</sup>サンケイ化学株式会社

2010 年、伊豆諸島でスダジイが集団枯死する被害が発生し、ナラ枯れ病原菌媒介者のカシノナガキクイムシとナラ菌が確認された。そのため、殺菌剤の樹幹注入とナラ菌接種による枯損防止効果判定試験を行い、ナラ枯れ予防薬剤の樹幹注入はスダジイの枯死予防にも効果があることを報告した(衣浦ら、2014)。今回は、通常の注入時期ではなく、秋季の樹幹注入におけるスダジイの枯死予防効果を調査した。

2013 年 11 月、御蔵島里地区スダジイ林において、未被害のスダジイに殺菌剤を樹幹注入し、2014 年 5 月にナラ菌を人工的に接種した後、7 月下旬に伐倒してナラ菌を接種した部分の変色状況や菌類の分離等の調査を行った。また、ナラ菌接種位置の薬剤濃度についても分析した。その結果、ナラ菌の接種試験では、薬剤を注入していない対照区と比較して薬剤注入区ではナラ菌による材変色面積が少なく、変色抑制効果が見られた。また変色域からはナラ菌が再分離された。さらに、ナラ菌接種部位の薬剤濃度と変色量との間に負の相関が見られた。これらの結果より、ナラ類で登録されているナラ枯れ予防樹幹注入剤は、注入時期を秋季にしてもスダジイの枯死予防に効果があることが判った。



## P2B167 殺虫剤の樹幹注入によるカシノナガキクイムシ防除の試み

大橋章博

岐阜県森林研究所

〔目的〕ブナ科樹木萎凋病の予防法としては殺菌剤の樹幹注入処理を行うのが一般的である。しかし、カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）を直接殺虫することはできないため、カシナガの穿孔を防ぐことはできない。また、穿孔生存木に対して有効な防除法はないのが現状である。そこで、浸透移行性の高い殺虫剤の樹幹注入処理による殺虫効果について検討した。

〔方法〕カシナガの穿孔履歴のないコナラ（DBH：10～15 cm）を8本選び、供試木とした。試験区はジノテフラン8%、ジノテフラン10%、アセタミプリドおよび対照区の4処理区とした。薬剤の注入は2014年4月24日に行った。6月25日に供試木を伐採し、薬剤注入部位から50 cm刻みで玉切りして、供試木1本から4本の供試丸太を作成した。乾燥を防ぐため木口をシーリングした。7月4日に丸太の中央部にカシナガ成虫をピペット挿しにより接種した。1週間後にフラスの有無、成虫の生死を調査した。

〔結果〕対照区における穿孔成功率は44%であったのに対し、ジノテフラン8%区47%、ジノテフラン10%区9%、アセタミプリド区21%とジノテフラン10%区で効果が認められた。また、注入部位からの距離との関係は明瞭ではなかった。

## P2B169 立木の幹数や幹径および複数年にわたる樹勢の衰退を考慮したブナ科樹木萎凋病による林分被害量の評価

松浦崇遠・中島春樹

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

ブナ科樹種萎凋病による林分の被害量を、立木の幹数や幹径、カシノナガキクイムシの穿入とその後の樹勢の衰退を考慮して、異なる側面から評価した。富山県内のコナラまたはミズナラを主体とする二次林に、7箇所の調査地を設定した。胸高直径10 cm以上の立木を対象に、被害の発生から沈静化に至るまでの9年間において、枯損の状態を継続して調査した。株立ち木を1個体とした場合と、胸高部位以下の分岐を別個体とした場合の本数枯死率は、株単位で枯死した個体が多く、大きな違いは見られなかった。被害直後の胸高断面積の減少率は、本数枯死率と同程度かこれよりも高く、とりわけ大径木が含まれる林分では高かった。大量穿入の翌年以降に枯死し、年越し枯れが疑われる被害木の本数は、コナラでは当年枯れ木の17～118%、ミズナラでは21～33%に相当した。また、カシノナガキクイムシの穿入が途絶えて以降も、枯死木はわずかながら出現した。以上の結果から、短期的な調査に基づかず本数枯死率のみでは被害量を過小に評価している可能性があり、正確な評価には、現存量の減少率や、複数年にわたる樹勢の衰退を加味した算定が必要であることが示された。

## P2B168 粘着シートを用いたナラ枯れ防除試験（3）

三枝道生<sup>1</sup>・湧嶋 智<sup>2</sup>・池本省吾<sup>3</sup>・林 晋平<sup>4</sup>・杉本博之<sup>5</sup>・橋本道明<sup>6</sup>

<sup>1</sup>岡山県農林水産総合センター森林研究所・<sup>2</sup>広島県立総合技術研究所林業技術センター・<sup>3</sup>鳥取県林業試験場・<sup>4</sup>島根県中山間地域研究センター・<sup>5</sup>山口県農林総合技術センター・<sup>6</sup>アース製薬株式会社

ナラ枯れは、日本海側を中心に全国各地で発生し、中国地方全県でも被害地域が拡大している。これまでナラ枯れの簡易な防除法として粘着シート（アース製薬製）による防除効果を検討し、一定の効果を確認した。前調査から空隙の有無がカシノナガキクイムシの捕獲に影響を与えることが示唆されたため、スパーサーの有無が脱出防止効果に与える影響を調査した。

資材は粘着面が20 cm×100 cmのシート状で不織布製のものを使用した。樹幹と粘着シートに空隙ができるよう、PPロープ（以下、PP）及び金網をスパーサーとして使用し、樹幹に粘着面を内向きに巻いた。対照区は粘着シートを直接貼り付けた。施工後、羽化トラップを設置し、逸出個体を捕獲した。資材への捕虫数と逸出数の合計を総脱出数として捕虫率を算出し、空隙の有無、スパーサーの形状の違いによる脱出防止効果を検討した。

総脱出数が100頭以上で解析した結果、平均捕虫率（最大）は、地際に金網、樹幹部にPPを設置したものが82.9（98.8）%、全体にPPを設置したものが65.0（95.9）%で、対照区が57.7（92.4）%となった。金網とPPを利用したものが、対照区より有意に捕獲率が高くなった。

## P2B170 鹿児島県におけるカシノナガキクイムシ被害林分の経過調査

久保慎也<sup>1</sup>・東 正志<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鹿児島県森林技術総合センター・<sup>2</sup>鹿児島県熊毛支庁林務水産課

カシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus*（以下カシナガ）はナラ・シイ・カシ類の集団枯損の原因となっている糸状菌 *Raffaella quercivora* の媒介者であり、ブナ科樹木に萎凋症状を引き起こす。鹿児島県本土では、近年マテバシイやスダジイなどの葉が萎凋し集団的に枯損する被害が断続的に発生しており、2007年と2010年には県内各地で被害が大発生した。そのほとんどの被害木にはカシナガの穿入孔が確認されているが、この被害木であるマテバシイが後年どのように変化するかを追跡し報告されたものは少ない。そこで、被害が大発生した2010年から、マテバシイの被害発生林分2箇所において単木毎に枯損等の動態調査を行った。調査を行った結果、被害発生当年にカシナガの穿入孔があるにもかかわらず健全であると判断されたものが翌年以降枯損し、また、部分枯損や全枯損と判断されたものが翌年以降部分的に蘇生するものが見られた。

P2B171 長野県におけるおとり丸太によるナラ枯れ防止の検討

岡田充弘<sup>1</sup>・斉藤正一<sup>2</sup>・鈴木直人<sup>3</sup>・三沢晃彦<sup>4</sup>・山田直紀<sup>5</sup>・福島哲也<sup>6</sup>

<sup>1</sup>長野県林業総合センター・<sup>2</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>3</sup>長野県長野地方事務所・<sup>4</sup>長野県松本地方事務所・<sup>5</sup>長野県下伊那地方事務所・<sup>6</sup>長野県木曽地方事務所

【目的】ブナ科樹木萎凋病被害（以下、ナラ枯れ）の被害対策である人工フェロモンを装着したおとり丸太を用いたカシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）誘引防除法は、カシナガの大量誘引後の丸太を活用できる利点がある。そのため、長野県においても現地試験を行い、誘引効果と適用方法の検討を行った。【方法】ナラ枯れ被害が発生しはじめた長野県南部の下伊那売木村と南木曾町のコナラ等広葉樹二次林周辺を試験地とした。試験は、売木村では2012～2014年の3ヶ年、南木曾町では2012～2013年の2ヶ年連続して実施した。試験は、カシナガの発生前にナラ類立木を伐採、玉切りし、被害地近隣の道路沿いなどに集積して、人工フェロモン剤等を装着しておとり丸太とした。調査は、丸太へのカシナガの穿孔数及び周辺立木への穿孔数などについて実施した。【結果】総穿孔数は、集積量が2 m<sup>3</sup>未満の2012年は、売木村が3,599孔、南木曾町が4,792孔で、集積量を4 m<sup>3</sup>以上の2013年、2014年は、売木村が6,237孔、5,300孔、南木曾町が11,607孔であった。このことから、効果的な誘引には一定量以上の丸太集積が必要であることが示唆された。

P2B173 スギ・ヒノキ林の収穫材積に占める材質劣化被害割合の予測

佐藤重穂・松本剛史・宮本和樹  
森林総合研究所四国支所

現在、日本国内の人工林は8-12 齢級の壮齢林が全体の65%を占める。伐期を迎えた人工林を皆伐・再造林するか、長伐期に向けて保育施業を継続するか、森林管理者の選択に委ねられる。従来通りの50-60年伐期で材を収穫する場合と100年程度の長伐期で収穫する場合のどちらが有利か、収穫材積の量を予測することが可能である。一方、収穫材の質についての予測はこれまで行われていない。

日本の主要な造林樹種であるスギ・ヒノキには数種の材質劣化病害虫が発生することが知られ、これらの被害により変色や腐朽の進行した材はB材、C材として扱われる。そこで、齢級の増加に伴ってどのように材質劣化が進むか、主要な病害虫についてモデルを作成して、林分内の被害割合を齢級ごとに推測した。従来型の50年伐期の場合と100年の長伐期の場合を比較し、長伐期では3通りの間伐法の比較を行った。その結果、四国で代表的な材質劣化害虫であるニホンキバチの場合、50年伐期に比べて100年伐期では被害材の割合が1.8倍となり、100年伐期で従来型施業の下層間伐に比べて中層間伐では無被害材の収穫量が0.8倍、無間伐では0.6倍となることが予測された。

P2B172 太平洋型カシノナガキクイムシの誘引物質の探索

所 雅彦<sup>1</sup>・大谷栄徳<sup>2</sup>・衣浦晴生<sup>3</sup>・栗生 剛<sup>2</sup>・加藤 徹<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林昆虫研究領域・<sup>2</sup>和歌山県林業試験場・<sup>3</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>4</sup>静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

ナラ枯れのベクターであるカシノナガキクイムシ（以下カシナガ）には日本海型と太平洋型が存在し、太平洋型カシナガは集合フェロモンは確認されておらず、またカイロモン成分も確認されていない。本研究では、コナラ、コジイ、ウバメガシを用いて研究室において太平洋型カシナガ雄成虫を穿入させ、穿入木から放出されている揮発性成分を吸着剤により捕集し、その成分をGC-MSで分析するとともに、和歌山県田辺市の個体と静岡県浜松市の太平洋型カシナガを用いて、触角の生体電位を用いるGC-EAD法により分析を行った。それぞれの樹種から揮発性成分を比較し、GC-EAD分析で触角に反応した成分に関してY字管を用いた室内行動選択試験でその活性を比較した。

P2B174 マツノマダラカミキリ便乗線虫 *Diplogasteroides* sp.

Natsumi Kanzaki<sup>1</sup>・Gavin C. Woodruff<sup>1</sup>・Mitsuteru Akiba<sup>1</sup>・Noritoshi Maehara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林微生物領域・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所

マツノマダラカミキリ、*Monochamus alternatus* 虫体より、未記載の *Diplogasteroides* 属線虫 (Diplogasteridae 科) が検出された。この線虫は分散型第三期 (耐久型) 幼虫ステージで、カミキリ成虫の交尾器、および産卵管に便乗しており、虫体外では、増殖型ステージとなって細菌食をする。本種はヒゲナガカミキリ、*M. grandis* より分離された *D. andrassyi* に非常に近縁であり、リボソーム RNA 遺伝子の塩基配列では、両種の間、小サブユニット遺伝子 (約 1.7 kb) で1塩基、大サブユニット D2/D3 領域 (約 0.7 kb) で7塩基の違いしかなかった。形態的にも、これら2種は非常に似ており、雄の尾部にあるスパイクの長さ以外に明瞭な差異を見いだすのは難しい。しかし、交配試験では、両種の間には明らかな生殖的隔離が見られ、いわゆる隠蔽種、cryptic species であると考えられた。この2種間の遺伝的な違いは同科内のモデル種とその姉妹種として実験に用いられている *Pristiocyclus pacificus* と *P. exspectatus* のそれよりも格段に小さい。本種の発見は、同科における種内、種間変異を検討する差異の重要な情報となるものと考えられた。

## P2B175 室内飼育したハラアカコブカミキリの産卵の特徴

小坂 肇・高畑義啓

森林総合研究所九州支所

ハラアカコブカミキリは越冬した成虫が春から梅雨にかけて産卵する。このカミキリの発育の特徴を調べるため、適宜成虫を採集して室内で産卵させ、孵化した幼虫を人工飼料で飼育していた。この過程で産卵時期が遅いと幼虫の飼育が困難になる場合があることに気が付いた。この原因を探るためハラアカコブカミキリ成虫を3月から6月まで採集して産卵させ、雌当り産卵数と孵化率を調べた。また、4月と6月に孵化した幼虫を人工飼料で飼育した。その結果、産卵時期が遅いほど雌当り産卵数と孵化率は低下する傾向にあり、その結果得られる孵化幼虫数も少なくなることが明らかになった。また、幼虫の飼育結果では、6月に孵化した幼虫の羽化率は4月に孵化した幼虫に比べて低かった。これらからハラアカコブカミキリの幼虫を飼育するときはなるべく早期に採集した成虫を使うほうがよいと思われた。ただし、このような現象が生じる原因は分からなかった。

## P2B177 高温条件下でのほだ木の休養がシイタケ子実体発生に及ぼす影響

山口 亮・鈴木拓馬・星川健史・山田晋也

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

近年、気温が30℃を超える日が増加しており、自然条件を利用する原木シイタケ栽培では、その影響が懸念される。特に、周年栽培における夏季のほだ木の休養は、温暖化の影響が強く出ると考えられる。そこで、自然条件より高温化させた条件下でほだ木を休養させ、栽培に及ぼす影響について検討した。シイタケ中高温性品種をコナラ原木に接種し、針葉樹林内に伏せ込みほだ化させた。ほだ化させたほだ木を用いて、浸水、子実体採取、休養の順番で複数回繰り返し、発生した子実体の生重量及び個数をほだ木ごとに測定した。休養は遮光ネット下、ガラス室内の遮光ネット下及び加温した遮光温室下（以下、遮光区、ガラス室区、加温区）で行った。ガラス室区では、ほだ木内部温度が遮光区と比較して日平均温度及び日最高温度に差はなく、日最低気温は1℃高かった。子実体の発生量は、遮光区よりも減少した発生回があったが、合計では差は見られなかった。加温区では、ほだ木内部の日平均温度、日最高温度及び日最低温度が遮光区よりも約3℃高かった。発生量は、遮光区と比較して減少した発生回があり、休養後の合計も減少したが、ほだ木1代の合計では差は見られなかった。

## P2B176 キノコ菌床栽培におけるナラ枯れ被害木の影響

上辻久敏・土肥基生・大橋章博

岐阜県森林研究所

ミズナラやコナラ等のブナ科樹木が萎凋枯死する（以下「ナラ枯れ」とする）被害が拡大している。ナラ枯れ被害拡大の原因として、ナラ枯れ樹木の中で、ナラ枯れ病原菌を媒介するカシノナガキクイムシが大量に繁殖し、次年度、新たな感染源となることがあげられる。ナラ枯れ枯死木を利用し林地から新たな感染源を除去することができれば、感染拡大の防止に役立つと考えられる。

そこで、ナラ枯れ被害木をオガコへ粉碎することでの直接的なカシノナガキクイムシ駆除効果もある利用方法としてキノコの菌床栽培へのナラ枯れ被害木の活用について検討した。ナラ枯れ被害の有無とナラ枯れ後の経過期間の影響を調査するため、枯死後すぐに伐採した被害木と枯死後1年を経過して伐採した被害木および無被害の木を比較することでナメコ菌床栽培への影響を調査した。その結果、菌糸蔓延の日数が、枯死後1年を経過した被害木で延長したが、1次発生量には、ナラ枯れ被害の有無は影響しなかった。

## P2B178 ヤブツバキの実の肥大と種子の油含有量

田嶋幸一・黒岩康博

長崎県農林技術開発センター森林研究部門

## P2B179 アオコの増殖を抑制する樹木葉の特徴

土屋竜太<sup>1</sup>・紀平征希<sup>1</sup>・荒木利芳<sup>1</sup>・坂上優子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三重大学社会連携研究センター・<sup>2</sup>三重県上野森林公園

本研究では、種々の樹木葉の抽出液を用いてアオコの増殖抑制を調べ、同時に抽出液に含まれるタンニン・カテキン量を測定し、増殖抑制効果との関連を検討した。

樹木葉は110種の樹木から採取し、乾燥後、蒸留水でオートクレーブしたものを抽出液とした。アオコは *Microcystis aeruginosa* (NIES-88) を用いた。CT培地の入ったマイクロプレートに既知濃度の抽出液とアオコを添加し、明暗12時間、温度25℃、12日間培養した。培養開始時と終了時に蛍光値を測定し、アオコの成長阻害率(%)を求めた。抽出液中のタンニン酸・カテキン濃度はFolindenis法により測定した。

その結果、樹木葉110種のうち、14種は抽出液濃度50mg/Lで、2種は抽出液濃度20mg/Lでアオコの増殖が完全に抑制された。またタンニン酸・カテキン濃度が高くなると成長阻害率も高くなる傾向がみられた。しかしながら、タンニン酸・カテキン濃度が低いにも関わらずアオコの増殖を完全に抑制した種もあった。これらのことからアオコの成長阻害にはタンニンやカテキンだけでなく、それ以外の物質も関与している可能性が示唆された。

**研究発表題目(28日)**  
**(高校生ポスター発表)**

## KP01 生物多様性を守るために

宇久村三世・片桐有乃・渡邊未来

北海道札幌旭丘高等学校

トンボ目は産卵場所が挺水・浮葉植物、水面、草地、泥地などと各種で異なり、同一生息地内でも各種異なる空間的配置を示し、淡水生態系の環境指標に適している(Wildermuth, 1994)。我々は札幌市北区あいの里に造成された雨水調節池(トンネウス沼)の開削作業に10年前から参加し、トンボ相の多様性の維持活動を行っている。トンボ相の多様性を高めるには、どのような植生の水域であれば、どのようなトンボ相の多様性が期待できるかを予測するモデルの作成が大変有用だと考える。1990年からのトンボ相と植生調査の結果、トンボ相の多様性は、浮葉植物群落が被度4割以上であればその影響は少なく、挺水植物群落が被度1.5割以上であると低くなることがわかった。また、開削非実施の年、重機開削の年、手作業開削の年のそれぞれのトンボ相平均多様度指数を比較したところ、手作業の方がトンボ相の多様性を高めるため、できるだけ開削は手作業が良いことがわかった。本研究より、人工的な水域での生物多様性維持には、植生に対して人為的攪乱が必要であり、トンネウス沼の多様性は、毎年行っている地域住民による開削によって維持されていると言える。

## KP03 社寺林を活用する2種の生物、ニホンザリガニ、ヤマコウモリの生息状況について

森林科学科2年 對馬祐也

青森県立五所川原農林高等学校

本校では平成10年から青森県におけるニホンザリガニの生息について、平成17年からはヤマコウモリの生息について調査を実施してきている。両種とも環境省レッドデータブックで絶滅危惧Ⅱ類に指定されている希少種である。調査を進めるにしたがって、この2種が社寺林内を活用して生息していることが判明した。ニホンザリガニは社寺林内に祀られている湧水内に、ヤマコウモリは社寺林を構成する樹木の樹洞に生息していることが複数の場所で確認することができた。青森県内の一般的なニホンザリガニの生息地は自然度の高い溪流の湧水域にある。ヤマコウモリは白神山地のような深山の樹洞に生息していることもあるが、集落内の社寺林に生息していることを数カ所で確認している。社寺林は人間によって管理されているが、生活圏内においては比較的自然度が高い状態が維持されている。しかし、ニホンザリガニは軽微な水質の悪化でも致命的な影響を受けやすいことから、生息することが難しいと考えられるが、津軽地方の数カ所の社寺林内の湧水で生息を確認することができた。人間によって社寺林が適切に管理されることによって生き延びてきたとも考えられる。

## KP02 6500万年前のぬくもりをリビングへ

科学技術科 辻谷甘寧・中川真優

東京都立多摩科学技術高等学校

団地再生、都市計画変更、校舎建替事業などによって廃棄される木材の有効利用方法を模索する。これまで街路樹、記念植樹として多く植えられてきたメタセコイア材は樹齢も30年程度になっており、材としての可能性を持つ。また、街路樹、記念植樹はその特性上、枝打ち等の管理が定期的になされており、生産される国産材として位置づけることができるのではないかと考え、その材としての有用性を物理的考察、化学的考察を行い、さらに廃棄されるメタセコイアを家具材に転用する試みを行う。

## KP04 早春の野幌森林公園におけるアライグマ(*Procyon lotor*)によるエゾサンショウウオ(*Hynobius retardatus*)の捕食状況

科学部所属 平田識穂・大上迪士・佐々木美佳

北海道札幌啓成高等学校

エゾサンショウウオ(*Hynobius retardatus*)は北海道固有種であり、調査地である野幌森林公園の個体群は、北海道レッドデータブック2001で保護に留意すべき地域個体群(Lp)に含まれている。また同地域では1992年に、北米からの特定外来生物アライグマ(*Procyon lotor*)の痕跡が確認され、以降毎年アライグマの生息が確認されている。同地域では、繁殖期に産卵に集まったエゾサンショウウオがアライグマにより捕食されていることが、エゾサンショウウオの被食痕やアライグマの痕跡などの状況証拠から指摘されていたが、その直接的な捕食現場の確認がなされていず課題となっていた。本研究では、2011年~2014年の環境調査、被食痕調査および自動撮影カメラ調査により、早春に野幌森林公園で見られるエゾサンショウウオの被食痕を残した捕食者が、アライグマであることを突き止めた。また、本研究で得られた画像から、アライグマがエゾサンショウウオを捕食する際の行動パターンの解析を試み、“こすり洗い行動”(読売新聞online、2009から語句引用)をすることなどを明らかにした。

## KP05 天然記念物「立田山ヤエクチナシ」を守る！

井上和久・上田夏也・塚原由裕・村上大成

熊本県立第二高等学校

熊本市の立田山では、1920年に一重咲きのクチナシに混じって八重咲きのクチナシ（ヤエクチナシ）が生育することが発見され、1929年に「立田山ヤエクチナシ自生地」として国指定天然記念物に指定された。近年、立田山のクチナシ類に対してオオスカシバ（*Cephonodes hylas*）の幼虫による葉の食害が観察され、枯死に至る場合も見られる。

立田山ヤエクチナシの保全のためには、オオスカシバによるクチナシ類の食害状況やオオスカシバの生態を定量的に調査する必要がある。そこで、森林総合研究所九州支所内に生育しているクチナシ類に観察されるオオスカシバの産卵数、また幼虫のクチナシ類の葉に対する選好性を調べた。産卵数の調査ではヤエクチナシ対クチナシの比率は約10対1であった。また、幼虫の選好性の実験では、ヤエクチナシとクチナシの間には顕著な差が見られなかった。

このことから、ヤエクチナシはクチナシに比べオオスカシバの食害を著しく受けやすいこと、幼虫のクチナシ類の葉に対する選好性がないことを結論づけた。また、オオスカシバの成虫にヤエクチナシに対する選好性があるのではないかと考えた。

## KP07 ササの有効利用—森林バイオマスとしてのササ資源の利用—

森林科学科 森林環境班2年 佐々木大地・佐々木証哉・工藤秀斗

北海道旭川農業高等学校

膨大なササで覆われた北海道の山林。林木蓄積の30%に相当するこのササは、木材に次ぐ森林バイオマスです。しかし、旺盛に繁殖するササは樹木の侵入を妨げ、造林においては保育作業が必要な障害要因です。そこで、ササの需要拡大に結びつく有効利用をみつけ、育林の効率化や下刈り作業の省力化につなげ、林業の再生と森林環境の保全を目指し研究を始め、今年で4年目となりました。これまでの活動で、PDA培地の代用となるササ蒸煮液寒天培地の完成やササ培地を利用した旭川農業高校産オリジナル「ウスヒラタケ」の栽培法を確立しました。今年度は、ササ培地の廃菌床を利用し、薬品を使用しないササ紙づくりに挑戦しました。造林地のササを下刈りし、キノコ栽培に使用した後、その廃菌床を紙の原料にすることで、ササを廃棄することなく有効利用した「ササのゼロエミッション構造」が完成しました。

## KP06 愛知県立安城農林高等学校演習林における森林施業方法の検討

森林環境科 西村恒輝・花村拓都

愛知県立安城農林高等学校

愛知県立安城農林高等学校は、安城市池浦町茶筌木に位置し、農業科、園芸科、生物工学科、食品科学科、森林環境科、動物科学科（2クラス）の6学科、7クラスで、全校生徒824名が在籍する専門高校である。本校の演習林は、毎年全校生徒が保育実習を行ない、健全に管理されている。演習林の施業方法は、法正林施行を採用しているが、近年、植栽木の獣害被害や、集中豪雨による土壌の流出など、皆伐後や植栽後のリスクが高く、さらに、木材の市場価格は依然として低迷し続けていることから、低伐期齢での皆伐のリスクも高い。このようなことから、現在の法正林施業の見直しが求められている。そこで、本校の第一演習林と第二演習林について、林分の林齢分布や過去に使われていた作業道、集材方法を調査し、この演習林に適する森林施業は今後どうあるべきかを検討し、持続可能な社会における森林経営のモデルへ誘導するための方法を考察した。

## KP08 木の大切さを伝えよう—木育教室スタート！—

森林科学科 森林資源活用班 豊岡祐将・前澤 匠・菊地華菜恵・吉田 愛

北海道旭川農業高等学校

木の町「旭川」では家具出荷額、木工関連事業所数が最盛期より半減しており、地域の人に木の魅力を再認識してもらいたいと、3年前から様々な体験活動を始めた。活動4年目となる今年度は、これから地域を担う子供達に木の魅力を改めて伝え地元産業への理解を深めてもらおうと、「木育」活動を実践した。木育ワークショップでは、好きな文字を入れることができる木製ネーム入りキーホルダーを考案し、過去最高の300人を超える方に体験してもらった。木育教室は、地域幼稚園年長組を対象に、季節に合わせた体験型活動で行った。6月は植樹と木製ネームプレートの作成。8月は下枝払い、木のスケッチ、お弁当ピクニック。10月には落葉を使ったプール遊び、お面作り、焼き芋を実施。1月には、冬芽の観察と、フォトフレーム作りを予定している。木育活動を筑波大学看護科学科が提唱している「かわり指標 IRS」を使って評価を行ったところ、園児、高校生双方の社会的能力を上げるのに効果が上がったと判断できた。また北海道の木育マイスターからも高い評価を受けた。成果として、①ワークショップ参加者数を増やせた。②子供達に木の恵みを体感してもらうことができた。

KP09 無葉緑植物ギンリョウソウと外生菌根菌の共生関係 —外生菌根菌を介した地下部ネットワークの解明—

自然科学部

立命館慶祥高等学校

ECMとは樹木の根の周りに付着し、外生菌根という形態を形成する菌類である。ギンリョウソウとは葉緑素を持たないため独自に光合成産物を生産できず、その根に存在するECMを介して樹木から養分を受け取っている植物である。

研究は札幌の平岡公園でギンリョウソウを見つけ、その直下、60cm離れた地点、ギンリョウソウの影響を受けないcontrolの土壌を採取し根と土に分け、それぞれのECMをカウントし、その結果を多変量解析にかけた。また2014年は2013年に1サイトしか行えなかった細分調査を5サイトで行い、ECM群集構造をより細かく調査した。得たECMをDNA解析し、t9がギンリョウソウと直接的に関係を持つベニタケ属であると判明した。

出現頻度、対応分析、細分調査からベニタケ属は絶対数が少なく、ギンリョウソウの真下に現れる傾向があった。その結果から、ベニタケ属はギンリョウソウに養水分を与える一方で、ギンリョウソウから生存しやすい環境を獲得していると考えられる。

一般的に両者の関係は中立といわれているが、2014年の結果は2013年の「両者は相利共生の関係である」ということを裏付け、一般的な中立という考えを否定する一つの要因となった。

KP11 北海道とボルネオ島の泥炭湿地林開発協力の可能性

佐藤咲良

北海道札幌南高等学校

泥炭地とは、植物や動物の死体といった有機物が分解されずに泥炭として堆積した土地のことである。ボルネオ島では低地林中の約10%が泥炭湿地林であり、日本の泥炭地は東北の一部と北海道に集中している。北海道の泥炭地ではヨシやミズゴケ類といった湿性植物が、ボルネオ島では浅い根をもつ樹木が優先種となる。北海道もボルネオ島でも泥炭地のままでの農業利用は難しく、排水による土壌開発を行っている。

KP10 木材加工の技術習得 —ハンドカットログハウスの技法—

森林総合科3年 小島志郎

高知県立高知農業高等学校

長い年月をかけて管理し育ててきた木材を出荷しても、集材コストを差し引くと大幅な赤字なり、徒労感さえ覚えます。そこで、集材以降の加工技術の習得を目指し、地元企業の技術協力も得ながら、様々な木製品の製作に取り組んできました。中でもハンドカットログハウスの技法は、県産材をふんだんに使い、既存の設備で更に付加価値をつけるための加工技術を探りながら辿り着いた技法です。初年度ミニログハウスの製作を通じて得た、ログを削る、ログを積むという技術を応用し、製作したログベンチは、地域の介護施設に寄贈。その後も反響があり、数基の注文がありました。現在は、約6m四方の大きさのログハウスの建築に取り組んでいます。皮を剥いだ丸太の風合いをそのまま生かし、主にチェーンソーとグラインダーを使って削り、一本一本丁寧に仕上げ上げて組んでいく。規格が不揃いな材をうまく利用しながら、隙間なく組み上げるのは容易ではありません。これまでの過程や大事な木材を一瞬のミスで無駄にしてしまうこともあります。材を大切に扱いながら、ミリにこだわり作業をしなければならない、ものづくりの醍醐味を学んでいます。

KP12 カラマツ人工林におけるエゾヤチネズミの発生予察の取り組みについて

森林科学科2年 阿部綾香・木村燈里

北海道帯広農業高等学校

帯広農業高校のある北海道十勝地方では、カラマツは民有林の人工林のうち4分の3を占める大切な資源です。本校でも学校林の人工林12haのうち、10ha弱がカラマツで占められていて、その多くが60年生前後です。しかし、エゾヤチネズミの食害により枯死、樹勢の衰えが見られるものがあり、今後の森林管理の大きな課題となっていることから、被害状況を把握した上で、ネズミの発生予察調査、殺鼠剤散布を6年間行ってきました。食害痕は、立木の38%で見られ、そのうち6%が枯死していました。6年間の予察調査の主な結果としては、本校のエゾヤチネズミの捕獲数の増減の推移は全道的な傾向とほぼ一致すること、殺鼠剤の散布区と対照区での捕獲数の増減に差が見られないことがあげられます。また、食害木の成長量を健全な個体と比較したところ、食害にあった全ての個体の成長が衰えるわけではないと考えられました。これらの取り組みや結果に基づき、エゾヤチネズミの食害にあったカラマツ林の保全方法について提案をめぐります。



## KP13 トドマツ人工林の新たな更新方法の調査・研究

森林科学科 2年 坂井理紀・寺本慎吾・藤沼龍司・村上雅人  
1年 石田直樹・仲川知輝・宮崎優汰・村田義基

北海道岩見沢農業高等学校（森林科学科）

放置されたトドマツ人工林に対して、巻き枯らし間伐を取り入れた人工林の天然更新について検討した。巻き枯らし間伐は樹木を立枯れ木として誘導して林内の光環境を整える間伐方法であり、風倒被害を防ぐことはもとより、立枯れ木を利用する生物種の拡大が望め、生物多様性に特化した森林づくりに適した手法といえる。巻き枯らし間伐後の目視による経過観察では、3ヶ月目くらいから葉が褐色になりはじめた。現在、その後の大きな状態変化はみられていない。樹木が完全に朽ちるには数年あるいは数十年が必要であるが、樹冠の大半を占める葉が早々に落葉することで林内に光が差し込みはじめることは予測できる。また、巻き枯らし間伐の経過観察とともに林内の気象状況（温度環境、土壌水分環境、光環境）を把握するため、近隣にある林内が明るく林床には多くの草木が茂る林分との比較を試みた結果、温度環境に大きな差異はみられなかったが、土壌水分環境と光環境に違いがみられた。以上より、環状剥皮によって樹木の樹勢が弱まることがわかった。さらに、林内の光環境が変わることで次世代を担う更新木が育つために必要な環境を提供することができることも検証できた。

## KP15 鳥たちが教えてくれること—湖山池の環境変化について—

森林科学科 刈田雄太・井上和也・梶川翔二・谷口竜太  
鳥取県立智頭農林高等学校

鳥取県にある「湖山池」は、面積が6.8km<sup>2</sup>の日本最大の池である。以前は淡水湖であったが、昭和58年に日本海への流出河口の付け替え工事が行われ、水質悪化が進んだ。その対策として湖水の塩分濃度をあげる「汽水化」がはかられ、2005年と2012年に実施された。その過程で湖山池周辺の水田の作付状況と植生は変化し、そこに生息する水生生物等への影響が報告されている。そうした中で、2009年より湖岸のアシ原を利用する野鳥の生態調査を行うために、鳥類標識調査を行ってきた。2014年、同様の調査を行うと同時に、あわせて以前に同じ場所で調査を行っていた方から2006年から2008年のデータをお借りし、過去9年間に確認できた鳥種の変化について検討した。調査日数等に変動があるため、個体数等の変化の検討は行わなかった。調査期間中に、確認できた鳥種は79種であり、その中には森林、草原、湿地、アシ原、水辺を生息空間とする種が均等に含まれ、多様な鳥種の生息が確認された。しかし、その中の43種がここ5年間確認されていないことから環境の変化が鳥の生息に影響していることが分かった。

## KP14 産地化をめざしたホンシメジ栽培技術の確立

環境資源科 3年 西岡 海・小笠原英幸・萩田良一・吉田龍哉  
徳島県立三好高等学校

松茸と同じ菌根菌であるホンシメジの人工栽培に、平成18年度から取り組みを始め、数多くの失敗を重ねながら、技術を確立してきました。

今年度私たちが決めた課題は、1回の収穫で廃棄となるホンシメジ菌床培地を、アカマツ林等に埋め込み、林地培養を試みることにし、収穫したホンシメジの市場開拓・マーケティングを行うことの2つの目標とし、研究に取り組んでいます。

数多くの皆さんに、ホンシメジに興味・関心を持って頂き、その希少価値を理解してもらうことはもちろん、校内で栽培・収穫したホンシメジを安定供給することが必要不可欠であると考えています。

今後も県民局、各種研究機関、参画企業等の協力のもと、ホンシメジがシイタケに代わる徳島県の新たな産業となるよう、研究を継続していきます。

## KP16 勝間田高校倉見演習林における森林施業計画の作成と木材評価について

グリーン環境科 3年 岡本拓己・高橋一六・南都健治・岩 明広・官能浩輝  
岡山県立勝間田高校

私たち、グリーン環境科3年生森林緑地類型では、森林・林業に関する学習をしています。1年生では、農業や環境に関する基礎やヒノキの種まき、標準地調査、樹幹投影図製図、

除伐実習、演習林天岩岩（標高1996m）登山などを体験したり学んだりしました。

2年生では、森林科学で林道設計を、林産加工で木材加工やシイタケ栽培を、森林経営では測樹を学びました。

3年生では、スギの精英樹を伐採・測定し、円板を採取し、樹幹解析図製図の作成を行いました。3年生になってすぐの頃から、休日に演習林へ行き、近い将来伐採を予定している森林の毎木調査を行ったり、計算で森林蓄積を予想したりしました。

そんな中で、木材市場で行われる木材品評会に演習林で伐った木材を出品することとなり、毎木調査から伐採・造材・林内搬出まで私たちで取り組み、木材市場での評価を確認しました。また、演習林で調査を行った結果を基にして、演習林の長期施業計画を先生と一緒に考えて作りまし

## KP17 糞食性コガネムシを指標生物とした森林の環境調査—飯能市吾野、梨本地区の放棄スギ林と落葉広葉樹林における糞虫の生態比較—

岩浪 創

筑波大学付属坂戸高等学校

埼玉県飯能市吾野地区の自宅周辺に広がる、放棄スギ人工林の存在に危機感を覚え、林内の環境調査を行いたいと考えた。そこで、放棄スギ人工林の環境を、糞食性コガネムシを指標生物として調査できるか、検証することを目的とした。そのため、採取した糞虫はいつ、何に、どんな場所を好んで飛来するかといった基礎的な生態について明らかにしようと考え、調査を行った。研究方法は、埼玉県飯能市吾野、梨本地区の、放棄スギ人工林と落葉広葉樹林を調査地とした。各林相のけもの道の上に二箇所ずつプロットを設け、そこにシカ糞、タヌキ糞を餌としたベイトトラップを設置し、2014年6月15日から同年8月20日までの毎朝、捕獲した糞虫の種の同定と、個体数の計測を行った。また、調査期間内での最高気温や降水量と、糞虫の飛来数との関係性を調べた。調査の結果、糞虫は、シカ糞よりもタヌキ糞を好み、放棄スギ林よりも落葉広葉樹林を好み、気温が高く乾燥した日に糞に多く飛来する傾向があることが明らかになった。これらの結果を用いて、森林内の糞虫の生息状況を調査することで、その森林の植生や照度などの指標となりえる可能性が考えられた。

## KP19 自作花粉採取装置による連続観測及び飛散源の推定

近藤駿矢・原 智宏・大竹優也

獨協埼玉中学高等学校

スギ・ヒノキ花粉等空中花粉について飛散量と飛散方向について観測を行った。観測期間は2014年2月1日から5月10日まで、24時間ごとに花粉を採取し、検鏡・計数作業をした。観測装置は、ダラム型採取器であり、アクリル板と金属の曲げ板、アルミパイプ、ボルトを用いて自作した。

まず花粉飛散量の変化については、24時間の平均気温と飛散量に相関関係が見られた。一方、気温の10日間移動平均変化と飛散量変化を対比した場合、両者の間に明瞭な相関は確認できなかった。

次に、花粉飛散方向の推定を行った。観測装置は、ダラム型花粉採集器を基として作成した。花粉採取器の周囲をプラスチック板で囲み磁石によってプレパラートが垂直に固定されるようにした。この装置により、16方位から飛来する花粉の採集が可能となる。結果、北西方向に向けたプレパラートに多くの花粉が付着したことから、本校（埼玉県越谷市）の北西の方角に飛散源となる森林がより多く分布していることが判明した。今後、国土地理院の国土数値情報等を用いることで、飛散源となるスギ・ヒノキ林の地図化に取り組む予定である。

## KP18 森林の樹木の根張りの特徴について

環境工学科3年 萩原将平

宮崎県立宮崎農業高等学校

本校は、宮崎の中心部に位置し、創立120年を超える歴史と伝統がある専門学校です。学科で、測量や農業土木といった専門内容を学習していく上で、森林分野に興味を持ち、樹木の根張りについて調べた。「特に、自分が知っている樹木などがどのような特性を持っているか、土中のどのくらいのところまで根が張るのか本やインターネットを利用し調べた。」根の張りの特性には深根性のものと浅根性のものがあり、アカマツやケヤキなどの針葉樹・広葉樹によって大別されていることがわかり、興味を持って自分で樹木の種類別に特徴をまとめ、表を作成した。また砂防の観点から見て、山崩れとの関係を調べた。表層崩壊の場合と深層崩壊の場合は根の深さと張り方はどのようになっているかをグラフにしてまとめた。深層崩壊は根の力と関係がないことが分かった。これらの調査を通してこれから大学に進学する私は、森林の幅広い知識や土砂災害などの砂防のことについて学んでいきたいと思う。

## KP20 薬木の新たな活用法を探る

森林環境科3年 長尾裕太・原 安門・古坂澤也・山下拓真

長野県木曾青峰高等学校

この研究の出発になったのは、演習林の管理（間伐、除伐、下草刈り）です。このような管理は、経済的に見るとかなり負担になる仕事です。植林をして伐採をするまで「山の管理」は「1円にもならない」のです。しかし、この作業を怠ると山が荒れてしまい、日本各地で問題となっている『森林砂漠』と言う事が起きてしまうのです。山の下草刈り、間伐、伐木、枝伐ち、どの作業をとっても、金銭的に保障はないのです。そこで、途中の作業が「金銭的に儲かる」事がないか、と考えたのがこの研究の出発で、不要の「雑木の中で販売できないか」私たちなりに考えました。例えば、本校の演習林に大量に自生しているクロモジです。この木は「爪楊枝」で有名な木ですが、これを新たな発想で「入浴剤として利用できないか」、新たな商品として地元で販売するため「商品化にあたって、地域の企業との連携（タイアップ）ができないか」などと考えました。クロモジに含まれる主な成分は、テルピオネールやリモネンそしてゲラニオールが主な成分とされています。この効能は「ハッカのような香り」「皮膚に抗菌作用」があるとされています。「これを商品化できないか」研究しました。

## KP21 スギのまち「智頭」で私たちにできること

森林科学科 青木那月・岩永創

鳥取県立智頭農林高等学校

鳥取県の南西部、中国山地の山間にある智頭町は歴史ある林業地として全国的に知られている。しかし、町の基幹産業である林業従事者の高齢化が進み、十分な山の管理が行われていない。町内からは、本校生徒を「町の宝」として、若い力を町の活性化に発揮してほしいとの要望がある。本校の森林科学科には、森林業の知識・技術を学び、森林管理を行う森林応用専攻と地元産のスギ材を活用した木材工芸と建築技術を学ぶ木材加工専攻がある。各専攻は地元地域と連携しつつ地域の活性化に向けて様々な取組みを行っている。森林応用専攻は、県が林業地の高密度道路網の方策として進めている「鳥取式作業道」を地元林業家から指導を仰ぎながら演習林内に敷設してきた。木材加工専攻は、地元小学校前のバス停建設、伝統技術「格子」の継承、「曲げわっぱ」の作成などで地元スギ材の活用に取り組んできた。

## KP23 狭山丘陵における二次林構成種の萌芽特性について

生物部 角田周平・岡本泰崇・後藤遼太

海城中学高等学校

狭山丘陵は東京都と埼玉県の境に位置しており、管理が放棄された二次林が多数存在し、遷移が進んでいる。調査地はコナラが主体の二次林であり、その中にミズキ、アカメガシワ、ウワミズザクラなどの落葉広葉樹が生育している。調査を行った場所ではコナラ主体の二次林を萌芽更新するために30m×30mの範囲で2013年の冬季に伐採が行われた。伐採が行われた2ヶ所において、伐採前に成木の胸高直径と樹高を測定し、2014年1月に、伐採された切り株から出ている萌芽の本数、長さ、根元直径、切り株の切断面の高さを測定した。2ヶ所で合計15種、289本の成木とそこから生える萌芽数917本を計測した。仮説として萌芽の数や大きさは成木の生育状況と関係があるのではないかと考えた。萌芽の長さ、根元直径、本数と成木の胸高直径、成木の切断面高さ、成木の樹高の間には顕著な相関は見られなかった。よって萌芽の成長は成木の生育状況に影響を受けない可能性が考えられた。調査地は場所ごとに光の当たり方が異なる可能性があり、それが萌芽の生育に影響を与えることが考えられる。樹木ごとに光の当たり方を調べ、それが萌芽の生育に影響を与えているかは現在調査中であり、このことも発表する予定である。

## KP22 ササラダニ類による山梨県甲府市愛宕山の森の環境評価Ⅱ

自然科学同好会 谷村那子・黒部 楓・佐野真帆・杉原実乃佳

山梨英和高等学校

愛宕山(冷温帯)の森林のササラダニ相の調査を実施し、種多様性、青木(1995)の自然の豊かさ評価、Simpsonの多様度指数等を評価規準として、各々の評価基準を用いて評価を行い森林の総合評価をした。愛宕山南斜面に各々、植生や人の営みの違うA(コナラ・アラカシ混交林)B(コナラ林)C(コナラ林)の3地点を設定し、腐葉層と地表下5cmまでのコドラート(30cm×30cm)土壌から個体をツルグレン装置により抽出した。その結果、種の多様性においては種類の多さ(Richness)や種構成の均等度(Evenness)で大きな値を示した。ササラダニ類の総計は81種で優占種はツヤタマゴダニ(ササラダニ総数の18%密度186頭/m<sup>2</sup>)で以下ナミツブダニ、サカモリコイタダニの順であった。自然林に棲む種から人工環境を好む種まで多様な種組成であった。各地点の自然の豊かさや多様度の大きさはいずれもB地点>A地点>C地点となった。B地点はすべての規準で最も高い値を示し、C地点とは明確な差がみられた。C地点は人による攪乱があり、これもこの森全体のハビタットの多様性を増す要因になっている。愛宕山の森は季節、場所などによって違いはあるが標準的な自然の豊かさや多様性をもつ森である、といえる。

## KP24 都会の高校で森林保全を行う

ISO委員会3年 古賀光涼・松丸亜香音 2年 山内 涼

東京都立つばさ総合高等学校

本校は、2004年3月にISO14001の認証を取得し、以来様々な環境活動に取り組んでいます。取得前に比較し電気使用量は約35%、ごみ排出量は約80%の削減に成功しています。しかし、削減量も頭打ちとなり、新しい活動に取り組む必要を感じていました。今年度、本校で実施している「高校生環境サミット」の開催に伴う「参加者・運営者の移動」、「電気・ガスの使用」による二酸化炭素の余分な排出を、森林保全に取り組むことで創出した二酸化炭素の吸収量(クレジットと呼びます)を購入することで埋め合わせる「カーボン・オフセット」の制度にチャレンジしました。まず「カーボン・オフセット」の仕組みの研究から始め、4つの森林保全団体の活動をメールや電話を使い取材しました。その2つの結果を9月の文化祭や、11月の高校生環境サミットの来場者に説明し、どこの森林保全団体の吸収量を購入することが適切か投票していただき、新潟県の「トキの森プロジェクト」のクレジットの購入を決定しました。私たちは特に森林に携わることのない普通高校の生徒ですが、このような制度を利用することで、都会の高校でも森林保全活動に参加することができました。

# 講演者索引

※発表者の場合、講演番号が太字になっております。

あ					
相川高信	T5-1	足立真理子	<b>P2A022</b>	五十嵐哲也	<b>P2B005</b>
愛甲哲也	T23-1, T23-2, T23-4, <b>T23-5</b>	吾妻直彦	<b>P1B055</b>	五十嵐康記	P2A044, P2A047
相澤州平	T3-5, P2B057, P2B058	阿部 修	I07	井城泰一	P1B059, <b>P1B073</b> , P1B074, P1B089, P1B090, P1B170, P1B171, P2B068
逢沢峰昭	K03, P1B007, P1B034, P1B052, P1B097, P1B100, P1B147, P1B151, P1B153, P1B154, P2B143	阿部和時	P1A034, P1A035	生沢 均	H06, P2A050
相原敬次	P2B164	安倍一博	T9-5	池亀寛治	P2B148
青井夕貴	P1B045, <b>P1B123</b>	阿部俊夫	<b>P2A027</b> , T3-5	池田潔彦	C22, J15, P1B057, P1B071
青木京子	<b>T16-2</b>	阿部友幸	P2A035, P2A037, P2A043, <b>P2B052</b>	池田重人	T26-2, I10, P1B141, P1B150, P1B152, P2B152, <b>P2B153</b> , P2B154
青木 弾	P1B146	阿部葉月	<b>P1B001</b>	池田 潤	<b>P2A029</b>
青木万実	F06, P1A030	安部 久	P1B148	池田 敬	<b>P1B107</b>
青嶋 敏	A08	阿部 真	P1B145	池田虎三	<b>L01</b>
青柳かつら	<b>T22-9</b>	阿部美聡	<b>P1B032</b>	池田則男	P2B030, T8-9
青柳正英	<b>C07</b>	阿部有希子	<b>P1B132</b>	池田德行	<b>P2B136</b>
赤坂卓美	P1B095	安部 豊	<b>I03</b>	池田隼人	P1A031
赤坂宗光	T23-3	雨谷敬史	T1-5	池邑尚毅	<b>P2B037</b>
明石信廣	<b>T27-5</b> , T27-6, P1B105, P1B109	天野智将	<b>T10-7</b>	池本省吾	P1B128, P2B168
赤路康朗	<b>G02</b> , P1B035	雨宮 永	<b>T22-4</b>	蘇 彰宏	<b>P1B054</b>
赤田辰治	P1B020, <b>P2B067</b> , P2B135, P2B145	綾部慈子	<b>P1B160</b>	伊吾田宏正	P1B107, P1B109
赤間亮夫	T26-2, T26-10, P1B145, P1B152	新井志緒	T26-13	石井 彰	J18, J19, J20, J21
赤間慶子	P1B162, T26-11	新井愛那	<b>T12-5</b>	石井宏一郎	<b>P2A023</b>
秋庭満輝	P1B174, <b>P1B175</b> , P1B181, P2B148, P2B174	荒井美香	<b>P1B007</b>	石井利典	P1A052
隅田明洋	F02	新井隆介	P2A036	石井弘明	F01, G05, P1B046, P1B113
秋保開祉	<b>P1B051</b>	新垣拓也	P2A050	石川圭介	T27-7
秋山幸秀	P2A004	荒川みやび	<b>P2B127</b>	石川知明	<b>P1A049</b>
阿久津 瞳	P1A035	荒木利芳	P2B179	石川 実	<b>P2B015</b>
浅香俊紀	<b>P1A024</b>	荒木眞岳	P2B024, <b>P2B051</b>	石川雄一	G05
浅野友子	<b>P2A028</b> , P2A054	有馬聡一	G14	石川佳生	<b>T6-8</b>
浅野亮樹	E04	有賀一広	<b>J03</b>	石川芳治	I08
芦谷竜矢	P2B116	栗屋善雄	<b>C19</b>	石栗 太	P1B147
芦葉弥生	P1A035	安 志榮	<b>T13-5</b>	石崎涼子	<b>A32</b>
東 若菜	F01, <b>P1B113</b>	安藤 信	K07	石田 朗	<b>P2B156</b> , P2B160
麻生 翼	<b>T22-12</b>	安藤正規	<b>P1B106</b>	石田 厚	P1B021, P2B118, T1-6
安宅未央子	P1B025, <b>P1B133</b>	安藤 愛	<b>T22-16</b>	石田 清	<b>G04</b> , P1B018, P1B023, P2B135
安宅美央子	P2B062			石田 健	<b>T26-9</b>
				石田祐宣	P2B133, P2B150
				石田卓也	<b>P1B134</b>
				石田洋二	D01

## い

飯尾淳弘	P1B045, <b>P2B104</b>
飯島勇人	<b>T27-4</b> , P2B129
飯塚和也	P1B153
飯泉厚彦	P1B165
飯田晶子	T23-12
飯田滋生	P2B138, <b>T3-5</b> , T10-3
飯塚和也	P1B092, <b>P1B147</b> , P1B151
飯沼久仁佳	<b>P2B116</b>
家原敏郎	T25-8



内田太郎 P1A046  
 P2A028  
 内之宮光紀 **P1B026**  
 内村慶彦 **P2B049**  
 内山憲太郎 **E03**, P1B067, P2B045  
 内山佳美 P1B137, P2A055  
 宇都木 玄 T3-2, T8-1,  
 T8-2, F09, P1A056,  
 P1B145, P2B027,  
**P2B028**, P2B039  
 内海貴州 P2B082  
 内海真弓 P2B040  
 内海泰弘 F08, T14-3  
 宇野裕之 T27-6, P1B105,  
 P1B109  
 生方正俊 **P1B078**, P1B080,  
 P1B084, P1B086  
 馬田英隆 P2B086  
 宇野女草太 P2A001  
 梅林利弘 **F05**  
 梅村光俊 **P1B158**  
 浦川梨恵子 **H03**, P1B140  
 浦辺幸夫 J22  
 雲野 明 T27-6

え

江草智弘 **P2A055**  
 江口則和 P2B156, P2B160  
 江崎功二郎 **K09**  
 江崎次夫 **P2A034**, P2B083  
 榎木 勉 H03  
 江原 誠 **P1A004**  
 蝦名益仁 **C15**  
 額尔德尼 P2B119  
 遠川千聡 **P1B052**  
 遠藤いづ貴 T13-1, P1B142,  
**P1B149**, P1B156,  
 P2B119  
 遠藤圭太 P1B077, P1B080,  
 P1B092  
 遠藤孝浩 J16  
 遠藤雅貴 **T26-5**, T26-14  
 遠藤祐子 P2A060  
 遠藤良太 P2B143

お

及川洋征 P1B033  
 王 権 P1B022, P1B122,  
 P1B123, P1B124,  
 P2B120, P2B123

王 昭文 **A13**  
 大石康彦 T11-3, **T22-15**  
 大泉 毅 T1-8  
 大浦典子 P2B094  
 大條弘貴 **P2B065**  
 大久保達弘 P1B007, P1B034,  
 P1B052, P1B097,  
 P1B100, P1B147,  
**P1B151**, P1B153,  
 P1B154, P2B143  
 大久保典久 P1B084  
 大久保佑馬 P1B132  
 大河内 勇 **T12-3**  
 大沢 晃 **G09**  
 大澤 晃 T13-3, T13-5  
 大澤直哉 H02  
 大澤裕樹 P1B126  
 大澤正嗣 **P2B165**  
 大島潤一 P1B147  
 大住克博 **D08**, T9-5  
 大曾根陽子 P2B066, **P2B089**,  
 P2B147  
**P2B092**  
 大園享司 P1B145, **P2B007**  
 太田敬之 P1A036, P1A039  
 太田徹志 C09, P2A013  
 太田 浩 P1B164  
 太田望洋 P2A003  
 太田祐子 **P1B174**, P1B175,  
 P1B178, P1B179  
 T27-8  
 大竹正剛 **P2B014**  
 大竹口久美子 **P1B167**, P2B172  
 大谷榮徳 T21-3, T21-4,  
 G06, P2B045, P2B046  
 大谷達也 P1B069, P1B077,  
**P1B080**, P1B092  
 大谷雅人 T4-10, A24, A27,  
**T4-9**  
 大地俊介 P2B129, **P2B157**  
 大地純平 P2B129  
 大津千晶 **A31**  
 大津裕貴 **P1B111**, P2B065,  
 P2B066  
 大塚晃弘 T4-2, **T4-4**,  
 T4-5, T4-7  
 大塚生美 P1B084  
 大塚次郎 T3-4, **P1A062**  
 大塚 大 T22-5  
 大築和彦 P2A038, P2A046,  
 大槻恭一

大手信人 P2A051, P2A060  
 T13-1, H03, P1B140,  
 P1B142, P1B149,  
 P1B156, P2B076,  
 P2B090, P2B119  
 P2A004  
 大西 諒 **H06**, P1B141, P2B089  
 大貫靖浩 **C09**, C13  
 大野勝正 **T6-3**,  
 T6-4, T6-7, C05,  
 P2B011, P2B053,  
 P2B071  
 大場孝裕 T27-7, **T27-8**  
 大庭ゆりか **T26-3**  
 大橋章博 **P2B167**, P2B176  
 大橋伸太 T26-2, P1B141,  
 P1B145, **P1B148**  
 大橋春香 P1B041, P1B049,  
 P2B151, **P2B155**  
 大橋正孝 **T27-7**, T27-8  
 大橋瑞江 T13-1, P1B149,  
 P2B090, **P2B122**  
 大橋義徳 **T6-5**  
 大原偉樹 P2B030, T8-9,  
 T10-5  
 大平敬典 P1B093  
 大平 充 T26-7  
 大平峰子 P1B073, **P1B087**  
 大洞智宏 D09, **P2B006**  
 大宮泰徳 P2B067  
 大森禎子 **H04**  
 大矢信次郎 **T3-4**, P2B029,  
 P2B032  
 大藪崇司 P1B115  
 大類和希 P1A033  
 大類光平 P2B123  
**A21**  
 小笠真由美 **T14-3**, P2B066  
 T26-7  
 岡田健吾 A18, A19  
 岡田秀二 **T26-8**, F03, P1B110  
 岡田直紀 P2B003, P2B164,  
**P2B171**  
 岡田充弘 **I08**  
 岡田康彦 K05  
 岡田龍一 P1B036, P1B037,  
 P1B112, P2B029,  
 P2B032  
 岡野哲郎 P2B081  
 岡平卓巳 P2B087  
 岡部貴美子

岡部憲和	<b>P1B103</b>	織田春紀	P1B086, P1B088	加藤哲哉	P1B099
岡本 隆	P2A027, <b>P2A031</b>	織部雄一郎	P1B082, P1B091	加藤 徹	P2B172
岡本卓也	<b>P2B020</b>	尾張敏章	P1A020, P1A064,	加藤智子	P1B084
岡本 透	P2B152, P2B153,		<b>T10-1</b> , T10-8	加藤知道	P1B125
	<b>P2B154</b>	恩田裕一	T26-1, T26-16,	加藤英寿	P1B069
岡山奈央	<b>P1A014</b>		P2A052, <b>I02</b> , I03,	加藤弘亮	<b>T26-1</b> , P2A052,
小川秀樹	<b>T26-13</b>		P1A038, P1B012,		P2A060
小川みふゆ	T10-6		P2A038, P2A051,	加藤宏有	<b>P1B140</b>
小川みゆき	<b>P2A011</b>		P2A060, P2B091	加藤 真	T16-2
小川結衣	<b>P1A016</b>			加藤正人	T25-6, T25-9,
小川和香奈	T28-10				<b>T25-10</b> , P1A024
沖田総一郎	P1B116, <b>P1B117</b>			加藤幹大	<b>P1B009</b>
荻原 彰	T22-1	香川 聡	P1B148, P2A033	金指あや子	E02, E08, P2B147
沖元洋介	P2B113	角田真一	<b>T8-5</b>	金指 努	P1B158, P1B160
荻原 裕	P1B105	角張嘉孝	P1B022	金澤 瑛	K06
奥田史郎	T8-9, <b>P2B030</b> ,	掛谷亮太	P1A034	金澤洋一	G07
	P2B031	影山寛明	P1B114	金森啓介	<b>P1A012</b>
奥田敏統	T26-3	鹿子嶋 光	P2B159	金森匡彦	P2A005, T25-8
奥田裕規	T8-9	籠谷泰行	<b>P2B132</b>	金山知広	<b>A25</b>
小熊宏之	C18, T25-6	笠原玉青	P2A038, <b>P2A059</b>	鐘ヶ江弘美	E07
奥村智憲	P1A030, P2A042,	梶 光一	P1B107, T23-3	金子真司	T26-2, <b>P1B141</b> ,
	P2A045	加治佐 剛	C09,P1A025,P1B010,		P1B145, P1B150,
奥山洋一郎	<b>T4-5</b>		P1B014, P2A011,		P1B152, P2B089,
小倉 晃	D01, <b>P2A046</b>	柏原美歌	<b>P2A013</b> , P2B070		P2B095
小倉 淳	F15	鹿島 潤	P1B142	金子信博	<b>T26-18</b> , P1B153
小河澄香	<b>P1B162</b> , T26-11	梶村 恒	J04, P1A057	金子 命	<b>H01</b>
長 雄一	T27-6		P1B030, P1B096,	金谷整一	T28-7, <b>P2B148</b>
尾崎勝彦	<b>T24-2</b>	梶本修身	P1B101, P1B172	金原悠紀	P2B137
尾崎研一	<b>T2-1</b> , P1B099,	梶本卓也	T24-7	鹿又秀聡	T8-1, <b>T8-11</b> , A23
	P2B128		T26-2, D03, F09,	壁谷大介	T10-6, D03, F09,
尾崎嘉信	P1B029		<b>P1B145</b> , P1B150,		P1B145, <b>P2B027</b> ,
長田拓也	J05	賈 舒征	P2B051		P2B028
長田典之	P2B137	柏木晴香	<b>G12</b>	鎌倉真依	P2A042, P2A044
小山内 潤	P1B163	柏倉美沙	P1B096, <b>P1B101</b>	上條隆志	P1B012, P1B041
小田智基	H01, H03, P1B140,	梶原大輔	<b>T22-2</b>	紙谷智彦	<b>D11</b> ,P1B002,P1B005,
	P1B156, P2A055,	糟谷信彦	J07, <b>J08</b> , J23		P1B051, P1B136
	<b>P2B076</b>	片井祐介	<b>P2B082</b>	上辻久敏	<b>P2B176</b>
小多祥基	<b>P1B008</b>	片畑伸一郎	T27-7	神村章子	F15
落合夏人	<b>P2B100</b>	片山歩美	P1B118, P1B122	上村佳奈	<b>T25-3</b>
落合幸仁	P1B082, P2B028	片山智行	T13-7, <b>T13-8</b>	上森真広	P1B166
音田高志	P1B035	勝木俊雄	T28-10	神山千穂	<b>T12-8</b>
乙成こずえ	P2B118		P1B061, <b>P2B016</b> ,	香山雅純	<b>P2B042</b>
小野賢二	P1B141, <b>P1B152</b>	勝山正則	P2B146	狩場晴也	<b>J13</b>
小野純一	P2A043		<b>T7-2</b> , P1A030,	狩谷明美	T24-2
小野 司	<b>P1B109</b>		P1A031, P1A032,	鳥山淳平	P1B141
小野雅子	E10	嘉戸昭夫	P1A037, P2A028	軽込 勉	P2B143
小野寺賢介	P1B177	加藤 顕	P2A025	河合清定	<b>P1B110</b>
小長谷啓介	T28-3, <b>T28-4</b>	加藤珠理	C15, <b>C16</b> , C17	河合昌孝	P1B185
小花和宏之	C16, C17	加藤大輔	<b>P1B061</b>	川井祐介	<b>P1B003</b>
小柳信宏	H03	加藤拓人	<b>P1B050</b>	川崎章恵	<b>A02</b> , A03
			P1A033		

川崎達郎	D03, F09, P1B145, P2B027, P2B028	木村恒太	<b>P2A054</b>	倉本哲嗣	E09, E11
川崎晴久	J16	木村光男	P2B033	蔵屋諒丞	F10
川崎雅俊	I03	木村 恵	E03, P1B077, P1B080, P1B092, <b>P2B045</b>	栗田 学	E10, P1B058, P1B059, P1B087, P2B068, P2B073
河瀬麻里	<b>P1A029</b>	木村龍太郎	<b>T24-6</b>	栗林弘樹	P2A003
川田清和	P1B041, P1B068	木山加奈子	<b>T22-10</b>	栗山浩一	<b>T23-9</b>
河鍋直樹	<b>K01</b>	龔 浩	P2A009	栗生 剛	P2B172
川畑真理子	T24-3	玉泉幸一郎	P2B051, P2B064, P2B069	栗栖敏浩	P1B186
河原大陸	<b>J22</b>	清野嘉之	P1B145, P2B105	黒岩康博	P2B178
河原孝行	P1B099, P2B045	雲英真人	<b>P1B190</b>	黒河内寛之	P1B066, P2B142, P2B144
河原輝彦	P2B018	桐林真人	P1A052	Kurokochi, Hiroyuki	P1B070
河守 歩	T26-1			黒田克史	P1B059, P1B148
管 敬	T1-5			黒田慶子	L02, L03, P1B046
神崎菜摘	<b>P2B174</b>				
神澤佑梨	<b>P2B111</b>	草加伸吾	<b>G03</b>		
康 才明	<b>P2B144</b>	草刈皓介	<b>T25-9</b>		
菅野正洋	<b>T23-6</b>	九島宏道	<b>D07, P2B008, P2B009,</b> P2B016		
	<b>き</b>	工藤佳代	F01	小池浩一郎	<b>T5-2, A12, A31,</b> C08
菊地 賢	<b>P2B147</b>	工藤祥子	T27-2	小池伸介	T23-3
菊池俊一	<b>P1A017</b>	工藤伸一	P1B163	小池孝良	T1-2, F04, P1B004, P1B120, P2B055
菊地泰生	<b>T15-1, P1B173,</b> P1B175	工藤 洋	E07	Koike, Takayoshi	T1-3, P2B054
菊池葉香	<b>E01</b>	國崎貴嗣	<b>P2B012</b>	小池征寛	P2B081
木佐貫博光	P1B039, <b>P2B010</b>	國嶋俊輔	P2B067	小泉敬彦	<b>T28-8</b>
北岡 哲	T1-4	久保慎也	<b>P2B170</b>	小泉 透	P1B108, P2B155
北尾光俊	<b>T1-4, F09, P2B066</b>	久保雄広	T23-4, <b>T23-7</b>	小岩俊行	<b>P2A036</b>
来田和人	<b>T8-6, P2B035,</b> P2B036	久保英也	P1B048	香坂 玲	T12-8, <b>T12-9,</b> T12-7
喜多 智	<b>P2B080</b>	久保満佐子	P1B029	幸田圭一	P1B129
北島 博	<b>K03</b>	久保まゆみ	<b>P2A053</b>	上月涼平	<b>C04</b>
北畠琢郎	J10	久保島吉貴	P1B148	河野修一	P2A034, <b>P2B083</b>
北畠 優	<b>P1B093</b>	久保島慶彦	P1B112	黄よう	P1B153
北原文章	T25-8, C26, P1A027, P2A006, <b>P2A017,</b> P2B046	久保田耕平	<b>T16-5, P1B102</b>	興柊克久	<b>A04, A15</b>
北村系子	E01, <b>E02, E07</b>	久保田多余子	<b>P2A033</b>	古川原 聡	F12, F13, P2B074
北村 亮	<b>P1B033</b>	久保田哲也	P1A043	吳 康敏	<b>G13</b>
衣浦晴生	P1B167, P2B062, <b>P2B166, P2B172</b>	久保田七海	C13	國師周平	<b>P2B056</b>
木下晃彦	<b>T28-5</b>	久保田正裕	<b>P1B072, P1B090</b>	國分美華子	<b>P1A034</b>
木下 秋	G02	久保田好枝	P1B169	小坂 泉	P1A035, <b>P2A047</b>
木下峻一	P1B101	窪野高德	<b>P1B181</b>	小坂 肇	P1B180, <b>P2B175</b>
黄瀬佳之	T1-1	久保山裕史	<b>T5-3</b>	小鯖希音	A20
紀平征希	P2B179	熊谷朝臣	T1-7	小島克己	F12, F13
金 錫宇	P2B083	久米 篤	P1B130	小島健一郎	<b>T5-12</b>
木村絵里	<b>P1B049</b>	久米朋宣	P2B122	小島広平	<b>P1B189</b>
木村勝彦	P2B138	蔵治光一郎	T22-1, <b>I01, P2A040</b>	小菅良豪	<b>A01</b>
木村健一郎	P1A013	倉島孝行	P2A009	小杉賢一朗	I05, <b>I06, P2A056</b>
木村公樹	P2B158	倉地奈保子	G09	小杉 純	<b>A14</b>
		倉原雄二	E11	小杉緑子	T13-7, P1A030,
		倉本恵生	P1A056		
		倉本恵生	P1B176		
		倉本恵生	T3-1, T3-2		
		倉本恵生	T3-5, <b>T10-3</b>		



小谷亜由美	P2A042, P2B138	小南陽亮	P2B151	齋藤英樹	C23
小谷英司	H03, P1A036, P1A039	五名美江	P2B136	齋藤秀之	F15, P1B004, P1B009,
小谷二郎	T25-8, P2A006	小向 愛	P2A040		P1B120, P2B055
児玉直美	T9-4, P1B184	小山浩正	P1B120	齋藤 均	E02
小番成将	P2A033		T9-3, P2B106,	齋藤央嗣	P1B057, P2B143,
後藤明日香	P2B132		P2B107, P2B116,		P2B164
後藤純一	P1A010	小渡 太	P2B140	齋藤真己	P1B057, P2B021
	J01, J12, P1A042,	今 博計	A19	齋藤仁志	P1A054, P1A060,
	P1A061		T8-6, P1B078,		P1A062, P1A065
後藤 晋	T10-1, E06, E07	近 雅博	P2B035, P2B036	齋藤仁志	P2A026, P2B029,
後藤多朗	J16	根田遼太	K10		P2B032
後藤秀章	P2B166	近藤昭彦	P2B080, P2B126	齋藤仁志	T3-4
後藤真希	P1B106	近藤 晃	P1B159	齊藤昌宏	T25-2
小西光次	T8-7	近藤大将	P1B071	齊藤幹保	P2B107
小西伴尚	T22-1	近藤 崇	T25-6	齋藤優太	T23-5
小西 哉	P1A065	近藤 司	P1B094	齊藤陽子	P1B055, P1B062,
木庭啓介	P2B076, P2B119	近藤洋史	K01		P1B064, P1B066,
小島祥由	P1B024	近藤雅信	P1B108, P2B155	Saito Yoko	P2B142, P2B144
小濱光弘	P2B029, P2B032	近藤 稔	P2B110	三枝道生	P1B070
小林 修	T22-3		J06, P1A046, P1A048	酒井暁子	P2B168
小林 玄	P1B171			酒井 敦	P1B042
小林昂太	P1B017, P2B150				C26, D04, P1A027,
小林彩香	P2B115	才木真太朗	P1B021, P2B118		P2B045, P2B046
小林繁男	T21-12, G16	三枝信子	C11, F11, H03	酒井明香	T6-3, T6-4,
小林達明	T26-5, T26-14,	齋藤 晶	P2B145		T6-7, C05, J10
	T26-15, T26-16,	齊藤 修	T12-8	酒井孝明	P2B033
	T26-17, P1B159	齋藤 馨	T21-11, T22-7	酒井 武	D07, P1B145, P2B008,
	P1B166	齋藤和彦	P2A018		P2B009
小林徹哉	T22-3	齋藤 哲	D03, F09, P1B145	酒井寿夫	T13-2, C26, P1A061,
小林菜子	T13-1, T26-12,	齋藤 哲	P2B027		P2B046, P2B089,
小林奈通子	P1B149, P1B156	齋藤 哲	T26-2		P2B099
	F10, F11	齊藤 翔	T26-14	酒井秀夫	J17
小林久泰	P1B165, P1B185	齋藤 翔	T26-15, T26-16	境 優	T26-6, T26-7,
小林 誠	D11, P1B002, P1B136	齋藤正一	P2B001, P2B131,		P1B155
小林 真	T7-5		P2B171	酒井佳美	H05
小林正秀	K06	齋藤 大	P1B036, P1B037	榊原厚一	P1A031
小林政広	T26-2, I10, P1B141,	齊藤 隆	T9-6	榊原菜々	P1B027
	P1B150, P2A061	齋藤隆実	P2A051	榊原幸江	P2B106
	P1B127	齋藤隆実	T14-2, P2A060	阪口翔太	T16-3, P1B085
小原 弘	T28-1	齋藤 琢	F10	阪口法明	C13
呉 炳雲	T6-9	齊藤武史	I09	坂口未紗	P1B116, P1B117
古俣寛隆	T26-2, T26-10,	齋藤武史	P2B108	坂口義博	J07
小松雅史	P1B145, F09, P1B150	齋藤辰善	T1-8, P2B079	関下啓誠	J07
	I03	齋藤俊浩	P2A054	佐方啓介	P1A016
小松義隆	T26-6, T26-7,	齊藤丈寛	T3-2, P1A056	阪田匡司	P1B141, P2B084,
五味高志	P1A038, P1B012,	齋藤智之	T3-3		P2B086
	P1B155, P2A028,		T8-7, T10-5, D07,	坂田益朗	T8-5
	P2A038, P2A052	齋藤暖生	P2B008, P2B009	坂上優子	P2B179
小南裕志	G07, P1B133, P2A048,		T22-6, T23-10,	坂本圭児	G02, P1B035
	P2B062,		T23-11	坂本知己	D01

さ

崎尾 均 P1B064  
 崎川哲一 T1-2  
 作田耕太郎 P2B056, P2B121  
 櫻井克年 P2B041  
 櫻井 創 P2B135  
 櫻井 倫 J17  
 笹 賀一郎 P2B077  
 笹川裕史 P2A012  
 佐々木章宏 T24-7  
 佐々木 理 P1B101  
 佐々木重行 P2B038  
 佐々木 駿 P2B066  
 佐々木尚三 T3-1, T3-2,  
 P1A056, P1B176  
 佐々木 伸 P2B132  
 佐々木崇徳 P1B044  
 佐々木達也 P1A053  
 佐々木道子 T26-4  
 笹田敬太郎 A13  
 佐瀬裕之 T1-8, P2B079  
 佐竹暁子 P1B053  
 定行祐李 A15  
 佐藤 明 P1B132  
 佐藤温貴 T27-2, T27-3  
 佐藤 開 P1B025  
 佐藤佳奈子 F06  
 佐藤重穂 C26, K04, P2B046,  
 P2B173  
 佐藤新一 P1B077, P1B084  
 佐藤貴紀 P1A038, P2A044,  
 P2A047, P2A055  
 佐藤孝吉 P2A021, P2A023  
 佐藤 拓 T28-1  
 佐藤辰郎 P2A059  
 佐藤 保 T10-6, T21-2,  
 T25-2, G06, P2B138  
 佐藤直人 G15  
 佐藤宣子 T21-13, A02, A03,  
 A13, P1A001, P1A008  
 佐藤 創 P2A035, P2A043,  
 P2B052  
 佐藤 永 T1-7  
 佐藤浩朗 C08  
 佐藤博文 P1B076  
 佐藤冬樹 T1-2, F04, P2B055,  
 P2B077  
 SATOH, T1-3  
 Fuyuki  
 佐藤 充 T9-3  
 佐藤政宗 T5-5, P2A022

佐藤都子 P1B063  
 佐藤 優 P1B028  
 佐藤里沙 P1A010  
 佐野 薫 P1A010  
 佐野仁香 P1A038  
 佐野貴洋 P2A060  
 佐野滝雄 C09, C13  
 佐野俊和 J18, J19, J20, J21,  
 P1A052  
 佐野真琴 C28, P2A007, P2A009  
 佐橋憲生 P1B174, P1B175  
 佐原奈々美 P1B034  
 鮫島良次 P2A043  
 佐山勝彦 P1B099  
 澤田智志 T10-5  
 澤田直美 T5-9  
 澤田與之 P2B147  
 澤野真治 P2A057, P2A061

し

石 聡 F04  
 塩田廣美 C10  
 塩見真衣 P2B114  
 敷田麻実 T12-1  
 軸丸祥大 L02, L03  
 重富翔太 P2B159  
 重永英年 T8-1, P2B024,  
 P2B026, P2B038,  
 P2B051  
 滋野知大 T27-3  
 静間 清 T26-3  
 志田祐一郎 P1B040  
 志知幸治 P1B141, P1B152,  
 P2A061, P2B152,  
 P2B153, P2B154  
 篠塚賢一 P1B130  
 篠原健司 F14  
 篠原慶規 P1A043, P2A046  
 篠宮和暉 P1A034  
 篠宮佳樹 P2A027, P2A061  
 柴 和宏 P2A030  
 柴田幸治 P2B033  
 柴田昌三 H02  
 柴田晋吾 A22  
 柴田英昭 T13-4, H03, P1B138,  
 P2B101  
 柴田昌俊 P1B040  
 柴田銃江 T8-7, T9-5,  
 T9-6, P2B001,  
 P2B131

芝野博文 P2B081  
 柴原 隆 P2B047  
 芝 正己 T12-4, A29, C25,  
 P1A040, P1B008  
 澁谷 栄 P1B076  
 渋谷惇徳 P2B162  
 渋谷正人 T3-7, P1B004,  
 P1B009, P1B120,  
 P2B055  
 嶋瀬拓也 P1A009  
 島田和則 P2B016  
 島田健一 E08  
 嶋田大作 T23-10, T23-11  
 島田卓哉 T9-6  
 島田律子 P1B174  
 島村咲衣 P1B106  
 清水 晃 P2A050  
 清水香代 P2B003  
 清水邦義 T8-2  
 清水直喜 J05  
 清水裕子 P1A019  
 下窄 聡 T23-8  
 下嶋 聖 G11, P1A018  
 下村彰男 K02  
 下村通誉 P1B099  
 下山泰史 L05, P1B169  
 項 楊 P2A051  
 正垣裕太郎 A03, P1A008  
 庄子 康 T23-4, T23-5,  
 T23-7, T23-9  
 白井 漸 J06, P1A048  
 白井 誠 P1B021, P2B118  
 白石則彦 T5-9  
 白木秀太郎 A11  
 白澤紘明 J02, P1A050, P1A051,  
 P1A054, P1B139  
 白旗 学 P2B050  
 城田徹央 T3-4, P1B036,  
 P1B037, P1B112,  
 P2B029, P2B032  
 申 基澈 P1A032  
 陣川雅樹 T8-1, P1A044,  
 P1A066  
 神宮翔真 P1A015  
 新宅一憲 P2A022  
 新保優美 P1B015

す

須貝杏子 P1B069  
 菅原 泉 P1B098, P1B132,

杉浦克明 P2B159  
 T22-8  
 杉浦奈実 P1B066  
 杉浦佑樹 P1B158  
 杉田久志 T10-5, T10-6, D07,  
 P1A027, P1B145,  
 P2B007, P2B008,  
 P2B009  
 杉原由加子 T8-3  
 杉保亮太 P1B132  
 杉村絢乃 P2B141  
 杉村 乾 T12-6  
 杉本和也 P1A051  
 杉本康平 P2A056  
 杉本記史 P2B077  
 杉本博之 K08, L04, P2B168  
 杉山沙織 P1B068  
 杉山真樹 P1B148  
 洲崎燈子 T22-1  
 冢子光太郎 C02, P2A025  
 鈴木 綾 P1B043  
 鈴木欣一 J09  
 鈴木 圭 P2A012  
 鈴木康司 T24-4  
 鈴木智之 T7-4  
 鈴木 覚 D01  
 鈴木節子 E03, P1B069, P2B146  
 鈴木貴大 K01  
 鈴木拓馬 P2B177  
 鈴木直人 P2B171  
 鈴木 遥 T21-8  
 鈴木秀典 T3-1, P1A044,  
 P1A056, P1A066,  
 P2A017  
 鈴木弘行 T26-14, T26-16,  
 P1B159  
 鈴木雅一 P2A044, P2A047,  
 P2A055  
 鈴木保志 J12, P1A042, P1A061  
 鈴木優輔 P2B055  
 鈴木養樹 P1B148  
 鈴木玲治 P1A002  
 鈴木和次郎 T9-5  
 須藤 博 P1A053  
 隅田臯月 L02, L03, P1B046  
 須山敦行 T26-8  
 陶山佳久 P1B065  
 諏訪鍊平 T8-9, P2B030,  
 P2B031

せ

瀬井龍藏 P1B188  
 清和研二 G01, P1B043, P1B044  
 関 剛 T10-3, P2B103  
 関岡東生 A14  
 関本 均 P1B153  
 関谷信人 T26-12  
 瀬々 潤 F15  
 世見淳一 P1A025  
 曾 継業 G08  
 千木 容 L01  
 仙田徹志 A08

そ

徐 正一 P2A034  
 曹 振興 P2B120  
 曾我昌史 P1B099  
 園原和夏 P2A014  
 染矢 貴 C13  
 宋 鍾碩 T16-3  
 孫 新超 P2A052

た

大丸裕武 P2B151  
 多賀智子 P1B131  
 高居 慶 P1B151  
 鷹尾 元 T21-2, T25-8, C09  
 鷹木香菜 P1A032, P1A037  
 高木麻衣子 P1A035  
 高木正博 G08, P1B015, P2A049,  
 P2B044  
 高木理恵 T13-7  
 高篠和憲 T2-5  
 高嶋敦史 P1B008, P2A050,  
 P2B043  
 高嶋賢二 P1A013  
 高島有哉 P1B073, P2B068  
 高瀬 藍 G11  
 高瀬恵次 P2A046  
 高田克彦 E04, G05, P1B063,  
 P1B076, P2A008  
 高田大輔 T26-12  
 高梨 聡 P2A042, P2A045,  
 P2A048  
 高野 勉 T26-2, P1B145,  
 P1B148  
 高野 毅 T5-12  
 高野 涼 A17  
 高橋あかり P1B006

高橋敦宏 P1B143, P2A058  
 高橋厚裕 T1-7  
 高橋 文 T22-5, P2B004  
 高橋絵里奈 C08, D05, F03  
 高橋香織 P2B139  
 高橋一秋 P2B139  
 高橋和規 T9-5  
 高橋勝利 P2B090  
 高橋健太郎 P1B164  
 高橋さやか D05, F03  
 高橋純子 T26-16, P2A052,  
 P2B091  
 高橋卓也 A08, A09  
 高橋輝昌 T26-5, T26-14,  
 T26-15, T26-16,  
 T26-17  
 高橋與明 P2B110  
 高橋裕史 P1B107  
 高橋 誠 E10, P1B058, P1B059,  
 P1B074, P1B075,  
 P2B068  
 高橋正通 T26-2, H05, I10,  
 P1B141, P1B145,  
 P1B152, P2B095,  
 P2B096  
 高橋正義 T25-2, C23, D07  
 高橋 勇 P2A002  
 高畑義啓 P1B180, P2B175  
 高山範理 T11-1  
 瀧 誠志郎 P2A008, P2B133  
 瀧川雄一 L06  
 瀧澤英紀 P1A033, P1A035,  
 P2A047  
 滝本裕美 D01  
 滝谷美香 T6-2, P2B011  
 武生雅明 G11  
 田口新太郎 A04  
 武 正憲 T23-12, P1A015,  
 P1A016  
 竹内啓恵 T24-3  
 竹内道也 K06  
 竹内典之 D05  
 竹内祐子 T15-2, T28-2,  
 P1B173  
 竹内隆介 P1B128  
 武田一夫 P1B017, P2B133,  
 P2B150  
 竹田晋也 T21-5, T21-6,  
 P1A002  
 Takeda, Shinya P1A003

武田博清	P1B016, P1B024		P2A017		P1B170, P1B171,
武田浩志	P2A002	田中龍聖	P1B173		P2B068
武田博清	P2B111, P2B127	田中龍大	<b>P1B062</b>	垂水亜紀	<b>A26</b> , C26, P2A017
竹田有佑	<b>G07</b>	田中 亘	<b>P1A006</b>	田和佑脩	<b>P1B016</b>
竹中千里	P1B134, P1B146,	谷 晃	T1-5	湯 定欽	P1B066
	P1B153, P1B158,	谷 清	<b>P2B033</b>	丹下 健	T8-3, P1B126
	P1B160	谷 尚樹	<b>T21-3</b> , T21-4,	檀浦正子	T13-3, P1B025,
竹中悠輝	P1A024		P1B053		P2A048
竹松葉子	P2B087	谷 誠	<b>I04</b> , P1A030, P1A031,		
田島華奈子	T24-7		P1A032, P1A037,		
田嶋幸一	<b>P2B178</b>		P1B133, P2A042,		
立川知恵理	K06		P2A051		
立木靖之	T27-2	谷 麻梨恵	P2B063	崔 東壽	T26-4, P1B047,
立花 敏	T4-3, <b>T4-6</b> ,	谷川 潔	P2A003	陳 磊	P1B137, P1B157
	P1A011	谷川東子	T13-6, T28-3,	近口貞介	<b>F02</b>
			P1B188, <b>P2B096</b>	千吉良 治	E09, E11, P1B077
龍原 哲	T5-9, C27, <b>P2A015</b>		P1A048	千代苑加	P1A054
辰巳晋一	<b>T10-8</b>	谷川 誠	P2A050, <b>P2B072</b>	知念良之	<b>A29</b>
田爪和成	<b>A24</b>	谷口真吾	D02, G10, P2B125	千葉 翔	<b>P2B004</b>
立石明子	P2B121	谷口武士	P2B130, <b>P2B164</b>	千葉信隆	P1B082
立石麻紀子	P1B116, P2A038,	谷脇 徹	P1B111, P2B065,	千葉美賀子	P2A022
	P2A049, <b>P2A051</b>	種子田春彦	P2B066	千村知博	T8-8
館野隆之輔	G10, H03, P2B092,		T13-1, T26-12,	常 開	P1B124
	P2B094, <b>P2B097</b> ,	田野井慶太郎	P1B142, P1B149,	張 国盛	P1B031
	P2B125		P1B156	中郡雅一	P1A053
田名網浩貴	I05		<b>P1B039</b>	崔 東壽	P1B033
田中(小田)あゆみ	P2B098, <b>P2B119</b>	田畑早紀	<b>P1B184</b>	張 春花	P1B148
田中和博	P1A022, P1A028,	田端雅進	P2A032	張 萌	<b>P1B126</b>
	P1A047, P1B027	田原口草太	T26-11, <b>F14</b> , P1B162,	全 權雨	P2A034, P2B083
田中克典	P2A044, P2A047	田原 恒	P2B074	智和正明	P1B130
田中勝也	P1B048		P1B145		
田中邦宏	<b>P2A018</b>	田淵隆一	I10		
田中賢治	<b>I11</b>	玉井幸治	P1B004, P1B032,	塚越剛史	P1B178, P1B179
田中憲蔵	D03, P1B145, P2B027,	玉井 裕	P1B129, P1B189,	塚原雅美	<b>P2B025</b> , P2B048
	<b>P2B041</b> , P2B138		P1B190	柘植隆宏	T23-7, T23-9
田中健太	H03	Tamai, Yutaka	P2B054	辻 周真	<b>T25-5</b>
田中 克	<b>P1B173</b>	玉木一郎	<b>T16-1</b> , T16-2,	辻田 茜	<b>T23-4</b>
田中 格	<b>P2B059</b>		T16-3	辻田有紀	T28-5
田中千鶴	<b>P2B115</b>	玉城 聡	<b>P1B082</b> , P1B090	辻野智之	P1B166
田中千尋	T28-2	玉置信之	J07, J08, J23	対馬俊之	<b>T2-4</b> , P1B078
田中永晴	H05, P2B089	玉城佐和	A06	辻村真貴	P1A031
田中延亮	P2A044, P2A047	玉山俊彦	P2A036	辻本克斗	<b>P1B125</b>
田中伸彦	<b>T12-6</b> , P1A014	田村 明	P1B078, <b>P1B086</b> ,	辻本悟志	<b>P1B096</b>
田中信行	T10-6, E02, P2B151		P1B088	辻山善洋	P1B091
田中規夫	P2A035	田村 淳	<b>P2B130</b>	津田高明	T6-3, <b>T6-4</b> ,
田中 浩	<b>T8-1</b> , T10-6,	田村和也	T8-11, <b>A07</b> , A23		T6-7, C05
	P1B145	田村憲司	P2B091	土屋 慧	<b>P1B163</b> , P2B158
田中正臣	P1B104	田村太老	<b>C17</b>	土屋禎治	<b>T2-3</b>
田中 恵	P1B132, P2B159	田村実加	<b>P1B122</b>	土屋俊幸	<b>T23-3</b>
田中洋太郎	<b>P1A037</b>	田村美帆	P1B059, P1B119,	土屋竜太	<b>P2B179</b>
田中良明	P1A044, P1A066,			都築伸行	T8-11, <b>A23</b>

ち

つ

都築勇人	<b>P2B113</b>	所 雅彦	P2B166, <b>P2B172</b>	中川 遼	P1A008
都竹正志	C12, C14, P1A023, P2A001	土志田達治	P1B132	中北 理	<b>I09</b>
堤 剛太	P1B033	杜 盛	G10	中桐恵利華	P1B035
恒川佳世	<b>P1B172</b>	戸田浩人	T23-3, T26-4, H03, P1B033, P1B047, P1B137, P1B157, P2B094	長倉淳子	T26-10, P1B141, P1B162, <b>P2B057</b> , P2B058
経隆 悠	<b>I05</b>	戸塚聡子	P2B025	中越信和	T21-1
経隆 悠	P1B142	外崎真理雄	P1B148	中込秀樹	P2A022
角皆 潤	P1B138	土肥基生	P2B176	長坂晶子	<b>T2-2</b> , P1B129, P2B077, P2B078
坪村美代子	P1B058, P1B059, P2B068, <b>P2B073</b>	飛田博順	T1-4, T8-2, D03, <b>F09</b> , P1B145, P2B031, P2B035, P2B066	長坂 有	T2-2, P1B129, P2B077, <b>P2B078</b>
坪山良夫	<b>I10</b> , P2A061	戸丸信弘	T16-3, P1B050	中澤昌彦	T3-1, P1A053, <b>P1A056</b> , P2A017
津村義彦	T16-2, T21-3, E03, P1B068, P1B085, P2B045	富岡利恵	P1B146	中路達郎	T13-7, P2A042, P2B137
津山幾太郎	T3-1, T10-3, E02, E03, P1A056, P2B151	富田莉奈	P1B165	長島啓子	P1A022, P1A028, <b>P1A047</b> , P1B027
津山孝人	<b>F08</b> , P1B121	富元雅史	J05	中島 皇	<b>T22-18</b>
露木 聡	P1A020, P1A064	富吉満之	<b>T12-2</b> , T12-7, T12-9	中島千嘉	<b>P1A059</b>
TSUYUKI	C20	友澤森彦	T16-4	中島 徹	T5-9
Satoshi		友田 敦	T10-3	中島春樹	P2B169
釣田竜也	P2B093	友成美咲	<b>P1B035</b>	中島寛文	<b>P2B160</b>
鶴崎 幸	<b>P2B038</b>	豊泉恭平	<b>P1A033</b>	中島有美子	<b>P2B134</b>
鶴田健二	P1A030	豊田信行	<b>P2B112</b>	中園悦子	P2B151
鶴田英人	P2B164	鳥居正人	<b>P1B168</b>	永田 明	T12-8
鶴田燃海	<b>E05</b> , P1B054	鳥田宏行	P2A035, P2A037, P2A043, P2B052	中田 誠	H03, P1B131, P2A030
て		鳥丸 猛	P1B020, P1B039, P2B067, <b>P2B135</b> , P2B145	中田了五	P1B086, P1B088
手塚賢至	P2B148	鳥山淳平	<b>P2B098</b> , P2B153, P2B154	中谷正人	P2A022
寺岡行雄	<b>T5-8</b> , P1B014			中坪 稔	<b>P1A039</b>
寺崎竜雄	<b>T23-13</b>			中西麻美	<b>H02</b> , H03, P2B094
寺澤和彦	T6-3, E02, <b>P2B084</b>			中西友子	T26-12
寺澤 慧	P2A050			中西のりこ	P2B130
寺下太郎	T22-3, <b>T22-17</b>			中西弘充	P1A065
寺島一郎	T14-2, P2B065			中根貴雄	I09
寺田 徹	<b>T5-7</b> , T25-5	那 琴	<b>P1B137</b>	永野 惇	E07
寺田文子	<b>T9-2</b>	那 沁	P2B119	中野隆志	G12, P2A048, P2B118
寺本 慧	P1B127	娜 布其	P1B031	中野孝教	P1A032
寺本宗正	<b>G08</b>	小山(中井)	P1B039	長野康之	P1A016
寺本宗政	P1B132	亜理沙		長野龍平	<b>P1A031</b> , P1A037
照井重光	P1B164	永井沙知	P1B033	仲畑 了	<b>T13-3</b>
と		長井聡里	T24-3	長濱和代	<b>T21-11</b>
藤堂千景	<b>P2B017</b>	中井康貴	J07, J08	中原健一	T8-7
藤間 剛	T21-7	長池卓男	P2B018, <b>P2B129</b>	長廣修平	<b>P1B048</b>
當山啓介	<b>P2A019</b>	中尾勝洋	P2B151	永松 大	P2B145
遠國正樹	<b>P1A064</b>	長岡貴子	P1A024	永光輝義	<b>E08</b> , P1B069
富樫一巳	K08	中川孝介	P2B014	中村和彦	<b>T22-7</b>
徳岡良則	<b>P1A013</b>	中川敏法	T8-2	中村克典	P2B148
徳田佐和子	<b>P1B177</b>	中川書子	P1B138	中村健太郎	P2B126
徳地直子	T7-7, H03, P2B100	中川昌彦	<b>P2B011</b>	中村省吾	<b>J14</b>
		中川雄二	P1A064		



春間俊克 P2B124  
半澤綾菜 **P1B116**, P1B117  
番匠晃裕 **P1B064**

ウ

日浦 勉 T13-7, P2B137  
檜垣大助 P2B135  
東 正志 P2B170  
東出大志 P2B141  
東原貴志 T22-2  
久留景吾 T26-1  
久永篤良 P2B063  
久本真大 **A18**  
久本洋子 **E06**, E07, P2B143  
菱 拓雄 H03  
肘井直樹 P1B094, P1B160  
日高 周 G15  
櫃間 岳 T8-7, **T10-4**,  
T10-5, P2B027,  
P2B028  
日野貴文 T27-2, **T27-3**,  
P1B109  
姫野早和 **P2B064**  
百村帝彦 T21-15, P1A004  
比屋根 哲 T22-12  
平井敬三 **T26-10**, H03, P1B141,  
P2B086, P2B089  
平井幹人 **P1A027**  
平井康幸 P2A053  
平尾知士 **T15-3**, E10, P1B058,  
P1B059  
平岡真合乃 P1A038, **P2A038**  
平岡裕一郎 T1-4, E09, E10,  
P1B058, P1B059,  
P1B073, P1B074,  
P1B075, P1B087,  
**P1B089**, P1B090,  
P2B068  
平賀伸夫 T22-1  
枚田邦宏 T12-5, **A20**  
平田雅和 P1A064  
平田泰雅 T21-2, T25-2,  
**T25-7**, C09  
平田令子 D10, P1B010, P1B013,  
P1B015, **P2B044**,  
P1B056  
平舘俊太郎 F14  
平野高司 C11, P1B125, P2B113  
平野克将 T26-14, T26-15,  
**T26-16**, P1B159

平野-竹村文男 T24-2  
平野恭弘 T13-6  
平野悠一郎 **T11-2**  
廣川良輔 J25  
広瀬 農 P1B149  
廣瀬 農 T13-1, T26-12  
廣田智美 P2B166  
弘中 豊 P2B128  
廣部 宗 P2B119, G02, P1B031,  
P1B035

ふ

笛木まな美 P1A047  
深井暁雄 **P1B022**  
深澤啓太 T21-3  
深澤 遊 **T7-1**  
深田英久 D04  
武津英太郎 **E09**, E11, P1B074,  
P1B075, P1B089,  
P2B068  
深谷智史 **K05**  
福井翔宇 **P1B118**  
福井喬史 **P1B129**  
福井忠樹 **P1B020**  
福澤加里部 H03, P1B138  
福沢加里部 P2B077  
福澤加里部 T13-4, **P2B101**  
福沢朋子 **P1B100**  
福士憲司 P2B081  
福島和彦 P1B146  
福島慶太郎 **T7-7**, H03, P1B139,  
P2B094  
福嶋 崇 **A10**  
福島哲也 P2B171  
福田健二 T14-3, F05  
福田夏子 **K02**  
福田有樹 **P1B119**  
福田陽子 P1B086, P1B088  
福地 稔 P2B011  
福本桂子 **P1B014**  
福本浩士 **P2B019**  
福本 壘 T22-7  
福山研二 K10, P1B099  
藤井一至 **T21-7**  
藤井沙耶花 E03  
藤岡裕之 T10-3  
藤岡洋太郎 **T28-6**  
藤掛一郎 T4-9, **T4-10**, A24,  
A27  
藤木大介 **T27-1**

藤澤示弘 P1B057  
藤田早紀 P1B004  
Fujita, Saki P2B054  
藤田儲三 P1A013  
藤田 徹 **P1B186**  
藤田博美 P1B186  
藤田裕史 **C14**  
藤嶽暢英 P2B090  
藤津 哲 P2B056  
藤野大河 **P1B045**, P1B123  
藤平祥孝 T12-9  
藤本浩平 T8-10, **P2B163**  
藤本将光 P2A056  
藤原章雄 **T22-6**, T22-7  
藤原佳奈 D02  
藤原祥平 **P1B114**  
藤原 敬 **A30**  
藤原敬大 **T21-13**  
藤原 健 P1B059, P1B148  
藤原まや **T5-10**, C03  
船坂雪那 P1A059  
船田 良 F01  
古川邦明 P1A044, **P1A046**  
古川 仁 **T28-11**  
古川泰人 P2B014  
古堅 公 H06  
古澤仁美 P1B141, P2B057,  
**P2B058**  
古田朝子 **P2A005**, P2A012  
古本 良 P1B079  
古家直行 T25-8, **P2A006**

へ

ベリングラート P1B033  
木村 園子 ドロテア

ほ

保坂哲朗 P1B053  
星 比呂志 P1B092  
星 美咲 P2B124  
星川健史 **C22**, J15, P1B071,  
P2B177  
星崎和彦 **T9-5**, G05  
星野大介 T9-5, **T21-4**  
星野義延 P1B049  
細井佳久 **P2B060**, P2B061  
細田育広 **P2A057**  
細田和男 **C23**, P2A006  
細田和夫 T25-8  
細田幸介 T26-6

堀田佳那	G05, <b>P1B046</b>	松尾奈緒子	F06, P1A030, P2A044	三浦正嗣	<b>P1B065</b>
堀田紀文	I05, <b>P1B142</b> , P1B156	松木佐和子	<b>P2B149</b>	三浦真弘	<b>P1B074</b> , P1B075,
保原 達	H01	松崎誠司	<b>P2B018</b>		P1B082, P1B089,
堀 和彦	<b>I07</b>	松下幸司	A08, A09, A16		P1B091, P2B068
堀 隆博	G14, J07, J08, J23,	松下通也	P2B145	三木敦朗	<b>P1A060</b> , P1A065
	P2B126	松下範久	T28-1, T28-9	右田千春	D03, P2B027
堀 洋	T24-7	松下 滉	T22-8	三木直子	T14-3, <b>F06</b> , P1B031
堀 靖人	<b>T4-2</b>	松下通也	T9-5, <b>G05</b>	箕口秀夫	P1B028, P1B093,
堀井勇司	P2B077	松下泰幸	P1B146		<b>P2B141</b>
堀尾 健	<b>P1A058</b>	松嶋秀士	I07	三沢晃彦	P2B171
平 春	C11	松田 藍	P2A049	三嶋賢太郎	<b>P1B059</b> , P1B063,
本田量久	P1A014	松田 修	<b>T8-2</b>		P1B119, P2B068
本田謙一	P2A002	松田洋樹	P2A051	水垣 滋	<b>P1B155</b> , P2A028,
		松田陽介	<b>T28-3</b> , T28-4,		P2A053, P2B076
			P1B168, P1B188	水永博己	<b>D09</b> , F07, G02,
			<b>T15-4</b> , E09, E11,		P1B003, P1B019,
			P1B169, P1B171,		P1B045, P1B114,
			P1B172		P1B118, P2B104,
			P2B080		P2B136
		松根健二	K01	水野明洋	<b>T22-11</b>
		松林尚志	P2B159	水野 敬	<b>T24-7</b>
		松林尚士	<b>A11</b>	水野俊一	P1B144
		松原英治	<b>P1A065</b>	水野隆文	<b>P2B117</b>
		松村哲也	<b>T25-1</b>	水山高久	P2A056
		松村直人	P1B061, <b>P1B068</b>	溝上展也	C09, P1A026, P2A011,
		松本麻子	<b>P2A050</b>		P2A013, P2B070
		松本一穂	T8-7	溝口拓朗	<b>P1B013</b>
		松本和馬	T5-10, C03, <b>J25</b> ,	溝口康子	<b>P2A039</b> , P2A041
		松本 武	P1A046	道中哲也	T21-2, <b>P1A005</b>
			<b>K04</b> , P2B173	三樹陽一郎	<b>T8-4</b>
		松本剛史	<b>P1B031</b>	光田 靖	<b>C26</b> , D10, P1A025,
		松本哲也	D01		P1A027, P1B010,
		松元 浩	T12-2		P1B056, P1B089,
		増本弘次	<b>A06</b> , A26		P2A017, P2B044
		松本美香	P1B145	三俣 学	<b>T23-10</b> , T23-11
		松本陽介	P1A014	南 達彦	T10-3
		松本亮三	J07, J08, <b>J23</b>	南野一博	T27-6
		松山知恵	T10-3	峰尾恵人	<b>A16</b>
		真庭利明	I11	峯澤知里	T26-4, <b>P1B157</b>
		眞見和樹	P2B077	三原隆義	J05
		間宮春大	L05, P1B169	三村晴彦	T8-8, D06
		丸 章彦	P2B066, P2B115	宮 久史	<b>C05</b>
		丸田恵美子	P2B060, <b>P2B061</b>	宮城 悠	P2A050
		丸山 E. 毅	P2A046	宮崎和弘	P1B180
		丸山利輔	P1B021	宮崎祐子	G02, <b>P2B137</b>
		丸山 温		宮沢良行	P2B070
				宮下俊一郎	P2A045
				宮下敏男	P2A022
				宮下智弘	P1B080, <b>P1B083</b> ,
					P2B004

ま

み





山田明德	P2B122	山本理恵	T26-14, T26-15,	吉田直哉	P2B130
山田明義	T28-10, T28-11	楊 靈麗	T26-16	吉田夏樹	C12, C14, P1A023,
山田純司	P1A036		F06		P2A001
山田健四	T2-2, P2B053,			吉田博久	T26-13
	P2B084			吉田美佳	T5-11, P1A010
山田 剛	P2B069	兪 晨	T23-1	吉田弓子	P1B064
山田茂樹	T4-7	湯浅 真	E11	吉田嘉雄	A08
山田晋也	T27-8, P1B071,	由井正宏	T5-12	吉田遼人	T27-2, T27-3
	P1B118, P2B177	結城 伸	P2B013	吉竹晋平	F10
山田 健	T3-2, J04, P1A057,	遊川知久	T28-5	吉永秀一郎	P2B095, P2B096
	P2B028	雪廣華歩	P2B010	吉野 聡	P2A020, P2A023
山田 毅	P1B141	雪本晋資	G15	吉藤奈津子	P2A044, P2A047,
山田利博	P1B178, P1B179	湯村昂広	P1B056		P2B122
山田俊弘	T26-3			吉丸博志	P1B061, P1B069,
山田富市	I11				P2B146
山田直紀	P2B171	万木 豊	P1B039	吉村謙一	P1B133, P2B062,
山田浩雄	E11, P1B084, P1B086,	與儀兼三	J18, J19, J20, J21,		P2B118
	P1B088, P1B092	横井秀一	P1A052	吉村研介	P2B146
山田祐彰	P1B033	横尾国治	D06	米 康充	C08, C18
山田祐亮	T25-8, C01, P1A010,	横尾謙一郎	P2B040	米田亜沙美	P1B127
	P2A010	横尾善之	P2B040	米田吉宏	P1B104
山田容三	T3-6, J06, J13,	横田かほり	P2A028	米田令仁	P2B042, P2B109
	J24, P1A059	横田信三	T26-13, P1B161	米持紗希子	P1B045, P1B123,
山中 聡	P2B128	横田康裕	P1B147		P1B124
山中高史	T26-10, T26-11,	横部智浩	T21-15, A28	米山隼佑	P1B005
	P1B162	横山翔一	P1B135	蓬田英俊	P1B081, P2A036
山中典和	D02, G10, P2B119,	横山誠二	P1B047		
	P2B125	吉岡敦之	T10-3		
山中春奈	P1B067	吉岡崇仁	T22-13		
山中 潤	T21-12	吉岡拓如	T7-7	李 真	P2B137
山根正気	P2B122	吉岡崇仁	J11, P1A058	梁 乃申	G08, P1B132
山野邊太郎	P1B082, P1B091	吉岡優一	P1B139	劉 剛	P2B123
山野井克己	P2A039, P2A041	吉川 賢	F07	劉 純暉	J03
山ノ下 卓	F12, F13		T14-1, P1B031,	梁 乃申	F11
山場淳史	J18, J19, J20, J21,		P1B035, P1B115,		
	P1A052		P2B119		
山村 充	P1B143, P1B144,	吉川正人	T23-3	若山 学	P1B104
	P2A058	吉崎真司	P2B134	脇谷すみれ	J24
山本一清	C12, C14, P1A023,	吉田和正	P2B074	涌嶋 智	J18, J19, J20, J21,
	P2A001	吉田茂二郎	C06, P1A026, P2A011		P1A052
山本茂弘	P1B057, P1B071	吉田城治	C01, P1A010, P2A010	湧嶋 智	P2B168
山本進一	T16-3	吉田智佳史	P1A053, P2A017	和嶋隆昌	P2A022
山本拓也	P1A024	吉田剛司	T27-2, T27-3,	鷺見勇貴	P1B097
山本知実	P1B139		P1B107, P1B109	和田一幸	J23
山本伸幸	T4-8	吉田俊也	T7-6, T10-2,	和田 覚	T10-5
山本博一	T21-10, T25-5,		T10-9, C17, P1B001,	和田英雄	P2A043
	T25-11		P1B138	和田佳子	G07
山本浩之	P1A030	吉田智弘	P1B160, P2B162	渡井 純	C22, J15
山本福壽	D02, P1B116, P1B117,	吉田尚生	P1B099	和多田友宏	P1A041, P1A044,
	P1B127, P1B128	吉田尚広	T28-9		P1A046
				渡辺敦史	E10, P1B058, P1B059,



- Kyaw, **P1A001**  
Phone Wai
- L**
- Lee, T21-3  
Soon Leong
- Lee, Chai Ting T21-3
- Lei, P2B031  
Thomas Ting
- Leng, Chivin P1A004, P2A009
- Lenggoro, T1-6  
I. Wuled
- Li, Hao **P1B041**
- Loffredo, T26-1  
Nicolas
- Lopez, Larry P2B133, P2B150
- M**
- Ma, Vuthy P1B010, P2B070
- Majid, Nik P2B079
- Manning, T1-3  
William
- Marryanna, P2A042  
Lion
- Melling, Lulie P2B105
- Meredieu, T25-3  
Céline
- Migliavacca, P2B088  
Mirco
- Mohammed, T21-9  
A.J.
- Mohd Parid, P1A005  
Mamat
- Mr., **T21-6**  
Nyein Chan
- Muhammad, T21-3  
Norwati
- Musa, T21-3  
Samsudin
- N**
- Nafri, P2B087  
Mohamad
- Naiola, Paul B. T14-2
- Ng, Chin Hong T21-3
- Nimpila, P2B042  
Suchat
- Noerdjito, K10  
Woro A
- Noor, **C25**  
Jemali
- Noor, T12-4  
Janatun Jemali
- Noor Azman, P1B053  
Nashatul Zaimah
- Nurtjahjaningsih, **P1B070**  
Ida Luh Gede
- Ida luh Gede, P2B142  
Nurtjajah Ningsih
- O**
- Omar, Hamdan T21-2
- P**
- Pak, Chealy P2A009
- Palihakkara, **T21-9**  
Indika
- Paoletti, Elena T1-3
- Parid, T21-2  
Mamat Mohd
- Parikesit, P1B011
- Park, T13-5  
Byung Bae
- Park, Go Eun T13-5
- Penyan, P1B009  
Sandan
- Piirainen, Sirpa P2B090
- Prior, Lynda P1B085
- R**
- Raharjo, Beni **C24**
- Rakwal, T21-11  
Randeep
- Rejalaga Noguera, T25-2  
Larissa Karina
- Ros, Bandos **T21-1**
- S**
- Shamsuri, T21-4  
Mohammad
- Sichiennopparat, P2B042  
Wilawan
- Siti, Aisha P2A042
- Smith, T28-4  
Matthew E
- Sokh, Heng P1A004, P1A005,  
P1B010, P2B070
- Subodh, T21-11  
Kala Kumar
- Sukartiningsih, T21-7, F12, P1B070  
Sukartiningsih
- Sun, Haotian P2A059
- Sylvain, Dupont T25-3
- T**
- Tantasirin, P2A044, P2A047  
Chatchai
- Thinn, Thinn **P1A003**
- Thuch, Phalla P2A013
- U**
- Undamaa, P2B119  
Jamsran
- Undarmaa, P1B041  
Jamsran
- Uyanga, Ariya G02, P1B035
- V**
- Vacharangkura, P2B042  
Tosporn
- Vega Isuhuaylas, **C21**  
Luis
- Vega Isuhuaylas, T25-2  
Luis Alberto
- W**
- Wan Ahmad, G06  
Wan Mohd Shukri B.
- Warsudi, T21-7  
Warsudi
- Wichiennopparat, P1A006  
Wilawan
- Wong, V.C. **C20**
- Woodruff, P2B174  
Gavin C.
- Y**
- Yishamiding, P2A003  
Kalibinuer
- Yiu, Evonne T12-8
- Yuda, Prawira P1B009
- Yusurum, T21-12  
Jagau
- Z**
- Zamah Shari, G06  
Nur Hajar Bt.

2015年3月13日印刷

2015年3月26日発行

## 第126回日本森林学会大会学術講演集

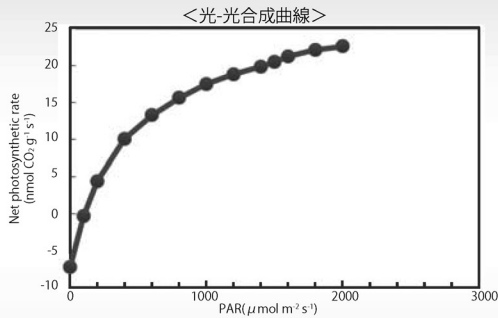
【編集】 第126回日本森林学会大会運営委員会・  
日本森林学会プログラム編集委員会

【発行】 一般社団法人 日本森林学会  
〒102-0085 東京都千代田区六番町7 日林協会館内  
TEL/FAX 03-3261-2766

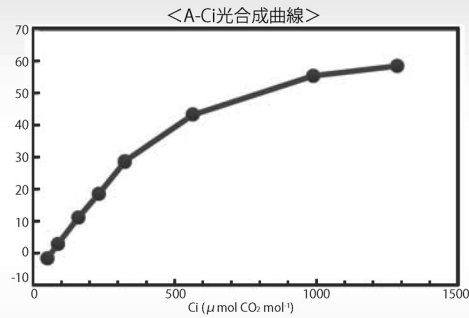
【印刷・製本】 創文印刷工業株式会社  
〒116-0011 東京都荒川区西尾久7-12-16  
TEL 03-3893-3692  
FAX 03-3893-3603

## RGB光源を用いた安定環境光合成測定

植物の光強度に対する光合成活性の測定



植物の二酸化炭素濃度に対する光合成活性の測定



サンプル スギ 樹高10m樹冠上部の当年生シュート(枝の部分と針葉を含む)  
 条件等 水切りしたサンプルを用い、室内で測定。室温25℃、LI-6400XTのチャンバー温度25℃に設定  
 時期 2012年12月  
 単位換算 スギの当年生シュート(枝の部分と針葉を含む)重量当たりでの光合成速度換算

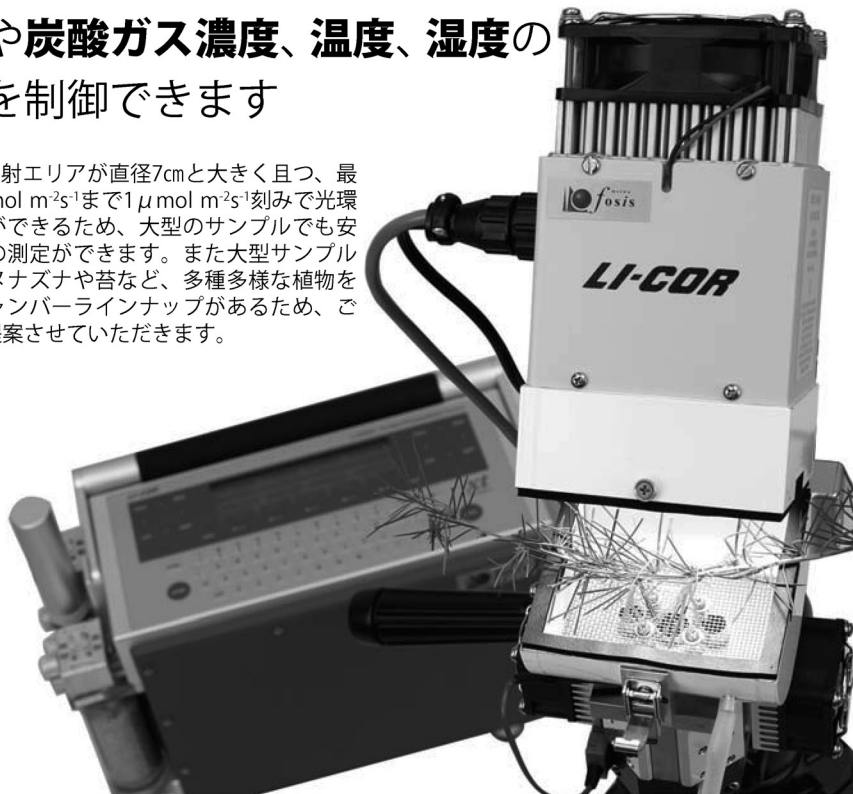
\*LI-6400XT+6400-22L  
 RGB光源付針葉樹チャンバーをご使用の  
 ユーザー様からの御提供データ

LI-6400XTは、定常環境下での植物光合成活性の測定も行えます。さらに、測定チャンバー内の光環境や二酸化炭素濃度を自在に自動で制御しながら光合成活性の変化の測定を行う事ができます。

**国内納入台数300台以上!**  
**測定精度・反応測定全てにおいて世界No.1**

大型サンプルでも  
**光量子量や炭酸ガス濃度、温度、湿度の**  
**測定環境を制御できます**

新型のRGB光源は照射エリアが直径7cmと大きく且つ、最大光量子量2000 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>まで1 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>刻みで光環境を制御することができるため、大型のサンプルでも安定した光環境下での測定ができます。また大型サンプル以外にも、シロイヌナズナや苔など、多種多様な植物を測定するためのチャンバーラインナップがあるため、ご要望に合わせてご提案させていただきます。



(光合成・蒸散・クロロフィル蛍光・アラビドシス植物測定装置)  
**LI-6400XT 植物総合解析システム**

画角 100° 広角レンズ搭載 / 音声付 HD 動画撮影

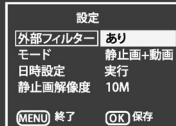


## トレル TREL 20J-D

IR(赤外線)&ストロボフラッシュ搭載モデル!  
夜間の被写体ブレを軽減する新技術NMBテクノロジー  
を実現した次世代の自動撮影カメラです。

自動撮影カメラ

トレル  
TREL 20J



フィルター装着で  
IR(赤外線)撮影

2.0インチカラー  
液晶モニター内蔵!  
画像 / 動画の確認や  
設定ができます。



単3形電池  
8本で  
動作します



### 特徴

- IR & ストロボのデュアルフラッシュモデル (夜間は白黒とカラーを選択できます)
- 新技術NMBで夜間の被写体ブレ軽減
- 画角100°の広角レンズ搭載
- センサー範囲 最大70°、最大30mをカバー
- 音声付HD動画撮影
- 静止画撮影後、動画撮影を続ける静止画+動画モード
- 静止画解像度1000万画素/500万画素
- 動画撮影時間最大3分\* (\*別売ACアダプター使用時)
- タイムラプス撮影モード
- 日本語メニュー表示

### NMB(ノーマーションブレイ)テクノロジーとは

夜間撮影時、ストロボを照射し光量を稼ぐことでシャッタースピードを速くして、素早く動いている対象の被写体ブレを軽減する新技術です。  
ストロボの強力な光は、専用フィルターによって遮断され、対象動物の警戒心を緩和させます。



TREL(トレル)10Jで撮影(被写体ブレあり)



TREL(トレル)20J-Dで撮影(被写体ブレ軽減)

### TREL(トレル)シリーズ

※TREL (トレル)は、株式会社 GISupply の商標です。



## トレル TREL 20J-S

音声付 HD 動画撮影  
70° 広角レンズ搭載  
白色 LED & ストロボのデュアルフラッシュモデル  
日本語メニュー表示



## トレル TREL 10J

HD 動画撮影  
夜間赤外線照射距離が最長 30m!  
ノーグローモデル  
日本語表示メニュー表示

その他機種も多数取扱っております!

お問い合わせ・お見積り・無料カタログのご請求はお気軽にこちらまで



通話  
無料 0800 (600) 4132

〒071-1424 北海道上川郡東川町南町 3 丁目 8-15  
TEL 0166(73)3787 FAX 0166(73)3788  
株式会社 GISupply (ジーアイサプライ)

E-mail : info@gishop.jp

web : http://www.gishop.jp/

我が国唯一の林業機械専門誌

月刊

## 機械化林業

年間購読料 5,676円 (税・送料込み)

※ 4月号から年間購読料を税・送料  
込みで 5,940円とさせていただきます。

ご注文、お問い合わせは、

一般社団法人 林業機械化協会

東京都文京区後楽 1-7-12 林友ビル

Tel : 03 (5840) 6217

Fax : 03 (5840) 6218

URL : <http://www.rinkikyo.or.jp>



## 学術研究の様々なニーズにおこたえします

高いクオリティで研究内容を伝達するため、最新鋭の組版・DTPと印刷技術で対応します。

■ 営業内容：学会事務局代行、編集事務、印刷・製本、発送、電子ジャーナル (J-STAGE) 支援、ホームページ運営など高度な IT 技術を利用することにより低コストで高度な学術雑誌発行支援をいたします。

また電子メールや web での投稿・査読を全て電子媒体でフォローするシステムを構築して煩雑な手作業業務の改善と低コスト・スピード化を実現しております。

 創文印刷工業株式会社

〒116-0011 東京都荒川区西尾久7-12-16

電話 03-3893-0111

FAX 03-3893-3603