

## T1-01 樹木生理学の将来展望

篠原健司

森林総合研究所

樹木は野生植物であり、実験植物に比べ、種内変異の幅が大きい。そのため、樹木生理学の実験ではバラツキを抑えるための工夫が必要となる。これまで、遺伝子発現に着目して、裸子植物の光合成器官の形成機構、樹木の生殖器官の発達や環境適応機構の解明に携わってきた。また、遺伝子組換え技術を用いた新機能の付与に関する研究を進めてきた。最近では、理化学研究所と共同研究を進め、ポプラやスギの発現遺伝子の大規模収集し、それらの機能を解析している。現在、「森林遺伝資源を活用した生物機能の解明と利用技術の開発」の研究管理を任されているが、こうした研究分野では収集した樹木のゲノム情報をどのように活用するかが重要なポイントとなる。例えば、大量の遺伝子情報を使って、樹木の生理現象を明らかにすることが可能である。また、ストレス耐性や高バイオマス生産性などを付与した遺伝子組換え樹木の開発に利用できる。さらに、有用な遺伝形質と連鎖する DNA マーカーの開発に活用でき、優良個体の早期選抜が可能となり、育種の高速化に貢献できる。今回は、実験結果のバラツキを抑えるための工夫と樹木生理学の将来展望について議論したい。

## T2-02 花崗岩山地源流域における降雨流出と基岩内地下水水位の集中的観測

正岡直也<sup>1</sup>・小杉賢一朗<sup>1</sup>・糸数 哲<sup>1</sup>・杉本康平<sup>1</sup>・藤本将光<sup>2</sup>・水山高久<sup>1</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

山体内部の基岩内地下水が水源涵養や崩壊発生に及ぼす影響が周知され、また探査技術の発達により有効な観測手段が得られるようになったことで、今まさに様々な地形・地質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することで、地下水の流動機構及び流域の水文過程への影響をより正確に把握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。流域内に基岩内ボーリング孔を全 67 箇所掘削し基岩内地下水水位を観測した。加えて、F0 流域末端及び内部の 8 小流域 (0.11~0.47 ha) 末端における流量を観測した。

基岩内地下水水位は総じて緩やかな変動波形を示した。地下水形状は地表面地形の起伏とは対応せず、流域界を跨いだ流れを示す水面勾配が恒常的にみられた。小流域間で流出ハイドログラフを比較すると、地下水流入が推察された小流域では基底流出量が大きくなる傾向がみられ、結果として隣接する小流域間で年間比流量に顕著な偏りが生まれていた。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地下水貯留量の解析結果を発表する。

## T2-01 付加体堆積岩山地における降雨流出プロセスの解析—滋賀県葛川流域の事例—

山川陽祐<sup>1</sup>・松四雄騎<sup>2</sup>・小杉賢一朗<sup>3</sup>・高見友佑<sup>3</sup>・正岡直也<sup>3</sup>・糸数 哲<sup>3</sup>・水山高久<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学農林技術センター井川演習林・<sup>2</sup>京都大学防災研究所・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科

付加体堆積岩を基岩地質とする山地斜面において、点在する湧水の流出量を観測し、その降雨応答を解析した。対象斜面は比高差約 400 m、面積約 0.4 km<sup>2</sup>の流れ盤斜面であり、斜面の中腹および脚部に合計 15 地点程の湧水点の存在が確認された。ほぼ全ての湧水点において断層粘土が分布し、この粘土層が上流からの地下水流動を遮水することにより湧水が形成されていると考えられる。中腹の湧水は降雨応答が緩やかで基底流量が多く、脚部の湧水は降雨応答が鋭敏で比較的早い流出が卓越していた。斜面中腹の一つの湧水点では流出量が、その直上 (水平距離約 40 m) に掘削した深さ 38 m (スクリーン深度 25~38 m) のボーリング孔内の水位と明瞭な相関 (流出量が水位の 2 乗に比例) を示し、基岩地下水の貯留量が流出量を大きく規制する可能性が示された。中腹の同標高の湧水 3 地点 (水平距離約 300 m の間隔で分布) におけるハイドログラフは、地点間で概ね類似したが、流出波形に若干の差異が見られ、流出ピークのタイミングに 1~2 日程度のばらつきがあった。対象斜面内には分断された複数の地下水帯が存在し、それぞれの地下水帯の涵養域の大きさや流入・流出プロセスが異なる可能性が示唆された。

## T2-03 堆積岩山地における降雨浸透過程と深層崩壊の発生機構

松四雄騎<sup>1</sup>・山川陽祐<sup>2</sup>・小杉賢一朗<sup>3</sup>・高見友佑<sup>3</sup>・正岡直也<sup>3</sup>・糸数 哲<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学防災研究所・<sup>2</sup>筑波大学農林技術センター井川演習林・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科

2011 年に紀伊山地において群発した深層崩壊では、その一部で地震波観測によって運動様式が復元され、運動開始直後からみかけ摩擦係数が大きく減少し、移動体は約 20 秒で速やかに 20 m/s 程度まで加速したものと推定された。これは基盤内の水文地質構造とその破壊特性を反映したものとみられ、降雨による深層崩壊の誘発メカニズムについて以下の仮説を提案する。斜面にしばしば観察される馬蹄形段差などの重力変形地形の表出を担う初生的な不連続すべり面は、斜面に準平行な亀裂群 (破断面) と固着部 (アスペリティ) で構成されている。降雨浸透に伴う亀裂内での間隙水圧の増大が、有効応力を低下させて破断面の摩擦力を減少させ、固着部への負荷を増大させる。この負荷に耐えられない場合に固着部がせん断破壊することによって、すべり面の連続が達成され、移動体全体が急激に崩落する。この仮説を検証するため、重力変形した付加体堆積岩斜面において水文観測を行った。その結果、岩盤湧水の流出特性から、基盤内に自由地下水面を形成するような地下水帯が存在することが確認され、ボーリング孔内水位の変動特性からは、亀裂内を水が流動していることが実証された。

## T2-04 堆積岩（付加体）山地における岩盤地下水と深層崩壊—宮崎県鰐塚山の事例—

飯田智之<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>1</sup>・Cristobal Padilla<sup>2</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

2005年の大雨で深層崩壊が多発した、宮崎県鰐塚山の斜面（付加体）を対象として、岩盤地下水等の水文観測を実施した。深さ10mの観測井（スクリーン深度1~10m）と深さ40mの観測井（同10~40m）では、降雨に対する地下水位応答が大きく異なり、後者は前者より深いにもかかわらず、水位の上昇・下降速度・変動量ともに前者よりはるかに大きかった。斜面上部（尾根部）には岩盤クレープに伴う亀裂があり、同様の高角度の亀裂を水みちとして降雨がすばやく地下深部へ浸透したものと推定された。このことは、水位上昇に伴い、地下水の電気伝導度が急減することからも裏付けられた。同時に、40m観測井の地下水位には明瞭な上限が存在しており、その上限水位を超えた地下水は近くの溪流へと流出していることが推定された。このように、付加体岩盤の亀裂ネットワークには、降雨を地下深部へ浸透させる効果と浸透水を外部へ流出させる効果の相反するふたつの効果がある。2005年に当斜面で深層崩壊が発生しなかったのは、後者の効果のためであり、将来岩盤クレープの進行によって水みちが塞がり、地下水位が上限水位を超えて上昇するようになれば、深層崩壊の危険性が増す。

## T2-06 山地斜面崩壊メカニズムの解明における二次元比抵抗探査適用の試み

小松慎二<sup>1</sup>・木下篤彦<sup>2</sup>・北川眞一<sup>2</sup>・大山 誠<sup>3</sup>・小杉賢一郎<sup>4</sup>・山川陽祐<sup>5</sup>・山内政也<sup>1</sup>・山根 誠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>応用地質株式会社・<sup>2</sup>国土交通省近畿地方整備局・<sup>3</sup>国土交通省近畿地方整備局 紀伊山地砂防事務所・<sup>4</sup>京都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

平成23年台風12号による深層崩壊箇所では、森林水文調査の結果、崩壊箇所の周辺で比流量の異なる沢が隣り合うことが確認された。地質調査の結果では、透水性の違う2種類の地質（砂岩、泥質混在岩）が特異な分布形状を示しており、これらの構造を分断する形で断層が確認された。これらのことは、二次元比抵抗探査による比抵抗分布の不連続区間にも一致しており、地質と断層による特異な地下水流動が予測された。

一方で、二次元比抵抗探査の解析結果は原理上の誤差を含んでおり、必ずしも正確な比抵抗構造を現しているとは限らない。ここでは、現場で得られた具体的なデータや情報をもとに計算した理論見かけ比抵抗と解析・解釈結果の比較・検討を行うことによる信頼性向上に関する検討を試みた。

基岩内の地下水流動を把握するためには、広域にわたり深部地質の情報が必要となるため、物理探査のように広域を探査できる技術は極めて有効である。一方で、物理量に対する間違っただけの解釈や、探査原理の特徴などを考慮しない解釈は、水理地質構造の誤認につながるため、森林水文情報、地質情報、物理探査情報を並列で考えて検討を行うことが必要であると考えられる。

## T2-05 山地の地形・地質構造と崩壊場所の特徴—地下水音の測定結果からみえたもの—

多田泰之<sup>1</sup>・戸田堅一郎<sup>2</sup>・河合隆行<sup>3</sup>・土屋竜太<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>長野県林業総合センター・<sup>3</sup>新潟大学災害復興科学センター・<sup>4</sup>三重大学社会連携研究センター

表層崩壊の発生場所を特定することを目的として、地下水音探査を用いて全国の様々な地形・地質の地盤において地下水の集中する場所と崩壊位置の関係について検討した。結果として、次のような結論が得られた。1. 崩壊は平常時に地下水の集中する場所に、豪雨によって大量の地下水が供給されて発生する。また、2. 一度崩壊した場所でも、地下水の供給機構は変わらないので、豪雨の度に崩壊は同じ場所で繰り返し発生する。3. 断層や地すべり地形の滑落崖、側方崖、舌部など過去の時代に地質に傷のついた場所が水みちとなる。4. 地質に傷のある場所では、地下水が長い年月に亘り供給されるため風化が進み、強度が低下している。5. 崩壊の発生しやすい場所では、地下水が集中するため土壌が湿潤となり、樹木根系の発達が悪く、崩壊の防止効果も低くなる。6. 水みちは、風化で地盤の強度が低下し、根張りが悪く、地下水の供給されやすい場所であるため崩壊しやすい。7. 表層崩壊は、地すべり地形の滑落崖、側方崖、舌部で発生しやすい。深層崩壊と表層崩壊は、表裏一体のもので、表層崩壊は深層崩壊の前兆現象と理解できる。

## T2-07 高密度ボーリング孔網を用いた基岩地下水研究

小杉賢一郎・正岡直也・糸数 哲・高木将行・柿本篤史・杉本康平・水山高久

京都大学大学院農学研究科

近年のフィールド研究により、山地森林流域では多量の雨水が基岩に浸透することが明らかになっており、水資源や土砂災害に関する研究において基岩地下水環境の精確な把握が重要となっている。既往研究は、湧水や渓流水の水文・水質調査や、地盤探査により、基岩地下水環境を間接的に調査してきたが、精度が不十分である。これに対し、調査ボーリング孔を掘削し、地下水の水位、流向・流速、水質を直接計測するのが最も確実である。しかしながら、山地森林流域においてボーリング孔を掘削するには、時間・手間・コストが必要なため、調査地点数が限られてしまうという問題がある。僅かな地点での調査結果から、流域全体の地下水環境を掌握することは難しい。また、山地森林流域の基岩は非常に複雑な構造を有し、複数の地下水脈が異なる深度を流動していることが考えられるため、地下水観測孔の設置方法が難しいという問題もある。本発表では、これまでに例の少ない、3次元的に配置された高密度ボーリング孔網を用いた研究事例を紹介し、基岩地下水環境の実態について解析を行った上で、今後の研究の方向性について議論を行う。

### T3-01 森林を学ぶ学生による林内作業の気分・ストレス変化

猪俣麻美・上原 巖・佐藤 明・菅原 泉

東京農業大学地域環境科学部

本調査では、森林について学んでいる学生（男性4名、女性2名）を対象とし、東京都青梅市に位置する「青梅の森」の放置林において、落葉広葉樹の林床にアズマネザサが繁茂したプロットAと、ヒノキとヒサカキとからなるプロットBとを設置し、森林内での作業（A：ササ刈り、B：ヒサカキ除伐）やリラクゼーションを行い、活動前後の心身状態の変化の測定を行った。被験者の生理測定には唾液アミラーゼモニターと血圧計とを、調査票には、気分調査票とストレス状態質問紙、林内風致評価調査票とを利用した。これに加えて、活動日前後の睡眠や食事、運動の状態をも聴取し、普段の生活との差異の有無やその関連性を調べ、1名ずつ解析した。その結果、活動前後におけるストレス値に有意差が見られたのは1名のみであった。また、気分評価においては、興奮と緊張で5名、爽快感で4名、不安感で3名、疲労感、抑うつ感で1名に、有意に改善が見られた（対応のあるt検定）。

### T3-02 放置林の長期的手入れ作業におけるストレスと気分の変化

竹内啓恵<sup>1</sup>・上原 巖<sup>2</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

地域の森林に働きかけ、森林環境の健全化をはかるとともに、人間の心身の健康増進をはかるとを目的とする森林療法を、山梨県大月市の放置針葉樹人工林（私有林）を利用し、2011年初夏から2012年秋まで計13回（毎月1回）、さらに2013年から約4か月毎に計3回の長期的な手入れ作業を行った。毎回、生理測定（唾液アミラーゼ・気分・血圧）→保育作業（間伐、玉伐り、枝払い作業など）→生理測定→リラクゼーション→生理測定というプログラムを実施し、林内空間（林分密度・相対照度）の変化とともに、被験者のストレス変化（唾液アミラーゼ）と気分変化（活気、爽快感、いらだち感、緊張と興奮、疲労感、不安感、抑うつ感）を解析した。働く社会人を対象とした被験者のうち、今回は長期的に継続参加した被験者3名（男性2名、女性1名）の解析を1名ずつ行ったが、3名ともに活動前後におけるストレスには有意差はみられなかったものの、気分は活動後に有意に改善がみられ（対応のあるt検定）、気分の評価項目間にも相関関係が示された。この結果から、放置林であっても継続的に手入れ作業を行うことにより、被験者の気分の改善に影響を与えることが示唆された。

### T3-03 散策が大学生の健康に及ぼす効果—植物園における環境心理学的要因の事例研究—

畠山彰文

北海道医療大学心理科学部

本研究では、持続的な散策（以下、「散策実験」と記す）が、心身の健康に及ぼす効果を検証することを目的とする。2012年8月～10月までの間、心身ともに健康な大学生が、札幌市にある北海道大学北方生物圏フィールド科学センター植物園（以下、「北大植物園」と記す）の2つの散策路および北大植物園の外周部を散策して、主として生理学・心理学の両面から測定を行い、それらの変化を検証した。測定変数としては、生理学的指標では、心拍数、最高/最低血圧、唾液アミラーゼ分泌量、及び歩数、消費カロリー、心理学的指標では、「景観」、「散策前の状態」、「散策後の状態」に関する自由記述、さらに環境要因としては、散策開始/終了時の気温及び湿度が採用された。散策実験の結果、散策後に、生理学的指標では、心拍数及び最高/最低血圧、または唾液アミラーゼ分泌量のいずれかのみが低下する事例が、心理学8的指標では、「爽快感」に加えて、「誘眠作用」に関する記述が、それぞれ散見された。上記の散策実験に関する結果を基にして、考察していく。

### T3-04 広島県世羅町における森林環境の高齢者への適用事例

尾崎勝彦<sup>1</sup>・狩谷明美<sup>3</sup>・平野・竹村文男<sup>2</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：**広島県世羅町の森林資源活用プロジェクトの一貫として、高齢者への介入研究を行った。

**実施要領：**実施場所は同町黒淵のせら夢公園で、プログラムは、ネイチャーガイドによる自然観察等と地元食材の試食を含む。散策前後にPANASの記入が行われた。対象者は、介入1：認知症高齢者5名と介助者2名（女性3名、男性4名、平均年齢81.3歳（SD=12.2））で、3名は車椅子等利用の参加であった。介入2：健常高齢者12名（女性9名、男性3名、平均年齢73.1歳（SD=4.4））であった。

**結果と考察：**介入1においては、PANASの有意な変化は認められなかったものの、対象者が所属する施設職員によれば、普段見られない生き生きとした表情、言動であった。またこのプログラムに対する強い希望を示す発言も見受けられた。介入2、および介入1+2において、PANASのPAの有意な増加が認められた。介入1、2ともに対象者の当該プログラムに対する強い関心が見受けられ、予定時間が大幅に延長された。プログラ自体は高齢者にとって非常によいものであったと考えられるが、介入1では、そのことによって参加者の疲労を招き、更なる検討が必要であることが分かった。

### T3-05 針葉樹林の密度の違いと保健休養機能の関係に関する地域住民参加型の調査研究に向けて

藤原章雄<sup>1</sup>・齋藤暖生<sup>1</sup>・高山範理<sup>2</sup>・堀内雅弘<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学演習林・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>山梨県環境科学研究所

富士山麓の山中湖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、管理する立木密度によって人間におよぼす心理的生理的な効果、および林地から取り出せる燃料や資材などの質と量の相違について基礎的な情報を得ることを目的とした試験地を設定した。50m四方の調査区を3区画設定し、初期条件の立木密度に調整する管理作業は完了した。これから3区それぞれで異なった立木密度に誘導する管理を行っていく。予備的な実験として、森林内での座観によるストレス低減効果について心理的、生理的な調査を行った。また、住民参加による森林調査や公開講座などを開催し、地域の森林に関わる人材づくりや地域住民主体で行える安全な森林管理技術の探索や啓蒙についてノウハウを蓄積した。これらの成果をふまえて、これから必要な調査自体に地域住民に参加してもらいながら進める研究の枠組みについて検討したので、それについて報告および議論したい。

### T4-01 能登半島における生態系サービスのインベントリ構築

橋本 禪・中村省吾

京都大学大学院地球環境学堂

能登半島は、里山・里海と結びついた伝統的な農林漁法や農耕にまつわる文化・祭礼、優れた里山景観や生物多様性が守られたモザイク状の土地利用が高く評価され、新潟県の佐渡と共に先進国で初めて世界農業遺産に登録された。しかしながら、能登半島がもたらす生態系サービスやそれを支える土地利用システムの評価は未だ十分ではなく、定量的なデータの蓄積が求められている。本研究では、能登半島の土地利用モザイクの評価と生態系サービスのインベントリ構築を試みた。国土数値情報土地利用細分メッシュをもとに、土地利用モザイク性の指標として Satoyama Index を算定したところ、能登半島は土地利用のモザイク性が豊かであるものの、近年は開発や利用低下によりその低下が進みつつあることが明らかになった。また、ミレニアム生態系評価の枠組をもとに、供給サービス（農産物、バイオマス生産等）および調整サービス（洪水防止、水源涵養、等）のインベントリ構築と定量化を試みた。その結果、供給サービスは農産物では奥能登地域、バイオマスでは中能登地域に、調整サービスは水田面積の多い口能登地域に比較的多く賦存することが明らかになった。

### T3-06 針葉樹由来のモノテルペン類は森林ウォーキングにより容易にヒトへ移行し蓄積する。

中村正雄<sup>1</sup>・住友和弘<sup>1</sup>・阿久津弘明<sup>2</sup>・福山秀青<sup>1</sup>・蓑島暁帆<sup>1</sup>・島村浩平<sup>1</sup>・長内 忍<sup>1</sup>・船越 洋<sup>2</sup>・長谷部直幸<sup>3</sup>

<sup>1</sup>旭川医科大学循環呼吸医療再生フロンティア・<sup>2</sup>旭川医科大学教育研究推進センター・<sup>3</sup>旭川医科大学第一内科

「目的」我々は森林ウォーキングを長期にわたり実施し、参加者の血圧と認知機能改善及び脳血管疾患の低下を報告した<sup>1</sup>。樹木の揮発成分のうちモノテルペン類は細胞や組織レベルで様々な生理作用を示すことが報告されている。本研究は、針葉樹大気中のモノテルペン類を同定し、これらの森林ウォーキングによるヒトへの移行を検討した。「方法」モノテルペン類を SPME ファイバーに吸着させ、GC/MS で分離同定した。森林ウォーキングは 2013 年夏実施した。被験者は旭川医科大学（旭川市）に集合し、採血及び採尿しこの GC/MS スペクトルをコントロールとした。次いで、津別町に移動し、森を 60 分ウォーキング後採血、採尿し GC/MS スペクトルを得た。「結果」森の大気中モノテルペン類は SPME-GC/MS 法で分離同定されたが、針葉樹特有の構成成分であった。森の大気とウォーキング後の血液試料の GC/MS スペクトルは良く一致した。モノテルペン類の主成分であるアルファピネンはウォーキング後の血液ではコントロールに比べ 6 倍増加した。以上から呼吸により大気中のモノテルペン類はヒトに移行し蓄積することが明らかとなった。

1. 住友等 森林科学 (2006) 48:10;21-25

### T4-02 能登半島における市町村単位での森林の生態系サービスのトレードオフ分析

齊藤 修・神山千穂・中澤菜穂子

国際連合大学サステナビリティと平和研究所

生態系サービスには、供給サービス、調整サービス、文化的サービス等があるが、それらは個別に発揮されるのではなく、サービス間にはトレードオフを含む相互連関があることが知られている。本研究は能登半島の主要な生態系サービスを対象に、異なる生態系サービス間のシナジーとトレードオフを定量的に明らかにすることを試みた。世界農林業センサスや県の行政・統計資料等を用いて石川県の市町村単位での主要生態系サービスと各市町村の基本属性のインベントリデータを計 53 項目にわたって整備した。これらの全項目間の相関係数を算出することで、異なる生態系サービス間の相関関係を解析した。その結果、コメ生産量はシイタケ生産量、森林蓄積量等と有意な正の相関がみられたほか、海面漁業漁獲高が素材生産量、森林蓄積など森林関係の項目と有意な正の相関が検出された。文化的サービスの指標として採用した森林スポーツ・レク施設数と遊歩道数が、ともにコメ生産量、森林蓄積量との間で有意な正の相関があった。一方、ため池・湖沼のある集落数割合と遊歩道数との間には有意な負の相関がみられた。最後に、森林と漁獲との関係を含めて解析結果の政策的含意を考察した。

#### T4-03 在来知と新技術の伝播とローカルガバナンス 石川県奥能登地域の「のとてまり」と干しシイタケを事例として

香坂 玲・富吉満之

金沢大学大学院人間社会環境研究科

本研究では、里山におけるしいたけ生産を対象として、在来知と新技術（科学知）の相互関係とその影響について検討する。その上で、2つの知識体系を統合するための方法論について考察する。まず、日本におけるキノコの利用と栽培について官庁統計資料を参照しながら整理し、しいたけと乾しいたけの生産体制の違いに言及する。その後、具体的な対象として石川県のしいたけのブランド化の取り組み事例を取り上げ、新規就農者が増加している状況とその要因について、現地調査の内容をもとに分析する。

最後に、福島第一原発事故の影響を受けて全国的にしいたけの原木が不足している状況に触れ、産地における対応策の現状について整理する。その上で、しいたけ生産を通じた里山を中心とする地域資源の管理方策について言及し、今後の地域社会がこのような活動と連携を進める中で、ガバナンスの在り方をどのように再構築しうるかについて考察を加える。

本研究は、平成25年度環境省環境研究総合推進費の採択課題1-1303「生態系サービスのシナジーとトレードオフ評価とローカルガバナンス」の一環として実施された。

#### T4-05 生物多様性と生態系サービスのトレードオフ：持続的な都市計画に向けて

曾我昌史<sup>1,2</sup>・山浦悠一<sup>1</sup>・小池伸介<sup>3</sup>・愛甲哲也<sup>1</sup>・久保雄広<sup>4</sup>・庄子康<sup>1</sup>・Kevin J Gaston<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学農学部・<sup>2</sup>University of Exeter Environment and Sustainability Institute・<sup>3</sup>東京農工大学農学部・<sup>4</sup>京都大学農学部

【背景】急速な都市化に伴い、生態的・社会的な面から都市における生物多様性の価値が見直され始めている。本発表では、土地の節約戦略（開発強度を最大化することで開発面積を抑える戦略）と共有戦略（面積を最大化することで強度を抑える戦略）という対極的な開発戦略に注目して、生物多様性と生態系サービスを最大限発揮できる都市計画を明らかにすることを目的とした。

【方法】調査は2012、2013年に東京都で行った。生物多様性の指標には蝶類と地表性甲虫類を用いた。また、生態系サービスの指標として、都市住民の緑地利用頻度とそれに対する満足度を用いた。そして、土地の節約戦略と共有戦略のいずれの戦略が、生物多様性保全・生態系サービスの発揮により適しているのか明らかにした。

【結果】解析の結果、9割以上の昆虫種が土地の節約戦略において個体群サイズが最大になることが明らかとなった。一方で、住民の緑地利用と満足度は土地の共有戦略下において増加した。これらの研究結果は、都市における生物多様性保全と生態系サービスの供給量の間にはトレードオフの関係があることを意味している。

#### T4-04 アクセス権と生態系サービスに関する試論

齋藤暖生

東京大学農学部

本報告は、生態系サービスの質および量を規定する社会制度的側面に着目するものである。なかでも、森林の所有者のみならず、一般大衆が生態系からどのような恩恵を得られるかを規定する自然アクセス権を取り上げる。各国の制度実態を概観すると、万人に森林の小産物の採取までを認めたもの（自由アクセス権）、通行までを認めたもの（限定アクセス権）、所有者以外には一切のアクセスを認めないもの（非アクセス権）に大別され、供給・文化・調整の各サービス享受の可能性を整理する。また、東北における山菜・キノコ採りの事例から、自由アクセス権の下での供給-文化サービス間の相乗効果を確認し、上記の整理を補完する。その上で、私的所有権の保護、過剰利用回避、ローカルな知識・文化の存在を考慮した、地域レベルでの自然アクセス権の設定について議論を展開する。

#### T5-01 大量塩基配列から探る森林性絶滅危惧鳥類の採食生態

安藤温子<sup>1</sup>・鈴木節子<sup>2</sup>・堀越和夫<sup>3</sup>・鈴木 創<sup>3</sup>・梅原祥子<sup>3</sup>・半谷吾郎<sup>4</sup>・村山美穂<sup>5</sup>・井鷲裕司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>小笠原自然分化研究所・<sup>4</sup>京都大学霊長類研究所・<sup>5</sup>京都大学野生動物研究センター

絶滅が危惧される動物の食性を把握することは、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。近年、次世代シーケンサーから得られる大量塩基配列を利用した食性解析手法が発展しつつあり、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ている。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 jantina nitens* の糞からDNAを抽出し、次世代シーケンサーを用いて葉緑体 *trnL* P6loop 領域の塩基配列を決定することにより、食物を同定することを試みた。大量塩基配列を用いた解析により、従来の顕微鏡分析よりも多くの食物を特定できた。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、大量塩基配列が有効であることが示唆された。大量塩基配列から評価したアカガシラカラスバトの食物構成は、季節によって大きく異なっていた。将来的な駆除対象である外来植物も検出され、その利用頻度は夏に高い傾向にあった。本発表では、アカガシラカラスバトの採食戦略や生息地の保全方法に関して、食物構成、生息地の結実状況、果実の栄養価のデータを総合して議論する予定である。

## T5-02 生態ゲノミクスによる豪州ヒノキ種群の環境適応の検証

阪口翔太<sup>1</sup>・上野真義<sup>2</sup>・津村義彦<sup>2</sup>・永野 惇<sup>3,4</sup>・伊藤元己<sup>1</sup>・David MJS Bowman<sup>5</sup>・Lynda Prior<sup>5</sup>・Michael Crisp<sup>6</sup>・井鷲裕司<sup>7</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>京都大学生態学研究センター・<sup>4</sup>JST・さきがけ・<sup>5</sup>タスマニア大学・<sup>6</sup>オーストラリア国立大学・<sup>7</sup>京都大学大学院農学研究科

第四紀の気候変動の影響によってオーストラリアでは乾燥化と降水の季節性が増加し、内陸部の乾燥帯と北部の熱帯サバンナの面積が拡大した。乾燥帯では年降水量が300 mmを下回り、一方の熱帯サバンナでは6か月続く乾季にはほとんど雨が降らない。ヒノキ科に属する豪州ヒノキ *Callitris columellaris* 複合種は、こうした過酷な気候帯へと進出し、大陸全域に分布を拡大させた針葉樹系統である。同属他種が温帯域にのみ残存しているのとは対照的に、複合種は年平均気温で20°C (10-30°C)の幅、年平均降水量で2,100 mm (200-2,300 mm)もの幅をもつ気候ニッチを獲得している。本研究では、こうした幅広い環境傾度上に分布する豪州ヒノキ複合種を対象として、その環境適応の遺伝的基盤を解明することを目的としている。これまでにオーストラリア大陸全域から遺伝解析用試料を採取し、次世代シーケンサーを用いたRAD-seq解析や、RNA-seq解析から絞り込んだ候補遺伝子のリシーケンシングなどに取り組んでいる。今回の発表では、これまでの遺伝解析から得られた知見を紹介したい。

## T5-04 次世代 DNA シーケンシングによる森林分子生態学的研究

陶山佳久

東北大学大学院農学研究科

近年開発されたデスクトップ型次世代DNAシーケンサーの普及は、特に非モデル生物を扱う分子生態学的研究分野で、当該技術を利用する際に大きな障害となっていたコスト面等の問題を、一気に解消しつつあると言える。一方で、一般的な分子生態学的研究の多くでは、ゲノム解読で用いられるような「桁違い」のデータ量を必ずしも必要としないことがあり、この分野では次世代シーケンシング技術を有効に活かしてきれていない状況も見受けられる。また、「桁違い」のマーカー数で集団遺伝学的な解析が可能になるRAD-seq (restriction-site-associated DNA sequencing)法は、この分野で最も応用が期待される技術の1つであるが、分析対象DNAのさまざまな条件によって、現実的にはその適用が難しい場合もある。演者らは、これらの問題を解決すべく、RAD-seq法に代わりうる簡便で応用範囲の広い新手法を考案し、開発を進めてきた。本講演では、この新手法によってこれまでに得られた成果を紹介し、その利用可能性や問題点等について議論し、森林分子生態学的研究分野における次世代シーケンシング技術の普及に貢献したいと考えている。

## T5-03 大規模遺伝子型解析から見てきたスギの環境適応ゲノム領域

津村義彦<sup>1</sup>・内山憲太郎<sup>1</sup>・森口喜成<sup>2</sup>・木村 恵<sup>1</sup>・上野真義<sup>1</sup>・伊原徳子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林遺伝研究領域・<sup>2</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

これまで森林植物の環境適応は産地試験などの調査で、遺伝子の関与が示唆されているが、その詳細についてはいまだに未解明な部分が多い。種や集団を存続させるためには、特定の環境に適応して行くことが必要である。ヨーロッパアカマツ、ダグラスファーやブナなどでは、出芽時期、冬芽形成時期などが産地によって明らかに差があることが報告されている。これらはQTL解析や候補遺伝子解析から複数の遺伝子が関与していると考えられている。これら環境適応的遺伝子のゲノム内での所在などを調査するために、我が国で遺伝子情報の多いスギを材料として天然林集団の大規模な遺伝子型解析を行った。その結果、環境適応に係わるゲノムの4領域が検出された。他殖性の森林植物では連鎖不平衡は数千bpくらいで急速に減衰することが報告されている。しかし、本研究で検出された4領域内では数cMくらいまで連鎖不平衡が高く保たれていることが明らかになった。また4領域の連鎖群間での連鎖不平衡も検出された。これらは特定の環境では特定のハプロタイプが淘汰されている証拠である可能性が高い。

## T5-05 大量塩基配列情報を駆使して植物育種を加速する

岩田洋佳<sup>1,2</sup>

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

現在、育種速度を向上させる技術として、ゲノムワイドな大量塩基配列多型をもとに優良個体を選抜するゲノミックセレクション (GS) とよばれる手法が注目されている。GSでは、多数の個体や系統にみられる目標形質の変異と塩基配列多型間の関連をもとに、塩基配列多型から形質変異を予測するモデルを構築する。そして、その予測モデルを用いて塩基配列多型に基づき目標形質を予測し、優良個体を選抜する。シミュレーションや理論研究で示されているように、形質評価に時間を要する林木育種では、GSの有用性は極めて高いと考えられる。GSを用いた育種では、ゲノムワイドな塩基配列多型を常にモニタリングしながら選抜を行うことになるので、近交度の管理も適切に行うことができる。また、GSの予測モデルをもとに、交配後代における形質分離のパターンを予測することで、交配組合せを合理的に設計することも可能となる。一方、予測モデル構築には結局多数個体・系統の形質データが必要となること、遺伝子型×環境交互作用により精度が劣化すること等の問題もある。本講演では、様々な植物種における取り組みの紹介を通して、GSの可能性と課題についてお話しする。

### T6-01 樹木根圏の可視-近赤外反射スペクトルと炭素動態の関係

中路達郎<sup>1</sup>・小熊宏之<sup>2</sup>・高木理恵<sup>3</sup>・牧田直樹<sup>4</sup>・日浦 勉<sup>1</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>国立環境研究所環境計測研究センター・<sup>3</sup>京都大学農学部・<sup>4</sup>森林総合研究所関西支所

可視～近赤外波長の分光反射計測は、根や有機物層の炭素動態モニタリングへの応用が期待される。これまで、近赤外波長の反射率が根の生死や土壌と根の自動判別分類に有効であることが報告されている。今回、我々は炭素の収支や貯留に關与する細根の呼吸活性や構造、リターと土壌も含む炭素・窒素バランスに着目し、可視～近赤外分光反射率との関係を調査し、分光反射率からの推定を試みた。北海道の冷温帯落葉広葉樹林において、ミズナラ成木の細根を掘り取り、呼吸活性を測定したのち、可視近赤外ハイパースペクトルカメラで連続反射率画像を撮影した。その後、根径やSRL、CN含量等の形質を計測し、画像解析で求めた分光反射率とのデータセットを作成した。土壌やリターでも反射率を計測し、CN含量を計測した。根圏の対象物ごとの反射率の相違は近赤外波長で大きい傾向にあり、特に細根では太さに依存した近赤外反射率の増大が明確であった。連続分光反射率を使い、部分最小二乗法(PLS)による回帰を行ったところ、根では、呼吸活性より根径やSRLといった構造パラメータの推定精度が高く、土壌では炭素・窒素ともに比較的高い精度で推定できた。

### T6-03 樹木根・細根・菌糸をめぐる炭素の流れと呼吸による炭素放出

檀浦正子<sup>1</sup>・Frida Andreasson<sup>2</sup>・小南裕志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院地球環境学室・<sup>2</sup>Swedish University of Agricultural Sciences・<sup>3</sup>森林総合研究所関西支所

森林炭素循環において樹木根・細根・菌糸は大きな役割を担っている。樹木に固定された光合成産物は樹木根・細根・菌糸を介して土壌へもたらされ、土壌を介して大気へと戻される。この炭素を追跡するために炭素安定同位体をトレーサーとして用いるラベリング実験を適用した。

京都府山城水文試験地で優先樹種であるコナラの周囲に、41 $\mu$ mメッシュを用いて細根の侵入を防ぎ、有機物土壌の代わりに滅菌した砂をいれた菌糸プロット、同様に滅菌砂を用いて細根のみの呼吸量を測定できるようにした細根プロットを作成し、呼吸量測定装置を設置し、ラベリングを行った。ラベリングで供給された呼吸中の<sup>13</sup>Cの割合は、<sup>13</sup>CO<sub>2</sub>アナライザーを用いて現場で測定した。

その結果、細根や菌糸の単位重量あたりの呼吸放出量が非常に高いこと、炭素は細根と菌糸にほぼ同時に到達すること、そしてすぐに呼吸活動によって消費されること、が明らかになった。

### T6-02 冷温帯落葉広葉樹林における細根リター

阪田匡司<sup>1</sup>・野口享太郎<sup>2</sup>・石塚成宏<sup>3</sup>・酒井佳美<sup>1</sup>・宇都木玄<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・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所

森林土壌への有機物供給源として、地下部の根リター量は地上部の葉リター量に匹敵するともいわれ、森林生態系の物質循環を理解する上で非常に重要な役割を持つ。そこで連続コアサンプリング法によって細根の現存量を測定し、その経時変化から生産量と枯死量を推定した。調査は札幌市に位置する羊ヶ丘実験林内の落葉広葉樹林でおこなった。約1ヶ月毎に内径8cmの採土オーガーで土壌を採取し(6反復)、細根(直径2mm以下)の現存量を測定した。採取した細根を目視にて生根と枯死根に区別し、両者の現存量の経時変化から、生産量・枯死量・消失量を計算した。また作成済みのアロメトリー関係から地上部と地下部(細根以外)の生産量を推定し、枝葉のリターフォールおよび大型リターフォール量も測定した。細根現存量は年平均4.0Mg/haで、展葉直後および落葉直前に増大する2山型のピークを示した。また、細根の年間生産量は細根現存量の約90%に相当する3.5Mg/haと推定された。この量は葉のリターフォール量(3.5Mg/ha)と同等であり、生態系全体のNPPの約35%に達していた。

### T6-04 マレーシア熱帯多雨林における乾燥処理に伴う土壌呼吸及び細根呼吸の変化

大橋瑞江<sup>1</sup>・久米朋宣<sup>2</sup>・吉藤奈津子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>兵庫県立大学環境人間学部・<sup>2</sup>国立台湾大学森林環境及資源学系・<sup>3</sup>京都大学農学部

土壌からの二酸化炭素放出(土壌呼吸)は、生態系呼吸量の2割から9割を占め、炭素循環の主要な流れの一つである。本研究では、マレーシア・ボルネオ島に広がる熱帯多雨林を対象に、約1ヶ月間の乾燥処理を行い、土壌水分状態の変化が土壌呼吸と細根呼吸に及ぼす影響を明らかにした。実験は、サラワク州のランビルヒルズ国立公園で行った。乾燥処理木または対照木を中心に半径10mの円形を成すプロットを3つずつ作成し、中心の実験木から0.5m、5.0m、10mの同心円状に測定点を配置した。各測定点で土壌呼吸、地温、土壌含水率を、乾燥処理開始前、処理中、処理後に分けて測定した。細根呼吸については、深度10cm以内の細根を採取し、チャンバー法で測定した。処理区と対照区を比較したところ、乾燥処理開始後に土壌含水率が有意に下がったのに対し、土壌呼吸と地温の差は認められなかった。しかし、土壌表層の細根の呼吸速度は、処理区の方が対照区よりも有意に低かった。これらの結果により、乾燥処理は表層に分布する細根の呼吸活性を低下させたが、このような変化は土壌呼吸には反映されず、土壌呼吸の他の発生過程によってマスクされたと考えられた。

## T6-05 落葉広葉樹林への大規模窒素施肥が細根系の呼吸速度及びその形態特性に与える影響の解明

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

窒素 (N) は、多くの森林生態系において樹木生長の最大の制限要因であり、N 負荷量の増加は生態系炭素循環に大きな影響を与えると考えられている。本研究では炭素循環の重要な構成要素である細根に着目し、N 施肥に対する細根系の呼吸速度と形態特性の応答を解明する事を目的とした。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 (50 kgN/ha/yr) とコントロール区を設けた。施肥から4ヶ月後の8月末に細根を表層土壌から採集し、呼吸速度を測定した。その後、同サンプル根の直径、比根長: m/g、根組織密度: g/cm<sup>3</sup>を計算した。

N 施肥区とコントロール区を比較した際、呼吸速度及び形態特性はそれぞれ有意差が認められなかった。両区において呼吸速度は、直径が小さいほど高くなる累乗関係を示し、比根長に対して有意な正の相関があり、根密度に対して有意な負の相関があった。また両区の共分散分析の結果、呼吸速度と比根長及び根密度の回帰式にはいずれも傾きと切片に有意差は無かった。以上より、本研究の施肥量・実験期間においては、N 施肥に対する細根系の呼吸速度と形態特性に応答は認められず、細根の資源獲得能や炭素分配は変わらない事が明らかとなった。

## T6-07 東海地方の高齢ヒノキ林における窒素負荷量、土壌無機化速度と細根呼吸速度

長野里衣<sup>1</sup>・岡田和樹<sup>1</sup>・宮谷紘平<sup>1</sup>・谷川東子<sup>2</sup>・平野恭弘<sup>3</sup>

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

これまでに演者が調査した東海地方における7か所のヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) 林では、愛知県岡崎市に位置する幸田の調査地において土壌中の硝酸態窒素量が著しく大きいことが明らかにされており、外部からの無機態窒素負荷量または土壌窒素無機化速度が大きい可能性がある。またこのヒノキ林では、細根呼吸速度が高いことも明らかにされている。そこで本研究では、土壌の硝酸態窒素量の大きさが、外部からの負荷もしくは土壌無機化速度のどちらに由来するものかを明らかにすることを目的とした。調査地として、高齢林で立木密度、胸高直径などが同程度の幸田と三ヶ日を選定し、無機態窒素負荷量と土壌無機化速度、土壌無機態窒素量を測定した。無機態窒素負荷量の測定には長期積算負荷量の測定が可能なイオン交換樹脂カラム法、土壌窒素無機化速度の測定には林内現地培養法であるポリエチレンバッグ法を用いた。その結果、両調査地の無機態窒素負荷量には差がなく、土壌無機化速度では幸田の方が三ヶ日より高くなる傾向がみられた。これらより、幸田の調査地で土壌中の硝酸態窒素が大きい理由は、土壌の窒素無機化速度が大きいためであると考えられた。

## T6-06 酸緩衝能の異なる土壌に生育するヒノキ林の細根形態と呼吸速度

宮谷紘平<sup>1</sup>・水澤佑紀<sup>1</sup>・牧田直樹<sup>2</sup>・谷川東子<sup>2</sup>・長野里衣<sup>1</sup>・平野恭弘<sup>3</sup>

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

【目的】土壌に酸が負荷された際の変化の程度を酸緩衝能と呼ぶ。一般的に、酸性物質が負荷された際、酸緩衝能の低い土壌では、植物に悪影響を与えることが知られているが、酸緩衝能の高低と細根呼吸速度の関係は明らかになっていない。そこで本研究では、東海地方のヒノキ林において、土壌の酸緩衝能の違いが細根形態や呼吸速度に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】調査は東海地方のヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) 林7ヶ所で行った。ヒノキ林樹冠下の土壌表層に生育する手のひらサイズの細根系を丁寧に掘り取り、現場で呼吸速度を測定した。その後、呼吸速度を測定したヒノキ細根を実験室に持ち帰り、比根長 (Specific root length: SRL m/g) などの形態測定を行った。

【結果と考察】各調査地間でヒノキの細根形態、呼吸速度ともに差異はあるものの、土壌の酸緩衝能の高低で差は認められなかった。しかし、酸緩衝能の低い調査地である幸田に生育するヒノキのみ、SRL、呼吸速度ともに他調査地よりも高い傾向を示した。これらの結果から、土壌の酸緩衝能の違いによって細根形態や呼吸速度が受ける影響は小さいことが明らかとなった。

## T6-08 林内不均一環境で根を含む個体呼吸はどんな可塑性を持つか?—ブナ、スギの類似性—

森 茂太

山形大学農学部

個体はミクロな生理とマクロな生態系をつなぐ重要な生物学単位であるが、根を含む樹木個体生理研究はほとんどない。しかし、生態系には時間空間的な不均一環境が常にあり、不均一性に応じ個体は柔軟に適應する。この柔軟性は生態系のレジリエンス、持続性、多様性維持機構の基盤であり、個体生理学的なメカニズム解明は不可欠である。

本研究では、従来とは異なり林縁やギャップなど不均一環境も含め大小20個体のサンプリングを同一林分から行い、個体の葉、枝、幹、根全体の呼吸を測定して、非同化部/同化部、地上部/地下部の重量配分、呼吸配分等を検討した。この調査を林齢の異なるブナ3林分、スギ2林分で行った。

両種とも不均一環境に応じ個体呼吸の器官間配分幅を大きく変化させ、その結果、サイズと呼吸間に異系統にもかかわらず両種に共通した強い非線形性が見られた。このように、呼吸の可塑性が大きいため、多数森林が集合したマクロスケールの個体呼吸には系統間差が無くなった。これは、現在も国際的議論にある未解決問題に一定の回答を与えるものであろう。



## T6-09 根と土の中の水移動を定量化する方法

荒木英樹

山口大学農学部附属農場

本講演では、作物がどのように水分状態や水吸収を制御しているのかを明らかにするために、演者らが行ってきた研究について概説する。【研究1】作物の傍に深根性植物を栽培し、その深根性植物がハイドロリックリフトで下層土壌の水を上層土壌にポンプアップすることで、作物に水を供給する「植物灌漑装置」の効果を検証した。さらに、給水効率を高めるために、土壌や根の透水係数、根量などの諸要因を考慮して、どの要因が給水速度を規定しているのかシミュレーションした。【研究2】作物の葉や根の一部を切除し、数日後に気孔コンダクタンスを測定した結果、気孔コンダクタンスはS/R比が小さいほど高くなった。我々はこの関係を利用して、葉を切除することによって、乾燥ストレスに曝された作物の収量低下を軽減できるかどうか検証した。【研究3】作物の根の通導コンダクタンスや根圧は、日中の時間や土壌の養分状態、水分状態によって大きく変化した。例えば、キマメは上層土壌が乾燥すると、下層土壌中の根の通導コンダクタンスを高くして水吸収速度の低下を軽減した。このような性質は、植物種の乾燥耐性戦略にも密接に関係していると考えられた。

## A02 アメリカ合衆国における森林投資と林業経営に関する研究

大塚生美

林業経済研究所

1980年代半ば以降アメリカ合衆国では、年金基金や職員組合の退職金基金などの巨大な投資ファンドが、垂直統合林産会社の原料供給部門として経営されていた社有林を、その会社から切り離して買取するという形で大規模な投資を活性化させた。筆者らは2002年から2007年の現地調査から、この投資ファンドによる林地取得の動力について明らかにした<sup>1)</sup>。こうした森林投資を分析する意味は、投資ファンドによる林地取得が持続可能な林業経営となり得るのかどうか、我が国のみならずアメリカ合衆国でも高い関心事であることが背景にある。そこで、本論では、アメリカ合衆国における関連文献の時系列分析ならびに現地補足調査等を踏まえ、投資ファンドによる林業経営の評価等について論じたい。注1) 大塚生美・立花敏・餅田治之(2008)「アメリカ合衆国における林地投資の新たな動向と育林経営」『林業経済研究』54巻2号:41-50

## A01 アメリカにおける森林関連 PES の取り組み

柴田晋吾

上智大学大学院地球環境学研究所

背景および目的:アメリカにおいては、近年、PES(生態系サービスへの支払い)やエコシステムクレジットマーケットの拡大・多様化が進展している。本研究ではそれらの実施の背景、実施状況と課題にアプローチする。方法:文献レビューによる中間報告。

結果:1985年の農地法以降、様々な省庁等が私有地の所有者の環境価値の保全・向上等のために拠出してきている。また、多様なクレジットマーケットが存在している。このほか、自主的な取り組みも拡大している。こうした背景には私有林の断片化やオープンスペースの減少、そして厳格な環境法の存在がある。森林関連のPESは19億ドルで、その内訳は政府による支払いが19%、湿地ミティゲーションが38%、狩猟のための貸付および入場料が22%、保全地役権が17%などと推定されているが、これらに参加している森林所有者の割合は極めて低い。また、クレジットには特定箇所の生態系サービスを束ねた束型のものと単独型のものが併存しており、複数のクレジットの販売などの重層化(stacking)の問題がある。水平型重層化に取り組む事例もあり、様々なメリットが期待できる重層化の推進には適切なルール作りが課題となる。

## A03 ドイツにおける木材共同販売組織の諸形態

堀 靖人・石崎涼子

森林総合研究所林業経営・政策研究領域

[目的]ドイツでは、製材業の生産の集中が進み寡占化している一方で木材生産は小規模で分散的である。まとまった量の原木の安定供給を要求する大規模な製材業に対して、木材を共同販売するための組織化が進んでいる。これらの木材共同販売組織の形態や販売方法は多様である。本稿では複数の木材共同販売組織を取り上げ、それぞれの特徴を明らかにする。[方法]2012年11月に実施したヒアリング調査と収集した資料、契約書、研究論文を用いて分析する。[結果]共通する点として、森林所有者の木材を有利に販売することを目的として設立されており、組織の基盤は森林組合など森林所有者の組織であること、販売先とは個別に契約を結んで木材を取り引きしていることなどがあげられる。一方で、組織化の範囲が行政区画にしたがって行われている場合とそうでない場合が存在すること、販売については、買い取って販売する方法、買い取りには丸太で買い取る場合と立木で買い取る場合があること、また、買取りは行わず、販売を仲介するだけのケースがみられること、さらには木材共同販売組織が製材工場までの原木の運搬にまで関わるケースがあるなど多様であることが明らかになった。

#### A04 バイエレン州における木材共同販売

石崎涼子・堀 靖人

森林総合研究所林業経営・政策研究領域

【目的】本報告では、事例調査を通じて、ドイツ南部のバイエルン州における木材共同販売の実態を明らかにする。事例として取り上げるのは、州南部を拠点とするイン・シルヴァ、イザール・レヒ森林組合、北部のホッホフランケン森林所有者サービス社の3つである。【方法】主に2013年11月に実施したヒアリング調査と収集した文書等を用いて分析した。【結果】バイエルン州は、ドイツ国内でも木材生産量が多く、近年、年間木材消費量が50万m<sup>3</sup>を超える巨大な製材工場が次々とできている。その州に設立された木材共同販売組織をみると、(1)州内の森林所有者や森林組合のみならず、隣接州や近隣国の共同組織を束ねた組織が形成されている点、(2)大口の木材需要者への安定供給のみならず、ロジスティックにも力をいれる動きがある点、(3)木材供給者や木材需要者との間で、罰則等を含む契約文書に基づく取引が行われている点、(4)それらの契約には、年単位の枠組み契約と3ヶ月単位の価格契約など複数の契約が用いられている点、(5)中規模や大規模の所有者もこうした木材共同販売組織に参加している点などが明らかとなった。

#### A06 中国における造林事業の展開と農民への影響—河北省承德市を事例に—

劉家セン

九州大学大学院生物資源環境科学府

中国の森林面積は1998年以降増加しており、世界の森林再生の一環として、大きな役割を果たしている。本研究は中国における造林事業の展開、中国の農村と農民への影響を明らかにすることを目的としている。既往の研究では、黄河と長江の中流地域を対象としたものが多く、黄河下流域の大都市圏周辺の農村への影響は明らかにされていない。本報告では、河北省承德市を事例にして、鎮政府での行政資料、村落および農民世帯への半構造化調査を基に、造林事業前後における土地利用と農民の就業構造、生活状況の変化を考察する。また、造林事業の実施過程での、農民の参加意識を明らかにする。

#### A05 フィンランド森林法・森林管理組合法改正の動向

山本伸幸

森林総合研究所関西支所

他の多くの欧州諸国同様に、フィンランドにおいてもリオサミット後の1990年代後半、森林関連法が刷新された。この環境時代の森林法体系に基づき、21世紀初頭のフィンランド森林政策は展開してきた。前回の改正から十数年が経過し、2011年に成立した中道・左派連合カタイネン政権のコスキネン農林大臣の下で、森林法、森林管理組合法が大改正されることとなった。両法の改正議案は2013年末に国会を通過し、2015年から施行される見通しである。今回の2つの法改正の大きな特徴は、森林所有者の責任と裁量の増加を目指すものと要約できる。森林所有者の経済的インセンティブを推進力として、適正な森林管理を実現していこうという新たな政策の方向性が示される一方、税金同様の仕組みで森林所有者から半強制的に徴収されていた森林管理賦課金制度は廃止され、また、これまで森林管理を担ってきた森林管理組合は木材販売規制などの半公的性格を大幅に緩和される。本報告では、今後のフィンランド林業に大きな影響を及ぼすであろう森林法・森林管理組合法改正の動向について述べる。

#### A07

(講演取り消し)

## A08 タンザニアの参加型森林管理 (PFM) 制度の現状と課題

福嶋 崇

亜細亜大学国際関係学部

【目的】本発表では、90年代始めよりアフリカでは先駆的に取り組まれてきたタンザニアの参加型森林管理 (PFM) 制度の現状と課題を主に現地調査を通じ明らかにする。

【結果】タンザニアの PFM は政府との共同型森林管理 (JFM)・地域コミュニティによる森林管理 (CBFM) からなり、導入以来ますます発展して展開されている。一方で、1) 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、2) 森林セクターの対策の優先順位の低さや野生生物セクターとの政策の齟齬、3) 生物多様性の高い森林や水源涵養林といった対象森林の偏重、4) コミュニティによる管理が効果的になるほど罰金収入が減少するというジレンマ、5) 地方政府レベルにおけるキャパシティ不足、6) 貧困層の参加の困難さや地域内不平等拡大の懸念、といった課題を抱えていることが調査より明らかになった。

【考察】タンザニアは気候変動政策の1つである REDD 政策への適用を検討しており、PFM 制度は今後ますます注目を集めると共に今後の発展が期待される。PFM の改善策として、参加インセンティブの拡充や地方政府やコミュニティのキャパシティビルディングなどが求められる。

## A10 樹林地利用による複合経営農家の実態—タイ東北部の事例—

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所・<sup>2</sup>島根大学生物資源科学部

タイでは、1960年代から1980年代後半まで、キャッサバなどの輸出指向型の商品作物の生産拡大や商業的伐採のため、森林を伐採し農地の拡大を行っていた。また、化学肥料や農薬多投の集約的農業や単一作物栽培の拡大により、土壌劣化が急速に進行し、土地生産性の低下や集荷業者に対する農民の負債の増大から農村の貧困が拡大した。1993年に農村での雇用創出と農家の生計安定の必要性から、国王により新たな農業理念 New Theory が提唱された。New Theory とは、天水農業地域の小農が、自給作物生産を基本とし、ため池によって水資源を確保し、単一商品作物栽培から自給的な複合農業への転換を進めるべきとする理念である。近年、この New Theory に沿って農村内部では、自立度の高い生計の確立と渇水の緩和や土壌保全等の働きを強める自給的な複合農業への動きがみられる。

そこで本研究では、聞き取り調査の結果をもとに、代表的な天水農業地域であるタイ东北部マハーサーラカム県で自給的な複合農業を実施している農家の経営実態を明らかにするとともに、農家の生計において樹林地が果たしている役割を検討する。

## A09 中部カンボジア REDD プラス事業計画地内最前線村の生業構造

倉島孝行<sup>1</sup>・松浦俊也<sup>1</sup>・宮本麻子<sup>1</sup>・佐野真琴<sup>1</sup>・TITH, Bora<sup>2</sup>・CHANN, Sopha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>Forestry and Wildlife Research Development Institute

炭素クレジット売買から得られる利益を、どういう形でどれだけ地域社会・住民に分配すれば、効果的な森林保全インセンティブを生み出すことができるのか。この点は REDD+事業の成否の鍵を握る重要事項である。しかしながら、一般に途上国では地域住民に関する情報インフラが未発達で、最適な利益分配を実現する上で不可欠となる生業や収入実態に関する基礎データも不足している。理論上、REDD+が最も奏功しうるのは森林開拓最前線地だが、こうした地域では特にその傾向が強い。REDD+事業の遂行に当たっては、効率性の追求が重視されている。この観点からも対象住民の生業や収入実態の把握は必須となる。だが、これまでのところ、途上国の試験事業地等で住民に関する上記のような基礎データを緻密に収集し、利益分配についての議論に反映した例は見当たらない。本発表では、カンボジア中部の REDD+試験事業計画地内の住民に対する生業・収入調査の結果から、森林開拓最前線地においてどのような事態が進行中であるのかを明らかにし、それにもとづき、森林開拓最前線地での REDD+事業が相対せざる得ない利益分配に関する構造上の問題について論述する。

## A11 市民の森林管理意識と想定する森林形態

伊藤勝久

島根大学生物資源科学部

森林とくに人工林の整備管理問題から、公益的機能の維持増進を主目的に地方自治体が森林税制度を導入している。高知県が初めて創設し、現在で33県が導入している。島根県は2005年から「水と緑の森づくり税」として導入し、現在第二期の4年目にあたる。島根県と共同で森林および税制度に対する県民意識を追跡調査しており、2013年度の調査では、森林機能、税制度等の県民意識に加え県民が想定する森林形態を調査した。

その結果、税制度の認知、賛否は高まっており、期待される森林機能も、二酸化炭素吸収、水源涵養、土砂崩壊洪水防止に次いで木材生産が位置付けられ、木材生産と公益的機能の関係性も理解されているようにみえる。森林形態としては人工林よりも天然林、針葉樹よりも広葉樹、閉鎖林よりも疎林、放置林よりも管理林を愛好している。その中で一例として二酸化炭素吸収を重視する人々および木材生産を重視する人々は、人工林よりも天然林、閉鎖林よりも疎林を愛好する傾向があり、林業的知見とかけ離れている。森林への理解が高まっているとはいえ、一般県民の森林の認識と科学的知見にはギャップが存在していることが明らかになった。

## A12 企業の森づくり活動に関する研究—栗東協働夢の森プロジェクトを対象として—

梅原久奈<sup>2</sup>・田中美由紀<sup>1</sup>・高橋卓也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>滋賀県立大学環境科学部・<sup>2</sup>滋賀県立大学大学院環境科学研究科

大企業の活動が主流であった企業による森づくり活動に加えて、中小企業を巻き込む新しい取り組みとして「栗東きょうどう夢の森プロジェクト」が滋賀県栗東市で実施されている。このプロジェクトは、中小も含む地元企業から小口協賛を募り、森づくり活動を進めていくという、全国的にも特徴的な取り組みである。本研究では、同プロジェクトの立ち上げの動悸と経緯、そして現在に至るまでの過程を把握することを目的1とする。さらに、中小企業のプロジェクトに対する協賛目的と森づくり活動に対する参加要員を明らかにすることを目的2とする。そして、目的2で明らかにした企業の意識を踏まえた上で、同プロジェクトの利点・欠点を分析し、今後、中小企業の森づくり活動を拡大していく方法を考察することを目的3とする。

本研究結果から、中小企業における森づくり活動において、同プロジェクトの有用性が明らかになった。また、プロジェクトにおけるインセンティブや活動内容などに関する課題点も明らかになり、その内容を踏まえた上で、今後のプロジェクト方針の提案を行った。さらに、中小企業の森づくり活動に対する促進要因についても考察を実施した。

## C01 これまでの森林・林業政策と森林の機能に対する評価の関係

津脇晋嗣

東京大学大学院農学生命科学研究科

【目的】森林・林業政策、特に森林整備・管理のこれまでの取組と森林の機能の評価の取組をレビューし、森林の整備・管理と機能の評価がどのような相互関係を持ってきたかを分析し、今後の森林・林業政策及び森林の機能の評価の方向性を考察する。

【方法】森林・林業白書、森林・林業基本法（林業基本法を含む）及びこれに関連した基本計画の改正の状況等から、我が国の森林・林業政策、特に森林の整備・管理が、どのような考えの基に進められてきたかをレビューする。また、昭和47年、平成3年、平成12年の林野庁及び平成13年の日本学術会議による森林の機能の評価、FSC等の森林認証の過程での森林の評価等から、我が国の森林の機能の評価がどのように行われてきたかをレビューする。これらの結果からこの2つの関係を分析し、今後の森林・林業政策の方向性及び森林の機能の評価の方向性を考察する。

【結果】我が国の森林・林業政策は1992年の地球サミットをきっかけとして方向性に変化が生じ、また、森林の機能の評価についても、地球サミットをきっかけとして、持続可能な森林経営のため、FSC等への取組を通じて森林の機能を適切に評価する取組へと変化して行ったと考えられる。

## A13 日本企業における森林認証紙普及に関する研究

高橋卓也・入江美穂・梅原久奈

滋賀県立大学環境科学部

日本における森林認証紙の普及の実態および課題について明らかにするため、2013年にアンケート調査を実施した。対象としては、加工流通認証を取得した印刷会社（有効回答124件）、認証未取得印刷会社（有効回答59件）、そして認証紙の需要先として一般企業（有効回答42件）を選択した。認証取得印刷会社側で認証取得の目的とし、実現できているメリットとして重要なのは、「取引先の要望にこたえる」「自社のイメージアップ」である。今後、認証紙が普及するために必要とされることとしては「コストが低くなること」「認知度の向上」が多くの回答者に挙げられた。認証未取得印刷会社のなかで、認証紙の認知度は約80%で、その意味まで知っているとするのは53%であった。認証取得の前提条件としては、取引先の存在、認知度の向上、わかりやすい制度、コスト低下などが挙げられた。一般企業で認証紙を使用している企業は22社、使用していないのは20社であった。認証紙を使用している企業にとって最も重要なメリットは「環境負荷の低減」「自社のイメージアップ」である。

## C02 Comparative Research on the Environmental Aspect of Forestry Policy between Japan and China

Shourong Wu<sup>1,2</sup>・Norihiko Shiraishi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Beijing Forestry University・<sup>2</sup>The University of Tokyo

China and Japan's forestry policies have transformed from traditional forestry policies which timber production as the center to forest comprehensive policies both ecological and economic benefits. In China, impact factors are mainly shortage of forest resources, and natural disasters, specially the 1998 Yangtze River floods. Now China's forestry policy system has influenced by the collective forest tenure system reform since 2005. And the Forest Act and related policies are in adjustment. In Japan, the forest revitalization plan had also started in order to promote forestry. There are also some common issues between Japan and China, such as the small forest owners how to manage forest to improve the economic benefit, and how to utilize woody biomass as a new renewable energy, and so on. We can observe some common trend which forestry development should expand to the society system deeply not only limited forestry as an industry.

### C03 中国・海南省鸚哥嶺自然保護区の住民連携型森林管理における護林員制度について

陳 元君<sup>1</sup>・石橋整司<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

海南省は中部山岳地域に原生な熱帯林が残り多様性に富んだ特異な生物群集が生息している。海南省政府は、優れた自然環境を維持するため中部山岳地域を中心に自然保護区を設定したが、森林資源を利用した生活を営んできた先住民の森林資源利用権がほとんど認められていないため先住民との間に紛争が絶えず、自然保護と先住民の生活の両立が大きな課題になっている。本研究では、2004年に設立された鸚哥嶺自然保護区（以下、YGL）を対象に、先住民との関係緩和策の1つである専門護林員（以下、護林員）制度の実態について、護林員への対面聞き取り調査の結果を中心に検討した。YGLの護林員207名のうち、管理職14人全員、隊長33名中32名、隊員160名中32名から聞き取りを行った。解析の結果、YGLでは護林員の雇用によって密猟と違法伐採の減少に成功し、また、護林員が持つ自然環境に関する知識を科学調査や森林資源モニタリングに活用できていた。一方、護林員は先住民の不満を受け、先住民の慣習に従った関係緩和行為が漢民族スタッフ主体である自然保護区管理機関側により評価されていないこと、護林員の業務に関する知識不足などさまざまな問題も起こっていた。

### C05 我が国人工林資源の推移に関する長期予測

白石則彦

東京大学大学院農学生命科学研究科

我が国の人工林資源は、戦後に精力的に造林され総面積で1千万haに達した。そのうち特に昭和20年代後半から50年代半ばにかけて造林されたものが成熟しつつあり、現在8~12齢級にあるものが全体の2/3を占め、極めて偏った齢級構成をしている。平成21年には森林・林業再生プランが策定され、この森林資源を活用していくことが国の方針として掲げられた。本研究では、人工林資源をマクロに見て面積平分で保続生産を想定した場合に、今後の人工林資源の蓄積、成長量、収穫量を試算したものである。比較的単純な仮定をおいて試算した結果、資源の現状は80年の法正林と同程度に成熟しており、しかし80年の法正林と比較して蓄積も成長量も多いことが分かった。これは用いた収穫予想表が、8~16齢級で成長曲線が平均直線を上回り、1~12齢級で連年成長量が80年の平均成長量を上回っており、齢級構成の2/3が8~12齢級にあるために起こっていることが分かった。蓄積も成長量も法正状態を上回る事態は非常に特異であり、今後は成長量が漸減していくことが推察される。人工林が炭素の吸収源と位置づけられていることもあり、長期的に木材を利用していくことが望まれる。

### C04 有限の計画期間における土地貢租式の意義について

守口 海

東京大学大学院農学生命科学研究科附属秩父演習林

土地貢租式は一般に、1パターンの施業を無限に繰り返すときに得られる収益の現在価値の平均収益額、もしくは、地価を1パターンの施業による生産力で決定づけたときの地代と位置づけられる。他のバリエーションもあるが、これらは無限の計画期間を前提している。一方、現実には利子率等のパラメータが変動するため、パラメータ不変を前提とする土地貢租式を指標として最適施業を探索することは不適切と考えることも自然である。

無限の計画期間を前提にして、土地貢租式を基準として施業を最適化したとき、個々の伐期において、その施業を実施すべきであることは当然である。しかし、有限の計画期間を前提にしたうえで、施業の最適化の基準を土地貢租式とすることに意味を持たせられるかは、現実の施業計画の立案において重要である。

そこで本報告では、伐期の整数倍である計画期間を前提とすると、計画期間内の平均収益額が土地貢租式となることを示す。

### C06 衛星LiDARと衛星画像とを利用した北海道の森林バイオマス推計

林 真智<sup>1</sup>・三枝信子<sup>1</sup>・小熊宏之<sup>2</sup>・山形与志樹<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>国立環境研究所環境計測研究センター

【目的】衛星リモートセンシング技術を利用して広域の森林バイオマス分布を効率的に計測する手法の開発を目的とし、衛星搭載のLiDARおよび光学センサのデータを解析した。【方法】対象地域は北海道の森林とした。まず、衛星LiDARであるICESat/GLASデータを収集した。ツールズデータ取得のため、106ヶ所のGLAS観測地点においてピッターリッヒ法により現地地上バイオマスを計測した。このデータに基づき、GLASデータから地上バイオマスを推計する手法を検討した。次に、離散的な点の情報である衛星LiDARデータを面の情報に拡張するため、光学センサ画像から算出した植生指標とGLASから推計された地上バイオマスとの関係を検討した。光学センサとしてTERRA/ASTERなどの3種類のデータを比較した。【結果】GLASの波形データの特徴量として4つのパラメータを選定して地上バイオマス推計手法を開発した。そのRMS誤差は43.5Mg ha<sup>-1</sup>で、この手法により北海道の森林バイオマス分布特性を明らかにできた。さらに、光学センサ画像を利用した面的な森林バイオマス地図作成について、検討結果を報告予定である。

## C07 宇宙機搭載 LiDAR による林冠高観測ミッション計画

今井 正・小林高士・境澤大亮・鈴木桂子・中島康裕・室岡純平・佐藤亮太

宇宙航空研究開発機構

過去 50 年で、地上の森林が化石燃料により排出された CO<sub>2</sub> のおよそ 1/3 を取り除いてきたという研究結果があり、炭素循環の、特に吸収において、森林は重要な役割を担っていると考えられている。一方、全球規模での炭素量・炭素循環の把握に際し、陸域の炭素蓄積量の誤差の影響は非常に大きく、地上の炭素蓄積の大部分を占める森林量（バイオマス）の高精度な推定は重要である。

バイオマスを正確に求めるには、木を切り倒して重量（樹木個体の乾燥重量）を測る必要があるが、森林伐採・破壊、費用等のため難しく、広域データを求める場合、林冠高を計測し、それからバイオマスを推定する手法を用いることが多い。

この林冠高を計測するリモートセンシングの 1 つとしてライダーが挙げられる。宇宙航空研究開発機構は、林冠高測定を主目的とした宇宙機搭載用ライダーについて、森林観測、炭素循環等の研究者・専門家の協力を得ながら検討を進めている。本講演では、ライダーによる林冠高観測ミッションについて説明する。

## C09 カラマツ林における LiDAR データ解析による樹冠面積を用いた胸高直径の推定

大野勝正<sup>1</sup>・和智明日香<sup>2</sup>・佐々木貢<sup>3</sup>

<sup>1</sup>アジア航測株式会社空間情報事業部・<sup>2</sup>アジア航測株式会社環境部・<sup>3</sup>林野庁北海道森林管理局 計画保全部 計画課

森林を適切に管理するため森林資源の把握は重要な課題である。これまで森林の資源量調査は標準地調査（サンプル調査）が主であったが、標準地の設定、調査者の熟練度などにより誤差が生じるという問題があった。一方、近年航空機レーザ計測データを用いた森林資源解析が研究されている。レーザ計測データによる資源解析の利点は計測範囲全てを対象にした資源量の把握、機械処理による効率化であり、従来の調査で生じる誤差を解決することができる。これまでの研究で樹高や樹木本数を目的としたレーザ解析は行われてきたが、標準地調査で得られ、材積算出に重要な胸高直径の推定に関する研究はほとんど行われていない。そこで本研究は航空レーザ計測データから得られる樹冠面積を用いた胸高直径の推定を行った。北海道根釧西部パイロットフォレストのカラマツ林 1,500 ha を対象にレーザ計測を行い、プロット調査で得られた胸高直径とレーザ解析で得られた樹冠面積から相関式を作成した。この相関式を用いた胸高直径の推定精度は 2 cm 以下であった。胸高直径を高い精度で推定する可能性が示せたことから標準地調査の代替としてレーザ解析の資源量把握結果が使用できると考えられる。

## C08 航空機 LiDAR データを利用した森林の木部バイオマスの成長量推定—岐阜県大八賀川流域での事例—

栗屋善雄<sup>1</sup>・河合洋人<sup>1</sup>・高橋與明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所

岐阜県高山市大八賀川に東西 8.3 km×南北 2.0 km のテストエリアを設定し、1 点 / m<sup>2</sup> 程度の低密度 LiDAR のデータを利用して、森林の木部バイオマスの変化を推定した。落葉広葉樹林とスギ・ヒノキ林のプロット調査に基づいて木部の乾燥重量を算出し、2012 年 8 月に観測された LiDAR データから得られた樹冠高を説明変数とする回帰式をそれぞれの森林タイプについて調整した。乾燥重量の推定精度を検証した後、2012 年と 2006 年 6 月に観測された LiDAR データに回帰式を適用して木部バイオマスの分布を推定し、両者の差から森林の木部バイオマスの成長量を乾燥重量ベースで算出した。テストエリアの面積の 40.0 % が落葉広葉樹林、42.7 % が常緑針葉樹林、4.2 % がカラマツである。落葉広葉樹とカラマツに落葉広葉樹用の回帰モデルを、常緑針葉樹林にスギ・ヒノキ林用の回帰モデルを適用したところ、バイオマス成長は落葉広葉樹林で 4383.8 Mg、常緑針葉樹林で 2558.5 Mg、カラマツ林で 299.4 Mg となり、常緑針葉樹林が落葉広葉樹林の約 1.7 倍のスピードで成長していることが明らかになった。

## C10 Stand-based tree height estimation and crown delineation using LiDAR in subtropical Yambaru forest, Okinawa

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

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

Most studies involving tree height estimation and crown detection have focused on analysis of plantations, boreal and temperate forests, and less study was done in subtropical or tropical forests. Our study tested the capability of LiDAR application in high density subtropical broad-leaved forest in Okinawa. DCHM was extracted from the LiDAR data for tree height estimation and watershed segmentation method was applied for individual crown delineation. The computed result was compared to field collected data and validated using IKONOS orthophoto image. The results suggested that LiDAR have a huge capability to estimate tree height in subtropical forest, but were not sufficiently capable in the detection of small understory trees and single tree crown delineation. We found that LiDAR computation result underestimated the frequency of trees and overestimated the crown size.

### C11 航空機 LiDAR による海岸林の林分パラメータの推定—宮城県仙台平野での分析—

小谷英司<sup>1</sup>・西園朋広<sup>2</sup>・中村克典<sup>1</sup>・坂本知己<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

2011年3月の東日本大震災で発生した津波により、東北地域の太平洋側の海岸マツ林は、大きな被害を受けた。被害面積については、空中写真判読により行政などから報告がある。しかし、沿岸部の厳しい環境下のために、海岸マツ林の平均樹高や林分材積は一樣ではなく、現況と被害の広域精密把握は難しい。

津波被害の精密把握と被害の要因分析のために、宮城県仙台平野の海岸林を対象として、海岸林の平均樹高や林分材積などの林分パラメータを、低密度航空機 LiDAR データで推定した。

使用した LiDAR データと DEM は、国土地理院の「海岸における 3D 電子地図」において、2006 年に得られたものである。LiDAR パルスデータと DEM の差から、林冠高 (Digital Canopy Height Model, DCHM) を計算した。津波被害後の 2011 年度冬季に、海岸林の地上プロット調査を行った。プロット調査から求めた平均樹高や林分材積など林分パラメータと、林冠高 (DCHM) から計算した LiDAR 指数とで回帰分析した。分析結果、最も決定計数の高い回帰式を用いて、LiDAR データから広域の海岸林の林分パラメータを推定した。

### C13 森林計測における様々な地上レーザーセンサーの精度比較

加藤 顕<sup>1</sup>・大萱直花<sup>2</sup>・笹川裕史<sup>2</sup>・小林達明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>千葉大学大学院園芸学研究所・<sup>2</sup>日本森林技術協会

[目的] 地上レーザーの利用により森林簿に必要な樹高、胸高直径、材積、曲がり等を直接計測できるようになった。しかし、センサーの種類によっては広範囲に取得できるものから立木 1 本を詳細に計測するものまで、データ収集能力に大きな差がある。本研究は、近年利用可能な代表的なセンサーすべてを用い、取得されたデータを比較し、各センサーの特徴と樹木計測における有効照射距離を把握することを目的とする。[手法] 主な樹木計測項目は、樹高、胸高直径、幹体積とし、同じ林分を対象に計測したデータを用いて精度比較を行った。解析には点群から自動で樹木計測が行えるアルゴリズムを開発し、共通の手法を用いることで客観的評価を行った。[結果] センサーの計測距離、mrad (レーザービーム径) を基準にセンサーを 3 つのグループに大別し、精度を比較した。長距離小ビーム径型は 60m まで、中距離小ビーム径型は 30m まで、短距離大ビーム径型は 10m までが樹木計測における有効照射範囲となった。本研究で得られた有効照射範囲を基準に、実利用におけるセンサー設置間隔を決定するための基礎的知見としたい。本研究は環境省研究総合推進費 [2RF-1301] の助成を受け実施した。

### C12 持続可能な森林経営を可能とする森林資源量解析システムの開発 ～航空機レーザー測量から GIS 開発まで～

岡田広行<sup>1</sup>・中根貴雄<sup>2</sup>・石原範幸<sup>2</sup>・小玉哲大<sup>2</sup>・政所 拓<sup>2</sup>・板垣恒夫<sup>3</sup>

<sup>1</sup>住友林業株式会社山林・環境部・<sup>2</sup>株式会社フォテック・<sup>3</sup>技術士事務所 森林航測研究

現在市町村は、森林林業行政の担い手としての役割が高まると同時に、地域の森林整備、林業・林産業振興のマスタープランとなる、実効性の高い市町村森林整備計画の策定が求められている。

また民有林と国有林が一定のまとまりを以て構成する民国連携施業団地が全国に拡大しているが、共通の林道計画の策定のみにとどまらず、地域材の安定供給に資する資源管理を共同して行うことが必要である。

今回住友林業は、北海道上川郡下川町の委託を受けて、町内の民有林と国有林から構成される民国連携を目的とした森林共同施業団地約 25,000 ha を対象に、航空測量による森林資源情報の把握とシステム開発を実施したが、航空写真とレーザー測量の組み合わせにより新たに取得する林況情報の精度向上、既存の森林簿とは別に新規に区分した林分ごとのデータベースの構築による詳細な森林現況の把握、新たなデータベースを用いた森林の成長シミュレーション・収穫量の予測等応用プログラムの森林管理実務への活用、皆伐・間伐や造林等森林施業結果のデータベースへの即時反映、等の新たな成果を得ることが出来た。

### C14 簡易型地上レーザーを用いた毎木調査

安藤祐樹<sup>1</sup>・加藤 顕<sup>2</sup>・吉田俊也<sup>3</sup>・梶原康司<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>北海道大学大学院環境科学院・<sup>4</sup>千葉大学環境リモートセンシング研究センター

[目的] 簡易型地上レーザーは可搬性が高く、アクセスの悪い場所でも詳細なデータを取得できるため、生態調査への活用が期待されている。したがって本研究では、SICK センサーを用いた簡易型地上レーザーデータを用いて毎木調査を行う。特に、野生生物のハビタット推定には樹冠の連続性の評価が重要であるため、レーザーによる樹冠の連続性の評価手法を確立する。[方法] 対象地は北海道大学中川演習林である。林内に半径 10m のプロットを 26 箇所設置し、円内のすべての樹木を計測するためにレーザーセンサを 3 箇所設置し、データの取得を行った。レーザーによって得られた 3 次元点群から樹高と胸高直径を計測し、現地で取得した実測値と比較した。また、樹冠の連続性を評価した。[結果] 胸高直径の計測は、レーザーセンサーからの距離に応じてレーザービームが広がるため、距離に比例して測定誤差が大きくなった。しかし、樹冠の連続性は、胸高直径 10cm 以上の樹木の本数と相関関係が高かった。よって、これまで測定が難しかった生態調査を効率良く取得する手法として有効であることがわかった。

## C15 地上レーザーによるツバキ林調査手法の確立

秋元瞬哉<sup>1</sup>・加藤 顕<sup>2</sup>・前田 一<sup>3</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>長崎県農林技術開発センター森林研究部門

【目的】ヤブツバキ (*Camellia japonica* L.) の種子から生産されるツバキ油は、古くから食用や化粧品分野にて利用されており、近年美容分野における需要が高まっている。しかしヤブツバキの結実数には年変動や個体間差があり、安定的に生産することが難しく、その原因は明らかになっていない。よって、本研究では地上レーザーを用いて樹木形状と結実数の関係を明らかにしたい。【方法】研究対象地を長崎県五島列島のヤブツバキ林とし、果実のカウントを行った対象樹木の両側にレーザーセンサーを設置し、樹木の詳細な形状を測定を行った。三次元レーザーデータは RIEGL VZ400 により取得し、果実の正確な位置を把握した。【結果】レーザーデータから結実数を把握することができた。レーザーデータから得た結実数と樹冠表面積とに高い相関関係が得られた。また、樹高に対する樹冠幅の割合が大きくなるに従い結実数が増加する傾向が得られたことから、樹高の成長を抑え、樹冠幅の成長を促すことで結実数を増加させることができると考えられた。よって、地上レーザーを用いることでこれまで把握することが難しかった結実数と樹木形状の関係を明らかにすることができた。

## C17 ビデオ撮影による点群データを用いた森林調査法

米康 充<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

林学や林業において、その対象物である林分の胸高直径・立木座標といった情報は最も基本的な情報の一つである。筆者らはこれまでにデジカメ・ビデオ撮影による写真測量を用いた方法を提唱し、胸高直径・立木座標の計測に成功した。ビデオ撮影による計測は、Match Move 法によりビデオカメラの撮影位置、撮影方向を連続的に算出し、画像相関法を用いて点群データを作成し、さらに点群を円柱で近似することで、立木位置と胸高直径を算出するものである。この結果、カメラに近い立木は精度よく計測できたものの、カメラから離れるに従って、点群の数が減っていくため近似する円柱が安定せず胸高直径の誤差が大きくなる傾向が見られた。そこで、本研究では林内をビデオ撮影しながら林分の周囲を移動し、多くの立木の近くから撮影することで、誤差の問題を解決することを目的とした。実験は、約 0.03 ha のスギ人工林において行った。計測の指標となる点を設定し測量用ポールを垂直に設置した。ビデオ撮影は一般的なミラーレス一眼カメラを使用した。実験の結果、より多くの点群を得られることができ、胸高直径の計測精度に寄与することが可能となった。

## C16 効率的な現地調査のためのハンディ GPS 用データセットの作成

小林裕之

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

現地調査を効率的に行うために、富山県の民有林を対象に、林業関連の地理情報を Garmin ハンディ GPS 用に変換し、データセットを作成した。森林基本図、計画図は GeoTiff 画像を MAPC2MAPC ソフトウェアで、カスタムマップ形式より柔軟性の高い、Garmin BirdsEye 形式 (JNX) に変換したところ、ファームウェアを改造した GPS で表示でき、本体のメニューから表示 / 非表示の切り替えができ、全県分の画像が 32GB のマイクロ SD カードに格納できることが確認できた。林道の線形データは Shape ファイルを GPSMapEdit ソフトウェアで Garmin IMG 形式に変換したところ、背景の地図画像上に正常に表示できたが、英語版 GPS において、林道路線名が日本語で表示できる機種とできない機種があることがわかった。林道の起点、終点 (全県分約 1,600 点) やローカル山名 (約 600 点) などは、カシミール 3D から CSV ファイルを経由して POILoader ソフトウェアで GPS に転送したところ、ウェイポイント数の制限を超えたポイントを登録、表示、検索できることがわかった。

## C18 樹高曲線の作成に必要な抽出本数の再検討

細田和男・西園朋広・高橋正義・齋藤英樹・鷹尾 元・家原敏郎  
森林総合研究所

毎木調査と二変数材積表によって林分の幹材積合計を算出する場合、樹高の測定は全数ではなく一部にとどめ、これら実測の胸高直径と樹高との関係から樹高曲線を作成し、胸高直径だけしか測定していない立木の樹高を推定することが多い。樹高曲線による単木樹高の推定精度は、樹高の実際のばらつきに加え、樹高曲線を作成するために抽出する樹高測定木の本数や選び方によっても左右されると考えられる。測樹学の教科書等には、抽出本数として十数本から 50 本、各直径階を含むように、尾根も谷も含むように、といった記述がみられる。しかしながら、これらの記述は多分に経験則であると思われ、具体的なデータをもとに統計学的な検討を加えたものは、梶原 (1966) など少数の報告が残されているに過ぎない。ここでは、関東および中部森林管理局管内の国有林に所在するスギ、ヒノキおよびカラマツの人工林固定試験地において過去に行われた、胸高直径と樹高の全数調査データを用いてシミュレーションを行い、樹高曲線を作成する際の抽出本数や抽出方法が、単木樹高の推定精度やバイアス、幹材積合計などに与える影響について検討したので報告する。



## C19 樹幹表面積一定の法則

井上昭夫<sup>1</sup>・西園朋広<sup>2</sup><sup>1</sup>熊本県立大学環境共生学部・<sup>2</sup>森林総合研究所

【目的】 わが国の各地において収集されたスギ林とヒノキ林のデータを用いて、過密林分における林分密度と樹幹表面積との関係について検討した。

【資料と方法】 森林総合研究所のホームページにおいて公開されている収穫表調製業務研究資料から、スギ14地域、ヒノキ11地域のデータを解析に供した。それぞれの地域と樹種ごとに、Inoue (2009) のアロメトリックモデルを用いて、過密林分における林分密度と平均樹幹表面積との関係におけるべき指数を推定した。

【結果】 過密林分における平均樹幹表面積は、スギとヒノキのいずれにおいても、また、いずれの地域においても林分密度の逆数に比例することがわかった。このことは、単位面積あたり樹幹表面積合計には保存則が成立しており、その上限値は林分密度とは独立であることを意味する。この現象を「樹幹表面積一定の法則」と名付けた。

【謝辞】 本研究は、科研費（課題番号：24780155、代表者：井上昭夫）の助成を受け実施した。

## C21 インドネシアのグヌンパルン国立公園における土地被覆の変化からみた課題

前島治樹<sup>1</sup>・藤平 啓<sup>1</sup>・御田成顕<sup>2</sup>・増田美砂<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>元筑波大学大学院・<sup>3</sup>筑波大学生命環境系

本報告では、インドネシアのグヌンパルン国立公園を事例として、森林減少に直接的な影響を与える土地利用を特定し、国立公園管理の課題を明らかにする。まず、USGSから取得した1997年、2001年、2005年、2009年のLandsat TM/ETM+および2013年のLandsat 8の衛星画像を用い、教師付き最尤法による土地被覆分類図を作成した。その結果、解析対象地域内の国立公園面積4,916haのうち、森林消失面積は、2001～2005年に60ha/年と最も大きく、2009～2013年は31ha/年へと減速していた。国立公園外の3,175haにおける森林消失に関しては、1997～2001年の19ha/年が、2005～2009年に42ha/へと増加したが、2009～2013年は4ha/年と激減した。国立公園内外の1997年～2013年の土地被覆変化モデルを比較すると、森林がゴム林あるいは農地に変化した面積の比率は公園内の方が5%高かった。全体的な森林破壊の減速には、国立公園事務所による取り締まり強化の影響があると考えられるが、森林の農地転換にみる公園内外の相違は、公園外における適地の枯渇を示唆している。

## C20 Forecasting Forest Area in Cambodia using Socio-Economic Factors

Tetsuya Michinaka<sup>1</sup>・Mitsuo Matsumoto<sup>1</sup>・Motoe Miyamoto<sup>1</sup>・Yasuhiro Yokota<sup>2</sup>・Heng Sokh<sup>3</sup>・Sethaphal Lao<sup>3</sup>・Naoko Tsukada<sup>1</sup>・Toshiya Matsuura<sup>1</sup>・Vuthydalin Ma<sup>3</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>カンボジア農林水産省森林局

Deforestation in a country is mainly caused by human activities that take place under the socio-economic circumstances specific to the country. We found three significant drivers of deforestation in Cambodia, which are population, agricultural gross value-added (GVA) and Economic Land Concession, ELC, a dummy variable, using panel data analysis. Then we forecast Cambodia's forest areas from 2011 to 2018 using a linear mixed-effects model based on the results in the previous step. We obtained forecast results conditional on assumptions of population growth, agricultural GVA growth, and ELC implementation. Forecasts show that forest area will continue to decrease and the deforestation will speed up slightly. These forest area forecasts can be used as references for establishing a national reference level of forest areas for implementing REDD+ scheme in Cambodia and related decision-making.

## C22 多雪地ブナ林における時系列の森林計画データを用いた人為攪乱履歴の把握

宮本麻子<sup>1</sup>・松浦俊也<sup>1</sup>・佐野真琴<sup>2</sup><sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>林野庁

【目的と方法】 過去の森林計画には、森林の自然立地条件に加え、作成当時における人の利用履歴などの社会的な側面についても記載されている。本研究では、このような性質もつ森林計画の資料を用いて、多雪地の天然ブナ林地域における人為攪乱の履歴を明らかにすることを目的とした。対象地は福島県南会津郡の国有林奥会津森林計画区内の旧只見事業区に含まれる只見町叶津区である。昭和6年以降の複数の森林施業案および附属林相図を利用して、樹種、林齢等の時系列GISデータを構築した。【結果】 101年生以上の最高林齢に達した天然広葉樹林地域のうち約5%のみが過去50年の間に択伐、皆伐、林種転換といった施業履歴をもつ林分であった。対象地は急傾斜の雪崩地が多く、積極的な森林施業は行われてこず、施業の際にも林地保護等が留意されていたことが明らかになった。本研究はJSPS科研費24501300の助成を受け実施した。

## C23 広葉樹多様性評価の高い人工林小班が形成するネットワーク分析

山田容三・香坂紗由実

名古屋大学大学院生命農学研究科

日本の国土面積の約28%（全森林面積の41%）を占める人工林において、生物多様性保全に配慮した持続可能な森林管理を進めることが求められる。その手法の一つとして、異なる広葉樹多様性を持つ最小施業単位の配置を工夫することにより、景観スケールにおける生物多様性を高める方法が考えられる。しかし、現在はその評価手法及び評価に最適なスケールが明らかになっておらず、実際に森林施業を行う立場である森林経営者が所有山林の現況を把握することが困難になっている。そこで本研究では、森林経営者が人工林の生物多様性を景観スケールで評価できる手法を開発することを目的とした。調査対象は、愛知県の段戸国有林（約5590ha）とし、人工林小班を分析の最小単位として、スギ・ヒノキ人工林に侵入した広葉樹の多様性を複数の多様性指数を用いて評価した。これらの結果を基に、広葉樹の多様性の高い小班の配置をGIS上で分析し、複数のネットワーク指数を用いてネットワークの構造、外部接続性、形状に関する評価を行うとともに、ネットワークの変化を時空間的にシミュレーションした。

## C25 抵抗性アカマツの造林に関する一考察

河瀬麻里

京都大学大学院農学研究科

【目的】瀬戸内地域は、マツ枯れ被害が深刻な地域である。本報告では、広島県におけるマツノザイセンチュウ抵抗性アカマツの造林の現状を明らかにすることを目的とする。【方法】広島県では、抵抗性マツ「広島スーパーマツ」（以下、スーパーマツ）を植栽している。2013年12月に広島県林業課に対し聞き取り調査を行った。調査項目は、スーパーマツの植栽に関する概要と実績である。【結果】広島県のスーパーマツの植栽実績（2001～2010年）は、累計約100万本で、全体の80%以上がアカマツであった。スーパーマツの植栽は、マツ枯れ被害地におけるアカマツ林の再生を目的としており、マツタケ生産のための植栽事例が多数見られた。マツタケ生産者から、スーパーマツによるマツタケ生産の可能性についての問い合わせがあった。これまでのところ、スーパーマツの植栽地で大規模なマツ枯れ被害は報告されておらず、一方、マツタケを生産できたという報告が寄せられている。本事例において、マツ枯れ被害地に再度マツを植栽する必要性は、マツタケ生産である。植栽したい樹種がマツに限定されるという点が、抵抗性マツ普及の重要な要因といえる。

## C24 京都三山におけるマツ枯れ後の植生と立地環境との関係

中家 葵・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

京都三山では社寺仏閣から望むマツのある風景が象徴的とされてきたが、マツ枯れによりマツ林はマツ枯れ低質林へ変化していることが指摘されている。本研究は京都市三山森林景観保全・再生ガイドラインで用いられている立地環境（表層地質、地形、堆積様式、斜面傾斜角、表層土粒径の5つの組み合わせ）のデータを用いてマツ枯れ後の植生を立地環境の視点から把握し、マツ枯れ後に形成される植生やその面積を把握することで今後の京都三山の森林管理に役立てることを目的とした。京都三山の代表的な立地環境を示す95ヶ所の毎木調査のデータより、クラスター分析によって植生の分類を行ったところ、ソヨゴ優占群、潜在的ソヨゴ優占群、雑木林群、アベマキ優占群、コナラ優占群の植生群に分類することができた。これらの植生の主要樹種と立地環境との関係をコンジョイント分析把握したところ、ソヨゴは、地形が凸部、堆積様式が残積土の緩傾斜地で優占する傾向があり、その面積は277.8ha（京都三山の面積の15.5%）であった。アベマキとコナラは、地形が凸部以外、堆積様式が匍行土の緩傾斜地で優占する傾向があり、それぞれ632.95ha（3.5%）、1945.11ha（10.9%）であった。

## D01 木曾地方のヒノキ人工林における天然更新試験29年後の状況

杉田久志<sup>1</sup>・丸島宏道<sup>2</sup>・酒井 武<sup>1</sup>・齋藤智之<sup>3</sup>・今村正之<sup>4</sup>・三村晴彦<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>4</sup>木曾森林管理署・<sup>5</sup>木曾森林管理署南木曾支署

ヒノキ人工林における天然更新試験は古くから試みられ、良好な更新事例も多く報告されているが、従来の研究は更新初期段階が中心で、長期にわたり更新過程を追跡したものはほとんどない。本研究は、長野県木曾地方の落葉低木（シロモジ、マルバノキ）型林床のヒノキ人工林における間伐実施後29年間の更新過程を解析した。84年生時に本数伐採率77%、材積伐採率60%の非常に強度な間伐が実施された。伐採時にヒノキ前生稚樹（高さ10cm以下）が65万本/haみられ、4年後に7万本/haとなったが、その後繁茂した落葉低木に被陰された。17年後以降に刈払い試験を実施し、刈払い幅（全刈、刈6m残3m、刈3m残3m、しない）、頻度（毎年、隔年、しない）の組み合わせで7つの処理区を設定し、24年後まで継続した。29年後には、刈払い状況にかかわらず数万～数十万本/haのヒノキ実生・稚樹が定着してL字型のサイズ分布を示し、現在も増加する傾向にあった。しかしながら、高さ30cm以上の稚樹は1000～6000本/haしかなく、次世代の更新林分が成立しているとはいえなかった。強すぎる間伐は低木類の繁茂をもたらし、むしろ更新の進行を遅らせる可能性が示唆される。

## D02 赤沢施業実験林における択伐約 30 年後のヒノキの更新状況

九島宏道<sup>1</sup>・杉田久志<sup>2</sup>・楯 直顕<sup>3</sup>・今村正之<sup>4</sup>・酒井 武<sup>2</sup>・齋藤智<sup>5</sup>・西村尚之<sup>6</sup>・三村晴彦<sup>7</sup>・森澤 猛<sup>2</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・<sup>3</sup>岐阜森林管理署・<sup>4</sup>木曽森林管理署・<sup>5</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>6</sup>群馬大学社会情報学部・<sup>7</sup>木曽森林管理署南木曽支署

林床にササを欠くヒノキ林において上木の択伐（群状、単木）による天然更新施業試験が実施された長野県上松町の赤沢施業実験林（木曽森林管理署 100 林班は小班）の約 30 年後の更新状況を解析した。群状区では 1984 年に本数 44%、材積 28%、残存木 99 本/ha の群状伐採、単木区では 1986 年に本数 42%、材積 28%、残存木 157 本/ha の単木伐採が行われた。択伐 26~29 年後のヒノキの平均密度は、群状区で総数 28 万本/ha、高さ 50 cm 以上が 58600 本/ha、胸高以上が 7500 本/ha、樹高 2m 以上が 2700 本/ha、単木区で総数 68 万本/ha、高さ 50 cm 以上が 14000 本/ha、胸高以上が 2300 本/ha、樹高 2m 以上が 800 本/ha であり、群状伐採区のほうがサイズの大きいものが多かった。ヒノキ稚樹密度のセンサス結果から、伐採後豊作を迎える毎に増加して伐採 10 年後頃から一定になり、現在は減少傾向であることがわかった。このようにいずれの処理区でも多数のヒノキ更新木が定着し、良好な更新状況を示している。しかし、その分布はムラが大きく、とくに林床にマルバノキが繁茂する斜面下部には更新不良のところもみられた。

## D04 遷移段階を考慮した植栽工とその周辺の自然林との林分構造の類似性

榊原菜々<sup>1</sup>・長島啓子<sup>2</sup>・田中和博<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

その発展に期待が高まる樹林化技術の一工法として、本研究では遷移段階を考慮した植栽工に注目した。本工法は立地環境や遷移段階を考慮しながら行う植栽方法であり、初期及び最終緑化目標を定め、その土地本来の植物群落の再生を目指している。本研究では、本植栽工が行われて 20 年が経過した法面とその最終緑化目標に当たるミズナラ、ウラジロモミ等から成る周辺自然林の林分構造や類似性を比較することで、本植栽工による植生が想定した目標の周辺植生に移行しつつあるかを考察する。

岐阜県高山市の植栽工及び自然林で毎木調査と実生調査を行ったところ、植栽工は先駆種のダケカンバ等が多く見られ、遷移初期段階にあった。また、類似度及び DCA から、両調査地間の種組成の類似性は低い結果であった。これは両調査地の遷移段階の違いに起因すると考えられる。一方、植栽工では自然林と共通したウラジロモミ等の樹木の实生が確認された。さらに植栽工の下層に遷移後期種が控え、高木層に中期種が侵入していることを考慮すると、今後の遷移が順調に進めば、植栽工は最終緑化目標である自然林の林型に近づいていくと考えられる。

## D03 カラマツ天然更新に及ぼす地表処理強度と種子散布密度の影響

大矢信次郎

長野県林業総合センター

【はじめに】カラマツ (*Larix kaempferi*) は、高冷・寒冷地に適した樹種として長野県などにおいて造林が奨励されてきた。近年は、カラマツ材の用途の拡大と資源の充実に伴って伐採が進み、再造林の機運が高まってきているが、造林コストの削減が課題となっている。本研究では、そのひとつの手段としてカラマツの天然更新に着目し、更新面における地表処理の強度と種子散布密度について検討した。【方法】長野市大岡県有林（標高 1160 m）のカラマツ伐採跡地において、2012 年 6 月上旬に 2m×2m の方形プロットを 36 か所設定した。これらを A・B・C に 3 区分し、各区において地表処理を 3 種の強度（B 層露出・A 層露出・無処理）にて行い、カラマツ種子を 4 種の密度（300・30・3・0 粒/m<sup>2</sup>）で散布した。以後、発生したカラマツ実生の生死及び樹高を継続して記録した。【結果】2 成長期後のカラマツ実生の生存率は、地表処理を強く行うほど高く、植被率と負の相関を示した。B 層露出区では発生したカラマツ実生の概ね半数以上が生残り、実生密度は 300 粒/m<sup>2</sup>区で 9~16 本/m<sup>2</sup>となった。また、B 層露出区の種子散布密度が高いプロットにおいては、2 成長期で樹高が 50 cm に達する個体も出現した。

## D05 寡雪地帯においてポラード管理が行われた理由について

大住克博

森林総合研究所関西支所

ポラード管理（頭木更新、高伐り）は、伝統的な低林施業法の一つとして国内でもしばしば行われ、それによって仕立てられた台場、あがりこなどと呼ばれる特徴的な樹形は国内各地に見られる。高い位置で伐採し萌芽更新を行う理由には諸説があり、日本海側の多雪地帯に見られるブナなどのあがりこについては、雪上運搬の便を得るために雪上伐採を行ったためという説明がなされている。一方で、ポラード管理は関西や四国などの寡雪地帯にも見られるとされるが、これらの成因については、食害回避や萌芽更新成績の向上などが示唆されているものの、十分な説明は得られていない。

そこで、大阪北部から兵庫県西部に見られるクヌギ薪炭林のポラード管理の成因について、諸説の合理性を検討した。その結果、雪上伐採や従来言及されてきた萌芽更新成績の向上、食害回避は、説明として妥当ではないと考えられた。この地域の里山では、近世において緑肥用採草が極めて盛んであり、同一の林地で薪炭生産と採草の複合利用が行われた可能性がある。その場合に、草刈時に萌芽の誤伐を避けるためポラード管理が適用された可能性を、成因として提案したい。

## D06 吉野林業地におけるスギ人工林の成長と密度管理

和口美明<sup>1</sup>・迫田和也<sup>1</sup>・今治安弥<sup>2</sup>

<sup>1</sup>奈良県森林技術センター・<sup>2</sup>奈良県農林部林業振興課

【目的】吉野林業地では、幹形が完満で年輪幅が緻密かつ均一な優良大径材の生産を目的としてスギ・ヒノキ人工林の密度を管理している。その成長や密度管理を取り上げた報告はこれまでに数多くあるが、若齢時から高齢時までの推移を、実測値を用いて統一的に示したものは見当たらない。本報告では若齢時から高齢時までのスギ人工林から得た資料を用いて、吉野林業地における密度管理を林分の成長と関連づけて概観する。

【方法】吉野林業地に位置する林齢11～250年生のスギ人工林52林分を対象に、林齢、本数密度、樹高、胸高直径、そして林分の混み具合を表す4つの指標（収量比数、相対幹距、平均形状比、平均樹冠長率）を調べた。

【結果】本数密度は50年生まで急激に減少し、その後、減少傾向は緩やかになった。平均胸高直径は250年生まで直線的に増加し、この密度管理によって年輪幅を均一にするという目標が達成されていることが示された。相対幹距は成育段階に伴って増加し、収量比数と平均形状比は減少した。平均樹冠長率は林齢50～70年生の間は減少、100～120年生の間は増加、そしてそれ以降は一定ないし微増という変化を示した。

## D08 強度に抜き伐りした奥多摩スギ林における10年間の総括

佐藤 明<sup>1</sup>・菅原 泉<sup>1</sup>・上原 巖<sup>1</sup>・河原輝彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学地域環境科学部・<sup>2</sup>富士森林施業技術研究所

東京農業大奥多摩演習林内の林齢45年前後のスギ人工林を対象に、2001年に本数で60%、40%、20%ほどの抜き伐りを行い、ヒノキおよびオオバアサガラを樹下植栽した。その後、継続的に上木、下木の成長、林内の光環境や土壌流亡、生物多様性等について調査した。そこで、無伐採の林分も含めて、10年余に渡る調査結果を取りまとめて強度抜き伐りの評価を試みた。調査の結果、抜き伐り程度が強い区ほど、残存木の肥大成長は増加するものの、林分単位での蓄積量は低い傾向にあり、下木の成長は両種とも大きかった。林内の光環境は、40%ほどの抜き伐りより低い区では林内照度は伐採後数年で低下した。林冠閉鎖は、枝の伸長よりも枝葉量が増えることにより枝が下がり樹冠が広がったためといえた。土壌流亡量は、下層植生量の多いほど少ない傾向があったが、下木のオオバアサガラの繁茂が目立つと増え、下木を間引くと再び減った。下層植生が増えることは野ネズミの種数、個体数にも影響し、多様性は増した。しかし、強度の抜き伐り区では、2007年に同様の伐採をした以降、風害等の気象害が目立って増えた。よって、60%ほどの抜き伐りは十分な検討のうえ実施が望ましいと言える。

## D07 スギ人工林の花粉生産と間伐による抑制技術：多雄花木間伐試験4年間の結果からみた可能性

梶本卓也<sup>1</sup>・福島成樹<sup>2</sup>・齊藤 哲<sup>1</sup>・壁谷大介<sup>1</sup>・川崎達郎<sup>1</sup>・五十嵐哲也<sup>1</sup>・奥田史郎<sup>3</sup>・右田千春<sup>1</sup>・韓 慶民<sup>4</sup>・千葉幸弘<sup>1</sup>・清野嘉之<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>千葉県農林総合研究センター森林研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>4</sup>森林総合研究所北海道支所

スギ花粉症対策の一つには、発生源のスギ林を間伐等で適切に管理して花粉生産自体を抑制しようとする方向がある。なかでも、雄花を多くつける個体を優先的に間伐する手法（多雄花木間伐）は、立地や間伐率など条件しだいで有効になる場合が示唆されていた。本研究では、こうしたアプローチの可能性を検討するために、千葉県と京都府の2ヶ所のスギ林（約30年生）において、間伐率を揃えて通常の定性間伐（いわゆる下層間伐）と雄花生産量を比較する試験を行った。雄花の生産量の指標には、個体（目視による5段階の着花程度の評価）と林分（トラップ法による脱落量測定）の両レベルでのデータを収集した。今回は、試験開始から4年分の経過データの解析結果について、おもに千葉県の試験地での結果を中心に報告する。スギの雄花（花粉）生産は、およそ5年に1回程度で大豊作になることがわかっているが、これまでの試験結果から、こうした豊作年では多雄花木間伐区では通常間伐区に比べて花粉（雄花）生産量が少なくなる傾向が認められた。報告では、こうした結果を生じたメカニズムを考察するとともに、この間伐法を現場に適用する際の問題点なども検討する。

## D09 集材方法の違い（全幹および全木集材）は間伐後の林床植生発生に影響を与えるか？

酒井 敦・宮本和樹・酒井寿夫

森林総合研究所四国支所

架線とプロセッサを組み合わせた集材システムが普及し、効率的な集材ができるようになった。一方で枝葉をつけたままの全木集材は、大量の枝条が局所的に集中するなどの問題点が指摘されている。本研究では間伐木の集材方法の違い（全幹集材、全木集材）が間伐後の林床植生の新規加入や植被率の変化に与える影響を調べた。調査は高知県香美市御在所地区の70年生ヒノキ林で行った。2012年10月に本数当たり28%の間伐を実施し、タワーヤーダで架線を110m張り、上げ荷で全幹集材を行った。その後、タワーヤーダを50m移動し、架線を約120m張って全木集材を行った。2m×2mコドラートを設置して間伐前と間伐後（2013年9月）の植生変化（種数、植被率）を調査した。全木集材区では間伐後新規にコドラートに出現した種数は平均11.8、全木集材区では16.4だったが有意差はなかった。全木集材では枝葉がついたまま集材されるので林地に残される枝条が少なく地表の攪乱が多くなると予想されたが、実際は作業上枝葉を切り落とす場面があり、種数に有意な差が出るほどではなかった。また、全木集材区では間伐後林床植被率が増えた（15%→24%）が、全幹集材区では減少した（48%→26%）。

## D10 もう間伐をしてはいけない？ 風に向かって立つ木から

水永博己<sup>1</sup>・喜多川権士<sup>2</sup>・岩間慎太郎<sup>1</sup><sup>1</sup>静岡大学大学院・<sup>2</sup>岐阜大学大学院連合農学研究所

樹木の風倒・幹折れをメカニズムからアプローチする場合に用いる多くのパラメータは、樹冠のサイズ因子・葉構造の複雑性・葉密度などの個体の葉分布構造と林冠構造に大きく影響を受ける。間伐はこうした個体と林分の葉分布構造を変化させる森林施業の一つである。Kamimuraら(2008)は高齢林での幹密度の低下が風害リスクを増大させることを示唆したが、このモデルは間伐による林冠の疎開や林冠閉鎖に伴う葉分布構造の変化によるアプローチではなかった。我々は、これまで欠落していた葉分布構造と抗力係数や流線化係数の関係及び、林冠の構造変化に伴う風の流れの変化の情報を組み込んで、間伐に伴う葉分布構造の変化が風害リスクにどのような影響を及ぼすのか、林冠の疎開と閉鎖に伴う限界風速の時間的変化を林分平均樹高と「葉の幹を作る能力」ごとに予測する。

個体レベルでは樹冠拡大と幹や根系の発達のバランスが改善されるまでの時間を、林冠レベルでは林冠閉鎖により林内風速分布の変動が小さくなるまでの時間を脆弱時間としたとき、脆弱時間内で風害に遭遇する確率はどの程度上昇するだろうか？ 強風環境下における高齢林は、「もう間伐をしてはいけない」だろうか？

## P1-002 「木の文化」の持続可能性に関する一考察—全国本山寺院の丸柱にみる森林資源の長期劣化傾向—

峰尾恵人・松下幸司

京都大学大学院農学研究所

寺社・城郭といった大規模な伝統木造建造物の築造・補修には、一般的なものより長大・高品質な木材が必要であり、近年このような木材の確保が課題となっている。本報告はこうした課題について俯瞰的に知見を得ることを目的とし、1. 各宗派を代表する寺院である本山寺院の、最も長大・高品質が必要な部材である本堂の丸柱に着目し、木材利用形態の歴史的特徴を分析した。2. 伝統建築を扱う業者への聞き取り調査を実施し、長大・高品質材供給の現状と課題を分析した。

その結果、地域等による差はありながら、9～16世紀はヒノキ、17～19世紀はケヤキ、昭和期から平成初頭までは台湾ヒノキおよび鉄筋コンクリートが主であった。本堂丸柱のように特に長大・高品質な木材の生産方法は、少なくとも近世以降は持続可能な形態ではなかったことが示唆された。一方現在では海外からの供給見込みは厳しく、今後も「木の文化」を継承していこうとするならば、国内での育成が不可欠であると考えられた。しかし国内では、役物市場の崩壊による優良林所有者の育林意欲低下や資源の空洞化が懸念され、何らかの手立てが必要である。今後さらなる情報収集と具体策の検討が望まれる。

## P1-001 企業などとの協働による森林再生を目的としたブナの植樹

小山泰弘<sup>1</sup>・竹垣英信<sup>2</sup>・岩崎 唱<sup>2</sup><sup>1</sup>長野県林務部・<sup>2</sup>森のライフスタイル研究所

利用されなくなった牧場の森林化を行うため、企業の社会貢献活動の一環として企業等からの支援により、牧場に隣接するブナ林の林縁部に発生した稚樹を活用したブナの移植を行った。移植を行った牧場跡地は、未利用の牧草とその根系が5cm程度の厚さで堆積していたため、三機工業や和信化学工業等の企業からの支援金を活用して重機を使って牧草をはぎ取った。その後、6～10月までの5回にわたり林縁部のブナ稚樹を掘取り、はぎ取った場所へ移植させた。本年度は、八十二銀行をはじめとする協賛企業および一般公募のボランティアに関係者延べ約300名が植樹に参加し、10,000本のブナを0.7haの範囲に移植させた。なお6月に植栽したブナは10月現在で95%以上が活着し、植替え作業そのものは良好だった。本方法では、NPOが仲立ちをすることでボランティアの公募や企業の協賛に加えて、NPOに対する支援を行っている東京ガスや地球環境基金なども活用できるため、公的資金や地元負担が少なくなり、コストをかけずに地域の種苗を用いた自然再生を行うための手法の一つとして効果的だと思われる。

## P1-003 景勝地ツアーガイドが使えるカード式環境教育マニュアルの開発—桑ノ木台湿原を例として—

齋藤千尋・井上みずき・蒔田明史

秋田県立大学生物資源科学部

【目的】近年、自然環境への興味・関心から多くの来訪者が景勝地を訪れている。動植物や気候等によって成り立つ自然環境へのより深い理解を促し、景勝地の保全につなげていくためには来訪者への適切な環境教育が必要である。桑ノ木台湿原は来訪者の増加による湿原の荒廃が生じた。その対策の一環として環境教育プログラムの開発や現地ガイドが組織され、その活用が課題となっている。そこで、現地ガイドが簡単に利用可能な環境教育プログラムを開発した。【方法】秋田県由利本荘市役所の資料、桑ノ木台湿原の来訪者や現地ガイドに行ったアンケート、現地調査により必要な情報を取得し、カード式環境教育マニュアルを開発した。【結果】マニュアルはカードごとに異なる項目を示し、年齢層や季節に合わせて内容が入れ替えられるように工夫した。1枚のカードはA4サイズで、表は来訪者に示す情報(写真など)、裏には現地ガイドが解説すべきポイントを載せた。また、来訪者のニーズ、現地ガイドの知識や課題を踏まえた内容を盛り込み、季節の特徴的な植物・動物写真を多用した。生態学視点を加え、自然環境をより深く解説でき、現地ガイドが利用しやすいマニュアルとした。

## P1-004 昭和30年代における瓦産業に関連した木質バイオマスの推定

森野真理

吉備国際大学地域創成農学部

生物多様性の保全における我が国の問題として、人間活動の縮小による危機が指摘されている。そのひとつが森林の利用不足である。代替品や輸入材の台頭などにより、人の生活と森林との関わり方は大きく変わってきた。将来の森林資源利用のあり方を考えるには、かつての利用形態を明らかにし、生物多様性保全の観点からとらえ直す必要がある。そこで、兵庫県淡路島を事例に、かつての森林利用の実態を調査した。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が、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。当時の瓦産業と森林との関わりを明らかにするため、島内の瓦生産の中心地である津井地区・阿万地区において、現地の瓦製造者、森林管理者、製材業者等へのヒアリングおよび、資料による分析をおこなった。その結果、いぶし瓦の製法過程ではマツを中心とした薪(約800kg/製瓦1000枚)のほか、松葉(約12束/製瓦1000枚)が使用され、マツ林の豊かな他地区から購入されていたことが分かった。こうした事例をもとに、当時の木質バイオマス消費量の推定を将来的な目標とする。

## P1-006 中山間地域における若年層の住環境に関する研究

高田乃倫予

東京大学大学院農学生命科学研究科

過疎高齢化が深刻な中山間地域では産業振興や住宅支援など様々な活性化の取り組みが行われている。活性化の取り組みの中で農作物の販売や広報等にインターネットの活用がみられる。インターネットは日常生活でも必要不可欠になっており、特に13~49歳までの若い層での使用率は9割を超えている(総務省、平成25年)。2001年以降のe-japan戦略、2006年以降のu-japan戦略によって、国家的に高速で大容量の情報通信が可能なブロードバンド環境の充実が図られてきた。そのため、自治体規模のブロードバンドの整備は地理条件が特に不利な場合を除きほぼ全国的に整備されてきたことが明らかになっている(荒井ら、2012)。ブロードバンド、デジタル・ディバイドに関する研究は幅広い分野で多くの蓄積がみられるが、中山間地域においてブロードバンドが人口変動に与えている影響の分析は未だ少ない。そこで本研究は、ブロードバンドの中で今後さらに日常生活での重要度が増すと考えられる携帯電話サービスに着目し、中山間地域での若年層の住環境への影響を分析することを目的とする。

## P1-005 八溝地域における木造古民家の存在形態と林野との関係

平野和隆<sup>1</sup>・梶山雄太<sup>1</sup>・高橋俊守<sup>3</sup>・山本美穂<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部・<sup>3</sup>宇都宮大学農学部附属里山科学センター

栃木・茨城県境八溝地域の山間集落、栃木県那須烏山市大木須地区において木造古民家である長屋門が、農家のような土地利用との関連で存在し残されてきたのかを明らかにし、近世から近代への村落構造・農民層の変化を考察することを目的とする。大木須地区、那須烏山市、那珂川流域についての文献史料収集・整理、大木須地区の長屋門所有者13戸のうち11戸に対して、長屋門及び家屋の形状・木材使用状況、建築時期、土地利用、戦後経営史、文書の有無などについて聞き取り調査を行った。八溝地域で盛んであった葉煙草作の経済的優位性が長屋門を構える経済的な余裕を生んだこと、集落内の各戸に十分な林野面積が配分されており自家用材の備蓄林として大きな役割を果たしていたと共に葉煙草作の堆肥にもなっていたこと、大木須地区の立地条件上、木材輸送の拠点であった那珂川まで大木須地区から材を搬出する際の輸送上の困難さがありその搬出の必要性も見られず木材の集落内での使用に傾注できたこと、地域内で高い木造建築技術を有する大工が存在し継承されてきたこと等により、長屋門がこの地区で存在し残されてきたことなどがその理由として挙げられる。

## P1-007 トウモロコシ商品作導入による焼畑土地利用システムの変化—ラオス北部カム村落の事例から—

竹田晋也

京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

【目的と方法】ラオス北部ルアンパバーン県S村で、2005年から9年間に渡り焼畑全筆を毎年実測し、世帯調査ならびに衛星画像と関連づけて焼畑土地利用を地図化した。市場情報と合わせて、9年間の焼畑システムの変化について考察する。【結果】リーマン・ショックや天候不順といった短期的な要因がトウモロコシ国際価格の変動を増幅させているが、長い目でみると、経済成長による畜産物需要が旺盛な新興国の需要増大や、バイオ燃料生産の拡大などの構造的な要因が国際価格を押し上げている。S村では2008年度からトウモロコシ高収量品種LVN10が導入された。2012年秋には仲買業者と生産グループが契約を結び、トウモロコシ集荷道が造成された。トウモロコシ集荷圏に組み込まれたことでS村では従来の陸稲焼畑システムから、a)連作、b)草地休閑(*Chromolaena odorata* 短期休閑)、c)叢林休閑(萌芽更新短期休閑)の3つを組み合わせた焼畑システムへと変化している。トウモロコシを連作した後の休閑植生の回復は困難であり、焼畑システムと長期的な土地利用の安定性を確保するためには、草地休閑と叢林休閑との違いを理解した植生回復への配慮が欠かせない。

## P1-008 北関東における大径材の生産・流通構造

佐野 薫<sup>1</sup>・渋谷 侑<sup>2</sup>・山本美穂<sup>1</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学農学部・<sup>2</sup>株式会社シェルター

柱適寸材生産を主軸とする戦後造林地において、資源の成熟に伴い中目材から大径材の出材が増加している。本報告では、大径材の生産・流通構造と現在直面する課題について事例をもとに明らかにする。1) 本事例の栃木県佐野市の120年生民有林は、江戸期文化年間から地元を中心に様々な事業を展開する名士の家系によって管理され、現在は森林経営計画に則った長伐期施業による大径材生産が行われている。地元の素材生産業者が出材した長尺材は、大径材専門の製材所(群馬県渋川市)で一次加工され、円柱加工業者(群馬県吾妻郡)で二次加工された後、神社(群馬県渋川市)の建築材として利用される。2) 社寺建築及び高級木造住宅に用いる大径材など特殊材は、一般住宅用構造材生産が大型化する中、ニッチ材として独自のマーケットを成立させつつある。地域ビルダーが自ら原木を調達し、土場に貯蓄し、製材所の賃挽きを経て製材品を調達、施工まで手がける生産・流通の一元化も進んでいる。3) 大径材は優れた技能を持つ職人によって、伝統と慣習、互いの信頼と責任に基づく丁寧な取り扱いがなされている。しかしその構造は市場規模、担い手において極めて限定されている。

## P1-010 新興スギ材産地の林業構造

板津靖彦<sup>1</sup>・梶山雄太<sup>2</sup>・佐野 薫<sup>1</sup>・山本美穂<sup>1</sup>

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

戦後拡大造林された森林が利用段階に移行し、森林政策の対象は基盤整備や施業集約化といった川上における原木の安定供給体制の整備だけでなく、木材の加工体制の整備、木材の利用促進といった川中・川下まで拡大している。効果的な政策を講ずるための基礎的知見として、素材生産以降の流通構造を把握する必要がある。

本報告では、首都圏近郊に位置する1990年代以降の新興林業地であり、素材生産から製材加工までが比較的域内でまとまっているとされる栃木県高原地域を対象として、素材生産から製材加工までの各流通段階に関わる事業体に聞き取りを行った。その結果、1) 高原地域で素材生産を行っている事業体の搬出先としては、当地域の県森林組合連合会共販所以外に、県内の他共販所、民間原木市場、および製材工場への直送があること。2) 私有林においては、たかはら森林組合の素材生産量が突出して多いこと。3) 県森連共販所から販売される素材量の7割以上が高原地域内の製材工場に納入されていることが確認された。

## P1-009 地域材に対する施工者のニーズ

上田あずさ<sup>1</sup>・梶山雄太<sup>2</sup>・佐野 薫<sup>1</sup>・山本美穂<sup>1</sup>

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

国内人工林が森林資源として成熟し国産材や地域材利用の拡大が推進されている。建材を決める主導権は施主ではなく施工者にあるという先行研究を踏まえ、栃木県を対象に地域材に対する施工者のニーズの実態を把握し、制度・政策的支援がどのように受け止められているか明らかにすることを目的とする。林野庁「木材利用ポイント事業」の登録工事業者(栃木県803社、全国型399社)からそれぞれ300社、97社へ郵送でアンケート調査票を直接配布・回収し137社(34.5%)から回答を得た。回答者の中から数社に訪問調査を行った。回答者は年間着工戸数が1~5棟未満の小規模の会社が最も多く、次いで5~50棟未満の会社が多かった。木材に対する顧客からの要望は、無垢材を使用して欲しいとの要望が最も多く、県産材や国産材など木材の生産地へのこだわりというものは高くない。国、県、市町村による地域材利用の支援事業への応募実績は低いレベルに止まる。建材について施工者側が決定権を持つことが多く、どの規模の施工者もプレカット材使用割合が高い。「木材利用ポイント事業」については、「申請が煩雑」「県民認知度」「補助率の低さ」が挙げられた。

## P1-011 森林吸収量取引が間伐事業に及ぼす収支改善効果

村上友弥・山本博一

東京大学大学院新領域創成科学研究科

京都議定書の達成目標に森林の吸収したCO<sub>2</sub>の吸収量を繰り入れる事が可能となった。日本国内においても、環境省のJ-VER制度を始め、森林の吸収したCO<sub>2</sub>をクレジットとして認証し、主にクレジットの取得者がCO<sub>2</sub>排出企業等と取引を行う事例が成立した。本研究ではこのような取り組みを森林吸収量取引と定義する。

既往研究では、森林の吸収したクレジットを売却することで林業経営に経済的なインセンティブを与えるとしているが、現行の制度とは仮定した条件が異なるため、制度施行後である現在、改めてその点を評価する必要があると考える。そこで、本研究では国内の森林吸収量取引に参加しているプロジェクト代表事業者(森林吸収量取引において中心的役割を果たす事業者)を対象にアンケート調査を行い、①間伐事業に要した費用、②クレジットの売却により得られる収益、③クレジットの認証にかかる費用を明らかにすることで、クレジットの売却額がどの程度、間伐事業費に対して負担軽減となるかを明らかにした。

P1-012 日本における狩猟の位置づけと野生動物保護管理の社会システム

高柳 敦

京都大学大学院農学研究科

今年度、「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律」の改正のための答申案が出された。この答申案は、これまでの野生動物保護管理のあり方を大きく変更しようとするものであり、種々の問題を含んでいる。中でも、新たに創設が謳われている「鳥獣の捕獲等を専門に行う事業者」（捕獲事業者）を認定する制度は、減少する狩猟者を補うものとして重要な制度ではあるが、答申案に示されている制度の骨格は不明瞭であり、様々な課題を抱えている。それらの課題には、将来、日本における野生動物と地域社会との関係を大きく変える恐れのあるものもある。大型野生動物が自然に及ぼす影響の大きさを考えると、野生動物-地域社会関係は農山村の自然環境保全に重要であり、それを変える恐れのある制度は軽視できない。報告者は、狩猟者の減少と高齢化を乗り越え、この答申案の課題に適切に対応するには、捕獲事業者を活用しつつ、地域に居住する狩猟者をトリックスターとする従来型の野生動物-地域社会関係を発展させることが不可欠であり、その野生動物保護管理システムを構築するためには、狩猟および狩猟者の社会における位置づけを明確にするプロセスが必要であると考えられる。

P1-014 岐阜県恵那市笠岡地域における地域住民主体の間伐活動の実態と課題

風間啓紀・山本博一

東京大学大学院新領域創成科学研究科

P1-013 国内木材工業における外材から国産材への転換可能性：外材工場への聞き取り調査から

嶋瀬拓也

森林総合研究所北海道支所

【目的】国内林業の将来を展望するための一助として、外材利用工場における国産材転換の実態と利用上の課題を探った。\*\*\*\*【方法】製材・集成材・合板・紙パルプの各部門について、かつて外材を利用し、今日までに国産材を導入している工場を対象に聞き取り調査を行った。\*\*\*\*【結果】従来は外材が中心であった分野でも一部を除いて国産材への転換が技術的・品質的に可能であること、また、現実にも転換が進んでいることが明らかになった。製材のうち特に断面が小さい小割材、高い強度が要求される構造用合板・中断面集成材は、国産材への転換に材質上の問題が伴うが、小割材では不適材から生産が可能な品目の追加、構造用合板では単板の強度選別、中断面集成材では表層への外材ラミナの使用といった技術・製品開発により、材質上の問題を克服する動きがみられる。すなわち、材質は国産材利用上の決定的な制約ではなく、安定供給の見通しや代替原料との価格比較の中で国産材への転換が進んでいるといえる。反面、国産材への転換を図った複数の工場が原木調達に難があるとしており、大口需要に対する原木安定供給体制の構築が不可欠と考えられた。

P1-015 長野・山梨両県の新規狩猟者の比較

三木敦朗<sup>1</sup>・大地純平<sup>2</sup>・小池正雄<sup>1</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>山梨県森林総合研究所



## P1-016 森林が営む時間に焦点を当てた森林環境教育プログラムについての研究

山下貴之<sup>1</sup>・中島 皇<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

環境意識の高まりとともに森林環境教育が注目を集めている。多くの場所で森林環境教育が実施されているが、「森林が営む時間」を参加者が認識できるような活動は少ないように思われる。

本研究では「森林が営む時間」を認識できる活動について調べた。森林環境教育の活動事例を収集し、それぞれの活動を「活動形態」と「森の時間」の2つの視点から分類した。「活動形態」では「体験型」が多く、「調査・実験型」は考案段階では多いが、実施されている例は少なかった。「森の時間」では、「森林が営む時間」を学習目的として明記している活動はなかったが、森林に関わる「経年変化」を学習できるような活動は数件見られた。

次に、自社の工場敷地内に森林を所有する企業と協働で「森林が営む時間」を取り入れた森林環境教育プログラムを作成し、企業の社員とその家族を対象に実施した。アンケート調査をプログラムの事前・事後に行い、参加者の意識の変化を調べた。「森林が営む時間」を取り入れたことによる効果を判断することは難しかったが、参加者からは、プログラムに対する有益な意見を得ることができた。

## P1-018 都市近郊自然歩道の利用実態と課題

愛甲哲也<sup>1</sup>・魏 子祺<sup>2</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学院

都市近郊に位置する森林は、アクセスも容易なために、都市住民にとって重要な自然鑑賞や休養の場所となっている。札幌市では比較的アクセスしやすいところに、多くの自然歩道があるが、野生生物との関係や多様な利用形態の混在など様々な課題がある。適正な利用と管理には、利用状況と利用者意識を正確に把握する必要がある。本発表では、赤外線カウンターによる通年の利用状況の把握と、季節毎の利用者の意識調査の結果から、季節や立地の違いによる利用動態や利用者意識の相違について報告する。

静電赤外線カウンターにより、積雪寒冷地でも通年での利用状況の把握が可能となった。利用者は春に最も多いが、冬でも一定の利用者がいることがわかった。利用者数の変動は、登山口により異なり、立地やアクセス性がその要因であることが推察された。定期的な利用者も多く、利用頻度が多いほど、場所への愛着も強く、管理・運営への参加意欲も高かった。自然歩道の維持管理において、これらの定期的な利用者の意向に配慮する必要があると考えられた。

## P1-017 環境教育から見た森の施業と森の景観・構造

宮部涼太郎

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

森林へのニーズが多様化するなか、教育的観点からの森林への注目が高まっている。「森林における教育」に関しては、多様な関心の下で実践される「森林における教育」の全体像を捉えんとした研究や、個別的な「森林における教育」が持つ性格について報告する研究等がある。しかし、「教育の場」としての森林の側面に焦点をあてて、森林の状態と教育の内容・効率との対応関係や、「教育のための森林」の環境をいかに整備するかを扱った研究は少ない。今後、森林を「教育の場」として活用していくためには、①「場としての森林」が教育上持つ意味を検証することと、②教育という利用形態に対応した森林整備のあり方を検討することが必要であると思われる。そこで本研究では、「教育のための森林」である大学演習林を対象に調査を行なった。①に関しては、教育目標に即して演習林内の具体的なサイトが選定される過程と、教育の場となった具体的なサイトが現地での教育内容に与える影響について、現地における教育の指導者への聞き取りを行なった。②に関しては、教育上の要請が演習林内の施業計画や作業の仔細に与える影響について、演習林職員等への聞き取りを行なった。

## P1-019 リゾートホテルが実施する森林レクリエーションプログラム

小野智里<sup>1</sup>・富井知子<sup>2</sup>・斎木正典<sup>2</sup>・鍛代邦夫<sup>1</sup><sup>1</sup>日本大学生物資源科学部・<sup>2</sup>当間高原リゾート

【目的】森林レクリエーションを取り入れた自然活用のアクティビティは現在様々なリゾートホテルで行われている。こうしたアクティビティへの参加客の増加を図ること、ならびにそれらプログラムを改善することを目的として、参加客の趣向性と現行プログラムの質との関係について調べた。【方法】新潟県十日町市当間高原リゾートにおいて、これまでに行われた森林レクリエーションプログラム77種類について、これらの特性を調べた。また、現行プログラムの参加者を対象にアンケート調査を行った。調査項目を年代、男女内訳、人数、評価、参加理由、情報源などとし、2013年8月10日から8月23日に、555件に対して行った。【結果】10種類の現行プログラムの特性を検討したところ、暮らし系活動を主体とするタイプと知的系活動を主体とするタイプに区分することができた。参加客の構成についてみると、親子型、親子+祖父母型、孫+祖父母型、複数家族型、家族+随伴型、夫婦型、友人型、単独型に区分することができた。親子型は、暮らし系活動タイプ、知的系活動タイプともに参加件数の大半を占めた。一方、子供を伴わない場合は、知的系活動タイプへの参加が少ないことが認められた。

## P1-020 小型レーザスキャナによる 3D 森林計測器の開発と森林管理実務への展開

望月亜希子<sup>1</sup>・望月寿彦<sup>2</sup>・塩沢恵子<sup>2</sup>・坪内孝司<sup>3</sup>・千葉幸弘<sup>4</sup>・富村周平<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林再生システム・<sup>2</sup>株式会社アドイン研究所・<sup>3</sup>筑波大学大学院システム情報工学研究科・知能機能システム専攻・<sup>4</sup>森林総合研究所企画部研究企画科

近年、林内の状況を把握する方法として、従来の森林調査にかわり小型のレーザスキャナを用いて計測する手法が開発されてきている。

開発した装置は測域センサ（レーザスキャナ）を搭載し、森林全体をスキャンすることで従来の調査項目の他、立木位置、樹冠疎密度等の情報を自動でかつ容易に入手することができる。また、本数密度や形状比、樹冠長、樹冠疎密度などの森林の“質”が定量化されることで、その林分の適切な施業時期や方法、また販売等の計画作成が可能となり、さらに、計測した森林を 3D で再現し、可視化することができるため、パソコン画面上で間伐シミュレーションを行うことも可能となる。今後、本装置が実用化され普及することで、森林資源現況がより正確に把握されれば、森林の持続的、計画的な管理の一助となると考える。

## P1-022 毎木調査方法の効率向上への取り組みについて

田中邦宏・近口貞介・橋山真司

森林総合研究所関西支所

【はじめに】毎木調査においては、測定立木のマーキングに要する労力が大きいと言えよう。マーキングに良く用いられるのは木材チョークだと思われる。直径測定完了時に、斜面下方から見上げても分かりやすいように、幹に一周マーキングする。樹高測定時は、これとは異なる印でマーキングする。しかし、耐水チョークであっても、特に濡れた樹皮に書くのは難しく、読みづらい。【効率化した方法】定期調査と同時に功程調査を行うのは困難なため、本報告では筆者らが固定試験地での定期調査を毎年行う中で改善してきた方法について紹介する。木材チョークの代わりに、ピンクテープと押しピンを用いる方法を考案した。なお、直径測定は斜面下方から上方へと進める。こうすると、測定漏れに気付きやすい。直径測定者は、まず立木番号と測定値を、ボールペン（水中でも書けるもの）でピンクテープに記入して、押しピンで幹に留める。このボールペンならば、少々の雨天でも作業が可能である。樹高測定時は斜面上方から測定を始め、測定が完了した立木のテープの番号を確認しながら外して行く。ピンクテープは林内で非常によく目立つため、測定漏れの確認が容易な点で優れている。

## P1-021 熱帯季節林のバイオマス推定におけるサンプリング法の違いが与える影響

加治佐剛・太田徹志・溝上展也・吉田茂二郎

九州大学大学院農学研究院

## P1-023 簡易軽量炭化炉の補完的利活用について

佐藤孝吉<sup>1</sup>・上月涼平<sup>1</sup>・石井保成<sup>1</sup>・安村直樹<sup>2</sup>・石井 哲<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学地域環境科学部・<sup>2</sup>東京大学田無演習林・<sup>3</sup>岡山県森林研究所

【目的・背景】簡易軽量炭化炉（平成 25 年 9 月 6 日登録、特許第 5354769 号）は、2008 年に岡山県森林研究所が開発した組み立て式の炭化炉である。ステンレス板 5～6 枚で構成され、重量が 4.38 kg（100 リットル）～15.4 kg（660 リットル）と軽量で、容易に移動が可能なることから単に炭焼きとしての利用だけではなく、環境教育やイベントなどでも利用されている。この活用方法について、実践体験をもとに検討した。

【実験方法・結果】具体的には木材のカスケード利用にもとづく物質的な視点、体験・イベント・娯楽・料理など社会的な視点、多作業との時間的な配分方法の 3 点の視点をもとに補完的な活用を考察した。炉は 100 および 200 リットルの小型を使用した。燃焼物は、乾燥端材、未乾燥端材、樹皮、針葉樹丸太、広葉樹丸太など種類を変えて実施した。尚、この炭化炉は、2013 年に大日本山林会林業経営「創意工夫」の優秀賞を受賞している。

P1-024 児童にとって身近な環境である小学校内の樹種の変遷—神奈川県藤沢市の小学校の事例—

中島優樹・杉浦克明・吉岡拓如・井上公基

日本大学生物資源科学部

【目的】身近な環境が樹種を知るきっかけになっているという報告(杉浦ら、2014)があるように、児童にとって身近な環境は学びの場の一つであり、中でも長時間滞在する小学校内の環境は特に重要である。そこで、本研究の目的は、児童にとって身近な環境である小学校内にある樹種に着目し、8年前と比べて樹種数等の変化を明らかにすることで小学校内の環境に対する考え方を分析することである。【方法】神奈川県藤沢市立小学校の35校を対象とし、校内の地図をもとに樹種の位置と樹種名を調べた。2005年にも同様の調査をしており、そのデータと比較することで8年間における小学校内の樹種の変遷を分析した。【結果と考察】その結果、8年前と比べて多くの小学校で樹種が減っていることが明らかとなった。特に、常緑樹のツバキとサザンカは減少が目立っており、チャドクガ対策のため伐採していることが大きな要因となっている。落葉樹を見てみると、市花であるフジの減少が目立っていた。校内美化の一環や管理の点から樹木を伐採している小学校もあり、樹木減少の大きな要因と考えられる。このように、小学校では、身近な環境としての校内の樹木が重要視されていないようである。

P1-026 不確実性下における林業事業の最適伐期の検討—最小二乗モンテカルロ法によるリアル・オプション法の適用—

新永智士<sup>1</sup>・藤原賢哉<sup>1</sup>・長谷川尚史<sup>2</sup>

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

本研究では、戦後植林された人工林が木材資源として成熟期を迎える中で、経済的価値の観点からも伐期を迎えつつあることを、金融工学におけるリアル・オプション法を適用して検証した。検証に際しては、和歌山県の林業事業地の事例に基づき、植林・保育の投資コスト履歴、および伐採コストからキャッシュフロー流れを構築した。木材市場の価格変動を平均回帰モデルにより推計し、Longstaff and Schwartz (2001) によって提案された最小二乗モンテカルロ法 (LSM 法) を用いて、最適伐期および事業価値を算出した。また、Faustmann 式に代表される NPV を用いた従来の手法 (DDCF 法) との比較も行った。中間収入を想定しない林分では、DDCF 法でスギ 61.9 年、ヒノキ 84.2 年、LSM 法でスギ 68.3~74.5 年、ヒノキ 90.3~94.0 年が最適伐期と判定された。一方で事業価値は、過去の投資費用、さらには再植林費用を考慮するシナリオにおいて、DDCF 法の結果と同等となった。伐採および投資のコスト削減は最適伐期を縮め、その標準偏差を小さくする、すなわち経営リスクを縮小する効果があった。また、割引率は最適伐期に最も大きな影響を与え、高い割引率ほど大幅に伐期が短くなることが明らかになった。

P1-025 「森林・所有者情報データベース設置事業」の分析結果から見えてくるもの (—森林所有者として)

上森 安・川田伸治・松村直人

三重大学大学院生物資源学研究所

日本の林業は、1980年代から長期低迷時代を経験してきた。一方、ICTの利用は効果的な情報集約とコストパフォーマンスを良くするために現在ではどの産業でも必須の技術分野である。このような趨勢の中で、2006年から2011年度まで各種モデル事業を組み合わせ実証・実験された「新生産システム事業」の一つである「森林・所有者情報データベース設置事業」の結果に関して分析を行い、考察を加えた。この事業では、国内でモデル地区を11ヶ所、その中にデータベース運営者(オーナー)として14事業所(主に県森連)が選定され、プロセスとしては、了承された所有者の森林情報をデータベースに組み込み、主に素材生産業者によりデータベース検索が行われ、地域産材の販促を進めていくという形態であった。アンケート等の販売結果に関しての直接的定量データは未公表のため、2011年3月発行の報告集(議事録)の文章内容で質的データ型の分析と設置事業終了後の14ヶ所での森林所有者情報データベースの継続使用状況の聞き取り調査を行い問題点・課題を考察した。販売結果は低調で、林家の性格変化等が如実に反映されており、このような低調性の中でも方向性が在ることが確認できた。

P1-027 収益の安定性を考慮した持続可能な木材供給量水準の変化—水準からの変動幅と収穫制約期間に関する分析—

守屋智之・龍原 哲

東京大学大学院農学生命科学研究科

【目的】単峰型の齢級構成から安定的に収益を得つつ一定量の木材生産を行うには、現時点から最大供給量を目指すのではなく、供給量を漸増させる方が望ましいと考えられる。また、経営方針によって供給量や収益のばらつきの許容量は異なる。本研究では計画初期の収穫材積の制限による収穫材積水準の変化と、水準の変動幅の変化による収穫材積の水準への影響を分析した。【方法】0-1整数計画法を用いて定式化を行った。1分期を10年、計画期間を15分期とした。許容幅5%、10%、20%の3通り、収穫制限期間なしと1~4分期設ける場合の5通り、計15通りのシミュレーションを行った。【結果と考察】全許容幅において制限期間を設けることで収穫材積水準が大幅に増加した。これは計画初期の収穫制限が木材供給量水準を大幅に上昇させることを示す。また許容幅が大きいほど収穫材積水準が大きく、制限期間以降の分期あたりの最大値と最小値の差は収穫材積よりも収益の方が大きかった。これは制約条件の緩和によるものであり、収穫材積よりも収益の制約の方が収穫材積水準への影響が大きいことを表す。以上のように本研究は意思決定ツールとして有用である。

P1-028 徳島県橋本氏施業による人工林の下層植生区分とその立地特性

松尾扶美<sup>1</sup>・橋本光治<sup>2</sup>・鎌田磨人<sup>3</sup>

<sup>1</sup>徳島大学大学院先端技術科学教育部・<sup>2</sup>橋本林業・<sup>3</sup>徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部

森林を構成する人工林は単に木材生産の場のみならず、基盤サービスや調整サービスといった複数の生態系サービスを発揮させることが求められるようになってきている。しかし、これらを両立させていくための施業方法や、それによって達成される人工林の姿を描き出した研究は少ない。このような中、環境保全型林業を目指しつつ長期ビジョンを持って択伐施業を行なっている林家もある。徳島県の橋本林業はその一つである。本研究では、橋本林業のスギ林地を対象として、その林内に下層植生の構造を施業と関連づけて考察することにより、木材生産と他の森林機能を発揮させられる施業方法の可能性を検討することを目的とした。調査地は、徳島県那賀郡那賀町に位置する橋本林業の所有地 107 ha を対象とした。標高は 250~750 m で常緑広葉樹林帯にあたる。まず、GIS により環境条件を区分した地図をもとに、様々な環境条件の林分を含むよう 73ヶ所の調査プロット (15 m×15 m) を選定し、Braun-Blanquet (1964) の植物社会学的手法に基づき植生調査を行った。その後、各プロットにおける階層別の出現種を用いて類似度を算出し、クラスター解析を行い、区分された群落型と環境要因との関係を把握した。

P1-030 針葉樹人工林における広葉樹林化の可能性

森本龍平・山田容三

名古屋大学大学院生命農学研究所

採算が採れないことを理由に放置される針葉樹人工林が問題視される中、木材生産機能以外にも森林の多様な機能を発揮させることが求められている。そして、これには多様な施業によって様々な年齢・樹種で構成される、面的に多様な森林が必要とされている。このような状況を受けて、現在針葉樹人工林の広葉樹林化が注目されている。コストと遺伝子かく乱防止を考えると、可能であれば天然更新が望ましい。広葉樹の天然更新には前生稚樹や種子供給が重要であり、広葉樹林との位置関係が大きくかかわっているといわれている。木材として広葉樹は主にフローリングや家具、きのこ原木やパルプ材として利用されており、最近では薪やチップなどのバイオマスエネルギーとしての利用が注目されている。利用を行うためには、広葉樹林化施業の実行可能性やその後の利用可能性を考える必要がある。従って、木材を利用することも考慮に入れた、天然更新による針葉樹人工林の広葉樹林化条件とその課題を明らかにするために、地理情報システム (GIS: Geographic Information System) を活用することで広葉樹林化・針広混交林化の可能性を調査した。

P1-029 択伐施業による林分構造の変化が鳥類の生息環境に与える影響

兵頭夏海<sup>1</sup>・吉田俊也<sup>2</sup>

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

北海道では天然生林を対象とした択伐施業が広く行われてきたが、多くの場合、林分構造の劣化を招いたとされる。しかし一方で、択伐は自然生態系の攪乱パターンを模倣し得る施業であることから、今後よりよい施業方法を確立するために、生物多様性をはじめとした森林生態系の多面的機能に着目して従来の施業の影響を評価することが重要である。その際、鳥類は伐採などによる環境変化に対する生物群集の応答を知る上で指標生物となり、野生生物の生息環境の評価に有効である。そこで本研究では、択伐を繰り返してきた林分と、人為的な攪乱を受けていない林分を比較することにより、施業によって生じる林分構造の違い、とりわけ鳥類のハビタットの指標になり得る要素の評価を行った。具体的には両林分内の大径木、枯死木、下層植生、幹に着生する地衣・コケの量、階層構造などを比較した。その結果、無施業区では低木生樹種の量が有意に多いなど、下層植生について一定の影響が認められた。しかし、他の多くの要素では伐採の有無による差は認められず、択伐が林分構造をある程度維持していることが示唆された。講演ではレコーダーを用いた鳥類の調査結果を合わせて議論する。

P1-031 森林団地化による集約的施業が短期および長期施業収支にもたらす経済的効果について ー福井県における森林団地事例をモデルにー

金森啓介

福井県立大学大学院経済・経営学研究科

【研究内容】本研究では、福井県での森林団地事例をモデルに、森林団地化による集約的施業 (以下、森林団地事業) が短期および長期施業収支にもたらす経済的効果を明らかにする。【分析方法】本研究では、45年生スギ林分での間伐施業を始点に、60年生皆伐、90年生皆伐、針広混交林化の3パターンの施業体系を想定し分析を行った。施業システムは現車両・現架線系、従来車両系・架線系システムの4タイプを分析対象とした。林分条件、労働条件、林業機械条件、路網路網費、森林団地形成費、再造林・保育林施業費、木材価格、林業補助 (利用間伐、路網開設、林業機械購入、再造林・保育林施業) の各値は県内森林組合への聞き取り調査及び県の補助単価を参考に設定した。【分析結果】分析の結果、短期的にも長期的にも森林団地事業の方が従来施業よりも全体的に効率的となりうる事が分かった。だが、森林団地事業であっても、林業補助を考慮できない場合は、長期収支の黒字化は困難であることが分かった。また、森林団地事業であれば、針広混交林化を選択した場合でも採算性を見込めることが分かった。

P1-032 航空機 LiDAR データを使用した林床のササ稈密度の推定

内田莉紗<sup>1</sup>・梅木 清<sup>2</sup>・平尾聡秀<sup>3</sup>・鈴木智之<sup>3</sup>・川田清和<sup>4</sup>・大橋春香<sup>4</sup>・本條 毅<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・<sup>3</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>4</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科

【目的】林床のササの生息状況を把握することは、森林環境を把握し、管理していく上で重要である。しかし、広範囲の森林を踏査し、ササの生育状況を把握することは困難である。そこで本研究では、航空機 LiDAR データより林床のササの稈密度の推定を試みた。【方法】対象地は東京大学大学院農学生命科学研究科附属秩父演習林栃本地区とした。林床にはスズタケ *Sasamorpho borealis* とミヤマクマザサ *Sasa hayatae* の 2 種類のササが生息している。演習林内に 30m×30m の調査プロットを 60 箇所設置した。各調査プロットに 9 個の 1m×1m の小区画をもうけ、ササの種名、稈数を調査した。スズタケとミヤマクマザサそれぞれについて、実測データによるササ稈数を目的変量 (y)、高さ 0.8~1.9m の LiDAR データ数と高さ 0.8~1.9m の LiDAR データ数を説明変量 (x1, x2) とし、x1 と x2 の交互作用も含んだボアソン回帰分析を行った。【結果】スズタケ、ミヤマクマザサともに、稈数は LiDAR データによって有意に説明された。航空機 LiDAR データによって、この地域の 2 種類のササ稈密度を推定することができるようになった。

P1-034 デジタル 4 バンド空中写真を用いた単木樹種判別の試み

北原祐貴子・中嶋 徹・龍原 哲・白石則彦

東京大学大学院農学生命科学研究科

リモートセンシングの高解像化に伴い、研究対象は単木の樹種判別に及んでいるが、未だその精度に問題があり一般的な手法は確立されていない。単木樹種判別が信頼できる精度で可能になれば、生態系の研究や森林管理に役立つ事が期待される。2009 年より赤緑青に近赤外のバンドを加え、国土全域がデジタル 4-バンドカメラで順次撮影される事になった。本研究では高解像度を有するこの新たな空中写真を用いて、樹木の単木樹種判別を試みた。対象地は東京大学本郷構内とし、空間解像度 20cm のデジタル 4-バンド空中写真を用いた。分類の対象は樹種ごとの本数、樹高、樹冠の大きさなどを考慮して 10 種すなわちクスノキ、ヒマラヤスギ、スダジイ、マテバシイ、イチヨウ、ケヤキ、サクラ、エノキ、ウバメガシ、ミズキを選定した。分類はピクセルベースで行った。春に撮影された画像を分類したところ、総合精度が 46.9% であった。トレーニングデータの採取方法や大多数フィルタなどを使い、総合精度が 80.4% まで向上した。判別が難しい複数の樹種を一つにまとめ、秋に撮影された画像を用いてそれらを分類した。今後はピクセル情報から単木への対応が課題である。

P1-033 波形記録式航空機 LiDAR による森林の質的情報の把握～解析スケールによる樹種分類精度への影響～

萩原晟也<sup>1</sup>・山本一清<sup>1</sup>・都竹正志<sup>2</sup>・村手直明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>中日本航空

【目的】前報で、リモートセンシング技術の一つである波形記録式航空機 LiDAR によって、樹種分類が可能なが示唆された。しかしその際は、単一の解析スケールでしか検証を行っていない。そこで本研究では、解析スケールの大きさの違いが分類精度に与える影響を調べ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及び三重県大台町総門地域人工林を対象とした。現地でスギ、ヒノキ、カラマツ、広葉樹の樹種の確認をし、GIS 上で同一樹種からなる 30m×30m の解析プロットを設定した。設定した解析プロットの中心を固定してプロットサイズを変化させ、各プロット内の座標を持つ LiDAR データを抽出した。さらに、いくつかの指標についてプロットごとに平均値を算出し、樹種間の差異について各スケールごとに比較検討した。【結果】10m×10m まで解析スケールとともに分類精度は向上したが、その後は解析スケールに伴う変化はあまり見られなかった。また分類精度の算出法として、各指標値の主成分得点を用いて樹種の線形判別分析をした場合に比べ、各指標値を用いて樹種を線形判別分析した場合の方が分類精度は高かった。

P1-035 3D カメラによる林分調査手法の開発—テンプレートマッチングによる立木位置推定精度の検討—

渡邊優美<sup>1</sup>・山本一清<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

林分調査の測定項目すべてを実測するには多大な労力と時間が必要である。そこで、測定作業を効率化する方法の一つとして、写真測量による方法があげられる。この方法は、3D カメラによっても行うことができ、鍋倉 (2011) は 3D カメラから樹木までの距離を平均絶対誤差率 6.88% で推定可能であったと報告している。しかし、写真測量による方法では、現地での測定は容易である一方、撮影されたステレオ画像の解析において、2 枚の画像上で同一点を目視判読する必要があり、それに要する労力は無視できない。そのため、この作業の効率的化は 3D カメラによる林分調査手法を実用化するにあたって重要である。そこで本研究では、テンプレート・マッチング手法を利用し、3D カメラにより撮影された 2 枚の画像中の立木について、撮影点からの距離の自動計測手法について検討するとともに、その測定率と距離精度、自動計測に有効な撮影条件について検討した。

## P1-036 カンボジア熱帯季節林における空中写真を用いたバイオマス推定

志水克人<sup>1</sup>・加治佐剛<sup>2</sup>・太田徹志<sup>2</sup>・溝上展也<sup>2</sup>・吉田茂二郎<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

熱帯地域におけるリモートセンシングを用いた森林の状態の把握は、持続的な森林管理に重要である。REDD+においてもリモートセンシングは炭素蓄積量の推定に大きな役割を果たすと考えられている。リモートセンシングのうちデジタル空中写真では、近年コンピュータ上での立体視による測定を行うことができるようになったが、その精度についての研究例は少ない。本研究では、熱帯季節林を対象としてコンピュータ上での立体視による樹高測定精度、および森林バイオマス推定の評価を目的とした。対象地はカンボジアの熱帯季節林であり、常緑林・劣化林・落葉林の3つの森林タイプを対象とした。地上調査での実測値との比較から、デジタル空中写真での樹高測定は $R^2=0.92$ となり、高精度に測定を行えるという結果が得られた。ただし、落葉林で他の森林タイプよりも測定精度が低くなる傾向にあった。林分単位でのバイオマス推定では、コンピュータ上で測定した項目を変数とするモデルで、 $R^2=0.86$ の結果が得られた。地上調査での実測値との誤差が大きい林分が存在するものの、他のリモートセンシングを用いた研究と遜色ない精度で推定式を作成することができた。

## P1-038 パラグアイにおける衛星画像を用いた REDD のための森林区分 (II)

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>アスンシオン国立大学

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いる。

2011年から現地で行った地上でのグラントゥルース調査データを用いて森林バイオマス量の現存量を算出し、主要な3つのエコリージョンそれぞれについてその特徴を分析した。その結果、平均のバイオマス量は湿潤な東部アトランティック地域が最も多く、次いで湿潤チャコ地域、乾燥チャコ地域の順であった。平均樹高や胸高断面積合計も同様に湿潤な地域が最も高く、乾燥するにつれて減少する傾向が見られた。これらの知見を踏まえて、2010年のAVNIR-2画像を用いた森林区分図の作成に向けた森林バイオマス量の区分について検討した。本研究は林野庁「REDD推進体制緊急整備事業」で実施した。

## P1-037 時系列 LANDSAT データからの林分構造の推定—最適な統計手法に関する検討—

太田徹志・加治佐剛・溝上展也・吉田茂二郎

九州大学農学部

航空機 LiDAR は広域の森林情報を精度良く取得できる有用なツールである。しかし、航空機 LiDAR は高価であり手軽に利用できるとは言い難い。そこで航空機 LiDAR の代わりとなる手法の検討が求められる。その1つが時系列 LANDSAT データの活用である。現在、時系列 LANDSAT データから攪乱の時期や強度を求める技術の開発が進んでおり、これらの情報の活用により、LANDSAT データから詳細な森林の情報を得ることが期待される。そこで本研究では、時系列 LANDSAT データから林分構造を推定する最適な手法について検討した。1) 単年度のデータのみを利用した場合、2) 時系列データを追加した場合、の2つのデータセットを用い、重回帰、ランダムフォレスト、ニューラル・ネットワーク、サポートベクターマシン、kNN 法の5つ手法で推定精度を比較した。単年度のデータを利用した場合の決定係数は0.60-0.70だった。一方、時系列データを追加した場合の決定係数は0.67-0.75だった。時系列データを追加し、サポートベクターマシンもしくはランダムフォレストを用いた場合に精度が最も高かった。以上のことから、林分構造推定において時系列データが有効であると結論づけた。

## P1-039 無人航空機 (UAV) によるカラマツ人工林の現況把握の試み

菅野正人<sup>1</sup>・津田高明<sup>2</sup>・小玉哲大<sup>3</sup>・中根貴雄<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場道南支場・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>3</sup>フォテック

【目的】UAV (無人航空機) は機材が小型軽量で高頻度撮影が可能であるものの、傾斜があり上方が樹木で覆われている森林域での撮影事例は少ない。本研究ではカラマツ人工林を対象に UAV 撮影を行い、撮影時の留意点や撮影画像から得られる情報について調査した。

【方法】対象地は美唄市の道総研林業試験場光珠内実験林のカラマツ人工林である。使用機材は(株)フォテック試作の6枚羽根 UAV で、2013年9月26日14:00頃に対地高度約150mで撮影を行った。UAVには積載重量の範囲で自由なセンサー取り付けられる。今回はリコーイメージング(株)の民生用デジタルカメラ GR を使用した。

【結果】森林域の撮影においては UAV 上昇のための10m四方程度の空地が必要であった。対地高度約150mで約150m×100mの範囲を約3cmの解像度で撮影可能であり、デジタル航空写真に比べて範囲は狭いが精細な画像を取得できた。撮影画像からステレオ立体視による DSM 作成を行ったところ、2012年8月取得のレーザー計測の DSM と同程度の精度があることがわかった。

P1-040 樹冠テンプレートマッチングを用いた東北タイ・チーク人工林材積推定

古家直行<sup>1</sup>・野田 巖<sup>2</sup>・Woraphun Himmaphan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>国際農林水産業研究センター・<sup>3</sup>Royal Forest Department Forestry Research and Development Bureau

東北タイでは1990年代半ばの補助金造林を中心にチーク人工林造成が行われている。持続的な資源管理のためには資源量の効率的な把握が必要である。本研究では、高分解能衛星データを用いた効率的なチーク材積推定手法の開発を行なった。上空から検知可能な上層木材積が全体に占める割合は高かった。また、回帰式より樹冠径から樹冠サイズ(胸高直径や単木材積)の推定が可能であった。高分解能衛星データ(Pleiades:地上分解能0.5m)を用いた効率的な樹冠抽出手法として、樹冠テンプレートマッチング法を適用した。画像内から樹冠サンプルを抽出し、サイズの異なる樹冠テンプレートを作成した。異なるサイズの樹冠テンプレートごとに画像内を走査し相互相関係数を用いて類似度を計算した。類似度に対する閾値設定による樹冠候補抽出およびルールベースでの整理・統合によって、樹冠抽出を行なうアルゴリズムを開発した。密な林分では抽出精度が落ちたが、若齢から伐期前の林分(30年生前後)の林分まで一律に樹冠抽出を行うことができた。テンプレートマッチング法は、簡単な処理アルゴリズムで大量の樹冠抽出が可能となり作業効率が高く実用性が高い。

P1-042 列状間伐された多雪地のスギ人工林に侵入した高木性広葉樹

石川衡志朗<sup>1</sup>・柳田克也<sup>2</sup>・紙谷智彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>アルプス農業協同組合・<sup>3</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

列状間伐は生産性を高めやすいという利点がある。一方で効果的な光環境の改善により、混交林化に適する可能性もある。

本研究では列状間伐が行われたスギ人工林内に更新した高木性広葉樹の分布と成長の特性を明らかにするとともに、混交林化を促す場合の管理方法について検討する。

調査林分は新潟県阿賀町の3残1伐による列状間伐が行われた33年生のスギ人工林である。この人工林に50m×50mの調査区を設置し、樹高2m以上のスギと天然更新した高木性広葉樹の樹高、GBH、立木位置を測定した。

高木性広葉樹は1480本/ha出現した。林内の分布は、間伐が行われたスギが機会分布であったのに対し、クリ、ミズナラ、ウワミズザクラは狭い範囲で集中分布、ホオノキ、コシアブラはより広い範囲で集中分布をしていた。これら広葉樹からの一定の距離にあるスギの本数には有意な違いは無かった。樹高階級ごとに比較したところ、樹高の高いミズナラ、ウワミズザクラでは相対的にスギの密度が低いエリアに分布していた。他の広葉樹では明瞭な傾向はなかった。

これらの分布傾向をもとに、混交林化のための密度調整の方法を検討する。

P1-041 風況シミュレーションを用いた、異なる間伐方法下における風害発生リスクの評価

岩間慎太郎<sup>1</sup>・内田孝紀<sup>2</sup>・喜多川権士<sup>3</sup>・水永博己<sup>4</sup>

<sup>1</sup>静岡大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>九州大学応用力学研究所・<sup>3</sup>岐阜大学大学院連合農学研究所・<sup>4</sup>静岡大学農学部

間伐は森林管理において不可欠な施業である。しかし間伐と風害リスクの関係については肥大成長促進による正の効果と本数密度低下による負の効果が報告されており、その評価は分かれている。前者については個体の力学的解析による評価が可能であるが、後者については林分レベルの風況予測が必要であり未解明な点が多い。本研究では間伐後の林冠構造の変化と、それに伴う風況の変化を合わせて解析することで、林分の風害リスクが間伐の前後でどのように変化するかを間伐デザイン別に明らかにすることを目的とした。

静岡県浜松市天竜区の静岡大学上阿多古演習林に設置されたヒノキ林1.3ha調査地について複数のデザインの間伐を行い、間伐後0年及び5年の林冠構造を林冠閉鎖モデルによりコンピューター上に再現した。LES(Large-Eddy Simulation)を採用した風況シミュレーター Riam-Compactを用いて林冠上部の風況をシミュレートし、各樹冠の受ける風抗力を計算した。さらに同演習林内において実施されたヒノキの立木引き倒し試験の結果と合わせて解析を行い、異なる間伐デザイン下における風害発生リスクを推定した。

P1-043 スギ・ヒノキ人工林における間伐前後の下層植生の変化について

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

<sup>1</sup>筑波大学・<sup>2</sup>東京農工大学

本研究の調査地である、福島県湯ノ岳(福島サイト)と栃木県唐沢山(栃木サイト)のスギ人工林とヒノキ人工林では、強度間伐前後の下層植生のモニタリングが行われている。本発表では、その結果について報告する。福島サイトでは、スギ人工林1か所、ヒノキ人工林1か所、栃木サイトではスギ人工林1か所、ヒノキ人工林3か所にプロットを設置した。間伐率はいずれも50%であるが、栃木サイトでは列状間伐、福島サイトでは下層間伐が行われた。各プロットを5m×5mのメッシュに分割して、植生調査を行った。出現種数(5m×5m)は、間伐前で平均12種~38種だったのが、間伐後1年目で平均32~47種、間伐後2年目で平均44~63種となった。植生率は間伐前で平均8.9%~63.3%だったのが、間伐後1年目で平均5.8%~56.9%、間伐後2年目で平均34.5%~89.6%となった。植生率は低木層・草本層の両方で増加しており、合計の植生率が100%を超えるメッシュが多数みられた。1年目と2年目の種組成を比較すると、オカトラノオ、クサイチゴ、アオキなどの増加が顕著であった。

P1-044 ヒノキ人工林における間伐および下層刈り払いが林床植生の種組成変化に与える影響

山岸 極・木崎巧治・伊藤 哲

宮崎大学農学部

【目的】木材生産を主目的とした人工林においても、他の公益的機能に配慮した管理を行うことが求められている。林床植生は、人工林における表層土壌保全機能や生物多様性を高める上で重要である。我々はこれまで、間伐時に下層の低木を保残することが、雨滴による土壌浸食を軽減有することを明らかにしてきた。しかし、下層木の保残は一方で林床植生の被圧要因を残すこととなり、間伐に期待される林床植生の繁茂や多様性の回復効果を低くする可能性がある。そこで、下層植生の有無による被圧に着目して、間伐が林床植生の生物多様性に及ぼす影響について評価することを目的とした。【方法】間伐及び下層刈り払いの有無で4パターンの処理区を設定しているヒノキ人工林で調査を行った。伐採後2、3年目に、各処理区に設けた1m×1mの定点観察用プロット内で地上50cm以下の維管束植物の種名、被度を計測した。【結果】下層を保残した間伐は下層の刈り払いを伴う通常の間伐と比べて、被度および種数ともに低くなった。これは、表土保全のための下層の保残が、間伐による上層の疎開の効果を弱めてしまい、通常の間伐ほどの光環境の改善につながらなかったためだと考えられた。

P1-046 カンボジアの二次林における主要樹種2種を対象とした間伐木の選定基準の検討

今岡成紹<sup>1</sup>・伊藤 哲<sup>1</sup>・溝上展也<sup>2</sup>・加治佐剛<sup>2</sup>・Heng Sokh<sup>3</sup>・Vuthy Ma<sup>3</sup>・平田令子<sup>1</sup>・山岸 極<sup>1</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学部・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>Forest-Wildlife Research and Development Institute

カンボジアにおけるコミュニティ・フォレストの多くは利用の段階を迎えつつあり、活用方法に合わせた間伐木の選定基準が必要とされている。現地の在来種である *Hopea recopei* と *Dipterocarpus obtusifolius* は、二次林で複数の幹からなる萌芽株を形成する。このため、林分としては疎林であっても、個体としては密な環境で生育しているケースが多く、効率的な成長促進のためには株単位の管理を考える必要がある。また、建材や薪炭材などの多様な需要を満たすには、各樹種の株間・株内競争の特性を活かした伐採を行う事が重要である。そこで、個体レベルと幹レベルの成長量を、各レベルでのサイズ依存性と競争密度効果を元にモデル化し、各要因の効果を推定した。そして、効率的な木材生産を行うための選木基準について検討した。その結果、*H. recopei* の幹レベルの成長には強いサイズ依存性が検出されたことから、株内の細い幹から伐採を行うことが望ましいと考えられた。一方、*D. obtusifolius* では密度依存性が認められたことから、より強度の伐採が必要であると考えられた。この違いは、種による耐陰性や樹形、樹形の形態的可塑性などの違いによって表れることが示唆された。

P1-045 天然生ヒノキ林における間伐と下層除去が回復植生と更新に及ぼす影響

神保大樹<sup>1</sup>・寄元道徳<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

京都市周辺には、低木性の常緑広葉樹が優占する一方で、次世代の更新が殆ど認められない純林状の天然生ヒノキ林がかなり広く分布している。間伐が下層植生や更新に及ぼす影響は、最近、人工林で多く研究されてきているが、下層植生を伴う純林状のヒノキ林において間伐と下層除去を行った場合、植生回復と更新はどうなるのであろうか。本研究では、天然生ヒノキ林における間伐が及ぼす影響を把握するために、当該ヒノキ林(京都大学上賀茂試験地)において12年前に間伐(本数で約50%)と下層除去を行った林分と隣接対照地に調査区(20m×20m)を設け、低木層(0.3m≤H、DBH<5cm)と林床層(H<0.3m)に分け植生調査を行った。その結果、低木層の全体本数と種数とともに処理区で有意に多く、前者はヒサカキなどの常緑広葉樹による萌芽更新が、後者はアカマツなどの陽樹の新たな侵入が起因して引き起こされていた。一方、林床層は、処理区でヒノキが著しく多く見られ差は有意となっていたものの、全体本数、種数ともに調査区間で有意差は認められなかった。発表では、他の結果も交え、低木層と林床層の反応の違いや更新への影響について検討する。

P1-047 中国内蒙古自治区クブチ砂漠に植栽された樹木の生存と成長

和泉瑠伽<sup>1</sup>・谷口武士<sup>2</sup>・寺谷瑠宇公<sup>3</sup>・宮崎寛大<sup>1</sup>・毛 恵平<sup>4</sup>・山本福壽<sup>3</sup>・山中典和<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>鳥取大学乾燥地研究センター・<sup>3</sup>鳥取大学農学部・<sup>4</sup>内蒙古大学生命科学学院

中国内蒙古自治区クブチ砂漠で砂丘固定を目的とした植林を行い、樹種間による活着の違いを検討した。中国内蒙古自治区クブチ砂漠の砂丘斜面(N40°18'18"、E109°41'40"、斜面方位N80W、傾斜6.2°)に、2012年9月に1m×1mの草方格を70m×30mに渡って設置した。2013年4月に、油松(*Pinus tabulaeformis*)、樟子松(*P. sylvestris* var. *Mongolia*)、小葉楊(*Populus simonii*)、新疆楊(*P. alba* var. *Pyramidalis*)、垂柳(*Salix babylonica*)を根がついた状態で、各種とも草方格1格子あたり1個体ずつ計350本、沙柳(*S. cheliophila*)については直挿しで5個体ずつ計1750本植栽した。2013年5月と8月に樹木の枯死本数と枯死要因、成長量を測定した。この結果、各樹木の生存率と3ヶ月間の成長量は、油松(92%、6cm)、樟子松(80%、5cm)、小葉楊(77%、31cm)、新疆楊(82%、23cm)、(垂柳94%、9cm)、沙柳(57%、127cm)だった。全樹種において生存率が高く、これは2013年の降水量が386mmと例年より多かったためと考えられる。沙柳は直挿しであったが57%の個体が生存した。また沙柳は成長量も非常に大きかった。枯死個体の多くは立ち枯れていた。



P1-048 帯状伐採されたスギ人工林に植栽されたケヤキの成長と樹形

齊藤潤也<sup>1</sup>・奈良橋亘<sup>2</sup>・塚原雅美<sup>3</sup>・紙谷智彦<sup>4</sup>

<sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>新潟県森林組合連合会・<sup>3</sup>新潟県森林研究所・<sup>4</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

帯状伐採は大面積皆伐を避けると同時に効率的な集材作業が可能であり、さらに、複層林、混交林への誘導が可能である。本研究は、帯状伐採地に植栽されたケヤキの成長と用材としての価値に影響を及ぼす分枝についての特徴を明らかにするとともに、混交林への誘導の可能性について検討することを目的とした。

調査林分は、新潟県村上市の生産森林組合が所有する壮齢のスギ人工林である。2003年に東西方向に幅10mで帯状に伐採・収穫が行われ、翌年、伐採面に2m間隔で南北5列にケヤキが植栽された。伐採時の林齢は46年生で、立地条件は標高約150m、最深積雪1m以上、傾斜約15度の東向きの斜面である。帯状伐採前後の光環境は全天空写真により推定した。植栽9年後のケヤキの毎木調査は3本の伐採帯を対象にそれぞれ50m×10mのプロットを設定して行った。

ケヤキの樹高とGBHは伐採帯の中央から北側の光環境の良い植栽列で大きくなる傾向にあった。同様に、光環境の良い植栽列ほど枝下高が低く、太い分枝が多い傾向にあった。成林時のケヤキの密度を考慮すると、気象害による消失個体なども含め、今後7割程度の間伐が必要である。

P1-050 地域性種苗を用いた津波被災林再生植樹のためのタブノキの系統地理学的解析と植栽試験

小笠原玄記<sup>1</sup>・高野義智<sup>2</sup>・陶山佳久<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東北大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>エスベックミック株式会社

2011年に発生した東日本大震災により、東北地方太平洋岸の海岸林は甚大な被害を受けた。この地域の海岸林を再生することは、今後の津波対策のみならず、森林の多面的機能発揮の面からも必要と考えられている。本研究では、このような海岸林再生に用いられるタブノキ (*Machilus thunbergii*) を対象に、マイクロサテライト分析等を用いた集団遺伝学的解析を行うことで、東北地方を中心とした地域の遺伝的集団構造などを明らかにし、遺伝的地域性を考慮した植林計画の策定に役立てることを目的とした。また実際の植栽による産地試験を通して、遺伝的地域性が苗木の初期生育に与える影響についても検討した。DNA分析用試料としては、東北の被災地を中心に関西までの地域から計337個体を採取した。産地試験用材料としては、宮城・茨城・愛知由来の苗木計393個体を用い、宮城県岩沼市に植栽された苗木の5ヶ月間の成長を調査した。集団遺伝学的解析の結果、遺伝的地域性は少なくとも東北北部・東北南部～関東・西日本の3地域で異なることが示され、遺伝的多様性は東北北部ほど低くなる傾向があることがわかった。また植栽試験では、わずかながら苗木産地による成長の差が認められた。

P1-049 一斉更新したブナ二次林における立木密度が樹形に及ぼす影響

原澤夏穂・村上拓彦・森口喜成・紙谷智彦

新潟大学大学院自然科学研究科

帯状樹形の広葉樹では密度の違いによって樹形が著しく異なる。そのために用材林として管理する場合には林分密度や主木と副木の位置関係が重要となる。新潟県十日町市の「美人林」は、地際からの通直部が著しく長い特徴的な樹形からなる高密度の一斉林である。一方、近接して天然林に近い林相の低密度の林分も見られることから、密度の違いが樹形に及ぼす影響を比較するには好適である。

これら高密度林分と低密度林分の全立木について、胸高周囲長、樹高、生枝下高、林冠を構成する分枝下高を計測した。高密度林分においては、毎木調査に加えてトゥルーパルスを用いて位置測量を行った。解析は低密度林分、高密度林分、さらに、林縁に分けて行った。高密度林分は、ArcGISを使い全立木について最近接の個体との距離を算出した。

高密度林分における胸高周囲長と生枝下高、また分枝下高と最近接個体までの距離の間には、有意な関係はなかった。一方、低密度林分、林縁と高密度林分の間には胸高周囲長、生枝下高、分枝下高にそれぞれ有意な差がみられた。以上の結果から、立木密度の違いが樹形に及ぼす影響について考察する。

P1-051 草本・低木群落内において種の混交がその受光体制を変化させるのか？

川井祐介<sup>1</sup>・楢本正明<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・<sup>2</sup>静岡大学大学院農学研究科

植物群落には光資源を巡る一方向競争が存在し、樹高の高い植物は樹高の低い植物を被陰し、更新を妨げる可能性がある。しかしその一方で、植物群落には様々な植物が共存している。この共存機構が成立する条件として光資源の獲得効率と利用効率とのトレードオフが存在することが報告されている。本研究では様々な種が入り混じったときに植物個体がどのように反応をするのか、また群落構造をどう変化させるのかについて着目した。

ギャップ地に発達した草本・低木群落を対象に光の三次元分布、層別刈り取り調査を行った。これらの調査は静岡県内の秋葉山(浜松市)、富士山(富士宮市)、静岡大学天竜フィールド演習林内でおこなった。さらに演習林内において、3Dレーザースキャナを用いて主要な群落構成種11種の入射角別の遮光面積と枝の総葉面積の比(SPAR)を混交している群落の種組成、群落上部の光環境別に測定を行った。

発表ではSPARの角度依存性やmean SPARを算出し、各種の光資源を巡る戦略についての情報を整理する。さらに植物群落全体でどのような群落構造を持つのかを解析し、様々な種が混交することによりもたらされる植物の相互作用について論じる。

P1-052 高齢シオジ林におけるシオジ実生の更新状況—  
山梨県小金沢での事例報告—

村尾未奈<sup>1</sup>・大塚麻子<sup>2</sup>・渡邊大地<sup>3</sup>・上原 巖<sup>4</sup>・菅原 泉<sup>4</sup>・佐藤明<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>大日本法令印刷株式会社・<sup>3</sup>有限会社平子商店・<sup>4</sup>東京農業大学地域環境科学部

モクセイ科トネリコ属のシオジ (*Fraxinus platypoda* Oliv.) は溪畔林の主要な構成樹種で、材は通直で加工がしやすく、有用樹のひとつとされている。溪畔林に関連する先行研究から、シオジの更新と攪乱との関係性などが明らかにされてきているが、異なる立地環境に成立した林分内での更新状況についてはまだ十分な知見はない。調査は山梨県大月市の県有林にある高齢シオジ林内に、同じ沢沿いの南向き斜面(岩礫地プロット)と、北向き斜面(埴壤土プロット)にそれぞれ20m×20mと30m×20mの調査区を設けて行った。各調査区では、2012年に樹高1m以下の実生または稚樹について個体識別を行い、植生高を記録し、翌2013年にその生残と成長量を記録した。その結果、埴壤土プロットの生残率は岩礫地プロットに比べて高い傾向となったが、1年間の成長量は岩礫地プロットの方が有意に大きかった。12月に両調査区の堆積リター厚を計測したところ、岩礫地プロットの方が有意に大きく、埴壤土プロットではリター層がはがれやすく、表層土が凍結することが確認された。これらの結果から、埴壤土プロットでは実生が生残しやすいものの、個体成長では不利な環境となることが示唆された。

P1-054 コナラとスギの林分境界におけるコナラ実生の  
成長と外生菌根菌感染

山中日奈子<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

菌根菌は樹木と共生し、養分吸収量や病気への耐性を増幅させる事でその生育や定着を助けることが知られており、森林の更新において重要な役割を果たしている。

菌根菌と樹木の組み合わせには種特異性が見られ、森林の林相によって、それぞれ宿主親和的な菌根菌が定着し、異なる群集を形成していると言われている。

近年、天然更新を用いたスギ・ヒノキ人工林の広葉樹林化が検討されているが、スギ・ヒノキに親和的な菌根菌が優占する伐採地に侵入した広葉樹実生は、広葉樹林から離れて人工林内部に行くほど、菌根菌感染率が低下し、実生の生育や定着に影響を受けることが予想される。そこで、栃木県佐野市の東京農工大FM唐沢山において、コナラ林とスギ林列状間伐地が斜面の左右(等高線方向)、上下(傾斜方向)に隣接する境界において、コナラ堅果を播種し、発育した1年生実生に感染した外生菌根菌の感染率を調査した。その結果、斜面の左右に隣接した試験地では、境界からスギ林間伐地内部に入る距離に従い、80%~20%に感染率が低下した。一方、斜面上下に隣接した試験地では、全体的に感染率が80%程度と高かった。

P1-053 常緑低木の除去と落ち葉掻きがコナラ当年生実生の生残と成長に及ぼす影響

高橋あかり・林田光祐

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コナラ実生の定着に及ぼす影響を検討した。調査地は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ある。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、各調査区内に1m<sup>2</sup>の方形区を5つずつ設定した。林床処理は2011年とコナラの結実が豊作だった2012年の秋に行い、2013年5月から9月まで毎月1回堅果と当年生実生を個体識別して追跡調査を行った。全落下堅果数は1801個体、9月までの実生の生存率は52.5%だった。落下堅果数はコナラの胸高断面積合計に依存し、調査区によって大きなばらつきがあった。死亡個体の8割が堅果と発根の段階で死亡しており、死亡率や死亡要因には処理による違いは見られなかった。光環境や個体密度が同じ条件の方形区間で比較したところ、落葉掻き区の実生サイズ(根元直径の2乗×苗高)は他の処理区と比べて有意に小さかった。

P1-055 表土を残す地拵えがウダイカンバの定着と植生の回復に与える影響

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

北海道に自生する広葉樹の中で最も高い経済価値を持つウダイカンバは、埋土種子バンクを形成することが知られている。しかし、従来北海道で広く行われてきた更新補助作業である掻き起こしは、表層土壌を植生ごと全て剥ぎ取るため、埋土種子の利用可能性を減少させている可能性がある。そこで本研究では、表層土壌を残すように改良した施工方法がウダイカンバの更新に与える影響を明らかにすることを目的とした。掻き起こした表層土壌をその後再度施工地に敷き戻す施工(表土戻し)を行い、4年生時点でのウダイカンバの更新状況を隣接する通常の施工箇所との間で比較した。その結果、ウダイカンバの成長は表土戻しの箇所で大きい傾向が見られたが、更新密度は通常の施工箇所との差が認められなかった。草本類を含めた植生のウダイカンバへの影響は、表土戻しの箇所で負の相関であったのに対して、通常施工の箇所では正の相関(植生の被覆が多いほど、ウダイカンバの密度が高い)と対照的であった。ウダイカンバの効率的な更新を図るためには単に表土を残すだけでなく、他の植生との競争関係を制御することが重要性であると考えられた。

## P1-056 摩周湖外輪山におけるダケカンバ衰退現象と水ストレスの関係

佐久間彬<sup>1</sup>・渡辺 誠<sup>3,2</sup>・若松 渉<sup>4</sup>・小林史和<sup>4</sup>・川井田東吾<sup>4</sup>・齋藤秀之<sup>2</sup>・小池孝良<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>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>4</sup>弟子屈町

近年北海道東部弟子屈町の摩周湖外輪山において、ダケカンバ成木の枯死が顕在化している。現地の大気環境等に着目した調査により、衰退木には現在、水分ストレスがかかっている可能性が示唆された。そのため、2013年8月、現地で生育している健全木・衰退木を選択し、プレッシャーチェンバー法により水分ストレスの影響を、P-V 曲線法により葉の水分特性を比較した。同様に、供試木周辺の土壌を採取し、土壌水分などの測定を行った。その結果、健全木の水ポテンシャルは $-1.58 \pm 0.23$  MPaであったが、衰退木は $-3.25 \pm 0.21$  MPaと、健全木に比べかなり低い値を示していた。そのため、衰退木には水分ストレスがかかっていることが示唆された。葉の水分特性の値を比較すると、衰退木の葉は、現在、ほとんど生理的機能を維持していない可能性が示唆された。一方で、土壌の体積含水率は全体的に30~40%と湿潤な値を示しており、土壌乾燥は起きていないと考えられる。そのため、ダケカンバ自身の水分吸収能力の劣化が衰退に関与することが考えられる。また衰退木では、養水分の吸収能力を助ける外生菌根菌への感染が悪く、水分生理が劣化していたことが考えられる。

## P1-058 スギカミキリに抵抗性を有するスギの特徴—幼虫の穿孔状況及び傷害樹脂道の形成について—

加藤一隆

森林総合研究所林木育種センター

スギカミキリは、スギ及びヒノキの衰弱木だけでなく健全木にも穿孔する重要な害虫として知られている。林木育種センターでは、スギカミキリ抵抗性育種事業を進め、野外から抵抗性の高い可能性のあるスギ個体を選抜し検定した結果、被害がほとんどみられないクローンを確定した。そこで、今回はこれら抵抗性クローン及び感受性クローンを利用して樹幹に孵化直後のスギカミキリ幼虫を人工接種し、接種後15、30、45、60日後に穿孔場所を観察することによって、幼虫の生死の判定、穿孔した距離、生存幼虫の生体重、穿孔の先端部の内樹皮厚、年輪数および傷害樹脂道が形成されているのかどうか調査するとともに、幼虫の穿孔開始前後に人為的に樹幹に傷害を与えたのちに新しく形成された傷害樹脂道の出現率も計算し、これらの結果について抵抗性クローンでは何らかの特徴があるのかどうか解析した。幼虫の人工接種の結果から、抵抗性クローンは辺材部に穿孔した幼虫の樹皮部における穿孔距離が短いこと、また人為的な傷害による傷害樹脂道の観察結果から、抵抗性クローンでは幼虫の穿孔開始前後に1年生及び2年生の内樹皮の年輪において傷害樹脂道が形成されにくい傾向がみられた。

## P1-057 新しいスギ花粉採取法の提案

赤井広野・池本省吾

鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場

【背景】スギ花粉の採取は水挿し法が一般的であるが、作業時期が雌花の開花時期と重なり、人工交配適時までに花粉が採取できない場合がある。そこで、花粉を人工交配適時前に採取するため、以下の方法による花粉採取を行った。【方法】試験木5クローンに対して、2月下旬、開花前の雄花をクローンごとに採取し、外来花粉を除去するため水道水で洗浄した。雄花を2~3日間乾燥させた後ミキサーで破碎し、網径75 $\mu$ mのふるいにかけて花粉を分離した。得られた花粉の受精能力を確かめるため、花粉の発芽試験と人工交配を行った。対照として水挿し法によって花粉を採取し、同様の調査を行った。【結果】5クローンから採取された雄花の合計重量244.9gから、35.2gの花粉が分離された。花粉の発芽試験の結果、5クローン全てにそれぞれ花粉管の伸長が見られた。人工交配により得られたスギ種子は正常に発芽し、得られた花粉の受精能力が確認された。しかし、花粉の発芽率は水挿し法に比べて低かった。以上の結果より、人工交配適時前に花粉採取を行う場合や水挿し法による花粉採取が行えなかった場合において本方法を行うのが良いと考察される。

## P1-059 コンテナ容器を用いたヒノキのさし木の発根特性と成長促進

原口雅人

埼玉県農林総合研究センター

【目的】ヒノキのさし木苗生産は、さし木品種を除き、育苗中や造林後の成長が優れないとして敬遠されてきた。そこで、低コスト造林が可能なコンテナ容器でのさし木の容器形状による発根性および発根後のコンテナ容器での育苗時の成長促進法を明らかにする。【方法】実験1：内径6 $\cdot$ 4.5 $\cdot$ 3cm、それぞれの高さが8 $\cdot$ 12 $\cdot$ 16cmのMスターコンテナに、発根剤を適用処理した西川4号 $\cdot$ 15号（少花粉精英樹）の長さ15cmのさし穂を4月に挿し付けた。実験2：1年生さし木苗を3月に赤玉土を詰めたマルチキャビティコンテナに植え換えた。7月に、市販のAM菌剤処理の有無、液肥施用の有無の試験区を設けた。【結果】実験1：10月の調査で、両品種の全区が事業的に望ましい発根率71%を超えた。発根量は内径6 $>$ 4.5 $>$ 3cmの順で多く、内径6cm区は複次根が特に発達した。実験2：翌年7月の調査で、5cm穂由来では菌根菌剤 $\cdot$ 液肥両処理区、10cm穂由来では菌根菌剤処理区の地上部高が各無処理区に比べ有意に大きかった。また、成長の著しい個体にはAM菌根に特有の樹状体 $\cdot$ のう状体が認められた。本研究は農林水産業 $\cdot$ 食品産業科学技術研究推進事業委託事業により実施した。

## P1-060 アカマツさし木発根の遺伝性

山野遼太郎<sup>1</sup>・久保田正裕<sup>2</sup>・山口和穂<sup>2</sup>・岩泉正和<sup>2</sup>・磯田圭哉<sup>2</sup>・平尾知士<sup>3</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関西育種場・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター

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、他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、利用上有用な形質の一つとしてさし木発根性に着目し調査した。材料には、森林総合研究所林木育種センター関西育種場構内で育成している人工交配採穂台木由来の穂木を使用した。この人工交配採穂台木は抵抗性アカマツ8クローンと精英樹アカマツ8クローンを親とする不完全ダイアレル37組み合わせ、433個体からなる。材料は、2012年および2013年の1~3月にさし付けし、6月に掘り出し発根性を調査した。発表では、さし木発根の遺伝性および抵抗性との関係について紹介する。

## P1-062 山形県におけるクロマツ実生個体からのマツノザイセンチュウ抵抗性候補木の選抜

宮下智弘・渡部公一

山形県森林研究研修センター

東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業では、マツノザイセンチュウ（以下、センチュウと呼ぶ）を接種して生き残った実生苗に対して、もう一度接種してなお生き残った個体を一次検定合格木とすることができる。この方法を用いれば効率的に一次検定合格木を選抜できるものの、接種回数が2回のみでは抵抗性が高い家系などで多数の個体が選抜されてしまう。このため、より強い抵抗性個体の選抜には引き続きセンチュウを接種することが望ましいと考えられる。そこで山形県では、クロマツ抵抗性候補木の実生苗に対して1回目の接種では島原1万頭を接種し、これに生き残った個体に対しては家系内の生存個体が1~3個体程度になるまで毎年繰り返してKa4を2万頭接種している。接種は鉢上げした苗木に対して7月上旬に行い、接種後15週間までハウス内の高温・乾燥環境で育成して生死を判定する。本発表では、センチュウ接種回数の違いによって枯損の進行過程が明らかに異なることを報告する。また、生き残り個体をクローン化した接木苗に対する二次検定結果を引用して、接種回数と二次検定合格率の違いなどをもとに本選抜方法の有効性についても検討する。

## P1-061 千葉県における抵抗性クロマツさし木苗増殖技術の検討

福原一成<sup>1</sup>・小林沙希<sup>1</sup>・松浦孝憲<sup>1</sup>・遠藤良太<sup>2</sup>

<sup>1</sup>千葉県農林総合研究センター森林研究所・<sup>2</sup>千葉県中部林業事務所

千葉県では松くい虫被害の拡大及び東日本大震災の津波の影響を受けた海岸防災林を再生するため、抵抗性が安定したクロマツ苗木の増産が求められており、さし木による増殖技術について検討した。採穂母樹は抵抗性クロマツ3家系（志摩64、田辺54、川内290）の3~5年生苗木とし、2009~2013年に、採穂後の保冷、穂の処理、用土、発根促進剤等の条件を変えて発根率を比較した。なお、さし木後の管理は、プランターに密閉さしを行った後、温室又はビニールハウスで管理し、6月にプランターを屋外に移した。発根調査は11月に行った。

その結果、さし穂は2月に採取後、5℃で3週間程度保冷休ませ、挿す前日からエスレル10の1万倍希釈液に24時間浸漬した後、針葉及び冬芽を除去して5cm程度に切り揃え、挿す直前にオキシベロン原液に5秒間浸漬し、鹿沼土3対パーミュキュライト1の用土に2cm挿すことによって発根率が平均50%と最も高くなった。この発根率はこれまで報告されている発根率と同等であった。また、さし木後の保温管理では、ビニールハウスで断熱材を用いるより簡易な方法で、温室で電気温床を用い25℃に保温した場合の35~65%と同等の発根率37.5~70%となった。

## P1-063 エゾマツの春播きによる暗色雪腐病被害の回避効果

黒丸 亮<sup>1</sup>・出口 隆<sup>2</sup>・河原義明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>北海道山林種苗協同組合

【目的】エゾマツ育苗歩留まりを改善する一環として春播きによる種子の暗色雪腐病感染を回避する効果がどの程度かを秋播きと比較・検証し、合わせてその効果をコストに換算する。

【方法】2011~2012年のそれぞれ春と秋に、道内3箇所の苗木生産者苗畑（遠軽町、中富良野町、雄武町）において、共通の種子ロットを播種し、芽生え本数を定期的に調査し、春、秋播きでの得苗率の差を幾つかの仮定のもとに、所定の本数を生産する場合の種子代金と播種床の除草費に換算した。

【結果】各苗畑において芽生えが出そろった6月下旬から7月上旬の芽生え本数について、春播きを100とすると、秋播きでは2011年が85~87、2012年では、39~80となった。2011年の材料について、その後の残存数に関する追跡調査から、5万本の山出し苗生産を想定した場合、幼苗得苗率から必要な種子量と播種床面積での除草にかかる合計のコストを山出し苗一本あたりに換算すると、春播きの方が、1.46~2.87円安上がりとなった。なお、本研究は新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業の助成を受け実施した。

## P1-064 イジユの開花習性と人工交配の試み

板鼻直榮

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

【目的】沖縄県の重要な造林樹種であるイジユの成長や材質の向上を図るためには、優良個体を選抜し種子生産に利用するとともに人工交配による改良が必要である。そこで、種子生産に関連する開花習性と人工交配のための基礎情報を把握する。【方法】西表熱帯林育種技術園内のイジユを対象として個体や花序を単位とした開花の有無を記録した。また、自然交配、人工交配における果実の生産状況を調査した。【結果】イジユは4月末から6月中旬まで開花し、個体間で開花期間が重複しない場合が認められた。花は枝先に数個～30個余り着生し、基部から先端部に開花が進む。枝の基部では既に花弁が落下している一方、先端部では蕾の状態にある枝が多く見られ、花序単位の開花期間は5日～2週間であった。また、1個の花の開花は2～4日間みられた。人工交配による幼果実の生存率は、他植では自然交配より高かったが、自殖では他植及び自然交配に比べて著しく低かった。これらのことから、イジユでは人工交配を行うために花粉の貯蔵と利用が必須であること、自家不和合性が高いことが示唆された。

## P1-066 九州大学宮崎演習林で育成されたカラマツの成長と木材性質

古賀信也・今村雄太・内海泰弘・菱 拓雄・榎木 勉・田代直明  
九州大学農学部附属演習林

【目的】生育地の違いがカラマツの材質に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、九州大学宮崎演習林（以下、宮演）のカラマツの成長と木材性質を調べ、苗の出所が同じで、ほぼ同様の植栽密度とその後の保育作業が施された同樹齢の九州大学北海道演習林（以下、北演）のカラマツと比較検討した。

【方法】宮演、北演ともに56年生林分を対象にした。それぞれ約100本の立木のDBHと樹幹応力波伝播速度を測定するとともに、それぞれ5本の樹幹解析と地上高1.2m、9.2m、15.2mの髓から最外年輪までの容積密度、仮道管長、仮道管S2層のマイクロフィブリル傾角(MFA)を測定した。

【結果】宮演の肥大成長量、樹高成長量、材積成長量は北演よりも劣るが、容積密度と仮道管長には両林分に差はなかった。MFAについては、樹幹上部でその値と半径方向の変動傾向にわずかな違いが認められた。樹幹下部において宮演の応力波伝播速度が北演よりもわずかに低い値を示したが、動的ヤング率の推定値はほぼ同等であった。以上の結果から、カラマツの材質は、特に樹幹下部においては、生育地の違いの影響を大きく受けにくいことが示唆された。

## P1-065 20年生次アカエゾマツ地域差検定林における実生家系の成長特性と地域区分の再検討

矢野慶介・大城浩司・田村 明・山田浩雄

森林総合研究所林木育種センター北海道育種場

【目的】アカエゾマツは北海道における主要造林樹種の一つである。北海道育種場では、アカエゾマツ精英樹を選抜し優良な種苗の普及を進めると共に、地域差検定林を設定して種苗の各地域への適応性に関する研究を進めている。今回は、20年時の調査結果から遺伝子と環境の交互作用の有無を検討し、アカエゾマツの種苗配布に関する地域区分の必要性と、望ましい地域区分を検討した。【方法】調査は、北海道内9箇所に設定されたアカエゾマツ地域差検定林にて行った。各検定林には共通する32家系が植栽されており、植栽後20年経過したこれらの検定林にて樹高、胸高直径、生存率を調査した。また、調査した項目を従属変数とする分散分析を行い、遺伝率の推定とおよび家系と検定林の交互作用の有無を検討した。また同時に、検定林を複数の組み合わせに分けて、その際の遺伝率や交互作用の変化を検討した。【結果】分散分析による解析を行ったところ、いずれの調査項目においても家系と試験地の間に交互作用が認められた。一方で、日本海側と太平洋側の検定林に分けて解析したところ、遺伝率の向上と交互作用が低下する傾向が見られ、地域区分の必要性が示唆された。

## P1-067 希少な秋田杉“アオヤジロ”の材質特性

佐藤博文<sup>1</sup>・澁谷 栄<sup>2</sup>・高田克彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>秋田県農林水産技術センター森林技術センター・<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杉の突然変異種で、その材は芳香を有し、古くから主に酒造容器の材料として珍重されたといわれる。本研究は、アオヤジロの材質特性解明を目的とし、以下の調査を実施した。【方法】FAKOPPを用いてアオヤジロ13系統の応力波の伝播速度を測定した。比較対照として、秋田県産精英樹25クローン(31年生、以下精英)および雪害抵抗性成績上位25クローン(29年生、以下雪害)を同様の測定に供した。また、成長錐を用いて直径5mmのコアを採取した。辺材との境目付近の心材約0.5gをとって細切し、クロロホルム5mlで成分抽出した。抽出液をGCによる揮発性成分の分析に供した。【結果】供試木のDBHの平均は、アオヤジロ56cm、精英、雪害がそれぞれ37、25cmだった。FAKOPPによる音速の平均は、アオヤジロ3,448m/秒、精英、雪害が3,195、3,584m/秒で雪害と近い成績を示した。GC分析は、現在実施中であり、主要ピークとして sandaracopimarinol、ferruginol、dehydroferruginol のほかに、cubebol、epi-cubebol、 $\delta$ -cadinene、 $\alpha$ -muurolene 等と推定される若干の既知成分が検出されている。

P1-068 関西育種基本区におけるスギ雪害抵抗性候補木  
クローンの成長特性

久保田正裕・山口和穂

森林総合研究所林木育種センター関西育種場

【目的】 再造林を促進し魅力的な林業に貢献するため、成長の優れた苗木の供給が求められている。関西育種基本区の日本海側地域では、スギの育種素材として精英樹のほかに雪害抵抗性候補木（以下、「候補木」という。）が選抜されており、これらの成長特性評価が必要である。

【方法】 本研究では、鳥取県内の国有林に設定した4カ所のスギ雪害抵抗性検定林を対象とした。これらの検定林は、日本海岸東部、西部の両育種区で選抜した候補木128クローンのさし木苗を用いて1989～1992年に設定された。植栽後20年目まで5年ごとに樹高、胸高直径及び傾幹幅を毎木調査した。

【結果】 各検定林の20年次の平均値は樹高6.8～9.0m、胸高直径11.8～15.9cm、傾幹幅14.9～58.6cmであった。分散分析の結果、樹高、胸高直径は3カ所で、傾幹幅は4カ所全てでクローン間に有意差が認められた。候補木の平均値は、在来品種を樹高で9～11%、胸高直径で8～13%上回っていた。また、傾幹幅が在来品種より小さい候補木も見られた。候補木から成長が良く傾幹幅の小さな優良クローンの選抜が可能であると示唆された。

P1-070 雄性不稔遺伝子を保有する富山県選抜スギ品種  
「座主坊」の特徴とエリート無花粉スギの開発に  
向けて

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】 スギ花粉症対策の一環として、富山県森林研究所では無花粉になる雄性不稔遺伝子をヘテロ型(Aa)で保有する2種類の精英樹(小原13号、珠洲2号)を活用して優良無花粉スギ「立山 森の輝き」を開発した。しかしながら、1つの品種では不十分であるため、より優れた無花粉スギ品種の開発に向けて、新たに雄性不稔遺伝子をヘテロ型で保有する品種(クローン)の探索を行った。【方法】 富山県選抜品種10クローンとms-1遺伝子を保有する無花粉スギ(aa)を交配し、F1家系をそれぞれ50～80個体育成した。2年生時にGA処理をして人為的に着花させた後、各個体の花粉稔生について調査した。【結果】 各家系について花粉稔生調査を行った結果、「座主坊」とのF1家系で無花粉の苗が作出され、1:1の期待分離比に適合した。このことから「座主坊」は雄性不稔遺伝子をヘテロ型(Aa)で保有していることが明らかになった。そこで、エリート無花粉スギの開発に向けて、「座主坊」(Aa)と雄性不稔遺伝子を保有する精英樹「珠洲2号」(Aa)を交配し、無花粉苗を作出した。「座主坊」は成長、材質ともに優れていることから、新たな優良無花粉スギ品種になると期待される。

P1-069 少花粉スギ家系苗木の着花特性(2年目の調査  
結果)

清水香代・岡田充弘・小林直樹

長野県林業総合センター

【目的】 現在、林野庁が選定した少花粉スギ品種には、長野県産のスギ精英樹品種が4品種あるが、これらの品種は発根性が悪く挿し木による増殖が難しいため、実生苗木による苗木生産を計画している。これらの家系苗木の着花特性を把握する必要があるため、今回は、少花粉スギの下高井24号家系苗木の雄花着花特性を検証した。【方法】 供試体は、下高井24号家系(24号区)苗木及び県営採種園産スギ精英樹苗木(対照区)の3年生苗木各100本とした。試験は、苗畑で育苗中の両区の苗木にジベレリン水和剤1000倍液を7月上旬と下旬の2回葉面散布した。当年の成長終了後、供試体の着花指数を目視により4段階(0～最大3)で調査するとともに、苗長、根元径、雄花房数及び粒数を計測した。【結果】 各区の苗長、根元径に差は見られなかった。着花指数のうち指数3の苗木の割合は、24号区が72%、対照区が71%となり差はなかった。指数2の苗木の割合は、24号区で25%、対照区で20%となり、指数2でも差は見られなかった。

P1-071 雄花量削減のためスギ人工交配家系にジベレリン  
を散布し選抜した個体の初期成長調査結果

蓮田英俊

岩手県林業技術センター

【目的】 花粉の少ないスギが選抜されたが、東北地方では数が少なく、必ずしも成長が優れているとは限らない。そこで、雄花着花量が少なく成長が良い個体を選抜するため、スギの実生苗にジベレリンを散布して雄花が着花しにくい個体を選抜し、その特性を調査した。【方法】 1995年から2001年に行った人工交配により得られた交配家系計618家系に、ジベレリンを3年以上に渡り散布し、雄花が着花しない、または極めて少ない個体を選抜した。本報では、選抜個体から採穂・さし付けを5カ年に渡って行った発根率の調査結果と、2010年に植栽した試植地の4年目の樹高調査結果を報告する。【結果】 試供家系から112個体を選抜した。選抜個体ごとの発根率の最小自乗推定値は、最大81%から最小1%と広い変異が認められた。また、交配家系内で複数個体の発根率調査があるデータを抽出し、調査年次、家系、家系内個体を要因とする分散分析を行ったところ、調査年次と家系で1%水準の有意差が認められた。4年目までの樹高成長は、同時に植栽した既存の花粉の少ないスギ品種の平均値より、多くの選抜個体クローンで成長が良く、2倍以上成長が良いものもあった。

P1-072 コンテナ栽培したヒノキ少花粉品種採種木からの種子生産

西川浩己・馬目恭行

山梨県森林総合研究所

スギ・ヒノキ花粉症に対しては、花粉の少ないスギ、ヒノキが選抜され、スギについては、ミニチュア採種園等が実用化され、広く普及している。ヒノキについても少花粉品種を母樹とする採種園実生苗や挿し木苗の供給が期待されている。そこで実生苗の普及策として、採種園造成の必要ないコンテナ栽培した採種木を用いた種子生産方法の開発を進めている。本研究では、コンテナ化した少花粉品種採種木について、ジベレリンペーストの包埋処理による着花促進を実施し、雌花・雄花着花の状況等について調査した。また着花が認められた個体を花粉飛散時期のみに閉鎖施設内に移動させて、雌花開花期に花粉を散布し、採種後の発芽率等から交配方法を検討した。着花促進効果は、コンテナ化した採種木で強く認められた。花粉散布処理では、着果した球果を採取し、球果数、発芽率等を調査した結果、処理回数が多くなるにつれ、発芽率等が向上した。本研究は、農林水産省・食品産業科学技術研究推進事業（農林水産省農林水産技術会議）研究課題名：花粉症対策ヒノキ・スギ品種の普及拡大技術開発と雄性不稔品種開発の一環として行っている。

P1-074 ‘枝垂桜’と野生種エドヒガンの遺伝的関係

加藤珠理<sup>1,2</sup>・松本麻子<sup>2</sup>・勝木俊雄<sup>3</sup>・岩本宏二郎<sup>3</sup>・中村健太郎<sup>4</sup>・石尾将吾<sup>4</sup>・向井 譲<sup>5</sup>・吉丸博志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>首都大学東京都市環境科学研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>4</sup>住友林業・<sup>5</sup>岐阜大学応用生物科学部

‘枝垂桜’は野生のサクラであるエドヒガンから生じた突然変異体であると考えられ、筆者らが行ったこれまでの研究成果においても、その可能性は支持されている。現在、‘枝垂桜’には複数の系統が存在するが、それらの起源は原種であるエドヒガンから、一回だけ生じた変異個体由来のものか、それとも、独立に生じたいくつかの変異個体由来のものかはわかっていない。また、原種である野生のエドヒガンについても、どの地域のエドヒガンがもとになって、‘枝垂桜’が生じたのかについてはわかっていない。この研究では、‘枝垂桜’の起源に関する様々な疑問を解決するために、‘枝垂桜’とその原種であるエドヒガンの関係を集団遺伝学的手法に基づいて評価し、考えられうる可能性を示したいと思う。研究材料としては、全国各地から収集され、多摩森林科学園で保存・管理されている‘枝垂桜’を用いた。比較のために用いるエドヒガンは複数の地域からサンプリングした集団を用いた。SSR マーカーを用いた DNA 分析により、‘枝垂桜’とエドヒガン集団の遺伝構造について比較解析を行っており、本発表ではその結果について報告する。

P1-073 愛媛に生育するエドヒガンの 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

【はじめに】愛媛県に生育するエドヒガン・シダレザクラ（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、その存在は良く知られているが、野生の個体についての記録はほとんどない。また、これまでこれらの遺伝的な検討を行った報告はなく、系統を分子レベルで解析することは、地域の木の文化の継承や観光利用の面で大変意義深いと考える。\*\*\*【材料と方法】愛媛県に生育するエドヒガン 68 個体及びシダレザクラ 11 個体の葉または冬芽から 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 でジェノタイピングを行ない、系統間や個体間に何らかの共通点や相違を解析した。また、オオシマザクラ、ヤマザクラ、ソメイヨシノ等 51 個体との比較を行い、系統樹を作成した。\*\*\*【結果と考察】用いた 12 の SSR マーカーでは、供試個体において平均 18.12 (3~29) の対立遺伝子が見られ、すべての個体識別が可能であったが、栽培個体の中には、いくつかクローンと思われる個体が認められた。\*\*\* 本研究は、(財)愛媛の森林基金委託事業により実施した。

P1-075 ソメイヨシノの連鎖地図の構築およびエドヒガンとの交雑による実生の生育不全のマッピング

鶴田燃海・向井 譲

岐阜大学応用生物科学部

SSR マーカーを用い、日本のサクラを代表する園芸品種ソメイヨシノの連鎖地図を構築した。Mapping pedigree にはソメイヨシノ (CY) を種子親、野生種のエドヒガン (E750) を花粉親とした F<sub>1</sub> の実生 178 個体を用いた。Pseudo-testcross 法により、50 の SSR が座乗した、期待される 8 連鎖群からなる 384.8cM の CY map および、SSR11 座からなる 130.3cM の E750 の部分地図が構築された。

このソメイヨシノとエドヒガンとの交雑による実生のうち 101 個体は、生育不全により本葉の展開から数ヶ月以内に枯死した。実生でみられた生育不全は雑種不和合の一つと考えられ、構築した地図にこの生育不全 (HI: Hybrid inviability of seedlings) のマッピングを試みた。

HI と関与する遺伝子領域を、健全な実生と生育不全の実生とでマーカー分離比の歪みの比較を行うことにより、また遺伝子型と形質との関連解析および、QTL/MTL マッピングにより探索した。これらの結果はすべて、HI が CY map の第 4 連鎖群、BPPCT005 および BPPCT010 マーカー間の 12.3cM の領域に位置することを示した。

P1-076 スギ花粉化石の DNA 解析のための、秋田スギ天然林の cpSSR 多型分析

長谷川陽一<sup>1</sup>・吉田明弘<sup>2</sup>・三嶋賢太郎<sup>3</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>明治大学黒耀石研究センター・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター

花粉化石に含まれる分解が進んでいる DNA を解析するためには、1 細胞あたりに多数コピーが含まれる細胞質 DNA を用いる必要がある。スギの葉緑体 DNA (cpDNA) には、多くのマイクロサテライト (SSR) 領域が含まれていることが明らかになっているが、スギの葉緑体 SSR の多様性を天然林集団で明らかにした研究はない。そこで本研究では、高標高のスギ天然林集団として八甲田山 1・2 と秋田駒ヶ岳カルデラ内の 3 集団を、低標高の集団として鱒ヶ沢、碓ヶ関、仙岩峠、鳥海、雄勝峠の 5 集団を対象として葉緑体 SSR18 座とクローン識別用に核 SSR5 座を用いた解析を行った。高標高の集団の、八甲田山 1 では全 10 サンプルが 1 クローンと、八甲田山 2 では全 45 サンプルが 8 クローンと、秋田駒ヶ岳では全 19 サンプルが 1 クローンと推定された。また、八甲田山 2 における 8 クローンは全て、葉緑体 SSR を使っても識別することが可能であった。低標高の集団では、69%~96% の個体が葉緑体 SSR マーカーによって識別可能であった。これらの結果から、スギ天然林集団において葉緑体 SSR マーカーに遺伝的多様性があることが明らかになり、花粉化石の DNA 解析に使用できると考えられた。

P1-078 四国における絞め殺し植物アコウの遺伝構造

金谷整一<sup>1</sup>・大谷達也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所

【はじめに】アコウ (*Ficus superba* var. *japonica*) は、マレー半島から西南日本まで自然分布するクワ科イチジク属の樹木である。アコウは、「絞め殺し植物」として宿主に着生するとともに、イチジクコバチと送粉共生システムを確立している特異的な生態的特性を有する。本報告では最北限域にあたる四国集団において、創始化効果が生じているかどうか検証することを目的に遺伝的特性を解析した。【調査地および調査方法】調査対象地は「足摺岬」および「室戸岬」の 2 集団とした。解析は、比較のため琉球列島および九州本土の集団も含めて 21 集団、サンプル数は 1 集団あたり 11~86 個体で合計 676 個体とした。各個体の遺伝子型は、16 座の核マイクロサテライトマーカーを用いて決定し、各集団における遺伝的多様性の評価および遺伝構造を解析した。【結果および考察】四国集団は九州本土集団と遺伝的に近かったが、遺伝的多様性は他集団より低い傾向であり、特に室戸岬で顕著に低かった。また開花結実フェノロジーの観察結果と合わせると、アコウの北限集団では、創始者効果が生じている可能性があるかと推察された。

P1-077 小笠原諸島に分布するアカテツとコバノアカテツは核マイクロサテライトマーカーによって識別可能か

鈴木節子<sup>1</sup>・永光輝義<sup>1</sup>・須貝杏子<sup>2</sup>・大谷雅人<sup>3</sup>・加藤英寿<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>琉球大学熱帯生物研究センター西表研究施設・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>4</sup>首都大学東京理工学研究科

アカテツは小笠原諸島だけでなくアジアや太平洋の熱帯域に広く分布し、コバノアカテツはアカテツの変種とされ小笠原諸島のほかに大東諸島に分布する。これらの 2 分類群は主に葉の大きさによって分類されているが、実際には中間的な個体も多く識別が困難である。本研究では、小笠原諸島に生育するアカテツとコバノアカテツが核マイクロサテライト (SSR) マーカーを用いて識別可能かを調べた。小笠原諸島の聳島列島 (1 島)・父島列島 (4 島)・母島列島 (3 島) の計 8 島から、計 21 集団、計 563 個体のアカテツおよびコバノアカテツの葉サンプルを採取し、DNA を抽出した。アカテツを用いて開発した核 SSR、12 座を用いて STRUCTURE 解析を行った。その結果、聳島・父島列島の集団からなるクラスターと母島列島の集団からなるクラスターの 2 つに分けられた。兄島、父島、姪島の乾燥したエリアにはコバノアカテツと思われる個体の集団が存在するが、それらが異なるクラスターを形成することはなかった。よって、アカテツとコバノアカテツは今回用いた核 SSR では識別できず、分類群間の遺伝的な差よりも列島間の遺伝的な差の方が大きいという結果が得られた。

P1-079 日本のアラカシ・シラカシ天然林の遺伝構造

松本麻子<sup>1</sup>・金谷整一<sup>2</sup>・三樹陽一郎<sup>3</sup>・古澤英生<sup>3</sup>・吉丸博志<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林遺伝研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup>宮崎県林業技術センター・<sup>4</sup>森林総合研究所多摩森林科学園

日本に分布するアラカシ、シラカシ天然林の遺伝的構造を明らかにするために、核マイクロサテライトマーカーと葉緑体 DNA シークエンスの解析を行った。アラカシは鹿児島県から千葉県までの天然林から採取した 21 集団、シラカシについては大分県から茨城県までの 11 集団を解析した。その結果、アラカシおよびシラカシともに核 DNA の遺伝的多様性は低くないものの、地理的な遺伝構造は検出されなかった。葉緑体 3 領域 (trnVn487015, trnR/N, rpl32-trnL (UAG)) の解析では、アラカシで合計 2,448 塩基の配列を比較したところ、5ヶ所の塩基置換、3ヶ所の挿入欠失から 6 つのハプロタイプが検出された。しかしながら、5 つのハプロタイプは全て、主要な 1 つのハプロタイプから派生したものであった。シラカシでは、アラカシと変異のあった箇所は異なるものの同様に多様性が低かった。日本におけるアラカシ、ならびにシラカシ天然林は氷期中に集団の分布が南部に制限されたため、地理的な遺伝構造がなく、葉緑体の多様性が低くなったと推察される。



## P1-080 秩父山地におけるシオジの遺伝構造

番匠晃裕<sup>1</sup>・吉田弓子<sup>2</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秩父演習林

シオジ (*Fraxinus spaethiana*) はモクセイ科トネリコ属の樹木で、栃木県西部以南の本州・四国・九州に不連続な分布をする。溪畔林の林冠を構成する主要な樹種であり、特に秩父山地では渓流域の優占種となっている。シオジ林の維持・更新のメカニズムについてはこれまで詳細な研究がなされているが、遺伝的なアプローチはない。本研究では、核 SSR マーカーを用いて林分内および地域内の遺伝構造を調べ、シオジ林の維持機構を解明することを目的とした。

まず、次世代シーケンサーで分析したシオジのゲノム DNA のデータを用いて、核 SSR マーカー 4 座を開発した。また、同属他種の核 SSR マーカーの多型性を確認した結果、2 座が利用可能であった。東京大学秩父演習林のシオジ優占林分 3 か所において立木位置図を作成し、葉および形成層の採取を行った。これらの遺伝解析により、林分内の遺伝構造の有無を検討した。これまでに解析が済んだ、1 か所でヘテロ接合体率の期待値 ( $H_e$ ) および観察値 ( $H_o$ )、近交係数 ( $F_{IS}$ ) はそれぞれ 0.557、0.311 及び 0.441 であった。また、空間的自己相関を求めたところ、明瞭な林分内遺伝構造は存在しなかった。

## P1-082 雄性両全性異株ヒトツバタゴ (*Chionanthus retusus*) の個体分布と遺伝的多様性

加藤大輔<sup>1</sup>・渡辺洋一<sup>1</sup>・糸魚川淳二<sup>2</sup>・戸丸信弘<sup>1</sup>

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

ヒトツバタゴは長崎県対馬と愛知県から岐阜県東濃地方にかけての 2 地域に特異な隔離分布をしており、環境省のレッドリストでは絶滅危惧種に指定されている。対馬には狭い範囲に 1000 個体以上が自生しているが、東濃地方では分断されたパッチ状の生育地に 150 個体ほどが残存している。孤立した小集団は大集団と比べて遺伝的多様性が低いことが期待される。本研究では絶滅危惧種ヒトツバタゴ保全の基礎情報として、個体の分布特性が異なる東濃と対馬の集団間に遺伝的多様性の程度に差があるかを検討にすることを目的とし、対馬の 51 個体と東濃地方の 126 個体を対象にマイクロサテライトマーカーを用いて保全遺伝学的解析を行った。その結果、対馬と東濃の集団間には大きな遺伝的分化がみられたが、遺伝的多様性の程度には差が検出されなかった。しかし、STRUCTURE 解析の結果、東濃集団の 2 か所の生育地がそれぞれ特異なクラスター組成を示しており、それらは対馬集団および東濃の他の生育地と比較して低い遺伝的多様性を示した。低い遺伝的多様性の原因として、集団サイズの低下にともなう遺伝的浮動や他の生育地からの遺伝子流動の制限さが考えられる。

## P1-081 奥尻島および渡島半島低地ブナ天然林の葉緑体 DNA の変異

津田祥吾<sup>1</sup>・並川寛司<sup>1</sup>・北村系子<sup>2</sup>・松井哲哉<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道教育大学 札幌校・<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

北海道渡島半島の西側に位置する奥尻島は、日本海側の島嶼におけるブナの北限である。また、対岸の渡島半島には、北限である黒松内低地帯までブナ林が広く分布する。本研究は、地理的な分布変遷の良い指標である葉緑体 (以後 cp と略す) DNA 変異の地理的分布を示すことにより、奥尻島のブナの由来を明らかにすることを目的に行った。奥尻島 (7 集団) と渡島半島 (5 集団)、計 12 集団から採取した葉を用い cpDNA 変異を SNPs 法を用い解析した結果二つのハプロタイプ A と B が得られ、これらは Fujii et al (2002) のハプロタイプ A と B に相当した。得られた資料に Kitamura et al. (2010) の資料を加え地理的分布を検討した結果、奥尻島の中央部から北西側にかけてハプロタイプ B が、南東側の一部にハプロタイプ A が分布していた。また、渡島半島では主としてハプロタイプ A が広く分布し、一部に B が分布していた。ハプロタイプ A は渡島半島から東北地方日本海側にかけて連続して分布するのに対し、ハプロタイプ B は東北地方の北上山地および本州中部に不連続に分布することから、奥尻島のブナの一部は遺存的な集団であることが推察された。

## P1-083 EST-SSR マーカーを用いたヒノキアスナロ (ヒバ) 天然林の遺伝的多様性解析

佐藤都子<sup>1</sup>・長谷川陽一<sup>2</sup>・三嶋賢太郎<sup>3</sup>・蒔田明史<sup>1</sup>・高田彦彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>秋田県立大学生物資源科学部・<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

【目的】本研究の目的は、ヒノキアスナロ (*Thujaopsis dolabrata* var. *hondae*) (以下、ヒバとする) 及びアスナロ (*Thujaopsis dolabrata*) 両種に使用できる EST-SSR マーカーを開発し、それらを用いて両種の遺伝的多様性及び集団間の遺伝的分化に関する基礎的な知見を得ることである。\*\*\*\*【方法】ヒバ cDNA ライブラリを元にプライマーを設計した後、ヒバ及びアスナロそれぞれ 4 個体を用いたスクリーニングを経て EST-SSR マーカーを開発した。新たに開発した EST-SSR マーカーを用いてヒバ 8 集団 (北海道・青森・岩手・新潟・石川) とアスナロ 3 集団 (長野・兵庫) を対象に遺伝構造解析を行った。\*\*\*\*【結果】本研究において 19 個の EST-SSR マーカーを新たに開発した。本発表では、これらのマーカーを用いたヒバ及びアスナロの集団間、集団内および種間に対する遺伝構造解析の結果を報告する。

P1-084 北関東高原山系のコナラ属樹種の種特性および他産地との比較

望月寛子<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>・飯塚和也<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

フモトミズナラの分類学的位置付けについて考察するため、葉形態解析、遺伝解析、開葉フェノロジーの3点から、北関東の高原山系に生育するフモトミズナラの種特性を把握し、ミズナラおよびコナラの種特性との比較を行った。それぞれの解析結果より、コナラとフモトミズナラおよびミズナラは明確な違いが確認でき、北関東の高原山系に生育するフモトミズナラはコナラの亜種とみなすことはできないと考えられた。これらの結果をより確かなものにするため、愛知県のコナラとフモトミズナラ、韓国のモンゴリナラのサンプルを追加し、遺伝解析を行った。各個体間の遺伝的距離より主座標分析を行った結果、フモトミズナラはミズナラと同じグループに含まれ、コナラ、モンゴリナラはそれぞれ樹種ごとに分かれた。葉形態解析の結果においては、標高傾度に沿った一部の形質で不連続性が示唆された。したがって、フモトミズナラはミズナラが標高傾度に沿った形態的分化である可能性を示唆する。

P1-086 葉内キサントフィル色素量を推定できる分光反射指数の開発

野口 猛・王 権

静岡大学大学院農学研究所

【目的】葉内に存在する光合成色素は生産系のクロロフィルと防御系のカロテノイドに大別され、防御機能においてカロテノイドの中で特に大きな役割を果たすのがキサントフィルである。キサントフィルは光条件により3つの構成色素が互いに変換し合うキサントフィルサイクルを形成し、集光と光ストレスの放散といった重要な役割を担っている。キサントフィルをリモートセンシングを用いて広域のかつ簡便に評価するための初期段階として個葉スケールでの分光反射データからの評価が求められている。キサントフィルサイクルのエポキシ化率 (EPS) を評価する指数として PRI (光合成活性評価指数, J.A.Gamon: 1990) が提案されているが、能力の異なる葉を対象として PRI を普遍的に適用することは難しい。そこで本研究では、PRI よりも正確に EPS を評価できる指数を開発すること、個葉間での PRI のばらつきについての要因解析することを目的とする。【方法】新潟県苗場山系のブナ (陽葉、陰葉) を対象とした。キサントフィルサイクルに影響を与えるとされる4種類の薬品 (DTT, DCMU, DBMIB, HgCl<sub>2</sub>) を用い、暗処理後の強光下で25分間、分光反射率とEPSの変化をそれぞれ調べた。

P1-085 ヒメコマツ衰退個体群の遺伝的多様性

磯辺山河<sup>1</sup>・齋藤央嗣<sup>4</sup>・遠藤良太<sup>5</sup>・久本洋子<sup>3</sup>・軽込 勉<sup>3</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・<sup>3</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>4</sup>神奈川県自然環境保全センター・<sup>5</sup>千葉県中部林業事務所

千葉県房総丘陵と神奈川県丹沢山塊のヒメコマツ個体群の衰退が危惧されている。房総丘陵では、近年の個体数の著しい減少により成木は85個体のみである。また、丹沢山塊の成木はわずか31個体である。このような個体群サイズの小さい集団においては、個体が孤立して花粉流動が低下し、近親交配や近交弱勢が生じている可能性がある。本研究はヒメコマツの保全に向けて、次世代実生の遺伝構造と個体群の遺伝的多様性を評価することを目的とした。房総丘陵 (東京大学千葉演習林) および丹沢山塊のヒメコマツ実生と成木の針葉を採取し、DNAを抽出した。そして、核SSRマーカー4遺伝子座を用いて、実生の親子解析および自殖率の推定を行った。房総丘陵では、親子解析の結果、14個体について両親を特定した。そのうち8個体は自殖であり、自殖率は57.1%と高かった。年齢構成をみると、自殖個体は6年生以下の実生に限られていた。以上の結果から、個体数の減少によって離れた個体同士での交配が制限されて自殖が進行していると考えられた。また、実生の生残に近交弱勢の影響が生じていることが示唆された。丹沢山塊の個体群については現在解析中である。

P1-087 Rubisco 活性に関する波長域の特定

田村実加・王 権

静岡大学農学部

光合成を表現するモデルにおいて重要なパラメータである Vcmax は、カルビンサイクル内の酵素 Rubisco の活性および量に影響される。本研究では Rubisco 活性の温度依存性を利用した実験および解析を行うことにより、Rubisco 活性の持つ波長域を特定することを目的とする。材料は、静岡大学キャンパス内に生育しているカクレミノを用いた。サンプルの温度環境を15、20、25、30、40℃の5段階で変化させ、その時の葉内 CO<sub>2</sub> 濃度-光合成速度 (A/Ci) および個葉の分光反射率を測定した。なお、Vcmax は A/Ci 曲線から算出した。また、設定温度ごとにリーフディスクを採取し、Rubisco 活性および量等の化学分析に用いた。その結果、温度と Vcmax の関係については、高温になるにつれ Vcmax は増加することが分かった。また、25℃の反射率を基準として、他の温度の反射率を比較してみると、900、1200、1700、2200 nm 付近の波長域において、反射率の変化量が大きかった。温度を変えることにより反射率が変化する原因として、タンパク質の変性など、様々な要因が考えられる。したがって、それらの影響を排除しつつ、上記の波長に焦点を当て Rubisco 活性との関わりを解析する。

P1-088 列状伐採内に植栽した、カラマツおよびF1の光合成生産量の推定— BigLeaf モデルを用いた解析—

宇都木玄<sup>1</sup>・原山尚徳<sup>2</sup>・上村 章<sup>2</sup>・大野泰之<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>3</sup>北海道立総合研究機構林業試験場道北支場

道総研林業試験場で開発されたグイマツ雑種 F1 (クリーンラーチ: CL) は、カラマツに比べて高い成長量を示す。今後北海道内に CL を含めたカラマツ類を植栽するため、様々な施業に対応した光環境と成長量を明らかにする必要がある。北海道は比較的平坦であり、機械化による列状(帯状)の伐採が行われることから、列幅・列方位の差異を反映した光環境(絶対値)を予測し、CL 及びカラマツ実生の年間光合成生産量(GPP)を推定した。光環境は直散分離を行い、散乱光は「長方形開口部に入射する天空光の室内各表面への分布モデル」を適用した。直達光は列を成す壁と太陽位置の関係から求めた。全天日射量と温湿度は、森林総研北海道支所の観測タワーから10分間隔で得た。光合成モデルはビッグリーフモデルとし、葉面の熱収支バランスから計算を収束させた。各実生の  $V_{cmax}$  及び  $J_{max}$  は、季節ごとに樹冠上部の葉で測定した。生育期間における列内受光量は、東西方向伐採区より、南北方向伐採区の方が大きくなった。また CL の GPP は、5%ほどカラマツより大きくなった。現状の光合成生産量からは、CL とカラマツの成長量差を説明できなかった。

P1-090 庇陰による光合成抑制がスギ苗木の地上部と地下部の呼吸に及ぼす影響

玉泉幸一郎

九州大学大学院農学研究院

**目的:** 植物が光合成で獲得した資源を地上部と地下部でどのように利用(消費)しているのかについての情報は少ない。今回の研究では、被陰処理により光合成を抑制し、その後生じる地上部と地下部の呼吸の変化から、光合成産物の分配速度や分配量について考察した。

**材料と方法:** 地上部と地下部の炭酸ガス収支を別々にモニターできる装置を開発した。この装置を用いて、被陰開始後と被陰解除後のそれぞれ1週間の地上部と地下部の炭酸ガス収支を測定した。材料は2年生挿し木スギで、被陰処理木が3本、無処理木が1本であった。被陰処理は、光透過率0%の資材で地上部を覆うことで行い、成長期と成長休止期に測定した。

**結果と考察:** 成長期においては、被陰開始、解除に対し地上部の呼吸速度は地下部よりも先に反応したことから、光合成産物は地下部よりも地上部へ優先的に供給されていると考えられた。また、呼吸の低下率は地上部の方が大きく、地上部の方が光合成産物へ強く依存していると考えられた。成長休止期においては、被陰開始、解除に対する反応には差がなく、低下率にも差がなかったことから、両方へ同程度の量が供給され、同程度に依存していると考えられた。

P1-089 若齢ヒノキ林における年間林冠呼吸量の推定— 葉の呼吸速度の温度依存性は季節や樹冠内で異なるか? —

荒木眞岳<sup>1,2</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

本研究は、10年生のヒノキ林における年間の林冠呼吸量を推定することを目的とした。林冠のあらゆる高さから採取した葉の呼吸速度を、ほぼ2か月おきに1年間測定した。呼吸速度と温度の関係に指数関数をあてはめ、温度が20度における葉の呼吸速度(R20)と温度係数(Q10)を求めた。R20とQ10の林冠内における空間変動性と季節変動性を調べ、これら変動性に影響を与える物理的(積算LAI、光)または生理的要因(LMA、Narea)を検討した。R20は、林冠内で大きな空間変動性を示した。その変動性は積算LAI(または相対光強度)でほぼ説明された。また、R20は成長期よりも成長休止期の方が若干大きい値を示した。一方、Q10は、林冠内で一定であり空間変動性を示さなかった。しかし、成長期より成長休止期のほうが値が大きく季節変動性が認められた。以上の結果から、林冠内の任意の位置にある葉の呼吸速度を、積算LAIと温度から推定するモデルを構築した。このモデルを基に、空間方向へは積算LAIの垂直分布を、時間方向へは積算LAIの季節変化と気温のデータを用いてアップスケーリングし、年間の林冠呼吸量を推定した。

P1-091 低木群落内の各個体の枝スケールにおける炭素収支

菅谷恭平<sup>1</sup>・陳 凡<sup>2</sup>・川井祐介<sup>3</sup>・水永博己<sup>2</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・<sup>3</sup>岐阜大学大学院連合農学研究科

下刈り省力化に向けた事例研究は多い。しかしながら、低木群落の発達動態や生産構造、あるいはそれぞれの低木種の成長パターンに関する研究は少ない。群落内で低木の枝葉は異なる光環境下にあるため、その環境変異にそった生理反応の変化が、個体全体での定量的評価ためには必要となる。ところが、低木群落構成樹種の生理生態情報や成長情報、群落内の環境情報は不足している。本研究では、それらの情報を収集し、低木群落内における枝の炭素収支を明らかにすることを目的とした。

2013年5月に静岡県浜松市天竜区にある静岡大学農学部附属上阿多古演習林のギャップ試験地に1m×1mの低木群落コドラートを13個設置した。コドラート内を25cm層に区切り、各層での対象枝長、樹種、葉面積、伸長量等を測定した。

コドラートで比較的出現数が多い10樹種について、8~9月に試験地外の個体の最大光合成速度と暗呼吸速度を測定し、主要樹種の生理能力ポテンシャルを求めた。LMAと光環境、光合成能力の関係を用い、コドラート内の各対象枝の炭素収支を推定し、枝の伸長速度との関係を求めた。

P1-092 環状剥皮、摘葉処理したリュウキュウコクタンにおける結実の年変動が<sup>13</sup>C 光合成産物の転流に及ぼす影響

野口安佳里<sup>1</sup>・谷口真吾<sup>1</sup>・比嘉育子<sup>2</sup>・諏訪竜一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>琉球大学農学部・<sup>2</sup>株式会社沖縄計測

【研究目的】リュウキュウコクタン (*Diospyros ferrea*) の繁殖枝に環状剥皮と摘葉を施し、繁殖資源の配分特性を検証した。【方法】無剥皮と剥皮区に摘葉する (0%、葉数の50%、葉面積の50%、100%) 8 処理区を設けた。光合成産物の転流は無剥皮区と剥皮区の0% 摘葉区に安定同位体<sup>13</sup>C CO<sub>2</sub>を発生させ、トレーサー実験で追跡した。さらに葉、枝、果実の可溶性全糖とデンプンを定量した。【結果と考察】2010年の果実生産量は2013年に比べ果実の乾重量で約4倍多かった。両年とも無剥皮区と剥皮区の100%摘葉区における果実サイズは他処理区と同程度であった。2010年は剥皮区、無剥皮区ともに100%摘葉区の果実に高濃度の<sup>13</sup>Cが検出されたが、2013年の果実の<sup>13</sup>C濃度は自然同位体とほぼ同値であった。これは、2010年は豊作で果実のシンク能が高かったため、0%摘葉区から100%摘葉区への光合成産物の転流が認められたが、2013年では果実生産が少なかったため、100%摘葉区への転流が認められなかったと推察された。光合成産物の転流がなかった2013年の果実サイズが2010年に比べ有意な差でなかったのは、当年葉の光合成産物である可溶性糖や枝のデンプンを果実成熟に利用したためと考えられる。

P1-094 樹冠内の高さともなうヒノキ鱗片葉の形態変化

東 若菜・石井弘明

神戸大学大学院農学研究科

ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) は枝に密着した鱗片状の葉 (鱗状葉) が形態の特徴である。樹木は光などの環境条件や高さに応じて樹冠内で葉やシュートの形態が変化するが、鱗状葉という特異的なヒノキの葉が樹冠内でどのように変化するのかを明らかにするため、木曾御嶽山・高知市ノ又山・比叡山にある高齢ヒノキ計8個体 (樹高25~33m) を調査した。樹冠内の様々な高さ (33~7m) において枝葉の採取および光環境の測定を行い、枝葉の分岐点を基準として枝葉先端から2分岐までの鱗状葉の形態特性を測定した。葉面積はどの高さでもほぼ同じであったが、乾重は樹冠上部ほど重く、LMA (葉面積当たりの葉乾重) は高さに比例して増加していた。また、LMAは開空度に対して対数関数的に増加していた。鱗状葉の長軸 (枝軸方向の長さ) は樹冠上部ほど短かった。また、1分岐までの鱗状葉は幅に対する長軸が樹冠上部ほど短くなっていたが、2分岐目の鱗状葉ではどの高さもほぼ同じであった。ヒノキは鱗状葉の単位で形態的可塑性があり、樹冠下部に比べて光や風や水分など環境条件の変化が激しい樹冠上部においては、適応的に葉が形成されていくことが明らかとなった。

P1-093 小笠原・乾性低木林樹種の乾燥ストレス耐性とC 利用戦略のトレードオフ—生理と樹形構造をつなぐ—

奥野匡哉<sup>1</sup>・才木真太郎<sup>1</sup>・吉村謙一<sup>2</sup>・中野隆志<sup>3</sup>・矢崎健一<sup>4</sup>・石田 厚<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学生態学研究センター・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>山梨県環境科学研究所・<sup>4</sup>森林総合研究所

高い材密度をもつ種は、通水の失敗 (=キャビテーション) を起こしにくいと、乾燥ストレス耐性が強いといわれている。しかし劇的な乾燥下において、高い材密度をもつ種が低い材密度をもつ種よりもキャビテーションを起こしやすく、枝をよく落とすという現象も報告された。強い乾燥がかかる小笠原の乾性低木林に優占する5樹種において、乾燥ストレス耐性を調べた結果、材密度は必ずしも乾燥耐性とは関係せず、1) 枝葉を維持する種は、キャビテーションを起こした道管に糖を柔細胞から投入し、その浸透圧により道管に水を再充填すること、2) 枝葉を落とす種は、水を道管に再充填できないため、乾燥期に枝葉を落し、湿潤期に萌芽再生する戦略を行うことが明らかになった。枝葉を維持する種は通水の失敗を起こさないよう獲得した炭素を、水を再充填するための糖や強い道管構造の構築に投資する一方、枝葉を落とす種は萌芽に炭素を投資するため、二つの戦略間で炭素利用のトレードオフが発生していると考えられる。二つの戦略間には枝のセグメント数や葉数、当年枝数に差が見られ、乾燥耐性の生理的なメカニズムに沿った枝構造がみられた。

P1-095 林冠疎開によるヒノキの水ストレス応答

辻村史晃<sup>1</sup>・楢本正明<sup>2</sup>・水永博己<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学大学院・<sup>2</sup>静岡大学農学部

【目的】林冠疎開に伴う残存木の枯損はギャップシフティングや縮枯れ現象などで確認されており、日本国内のヒノキ林分でも強度間伐に伴う被害が度々報告されている。しかし、多くの報告は立地と衰退・枯死の現象観測に限定され、衰退・枯死にいたるメカニズムの解明を目的とする研究は少ない。本研究では、ヒノキを対象に林冠疎開を想定した環境変化を再現し、この環境変化に対するストレス応答について様々な角度から解析を試みた。【方法】試験地は静岡県浜松市天竜区の静岡大学天竜フィールドで、33年生ヒノキ林を対象とした。試験期間は2013年5月から12月である。8月に対象木周辺の個体を伐採することで林冠疎開にさらされる孤立木とした。測定は幹レベルでは、AE法によるキャビテーション診断やグラニエ法による樹液流速の他、樹体温、樹体振動などを測定し、枝レベルではひずみゲージを用いた木部直径変化の測定を行った。また、葉の水ポテンシャル、最大量子収率の測定は2週間から4週間に一度行った。

## P1-096 温帯性広葉樹における通水特性と成長特性の関係

小笠真由美<sup>1</sup>・三木直子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>2</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科

樹木の通水特性は葉への水分供給性や気孔応答と関わることから、葉の炭素獲得と密接に関係している。葉の炭素獲得は成長速度といった種の成長特性と関わることから、通水特性と成長特性は相互に関連することが予想される。本研究では温帯性広葉樹 12 種を用いて、通水特性（キャビテーション抵抗性、比断面積水分通導度、比葉面積水分通導度、葉面積：木部断面積比）、最大光合成速度、および成長特性（成長速度、材密度）の関係について調査した。その結果、最大光合成速度が高い種ほど成長速度が高く、材密度は低かった。材密度が低い種ほどキャビテーション抵抗性が低かった。キャビテーション抵抗性と比断面積水分通導度の間に相関は見られなかったが、キャビテーション抵抗性が低い種ほど葉面積：木部断面積比が低く、比葉面積水分通導度が高いという関係が見られた。以上より、成長速度の高い種は、葉面積：木部断面積比を抑えることで、キャビテーション抵抗性の低さを補償しつつ葉への高い水分供給性を実現することにより、高い最大光合成速度を実現していると考えられた。

## P1-098 塩水が広葉樹へ及ぼす影響について

伊東日向・吉崎真司

東京都市大学大学院環境情報学研究科

【目的】東北地方太平洋沖地震以降、クロマツ海岸林への広葉樹の活用が議論されている。海岸林への広葉樹の活用を考える際、海岸環境に対する樹木の耐性が重要となる。そこで、本研究では広葉樹苗を使用して塩水浸漬下での生育実験を行い高塩環境下での耐性把握を試みた。【方法】実験はビニルハウスと室内で行った。ビニルハウスではマサキ、トベラ、シャリンバイ、クロマツを用いて実験を行い、室内ではカクレミノ、クスノキ、トウネズミモチ、エノキ、サクラ sp.、イロハモミジを用いて実験を行った。実験後は植物体の陽イオン含有率を測定した。本報ではこれらの実験結果と耐塩性を含めた既往研究の結果との比較を行う。【結果】落葉樹の実生苗は葉内の Na 含有率が常緑樹である他の供試種より高い結果となり、落葉樹は常緑樹よりも Na の地下部から地上部への移行量が多いと推測された。また既往研究と本実験の結果に基づき種ごとの葉内 K/Na 比と Na 含有率の葉 / 根比を算出し比較した。Na 含有率の葉 / 根比の値が高い種ほど葉内 K/Na 比が著しく低い値となる傾向を示したことから、葉内へ Na が蓄積しやすい種は K の葉内への移行が阻害されやすい可能性があることが示唆された。

## P1-097 チシマザサの稈直径別水ストレスの評価

角田悠生<sup>1</sup>・王 権<sup>2</sup>・水永博己<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

タケ・ササ類は肥大生長による通水部の更新を行わないことによって加齢に伴い通水機能の低下が生じ、水ストレスが増大すると考えられる。このことから、稈直径と導管数が正の相関関係にあるとすると、稈直径が大きくなるほど加齢に伴う通水機能の劣化の影響が少ないと仮定できる。本研究では、稈直径とタケ・ササ類の稈寿命が大きく関わっていると考え、日本海側多雪地域における主要な下層植生である、チシマザサ (*Sasa kurilensis*) の稈直径が稈寿命に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。特に稈直径別の炭素獲得効率、稈の通水抵抗に着目した結果、閉鎖林冠下では小径稈がより高い炭素獲得効率を示し、林縁では、更新サイクルが短い場合は小径稈がより高い炭素獲得効率となるが、更新サイクルが長くなるにつれて大径稈の炭素獲得効率が高くなった。林外では更新サイクルに関わらず、大径稈が高い炭素獲得効率を示した。また、稈の通水抵抗は、各サイトにおいて、稈直径に伴って上昇する傾向があった。

## P1-099 海水冠水から 2ヶ月後の樹体内塩分蓄積

井上美那<sup>1</sup>・山中典和<sup>2</sup>・山本福壽<sup>3</sup>・谷口武士<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>鳥取大学乾燥地研究センター・<sup>3</sup>鳥取大学農学部

2011年3月11日におこった東日本大震災の津波は、海岸林にも大きな被害をもたらした。津波の物理的な力により樹幹が分断、根返りしたものが多かったが、停滞した海水の塩の影響により枯死したものも多数みられた。今後、耐塩性の高い樹種で海岸林を造成していくうえで、植栽可能な樹種の正確な耐塩性の評価が不可欠である。本研究では東北地方沿岸域に分布する樹種 17 種を用いて 24 時間海水によって土壌冠水させた。処理区は、冠水区と対照区を設け、24 時間後に 1 回目の収穫後、2 か月間にわたって経過を観察しながら、枯死したものを随時掘り取って計測を行った。収穫後は葉と根内の Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup> および Mg<sup>2+</sup> の含有量を測定し、変化を解析した。この結果、冠水処理をおこなった葉内の Na<sup>+</sup> 含有量は経過観察後の枯死が少なかったヤブツバキ、スギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ等で増加傾向を示した。ヤマザクラやニセアカシア等の早期に枯死した樹種では大きな変化は認められず、コナラやケヤキでは減少傾向がみられた。可視的な変化がみられなかった樹種でも葉内の Na<sup>+</sup> 含有量は経過観察期間中に増加していた。

P1-100 三宅島に自生するオオバヤシャブシの成長および生理反応に及ぼす亜硫酸ガスの長期的影響

崔 東寿<sup>1</sup>・戸田浩人<sup>1</sup>・Kim, Yongsuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学農学部・<sup>2</sup>Korea Forest Research Institute

三宅島における2000年の噴火及びそれ以降継続されている火山活動により、広範囲にわたって植生被害が発生している。本研究では、現在も噴出している高濃度の亜硫酸ガスが三宅島に自生するオオバヤシャブシの成長および生理反応に及ぼす長期間の影響を明らかにするために、2007年4月、亜硫酸ガスの濃度により3箇所（高、中、低）の調査区を設けた。

調査区高で成長するオオバヤシャブシは調査区中と低に比べて低い光合成速度とクロロフィル蛍光反応 ( $F_v/F_m$ ) を示した。さらに、窒素固定根粒菌のアセチレン還元率は有意に低下した ( $P < 0.05$ )。調査区高で成長するオオバヤシャブシの葉内窒素濃度とクロロフィル (a+b) の有意な変化はなかったが、光合成窒素利用率と光合成水利用率は有意に低下した。その結果、生育場所の亜硫酸ガス濃度の増加によるオオバヤシャブシの成長の低下 (50-70%) が見られた。

P1-102 アカシアマンギウム根プロトプラストを用いた重合性フラボノイドの細胞内局在の確定

張萌・大澤裕樹・丹下 健

東京大学農学部

Accumulation of proanthocyanidins (PAs), a group of polymeric flavonoids, is expected to play multiple roles including strong aluminum (Al) resistance in woody plant roots, although their exact subcellular distribution remains elusive. Here, we used plasmolysed cells or protoplasts from root border-like cells (BLCs) of Al-tolerant *Acacia mangium*. Plasmolysis of BLCs with 0.4 M mannitol solution for 5 min before toluidine blue O (TBO) staining revealed that TBO-reactive phenolic compounds were only localized to the cell cytoplasm separated from the cell wall. Microscopic observation with the leaf or root protoplasts revealed that TBO-reactive substances were mainly localized to the central vacuoles in leaf cells, while they were limited to the small vesicles other than the central vacuoles in BLCs. The present results are in agreement with our previous findings with PA distribution in ethanol-fixed BLCs and suggest that root protoplasts may not be a major accumulation site for PAs.

P1-101 針葉樹における光合成の光防御機構

津山孝人・日田盛華・白尾正涼

九州大学農学部

光合成の光阻害は直接的には活性酸素の害であり、植物のストレス耐性や光防御は活性酸素対策と言い換えることができる。酸素は葉緑体ストロマにおいて炭酸固定を阻害し、光呼吸を促進する。光呼吸は還元力を消費することで、活性酸素の生成を間接的に抑制する。酸素は葉緑体チラコイド膜の電子伝達にも作用する。プラスチド・ターミナル・オキシデース (PTOX) は、プラスチキノールを酸化し、酸素を還元する。PTOX反応は、電子伝達鎖の還元レベルを調節する安全弁の役割を果たすことで、活性酸素の生成を抑制する。光化学系Iの下流でも酸素は還元される (メーラー反応)。生成した活性酸素は、消去系 water-water サイクルにおいて水へと還元される。針葉樹は葉の酸素還元能が極めて高く、酸素還元に伴う電子伝達はトータルの電子伝達の10%にも達する。この性質はグネツムやウエルウエチアまで含めた全ての裸子植物に共通する。一方、被子植物の酸素還元能は、全電子伝達の1%程度でしかない。針葉樹の高い酸素還元能の要因はメーラー反応にある。針葉樹 (裸子植物) は被子植物よりも酸素依存の光防御機構 (メーラー反応) が発達している。

P1-103 ECM and non-ECM seedlings of *Pinus densiflora* responses to exogenous ABA under Cu and Zn stresses

Le Liu・Chunlan Lian

東京大学アジア生物資源環境研究センター

Strong evidence has emerged for a direct role of ABA in arbuscular mycorrhizal (AM) development. But studies dealing with the effects of ABA on the ectomycorrhizal (ECM) development are meager. The aim of the present study was to evaluate the influence of exogenous ABA on pine seedlings symbiosis development under Cu and Zn stresses.

*Pinus Densiflora* seedlings were inoculated by *Pisolithus tinctorius*. The mother symbiosis and two months old aseptic seedlings were transplanted into soils amended with Cu (400 mg ; 800 mg) or Zn (500 mg ; 1000 mg) concentrations. Different concentrations of ABA (20  $\mu$ m ; 100  $\mu$ m) were added into each pot. After three months, seedlings biomass was reduced significantly under Cu (800 mg) and Zn (1000 mg) treatments. Without heavy metal stress, seedlings biomass was enhanced considerably under ABA (100  $\mu$ m) treatment. Inoculation rate was not significantly different among treatments, which might be three months planting time was too long to show apparent difference.

## P1-104 スギ由来 KUP 系カリウムトランスポーター遺伝子の単離と解析

西脇宏一・細尾佳宏

信州大学大学院農学研究所

【目的】カリウムイオン ( $K^+$ ) は、細胞の増殖・伸長や浸透圧の調節、気孔の開閉など、植物の成長にとって必須な栄養素の一つである。 $K^+$  の細胞内外への輸送は膜輸送体であるチャネルやトランスポーターにより行われる。本研究では、スギの  $K^+$  トランスポーター遺伝子を新たに2種類単離し、解析を行った。【方法】既知の KUP 系  $K^+$  トランスポーターと相同性を有するスギの塩基配列を基にプライマーを設計し、スギ雄花由来の total RNA を鋳型とした RT-PCR により目的遺伝子に相当する cDNA を2種類 (*CjKUP2*, *CjKUP3*) 単離した。そして、単離した cDNA がコードするタンパク質の  $K^+$  輸送能を、大腸菌  $K^+$  取り込み能欠損株 (LB2003) を宿主に用いた相補性試験により調べた。さらに、単離した cDNA の各部位での発現量をリアルタイム PCR により調べた。【結果】機能解析の結果、*CjKUP2*, *CjKUP3* はともに LB2003 を相補したことから、 $K^+$  取り込み能を持つことが分かった。さらに、リアルタイム PCR の結果、*CjKUP2* は、各部位間で発現量に差がほとんど見られなかった。*CjKUP3* は、生殖器官で他の部位よりも高い発現量が見られた。

## P1-106 ヒノキの風ストレスにตอบสนองする DREB 遺伝子の単離と発現特性

福井翔宇・片畑伸一郎・水永博己

静岡大学農学部

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いるが、その枯死に至るメカニズムは未だ十分に明らかではない。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。本研究は環境ストレスの指標となりうる遺伝子の探索を目的とする。DREB 遺伝子はシロイヌナズナにおいて DREB1 群と DREB2 群が存在し、それぞれが転写制御因子として異なる遺伝子の発現を誘導する。そして植物が浸透圧ストレスを感知すると DREB2 群が活性化し、活性状態の DREB2 群により乾燥ストレス及び塩分ストレスに誘導される遺伝子の発現が制御されることが明らかにされている。本研究において、この DREB 遺伝子を環境ストレスの指標とすべく、日本の主要造林樹種であるヒノキにおいて DREB2A 遺伝子を単離し、その塩基配列の特定を行った。また乾燥ストレスを誘導すると予想される風ストレスに着目し、2年生のヒノキ苗木を用いた送風実験を行い、風ストレス負荷時の DREB2A 遺伝子の発現特性を解析した。

## P1-105 乾燥ストレス応答に関わるポプラの LEA タンパク質遺伝子の発現と性質

西口 満

森林総合研究所

我々は樹木の環境ストレス耐性の強化を目指して、環境ストレス応答に関与する遺伝子の研究を進めている。研究対象の一つとして、LEA タンパク質 (late embryogenesis abundant protein, 後期胚発生蓄積タンパク質) に着目した。LEA タンパク質は、綿の種子中で胚発生時に大量に作られるタンパク質として約 30 年前に発見されて以来、他の植物の種子や花粉からも見つかった。ポプラ (*Populus nigra* var. *italica*) への灌水を止め、水欠乏状態にすると、根や葉において発現量が数百倍上昇する LEA タンパク質の cDNA を単離した。この cDNA を発現させた大腸菌では、1M 塩化ナトリウムを含む高塩培地での増殖能が回復した。しかし、培養後 24 時間を経過すると増殖が頭打ちになり、36 時間以降は LEA タンパク質を発現していない大腸菌と同程度になったことから、LEA タンパク質は高塩環境における細胞の初期適応性を高めると考えられる。また、乾燥、高塩、高温、低温といった環境ストレスを与えたポプラにおける LEA タンパク質遺伝子の発現の変動について報告する。

## P1-107 ブナの開花前年における花成関連遺伝子の発現

杉山奏澄<sup>1</sup>・井頭千明<sup>1</sup>・大宮泰徳<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>森林総合研究所林木育種センター東北育種場

本研究ではブナの開花前年の花芽誘導時 (6月下旬) における花成関連遺伝子の発現様式を調べることによって、マस्टング制御要因を探ることを目的としている。弘前大学構内に植わっているブナで、2011年の春に開花し2012年には開花が観察されなかった個体 (H1) について、それぞれの前年の6月下旬にサンプリングした葉と冬芽の全 RNA を用いて、花成関連遺伝子の発現を調べた。また、森林総研東北育種場で管理されているブナのクローン個体 (鱒ヶ沢由来; A1 及び三本木由来; S1) を用いて同様の解析を行った。その結果、H1 個体では開花前年 (2010年) 花芽誘導時の葉においてのみ *FcFTI* の発現が検出され、2011年の6月下旬には検出されなかった。一方、2013年に開花した S1 と開花しなかった A1 の前年6月における *FcFTI* 発現を調べた結果、必ずしも *FcFTI* の発現だけで翌年の開花を説明することが出来ないことが示唆された。そこで、*FT* 以外の花成関連遺伝子 (*FLC*, *SOC*, 及び *TPSI*) に着目し解析を進めている。

P1-108 ゲノム網羅的な発現遺伝子によるブナ葉の環境影響評価～丹沢ブナ林の事例から～

斎藤秀之<sup>1</sup>・神村章子<sup>1</sup>・瀬々 潤<sup>2</sup>・齋藤央嗣<sup>3</sup>・谷脇 徹<sup>3</sup>・清水(稲継)理恵<sup>4</sup>・清水健太郎<sup>4</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>東京工業大学大学院情報理工学部・<sup>3</sup>神奈川県自然環境保全センター・<sup>4</sup>チューリッヒ大学理学部

【はじめに】網羅的な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作成した。本研究は、その診断指標の有効性を検証するために、オゾンの影響で樹勢が衰弱していると考えられる丹沢ブナ林を対象に解析を行った。

【材料と方法】調査地は神奈川県丹沢山系と北海道黒松内町のブナ林であった。丹沢ブナ林は全体に衰退が進行し、その中で比較的健全な4個体と衰弱する4個体を供試木に選んだ。対照として、旺盛な成長を示す黒松内ブナ林で健全木3個体を選んだ。発現遺伝子解析は葉を対象にDNAマイクロアレイ法で行った。環境ストレス診断には主成分分析で高温、土壤乾燥、酸ストレスの影響が評価できる診断基準を用いた。

【結果と考察】酸ストレスの影響は、丹沢衰退木で大きく、丹沢健全木では中庸、黒松内健全木では小さいか認められなかった。乾燥ストレスと高温ストレスの影響は全ての供試木で小さいか認められなかった。丹沢ブナ林ではオゾン濃度が黒松内よりも高くストレスとしての影響が大きいと考えられている。したがって、ブナにおける発現遺伝子のストレス診断法は有効であると考えられる。

P1-110 ブナ実生の3年間の成長・生残と環境条件の関係：実生の樹齢の違いを考慮したモデルによる解析

赤路康朗<sup>1</sup>・牧本卓史<sup>2</sup>・木下 秋<sup>1</sup>・宮崎祐子<sup>1</sup>・廣部 宗<sup>1</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

林床に生育する樹木実生は様々な年齢集団によって構成されており、年齢集団ごとに生残率、空間分布、および成長量を調べることは樹木の更新動態を考える上で重要な知見となり得る。本研究では、若杉ブナ天然林(岡山県西粟倉村)に設置された120×30mのプロットに存在するブナ実生(2006、2008、2010年発芽由来)を対象に、生残率、空間分布、および主軸伸長量と環境要因との関係を階層ベイズモデルで解析した。環境要因には、ササの地上部バイオマス、傾斜角度、林冠閉鎖率、およびブナ林冠木からの距離を用いた。結果として、ササの現存量が少ない環境下では、1歳以上の実生の生残率が低いことが明らかになった。このことは、本調査地において、ササが存在していない場所の多くは、ブナ実生の生残に適さない土壌環境であることを示唆している。また、ブナ林冠木から離れる程、生残率が増加したことから、距離依存的な枯死が発生していることが確認された。空間分布の解析結果から、この二つの環境要因に関して、ニッチシフトが進んでいることが全ての年齢集団で確認された。主軸伸長量に関しては、全ての年齢集団において、環境要因との間に明確な関係性は検出されなかった。

P1-109 京都市近郊二次林におけるナラ枯れ、マツ枯れ後の林床管理が実生定着に与える影響

高橋将也・平山貴美子・山田怜史・高原 光

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

京都市近郊林では、コジエ林への遷移進行とともにナラ枯れ被害も見られる。本研究では、ナラ枯れ等によるギャップ形成後の実生動態を明らかにするため、京都市近郊二次林の林冠下と林冠ギャップ下に実生株(林冠下放置株、ギャップ放置株)を設け、実生消長を調査した。ギャップ下ではかきおこしを施したかきおこし実生株も設けた。

その結果、林冠下放置株では1年目17種16.6本(/㎡)、2年目13種6.0本(/㎡)の実生が発生し、カナメモチやソヨゴ等の樹種が多く見られた。ギャップ放置株では1年目11種13.0本(/㎡)、2年目8種9.2本(/㎡)が発生し、アカマツ、ソヨゴ等の樹種が多く見られた。ギャップかきおこし株では1年目10種20.8本、2年目6種10.2本が発生し、ネジキ、アカマツ、クロバイ、ソヨゴ等の樹種が多く見られた。

実生の生存時間は1・2年目とも林冠下で短く、ギャップ下で長くなる傾向が見られた。ギャップ放置株でソヨゴ、ギャップかきおこし株でクロバイ、アカマツが特に長く生存した。ギャップ下では自然状態でソヨゴが更新するが、かきおこしによりかつての優占種であるアカマツが更新する可能性が示された。

P1-111 三宅島2000年噴火による攪乱強度の異なる被害林における萌芽再生の比較

黛 絵美<sup>1</sup>・上條隆志<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

伊豆諸島三宅島は2000年噴火により、島の森林に甚大な被害を受けたが、大部分の被害地では植物が生残したため、それらが噴火後の生態系回復において重要な役割を果たすと考えられる。そこで、本研究では樹木の主要な再生様式の一つである萌芽再生に着目し、噴火による攪乱強度の異なる林地における主要樹種の萌芽特性を明らかにすることを目的とした。

調査はルートセンサス法を用いて行った。対象樹木はDBH10cm以上の幹を持つ個体で、樹種名、DBH、地際直径、根元萌芽と幹萌芽の数とDBHを測定・記録した。

対象樹種のうち、ヒサカキ、タブノキが特徴的な萌芽特性を示した。ヒサカキは攪乱強度の弱地点よりも強地点において幹萌芽を多数形成していた。ヒサカキは被害を受けた後も幹萌芽により再生可能であった。タブノキは攪乱強度の弱い地点よりも強い地点において、多数の根元萌芽幹を形成していた。タブノキの根元萌芽幹数は母幹の地際直径が大きいほど多かった。また母幹が健全な個体よりも損傷がある個体や地上部が枯死した個体における根元萌芽幹数の発生が多く、母幹枯死後も根元萌芽により再生可能であることが示された。



P1-112 アカガシは二度、萌芽する：安定した成熟林での非攪乱型の萌芽戦略

瓜生真也<sup>1</sup>・鄭 欣怡<sup>1</sup>・磯谷達宏<sup>2</sup>・吉田圭一郎<sup>3</sup>・酒井暁子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>横浜国立大学大学院環境情報学部・<sup>2</sup>国土館大学文学部・<sup>3</sup>横浜国立大学教育学部

一般に樹木の萌芽は損傷に対する修復・再生の能力と捉えられる。一方で多くの低木種は攪乱に依存せずに発生する。安定した環境で生育する高木種は、成長過程で光環境が異なるため、萌芽への投資を生活史段階ごとに変化させると考えられる。本研究では成熟林の優占種アカガシの生活史を通じた萌芽機能を明らかにし、攪乱に依存しない高木種の萌芽の適応的意義を考察する。

アカガシ個体の被陰状態と繁殖有無を評価し、樹形特性、萌芽本数およびサイズを測定した。萌芽個体の割合は主幹サイズが大きくなるほど増加した。特に繁殖開始前後でそれぞれ萌芽個体が増えたが、繁殖開始サイズ付近では萌芽個体は増加しなかった。下層に生育する個体ほど萌芽しやすく、萌芽個体の相対成長速度は非萌芽個体より低かった。一方で萌芽個体のうち、萌芽本数の多い個体は相対成長速度が高かった。萌芽幹の総サイズは主幹が繁殖開始サイズに達するまで増加し続けたが、それ以降は萌芽本数、サイズとも増加しなかった。これらの結果は、光資源の獲得が困難な環境での生存のために機能する萌芽から個体の維持に貢献する後継稚樹としての萌芽へと萌芽機能を変化させていることを示唆する。

P1-114 熱帯林がアグロフォレストリーに果たす機能

北村 亮<sup>1</sup>・戸田浩人<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

熱帯天然生林は、アグロフォレストリー (AF) に対して花粉媒介者保全地、防風林、天敵供給源、種子供給源など重要な役割を果たすと考えられている。しかしながら、熱帯天然生林の AF への影響について科学的に議論した例は少ない。そこで、最近 100 年の学術論文を収集し、重要なもの 40 件余りをピックアップした。1) 熱帯林は花粉媒介者の生息地・保全地であり、熱帯林に近ければ媒介者の種数が多く、AF 作物の収量と品質向上の報告 (14 件)。2) 熱帯林が防風林となり通風過剰の抑制による作物生産性向上の報告 (10 件)。3) 熱帯林に生息する野生動物が作物に付く害虫を捕食する天敵供給源となる報告 (11 件)。など AF を経営する農家に対する経済的な利益があるといえる。

また、一定の年数 AF として活用した土地の生産性を保つためには、AF を天然林に誘導する必要がある。その際、熱帯天然生林が種子供給源となり、AF 農地へ天然林の樹木実生が定着し遷移が促進されるという基礎研究も 10 件あった。熱帯林の持続的な利用と保全のためには、以上のような機能の科学的かつ定量的な評価を重ねて行く必要がある。大会発表では今後必要となる研究の方向性について議論したい。

P1-113 冷温帯スギ・落葉広葉樹混交林におけるブナ下層木の 6 年間の動態

國永知裕・平山貴美子・高原 光

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

ブナ優占林での既存研究から、ブナの更新には種子や当年生実生期の天敵による距離・密度依存的な死亡が大きく影響することが示されてきた。一方、これまで発表者らは、日本海側に断続的に分布するスギとブナの混交林において、当年生実生期以外に 3 年生実生～稚樹期でブナが母樹からの逃避傾向を示すことを明らかにしてきた。本研究では、こうした実生～稚樹期でのブナの分布構造の変化と樹冠構造や光環境との関係の解明を目的に、京都大学芦生研究林内の尾根部に設けた 40×40 m の調査区において、3 年生以上のブナ下層木の動態を追跡調査した。

ブナ下層木は、6 年間で 1060 個体のうち 287 個体が生存した。生存時間分析の結果、実生の生存時間に対し地表 0.5 m の相対光量子密度 (rPPFD) が強く影響し、rPPFD の増加に伴い死亡リスクが低下することが示された。しかし、上層樹冠の種類や同種樹冠からの距離は影響していなかった。また、 $K_{12}$  関数による分布解析の結果、ブナ樹冠下に集中分布するスギ伏条稚樹に対し、実生は加齢に伴い排他性を示し、稚樹は各年において強い排他性を示していた。以上より、スギ稚樹による被陰が実生～稚樹期の分布構造の変化をもたらしていると考えられた。

P1-115 中規模開花年におけるブナの繁殖・防御・貯蔵特性の個体差

飯沼久仁佳・小山浩正・芦谷竜矢・森 茂太

山形大学農学部

樹木は光合成で生産した光合成産物を成長や防御、貯蔵、繁殖に分配する。特に、ブナは種子生産の豊凶性が著しく、繁殖に多くの資源を用いる。ブナの豊作は個体間で一致すると言われているが、必ずしもそうでなく、個体ごとに種子生産の特性が異なることが示されている。そこで、ブナの開花個体と開花個体を比較することで、個体間・個体内で防御・貯蔵への資源分配が異なるか検証した。対象としたブナ 75 個体中、開花個体は 25 個体、樹冠全体で疎に開花しているのは 43 個体、樹冠全体で密に開花しているのは 7 個体であった。防御と貯蔵は開花の有無で異なり、特に、葉の化学的防御の指標とした縮合型タンニン濃度は非開花個体で  $10.0 \pm 3.0\%$ 、大量開花個体で  $5.7 \pm 1.8\%$  と非開花個体で高かった。また、一つの冬芽に含まれる貯蔵資源量が異なり ( $3.2 \pm 1.3\text{g}$  vs.  $2.4 \pm 1.0\text{g}$ )、来年の成長に影響を与えると推察された。個体内の非着果枝と着果枝では、葉の硬さ、化学的物質濃度に違いはなく、個体全体で資源のやりとりをしている可能性が示唆された。以上の結果から、繁殖の有無が個体の防御・貯蔵の特性に影響し、同一林分内でも個体ごとに資源分配の特性が異なると考えられる。

P1-116 開花フェノロジーと性型比がタブノキの結実成功に与える影響

渡部俊太郎<sup>1</sup>・金子有子<sup>2</sup>・野間直彦<sup>1</sup>・西田隆義<sup>1</sup>

<sup>1</sup>滋賀県立大学大学院環境科学研究科・<sup>2</sup>滋賀県琵琶湖環境科学研究所センター

両性個体において種内に♂から♀に機能的に性転換する性型と♀から♂に転換する性型の二型が存在するような性表現を異型異熟と呼ぶ。異型異熟は性型間の交配を促進、性型内の交配を制限して他殖を促進していると予想される。本研究ではタブノキにおける異型異熟性を報告し、上記の予測を検証する。

滋賀県内の2集団を対象に7個体で性表現の経時変化を観察した。5月～6月にかけて開花が起り、個体の開花時間は約1日であった。タブノキでは午前♂、午後♀となる個体とその逆に転換する個体で集団が構成されていた。また機能的性表現は個体内で同調しており、異なる性型間では相補的な開花となっていた。結実期に8個体を対象に果実数を計測した。果実数を目的変数とし、異性型個体までの距離、性型、を説明変数とする一般化線形モデルの結果は、異性型個体までの距離は近いほど結実率が高まる傾向を示した。また集団中で少数派となっている性型の個体の結実率は多数派に比べて有意に高くなっていた。これらの結果は①タブノキが異型異熟性を示す、②異型異熟性は他殖を促進している、③性型は負の頻度淘汰で維持されていることを示唆している。

P1-118 同所的に生育するサクラ属2種における遺伝子散布に影響を与える要因とその違い

松本雄太<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

近縁なサクラ属2種、エドヒガンおよびヤマザクラは日本に広く分布し、両種が同所的に生育することもしばしば見られる。しかし両種の形態および生態的な特徴には違いがあり、種ごとの交配パターン、それに影響を与える要因が異なる可能性がある。そこで両種が同所的に生育する滋賀県高島市の調査地より2011年、2012年に両種の複数個体から種子を採取し父性解析を行い、階層ベイズモデルにより交配パターンおよびそれに影響を与える要因の推定を行った。

推定された交配パターンは両年度のエドヒガン、2011年のヤマザクラでは同じ様に、距離により交配機会が減少すると推定された。一方両年ともにヤマザクラでは距離に加え周辺個体密度が交配パターンに影響し、種による違いもみられた。また2012年のヤマザクラは他と比べ近距離個体と交配しやすく、有効花粉親数が減少していた。この原因として、開花フェノロジーが推察された。ヤマザクラはエドヒガンに比べ開花期間が短く、2012年ではさらに開花期間が短くなっていた。そのためごく一部の近隣の個体との交配が卓越し、このような交配パターンの違いを生み出したと考察された。

P1-117 北関東におけるミヤマナラの有性および無性繁殖様式

遠川千聡<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>・磯辺山河<sup>1</sup>・飯塚和也<sup>3</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>宇都宮大学農学部・<sup>3</sup>宇都宮大学農学付属演習林

日本海側多雪地帯の偽高山帯に広く見られるミヤマナラ (*Quercus crispula* var. *horikawae*) は、樹高3m以下で、萌芽力が強く、根元から多数の幹を発生させ、地面を匍匐する樹形を示す。筆者らによる遺伝解析の結果、群落を形成する幹の大部分が無性繁殖によって生じた同一個体のラメットであることが明らかとなっている。一方で、親子解析の結果、幹数はわずかであるが、有性繁殖に由来すると推定される個体もみられた。本研究では、ミヤマナラの有性繁殖に関する知見を得るため、花粉流動を明らかにすることを目的とした。

調査地は、福島・栃木県境の那須山系大峠山(標高:約1570m)のバッチ状のミヤマナラ群落(サイズ:約12m×10m)である。この群落は幹長1m以上のすべての幹(96幹)の遺伝子型がすでに明らかになっている。このうち、2013年に着果のみられた5幹から、落下前堅果を採取した。各幹について1~20個の堅果を分解して子葉からDNA抽出し、ナラ類のEST-SSR(Ueno *et al.* 2008, Ueno *et al.* 2009)の、8遺伝子座の遺伝子型を決定した。現在、ミヤマナラの花粉流動や自殖率について解析を行っている。

P1-119 サワラとヒノキ科近縁種との間での受精前および受精後の生殖隔離

蘇 彰宏・上窪佑樹・鶴田燃海・向井 譲

岐阜大学応用生物科学部

ヒノキ科のサワラにおいて近縁種との生殖隔離を明らかにすることを目的に、受精前および受精後の障壁の有無を調べた。受精前の隔離として、珠孔液にスギ・ヒノキ・同種の花粉を付着させ、種を識別して花粉を取り込むのかを観察した。また受精後の隔離として、サワラを母樹としてスギ・ヒノキ・同種との人工交配を行い、種子形成までの胚発達を組織標本を作成して観察した。

その結果、珠孔液による受精において種の識別は見られなかった。また一度花粉を取り込むと珠孔液の再分泌は無く、受精の機会は一度だけであった。受精後、スギの花粉は発芽し花粉管を伸張させたが、珠心細胞内に侵入することはなかった。一方ヒノキおよび同種の花粉は、花粉管を珠心細胞内に伸張させていた。しかしサワラの雄性配偶体が造卵器付近に達し、雄性配偶体が頸細胞を通過していた時期に、ヒノキの雄性配偶体は多くが頸細胞付近で留まっており、その後ほとんどの胚珠で前胚形成までに雌性細胞が崩壊した。したがって近縁種の花粉は珠孔内には取り込まれるが、受精後の強固な生理的障壁の存在によってほとんどが種子形成に至らないことが明らかになった。

P1-120 葉緑体 DNA シーケンスによる日本・中国・台湾におけるイチイガシ (*Quercus gilva*) の遺伝的多様性

杉浦奈実・井出雄二・齊藤陽子・湯 定欽

東京大学大学院農学生命科学研究科

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。また、社寺林に多く残るなど、古来からの人間との関わりが伺われる。本研究では、葉緑体 DNA シーケンスにより本種の地理的な遺伝構造を調べ、その分布における人為影響を考察した。

日本での分布域全体をカバーする、千葉県から宮崎県にかけての 23 産地に中国大陸 1 産地、台湾島 5 産地を加えた計 29 産地の葉サンプルについて、葉緑体 DNA の 4 領域、計 1800 bp を解析した。

その結果、置換・欠失変異に基づき 10 個の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。日本では静岡県から九州中部にかけての広い範囲で同じハプロタイプが優占していたが、分布の端ではそれとは異なったハプロタイプが見られた。また、中国大陸・台湾島で採取されたサンプルからは日本のものとは異なるハプロタイプが検出され、共有はなかった。

イチイガシは歴史的に長期にわたって個体数を減らしてきたと考えられるが、遺伝構造の乱れに繋がるような人為影響は限定的だったと推察される。

P1-122 木曽地方三浦実験林における 300 年生木曾ヒノキ天然生林の林分構造

齋藤 大<sup>1</sup>・城田徹央<sup>1</sup>・丸山一樹<sup>2</sup>・安江 恒<sup>1</sup>・石井弘明<sup>3</sup>・岡野哲郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>信州大学大学院総合工学系研究科・<sup>3</sup>神戸大学大学院農学研究科

天然生木曾ヒノキは歴史と伝統あるブランド材として知られ、特に大径材は文化財補修用材として重要である。安定供給を目的とした大径木育成技術確立するには、長伐期施業の目標林型を明確にする必要があり、実在する老齢木曾ヒノキの林分構造を明らかにすることは、目標林型設定の一助になる。そこで本研究では、長野県三浦実験林の 300 年生木曾ヒノキ天然生林において 40m×50m のプロットを設置し、プロット内の立木のサイズ構成（樹高、直径、枝下高、根上がり高）を明らかにした。さらに、立木の空間配置様式を明らかにするために、プロット内の全生存個体の位置を XY 座標で表現し、Ripley の K 関数法 (Ripley 1981) による点過程解析を行った。

約 300 年生木曾ヒノキ林を対象とした他の研究結果 (三村ら 2007、鈴木ら 2009、Matsushita et al. 2014) と比較して、平均樹高に差が見られなかったが、平均胸高直径は小さかった ( $p < 0.05$ )。立木配置は 1~3m の空間スケールで集中分布を示し、約 8m の空間スケールで規則分布を示した。プロット内の個体が倒木・根株上に集中的に更新し、その更新基質である倒木・根株が規則的に配置されていた結果であると考えられる。

P1-121 ブナ北限域における落葉広葉樹原生林の林分構造—主要樹種の分布と微地形との間の関係—

山田真矢<sup>1</sup>・並川寛司<sup>1</sup>・斎藤 均<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道教育大学教育学部・<sup>2</sup>黒松内町ブナセンター

ブナの自生北限地である黒松内町歌オブナ林は、国の天然記念物として保護されてきた。本研究は、この林分をモニタリングしていくために設定した 1ha の調査区での毎木調査 (高さ 2m 以上の個体)、分散図と樹冠投影図の作成、地形測量などの調査資料から、林分の特徴を明らかにすることを目的に行った。調査区の胸高断面積は 39.1m<sup>2</sup>、幹数は 301 であった。渡島半島の他のブナ林の調査資料と比べ密度の割に胸高断面積が小さく、林冠ギャップの面積割合が 19% にも達していたことから、衰退傾向にある林分であることが推察された。調査区は北東から南西へ緩やかに傾斜し、中央部に北西から南東に向かって調査区の外への沢へとつながる凹地がみられた。出現種数は 24 種で、相対優占度 (相対胸高断面積と相対密度の平均) が大きい 3 種を挙げるとブナ、ミズナラ、アカイタヤであった。林冠を形成する個体が多い 3 種の分布相関をみると、ブナとミズナラ、ブナとダケカンバの間に相互排他的な連関が見られたが、ミズナラとダケカンバの分布は重なっていた。地形からみると、ブナは調査区の南西側に、ミズナラとダケカンバは北東側にそれぞれ偏って分布する傾向がみられた。

P1-123 京都市近郊林における遷移進行が野生ツツジ 2 種の葉フェノロジー、株および個体群構造に与える影響

川村奈々・平山貴美子

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

京都市近郊林においてはアカマツ・コナラの優占する二次林から遷移が進行し、野生ツツジ属が衰退しているとされる。本研究ではコバノミツバツツジおよびモチツツジの 2 種を対象に遷移に伴う個体群動態の変化の解明を目的に、遷移段階中期の落葉広葉樹林および隣接する遷移段階後期のコジイ優占林においてそれらの個体群構造、株および葉フェノロジーの比較を行った。コバノミツバツツジの個体密度 (本/ha) は落葉広葉樹林とコジイ優占林で 1895.8、133.3 と変化したのに対し、モチツツジは 300.0、183.3 と変化が少なかった。両林分においてコバノミツバツツジの株は主幹に対し短い複数の幹から構成されたが、モチツツジは主幹と付随する幹の長さの差は小さかった。コバノミツバツツジの平均着葉数は落葉広葉樹林では夏期 5.4 枚、冬期 0.4 枚であり、コジイ優占林では 8.4 枚、1.7 枚であった。モチツツジは落葉広葉樹林で 12.6 枚、6.2 枚、コジイ優占林で 11.6 枚、6.8 枚であり、モチツツジの方が短いシュートに密に着葉していた。コバノミツバツツジに対しモチツツジはシュートあたりの葉面積の割合を高く維持することで暗いコジイ優占林において個体維持を有利にしていると考えられる。

P1-124 白神山地高倉森における成木群集の動態および  
稚樹群集の空間分布パターンの解析

土井絵里子・赤田辰治・石田 清・檜垣大助・鳥丸 猛

弘前大学農学生命科学部

山岳環境の発達した日本において、地形が森林群集・樹木個体群の成立・存続に果たす役割は大きい。本研究は、急傾斜地での成木群集・樹木個体群の動態および稚樹群集の空間分布を調査することによって、群集全体および主要構成樹種の個体群の動態を明らかにするとともに地形が動態パラメータに及ぼす効果を検討することを目的とした。

青森県白神山地高倉森のブナ林に設置された1.4haの固定調査区において2009年から2013年まで成木（胸高直径5cm以上の幹）を対象に毎木調査が実施された。その結果、群集全体の死亡率は $2.66\% \text{yr}^{-1}$ 、加入率 $2.08\% \text{yr}^{-1}$ であり、両者は共に年ごとに変動していた。ブナでは死亡率・加入率ともに低かったのに対し、マルバマンサクの死亡率・加入率が高い結果となった。群集全体およびイタヤカエデでは、大きい個体ほど生残率が高くなることが示された。急傾斜地に成立する本調査地のブナ林における調査期間全体の死亡率は白神山地の緩傾斜地に成立するブナ林の死亡率よりも高く、急傾斜地の地表攪乱が示唆された。さらに2013年に高木・亜高木種の稚樹（胸高直径5cm未満、樹高100cm以上）を対象に毎木調査が実施され、稚樹の空間分布についても検討する。

P1-126 ブナ林の受光量に樹高の不均一性と葉のクラスター化が及ぼす影響—樹冠の三次元レーザスキャンデータを用いた解析—

望月貴治<sup>2</sup>・楢本正明<sup>1</sup>・水永博己<sup>1</sup>

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

葉分布構造は樹木や林分の受光特性を変化させるため、森林の機能に大きな影響を与える可能性がある。葉分布には様々な空間スケールがあり、その中で樹冠内の葉分布の不均一性に注目した研究がいくつか行われてきた。Mizunaga and Fujii (2013) は実測した樹冠内の3次元的な葉の不均一分布（葉のクラスター化）が個体の受光特性に影響することを明らかにした。しかし、ここでは林分にスケールアップした解析は行われていない。林分の受光特性に関して隣接木との相互被陰の影響が知られており、葉のクラスター化が隣接木の影響のある林分の受光特性に与える影響に注目した。そして、葉のクラスター化による自己被陰と隣接木との相互被陰は受光特性に対して独立して作用するのではなく、相乗的または相殺的に作用するのではないかと考えた。本研究の目的は、林分構造と樹冠内の葉分布構造が受光特性に与える効果をそれらの交互作用を含めて明らかにすることである。

樹冠内の葉分布は可搬型レーザスキャナで測定した点群データから推定した。受光特性に影響する要因として、林分構造に関しては樹高の不均一性、樹冠内の葉分布構造に関しては葉のクラスター化に注目した。

P1-125 Assessment of spatial and vertical structure of subtropical broadleaved trees in Yambaru areas

JEMALI, NOOR<sup>1</sup>・芝 正己<sup>2</sup>・AHMAD, 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

Spatial and vertical structure of broadleaved trees from nine inventory plots in Yambaru forest was analysed. Plot location, topographic conditions as well as tree characteristics including species, DBH, tree height, tree health condition and number of adjacent seedling were measured according to National Forest Inventory System (NFIS). Vertical canopy structure was categorized into four layer heights: i) very high (>16.5 m), ii) high (16.5–11.5 m), iii) middle (11.5–6.5 m), and iv) low (<6.5 m) respectively. High diversity depended on trees of smaller height in the low layer but most of the dominant species were concentrated in the middle layer. High value of diversity index showed a greater number of successful species and therefore it was assumed to have a stable ecosystem and vice versa. Degree of slope, elevation and wind directions were expected to influence tree distribution in the study forest.

P1-127 枝葉構造が分光反射特性に与える影響

深井暁雄<sup>1</sup>・望月貴治<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

現在、分光反射特性を用いて広域的に生態的機能評価する研究が行われている。このとき分光反射特性に影響を及ぼす生物的要因は、主に3つに分類される。それは葉量、樹冠形状といった構造的要因、クロロフィルのような生化学的要因、光合成といった生理的要因である。この中でも構造的要因は、分光反射特性により他の生物的要因を予測する上で、及ぼす影響が特に大きい。本研究では、「枝葉の構造が分光反射に及ぼす影響を明らかにすることで、樹冠、林冠レベルでの生物学的要因や生態的機能の定量化をすることに貢献すること」を目的とする。サンプルとして新潟県苗場山の標高900mのブナ2本から枝葉を計12本採取した。実験は枝葉の角度と葉量を変化させ、そのつどハロゲンランプを照射し、分光反射特性をfield spec 3で測定した。また、そのときの投影面積をレーザスキャナ(Faro focus 3D)で測定した。投影面積からSPARを求め、各波長における反射率とSPARの決定係数を比較した結果、887~956, 1010~1131 nm 付近の波長では決定係数が0.02以下という最も低い値を示した。このことから先ほどの波長域は他に比べて枝葉の構造の影響を受けにくい波長域ではないかと考えられる。

P1-128 小笠原における土壌深と最大樹高との関係：樹高を決める水と光のトレードオフ

才木真太郎<sup>1</sup>・奥野匡哉<sup>1</sup>・吉村謙一<sup>2</sup>・矢崎健一<sup>3</sup>・中野隆志<sup>4</sup>・石田 厚<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学生態学研究センター・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>山梨県環境科学研究所植物生態学研究室

小笠原諸島では谷部から尾根部にかけて土壌が極端に薄くなり、明瞭な乾燥勾配が存在する。この乾燥勾配にそって、樹高が20mから1m以下にまで劇的に低下している。固有種テリハハマボウは、湿性谷部から乾性尾根部にかけて、樹高を低下させながら生育するジェネラリストである。テリハハマボウは、土壌深2m、樹高10mから、土壌が浅くなるに従って急激に樹高を低下させていた。乾期の夜明け前の葉の水ポテンシャルは、土壌が浅くなる乾性尾根部と土壌の深い湿性谷部の樹高の高い個体において低下していた。また、尾根部と谷部の個体において、長期的には気孔を閉じる傾向（炭素安定同位体比による推定）にあり、枝の木部道管の水切れ耐性も高くなっていった。尾根部では土壌による乾燥を、谷部では樹高を高くし通水距離が増加することによって乾燥を受けていた。この結果は、テリハハマボウは、土壌乾燥ストレス耐性と樹高をめぐる競争の2つの戦略を保持できる種であることを示唆する。

P1-130 A seasonal change of root exudates on soil organic carbon decomposition among four tree species

孫 麗娟<sup>1</sup>・小南裕志<sup>2</sup>・吉村謙一<sup>2</sup>・北山兼弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学研究科森林生態学・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

It's commonly considered that plants control decomposition processes mainly through litter properties. Recent studies show that plants excrete root exudates, which can accelerate decomposition to adapt to soil nutrient status and growth demanding for N.

We used two groups of paired deciduous/evergreen tree species (greater/less demand for N) to test the hypothesis: different N demanding may lead to different C investments into root exudates, resulting in different SOC decomposition. There were variable patterns among the species and sampling time. Root exudate rate correlated with N-related enzyme activity not only positively but also negatively. However, these patterns changed with time. This implies the possibility that root exudates are not mono-functional. It might be able to accelerate or depress decomposition according to seasonal change of plant strategies.

P1-129 間伐にともなうヒノキ人工林の生産構造の変化

石井将貴<sup>1</sup>・宮浦富保<sup>2</sup>

<sup>1</sup>龍谷大学大学院理工学研究科・<sup>2</sup>龍谷大学理工学部

【目的】人工林は定期的な管理を施す事により炭素固定能力を始めとする多面的機能を維持し、現代日本では放置林を利用管理する事による機能回復が必要とされる。管理放棄された人工林を間伐する事で高木や下層植生の生産性に改善が見られるか、林齢が高い人工林に対して検証した。

【方法】滋賀県大津市の約80年生のヒノキ(*Chamaecypris obtusa*)林で調査を行った。2010年3月に間伐を行った間伐区600m<sup>2</sup>と、間伐区に隣接する対照区600m<sup>2</sup>を設定し、ヒノキの現存量、枯死量、土壌呼吸量を測定して間伐後の経年変化を追跡した。本報では現存量と枯死量について報告する。また2012年から1年間、区画内のヒサカキの地上部現存量と枯死量を測定して、間伐による下層植生への影響をみた。

【結果】ヒノキの現存量と枯死量は2010年から2013年まで一貫して対照区が高かった。しかし現存量の差から求めた生長量では2011年までは対照区が高いものの、2012年と2013年では間伐区が高かった。また、ヒサカキの地上部重量と枯死量は共に間伐区が高く、ヒノキ量に対するヒサカキ量の割合では間伐区と対照区で約2倍の差がみられた。この事から、間伐の効果は下層植生であるヒサカキに顕著に表れている。

P1-131 湿地の微地形変化がヌマスギの成長と膝根発達におよぼす影響

沖田総一郎<sup>1</sup>・半澤綾菜<sup>1</sup>・岩永史子<sup>2</sup>・山本福壽<sup>1</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>九州大学農学部附属福岡演習林

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*)の若木が六角形7本ずつの巣植えて2グループ14本が植栽された。この場所は人為的攪乱を受けることが少なかったために、樹木の成長は冠水深の影響のみを受け、さらにヌマスギに特有の多くの膝根が発達している。このように植栽から40年近く、ヌマスギの成長と膝根の発達が自然な状態で促されたような場所は、国内各地の植栽地やアメリカ合衆国南部のヌマスギの天然分布域においても見出すことが難しく、蒲田池ヌマスギ林は希少な実験フィールドとなっている。2013年、微地形と冠水深が樹幹の発達と形状、および膝根の形成密度や成長におよぼす影響を明らかにすることを目的として一連の調査研究を行った。この結果、1)浅い冠水環境ではbuttress型の根株が発達し、多くの膝根が成長する、2)冠水深が増すとともに伸長成長は低下し、樹幹はbottle型となる、3)深い冠水環境では膝根形成が抑制されるとともに、浮遊型の根が増加してくる、などを見出した。

P1-132 照葉樹における冬季の光合成能力と光ストレスからの保護

田中千鶴<sup>1</sup>・山崎淳也<sup>1</sup>・中野隆志<sup>2</sup>・丸田恵美子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東邦大学理学部生物学科・<sup>2</sup>山梨県環境科学研究所

照葉樹は、比較的温暖な地域に分布が限られており、日本では九州南部から関東の標高 1000m 以下の地域を経て、東北地方の沿岸部まで分布している。これら照葉樹では冬季の光によるストレスの影響を大きく受けるものと考えられる。そこで大学構内（千葉県北西部）に生育するシラカシとタブノキの 2 種を用いて光合成特性や色素含量を測定し、秋季と冬季の光合成能力の比較と光ストレスからの保護機構を検討した。厳冬期の 2 月は最大光合成速度の低下がみられた。これは  $F_v/F_m$  値やルビスコ活性の低下が原因と考えられる。また 2 種ともクロロフィル量が 2 月に低下していたが、クロロフィル  $a/b$  比は逆に増加する傾向がみられた。一方、キサントフィルサイクル色素量は 2 月に増加し、DPS 値も増加していた。そこで吸収した光エネルギーの分配を測定すると、2 月の熱放散の割合は 11 月と比較して顕著な差はみられなかったが、熱放散速度が増大していることが認められた。したがって、冬季は熱放散の割合を増やすのではなく、熱放散速度を増大させることで対応していることが示唆された。これらの結果から、照葉樹の冬季の光ストレスからの保護機構を検討した。

P1-134 異なる光環境に生育するトドマツの成長様式と通水機能

安田悠子<sup>1</sup>・内海泰弘<sup>2,4</sup>・田代直明<sup>3,4</sup>・古賀信也<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>九州大学農学部附属福岡演習林・<sup>3</sup>九州大学農学部附属北海道演習林・<sup>4</sup>九州大学大学院農学研究院

【目的】樹木の成長には光や水などの資源の獲得様式が深く関係している。光環境が変化すると、個体の成長量だけでなく樹冠形も変化することが報告されている。しかし、樹冠形の変化に対して樹幹の内部構造や通水様式にも変化があるか否かについてはほとんど明らかにされていない。そこで本研究では、異なる光環境に生育するトドマツ (*Abies sachalinensis*) を用いて、樹冠形と木部構造及び通水機能との対応関係を解析した。【方法】宮崎県椎葉村にある 41 年生のトドマツ人工林を試験地とした。樹冠形が円錐型の個体と傘型の個体をそれぞれ 4 本供試木とし、樹冠頂端部の光環境を相対光量子束密度 (PPFD) センサで計測した。その後供試木を採取し、木部構造や通水機能に関する数値を測定した。【結果】光環境と樹冠形との関係では %PPFD が高いときより、%PPFD が低いときに傘型の樹冠形をつくる傾向にあった：樹冠長率は小さく、頂枝 3 年分の伸長量は小さかった。また %PPFD の低い個体では幹基部（地上高 5cm）の成長輪数が少なくなっており、最低 35 成長輪しかない個体もあった。一方、通水機能に関して、辺材面積あたりの透水係数は、光環境による違いが見られなかった。

P1-133 カラマツ人工林における細根の生産・消失動態—空間的変異に着目した解析—

仲畑 了

静岡大学農学部

森林生態系の自然条件下における細根の生産および消失のメカニズムには未だに解明されていない点が多い。生産・消失動態のフェノロジーに着目した研究はこれまで比較的多く行なわれているが、長期の経年変化に着目した解析は少ない。加えて、先行の研究における林分内での空間変異の解析では、土壌深度における垂直分布の解析が多い一方、細根の水平分布の不均一性に関連する空間変異に着目した例は少ない。

我々は富士北麓のカラマツ人工林において、過去 7 年間のミニライゾトロン法による細根 画像の継続データを蓄積している。細根の投影面積を用いた現存量およびターンオーバーなどの生産・消失パラメーターを解析すると、有意な年変動が見られた。ここで、こうした年変動は空間的に均一か、あるいは局所空間ごとに変動パターンが異なるのか、といったようなトピックがあげられる。本研究では、このような細根動態の時空間的変異を局所空間間の変異と経年変化から解明することを目的とした。そのために、年変動の均一性を検討するために局所空間の細根の生産・消失パラメーターを各年における順位相関で解析し、また各空間の経年変化パターンの同調性を解析した。

P1-135 窒素流出量が異なる近接 2 森林集水域間での森林植生の成長速度の違い—窒素・リンの可給性

牧野奏佳香<sup>1</sup>・福島慶太郎<sup>2</sup>・川上智規<sup>3</sup>・徳地直子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学研究科・<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>富山県立大学

森林からの窒素 (N) 流出は大气からの N 流入量と植物-土壌間での N 内部循環過程によって主に規定される。内部循環過程のうち、N 吸収量すなわち森林の一次生産量は土壌中の可給態 N 量だけでなくリン (P) の可給態量も重要であると考えられる。近年増加する N 降下量に対し N 流出が流入を上回る N 飽和に至った森林の存在が報告されている。しかしながら、同一植生からなる近接した森林集水域間でも N 流出量が大きく異なる事例もあり、森林からの N 流出を規定する要因として N と P のバランスの点からも検討する必要がある。本研究は、富山県の隣接する 2 丘陵 (IM, KR) 内の広葉樹林で N と P の現存量及び循環量を比較した。IM に比べ KR の渓流水にはいずれも多量の硝酸態 N が含まれ、KR 全体で N 飽和が疑われている。各丘陵内の林分 4 か所でコナラの生葉とリター、表層土壌を採取し、N、P 含有量、土壌 N 無機化・硝化速度を測定した。土壌の硝化速度と養分制限の指標として有効な生葉の N:P 比とも IM より KR が有意に高く、土壌の可給態 P 濃度は IM より KR が有意に低かった。このことから、KR は IM よりも P 制限が相対的に強く、硝化速度が高いことで N が流亡しやすい生態系であることが示唆された。

P1-136 Effects of biotic and abiotic factors on soil respiration in natural beech forest

Lu, Shuang<sup>1</sup>・Katahata, Shinitirou<sup>1</sup>・Naramoto, Masaaki<sup>2</sup>・Mizunaga, Hiromi<sup>2</sup>・Wang, Quan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学創造科学技術大学院・<sup>2</sup>静岡大学大学院農学研究科

A number of variables with complex relationships in soil could affect CO<sub>2</sub> emissions in forest ecosystem. Among them, contribution of abiotic and biotic factors remains unclear yet. Structure Equation Modeling (SEM), which can explicitly evaluate the causal relationships among those variables, was applied in study to clarify their influential path way to soil respiration (Rs). Soil physical-chemical and microbial characteristics were measured in beech forests in Mt. Naeba. Temperature was the primary factor promoted soil metabolic changes via affecting nutrient and microbial diversity (Dsim). Nutrient indirectly controlled Rs through Dsim, which was also affected by soil physical-chemical properties. The sole direct positive effect of Dsim indicated biotic factor could be potentially applied for Rs estimation. Future studies should include more biotic variables, e.g. vegetation property and enzyme dynamics, for elucidating soil flux response mechanisms to environmental change.

P1-138 洞爺湖中島においてエゾシカが土壤微生物群集構造に与える影響

金子 命・保原 達・岡本英竜

酪農学園大学

【はじめに】洞爺湖中島では、エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の激増により、下層植生の単純化、土壤環境の劣化等の環境攪乱が生じ、島内の生態系の様相は著しく変化している。島内に設置された植生保護柵内外では、植生の違いが明らかになっている。そこで本研究では、エゾシカの植生攪乱が土壤微生物やそれらを取り巻く土壤環境に対してどのような影響を与えるのかを明らかにするため、土壤微生物群集構造をDNAで解析するPCR-DGGE法と土壤の各種化学分析を行うこととした。【方法】中島島内にて、2つの保護柵内外でサンプルを採取し、それらのサンプルを用いて各種化学分析、PCR-DGGEを行った。分析内容はpH・全窒素・全炭素・交換性塩基 (Ca, Mg, K, Na)・CEC・可給態リン酸の項目である。【結果】全窒素・全炭素・交換性塩基は保護柵内の方が多く、可給態リン酸は保護柵内で少ない傾向にあった。これは植生保護柵外ではエゾシカの土壤の踏み付けやリター採食が影響することによって、植生保護柵内よりも有機物含量が減少したためと考えられる。微生物群集構造と土壤環境の関係性について統計解析をかけた結果、環境要因では特に全窒素・交換性Kが強く影響していた。

P1-137 異なるシカの採食圧下にある植物の季節性・種多様性が土壤溶液中の硝酸態窒素濃度に及ぼす影響

立岩沙知子<sup>1</sup>・福島慶太郎<sup>2</sup>・高柳 敦<sup>3</sup>・吉岡崇仁<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>京都大学大学院農学研究科

【目的】植物には土壤中の窒素を保持する機能があると考えられているが、その種構成や多様性が土壤の窒素流出に与える影響を示した研究は少ない。現在日本の森林生態系では、シカの食害による植物多様性の喪失が問題になっている。本研究では、シカの採食によって生じた植物の種構成・多様性の違いが土壤窒素動態に与える影響を明らかにすることを目的とした。【方法】試験は京都大学芦生研究林内の野田畑湿原で行った。湿原内にはシカ排除柵で囲まれた約5×5mのプロットが複数存在する。各プロットは設置年や柵開放日数の違いから植生が異なる。2週間に一度、柵内外の5プロットで深度10cm、50cmの土壤溶液を採取し、無機態窒素濃度を測定した。また、多様性とバイオマスの指標を求めるために、植物種ごとの被度・最大高を記録した。【結果】植物の多様度が低いプロット及び多様度が高くバイオマスが年間を通じて小さいプロットでは、土壤溶液中の無機態窒素濃度は低かった。バイオマスの大きいプロットでは、優占種の成長に強く依存し、季節変化が大きかった。以上より、シカの採食による植物種構成や多様性の変化は、土壤窒素流出に複雑な影響を与えることが示唆された。

P1-139 富士山亜高山帯におけるニホンジカの被害状況の発生年度による違い

遠藤幹康<sup>1</sup>・梨本 真<sup>2</sup>・丸田恵美子<sup>1</sup>・瀧本 岳<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東邦大学理学部・<sup>2</sup>電力中央研究所環境科学研究所

近年、富士山亜高山帯ではニホンジカの行動圏が高標高域に拡大している。今後、シカの個体数がさらに増加することによって、森林の遷移・更新が妨げられる可能性がある。本研究ではシカによる植生の被害状況が標高別に評価することを目的として、富士山南斜面 (静岡県側) の3地点 (2350m、2025m、1785m) に調査区を作成し、植生調査を行った。調査区内の樹高30cm剥皮の状況を記録した。

標高1785mではウラジロモミが山地帯落葉広葉樹と混生していた。2025mではシラビソが優占種の亜高山帯針葉樹であり、2350mはカラマツが高木層で、亜高木層はシラビソ多く、遷移の途中とみなされた。シカによる剥皮はシラビソ、ウラジロモミ等のモミ属に多く見られた。また、発生年度を見ると、低標高ほど古く、1785mでは25年ほど前から、剥皮を受けていた。ここではすでに低木層が存在せず、大径木の根張りが剥皮を受けるほど被害は深刻であり、低標高ではすでにシカが森林の更新を妨げられているといえる。また、2350mで今後、20年ほどすれば、森林の遷移が阻害される可能性がある。

P1-140 階層ベイズモデルを用いたカラマツハラアカハバチ死亡要因としての小哺乳類の捕食効果の推定

堀田 遼<sup>1</sup>・鈴木智之<sup>2</sup>・Panisara, Pinkantayong<sup>1</sup>・鎌田直人<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>東京大学大学院農学生命科学研究科附属秩父演習林

小哺乳類による捕食はハバチ類の大発生期における主要な死亡要因として報告されてきた。東京大学北海道演習林において、カラマツハラアカハバチの大発生動態に関わる要因を調べるため、2009年から5年間にわたり繭の死亡要因を調査した。カラマツ植林地の8林分で土壌サンプルを採集し、土壌に含まれる繭を正常と思われる繭、小哺乳類により捕食された繭、捕食以外の要因で死亡した繭に分類し、個数を調べた。解析では繭のデータに加えて、北海道演習林で行われた野鼠発生予察調査のデータを利用した。階層ベイズモデルを用いて、当年の新生繭数、空の繭の土壌中での年間残存率、小哺乳類による繭の捕食率、ネズミ類個体数と繭の捕食率の関係、繭数と捕食率の関係を推定した。小哺乳類による捕食はサンプリング前にも起こっていることから、サンプリング前後の小哺乳類捕食率を推定した。ヒメネズミ、アカネズミ、エゾヤチネズミでは個体数の増加が見られ、ネズミ捕獲数とともに繭の捕食率は増加する傾向にあった。

P1-142 鳥類とコウモリ類が下層木の葉食性昆虫に与える影響

岩城常修<sup>1</sup>・平尾聡秀<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附属秩父演習林

本研究では、冷温帯の人工林および天然林の下層木において、鳥類やコウモリ類による捕食が節足動物の摂食活動に及ぼす影響を調べた。調査は東京大学秩父演習林で行った。人工林ではカジカエデ、天然林ではヒナウチワカエデを対象として各種20個体を選木し、それぞれ10個体については2013年5月に網掛けによる鳥類とコウモリ類の排除を行った。そして5月から8月に毎月一回対象木から葉を採取して食痕数を調べ、葉の概形を描画ソフトで復元し食害率を算出した。また、葉の質が節足動物の摂食活動に及ぼす影響を考慮するため、葉の面積当たり重量、含有タンニン量、フェノール量を測定した。その結果、人工林でも天然林でも捕食者の排除によって食痕数と被食率は増加を示し、その差の変化は5月から6月の間が顕著であり、その後は処理木も対照木も同じように推移した。葉の質に関しては網の有無による差はみられなかった。本調査により、人工林でも天然林でも同じように鳥類やコウモリ類の捕食が節足動物の個体数制御に大きく関与しており、秩父ではその活動は5月から6月に活発であること、葉の質が節足動物の摂食活動に与える効果は小さいことが分かった。

P1-141 シカ可食植物のレフュージアとして機能するタヌキのため糞場

長野秀美<sup>1</sup>・福本 繁<sup>3</sup>・高柳 敦<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科・<sup>3</sup>自営業

本研究は、京都周辺にあって、シカの採食で下層植生が著しく後退した森林（芦生、芹生、八丁平、日吉）において、尾根上に存在するタヌキの溜糞場の植物の残存状況を明らかにすることを目的とした。調査は、溜糞場（芦生25ヶ所、芹生4ヶ所、八丁平3ヶ所、日吉3ヶ所、計35ヶ所）に生えている植物と、同じ尾根上の溜糞場以外の場所（芦生31ヶ所、芹生4ヶ所、八丁平3ヶ所、日吉4ヶ所の計41ヶ所）に生えている2.5m以下の植物の種（のべ167種）、本数（のべ約9000本）、高さを記録した。また、溜糞場10ヶ所にカメラトラップを設置し、溜糞場におけるシカの行動を観察した。溜糞場の調査期間は2013年6月16日～9月8日、カメラトラップの期間は2013年6月16日～12月3日であった。

タヌキの溜糞場では、非溜糞場に生えている植物より種数、本数が多く、高いことがわかった。それらの中には風散布植物も含まれていた。カメラトラップには、シカがタヌキの溜糞場を避けて移動、採食している様子が記録されていた。これらにより、シカがタヌキの溜糞場に生える植物を食べないため、タヌキの溜糞場においてシカが食べる植物が残されている可能性が示唆された。

P1-143 間伐施業がアカネズミとヒメネズミの生息状況に及ぼす影響

大石圭太<sup>1</sup>・水田裕一<sup>2</sup>・畑 邦彦<sup>2</sup>・曾根晃一<sup>2</sup>

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

日本の多くの森林で同所的に生息するアカネズミ（以下、アカ）とヒメネズミ（以下、ヒメ）は、貯食行動を通して、ブナ科堅果の分散に貢献する。そのため、林野庁により推進されている針葉樹人工林の育成複層林化や広葉樹林化への貢献が期待される。間伐施業は、林床の光環境を改善することで、広葉樹の発芽・定着を促すと同時に、野ネズミの生息に対しても影響を及ぼすと考えられる。そのため、広葉樹林化に対する間伐の効果の評価するためには、間伐が野ネズミの生息状況に及ぼす影響を明らかにする必要がある。そこで本研究では、2009年12月よりアカとヒメの標識再捕調査、2012年4月よりラジオテレメトリー法による追跡調査を継続している林分（53年生のスギ人工林とその周辺の広葉樹林および針広混交林で構成）の一部（スギ人工林）で、2012年9月に約50%の間伐を実施し、その後でアカとヒメの生息状況を比較した。その結果、間伐は、施業直後にはアカとヒメに対して著しい影響を及ぼすが、その効果は一時的で、数ヶ月後には個体数が回復し始めること、間伐で生じた残渣がネズミの隠れ場所として機能することが明らかとなった。



## P1-144 クロマツ海岸林におけるオオタカとノスリの繁殖環境の選択に影響する要因

桑原景子<sup>1</sup>・林田光祐<sup>1</sup>・高橋 誠<sup>2</sup><sup>1</sup>山形大学農学部・<sup>2</sup>日本イヌワシ研究会

クロマツ海岸林は防災を目的に造られた人工林だが、近年では多くの機能を備えることが求められている。そこで、多様な生物の生息地としての海岸林を評価するために、猛禽類の繁殖環境を明らかにすることを目的とした。調査は山形県の庄内砂丘約7,500ha上に成立しているクロマツ海岸林約2,500ha（それ以外に畑や住宅地などがある）で行い、2012年と2013年に繁殖を行ったペア（延べオオタカ7ペア、ノスリ11ペア）を対象とした。営巣木を中心とする営巣林と、海岸林全域を林分構造によって11の林型に区分して各林型に設置した対照区で、それぞれ毎木調査を行った。オオタカとノスリ両種の間大きな差はなかった。そこで両種をまとめて解析を行った。営巣林の中でも営巣木は樹高が高く、直径が太い木を選択していた。林分構造ごとの比較では、営巣林は亜高木層の葉群密度が低い林型や、林床にヤダケが密生する人の侵入が困難な林分を選択していた。GISによるランダム点との比較では、営巣木は海岸林の中でも林縁から遠い場所にあり、巣から半径500mと1kmの範囲では草地や水田などの採餌地となる場所の面積が広い地域が選択されていた。

## P1-146 島根県中部落葉広葉樹林の小溪流における出水イベント時の水質変化

藤原直己<sup>1</sup>・藤巻玲路<sup>1</sup>・山下多間<sup>2</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研究センター

渓流水を介した森林からの物質流出については、平水時の水質をもとに評価した研究が数多くなされてきたが、出水イベント時の時間経過に伴う水質の変化を詳細に明らかにした研究は少ない。本研究では、島根大学三瓶演習林の落葉広葉樹林を集水域に持つ小溪流において水質調査を行い、出水イベントに伴う水質の変化と降水量および流量との関係を検討した。採水は自動採水器を用いて2時間おきに行い、全窒素、全リン、溶存態有機物、懸濁物の濃度を分析した。出水イベント時の各物質の濃度は平水時に比べて増加し、各物質濃度のピークは流量のピークと一致した。しかし、その後の全窒素、全リンの濃度減少は速く、流量の減少パターンとは一致しなかった。出水イベント時の物質流出には、流量よりも降雨強度が強く関係しているのかもしれない。また、各物質（全窒素、全リン、溶存態有機物、懸濁物質）の間には高い相関が認められ、窒素・リンの流出は有機態または懸濁態としておもに生じることが示唆された。

## P1-145 間伐区と未間伐区における水生昆虫の分布の差異

Yudai Tamiya<sup>1</sup>・Naoko Tokuchi<sup>2</sup>・Masaru Sakai<sup>3</sup>・Keitaro Fukushima<sup>2</sup>・Takahito Yoshioka<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>東京農工大学農学部

【目的】現在日本には放置林が多く、この問題を是正するべく間伐など施業が行われている。施業は森林植生だけでなく河川環境にも攪乱を与えていると考えられるが、知見は十分ではない。本研究ではスギ人工林を対象に水生昆虫群集の変化を施業区と未施業区で比較し、間伐の影響を検証する。【方法】調査地は京大芦生研究林の間伐区集水域1ヶ所と未間伐区集水域2ヶ所の3溪流である。間伐区では2012年の5月に40%間伐を行った。2010年12月から2013年11月まで計13回季節ごとにサーバーネット（25cm四方）で水生昆虫を4~6地点で採集した。同地点で付着藻類の採集、水深、流速、微細砂の割合も記録した。これら環境データを用いて間伐の水生昆虫群集への影響を検証した。【結果】間伐区では間伐後に水生昆虫の個体数が5.6倍に増加し、これは特定の摂食機能の水生昆虫（Shredders）の増加が寄与していた。間伐によるShreddersの増加は、間伐由来の枝条など餌資源の流入が原因であると考えられる。間伐区と未間伐区では間伐の影響による流速や水深、微細砂の割合で大きな違いは見られなかった。以上から本試験地では間伐による餌資源の変化が水生昆虫群集に影響していると示された。

## P1-147 森林小集水域における溶存有機態炭素および硝酸の空間分布

山本知実<sup>1</sup>・福島慶太郎<sup>2</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

森林渓流水質は小集水域ごとに濃度が大きくばらつくことが知られている。逆相関関係にある溶存有機態炭素（DOC）濃度と硝酸濃度も同様の分布傾向にある。また渓流水質は集水域内の水文・生物地球化学プロセスを反映するものである。そこで本研究では、小集水域内の植生・地形の異質性がDOC及び硝酸濃度のばらつきに影響していると仮定し、森林内の小集水域ごとのDOC及び硝酸濃度の空間分布とその規定要因を明らかにすることを目的とする。今回の発表では各濃度の空間分布とその傾向を報告する。調査地は京都大学芦生研究林内の由良川上流部で、本流・支流を形成する4本の谷に含まれる全60地点の小集水域から渓流水を採水した。採水調査は2013年9月上旬・12月上旬の計2回行い、それぞれDOC濃度、硝酸濃度を測定した。9月に高いDOC濃度を示す小集水域では、12月にも高い濃度が見られた。硝酸濃度に関しても同様であった。年間を通して濃度が高い地点・低い地点という小集水域ごとの特性が存在すると考えられる。また4本の谷ごとにDOC濃度-硝酸濃度の逆相関の傾向が異なることから、谷ごとに特有の植生・地形が水質に寄与している可能性があり、今後詳細な解析を行う予定である。

P1-148 神奈川県貝沢流域における部分伐採が窒素循環に及ぼす影響

那 琴<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

貝沢対照流域試験地で、小流域の1つで複層林化を目指し平成24年度に定性間伐と5か所の方形の部分伐採を実施した。水源涵養機能への影響を評価するための施業前後の窒素(N)動態を中心に調査を行った。溪流沿いと部分伐採の近傍および隣接する未間伐の対照地において、リタートラップおよびイオン交換樹脂バックを設置した。イオン交換樹脂バックはA0層直下と土壌深10cmにそれぞれ6回繰り返して設置し、土壌水と共に移動した無機態窒素量を測定に供した。さらに、溪流沿いと溪流において、斜面方向を移動するリター量および溪流の瀬と淵に堆積する有機物トラップを設置するとともに、渓流水質を測定した。間伐流域の溪流沿いから回収したリターフォールと斜面を移動するリターは、間伐直後には対照流域より多かったが、1年後には対照流域より少なくなった。渓床に堆積した有機物は、ものほどサイズほどC/Nが低かった。間伐直後に流床に堆積した有機物は、粗大なC/Nの高いものが多かった。大会ではイオン交換樹脂も含めた一連の窒素動態を対照流域と比較し、間伐と部分伐採の初期的な影響について発表する。

P1-149 溪畔林の林相の違いが溪流の有機物動態に与える影響

峯澤知里<sup>1</sup>・戸田浩人<sup>2</sup>・崔 東壽<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学農学部・<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ほとんどを依存しているため、その有機物動態を明らかにすることは溪流生態系の保全において重要である。群馬県みどり市に位置する草木ダム周辺の壮齢広葉樹林と壮齢針葉樹林、そして皆伐後、天然更新が進行している若齢広葉樹林を流れる山地小流域源頭部を対象に、溪畔林の上方および側方から溪流へ供給されるリターと、溪流中の河床に堆積するサイズ別の粒状有機物(CPOM、FPOM)の重量とその養分(窒素、炭素、リン)含有量を測定した。試料の採集は2013年7月から12月の間におよそ1か月ごとに行った。渓床の堆積有機物の重量は夏から秋にかけて減少する傾向にあり、針葉樹よりも広葉樹の方がサイズの小さいものが多かった。また、リターから渓床堆積有機物のCN比に着目してみると、全体的に針葉樹林が高く広葉樹林が低い値であった。さらに地上部から流入した有機物の溪流中での分解過程のCN比の減少が特に壮齢広葉樹林で大きかった。以上のように、溪畔林の林相の違いは溪流中の有機物動態に影響を及ぼし、針葉樹よりも広葉樹の、広葉樹でも壮齢林ほど有機物の分解が速やかであることが示唆された。

P1-150 常緑広葉樹林からなる山地源頭部小流域の炭素流出量

高木正博

宮崎大学農学部

山地小流域源頭部からのリター流出は、下流での水質形成や底生動物群集の維持に影響しうる。発表者はすでに、国内でも多雨地域である南九州地方の太平洋側に位置する常緑広葉樹二次林からなる山地小流域源頭部における流出リターの量を明らかにしている。本報告では、渓流水中に溶存している量を含めた山地小流域からの年間の炭素流出量を推定することを目的とした。国内でも高温多雨の南九州地方は流出に対する増水時の寄与が大きく、分解が促進され溶存炭素濃度は高いと予想された。2012年9月からの1年間の降水量は2500mmであり、面積0.67haの試験対象流域における流出量は1732mmであった。粗大有機物の流出では枝、粒状、葉の順に流出量が多かった。溶存炭素濃度は有機より無機の方が多く、ともに増水時には濃度が低下したが、年間流出量に占める割合としては増水時の寄与が大きかった。面積あたりの年間炭素流出量は北海道や近畿で行われた既存の国内の報告とほぼ同程度であった。

P1-151 森林施業における種々の作業過程が渓流水質に与える影響

福島慶太郎<sup>1</sup>・福澤加里部<sup>2</sup>・向 昌宏<sup>1</sup>・鈴木伸弥<sup>3</sup>・日高 渉<sup>3</sup>・松山周平<sup>1</sup>・八木弥生<sup>3</sup>・西岡裕平<sup>1</sup>・長谷川敦史<sup>1</sup>・林 大輔<sup>1</sup>・長谷川尚史<sup>1</sup>・徳地直子<sup>1</sup>・吉岡崇仁<sup>1</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>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科

国土の森林面積の約40%を占める人工林では、近年急速に皆伐や間伐施業が行われている。带状・群状間伐の実施、高密度な路網の敷設や最新の林業機械の導入などによって効率的な施業が行われている反面、それらが林地に大規模な攪乱を与えるため、森林土壌や溪流に多大な影響を与えるものと考えられる。本研究では、種々の森林施業過程が渓流水質に与える影響を明らかにするため、皆伐、間伐、作業道敷設を行った複数の人工林集水域を対象に水質調査を行った。調査は、高知県・京都府・和歌山県・奈良県のスギ人工林計28地点で行った。伐採集水域と隣接する対照集水域間で渓流水の年間の硝酸態窒素濃度平均値の比を求め、伐採前の比に対する伐採後1年、2年後の比の変化割合を算出した。そのうえで、集水域内のスギを異なる方法で30%程度伐採した際の変化の違いを比較した。その結果、皆伐の影響が最大であり、群状間伐が続いた。定性間伐や河畔を保全した間伐の影響はほとんど見られなかった。作業道の作設や、伐採木の搬出有無も溪流の硝酸態窒素濃度には影響しなかった。伐採の水質への影響を最小限にするためには、伐採木の空間的な配置が重要であることが示された。

## P1-152 森林小流域の水質特性を類型化する試み—林相、地形に着目して—

長坂晶子<sup>1</sup>・長坂 有<sup>1</sup>・三島啓雄<sup>2</sup>・石川 靖<sup>3</sup><sup>1</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・<sup>2</sup>北海道大学サステナビリティ学教育研究センター・<sup>3</sup>北海道立総合研究機構環境科学研究センター

流域の最上流域に位置する山地溪流の水質は、集水域の物質循環過程を反映し、たとえば無機態窒素や溶存態有機物の濃度は、集水域や河畔域の水文地形構造によって説明できることなどが示されつつある。一方、森林施業などによる地表攪乱は、とくに窒素循環に影響を与えることが報告されているが、施業後の林相転換も水質形成に影響することが予想される。そこで本研究では、北海道中央部の森林源流域 86 箇所（流域面積は 5~20 ha 前後に統一）の採水分析を行い、集水域の地形特性、林相（および施業履歴）などの要素と、水質項目とくに硝酸態窒素、溶存有機態炭素の濃度との関係を明らかにすることとした。夏期無降雨日に採水したデータを用いて解析を行ったところ、硝酸態窒素濃度は、集水域に占める常緑針葉樹林（トドマツ）人工林の面積割合と、溶存有機態炭素濃度は集水域の平均傾斜との相関が高いことが示された。発表では、得られた関係式を採水地点以外の集水域にも外挿し、対象地域（北海道空知振興局管内）の森林小流域の水質特性の類型化も試みる。

## P1-154 北海道北部の植生タイプが異なる森林の細根バイオマスにおけるササの寄与および形態的特徴

梁川紗奈江・福澤加里部・柴田英昭

北海道大学大学院環境科学院

【目的】北海道北部の森林における特徴の一つに森林面積の 9 割程度の林床を占めるササが挙げられる。ササは地下部バイオマスが全バイオマスの約半分を占めるにもかかわらず、ササの地下部に関する研究は少ない。地下部におけるササの特徴を理解するため、植生タイプが異なる 4 林分でササと樹木の細根量を比較した。【方法】試験は北海道大学天塩研究林内にあるミズナラ優占天然林、シラカンバ二次林、トドマツ人工林および樹木のないササ地の 4 林分で行った。各林分、主要樹種である樹木から 2m 地点で、ササ地では無作為に、オーガーを使用し 10 cm 深の土壌サンプリングを 5 反復行った。サンプルは持ち帰り、土壌を洗浄し細根をササと樹木に分け、各々について細根画像解析ソフト WinRhizo を使用し長さを計測後乾燥させ、重量を計測した。【結果】根長や細根バイオマスの値について、最大が二次林、次いで天然林やササ地、最小が人工林であった。比較的ササが育ちやすい環境である二次林や天然林、樹木がなくササのみが繁茂するササ地において値が大きく、林床が暗くササが育ちにくい環境である人工林で小さかったことから、細根量にササの存在量が大きく影響していることがわかった。

## P1-153 渓流水中の硝酸イオン濃度の変動とその要因

馬場光久・眞家永光・高松利恵子・飯島水月・渡邊 遼・杉浦俊弘  
北里大学獣医学部

渓流水中の硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) 濃度は、窒素飽和を評価する際の指標の一つである。そこで、青森県上北郡七戸町のスギ人工林を含む 8.5 ha の森林小流域において渓流水中の  $\text{NO}_3^-$  濃度の 2004 年以降の変動について検討した。

渓流水中の  $\text{NO}_3^-$  濃度は概して融雪期に高く、5 月以降徐々に低下する季節変動を示したが、流量が増大した際には上昇した。また、 $\text{NO}_3^-$  濃度の経年的な変動をみると、2004 年から 2007 年にかけて低下する傾向が見られ、加重平均濃度（7 月からの 1 年間、以下同様）は 2004 年の  $38.9 \mu\text{molc L}^{-1}$  から 200 の  $16.8 \mu\text{molc L}^{-1}$  に低下した。しかし、その後加重平均濃度は高くなり、2012 年には  $35.1 \mu\text{molc L}^{-1}$  であった。季節変動と流量の  $\text{NO}_3^-$  濃度に対する影響を検討するため、重回帰分析を行った結果、標準偏回帰係数は流量が 0.694、気温が -0.177 であった（自由度修正済決定係数 0.55）。また、林内雨による窒素沈着量も加えて重回帰分析を行った結果、決定係数がより小さくなったことなどから、大気由来の窒素沈着の直接的な影響は小さいと考えられた。

P1-155 年輪中の  $\delta^{34}\text{S}$  値を用いたイオウ沈着履歴の評価石田卓也<sup>1</sup>・竹中千里<sup>1</sup>・陀安一郎<sup>2</sup><sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所・<sup>2</sup>京大学生態学研究センター

人間活動により森林生態系へ沈着するイオウの量・起源は変化してきている。 $\delta^{34}\text{S}$  は起源によって固有の値をとり、樹木年輪中の  $\delta^{34}\text{S}$  はイオウ発生源の変遷が記録されているとの報告がある。しかし、年輪中の  $\delta^{34}\text{S}$  を調べた研究は非常に少なく、その有用性は明らかではない。そこで本研究では異なるイオウ沈着履歴を持つ地点でスギ年輪による履歴の評価を行い、その有用性について明らかにすることを目的とした。調査地は、中部地方の 3 サイト、四日市 (YOK)、稲武 (INA)、伊自良 (IJR) である。スギ円板は各サイト 60 年生以上の切り株から採取し、5 年輪分毎に分割し、全イオウ濃度・ $\delta^{34}\text{S}$  を測定した。INA サイトでは、加えて伐倒直後のスギ円板 (40 年生) を採取し、同様の分析に供した。年輪中の  $\delta^{34}\text{S}$  は、全てのサイトにおいて 1950 年代から 70 年代にかけて低下しており、YOK サイトで最も低い値 (-6.5%) を示した。過去多量の人為起源イオウが沈着した YOK サイトをはじめ年輪中で認められた  $\delta^{34}\text{S}$  の変化は、イオウ沈着履歴を反映した結果と考えられ、 $\delta^{34}\text{S}$  の指標としての有用性が示唆された。

P1-156 日光七本桜テフラ (14000-15000 年前) 上に発達した melanlic epipedon に存在するエステル硫酸態イオウ

谷川東子<sup>1</sup>・橋本洋平<sup>2</sup>・山口紀子<sup>3</sup>・伊藤嘉昭<sup>4</sup>・福島 整<sup>5</sup>・神田一浩<sup>6</sup>・上村雅治<sup>7</sup>・長谷川孝行<sup>7</sup>・高橋正通<sup>8</sup>・吉永秀一郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>東京農工大学大学院生物システム応用科学府・<sup>3</sup>農業・食品産業技術総合研究機構農業環境技術研究所・<sup>4</sup>京都大学化学研究所・<sup>5</sup>独立行政法人物質・材料研究機構・<sup>6</sup>兵庫県立大学高度産業科学技術研究所・<sup>7</sup>シンクロトロンアナリス LLC・<sup>8</sup>森林総合研究所

発表者らは、日本に分布する Melanudands や Fulvudands といった火山灰土にはイオウ (S) 化合物が多量に蓄積され、その主要な形態はエステル硫酸態 S (酸化型の有機 S) であることを明らかにしてきた。しかし、火山灰土が火山灰の 2 次堆積や大陸からの風成塵が継続的に累積したことにより上方に向かって発達する累積性土壌である点については、考慮してこなかった。そこで土の累積性がエステル硫酸態 S の垂直分布に与える影響について検討するため、日光七本桜テフラ (Nt-S, 14,000-15,000 年前形成) の上部に発達した melanlic epipedon に存在するエステル硫酸態 S を、S K-edge XANES spectroscopy と湿式分析を組み合わせることで定量した。また全 S の安定同位体比  $\delta^{34}\text{S}$  の垂直変動も計測した。その結果、エステル硫酸 S の前身である還元型 S を多く含む層がエステル硫酸主体の層の間に縞模様を観察され、下層の  $\delta^{34}\text{S}$  は表層より高いことが明らかになった。これらの結果から、上方への土壌母材の堆積とデトリタスや土壌有機物の分解作用が同時に起こることで縞模様は形成され、分解過程で生成したエステル硫酸態 S の一部は無機の硫酸イオンまでは分解されずに保存されていると推察された。

P1-158 短期的な落葉の含水比変化に伴う分解呼吸量と分解ポテンシャルの変動

大貫真孝<sup>1</sup>・安宅未央子<sup>2</sup>・小南裕志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学地球環境学堂・<sup>2</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>森林総合研究所関西支所

森林における枯死有機物の分解呼吸は、主な制御要因である温度や含水比などの環境要因によって関数化されることが多い。一方、測定される分解呼吸は微生物による呼吸活動であるため、本来環境因子とその呼吸主体である微生物量との分離が必要である。

そこで、SIR (基質導入呼吸) 法を使用した。SIR 法とは、サンプルにグルコース溶液を添加した後得られる呼吸量 (分解ポテンシャル) を微生物量として間接的に推定する方法である。

本研究では、微生物量と高頻度で測定される分解呼吸とを対応させるために、SIR 微生物量の測定時間の短縮化と樹木落葉への適用を試み、微生物量と分解呼吸量を数時間～日単位で観測し、微生物量が落葉乾燥過程における分解呼吸量の変動に与える影響を評価した。

その結果、時間経過に伴って落葉の含水比と分解呼吸は減少したが、SIR 微生物量は顕著な増減を示さなかった。短期間での分解呼吸の変動は、微生物量よりも含水比に強く影響されることが明らかになった。前述の改良 SIR 法は、森林で微生物量が分解呼吸の時間変動に与える影響を評価する上で、有効な手法であると考えられた。

P1-157 北海道東部の針広混交林における炭素蓄積量の推定

塩貝覚峻<sup>1</sup>・岩村武郎<sup>2</sup>・鈴木悌司<sup>2</sup>・寺澤和彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院生物産業学研究科・<sup>2</sup>元・東京農業大学生物産業学部・<sup>3</sup>東京農業大学生物産業学部

森林に蓄積されている炭素量の推定は、生態系における炭素動態の解明のみならず温暖化と森林との関係の観点からも重要である。しかし、北方林の炭素蓄積量、特に林床に堆積している枯死木やリターを含めた炭素蓄積量に関する調査例は少ない。そこで、北海道東部の津別町・チミケツブ湖畔のトドマツ・シナノキを主とする原生的な針広混交林において、2012-2013 年に樹木、枯死木、土壌の炭素蓄積量の推定を試みた。本調査地は、針葉樹と広葉樹が材積にしておよそ 2:1 で存在する針広混交林であり、100 m×100 m の調査区で毎木調査、土壌断面調査及び試料の採取をおこなった。また、枯死木は、小型 (直径 1 cm 以下)、中型 (1~10 cm)、大型 (10 cm 以上) に区分し、それぞれ 1 m×1 m、10 m×10 m、100 m×100 m の調査プロットを設けて全ての枯死木の重量または体積を測定した。さらに、各サイズの枯死木のサンプルを研究室に持ち帰り、炭素含有率を測定した。その結果、樹木、枯死木、土壌 (深さ 30 cm まで) の炭素蓄積量はそれぞれ、161.0 t-C/ha、11.7 t-C/ha、86.4 t-C/ha であった。これらは、Ugawa ら (2012) が全国でまとめたそれらの平均より多少高い値を示した。

P1-159 複雑地形におけるリター量の空間分布がもたらす分解呼吸の変動特性

安宅未央子<sup>1</sup>・小南裕志<sup>2</sup>・深山貴文<sup>2</sup>・吉村謙一<sup>2</sup>・上村真由子<sup>3</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・<sup>3</sup>日本大学生物資源科学部

日本の森林で一般的な複雑地形の林床面では、落葉が不均一に分布し、その結果として分解呼吸や土壌呼吸の空間変動の要因となると考えられる。落葉堆積量の空間分布は、有機物量の違いによって呼吸量を変動させるだけでなく、水分に代表される環境因子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、堆積量-環境因子関係を考慮に入れた堆積量-分解呼吸量の変動特性を調べる必要がある。本研究では、京都府・山城試験地 (1.7 ha) を 190 プロット (10×10 m) に分け、落葉堆積量の測定 (プロット毎に N=12) を年に 3 回 (2,6,10 月) 行った。これと落葉量を変えて連続観測した分解呼吸と落葉層内含水比の結果から、落葉堆積量の空間分布が分解呼吸の時空間変動特性に与える影響の評価を行った。2,6,10 月の落葉堆積量はそれぞれ 0.2~6.6、0.3~5.5、0.2~2.9 t-C/ha で、流域内の空間変異が非常に高いことを示した。呼吸観測からは、堆積量によって異なる落葉層内の含水比鉛直分布が、分解呼吸の時空間変動に強く影響を与えることを示した。本発表ではこれらをふまえて、複雑地形における落葉堆積量の空間分布が群落全体の有機物分解過程に与える影響の評価を試みる。

P1-160 温帯林 6 樹種における枯死根と落葉リターの微生物分解呼吸特性

牧田直樹<sup>1</sup>・藤井佐織<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>横浜国立大学大学院環境情報研究院

森林生態系の炭素循環を評価する上で、土壌呼吸の約半分を占める有機物分解呼吸の特性を正確に理解することは重要である。本研究では、リター基質の樹種特性及び分解時間に対する変化が分解呼吸にどの程度影響を与えるかを評価するため、枯死細根と落葉の初期形質および呼吸速度・分解率・形態特性の変化を調査した。京大上賀茂試験地において、試験地に優占する6樹種(落葉樹:コナラ・コシアブラ・ネジキ、常緑樹:アラカシ・ソヨゴ・ヒノキ)の枯死細根と落葉をメッシュバッグに詰めて土壌に設置し、20ヶ月の間に定期的に回収した。

枯死根と落葉の残存重量は時間経過と共に低下し、それらの分解速度は樹種によって異なった。枯死根と落葉における規定温度での呼吸速度は、分解進行に伴い上昇傾向がみられた。分解20ヵ月後の呼吸速度は、根・葉ともにコシアブラで最も高く、ヒノキで最も低かった。また呼吸速度における枯死細根と落葉の関係は、樹種間において有意な正の相関が認められ、同調的な樹種特性が明らかとなった。以上より、分解呼吸のパターンは時間経過に伴う基質の変化に特徴付けられ、それらの呼吸速度の強度は樹種特性によって規定されることが示唆された。

P1-162 奥日光地域においてニホンジカが土壌からの窒素流亡に及ぼす影響

古澤仁美<sup>1</sup>・三浦 覚<sup>2</sup>・稲垣善之<sup>1</sup>・南光一樹<sup>1</sup>・田中(小田)あゆみ<sup>1</sup>・佐野哲也<sup>3</sup>・綿野好則<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup>東北工業大学工学部・<sup>4</sup>静岡県自然保護課

【目的】栃木県日光市の奥日光地域の森林では、ニホンジカの採食により低木層が消失している一方、ニホンジカ排除柵内では低木層が回復することが観察されている。シカがいる場合には林床植物の現存量低下や糞尿添加により無機態窒素のリーチング量は増加するが、シカを排除すれば回復した低木によって窒素が吸収され無機態窒素のリーチング量は低下するという仮説を立てて検討した。

【方法】千手ヶ原地域と西ノ湖地域において、約10年前に設置されたシカ排除柵の内外(排除区・非排除区)で1年間の土壌窒素無機化速度と無機態窒素リーチング量をレンジンコア法により0-10cm、10-20cmの深さ別に測定した。

【結果】両調査地域とも1年間の窒素無機化速度は排除区のほうが非排除区より大きい傾向があった。無機態窒素リーチング量は、どちらの調査地域でも排除区で低下する傾向は認められず、仮説とは異なる結果となった。これは排除区において低木層回復による窒素吸収量の増大が窒素無機化速度の増大によって補償されているためと考えられた。排除区における窒素無機化速度の増大には低木層からのリター供給が影響している可能性が考えられた。

P1-161 下層植生が衰退した林地斜面における土砂の移動

高橋一太<sup>1</sup>・榎木 勉<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

【目的】九州大学宮崎演習林において下層植生が土砂移動に与える影響を検討した。下層植生にスズタケが多く現存している林地をササ有区、シカの影響で下層植生が衰退しスズタケが約20年消失している林地をササ無区とし、各調査地の地表流による土砂移動量と雨滴衝撃による土砂飛散量を比較した。【方法】各調査地の同一斜面上に斜面上部、中腹、下部のプロットを設定し、土砂移動量と土砂飛散量を測定した。また下層植生の他に土砂移動へ影響を与える要因を考慮するため降雨量、リターフォール量、斜面の傾斜角、A<sub>0</sub>層、表層土壌の細土量、礫量、根量を測定した。【結果】土砂移動量、土砂飛散量はどちらもササ有区がササ無区より大きかった。林内雨量はササ無区がササ有区より大きかった。リターフォール量、斜面の傾斜角、A<sub>0</sub>層、表層土壌の細土量、根量が土砂移動量、土砂飛散量へ与える影響には明瞭な傾向はみられなかった。ササ無区で土砂移動量、土砂飛散量が小さかったのは表層土壌に礫が多いことで礫の土砂移動緩衝機能が働いたためと考えられた。ササ無区で表層土壌の礫の量が大きかったのは、シカの採食による下層植生衰退後、細土の移動が継続したためと考えられた。

P1-163 関西4府県を対象としたニホンジカの影響による落葉広葉樹林の衰退状況の推定

藤木大介<sup>1</sup>・酒田真澄<sup>2</sup>・芝原 淳<sup>3</sup>・境 米造<sup>3</sup>・井上巖<sup>4</sup>

<sup>1</sup>兵庫県立大学自然・環境科学研究所・<sup>2</sup>福井県総合グリーンセンター・<sup>3</sup>京都府農林水産技術センター・<sup>4</sup>京都府農林水産部森林保全課

関西4府県(兵庫県、京都府、滋賀県、福井県)を対象に、ニホンジカ(以下、シカ)の影響による落葉広葉樹林の衰退程度を県域スケールで評価する手法の汎用性と有効性について検討した。

その結果、落葉広葉樹林の衰退程度の指標(shrub-layer decline rank; SDR)とシカの生息密度指標の間には地理的相関があること、SDRの悪化に伴い、他の多くの森林の衰退を指標する要素も悪化していくことが府県間で共通して示された。さらに、4府県のSDRデータを地理情報システム上に取り込んだうえで空間内挿処理を施し、leave-one-out交差検定法で精度検証した結果、4府県スケールにおいて有効な精度で落葉広葉樹林のSDR別の地理的分布を推定することができた。

推定結果に基づいて、4府県におけるシカによる落葉広葉樹林の衰退状況を整理した結果、1)兵庫県本州部の中央部から丹後半島を除く丹後山地にかけての地域、2)京都・滋賀・福井県境部を中心とした丹波高地、3)鈴鹿山脈、以上の3地域はシカの影響により低木層が半減以上した落葉広葉樹林が大面積存在しており、4府県の中で最もシカによる植生の衰退が深刻な地域であることが示された。

P1-164 Distribution of Fukushima-derived radiocesium in Forest floor

Mengistu, Teramage Tesfaye<sup>3</sup>・Onda, Yuichi<sup>1</sup>・Kato, Hiroaki<sup>1</sup>・Gomi, Takashi<sup>2</sup>

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

Since the Fukushima nuclear reactor accident (11 March 2011), the temporal evolution of radiocesium in coniferous forest floor is being investigated in Tochigi prefecture. Radiocesium activities in forest floor which is composed of undergrowth vegetation (UG), litter layer (Ol) and fermented layer (Of) were determined by gamma ray spectrometry. The radiocesium content in the UG components showed high variation over time, possibly due to dynamics of the plant's growth. The slight variation in the general decreasing pattern in Ol-layers was might be partly due to decomposition process and partly due to less contaminated litter fall in the later period of time. Radiocesium showed steady increase and tends to stay longer in Of-horizon, implying it is an important spot for forest radio-ecological management.

P1-166 福島県内のスギ雄花・花粉に含まれるセシウム 137 濃度の経年変化

金指 努<sup>1</sup>・杉浦佑樹<sup>1</sup>・竹中千里<sup>1</sup>・肘井直樹<sup>1</sup>・小澤 創<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>福島県林業研究センター

福島第一原子力発電所事故によって拡散した放射性セシウムが福島県のスギ林に降下・沈着し、事故後に生産されたスギ雄花及び花粉から放射性セシウム (Cs) が検出された。この放射性 Cs は、樹体内を移動して雄花及び花粉に到達したと考えられる。樹体内における放射性 Cs の長期動態を明らかにするため、当年葉の先端に作られるスギ雄花及び花粉の放射性 Cs 変化を明らかにすることは重要と考える。また、スギ花粉は放射性 Cs を再拡散する可能性があるため、継続したモニタリングは必要と考える。我々は福島県の広域でスギ雄花及び花粉の放射性 Cs 濃度を 2012 年及び 2013 年の 12 月に測定し、さらに 2011 年の林野庁のスギ雄花に含まれる放射性 Cs 濃度の公表結果を引用し、事故発生から 3 年間の変化を明らかにした。3 年間の変化については、距離が大きく離れている採取地点を除外した 28 地点を対象とし、同様に 2012 年と 2013 年の変化では 66 地点を対象とした。スギ雄花の Cs-137 濃度は 2011 年から 2012 年で約 8 割減少し、2012 年から 2013 年でほぼ半減した。また雄花と花粉の Cs-137 濃度比は 2012 年と 2013 年で同程度であり、現時点ではスギ雄花から花粉の放射性 Cs 濃度を推定可能と考える。

P1-165 落葉堆肥化にともなう放射性セシウム濃度および量の変化

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の発生により、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自粛が求められるとともに、暫定許容値の最大値が 400Bq/kg に設定された。そこで、放射性 Cs を含む落葉堆肥化にともなう放射性 Cs 濃度および量の変化を把握することで、落葉堆肥化による放射性 Cs 濃度の上昇の実態を明らかにする。【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 の木枠を設置し、2012 年 1 月と 2013 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堆肥化させた。約 3 か月ごとに放射性 Cs 濃度と堆肥化させた落葉の重量を測定した。【結果】2012 年 1 月から堆肥化した結果、放射性 Cs 濃度は 10 月に最も上昇し、翌年は徐々に低下し、夏期を迎えても上昇しなかった。2013 年 3 月から堆肥化しても、9 月にほぼ 2012 年度と同様に放射性 Cs 濃度は上昇した。落葉堆肥に含まれる放射性 Cs 量を見ると、夏期の濃度上昇時にあわせて系外からの取り込みが行われていることが推察された。

P1-167 福島県の森林土壌におけるセシウム 137 の垂直分布の経時変化

金子真司<sup>1</sup>・赤間亮夫<sup>1</sup>・池田重人<sup>1</sup>・三浦 覚<sup>3</sup>・小松雅史<sup>1</sup>・平井敬三<sup>1</sup>・志知幸治<sup>1</sup>・橋本昌司<sup>1</sup>・稲垣善之<sup>1</sup>・大貫靖浩<sup>1</sup>・藤井一至<sup>1</sup>・小野賢二<sup>2</sup>・齊藤 哲<sup>1</sup>・梶本卓也<sup>1</sup>・高野 勉<sup>1</sup>・高橋正通<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>東京大学農学部

福島県内の川内村、大玉村、只見町の森林 8 プロットにおける 3 年間の調査に基づき、セシウム 137 (<sup>137</sup>Cs) 蓄積量 (Bq/m<sup>2</sup>) の土壌中での垂直分布状況の経年変化を検討した。堆積有機物 (O) 層と土壌 (0-5、5-10、10-15、15-20 cm) 4 層位を解析対象とした。いずれの試験地でも <sup>137</sup>Cs 蓄積量は O 層 > 土壌 (0-5 cm 深) > 土壌 (5-20 cm 深) の順であり、土壌深度が増すにつれて <sup>137</sup>Cs 蓄積量は指数関数的に低下していた。多くの試験地では、2011 から 2012 年にかけて O 層中の <sup>137</sup>Cs 蓄積量が減少し、土壌 (0-5 cm 深) の <sup>137</sup>Cs 蓄積量が増加し、2012 から 2013 年にかけては O 層と土壌 (0-5 cm 深) の <sup>137</sup>Cs 蓄積量はほとんど変化しなかった。ただし、一部のプロットでは 2012 から 2013 年にかけて土壌 (0-5 cm 深) の <sup>137</sup>Cs 蓄積量が減少していた。土壌 (5-20 cm 深) の <sup>137</sup>Cs 蓄積量は、O 層と土壌 (0-20 cm 深) の 3.9~15.0% (2011 年)、2.8~13.3% (2012 年)、5.8~22.1% (2013 年) であり、調査期間を通して多くの <sup>137</sup>Cs が O 層と土壌最表層に留まっていることが明らかになった。

P1-168 福島第一原発事故後における空間線量率の低い  
落葉広葉樹林の放射性セシウム動態 (ii) 2012  
年2月～10月の蓄積量の変化

伊藤 愛<sup>1</sup>・加藤 徹<sup>1</sup>・鈴木拓馬<sup>1</sup>・綿野好則<sup>1,2</sup>・三浦 寛<sup>3,4</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>静岡県くらし・  
環境部環境局・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>東京大学大学院農学生命科学  
研究科

2011年以降、放射性セシウム(以下Cs)に関する調査が  
進められているが、森林生態系内におけるCsの蓄積や動  
態については未解明のところが多い。今回、Cs降下後  
に伸長した枝葉のCs蓄積量を推定することにより、樹木  
から地表への移動を評価したので報告する。調査地は第一  
報(2013年森林学会大会)と同じクヌギ・コナラの混交林  
である。Cs濃度の測定は2012年2月、6月、10月に同じ  
個体から試料を採取し、ゲルマニウム半導体分析器により  
行った。測定部位は、地上部では葉、2012年伸長枝、2011  
年伸長枝、樹皮及び辺材、地上部以外ではリター及び土壌  
3層(表層から5cmごと)である。地上部のCs蓄積量は、  
生産生態学的手法により算出した10月時点のバイオマス  
量にCs濃度を乗じて推定した。その結果、林分全体に占  
める地上部のCs蓄積量は13%であり、地上部全体に占め  
る2012年に伸長した部位の蓄積量は15%であった。その  
うち葉の蓄積量は13%であった。落葉直前の引き戻しは  
考えられるが、リターとして地表に移動していく部位で  
ある葉には、10月時点で地上部の1割以上のCsが蓄積され  
ることが分かった。

P1-170 ジョロウグモ *Nephila clavata* への放射性セ  
シウムの集積—微量元素との関係—

綾部慈子・金指 努・肘井直樹・竹中千里

名古屋大学大学院生命農学研究科

福島原発事故によって環境中へ拡散した放射性物質  
は、食物連鎖や物質循環過程を通じて生態系内の様々な生  
物へ移行しており、その過程と移行メカニズムの解明が急  
がれている。植物では、セシウムCsと同族のカリウムK  
の施肥によって、放射性Csの吸収が抑制する効果がある  
ことが知られているが、これは、生体内における複数の元  
素間の挙動の類似性や相互作用の結果に基づくものと考え  
られている。しかし、より高次の栄養段階に位置する生物  
については、特に微量元素の集積に関する知見は乏しく、  
Csとの関連性もわかっていない。そこで今回は、福島県  
内の森林において採集された捕食性節足動物のジョロウグ  
モを用いて、Csと他の元素の集積状況を明らかにし、放射  
性Csとの関係を考察した。その結果、Kや微量元素であ  
るRbと放射性Csの間には正の相関関係があり、クモ  
体内でのこれらの元素の挙動が類似していると考えられ  
た。併せて、ジョロウグモの放射性Cs濃度の経年モニタ  
リング結果についても報告する。

P1-169 山菜の放射能汚染の経時変化

清野嘉之・赤間亮夫

森林総合研究所

福島第一原発事故後の2012年春と夏、2013年の春と夏  
に福島県大玉村と川内村で山菜を採取し、放射性セシウム  
濃度を計測して経時変化を分析した。

P1-171 福島原発事故の小型哺乳類における放射性セシ  
ウム濃度の経年変化

山田文雄<sup>1</sup>・友澤森彦<sup>2</sup>・中下留美子<sup>1</sup>・島田卓哉<sup>3</sup>・川田伸一郎<sup>4</sup>・  
菊地文一<sup>5</sup>・小泉 透<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>慶応義塾大学・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所・  
<sup>4</sup>国立科学博物館・<sup>5</sup>元多摩動物公園

【目的】福島第一原発事故(2011年3月)による放射性物  
質の影響を解明するために、地表土中性のアカネズミなど  
小型哺乳類を対象に放射性物質の変化を検討する。【方法】  
原発から30kmの福島県川内村調査地(高線量地、空間線  
量は平均3.6μSv/hr)と70kmの茨城県北茨城市調査地(低  
線量地、空間線量0.2μSv/hr)で2011年と2012年捕獲し  
たアカネズミなどの骨格筋(骨格も含め)のセシウム濃度  
を比較検討した。【結果】高線量地のアカネズミの放射  
性セシウム濃度は、1年目(平均4,415Bq/kg生重、最大  
18,034-最小920Bq/kg, n=26)よりも2年目(平均5,950  
Bq/kg, 最大19,498-最小567Bq/kg, n=10)でやや増加し、  
いずれの年でも濃度に個体変異が大きかった。時間的経過  
による物理的減衰とは逆に、事故2年目の濃度の増加は放  
射性物質の環境中の移動などが反映したと考えられる。ま  
た個体変異の大きさは、放射性セシウム濃度の異なる餌が  
反映したと考えられる。一方、アカネズミ、ヒメネズミ、  
ヤチネズミ及びヒミズが高濃度蓄積を示し、種的特性が反  
映したと考えられる。

P1-172 森林樹木葉の放射性セシウムの取り込みと新芽への転流傾向

錦織達啓<sup>1</sup>・渡邊未来<sup>1</sup>・石井弓美子<sup>2</sup>・越川昌美<sup>1</sup>・渡邊圭司<sup>3</sup>・竹中明夫<sup>2</sup>・林 誠二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国立環境研究所地域環境研究センター・<sup>2</sup>国立環境研究所生物・生態系環境研究センター・<sup>3</sup>埼玉県環境科学国際センター

【はじめに】放射性Csによる森林汚染の将来予測には樹木体内におけるCsの動態解明が不可欠である。その第一歩として、放射性Csが降下した地域で採取した樹木葉内の放射性Csの濃度を調べた。【方法】2011年11月～2012年3月に茨城県北部および南部の山林にてスギの葉を採取した。原発事故の前と後に展葉したものに分けたのち、超純水で洗浄して表面の汚れを除いた。洗浄葉の半量をクロロホルムでさらに洗浄し、葉面ワックスまで除去した。そののち、各洗浄葉の<sup>137</sup>Cs濃度を測定した。【結果と考察】事故前展開葉の<sup>137</sup>Cs濃度は、水洗浄葉が730～1500 Bq kg<sup>-1</sup>、クロロホルム洗浄葉が140～550 Bq kg<sup>-1</sup>（水洗浄葉の12～46%）であった。すなわち、葉面に放射性Csが付着していること、葉内にも<sup>137</sup>Csが取り込まれていることが確認された。また、事故後に展開した葉も事故前展開葉より低濃度ながら<sup>137</sup>Csを含んでいた。さらに、2012年5～6月にスギ以外の複数の樹種から採取した若い当年葉も130～860 Bq kg<sup>-1</sup>の<sup>137</sup>Csを含んでいた。この結果は放射性Csが樹木体内で転流していることを示唆する。

P1-174 森林林床のリター堆積物層に存在する放射性セシウムの化学的特徴

小野賢二<sup>1</sup>・志知幸治<sup>2</sup>・高橋正通<sup>2</sup>・金子信司<sup>2</sup>・池田重人<sup>2</sup>・赤間亮夫<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

福島第一原発事故で放出された放射性物質は福島を中心として東日本に降下した。ここでは、森林に負荷され林床のリターに付着した放射性Csの濃度とその化学的特徴を解明するため、2012年8月に福島県大玉村スギ林およびアカマツ-落葉広葉樹林の林床からリターを層別に採取し分画して、各画分中の放射性Csを形態別にGe半導体検出器により定量した。分画法はTAPPI(1997, 1998)に準じた。比較的移動性が高いとされる水・有機溶媒可溶Csと酸可溶Csの濃度は4割以下で、予想に反して低い割合でしか存在なかった。水・有機溶媒可溶Csは遊離態、酸可溶Csは酸に対する共塩基態としてリター上で存在していると思われる。一方、比較的難分解性で移動性が低いと予想される酸不溶Csはリターにおける全Cs濃度の5～9割を占めた。これはCsはアルカリ金属族の元素で、NaやKと同属であるにも関わらず、リター中には酸に対する共塩基としての性質を持たない形態のCsもリター中に高い割合で存在していることを示す。酸不溶Csを含む酸不溶態有機物は低比重であるので、懸濁態浮遊物として森林域から下流域へ容易に溶出することが懸念され、注意が必要である。

P1-173 Dynamics of radio-caesium and microbial community during litter decomposition in a deciduous forest in Fukushima

Huang, Yao

横浜国立大学大学院環境情報学府

In the wake of the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident of 2011, radioactive Cesium is an issue of great concern, because it will be long time recycled in forest ecosystems. Two mesh sizes (fine mesh : 0.2 mm and coarse mesh : 2 mm) litterbags containing 16 g of mixed deciduous leaves (mainly *Quercus serrata*) were set at a deciduous forest in Fukushima. Weight loss, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, total C, N, and stable Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba and Al concentrations were monitored from April to December 2012. Fungi are known as accumulators of radio-Cs. The trend pattern of fungal PLFA is as same as radio Cesium in litter. In litter samples, good correlations were observed among the concentrations of radio-Cs, P, Zn and Sr.

P1-175 奥日光および足尾におけるニホンジカへの放射性セシウムの移行

小金澤正昭<sup>1</sup>・福井えみ子<sup>1</sup>・田村宜格<sup>2</sup>・奥田 圭<sup>1</sup>

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

森林生態系における放射性セシウムの動態を明らかにするため、栃木県北西部、奥日光のシカの筋肉と餌植物を測定した。今回は、これらのデータを基に筋肉への放射性セシウム<sup>137</sup>(以下、Cs<sup>137</sup>)の「移行係数」を試算したので報告する。算出にあたっては、成獣メスが冬期間(10月から2月)ミヤコザサの葉のみを採食するものと仮定した。資料は、2012年、2013年2月に採取した筋肉とミヤコザサ(葉身)のCs<sup>137</sup>濃度である。また、日採食量は、小金澤他(未発表)の資料を用いた。筋肉中のCs<sup>137</sup>(Dw)は、それぞれ163.2 Bq/kg、127.6 Bq/kgであった。対応する時期のミヤコザサのCs<sup>137</sup>濃度(Dw)は、それぞれ135.7 Bq/kg、103.3 Bq/kgであった。供試個体(成獣メス、体重54 kg)の1日あたりの平均採食量(ミヤコザサ100%)は、553.3 ± 36.4 (SD, n=6) g/day (DW)であった。以上のパラメータから算出された2012年、13年冬期の移行係数はともに2.2 (d/kg)であった。



## P1-176 森林周辺におけるイソプレンの空間分布特性

深山貴文<sup>1</sup>・奥村智憲<sup>2</sup>・小南裕志<sup>1</sup>・吉村謙一<sup>1</sup>・安宅未央子<sup>2</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

イソプレン (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>) は生物起源の揮発性有機化合物の一種である。植物が大気中に放出するイソプレンの量は年間500Tg以上と推定されている。このイソプレンは地球の大気化学や森林の炭素収支に大きな影響を持つと考えられている。

西日本には放出源となるコナラ林が多く分布し、その周辺にイソプレンが拡散している。森林起源の物質がどのように森林外へ拡散していくのかを評価する上で、日中の森林以外に大きな放出源が無く、大気中で酸化消失するまでの時間が短いため夜間に濃度が大きく低下するイソプレンは有効なトレーサーとなる可能性がある。そこで本研究では、その有効性を確認するため、森林周辺においてイソプレン濃度の空間分布の観測を実施した。

観測の結果、コナラ林の林縁から1000mまでの範囲、林外の地表付近、林内の林冠付近で比較的高い濃度が観測された。また、時間帯として朝夕に地表付近で濃度が上昇する日変化が観測された。これらの結果から、大気安定時に地表沿いに森林大気が拡散していく過程をイソプレンをトレーサーとすることで補足できる可能性が示された。

## P1-178 森林総研フラックスネットの観測データ解析による森林群落の炭素収支関連パラメータ特性

中井裕一郎・山野井克己・溝口康子・安田幸生・大谷義一・高梨聡・油田さと子・小南裕志・深山貴文・北村兼三・萩野裕章

森林総合研究所

森林総合研究所では川越森林気象試験地(Kwg)で1995年から大気と森林間のエネルギー交換の、1997年からCO<sub>2</sub>交換の、本格的な長期観測が開始された。この実績を基にして1999年に5カ所(Sap, Api, Fjy, Yms, Khw; サイトコード名)にフラックスタワーを設置し、エネルギー・CO<sub>2</sub>などの交換フラックスを様々な微気象や水文要素とともに継続観測している。得られたデータによって、様々な森林タイプと気候条件での森林のCO<sub>2</sub>収支の日・季節・年々変化が明らかになり、それら変化の要因も定性的には解明されている。ここでは公開データベースとして品質が吟味されたデータを主に使用して、これまで一般的に欠測値の補間に用いられてきた群落レベルに拡張した光・光合成曲線や生態系呼吸量の温度依存性を示す指数関数を、補間で用いるよりも短い期間毎に回帰分析し、それら関数のパラメータの変動やサイト間差異を調べた。具体的に調べたパラメータは、光合成総生産量GPPのポテンシャル、生態系呼吸量のQ<sub>10</sub>などである。長期データからは、これらのパラメータが森林群落の季節、攪乱の影響、気候、群落、積雪などの影響の中で、時系列な連続性を持つて示される実態を報告する。

## P1-177 都市樹木の光合成特性

伊藤 駿

名古屋大学大学院生命農学研究科

## P1-179 強度列状間伐後のヒノキ人工林における二酸化炭素フラックス：土壌とタワー観測の事例

山村理奈<sup>1</sup>・五味高志<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>2</sup><sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>筑波大学

【目的】森林のCO<sub>2</sub>吸収機能を評価するため国内外で渦相関法による観測が行われている。従来の研究は平地や緩傾斜地を対象としているものの、日本の森林の約40%はスギ・ヒノキなどの人工林であり、森林面積の42%は>30°の斜面に立地している。斜面におけるCO<sub>2</sub>観測では、夜間呼吸量の過小評価などの問題も報告され、複雑な地形でのCO<sub>2</sub>動態を明らかにすることが求められている。【方法】栃木県佐野市東京農工大FM唐沢山32年生ヒノキ(1300本/ha;平均樹高13.6m)人工林を対象とした。観測タワー(20m)の地上21m地点に赤外線ガスアナライザーと超音波風速計を設置し、連続観測を行った。2013年8月と11月に集中観測を行い、観測タワー15mの樹冠頂部CO<sub>2</sub>濃度の日変動を観測するとともに、チャンバー法により15×20mのプロット内12地点の土壌呼吸量の時間変化を観測した。【結果】土壌呼吸量、樹冠CO<sub>2</sub>濃度、21m地点ともに24時間の明瞭な日変動が観測でき6日分のデータセットが得られた。これらについて土壌呼吸量の生態系呼吸量への寄与率、夜間CO<sub>2</sub>の滞留の有無に着目するとともに、土壌水分量、地温、気温、風速、日射量、樹冠開空度などの環境要因との関連について解析を行った。

P1-180 熱帯雨林天然林・温帯照葉樹若齢林・温帯ヒノキ林の生態系フラックス比較

小杉緑子

京都大学農学部

森林におけるガス交換機能の評価は、タワー上で測定される生態系スケールでの交換速度 (=フラックス) の観測を基本とする。フラックス観測では、生態系スケールでの蒸発散 (ET) や群落純光合成 (NEE) のほか、群落総光合成 (GPP) や生態系呼吸 (RE) を把握することができ、今日までに多くのタワーサイトで研究が進められてきている。サイト間の結果を比較解析することで各植生における生態系フラックスの特徴を捉えていくことが重要であるが、これまでに行われている気温や降水量などの気候値とこれら生態系フラックスの年積算値との簡単な相関を用いた解析や、群落コンダクタンスなどのバルクインデックスの比較だけでは、植生の変化が生態系フラックスに及ぼす影響を定量評価することは難しい。本研究では、熱帯雨林天然林、温帯照葉樹若齢林、温帯ヒノキ林の3つの常緑森林タワーサイトにおける3年から9年にわたる生態系フラックス観測結果を、多層モデルを用いて比較解析し、生態系フラックスの違いが、気候の違いに起因するのか、それとも各森林のもつガス交換特性の違いに起因するのかについて、定量評価した。

P1-182 スギ、ヒノキ人工林の間伐前後の蒸発散量の変化 (2) 遮断蒸発

立石麻紀子<sup>1</sup>・松田洋樹<sup>1</sup>・笠原玉青<sup>1</sup>・齋藤隆実<sup>2</sup>・大槻恭一<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部附属演習林・<sup>2</sup>名古屋大学地球水循環研究センター・<sup>3</sup>筑波大学生命環境学群

本研究では、針葉樹人工林において強度間伐にともなう遮断蒸発量の変化を明らかにすることを目的とした。福岡県飯塚市弥山試験流域のスギ林分とヒノキ林分それぞれで、樹冠通過雨量、樹幹流量を観測し、降雨量から差し引くことで遮断蒸発量を求めた。観測期間は2011年1月から2012年12月の2年間で、2011年1-3月に本数で50%の強度間伐を行った。間伐前の樹幹通過雨率はスギ、ヒノキそれぞれ67%、64%であったが、間伐後は73%、72%に増加していた。樹幹流が生じる最小雨量は間伐後に大きくなる傾向が見られたが、樹幹流率は約4%減少した。間伐前の樹冠遮断率はスギ林分、ヒノキ林分でそれぞれ27%、26%であったが、間伐後、24%、21%に減少した。間伐による樹冠遮断率の低下を既存の立木密度から遮断率を推定するモデルによって推定可能であるかどうかの検討も行った。

P1-181 Changes in evapotranspiration from *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* stands after thinning (1) Transpiration

Yang Xiang<sup>1</sup>・Makiko Tateishi<sup>1</sup>・Takami Saito<sup>2</sup>・Tamao Kasahara<sup>1</sup>・Kyoichi Otsuki<sup>1</sup>・Yuichi Onda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部附属演習林・<sup>2</sup>名古屋大学地球水循環研究センター・<sup>3</sup>筑波大学生命環境学群

Though thinning can cause transpiration changes, its mechanism needs further clarification. We investigated the changes in stand transpiration ( $E$ ) after the thinning of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* stands at Yayama experimental catchment, the most common types of plantation in Japan. Mean stand sap flow density ( $J_s$ ) was measured in individual trees by using Granier-type thermal dissipation probes and was used to estimate  $E$ . We found no difference between  $J_s$  before and after thinning in both stands. Under the same condition of microclimate,  $E$  after thinning decreased 31.6% in *C. japonica* stand and 48.2% in *C. obtusa* stand. The total sapwood area in the stands decreased 34.2% in *C. japonica* and 44.5% in *C. obtusa*. The primary cause of the changes in  $E$  was due to the reduction of sapwood area.

P1-183 スギ、ヒノキ人工林の間伐前後の蒸発散量の変化 (3) 林床面蒸発

大槻恭一<sup>1</sup>・立石麻紀子<sup>1</sup>・笠原玉青<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部附属演習林・<sup>2</sup>筑波大学生命環境学群

本研究は、スギ、ヒノキ人工林における林床面蒸発散量の動態を明らかにすることを目的としたものである。福岡県飯塚市弥山試験流域において2011年1-3月に強度間伐(本数50%)を行った後、秤量型ライシメータをスギ1林分に6台、ヒノキ2林分に計18台設置し、林床面蒸発散量を観測した。間伐後の流域の立木密度は約700本/haである。2013年5月15日~6月6日の晴天日5日間のライシメータ21台の平均林床土壌面蒸発量は $1.6 \pm 0.2$  mm/dayであり、林床面日射量との間に正の相関がみられた。2013年6月15日に、各林分のライシメータ3台は裸地土壌面とし、他のライシメータ計15台には下層に優占するシダを移植した。2013年7月9日~9月24日の晴天日38日間のライシメータ11台の平均林床面蒸発散量は $2.7 \pm 1.0$  mm/dayであった。この期間の林床面蒸発散量と下層植生乾物重の間にはほとんど相関はみられなかった。平均林床面蒸発散量は可能蒸発散量に近い値を示し、平均林床面日射量との間に正の相関がみられた。

P1-184 土壌の乾燥が斜面位置の異なるヒノキの蒸散及び吸水深度に及ぼす影響

山本浩之<sup>1</sup>・鶴田健二<sup>2</sup>・小杉緑子<sup>2</sup>・牧田直樹<sup>3</sup>・勝山正則<sup>4</sup>・正岡直也<sup>2</sup>・小杉賢一朗<sup>2</sup>・松尾奈緒子<sup>5</sup>・谷 誠<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科・<sup>3</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>4</sup>京都大学学際融合教育推進センターグローバル生存学大学院連携ユニット・<sup>5</sup>三重大学大学院生物資源学研究科

森林の蒸散量に影響を及ぼす要因には土壌の乾燥や地形が挙げられ、複雑地形の多い日本では重要な検討課題の一つである。本研究では、微地形とそれに伴う土壌の水分状態の相違が日本の主要樹種であるヒノキの蒸散量及び吸水深度に及ぼす影響を明らかにすることを目的として調査を行った。調査地は滋賀県南部の桐生水文試験地内赤壁流域である。斜面に沿って圧力水頭と樹液流をそれぞれテンシオメータ、グラニエ法を利用した樹液流センサーを用いて計測した。加えて、水の安定同位体の計測とトレンチ法による根の分布調査を行い、ヒノキの吸水深度を特定した。観測の結果、尾根部では谷部と異なり降雨後の乾燥が早く、すぐに降雨前の状態に戻り、また無降雨期間が長いと深度によっては谷部の土壌が尾根部の土壌より乾燥することが分かった。樹液流量は樹木の胸高直径に依存し、比較的胸高直径の大きい木が多い谷部では、尾根部より樹液流量が大きかった。また、土壌の乾燥時には谷部・尾根部ともに樹液流量が減少するものの、尾根部のほうが減少幅が小さいことが分かった。学会大会では、吸水深度の測定の結果も交えて土壌の乾燥に対する蒸散の応答について考察を行う。

P1-186 樹種の異なる単木樹幹流下量について

鳥羽 妙

尚綱学院大学総合人間科学部

これまでに森林を対象とした遮断蒸発の研究は多く行われてきたが、街路樹等の単木で植栽された木の遮断蒸発に関する研究例は少ない。公共施設内や街路への植栽は、単木または株立ちで行うことが多い。それらの遮断蒸発特性を明らかにすることは、植栽の維持管理をはじめ、都市計画やヒートアイランド対策、温暖化対策を考える上でも重要な情報となる。そこで、様々な木の単木遮断蒸発特性を明らかにするために、まず、本研究では樹幹流下量の観測を行い、樹種や周辺環境、季節変化がどのように影響するのかを明らかにすることを目的とした。

観測は、ソメイヨシノ3本、オオバボダイジュ1本、シナノキ1本でおこなった。5本すべてが単木で植えられており、それぞれの植栽環境は周囲に建築物が無い道路沿いや駐車場脇である。ソメイヨシノ2本は、1転倒0.5mmの雨量計とロガーを用いて時間変化も含めた観測を行い、残り3本はバケツを用いた貯留式で観測した。観測期間は展葉終了後の6月中旬から落葉前の10月上旬である。この間、シナノキ科の2本は、6月下旬に花を咲かせ、7月中旬に実をつけている。樹木状態の変化や降雨条件と樹幹流下量の関係を中心に発表する。

P1-185 Stand-transpiration estimates in a temperate mixed forest based on sap-flux measurement

Chen Wei Chiu・Tamao Kasahara・Kyoichi Otsuki

九州大学農学部附属演習林

[Introduction] In a natural broadleaved forest, estimating stand transpiration ( $E$ ) could be difficult due to species-specific variations. To establish the method to estimate  $E$  accurately based on sap flux measurement, we evaluate  $E$  of a mixed broadleaved forest in Fukuoka. We also compared the  $E$  with the one measured in a conifer forest next to our study site to examine if the forest type lead differences in  $E$ . [Methods] We conducted the sap flux measurement in a plot located in a natural broadleaved forest. Granier-type sensors were installed on 49 stems of total 12 species in the plot during June and August, 2013. [Results] The results showed that the sap flux density ( $F_d$ ) of diffuse-porous species had positive relation with DBH. This implies that, in diffuse-porous species, the species-specific variation was not the major factor in  $E$  estimates.  $E$  of the broadleaved forest was significantly larger than the one in the nearby conifer forest even before the thinning.

P1-187 The effect of strip thinning on partitioning of evapotranspiration in a Japanese cypress plantation

Xinchao Sun<sup>1</sup>・Yuichi Onda<sup>1</sup>・Kyoichi Otsuki<sup>2</sup>・Takashi Gomi<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>九州大学農学部附属演習林・<sup>3</sup>東京農工大学大学院農学研究院

We examined the effect of strip thinning on partitioning of evapotranspiration (ET) in a Japanese cypress plantation. Intensive field measurements were employed to monitor open rainfall, throughfall, stemflow, tree transpiration ( $E_t$ ), and evaporation from forest floor ( $E_f$ ). After 50% strip thinning which was conducted in a watershed in October 2011, annual ET decreased 15.5% from 980.2 to 780.1 mm. Thinning resulted in decreases in canopy interception ( $E_i$ ) and  $E_b$ , and an increase in  $E_f$ .  $E_t$  was the dominant component of ET in both periods while the relative contribution of each flux to ET became similar after thinning. These findings could guide us for predicting the changes in stand water balance by thinning, and achieving an optimized water and forest management in forested watersheds.

P1-188 ヒノキ人工林における強度間伐後の樹冠閉鎖が樹冠遮断率に及ぼす影響

野々田稔郎<sup>1</sup>・山本一清<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三重県林業研究所森林環境研究課・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

【目的】近年、過密状態の林分を対象に強度間伐が実施されている。これらの間伐が水流出へ及ぼす影響は、定性的理解は進んでいるが、定量的評価の研究は必ずしも多くない。このことから、水流出過程の一つである樹冠遮断率について、強度間伐実施林分を対象に調査を行った。【方法】2005年9月に36年生ヒノキ林分内（立木密度1750本/ha）に10m方形区プロットを設定し、プロット内の通過雨量（等間隔に13箇所）、樹冠流下量の測定を開始した。その後、2006年1~3月に当該林分において強度間伐（本数間伐率62%）実施し、通過雨量、樹幹流下量の測定を2年程度継続調査した。2013年7月から同一測点において、同様に通過雨量、樹幹流下量を測定し、間伐前、間伐直後、間伐後7年経過時点の樹冠遮断率を求めた。【結果】プロット内およびその周辺立木（24本）の平均DBH、平均樹高、平均枝張り半径は、間伐直後（2006年）の19.2cm、16.7m、1.8mから2013年12月時点で23.9cm、18.8m、2.4mと変化し、これにともない、間伐前20%程度、間伐直後5%前後と変化した樹冠遮断率は、間伐後7年経過時点で増加する（10-15%）傾向を示した。

P1-190 Analysis of sediment transport in a thinned headwater Yayama catchment in Fukuoka

Sothy HUN<sup>1</sup>・makiko Tateishi<sup>1</sup>・Tamao Kasahara<sup>1</sup>・Kyoichi Otuski<sup>1</sup>・Yuichi Onda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部附属演習林・<sup>2</sup>筑波大学生命環境学群

Sediment transport in a thinned headwater catchment of 2.98 ha was investigated. Sediment runoff from hillslope was measured at the vegetated area and on the logging road. Sediment transport in the stream was measured at three locations. On hillslope, rainfall generated sediment runoff, and the logging road showed more frequent and higher amount of sediment runoff than the vegetated area. In stream, sediments collected at the downstream point were greater than the midstream and upstream points. Sediment amount at the downstream point corresponded to the flow while rainfall showed more influence at the upstream point. These patterns of sediment transport together with particle distribution suggested that the primary source of sediment upstream was the vegetated area of hillslope, and was road and streambed sediments at downstream.

P1-189 強度の列状・点状間伐が河川流出へ及ぼす影響の評価：FM 唐沢山における観測事例

若林 甫<sup>1</sup>・五味高志<sup>2</sup>・山村理奈<sup>3</sup>・NamSooYoun<sup>3</sup>・平岡真合乃<sup>3</sup>・恩田裕一<sup>4</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・<sup>3</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>4</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究所

【目的】管理放棄されたスギ・ヒノキ人工林では森林の水涵養機能が損なわれることが報告されており、間伐による適切な管理が求められている。本研究は間伐手法の違いが河川流出の変化量にもたらす影響について評価した。

【方法】調査地は栃木県佐野市東京農工大学FM唐沢山2林班流域（17ha）および3林班流域（9ha）とした。40-50年生のスギ・ヒノキ人工林が主体の林分である。2林班流域では2011年6-10月に2残2伐の本数50%列状間伐を、3林班流域では2013年1-2月に本数50%点状間伐を実施した。各流域末端にパーシャルフリュームを設置し、2010年4月から2013年12月まで流量観測を行った。

【結果】2林班流域では間伐後に流出量が増加した。間伐後1年間の基底流量が297mm、直接流出量が225mm増加した。間伐により樹冠遮断量は44mm、蒸散量は292mm減少したと推定でき、基底流出増加をもたらしたと考えられた。直接流出量は、作業道の作設や施業に伴う林地の攪乱によって増加したと考えられた。一方3林班流域では間伐後の流出量の増加が見られなかった。本数間伐率で50%と同様であるが、材積間伐率が25%であり、間伐が河川流出量へ及ぼす影響が小さくなったと考えられた。

P1-191 植生が及ぼす比抵抗値および含水量分布への影響

工藤圭史<sup>1</sup>・森川普太<sup>1</sup>・嶋田 純<sup>1</sup>・田中伸廣<sup>2</sup>

<sup>1</sup>熊本大学大学院自然科学研究科・<sup>2</sup>熊本県庁

電気探査（ERI）は、土壌構造や土壌機能を乱さずに地下構造や地中水の分布を調査するための有用な技術である。本研究では、植生によって制御されているルートゾーンよりも深い地下部での地中水の分布を把握するために、隣接する森林流域と牧草流域を対象に、ERIを適用し比抵抗分布および含水量分布を調査した。この際に、得られた比抵抗値から含水量に変換するため、比抵抗値と含水率の関係を室内実験から求めた。

その結果、両流域の地下部に発達する帯水層構造は、森林流域では層状の帯水層構造、牧草流域では宙水構造であることが比抵抗断面分布図から推察された。比抵抗値を基に計算された平均土壌含水量は、森林流域で35%、牧草流域で24%となり、牧草流域の地中貯留量に比べ森林流域のほうが1.45倍大きいことが判明した。また、この結果は、Kudo et al. (2013) によって河川水のd値の季節変化を用いた滞留時間解析から算定された有効貯留量とほぼ一致し、十分妥当な結果であることが示唆された。そのため、森林植生の地下部での地下水資源貯留機能が牧草植生よりも高く、地表面植生の違いが地下水貯留構造の発達に影響を与えていることが示唆された。

## P1-192 降雨イベントの非類似度に着目した長期流出解析

伊藤和磨

名古屋大学大学院生命農学研究所

源流域内の植生状況や森林管理が低水流出および高水流出に及ぼす影響の解明は、森林水文学の主要なテーマのひとつである (Tani, 2012)。しかし Andreassian (2000) が森林の水源涵養機能は神話と問うほど科学的な説明は不十分であった。これを打開するためには、従来の水収支を前提とした手法だけでは不十分であろう。

今回の研究では従来の水収支を前提とした、主に通常の降雨を用いて回帰式やパラメータを同定している対照流域法や数理モデルとは異なる方法で流出解析を行い、台風による大洪水などの通常のパラメータから外れる想定外の事象を想定する手法の検討を目的とした。

流域内の2日間以上の無降雨を区切りとして連続した降雨を降雨イベントとして定義した。降雨イベントにはデータとして前日流量、当日の雨量、二日目までの積算雨量、三日目までの積算雨量、四日目までの積算雨量を入力し解析対象とした。この降雨イベントの非類似度をマハラノビス距離によって求め、降雨開始から4日目の流量と比較することで流出量や森林に起きた事象を解析した。今回の結果では高水時の流量とマハラノビスの関係を利用して高水流出を推定し見逃し率と空振り率を用いて検討を進めた。

## P1-194 山地小流域におけるフロン類を用いた湧水・地下水の滞留時間の推定とその時空間変動要因

長野龍平<sup>1</sup>・勝山正則<sup>2</sup>・池田隼人<sup>3</sup>・辻村真貴<sup>4</sup>・谷 誠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究所・<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>筑波大学生命環境学群・<sup>4</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究所

1990年代以降、フロン類を用いた地下水の滞留時間の推定が行われている。この手法は、1回の採水で滞留時間が推定できるという利点があるものの、国内では適用例が少なく、手法の有効性を検証する必要がある。本研究では、滋賀県南部の桐生試験地において、2013年に地下水および湧水を複数地点で3回ずつ採水し、3種類のフロン類(CFC11, CFC12, CFC113)を用いて滞留時間の推定を行った。涵養温度を年平均気温とし、3回の観測で同一トレーサーから推定された滞留時間を地点ごとに平均すると、CFC11では27年から31年、CFC12では21年から26年、CFC113では25年から27年の滞留時間が得られ、地点間の差が見られたものの、トレーサーごとに滞留時間の空間分布は異なっていた。また、3回の観測で、同一地点の各トレーサーの濃度差は最大でCFC11、CFC12、CFC113でそれぞれ100、130、20 ppt程度となり、これは滞留時間に換算するとそれぞれ7年、10年、2.5年の差に相当した。滞留時間の推定値に占めるこれらの差は大きいことから、フロンを用いた滞留時間の推定には複数回のサンプリング結果の検証が必要である。

## P1-193 ストロンチウム同位体比を用いた山地源流域における集水構造の流域間比較

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

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>総合地球環境学研究所・<sup>3</sup>鳥取大学農学部・<sup>4</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

滋賀県桐生水文試験地(5.99 ha)、岡山県鳥取大学蒜山試験地(117 ha)、岐阜県京都大学穂高砂防観測所ヒル谷流域(82.1 ha)において、山体の集水構造をストロンチウム(Sr)の安定同位体比(<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr)を用いて比較した。流域末端で水収支が閉じる桐生試験地では、流域下流部の河道沿いに高いSr同位体比をもつ基岩浸出水が存在し、渓流水のSr同位体比はその値に対応して引き上げられ、安定した。上流部の風化土層内の地下水は、深部ほど高いSr同位体比を示すことから、上流部で土層深部に浸透した水が下流部で湧出していると考えられる。一方蒜山試験地の渓流水は、支流の合流点を境にSr同位体比が大きく変化することから、支流ごとに地下水の起源が異なると考えられる。また、ヒル谷流域の渓流水のSr同位体比も支流ごとに異なり、支流合流後は側壁斜面からの湧水の値に対応して上昇した。しかしこの上昇は湧水だけでは十分説明できず、隣接流域の渓流水が高いSr同位体比を示すことから、流域界を越えて地下水が流入している可能性がある。以上より、山体の集水構造を考える際には、地下水流動を把握する必要があり、そのためにはストロンチウム同位体比の利用が有効である。

## P1-195 森林流域における蛍光特性を用いた溶存有機態炭素の時空間動態の解明

田中洋太郎<sup>1</sup>・勝山正則<sup>3</sup>・長野龍平<sup>2</sup>・鷹木香菜<sup>2</sup>・谷 誠<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・<sup>3</sup>京都大学学際融合教育研究センター グローバル生存学大学院連携ユニット

滋賀県南部の桐生試験地において、鉛直及び横方向の地中水移動過程における溶存有機態炭素の動態解明を目的に、土壌水、地下水、渓流水を採取し、三次元蛍光分析を行った。検出されたピークは、難分解性フルボ酸様物質(A)、易分解性フルボ酸様物質(C)、変質性フルボ酸様物質(M)、アミノ酸様物質(T)であった(Wu et al., 2009)。土壌水のフルボ酸様物質の蛍光強度は表層0-20 cmの鉛直浸透過程で分解・吸着によって急低下した。下層では蛍光強度が表層に比べ緩やかに低下するとともに、ピークM, Tが複数回確認された。地下水帯表層でも強度の低下が継続した。しかし、地下水帯下層では再び蛍光強度が上昇し、ピークC, Mが下層土壌層と同程度の強度になった。Katsuyama et al. (2005)は、地下水帯下層が斜面部で基岩に浸透した地下水によって涵養されることを示したが、本結果はこの水が土層の蛍光特性を保持したまま移動することを示唆する。飽和帯地下水帯での横方向移動から渓流流出に至る過程では蛍光強度の変動は小さかった。以上から、DOC蛍光特性は地下水帯に至るまでに概ね決まるとともに、溪流へのDOC供給源を考える場合、地下水帯の層位に着目した質の評価が必要である。

P1-196 海岸砂防林前線の犠牲帯における実生の発達とその定着条件について

金澤牧子<sup>1</sup>・伊東日向<sup>2</sup>・吉崎真司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都市大学環境情報学部・<sup>2</sup>京都市大学大学院環境情報学研究科

【目的】湘南海岸砂防林前線の犠牲帯において、樹林構造と実生群落の定着条件を明らかにする。【方法】神奈川県湘南海岸砂防林の前線に造成されている犠牲帯内で実施した。調査内容は①レベル測量による地盤高②風衝形の角度③毎木調査（樹高、直径、樹冠厚、生枝下高）による樹林構造④実生群落内の実生の分布と相対照度及び土壌特性調査である。【結果】①犠牲帯内には前線の砂浜から運搬された飛砂が堆積し小砂丘状となっていた。②樹冠上部によって形成される林冠は緑葉を着けた生枝と枯枝で構成され、全体として風衝形を形成していた。③毎木調査の結果、最前線はトベラまたはシャリンバイが平均1.6mの高さで優占し、後方はウバメガシが優占するが、樹高は後方に向かって順次高くなり、砂防林全面では7mに達していた。④実生群落はシャリンバイを優占種とし、ウバメガシ、シャリンバイ、ベラ、ヤツデで構成されていた。相対照度は前線部で12%、林内では2%未満のところが多かった。土壌水分は林内へいくほど高くなった。犠牲帯の衰退は背後の砂防林本体の健全性に影響を及ぼすと考えられることから、今後も引き続き注意深くモニタリングを継続する必要がある。

P1-198 地形指標と作業路作設状況との関係解析に標高データの解像度が及ぼす影響

山場淳史<sup>1</sup>・與儀兼三<sup>1</sup>・佐野俊和<sup>1</sup>・川元満夫<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>広島県東部農林水産事務所

異なる解像度の国土地理院基盤地図情報標高データ(DEM)を用いて計算した地形指標と現地の作業路作設状況との関係性を比較・評価した。調査対象は広島県三次市内の傾斜区分・土質が異なる2路線とした。DGPS測位地点を基準とした一定間隔の測量点において作業路横断面の地山勾配や法長など構造に関する項目の測量と、各測点の切土側・盛土側のワダチ部と中央部の3か所においてマルチ製CASPOLおよび山中式土壌硬度計を用いて路面支持力に関する項目の測定を行った。一方、地形指標として10mおよび5mメッシュのDEMを用い算出した傾斜度、累積流量、水の溜まりやすさを示すとされるTopological wetness index、土砂の侵食力を示すとされるStream power indexをそれぞれの事業地を含む流域ごとに作成し、メッシュポリゴンデータの属性データとして統合することにより地図データ化した。そのうえで構造および路面支持力のデータの座標に対応する地形指標データを抽出・統合し、それぞれの項目間の相関関係を計算することにより解析した。その結果、DEMの解像度の影響は構造との関係性に関してはいくつか確認されたが、路面支持力との関係性ではほとんど確認されなかった。

P1-197 平坦な河畔林におけるヤナギ落葉散布の面的推定

阿部俊夫<sup>1</sup>・山野井克己<sup>2</sup>・倉本恵生<sup>2</sup>

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

【目的】河川への落葉供給源解明のため、発表者らは以前に1次元モデルによる落葉散布推定法を開発した。しかし、1次元モデルでは平坦地の河畔林で面的な推定をおこなうことは困難であり、本研究では新たな2次元モデルの開発を試みた。【方法】モデル計算と検証には、北海道の平坦な河畔林2箇所におけるヤナギ類の落葉散布データおよび気象データを用いた。新モデルでは、一定確率でランダムに発生させた落葉の座標 $(x, y, z)$ を、葉が樹冠中央 $(0, 0, H)$ から速度 $F$ で落下しながら、風 $(W_x, W_y)$ と等速で水平移動するとして1秒ごとに計算し、落下地点の座標 $(z=0$ 時の $x, y)$ を求めた。この際、風は葉と同じ高度のデータを用い(風は4高度で計測)、落下速度 $F$ は正規分布を仮定してランダムに割り当てた(分布パラメータは実測データで決定)。【結果・考察】2つの河畔林とも、モデルによる推定は基本的に良好な結果であった。林道方向のみ過小評価となったが、これは林道上の風が林内より強かったためと思われる。今後、このモデルを用いて樹木が成長した場合や河畔林全体での落葉散布の解析をおこなう予定である。

P1-199 簡易貫入試験による森林作業道の路体支持力の評価

臼田寿生・和多田友宏・古川邦明

岐阜県森林研究所

【目的】

森林作業道の路体支持力の評価基準を確立することを目的として、作設方法が異なる路体において簡易貫入試験を実施し、路体の作設方法と支持力の関係を検討した。

【方法】

岐阜県内に施工された森林作業道のうち、盛土施工時に段切りと締固めを行った路線と行っていない路線を選定し、各路線において簡易貫入試験を実施した。各測点における簡易貫入試験の実施箇所は、路肩、轍(谷側)、轍(山側)とした。

【結果】

簡易貫入試験の結果、盛土施工時に段切りと締固めを行っていない路線では、調査した3測点のうち2測点の路肩付近において、Nd値で5未満の軟弱層の検出頻度が6割を超え、このうち地山勾配が35度を超える測点では谷側轍付近の路面に亀裂が発生していた。一方、段切りと締固めを行った路線では、地山勾配が35度を超える測点を含んだすべての測点において、Nd値5未満の軟弱層の検出頻度は4割未満にとどまり、路面上の亀裂も見られなかった。これらの結果から、森林作業道の盛土施工における段切りと締固めは路体の支持力向上に寄与していると考えられ、簡易貫入試験が森林作業道の路体支持力の評価方法として有効であることが示唆された。

## P1-200 森林作業道の簡易土工量推定法の検討について

野村久子<sup>1</sup>・島田博匡<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三重県林業研究所・<sup>2</sup>三重県津農林水産商工環境事務所

【目的】土構造が主体の森林作業道は測量を行わないため、事前に開設経費や土工量を把握しにくい。計画の段階でおよその経費を知ることで、集約化や所有者への説明がスムーズに行えると思われる。そこで、GISを使って計画線形の土工量を簡易に推定する方法について検討した。【方法】三重県内の既設作業道12路線を対象に線形測量と横断測量を行ない、717断面の横断面図を作成した。作成した横断面図から切土部幅員、盛土部幅員、切土土量、盛土土量、傾斜を測定し、既設作業道の横断面形状の特徴を分析した。また、土工において切土と盛土の差が少なく効率の良い幅員のセンター（CL）位置を検討するため、傾斜ごとに標準断面図（幅員3m、切土勾配3分、盛土勾配1割）を作成し、CLの位置が移動した場合の土工量の変化について計算した。【結果】標準断面において切土と盛土の差が少ないセンター位置は、傾斜が37度まではCLが幅員の中心にある時、38度からはCLが1m切土側にある時であることが分かった。また、測定した既設作業道の横断面形状は標準断面と比較して大きな差はなく、その土工量は傾斜を変数とする標準断面の計算式で推定可能であることがわかった。

## P1-202

（講演取り消し）

## P1-201 高解像度DTMを用いた作業道崩壊危険度分布図の作成

斎藤仁志・進藤大輔・植木達人・井上 裕・木下 渉

信州大学農学部

森林林業再生プラン制定以降、高密路網開設が推進され各地で路網開設が進められている。しかし、近年開設の進められている森林作業道は、土構造を主体としているため、通常の林道に比べ崩壊の危険性が高く、技術者の技術によっても強度にばらつきが出やすい。熟達した技術者が経験的に危険箇所を判断し、崩壊を避けているものの、作業道の崩壊危険因子は明らかでない。そこで本研究では、作業道崩壊を未然に防ぐために、作業災害を発生させる因子を指標とした作業道崩壊危険度分布図作成し、技術者への情報提供を行うことを目的とした。これまで林道において崩壊危険因子は検討されてきたものの、林道と作業道では線形・幾何構造ともに大きく異なる。そこで本研究では、林道で行われてきた手法を参考に、地形、地質、幾何構造の3つに関連する要因を取り上げ、カテゴリー区分ごとに崩壊危険度の判定を行った。その後、数量化Ⅱ類分析を用いて各要因の重視度を決定し、危険度の高い要因を判定した。最後にこれらの情報に基づき高解像度DTMで再現された作業道形状・地形情報から危険度判定図の作成を行い、情報の図化を試みた。

## P1-203 日本の木材供給における鉄道輸送の利用可能性

白澤紘明<sup>1</sup>・長谷川尚史<sup>2</sup>・梅垣博之<sup>3</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>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

鉄道輸送は他の輸送モードと比較して、中長距離輸送においてコスト優位性を示し、輸送量あたりのCO<sub>2</sub>排出量も低いため、モーダルシフトの担い手として期待されている。本研究では日本の原木供給における鉄道輸送の利用可能性について検討した。まず、鉄道輸送を利用すべきかを判定するための式を提示した。ここでの目的変数は鉄道輸送時の輸送コストと車両輸送時の輸送コストの差であり、説明変数は鉄道輸送と車両輸送、それぞれの輸送単価、輸送距離、荷役作業単価である。次に、鉄道輸送を利用すべき森林が実際にどの程度存在するのかを把握するために、GISを用いたシミュレーションを行った。シミュレーションにおいて、原木の供給源となる森林は福井県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県、鳥取県、岡山県のスギヒノキ人工林とし、原木の出荷先となる工場は貨物駅である伯耆大山駅に隣接するものとした。鉄道輸送を利用すべき森林は工場から遠距離にあり、伯耆大山駅とは異なる貨物駅の周辺部に存在した。

## P1-204 栃木県下の素材生産業者における皆伐作業の生産性・コスト分析

水庭 諄子・有賀一広・上村 僚  
宇都宮大学農学部

現在、全国的に森林を構成する齢級には偏りが生じており、間伐適期である8~11 齢級の森林が半分以上を占めている。今後、齢級が上がるにつれ、皆伐適期に移行していくものと考えられる。栃木県那須町では、大径材の需要も少ないことから、再造林費用を確保した上での皆伐、持続的な資源循環を促進する取り組みが行われている。筆者らは那須町にて皆伐作業の時間観測調査を行い、機械化作業システムの生産性およびコストの分析を行った。調査を行った皆伐作業地において、採材方法を曲がりや長級を考慮せず3m 一律で造材した場合、実測値と比較して搬出材積は1.17~1.27 倍に増加するものの、売上単価が0.67~0.85 倍になることから収支が悪化し、造林補助金を考慮しても皆伐の収入で再造林費用を捻出できない結果と試算された。現在の齢級構成を踏まえ、今後、皆伐は増加することが見込まれ、それぞれの林分に適した採材を検討することが求められる。今回、生産された丸太材積と作業時間を分析し、丸太材積を考慮したコスト推定式を作成したので、収支を最大とする最適採材について報告する。

## P1-206 ハーベスタ・フォワーダ CTL システムにおける間伐時の燃料消費量

佐々木達也<sup>1</sup>・中澤昌彦<sup>1</sup>・吉田智佳史<sup>1</sup>・陣川雅樹<sup>1</sup>・上村 巧<sup>1</sup>・山口浩和<sup>1</sup>・鈴木秀典<sup>1</sup>・大矢信次郎<sup>2</sup>・戸田堅一郎<sup>2</sup>・高野 毅<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>長野県林業総合センター・<sup>3</sup>長野県

機械の燃料消費率はコストを算定するときや環境負荷の評価を行うときに必要な要素である。近年ヨーロッパから導入された林業専用車両系機械（以下、欧州型）の燃料消費率はオーストリアの BFW で一部公表されているが日本の林地で適用できるかは不明である。本研究は日本に導入された欧州型および従来型の車両機械を用いて CTL システムによる列状間伐作業時の燃料消費率を明らかにし、比較・評価することを目的とする。今回、欧州型は SAMPO 1046PRO + VIMEK608、従来型は 0.25m<sup>3</sup> ハーベスタ (KESLA20SH) + 最大積載量 4.3t のフォワーダを使用し、平均 20 度の斜面において最大傾斜方向に列状間伐を行い、そのときの燃料流量および作業時間を測定した。その結果、時間当たりの燃料消費量 (L/h) は欧州型ではハーベスタが 9.0~9.5 (BFW : 8.0L/h)、フォワーダが 1.1~1.8、従来型ではハーベスタが 7.1~7.8、フォワーダが 4.2~4.3 であった。また単位生産量あたりの燃料消費量 (L/m<sup>3</sup>) は、上りで欧州型が 2.9、従来型が 4.2、下りでそれぞれ 2.8、6.7 であった。CTL システムの間伐においては欧州型車両系機械の方が燃料消費率が低いことが明らかになった。

## P1-205 小型ホイール式ハーベスタ・フォワーダによる CTL システムと従来型システムの間伐生産性

中澤昌彦<sup>1</sup>・吉田智佳史<sup>1</sup>・佐々木達也<sup>1</sup>・上村 巧<sup>1</sup>・鈴木秀典<sup>1</sup>・山口浩和<sup>1</sup>・大矢信次郎<sup>2</sup>・戸田堅一郎<sup>2</sup>・高野 毅<sup>3</sup>・岩岡正博<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>長野県林業総合センター・<sup>3</sup>長野県佐久地方事務所・<sup>4</sup>東京農工大学大学院農学研究院

【目的】本研究では、先進的な欧州製小型ホイール式ハーベスタ・フォワーダによる CTL (Cut To Length : 短幹集材) システムを確立するために、約 20 度の傾斜地において先進的システムと従来型システムによる間伐作業を実施した。【方法】林内車両系として上述の先進的 CTL システムとクローラ式建設機械による従来型 CTL システム、および架線系としてチェーンソー・スイングヤーダまたはウィンチ付きグラブによる従来型全木集材システムの 4 システムを選定した。なお、従来型架線系システムには、路上でのプロセッサ造材と土場までのフォワーダ運材が加わる。それぞれの作業システムにおいて、上り、下りの列状間伐を実施し、作業内容を時間分析して労働生産性を求めた。【結果】林内車両系において、先進的 CTL システムの生産性は、従来型 CTL システムよりも高く、下りにおいてはより顕著であった。また、従来型架線系システムと比較しても生産性は高かった。以上から、先進的 CTL システムは、わが国の傾斜地に適用しても高い生産性が期待できることが明らかとなった。

## P1-207 小型スイングヤーダにおける「伐倒同時集材方式」による集材工程の生産性

渡井 純

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

静岡県島田市の素材生産現場において、ベース車両 8t クラスの小型スイングヤーダ (日立 ZAXIS70 + 南星 IW22) による「伐倒同時集材方式」について工期調査を行い、その生産性を評価した。

間伐方法は列状間伐で、集材方法は全木による下げ荷集材 (平均幹材積 : 0.404m<sup>3</sup>) とし、作業は 2 名で行った。

「伐倒同時集材方式」における伐倒-集材の労働生産性は 0.97m<sup>3</sup>/人・時となり高い生産性を得ることはできなかった。先行伐倒集材で行った他の施業地では 2.07m<sup>3</sup>/人・時の労働生産性が得られており、集材木の平均幹材積 (0.614m<sup>3</sup>) などの条件は異なるが、この施業地の 1/2 以下の生産性であった。

「伐倒同時集材方式」で下げ荷集材の場合、伐倒が上方伐倒となることから伐倒に時間を要したことと作業員の連携不足により、搬器の伐倒待ちの発生時間が多くなってしまった。また、材を引き出す際に集材木が残存木に引っかかるなど、不慣れによるタイムロス等での生産性低下が考えられ、「伐倒同時集材方式」を効率よく行うには、ある程度の経験が必要であると思われる。



## P1-208 全木集材における部位別のバイオマス発生量

古川邦明

岐阜県森林研究所

岐阜県では平成26年中に木質バイオマス発電施設(5,000kwh)の稼働が予定されている。当施設では、発電のために年間約10万m<sup>3</sup>程の木材が必要とされている。すべて、A,B材以外でこれまで未利用材とされていた部位で賄うことになっている。また発電以外でも、木質ペレットやチップボイラーの導入も各地で進められており、木質バイオマスの供給に対して危惧する声もある。木質バイオマスを安定的に継続するためには、木質バイオマスの供給体制の確立が急務となっている。

そこで、県内の人工林から供給可能なバイオマス量とその分布を把握するため、県内各地域において、スギ・ヒノキ人工林の間伐によって生産・発生する、A,B材などの製材、集成材用、C材などチップ用材、それ以外の端材などの用途別の発生量について調査した。

調査は、県内全域の間伐事業地を対象とし、事業区からの出荷材積をAからC材ごとに集計した。端材など未利用材の発生量については、全木集材によるプロセス造材での部位別発生量調査(サンプル調査)と、標準地の毎木調査結果と出荷材積の結果から推定した。

## P1-210 エネルギー利用を目的とした伐倒木の葉枯らし

高村香菜子<sup>1</sup>・後藤純一<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】木材のバイオマスエネルギー利用にあたり、その工程の中において木材を乾燥させるということは重要であると考えられる。本研究では天然乾燥法のひとつである葉枯らしを対象とし、林内で葉枯らしを行った場合に、乾燥効果だけでなく材質の低下に至る時期を見極めることで、木材の多様な用途に対応出来るか調査する。【方法】スギ・ヒノキ・広葉樹の3種類の樹木を伐倒し、その後林内に放置して葉枯らしを行う。生長錐を用いて1.3m・樹高の1/2・3/4の部位からそれぞれ2ヶ所ずつ計6本のコアを採取し、含水率の変化を調べた。また、Fakoppを用いて樹高の1.3m・3.0mから1m元口寄りまでの間の応力波伝播時間を測定した。これらの測定は2~3週間毎を目安に行った。【結果】冬期の葉枯らしにおいて、スギは最初の2週間で含水率が大きく低下し、その後ほぼ横ばいとなった。その他の個体では含水率の顕著な低下は見られなかった。Fakoppの測定値はどの樹種でも横ばいの後減少していた。材の乾燥によって伝播時間が短くなると考えられるが、コアの含水率の変化とは一致していない。少なくとも、腐朽による材の劣化はまだ見られない。

## P1-209 森林バイオマスのエネルギー利用に向けた効率的な集荷運搬システムの検討：チップ化とバンドル化の比較

酒井明香<sup>1</sup>・渡辺一郎<sup>2</sup>・八坂通泰<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構法人本部・<sup>3</sup>北海道立総合研究機構林業試験場道南支場

再生可能エネルギー固定価格買取制度の開始以来、多くの企業や市町村が、木質バイオマスを化石燃料の代替燃料として用いる具体的な検討に入り始めている。木質バイオマスが、建設端材、製材工場端材、林地残材の三つに分類される中で、林地残材の利用率が1~2%前後と低い原因の一つに“層積密度が低いこと”、つまり運搬や保存にコストがかかることが挙げられる。この体積を減らす技術(減容化技術)は、現行では移動式木質破砕機等によるチップ化が主流となっている。一方で、枝条を結束する「バンドリングマシン」の国産機が開発され実用化に向けて実証が進められている。本稿では、北海道内各地の林地残材チップ化およびバンドル化の実証試験の結果を比較し(1)どれだけ減容化したか(2)減容化にどれだけの時間を要したか、の二点について検討し、利用施設までの運搬効率を考慮した上で減容化技術の現段階を考察する。

## P1-211 里山再生整備事業地におけるモウソウチクのタケノコおよび穂先タケノコの遊離アミノ酸について

大宮 徹<sup>1</sup>・寺島晃也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>富山県農林水産総合技術センター森林研究所・<sup>2</sup>富山県農林水産総合技術センター食品研究所

里山竹林をタケノコ生産林として維持するために、穂先タケノコを利用した密度管理が勧められている。富山県でも穂先タケノコの調理法を紹介し、効率的な竹林管理とその利活用を図っているが、穂先タケノコの呈味成分の情報はなく、採取する大きさや利用する部分は経験にもとづくもので、地域によっても異なり、普及現場から採取条件の明確化が求められている。そこで富山県内の2カ所で採取した71~244cmの穂先タケノコの先端から約40cmまでについて、呈味成分として重要な遊離アミノ酸の含量を調べ、タケノコと比較した。その結果、穂先タケノコに含まれる遊離アミノ酸はタケノコ同様にチロシンが最も多く、ついでGABA(γ-アミノ酪酸)、グルタミン、アスパラギンの順に多く含まれ、これら4種のアミノ酸で総遊離アミノ酸量の6割以上が占められていた。穂先タケノコの重量あたりの総遊離アミノ酸量はタケノコの半分弱であったが、穂先タケノコの先端部ではGABAがタケノコの基部と同程度に含まれ、グルタミン酸は穂先タケノコのどの部位でもタケノコ基部よりも多かった。このことから、穂先タケノコが呈味性や健康機能性の上からも有用な食材であることが示唆された。

## P1-212 竹チップの発酵条件

久米麻意<sup>1</sup>・後藤純一<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】近年、放置竹林の増加によって、竹が林地や農地へ侵入・拡大することが問題となっている。竹を有効活用することができれば、放置竹林の問題改善につながる。活用手段として、竹チップが注目されている。竹は含水率が高く、チップ化したものを積み重ねた状態で発酵しやすい。そこで、本研究では竹チップの発酵条件を調べた。

【方法】高知市春野町の竹林から採取した竹をチップ化し、プラスチック容器に入れて発酵させた。発酵の条件を調べるために、竹チップの含水率、管理する温度、プラスチック容器の容積の条件を設定した。これらの条件下で竹チップ内の温度変化と、発酵前後の絶乾重量の変化から発酵しているかどうかを調べた。

【結果】30℃、40℃、50℃で含水率が20%のもの、60℃の70%・45%・20%のものは、発酵と考えられる温度上昇と重量変化は概ねみられなかった。30℃、40℃、50℃で含水率70%、45%のもの、20℃で70%のものは、発酵と考えられる温度上昇と重量変化がみられた。以上の点から、発酵させたい場合には50℃以下で高含水率のもの、発酵をおさえたい場合には含水率20%以下のものが適していると考えられる。

## P1-214 択伐作業に伴う支障木発生のベイズモデリング：空間明示的個体ベースアプローチ

辰巳晋一・尾張敏章・笠原久臣・中川雄治

東京大学大学院農学生命科学研究科附属北海道演習林

択伐作業に伴う支障木の発生は伐採後の森林動態に大きな影響を与える。択伐作業時に残存木が死亡する確率は、その木の単木的条件（DBHや樹種）や空間的条件（伐倒木や集材路との位置関係）に左右される。しかし、単木的・空間的条件が複雑な状況下での支障木の発生予測はこれまで解析的に困難であった。本研究では、北海道の針広混交林を対象として、空間明示的個体ベースアプローチにもとづく階層ベイズモデリングを適用し、「どのような木が、どのような場所で死亡しやすいのか」を定量化した。

モデル推定の結果、択伐作業時の残存木の死亡率は、DBHの小さい木ほど有意に高かった。また、トドマツやエゾマツなどの針葉樹で死亡率は高い傾向が見られた。広葉樹と比べて木材の強度が低いことが、針葉樹の高い死亡率に起因していると考えられる。伐倒木および集材路の近くにある木ほど、また伐倒木のDBHが大きいほど、残存木の死亡率が有意に高かった。例えば、伐倒木のすぐ隣（0 m）にある木は、30 m離れた木の13倍、死亡率が高いと推定された。針葉樹小径木の支障発生回避に配慮した択伐作業計画を立てることが重要と考えられた。

## P1-213 竹林伐採搬出の時間分析

近藤 稔<sup>1</sup>・小林 駿<sup>2</sup>

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

【目的】管理放置竹林の拡大が問題になって久しく、竹林整備や竹材の新たな利用方法が試行されるようになった。しかし長らく竹林の収穫が滞ってきたことから竹林の伐採搬出の作業工程については青木（1956）など古いものしか見当たらない。そこで今後竹林の整備・収穫を行う上で必要となる竹林の伐出搬出工程を明らかにするための時間分析を行った。【方法】愛知県の里山再生事業として行われた愛知県知多郡美浜町宇奥田の竹林整備を観測対象とした。モウソウチクとマダケよりなる竹林（0.7 ha）の竹全伐、モウソウチク林（0.35 ha）の竹間引き（約90%の間引き）、広葉樹林の侵入竹（モウソウチク）の伐採（0.26 ha）および一部の搬出作業を目視観察とビデオ撮影により作業の時間分析を行う。作業は2名一組を基本にチェーンソーによる伐倒、3 m程度の玉切り、人力またはバックホウによる搬出である。【結果】まだ分析の途中結果であるが、モウソウチクの全伐では1時間当たり44本、サイクルタイム30.5秒、竹の間引きでは1時間当たり26.5本、サイクルタイム79.2秒、侵入竹の伐採では1時間当たり25本、サイクルタイム78.7秒であった。

## P1-215 たかはら地域における団地化を考慮した収穫可能エネルギー推定モデルの構築

上村 僚<sup>1</sup>・有賀一広<sup>2</sup>・田坂聡明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学大学院・<sup>2</sup>宇都宮大学

栃木県内でも木質バイオマスの主燃料とする発電所や熱利用施設が増加する一方、伐捨間伐材や林地残材の有効活用が議論されている。栃木県で2008年度の施業履歴や森林簿、GISデータを用いて林地残材等の収穫費用や収穫可能エネルギーを推定するモデルを参考に、たかはら森林組合を対象として、団地化した場合の収穫費用や収穫可能エネルギーを推定したところ、収穫費用が低減し、収穫可能エネルギーが増加する結果が得られた。また、地続きの小班を団地化するプログラムを作成して、収穫費用と収穫可能エネルギーを推定できる可能性が示された。ただし、収穫費用等は現場の値と近似していたが、収入には大きな違いがあった。これは丸太価格や造材歩留りを一定としていることが原因である。丸太価格や造材歩留りは、林地残材等の収穫費用や収穫可能エネルギーに大きな影響を与えるため、本研究ではこの点について検証した。また、地域レベルではモデルの推定値を検証していなかったため、この地域の素材生産量の実績値と比較検証した。なお、本研究では林地残材等の収穫費用や収穫可能エネルギーの経年変化を検証するために、2008年度に加えて、2005年度から2010年度の施業履歴を用いて解析を行った。

## P1-216 森林調査のためのスマートフォンとレーザー距離計によるアプリケーション開発

菊島浩貴

東京大学大学院農学生命科学研究科

本研究ではスマートフォンとレーザー距離計による単木単位で樹幹の位置と胸高直径を簡便に測定するアプリケーションの開発を行った。樹幹の位置について、緯度と経度が既知の基準点から測定地点の位置を求めて、スマートフォンで方位角を測定し、レーザー距離計で測定した水平距離により算出した。3シグマの範囲における誤差  $y$  (m) と距離  $x$  (m) の近似式は  $y=0.1046x+0.0167$  となった。現地調査の結果と比較した結果 67% が近似式の範囲内となり、誤差の原因は方位角の誤差であった。胸高直径の測定について、レーザー距離計を用いて測定地点からの距離を求め、スマートフォンの画面上で樹幹の胸高直径に対する視野角を求めて計算した。精度検証を行い許容する誤差の範囲内に収まる確率の回帰式は  $y=-1.7901x-0.4349u+32.3344v+43.9077$  ( $x$ : 距離 (m)、 $u$ : 胸高直径 (cm)、 $v$ : 許容する誤差の長さ (cm)、 $y$ : 確率 (%)、決定係数: 0.936) となり、現地調査と比較して精度が確認された。誤差の原因は樹幹までの距離と太陽光や樹皮の剥けと考えられる。

## P1-218 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—2年間計測の結果から—

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】将来木施業を日本で導入していくにあたり、従来の施業法との違いを明らかにしたうえで新たな導入要件や問題点を示す必要がある。そこで本研究では、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の計測を行い、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。【方法】調査は将来木施業が行われているスギ林とヒノキ林の2ヶ所で行った。各プロットに土砂受け箱を、樹種の要因に加え、伐採条件、傾斜条件、地形の3つの要因を組み合わせ設置した。設置期間の1~2カ月ごとに土砂受け箱へ流入したリターと土砂を回収している。回収物は全乾重量を計測し、リターと土砂に分け、土砂を細土、砂礫小、砂礫大、礫に分別して重量を測定する。そして計測した土砂から物質移動レートを算出し比較する。【結果】粒径別、傾斜別の2要因にはほとんど差が見られなかった。単要因では、回収期間が最も寄与率が高く、降雨強度の影響が大きいと考えられる。本研究と列状間伐を行っているスギ林の流出量を調査したものと比べると、スギ林での物質移動レートは同程度であり、ヒノキ林の物質移動レートは高い結果となった。

## P1-217 大型車両走行による林地への影響

鈴木秀典<sup>1</sup>・中澤昌彦<sup>1</sup>・上村 巧<sup>1</sup>・佐々木尚三<sup>2</sup><sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所

【目的】作業の効率化や労働環境の改善などのため、林内走行型の大型ホイール式林業機械が導入されている。このような機械による林内走行の影響を明らかにするため、走行路における土壌圧密の調査を行った。【方法】網走西部森林管理署管内で、大型ホイール式のハーベスタおよびフォワーダを主に用いた間伐作業箇所を対象に、コーンペネトロメータによって計測を行った。【結果】ハーベスタが2回(往復1回)走行したと思われる突っ込み線形の走行路(A-1、A-2)およびハーベスタとフォワーダが各1回走行したと思われる連絡線形の走行路(A-3)で土壌圧密を計測したところ、A-1、A-2ではほとんど圧密が見られなかったのに対し、A-3では深さ40cm程度までの層で圧密によると思われる土壌硬度の上昇が見られた。A-3の特徴として、A-1、A-2よりも体積含水率が低く、相対的に乾燥していること、未走行箇所でも土壌硬度が大きく、礫の割合が多いことがあげられる。よって、A-3において圧密が大きくなった原因として、積載量が最大のときにはハーベスタよりも総重量が大きくなるフォワーダが走行したこと、土壌の含水率が低く、礫の混入が多いことが考えられる。

P1-219 森林作業におけるCO<sub>2</sub>排出量の算出—大阪府森林組合による事例—

淵上ゆかり・栗本修滋・原圭史郎・上須道徳

大阪大学環境イノベーションデザインセンター

日本の林業の現状では、国内林業は国や自治体からの補助金無しには成り立たない状況にある。その結果、作業の合理性、効率性、環境への負荷、という観点は無視されがちになり、最終的な採算性だけが重視された森林施業が行われている。このような背景から、環境負荷の観点を考慮した持続性の高い森林整備のデザインが求められている。

先行研究からは、製材課程と比較して山林作業におけるCO<sub>2</sub>排出量は小さいため、無視されがちであることが明らかになっている。そこで本研究の目的を、実際の森林施業における燃料利用量からCO<sub>2</sub>排出量を概算し評価することとした。調査地は大阪府高槻市中畑地区の86-87林班中に位置する、50.06haの区域である。対象林分は、大阪府森林組合三島支店によって平成25年度に間伐施業が行われており、間伐強度は30%が予定されている。まず、森林における伐採→市場への出荷の際にかかる燃料を聞き取り調査から明らかにし、1m<sup>3</sup>あたりのCO<sub>2</sub>排出量を概算した。同様に、間伐材の利用によるペレットとバイオコークスの製造の際にかかる燃料および電力からは、木質バイオマスの製造・利用による環境負荷を明らかにした。

## P1-220 フォワーダ荷台上の積載物の有無がオペレータの操向感覚へ及ぼす影響

山口浩和<sup>1</sup>・鹿島 潤<sup>1</sup>・清水直喜<sup>2</sup>・児玉秀一<sup>2</sup>・名本亮介<sup>2</sup>・波崎卓巨<sup>2</sup>・富元雅史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林技術総合研修所 林業機械化センター

【目的】フォワーダ車両の転倒、滑落事故を防止するためには、オペレータに対する安全教育の実施、さらにはオペレータが車両の運転特性を深く理解していることが望ましい。そこで本報告では、車両の運転操作に影響すると考えられる要因として荷台積載量の変化に注目し、荷台への積載物の有無による重心位置の変化がオペレータの運転操作感覚に与える影響を調査した。

【方法】試験に用いた車両は、幅1.7m、長さ4.7mの履带式フォワーダである。広い平坦な土場にカーブを組み合わせた特設の3m幅の走行路を作成し、荷台への丸太の積荷量を変化させながら走行試験を行った。車両には、操舵レバーの操作状況および車両方位を計測するためのセンサを取り付け、自動追尾型トータルステーションによりその走行軌跡を計測した。

【結果】走行試験の結果、空荷状態での運転に慣れたオペレータが、荷台に丸太を積載した車両を運転した場合、車両がより内側の走行ラインを通る傾向が見られた。これは、積載時には車両の重心および履帯の旋回中心が後方に移動するため、同じような感覚で操舵を行った場合でも、車両前方がより大きく内側に切れ込むことが原因と考えられる。

## P1-222 林業の安全性と生産性に基づいた都道府県のクラスター分析 ―グループ間の比較検討―

中島千嘉<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科

近年は日本の林業分野においても、高性能林業機械の導入や路網等の基盤整備の進展によって労働環境の改善や労働負荷の軽減が進んでいる。しかし、依然として林業の労働災害発生率は高く、また、労働生産性も林業の盛んな諸外国に比べ低く留まっている。日本は地域によって地形や気候等が多様であるため、地域による条件の差異も考慮に入れて安全性・生産性の現状やその要因を把握し、それらの向上を図る必要があると考えられる。そこで、本研究では、都道府県を一単位として、労働安全・労働生産性の現状および社会・経済・自然・森林・労働・経営・生産等に関する約30の要素との関連性を把握し、それらの結果をもとに改善の方向性を見出すことを目的とする。死傷年千人率・労働生産性に基づいて階層的クラスター分析を行い、47都道府県を複数のグループに分類した。その上で、社会・経済・自然環境等の諸条件から収集したデータをもとに、パス解析や共分散構造分析を行って背景的な要素の因果関係を明らかにし、グループごとの特徴や差異、その要因等を比較した。

## P1-221 スイングヤーダにおけるワイヤーロープと繊維ロープを使用した場合の労働負荷と生産性の比較

渡辺亮介・近藤 稔

名古屋大学大学院生命農学研究科

【目的】林業労働者の高齢化が進むなかで、労働災害を防止するために労働負荷が比較的大きいと考えられる架線集材での先山作業者の負担を軽減することが求められている。またスイングヤーダのような簡易架線では架線の張り替えが多いことから、作業負担を軽減することは結果的に生産性の向上にもつながると期待される。そこで本研究では従来集材に用いられてきたワイヤーロープの代わりに、同程度以上の強度を持ちながら非常に軽量のダイニーマ製繊維ロープを使用することで作業者の負担がどの程度減少し、生産性の向上につながるのかを明らかにすることを目的とする。

【方法】調査は愛知県新城市愛郷地区のスギ・ヒノキ林で行った。作業は列状のランニングスカイライン式集材（ワイヤーロープおよび繊維ロープ）と繊維ロープを使った魚骨状の主索付きランニングスカイライン集材の3種類の集材方法で実施された。また先山作業者にPOLAR社製の心拍計を装着してもらい5秒毎の心拍を測定した。測定結果からワイヤーロープと繊維ロープを用いた場合での先山作業者にかかる負担を比較した。また、ロープと集材方法の違いがもたらす生産性の違いについても考察を行った。

## P1-223 「緑の雇用」研修における安全教育についての分析

船坂雪那・山田容三

名古屋大学大学院生命農学研究科

現在、林業は高性能林業機械の導入等により作業能率が上がり、現場環境が改善されたといえるが、労働災害は未だ非常に高い割合にある。昭和47年に制定された労働安全衛生法により全産業対象に安全管理体制が定められ、死傷年千人率は大きく低下した。しかし、現在の林業の死傷年千人率は30%前後と、他産業の1%以下という値に対して大幅に高い値を示しており、林業の現場は未だ危険な労働環境であるといえる。労働災害減少のためには事業体、作業員等の各々の安全意識の向上が重要になってくると考えられる。安全意識の向上により安全衛生活動への取り組みが積極化し、また事故を起こしやすい事業体や個人の不注意も減り、労働災害の減少につながることが期待される。同時に、安全意識の向上のためには適切な安全教育が必要になってくると考えられる。よって本研究では、現在の林業における安全意識の現状・問題点を明らかにし、安全意識向上のための安全教育の取り組みを検討することを目的とした。調査方法としては、「緑の雇用」研修で用いられている教科書の分析を行い、オーストリアの技術者研修で用いられている教科書とも比較分析を行った。

## P1-224 上高地国有林内横尾地区における入林者の外観色彩調査

松村哲也<sup>1</sup>・古賀 聡<sup>3</sup>・中西弘充<sup>1</sup>・小西 哉<sup>2</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>信州大学繊維学部・<sup>3</sup>信州大学学士山岳会

入林者の生命身体の安全を保ち、万一の際の救難性を高める方策のひとつとして、色彩の災害予防効果の活用を挙げることができる。例えば被服や装備の色彩として周囲の環境から良好に分離し、視認性・被視認性の高い色彩を採用する。筆者らはこれまでに林業作業者の安全性向上に向けた色彩デザインについて提言を行ってきたが、本報告では安全向上を狙う対象を拡大し、林業など業務目的の入林者のみならず、保健休養を目的とする者をも考慮した上で、入林者の多くが装備し人体背面部面積の50%以上を占めるリュックサックの色彩機能に着目した。

調査は2013年8月15日の午前中に上高地国有林横尾地区横尾山荘前を通過した入林者の姿形を撮影し、その画像よりリュックサック部位の色彩パッチを採取した。採取サンプルを元にリュックサック色彩の分布を求め、2012年までに予め採取した横尾谷・槍沢上流域の林内を構成する環境色彩値と比較し、色彩の分離傾向をはじめ視認性の良否判別につながる色差の算出を行った。

## P1-226 下層植生衰退環境下の芦生研究林におけるニホンジカ的环境選択

池川凜太郎<sup>1</sup>・鮫島弘光<sup>2</sup>・中島啓裕<sup>3</sup>・高柳 敦<sup>1</sup><sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>京都大学東南アジア研究所・<sup>3</sup>京都大学大学院理学研究科

シカ類の環境選択についての研究では糞粒法やテレメトリデータが用いられることが多い。これらの手法では糞粒の分布数や標識個体の位置情報により場所の利用強度を評価することで、シカの環境選択を判断している。しかし、利用強度の違いだけではどのような行動の違いを伴っているのかを知ることは困難である。本研究では自動撮影カメラのビデオモードを使用して、ニホンジカ *Cervus nippon* (以下シカ) の環境選択のうち採食行動に着目し、どのような環境でシカが採食を行っているのかを解明することを目的とした。

京都大学芦生研究林は現在嗜好性植物がほとんど消滅しており、シカの餌資源に乏しい環境にある。こうした状況でもシカの生息は確認されているが、採食生態はよく分かっていない。林内(522ha)の実生が相対的に多くシカが採食を行うと思われる場所に自動撮影カメラを20台設置し、シカの採食行動を記録した。画像内にシカの頭部が入ってから前肢が出るまでの時間のうちで、採食時間を算出した。さらに各カメラ設置場所の地形、傾斜、方位を調べ、各環境における採食時間の差を求めた。今回の発表では本研究の現状報告を主に行い、その結果を元に考察を進めていく。

## P1-225 木質プラスチック製プランターの使用2年後における色と強度の変化

廣瀬可恵・岩澤勝巳

千葉県農林総合研究センター森林研究所

【目的】木質バイオマス(70%)とポリプロピレン(30%)からなる千葉県の木質プラスチックは、エコ素材として期待されているが、実際に使用した際の耐久性に関する知見がほとんどない。そこで、土壌を充填した木質プラスチック製プランターを2年間使用し、その色と強度の変化を調査した。【方法】スギ樹皮、スギ木部、マテバシイ、タケで作成したプランターを、設置場所(温室設置、野外設置、暗所保管した未使用)、木材保護塗料(水性、油性、無塗布)が異なる条件下で2年間使用し、色と最大荷重(N)を測定した。【結果】色は、温室設置したもので、塗料塗布の有無や種類に関わらず全体に赤みが増し、塗料塗布したものでは、白色化が抑えられる傾向が見られた。野外設置したものは、全体的に白色化し、素材や塗料による色の差は小さくなった。最大荷重(N)の平均値は、未使用13,137、温室設置11,348、野外設置8,175であり、野外設置での劣化が大きかった。塗料別では、スギ木部製で、無塗布より水性塗料で最大荷重が高くなる傾向が見られたが、全体としては、木材保護塗料の塗布による耐久性の向上は認められなかった。

## P1-227 間伐後のヒノキ人工林におけるシカの採食が土壌動物群集に与える影響

片桐奈々<sup>1</sup>・肘井直樹<sup>1</sup>・野々田稔郎<sup>2</sup><sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>三重県林業研究所

近年、人工林における生物多様性を豊かにするために、間伐によって林内の光環境を改善し、下層植生を発達させる試みが各地で行われている。しかし、ニホンジカ(以下シカ)の生息密度が高い地域では、間伐による植物生産力の向上がシカの採食を集中させるといわれており、下層植生の発達にはシカの採食がない場合と比べて大きく異なると考えられる。とくに、シカの採食は、下層植生の量や種数を衰退させるといわれている。このような変化は、土壌表層の環境を変化させ、それにより土壌動物も強く影響を受けることが予測される。そこで本研究では、間伐後のヒノキ人工林において、シカの採食が土壌動物群集にどのような影響を及ぼすのかを調査した。

調査は、シカが高密度に生息する三重県林業研究所実習林のヒノキ人工林内で行った。この林分は2008年12月に間伐され、その後防鹿柵が設置されている。その柵内と柵外に調査区画を設け、区画ごとに下層植生の量および種数、リターの量、土壌動物群集の個体数および分類群数の調査を行った。これらを、柵内・外で比較することにより、シカの下層植生の採食が土壌動物群集に及ぼすカスケード的影響を考察した。

P1-228 日本の冷温帯森林において森林構造の違いが森林棲コウモリの餌資源発生量に与える影響

小松茉莉奈<sup>1</sup>・上條隆志<sup>1</sup>・安井さち子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生命環境学群・<sup>2</sup>茨城県つくば市大角豆在住

本研究の調査地である栃木県奥日光地域には、冷温帯性の自然林が広域的に分布し、多くの森林棲コウモリの生息が確認されている。奥日光の森林棲コウモリについては、ねぐらと生息環境の調査が行われており、カラマツ人工林より冷温帯自然林にコウモリ類が多いことが明らかにされている。本研究は、その理由を餌資源である昆虫の発生量の観点から検討することを目的とし、人工林と自然林間で昆虫発生量を比較した。2013年6月～9月に、人工林と自然林の各10地点(合計20地点)で、マレーズトラップを用いて飛翔昆虫を採集した。昆虫は、目別、サイズ別に分類し、個体数と多様度・均衡度を比較した。その結果、昆虫の総個体数、目別個体数、サイズ別個体数のほぼ全項目で人工林の方が有意に高い値を示した。また、多様度・均衡度については、森林タイプ間の差はなかった。これらの結果から、昆虫発生量は、人工林よりも自然林の方が明らかに少なく、コウモリ類の個体数の相違に対して、エサ資源量(昆虫発生量)自体の影響は少ないものと考えられる。

P1-230 スギ人工林におけるヤマガラ繁殖生態—広葉樹パッチからの距離との関係—

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所

森林性鳥類にとって、針葉樹人工林は一般に、繁殖期の主要餌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。本研究では、人工林内に小面積ながら点在する広葉樹林(広葉樹パッチ)が、カラ類の繁殖生態に与える影響を調査した。

調査は、愛知県豊田市にある名古屋大学稲武フィールドの55年生スギ人工林で行い、日本の森林に広く分布するヤマガラを対象とした。2012年と2013年に約60個の巣箱を約20mの間隔で列状に設置し、4月から8月の間、週に2～4回の頻度で巣箱を見回って、営巣したつがいの繁殖特性(初卵日、一腹卵数等)を記録した。また、孵化後14日目に雛の体重を測定して成育状態を評価した。

ヤマガラは、スギ林内に点在する広葉樹パッチから0～110mの距離にある巣箱を利用して、繁殖を行っていた。一腹卵数は5～8個の間で、パッチからの距離が遠くなるにつれて減少したが、14日目の雛の平均体重に距離の影響はみられなかった。これらのことから、広葉樹パッチから100m程度であれば、卵数は減少するものの、雛は質を低下させることなく巣立つものと考えられた。

P1-229 栃木県北部における針葉樹人工林の皆伐がオサムシ科甲虫群集に与える影響

鷲見勇貴・逢沢峰昭・大久保達弘

宇都宮大学農学部

本研究では、栃木県北部の宇都宮大学船生演習林において、針葉樹人工林の皆伐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。前年に皆伐されたヒノキ人工林(以下、皆伐地)に1プロットと、ヒノキ人工林、スギ人工林、落葉広葉樹二次林に各1プロット、計4プロットを設置した。そして、5～11月の月1回、各プロットに15個のビ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。また、飛翔性のオサムシ科甲虫の侵入を調べるため、各プロットに2個の衝突板トラップを10日間設置した。さらにその結果、566頭が捕獲され、最優占種はツクバクロオサムシであった。皆伐地とヒノキ林で比較すると、種数、多様度指数ともに皆伐地で高かった。飛翔性のオサムシ科甲虫の侵入はほとんどみられなかった。また、クラスター分析および主座標分析(PCO)の結果、皆伐地とヒノキ林では種組成に違いがみられた。これは皆伐地でツクバクロオサムシが減少し、反対にゴモクムシ亜科が増加したためだと考えられた。以上のように、オサムシ科甲虫群集の種組成は、皆伐によって森林性種が減少し、草地性種が増加することで大きく変化し、多様性が高まることが示唆された。

P1-231 樹洞密度から見たムササビの生息環境

大久保央史・中村友美子・安藤元一

東京農業大学大学院野生動物学研究室

樹洞が森林生態系の生物多様性に与える影響を見るために、樹洞性動物の代表としてムササビの生息の有無から調査地を選び、樹洞密度を比較した。調査地は東京都、神奈川県、長野県における標高100～1,400mの1)屋敷林と雑木林が混在する里山林、2)スギ植林と照葉樹林が混交した社寺林、3)スギ巨木社寺林、4)ミズナラ天然林、5)コナラ-クヌギ雑木林、6)カラマツ-ミズナラ林の6ヶ所とした。

ムササビが利用できる直径8cm以上の樹洞の密度をみると、ミズナラ天然林は24.6個/ha、針広混交社寺林は11.0、スギ巨木社寺林は8.6、里山林は2.8、雑木林は3.2、カラマツ-ミズナラ林は0.9であった。ムササビ生息密度は一般に社寺林で高く山地の森で低いとされるが、樹洞密度はその逆の値を示したことから、樹洞不足がムササビの生息制限要因とはなっていない。ムササビが利用できない直径1～8cmの樹洞の密度をみると、最大はミズナラ天然林の52.6、最小はスギ巨木社寺林の1.5となった。すなわち調査地は3タイプとなった：小さい樹洞の多い森(里山林、雑木林、カラマツ林)、大きい樹洞の多い森(スギ巨木社寺林)、大小どちらも多い森(ミズナラ天然林と針広混交社寺林)。

P1-232 ネズミの種類毎にみた虫害クリ堅果の持ち去り状況—幼虫脱出の有無による比較—

柏木晴香・梶村 恒

名古屋大学大学院生命農学研究科

動物（主に齧歯類）によって虫害堅果も貯食散布され、胚軸や幼根が残っていれば発芽可能である。このため、森林の更新や分布拡大に関与しているかもしれない。しかし、堅果内部の幼虫は、胚を摂食する一方で散布者の餌となりうる。本研究では、このような堅果の質的変化に対するネズミの反応を明らかにした。

昆虫の産卵孔・脱出孔の有無により、クリ堅果を3段階の虫害ステージ（健全、幼虫入り、脱出済み）に分類した。これらを組み合わせて林内で供試実験を行った。小型発信器を装着した堅果を餌台に静置し、一晩後に堅果を追跡して持ち去り状況（移動距離、埋土深、捕食状況、貯蔵様式）を記録した。また、自動撮影された写真から持ち去ったネズミ種を判定した。

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）が堅果を持ち去り、いずれも虫害ステージの進行に伴う移動距離の短縮、埋土深の増大、完全捕食と巣穴貯蔵の割合増加の傾向を示した。逆に言えば、幼虫が入っていると、餌としての価値が胚の損失を補完するため、健全堅果に近い反応を示すといえる。つまり、幼虫の存在が虫害堅果の fate を変える可能性が示唆された。

P1-234 栃木県周辺地域のナラ枯れの被害推移と高標高域におけるカシノナガキクイムシの出現

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>宇都宮大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部

カシノナガキクイムシ（以下、カシナガと呼ぶ）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全国的に拡大した。現在は栃木県周辺地域にまで被害は及び、今後栃木県に侵入する可能性が考えられる。本研究では、2011年の福島県および群馬県におけるナラ枯れの被害分布を明らかにするとともに、福島県は過去14年間（2000～2013年）、群馬県は過去3年間のナラ枯れ被害推移を、メッシュ図を作成して解析した。また群馬県みなかみ町の被害は、大きな被害が発生している新潟県南魚沼市もしくは湯沢町から1000mを超える谷川連峰を越えて拡大したのではないかと予想されたことから、今後の詳細な侵入経路予測のため、高標高域のカシナガの分布を調査することによって被害の拡大要因を検討した。2011～2013年において、福島県の栃木県境付近および群馬県の被害量は減少していた。しかし、福島県では被害量の多いメッシュが南下していたため、今後も注視が必要と考えられた。高標高域のカシナガの分布は800m以上では確認できず、みなかみ町の被害は台風などによる機械的な侵入によってもたらされたものと考えられた。

P1-233 ナラ枯れ被害木の経過年数に伴う枯死材性甲虫相の変化

太田修平<sup>1</sup>・澤田晴雄<sup>2</sup>・日野輝明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名城大学農学部・<sup>2</sup>東京大学生態水文学研究所

1980年代以降、日本の広葉樹二次林ではカシノナガキクイムシとその共生菌によるナラ類集団枯損（通称ナラ枯れ）が発生している。ナラ枯れ被害地では枯死材が大量に発生するが、これを利用すると予想される枯死材性昆虫の群集構造の変化はまだ明らかになっていない。この変化は森林生態系の生物間相互作用を理解するうえで重要な知見であると考えられる。本研究では愛知県瀬戸市の生態水文学研究所において、5から10月にトランクウィンドウトラップを用いて、コナラの経過年数の異なる枯死木（1～4年）と健全木に飛来する甲虫の比較を行った。その結果、捕獲された甲虫の個体数は2年木をピークとする山型を示した。そのうち優占種であるキクイムシ科とナガキクイムシ科は、それぞれ2年木と健全木で最も多く捕獲された。また、CCA（正準対応分析）による種構成の座標付けと環境要因との関係から、腐朽度と子実体の種数によって健全木と枯死木とが区別された。

P1-235 ナラ枯れ発生地におけるミズナラ生立木伐倒後の処理方法の違いが養菌性キクイムシの穿入に与える影響

今井光岳・梶村 恒

名古屋大学大学院生命農学研究科・森林保護学研究分野

ブナ科樹木萎凋病によるナラ類の枯損被害は、カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）以外の養菌性キクイムシの増加も引き起こしているものと思われる。つまり、生立木時にはカシナガ、衰弱・枯死してくると他種が穿入する。このような養菌性キクイムシ相の変化は、樹木の含水率によって説明できるかもしれない。そこで本研究では、伐倒木の切断面へのシリコン塗布の有無が養菌性キクイムシの穿入に与える影響について検討した。

愛知県北東部のナラ枯れが発生している林内で、ミズナラ生立木を2013年5月下旬に4本伐倒した。2本はそのまま、残りの2本にはシリコン処理を施し、林内に放置した。形成される穿入孔を約1～2週間ごとに観察し、穿入時期とその部位を記録した。伐倒から約2～4ヶ月後に回収し、割材して種を同定した。

シリコン処理をした供試木は、伐倒から約1ヶ月後にカシナガの穿入が始まり、その約1週間後にサクキクイムシ、ヤチダモノナガキクイムシ、ハンノキキクイムシも確認された。カシナガは穿入開始から約3週間、他の3種は約1週間をピークに達した。一方、シリコン処理をしなかった場合、キクイムシ相はほとんど変化しなかったが、個体数はわずかであった。

P1-236 樹液生産木に対するネプトクワガタの選好性は年によって変わるのか？

加藤啓司・梶村 恒

名古屋大学大学院生命農学研究科・森林保護学研究分野

森林昆虫の中には樹幹から滲出する樹液を餌資源とする一群がある。開発による樹液場の減少は、その個体数に悪影響を及ぼす可能性がある。そのため、彼らの利用する樹液場の特徴を解明し、保存すべき樹木個体を特定することは生物多様性保全の観点から重要である。

本研究では、地域によっては絶滅危惧種であるネプトクワガタ（以下、ネプト）を対象に、樹液生産木の選好性について調査した。2012～2013年の5～10月、名古屋大学東山キャンパス内で、アベマキ、コナラ、アラカシ、ハルニレの4樹種に集まるネプトの個体数をほぼ毎週計数し、訪れる樹液場を記録した。また、上翅表面にマーキングを施し、放置・追跡した。

その結果、2012年にネプトが利用したアベマキ、コナラの樹液場は、2013年も多数の個体が集中する傾向がみられた。ところがハルニレの樹液場は2012年にネプトが最も多く確認されたにもかかわらず、2013年はあまり利用されなかった。これは付近で工事が行われた影響かもしれない。また、マーキング個体は全て同じ樹液場で発見された。ネプトは樹液場からほとんど移動していない可能性がある。

P1-238 養菌性キクイムシの繁殖成功からみた穿入様式—ウリハダカエデ伐倒木における種間および年次間比較—

西村朋也・梶村 恒

名古屋大学大学院生命農学研究科森林保護学研究分野

森林昆虫の一大グループである養菌性キクイムシは、種によって樹木の異なる部位に穿孔する。この選好性の違いは、養菌性キクイムシの営巣場所をめぐる種間関係を決定する一因になっていると予測される。しかし、養菌性キクイムシの穿孔様式の研究は、穿孔孔の分布のみを調査したものが多く、材内の繁殖状態を考慮したデータは少ない。そこで本研究では、穿孔孔分布が繁殖に与える影響を明らかにし、森林における生物多様性維持機構を理解する一助とした。

愛知県北東部の林内で、ウリハダカエデを2012年に1本、2013年に3本、いずれも7月頃に伐倒し、林内に放置した。形成される穿孔孔を約2週間ごとに観察し、穿入時期とその部位を記録した。伐倒から約2ヶ月後に回収・割材し、種の同定と繁殖状況の確認を行った。

2012年はミカドキクイムシ（以下、ミカド）が樹幹、サクキクイムシ（以下、サク）が枝で優占した。2013年は全体的に穿孔数が少なく、ミカドは確認されなかった。2種ともに、樹幹よりも枝の方が繁殖成功率は高く、発育ステージも進んでいる傾向がみられた。すなわち、樹幹を多く利用したミカドでも、枝が繁殖に好適であることが示唆された。

P1-237 ウダイカンバ幼樹におけるハンノキカミキリの被害防除法

及川誠也<sup>1</sup>・杉田久志<sup>2</sup>・松木佐和子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>岩手大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所

針葉樹人工林の針広混交林化や広葉樹林化は、生物多様性や付加価値の高い広葉樹資源確保の観点から注目されている。有用広葉樹のウダイカンバは、このような施業において重要であるが、幼齢期にハンノキカミキリ幼虫による穿孔被害を受ける。そこで本研究では、ウダイカンバ幹に対するハンノキカミキリ産卵の効率的な防止方法について検討した。調査地は、岩手県雫石町にある1960年植栽のカラマツ人工林を2003年に帯状皆伐した跡地に天然更新した幼齢二次林である。ここに、25m四方のコドラートを3つ設定した。調査時におけるウダイカンバ生立木の平均密度は約0.1本/m<sup>2</sup>である。6、7月にステンレスとポリエチレンの網を用いてコドラート内にあるウダイカンバの幹に、①ステンレス網で根元から180cmを覆う、②ポリエチレン網で根元から180cmを覆う、③ポリエチレン網で根元から90cmを覆う、④ポリエチレン網で90cmから180cmを覆う、⑤無処理を行ったところ、①②>③④>⑤の順に防除効果が高かった。本発表では、各処理における産卵防止効果と、被害を受けやすい木の条件（被害履歴や周辺ウダイカンバの密度など）について考察を行う。

P1-239 ツツジグンバイ属を中心とした日本産グンバイムシ科（カメムシ目）の系統関係

室 紀行<sup>1</sup>・久保田耕平<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

【目的】カメムシ目の一科であるグンバイムシ科について、系統分類学的な位置に疑問があるとされるナシグンバイを含むツツジグンバイ属を中心として、DNAの分子情報により系統関係を推定するとともに、それらの生態情報から植食性昆虫の多様化プロセスの解明に貢献する。【方法】ツツジグンバイ属を中心として25種のグンバイムシ科昆虫をサンプリングし、ミトコンドリア遺伝子COI領域の解析を行った。また、生態が知られていない種の越冬態を調査した。【結果】ツツジグンバイ属は常緑広葉樹を宿主とする種群と落葉広葉樹のみを宿主とする種群の2系統に分かれ、沖縄県を除く温帯産種では前者と後者で越冬のステージが異なっていた。後者にはナシグンバイとともにツツジグンバイ属の1種と、明らかに形態の異なる別属の種が含まれ、ツツジグンバイ属が側系統群である可能性が示唆された。また解析に用いた種において、落葉広葉樹あるいは夏緑性草本を宿主とし成虫で越冬する種は系統樹中に分散したが、常緑広葉樹を宿主とし卵で越冬する種は単系統群を形成し、この形質は派生的であると推定された。



P1-240 津市海岸のミカワオサムシ個体群の形態解析にもとづく由来の推定

佐藤 優<sup>1</sup>・秋田勝己<sup>2</sup>・乙部 宏<sup>2</sup>・久保田耕平<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>三重県津市

【目的】三重県津市の2海岸の荒地で、非常に局地的なミカワオサムシの個体群が発見された。これらは既知の分布域から離れている上に、かつて集中豪雨の後に漂着した樹木の根や枝条周辺からミカワオサムシの生存個体が採集された海岸に近いことから、同様に洪水によって海岸に漂着したものから個体群が生じている可能性がある。これらの個体群の起源を推定し、オサムシ類の水流による分散プロセスについて考察することを目的とした。【方法】採集されたオサムシ個体から取り外した交尾片の各部位の長さを計測した。先行研究によるミカワオサムシ各亜種の形態解析の結果を用いて、正準判別分析及び判別関数によって津市海岸の個体群がどの亜種に近いかを解析した。その他の形態的特徴も併用して、個体群の起源を推定した。【結果】2個体群のうち、白塚海岸の個体群はほとんどの個体が美濃亜種に、影重海岸の個体群は飛騨亜種に判別された。これらは岐阜県の長良川、木曾川流域から流水により運ばれて漂着した個体由来であり、2個体群の由来が異なるという可能性が示された。このような漂着によるオサムシ類の分散過程は従来ほとんど想定されておらず、今後考慮する必要がある。

P1-242 レンガタケに感染するウイルス HIEV1 のゲノム構造解析

横井寿郎・太田祐子

森林総合研究所

レンガタケ (*Heterobasidion orientale*) は、トドマツやモミなどの針葉樹に心材腐朽を起こす木材腐朽菌である。当研究所では、木材腐朽菌類の被害を回避し、コントロールする手段として、ウイルスを用いた菌の生物防除に取り組んでいる。そこで本研究では、まず、レンガタケに感染するウイルスを探索し、生物農薬の素材としての可能性を探るため、基本的な性状を明らかにした。レンガタケ10菌株からウイルスを探索した結果、3菌株からウイルスが検出され、*Heterobasidion orientale* endornavirus 1 (HoEV1) と名付けた。HoEV1は、外被タンパク質をもたず、単分節の2本鎖RNAゲノムを有する。約15kbのウイルスゲノムの塩基配列を決定し、予想されるアミノ酸配列およびゲノム構造を解析した結果、本ウイルスは *endornavirus* に近縁なウイルスと考えられた。また、各菌株の生長速度を比較した結果、本ウイルスを保有する菌株は健全な菌株に比べて平均で約70%程度に菌糸の生長が抑制されることが明らかになった。この結果から、本ウイルスはレンガタケの蔓延を抑制する、生物防除に有望な素材であると考えられる。

P1-241 子実体を用いた多孔菌類の種多様性評価方法の検討

山下 聡・服部 力・岡部真美子

森林総合研究所

菌類には寄生者や分解者などの機能を持つ様々な種が含まれ、生態系で重要な役割を果たしている。木材腐朽性多孔菌類の多様性はしばしば森林状態の指標として用いられてきた。一方で、温帯地域と異なり熱帯地域では、木材腐朽性多孔菌類の種数に対するサンプリング努力の影響は十分に検討されていない。マレーシアの低地フタバガキ林に設置した2haプロット内で4年間に5回調査を行い、観察種数と推定種数を比較した。本研究を通じて、140種が記録され、188種が生息するものと推定された。したがって、推定値の約75%が観察された。最初のサンプリングにおいて観察された種数は全体の半数程度であった。サンプリング回数が3回以上になると、全体の80%を超える種が記録された。熱帯地域の木材腐朽性多孔菌類の種数は、少なくとも3回以上の野外調査を行わないと、著しく過小に推定することになることが示唆された。本菌類の多様性のパターンを正確に理解するためには、より信頼性の高い種多様性の推定値が必要であろう。

P1-243 南根腐病菌の温度特性と病害分布予測

太田祐子<sup>1</sup>・服部 力<sup>1</sup>・秋庭満輝<sup>1</sup>・升屋勇人<sup>2</sup>・佐橋憲生<sup>1</sup>

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

【目的】南根腐病は、南根腐病菌 (*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。日本では南西諸島、小笠原諸島の街路樹、生け垣、防風防潮林、公園の緑化木など、人為的影響の大きな場所で被害が認められる。現在の病害発生地の北限は奄美大島であるが、本菌は九州以北に分布するスギ、ヒノキなど主要造林樹種にも病原性があるため、今後温暖化の影響を受けて分布域が拡大した場合には大きな被害になる恐れがある。【方法】気候シナリオデータ (MIROC-H, A1B シナリオ) を用いて、現時点での北限地である奄美大島北部の1月平均最低気温をもとに、2040~2050年および2090~2100年における南根腐病分布可能域の予測を行った。あわせて培地上での南根腐病菌の生存温度を調査した。【結果】南西諸島および小笠原諸島産10菌株を用いて試験をした結果、菌糸は8~10度で成長を停止し0~2度で死滅した。気候シナリオデータをもとに南根腐病被害分布域をプロットしたところ、2040年代には種子島まで、2090年代には鹿児島県南部、佐賀県と福岡県の一部にも拡大すると予測された。

## P1-244 スギ非赤枯性溝腐病被害材における材色と曲げ強度の関係

幸由利香・岩澤勝巳

千葉県農林総合研究センター森林研究所

【目的】スギ非赤枯性溝腐病被害材の感染部位を製材利用できるか検討するため、腐朽程度を目視及び色彩色差計による色の測定で評価し、曲げ強度との関係を調査した。【方法】非赤枯性溝腐病被害材について、JIS規格に準じて20×20×320mmの小試験体43個を製材した。腐朽程度について、目視による4段階評価（A：激しい腐朽や帯線、B：腐朽、C：変色、D：正常）及び、色彩色差計（ミノルタ製CR-400）を用いたL\*a\*b\*表色系による評価を行った。また、圧縮試験機（オリエンテック社製UTM-10）を用いて、支点間距離30cmの3点中央集中荷重とし、10mm/minの速さで5KN荷重し、曲げ強度を測定した。

【結果】目視による4段階評価のうち、Aに分類された試験片の曲げ強度はC、Dと比較して、1%水準で有意に低くなった（Tukey-Kramer法）。Cの曲げ強度の平均値は66.7N/mm<sup>2</sup>でDと同程度であり、JAS甲種1級材の基準強度27.0N/mm<sup>2</sup>を全ての試験片で上回ったことから、腐朽が進んでいない変色材は製材利用できる可能性が示された。また、色彩色差計で測定した結果、曲げ強度はa\*値が高く赤みが増すほど強くなり、b\*値が高く黄みが増すほど弱くなる傾向が認められた。

## P1-246 キンイロアナタケによるヒノキ根株腐朽病の進展

田端雅進<sup>1</sup>・内原伸司<sup>2</sup>・蓮池将道<sup>3</sup>・山津宙行<sup>3</sup>・石丸真弓<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所微生物生態研究室・<sup>2</sup>香川県森林センター・<sup>3</sup>香川県小豆事務所

キンイロアナタケによるヒノキ根株腐朽病は外観から判別が困難な病気で、病気の発生に気がついた時にはすでにかなり症状が進行した状態であることが多く、対処が容易ではないので、深刻な問題である。本菌は幹の傷や根の傷から侵入し、腐朽被害を起こすことが明らかになっている（Tabata et al., 2010）。しかし、どのような要因が病気の被害にかかわっているか全く明らかになっていない。そこでシカの剥皮及び複数回のヒノキ植栽と本病の発生の関係を調べた。ヒノキ根株腐朽病の腐朽高とシカ剥皮の関係を調査した結果、シカの剥皮が見られた木は見られないものに比べ、腐朽高が2～5倍高くなることが明らかになった。一方、薪炭林の後にヒノキを植栽した林と、薪炭林の後に二度ヒノキを植栽した林で腐朽被害の関係を調べたところ、後者が腐朽面積が大きくなることが判った。また、薪炭林の後に三度ヒノキを植栽し、植栽8年後、本病を調べた結果、二度ヒノキを植栽した場合に比べて被害率が1.5倍多くなっていた。以上から、キンイロアナタケによる根株腐朽病が発生した林で複数回ヒノキを植栽した場合、ヒノキ根株腐朽病が拡大することが判明した。

## P1-245 チャアナタケによるスギ辺材腐朽

服部 力<sup>1</sup>・太田祐子<sup>1</sup>・高本育治<sup>2</sup>・早乙女梢<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>鳥取大学農学部

近年、国内各地でスギの幹辺材腐朽被害の発生が認められている。しかし、その原因菌や被害の発生機構には不明の点が多い。本研究は、スギ辺材腐朽菌の同定と被害発生要因の解明を目的として行った。森林総合研究所関西支所（京都市伏見区）実験林内のスギを伐採、辺材腐朽の認められたものについて、腐朽部から菌の分離を行うとともに、腐朽長の測定や腐朽部位の観察を行った。分離された菌の一部について、rDNAのITS領域を用いた分子系統解析を行った。タバコウロコタケ科に属することが示唆された菌の一部は、分子系統解析の結果 *Fomitiporella* 属に属し、チャアナタケの子実体由来菌株と同一クレードを形成した。分離源の腐朽材の一部について、腐朽のもっとも進んだ部分に枯枝跡が認められ、枯枝跡が侵入門戸の一つである可能性が示唆された。腐朽は材の中心方向および上下に進展、最大腐朽長は320cmに達していた。しかし、形成層への加害は認められず、チャアナタケモドキに見られるような溝腐れ症状は認められなかった。本研究の結果、チャアナタケがスギ辺材腐朽の原因菌の一つであることが示唆され、枯枝跡から侵入する可能性があることがわかった。

## P1-247 北海道のトドマツ人工林における根株腐朽の発生状況とその要因

徳田佐和子<sup>1</sup>・小野寺賢介<sup>1</sup>・滝谷美香<sup>1</sup>・八坂通泰<sup>2</sup>・対馬俊之<sup>1</sup>

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

【目的】根株腐朽被害は外見からの判断が難しく経済的な損失が大きいため、長期的な展望に基づいた森づくりの障害となっている。本研究では、施策指針に資することを目的とし、トドマツ人工林における根株腐朽被害について発生状況を把握するとともに被害に関係する要因を調べた。【方法】1997～2013年にかけて、道内のトドマツ人工林（民有林）224林分232地点（林齢24～90年）で、伐根13288本を対象に根株腐朽被害を調査した。被害発生状況（有無、木口面腐朽部の面積）と間伐回数、環境データの関係を検討し、一般化線形混合モデルにより被害予測モデルを作成した。【結果】調査地の本数被害率は0～94.0（平均28.3）%で、根株損傷部の100%に腐朽が観察された。被害発生を予測する変数としては、損傷を伴わない腐朽では「齢+地形」、腐朽全体では「齢+斜面上の位置+地形」、「齢+斜面上の位置+最大積雪深」、または「齢+地形+最大積雪深」の組み合わせが選択された。腐朽部面積を予測する変数としては、損傷を伴わない腐朽では「齢+推定蒸発散能/降水量+地形」、腐朽全体では「齢+地形+土壌の種類」が重要であることが示唆された。

## P1-248 積雪の制御が土壌伝染性菌類のエゾマツ・トドマツ種子への加害に及ぼす影響

宮本敏澄<sup>1</sup>・尾張敏章<sup>2</sup>・坂上大翼<sup>2</sup>・芝野博文<sup>2</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<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

林内の積雪下で樹木種子は様々な土壌伝染性菌類の感染を受けるが、なかでも暗色雪腐病菌は種子の腐敗を引き起こし、更新阻害要因となることが知られる。本研究では、更新促進施業への応用を念頭に、積雪の量や期間の制御が暗色雪腐病菌をはじめとする菌類のエゾマツとトドマツ種子への感染・加害に及ぼす影響について調べた。東京大学北海道演習林の標高の異なる2カ所の針広混交天然林内に、凹凸処理(1mの残し幅の両脇に深さ1mの溝を掘削)、除雪(早春に1回)、融雪剤散布(早春に1回)の3種の積雪制御を施す処理区を設け、根雪前に地表面に種子を設置した。翌春の融雪後に種子を回収し、組織分離による菌類感染率、シャーレ内の発芽床で種子発芽率を調査した。菌類感染率は凹凸区で低下し、この傾向はトドマツよりエゾマツで顕著で、積雪期間の長い高標高の試験地では低標高ほど顕著でなかった。感染菌類に占める暗色雪腐病菌の割合は、両樹種とも高標高で低標高より低い傾向が認められたが、凹凸区では高標高で高く、除雪区では高標高で低かった。種子の発芽率は、低標高では凹凸区のエゾマツでのみ発芽が認められたが、高標高では処理区間に違いは認められなかった。

## P1-250 樹木枝内生菌の多様性と宿主に対する生態的役割

升屋勇人<sup>1</sup>・市原 優<sup>2</sup>・佐橋憲生<sup>3</sup><sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>森林総合研究所

樹木枝に内生する菌類の宿主樹木の防御機構への貢献を明らかにする目的で、枝内生菌の多様性評価、および主要枝内生菌間の拮抗関係の解明を行った。各樹種の当年枝を表面殺菌後分離培養し、形態およびLSUrDNAの塩基配列により同定した。高頻度に分離された菌種は対峙培養で拮抗関係を調査した。その結果、分離菌種は樹種、場所で異なっていた。青森県のアカマツでは *Pezicula*、茨城では *Sphaeropsis*、京都では *Chloroscypha* が優占していた。ミズナラでは岩手県で *Colpoma* が、京都では *Diaporthe* が優占していた。全体的には *Diaporthe* 属菌等、胴枯病を引き起こす Diaporthales、および、*Nemania* 属等リグニン分解能を有する Xylariales が優占していた。一方で、*Pezicula*、*Colpoma* 属等、植物寄生菌のグループも比較的高頻度に出現した。これらは内生菌としてよく知られているがその機能については十分には分かっていない。対峙培養による拮抗関係の試験では、Diaporthales、Xylariales グループは対峙菌を被覆したが、*Colpoma* は拮抗する菌の生育を阻害していた。枝に内生する菌類は種により、基質を占有する戦略が異なると考えられた。

## P1-249 菌類を利用した花粉症起因植物に対する花粉飛散防止効果の検討

窪野高德<sup>1</sup>・市原 優<sup>2</sup>・阪上宏樹<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>九州大学大学院農学研究科

演者らはスギ雄花だけに特異的に寄生する子のう菌類 (*Sydowia japonica*) をスギ及びヒノキ雄花に散布することによって、両者の花粉飛散防止に成功した。そこで、この手法を用いて、都市圏で問題となっているマツ科樹木(クロマツ・アカマツ)及びカバノキ科樹木(シラカバ・ヤマハンノキ)の花粉飛散を防止するため、本菌を用いた拡大適用を検討した。本菌の分生子懸濁液に5%大豆油と1.6%レシチンを添加して、分生子乳剤を作成し、散布液とした。2012年11月及び2013年3~4月にかけて、有傷及び無傷処理したクロマツ・アカマツ及び無傷処理したシラカバ・ヤマハンノキの成熟雄花に対し、分生子乳剤を散布した。3~4月にかけてクロマツ及びアカマツの雄花に乳剤を接種した結果、有傷区及び無傷区とも、全ての雄花が開花し花粉の飛散は抑制されなかった。また、シラカバ及びヤマハンノキの接種では、両者とも雄花に異常は見られず、花粉は正常に飛散した。以上の結果、マツ科及びカバノキ科に対しては分生子乳剤の効果は認められなかった。今後は分生子よりも一層活性の高い菌糸塊をもちいた接種試験を行い、マツ科及びカバノキ科雄花を確実に枯死させる接種法を検討する。

## P1-251 スギ・ヒノキ林内大気中の菌類胞子に対する帯状伐採の影響

高畑義啓・宮崎和弘・小坂 肇

森林総合研究所九州支所

スギ・ヒノキ人工林において、帯状伐採が空中を落下する糸状菌胞子にどのような影響を与えるか明らかにするため、林内に落下する胞子数と種類を調査した。熊本県菊池市のスギ・ヒノキ人工林内の帯状伐採または皆伐を行った林分の各1地点で寒天平板培地を一定時間開放後、実験室に持ち帰って15℃暗黒下で培養し、出現したコロニー数を落下胞子数とした。出現したコロニーの一部は単離を行い、rDNA ITS領域の塩基配列または形態によって同定を試みた。調査は2011年6月から2013年12月の間、およそ2週間に一度の間隔で行った。伐採前の2012年と伐採後の2013年のいずれも、落下胞子数のピークは5-6月で、その後漸減して秋・冬季にはごく少数となり、季節変動には大きな違いがなかった。伐採前には抗菌剤を添加した培地と非添加の培地で出現コロニー数に大きな差がなかったが、伐採後には抗菌剤添加培地で出現したコロニー数が顕著に少なかった。現在までに同定できた菌株で見た菌類相でも伐採前後に違いがあり、帯状伐採が林地に落下する菌類胞子の群集に影響した可能性があるが、この点を明らかにするにはさらに調査を重ねる必要がある。

P1-252 メヒルギの成長・樹形形成過程へのメヒルギ枝枯病の影響

亀山統一

琉球大学農学部

琉球列島のマングローブの主要樹種であるメヒルギ *Kandelia obovata* の成長過程におけるメヒルギ枝枯病の影響について、西表島浦内川と沖縄島大浦湾のマングローブ林において検討した。潮間帯に生育するメヒルギは、稚樹の時には潮汐に伴い樹体が毎日水没するが、樹高成長とともに樹冠の多くが満潮位よりも高くなって水没しなくなる。メヒルギ枝枯病は、散布体組織から病原が分離されず、当年生稚樹は当初未感染である。若齢木～成木では、潮汐で水没する枝に本病の感染・発病・胞子形成が認められたが、その影響は小さかった。一方、満潮位より上では、当年生枝の枝先枯れが頻発するが、本病の寄与は部分的であった。枝先枯れは普通、数節以内で止まり、そこからの萌芽と枯死を繰り返して基部が肥大する。健全な枝幹の生きた組織への本病病原の潜在感染は認められなかった。時に当年枝から肥大部を超えて大枝に至る枯れが発生したが、その場合、機械的損傷に起因する事例をのぞいて、本病病原が枯死に寄与していた。本病による大枝の枯れ下がり、メヒルギの成長・樹形形成過程への本病の寄与の中心であると考えられた。

P1-254 サクラ類こぶ病の発病に及ぼす光質と摘葉処理の影響

石原 誠<sup>1</sup>・秋庭満輝<sup>2</sup>・佐橋憲生<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微生物領域

前回、演者らはサクラ類において、細菌性こぶ病菌 (*Pseudomonas syringae* pv. *cerasicola*) による発病が、光量の不足した条件下で増大することを報告した。サクラ類のこぶ病に及ぼす光の影響について更に解明を進めるため、光量の不足による影響が顕著であったソメイヨシノを対象樹種とし、接種枝に着生する葉の枚数を三段階に調節する摘葉処理と、照明に使用する蛍光管の色を白色から緑色、赤色、青色に変える光質処理を施して接種実験を行った。その結果、摘葉処理を行うことにより、発病程度が上昇する傾向が認められる一方、光質を変化させた場合、白色光より、赤色光で発病程度が上昇し、青色光で発病程度が減少する傾向が認められた。これらのことから、本来の抵抗性が発揮されるには、十分な葉量の葉が受光する必要があること、波長のより短い光が有効であることが分かった。

P1-253 特異な樹形のメヒルギ林縁木に見られる枝先枯れとそれに関与する菌類

辻本悟志・佐々木真里奈・亀山統一

琉球大学農学部

琉球列島のマングローブにおいて、メヒルギは主要な構成樹種である。林内でのその樹高はふつう数 m に達する。一方、林縁部の個体は、しばしば、樹齢によらず樹高 1 m 程度に留まり、次第にテーブル状の樹形をなしていく。林縁でこの樹形が維持される原因を明らかにするため、沖縄島大浦湾と西表島浦内川の自然度の高いマングローブ林において、枝の伸長・枯死の状況を記録し、また、枯死枝からの菌類の分離を試みた。林縁木では当年枝の伸長と葉の展開は活発に起こっていた。ところが、枝先枯れが極めて高頻度で発生して伸長成長が阻害され、その後、下部の葉腋から活発に萌芽し、再び枝梢枯が発生するというパターンが観察された。枝先枯れの頻発位置は大潮満潮時の潮位の直上部分にあたり、それより低い位置では大枝の枯死は認められなかった。枯死した枝先には、高頻度でメヒルギ枝枯病菌の分生子殻が形成されるが、菌体が認められないものも多くあった。後者からは、二次寄生が疑われる多様な菌群が分離される一方、メヒルギの若い茎組織にしばしば内生する菌群の一部も分離された。枝先枯れは、特定の位置で多く発生し、複数の要因が関与していることが示唆された。

P1-255 ソメイヨシノの水分生理学的樹勢判定

藤田 凌・池田武文

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

【はじめに】全国各地で植栽されたソメイヨシノ (*Cerasus × yedoensis*) の多くが樹齢 50 年を越え、近年衰弱が報告されている。本研究ではソメイヨシノの水分生理と外観衰退度を比較検討することで、その衰弱程度を評価した。

【材料と方法】京都府立大学構内のソメイヨシノを供試木とし、2012 年と 2013 年の盛夏から晩秋までの供試木の水分生理状態を把握するために次の測定を行った。1) 日中の葉の水ポテンシャル (プレッシャーボンベ法)、2) その他葉の水分生理諸特性 (PV 曲線法)、3) 枝のキャピテーション (水切れ) 感受性 (空気注入法)。さらに、樹木診断様式 ((財) 日本緑化センター、2006) により地上部の外観衰退度判定を行った。

【結果】外観衰退度不良の供試木において、水分生理状態は各測定項目で、衰弱傾向であった。また外観衰退度良の供試木では、キャピテーション感受性などのパラメータに衰弱の兆候が見られた。その他の供試木についても外観の衰退度と水分生理状態の良否は必ずしも一致するわけではなく、見た目は健全なソメイヨシノでも水分生理的には衰弱傾向にあることが示された。

## P1-256 北海道南西部におけるニレ類衰退木の発生実態

山口岳広<sup>1</sup>・石原 誠<sup>1</sup>・升屋勇人<sup>2</sup>・市原 優<sup>3</sup>・神崎菜摘<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・<sup>3</sup>森林総合研究所  
関西支所

【目的】近年北海道においてニレ立枯病菌の存在が明らかになった。そのため、自生あるいは植栽されているニレ類（ハルニレ・オヒョウ・ケヤキ）の衰退が実際に発生しているかどうか、また衰退と本病との関連を解明する必要がある。そこで、まず野外のニレ類衰退木の発生実態を明らかにするため調査を行なった。

【調査地と方法】エゾシカによるニレ類の樹皮食害で生ずる衰退・枯損と区別するため、エゾシカの密度が比較的低い北海道南西部を調査対象地とした。車で調査対象地域を走行して目視によりニレ類の衰退木を探し出し、樹高・胸高直径を測定して衰退度を5段階で評価した。また、人為的攪乱の度合いや周囲の立地環境等、衰退の原因に関連すると考えられる事項を記録した。

【結果】北海道南西部において104本のニレ類衰退木を確認した。樹種は多くがハルニレであった。幼木から大木まで様々な個体サイズで衰退木が観察された。衰退度は軽微なものが多かったが、枯死あるいは枯死寸前の衰退木もあった。衰退木は道路開設・改修や周囲の伐採による風当たりの強い場所など人為的攪乱・干渉の強い立地環境で多く発生している傾向があった。

P1-257 *Ceratocystis polonica* 接種がエゾマツ苗の水分通道に与える影響高橋由紀子<sup>1</sup>・小笠真由美<sup>1</sup>・坂上大翼<sup>2</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>東京大学大学院農学生命科学研究科附属北海道演習林

青変病菌の1種である *Ceratocystis polonica* は、樹皮下穿孔虫によって伝播され、エゾマツ生立木に全身萎凋性の枯損を引き起す。本菌による宿主の通水阻害機構を明らかにするために、菌接種後のエゾマツ苗における菌糸と水、宿主防御反応の位置関係を調査した。2012年6月、東京大学北海道演習林の苗畑に植栽された6年生苗の樹皮にドリルで孔を開け、菌糸を蔓延させた湿潤爪楊枝片を木部に接するように埋設して接種した。接種8週間までの期間、接種苗の木部圧ポテンシャルは、無菌爪楊枝片を処理した対照苗と有意な差がなかった。この間、順次苗を地際で切り出し酸性フクシン水溶液の吸い上げにより木部通水領域を染色した後、接種部を含む樹幹を凍結、採取した。各試料より凍結切片を作成し、一部は固定後F-WGA染色し、光学および蛍光顕微鏡にて観察した。通水阻害は対照苗では期間を通じて接種点付近にのみ観察されたのに対して、接種苗では接種7日後以降、接種点から上下方向と放射方向に拡大した。また接種苗では、菌糸は接種4日後以降に接種点付近の放射組織と仮道管内に侵入していた。一部の菌糸分布域では通水機能は保持されていた。

P1-258 モンゴリナラに対する *Raffaelea quercus-mongolicae* の多点・1点接種試験鳥居正人<sup>1</sup>・松田陽介<sup>1</sup>・Sang Tae Seo<sup>2</sup>・Kyung Hee Kim<sup>2</sup>・伊藤進一郎<sup>4</sup>・Myung Jin Moon<sup>3</sup>・Seong Hwan Kim<sup>3</sup>・山田利博<sup>5</sup><sup>1</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>2</sup>Korean Forest Research Institute・<sup>3</sup>Dankook University・<sup>4</sup>三重大学・<sup>5</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属千葉演習林

【目的】近年、韓国で発生しているモンゴリナラの枯死被害には、*Platyypus koryoensis* の随伴菌 *Raffaelea quercus-mongolicae* が関与すると考えられる。しかし、本菌の同樹種に対する病原性は明らかではない。そこで本研究では、モンゴリナラに対する *R. quercus-mongolicae* の病原性を評価することを目的とした。【方法】ソウル市に自生するモンゴリナラ成木の枝と実生にそれぞれ本菌の1点、多点接種を行った。1点接種では、接種8週間後に横断面に占める非通水域の割合と接種点から軸方向への材変色長を測定した。多点接種では、接種後5週間病徴観察を行い、その後通水状況を調べた。また、両接種とも本菌の再分離試験を行った。【結果】両接種とも、供試した50%以上の枝と実生から本菌が再分離された。枯死した枝や実生は観察されず、接種部付近でのみ通水阻害が確認された。本菌の接種枝における非通水域の割合と材変色長は、対照のものに比べ有意に大きかった。以上より、本菌はモンゴリナラに定着し、接種部付近で通水阻害を引き起こすことが可能であると示唆された。

P1-259 コナラ属の苗木に接種した *Raffaelea quercivora* 菌の成長の人為的制御竹内隆介<sup>1</sup>・能勢彩美<sup>1</sup>・池本省吾<sup>2</sup>・板井章浩<sup>1</sup>・山本福壽<sup>1</sup><sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場

2011年8月17日～11月15日にかけて、コナラ属コナラ節のミズナラ、コナラ、カシワ、ナラガシワと、クスギ節のアベマキの3年生ポット苗木を用いて、ブナ科樹木萎凋病の病原菌 *Raffaelea quercivora* (ナラ菌) の樹幹接種、およびエチレン発生剤であるエスレル、およびジャスモン酸メチルのラノリンペースト注入処理を行い、傷害もしくは病理的心材形成におよぼす影響を比較検討した。この結果、病原菌の接種による病理的心材形成を確認するとともに、エスレルとジャスモン酸メチルの混合処理が、顕著な傷害心材形成をすることを認めた。特にジャスモン酸メチル5%とエスレル1%の混合処理は著しい促進効果をもたすことが明らかとなった。さらに2013年、ミズナラ、コナラ、ナラガシワ、アベマキの3年生苗木に対してエスレル、ジャスモン酸メチル、およびサリチル酸ナトリウムの単独または混合したペーストを樹幹注入したのち、下部にナラ菌を接種した。この結果、ナラ菌の蔓延はエスレルとジャスモン酸メチルの混合処理区において抑制されることがわかった。

P1-260 殺菌剤を樹幹注入したスダジイへのナラ菌の接種

衣浦晴生<sup>1</sup>・所 雅彦<sup>2</sup>・後藤秀章<sup>3</sup>・長谷川絵里<sup>1</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・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所

2010年、伊豆諸島の三宅島、御蔵島、八丈島でスダジイが集団枯死する被害が発生し、3島それぞれから、ナラ枯れ病原菌媒介者であるカシノナガキクイムシの加害が確認された。そのため伊豆諸島におけるスダジイ被害対策として、2012年と2013年にナラ類で使用されている殺菌剤の樹幹注入によるスダジイ枯損防止試験、および事前に殺菌剤を樹幹注入したスダジイへのナラ菌接種試験を行った。薬剤はウッドキングSP（通常区）、および高濃度殺菌剤KW-06（高濃度区）を使用した。

その結果、枯損防止試験では2012年、2013年ともに3島全体で枯死の発生がほとんど無く、殺菌剤注入区・対照区ともに枯死は発生しなかった。次に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、通常区・高濃度区ともに全ての島でナラ菌による材の変色面積が少なく、特に三宅島高濃度区では1/3以下に変色を抑制する効果が見られた。またナラ菌の分離試験でも変色面積と同様の傾向が得られ、変色面積はナラ菌の分布を表していた。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、スダジイの枯死予防にも効果があると考えられた。

P1-262 木炭施用が外生菌根菌とリュウキュウマツ苗木の初期生長に与える影響

安間更紗<sup>1,2</sup>・佐藤伸二郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>創価大学工学部・<sup>2</sup>京都大学大学院農学研究科

本実験では、熱帯土壌（沖縄）への木炭の施用が土壌の化学特性、外生菌根菌感染率、リュウキュウマツの初期生長に与える影響を検証した。土壌に対して、①土壌滅菌あり・なし、②菌根菌資材あり・なし、③0%、5%、10%（体積比）の木炭の混合を施し、8反復で栽培を行った。播種後77日間培養し、収穫後、植物茎・根それぞれの湿潤・乾燥重量・根/茎比、植物根の全P・全C・全N・外生菌根菌の感染率、土壌のpH・全P・可給態リン酸を測定した。滅菌あり・資材なし区以外で、外生菌根菌の感染率が木炭混合比に伴い増加傾向にあった。特に滅菌なし・資材なし・炭10%区の感染率が一番高く、他の試験区に対し有意差があった。これは土着性外生菌根菌の多くが土壌環境に適応していたことに加え、炭施用で土壌環境が変化し、高pH環境で生育可能な菌が他の菌との競合なく生育できた可能性が考えられる。また滅菌なし・資材あり区での感染率が低かったのは、土着菌と資材菌との間の競合が考えられる。外生菌根菌の感染率と植物の根/茎比の間に、相関は見られなかった。炭及び菌根菌の施用効果を評価するには栽培期間が十分ではなかった可能性がある。

P1-261 「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」—3年生クロマツ苗木を用いた接種実験の結果より—

下山泰史<sup>1</sup>・丸 章彦<sup>1</sup>・松永孝治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ゾエティス・ジャパン株式会社プラントヘルスビジネス統括部・<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】マツ材線虫病に対して種々の防除手法が開発されているが、各手法はそれぞれ異なる特徴を持つ。ここでは、抵抗性マツと樹幹注入剤を併用した場合の防除効果を検討するため、クロマツ苗木を用いた試験を行った。【方法】クロマツ抵抗性品種4家系及び精英樹1家系の苗に、2012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3段階の濃度で地際部に注入した。同年7月にマツノザイセンチュウ（*Bursaphelenchus xylophilus*）のアイソレイトSc9、1万頭をシュートに接種した。一部の苗について、線虫接種前に樹体内のモランテル濃度を測定した。2012年12月に苗の発病状況を観察した。【結果】抵抗性家系は精英樹家系より枯死率が低く、これは注入したモランテル濃度が低い場合に顕著であった。酒石酸モランテルを注入した場合、注入濃度の増加に伴い樹体内のモランテル濃度は増加し、苗の枯死率は低下した。これらの結果は抵抗性マツと樹幹注入の併用が防除効果を高めることを示唆した。

P1-263 本邦亜熱帯林における樹木細根の加入に伴う外生菌根菌群集の変化

松岡俊将<sup>1</sup>・川口恵里<sup>2</sup>・大園享司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学生態学研究センター・<sup>2</sup>京都大学大学院 理学研究科

時間に伴う外生菌根菌群集の変化は、気候等の環境変化によるものと、新規細根の加入による遷移系列の変化の両者を含むと考えられる。本研究は、本邦シイ林において、イングロースコア（コア）法を用いて、細根の加入に伴う外生菌根菌群集の変化を調査する事を目的とした。コアは設置から3カ月おきに2年間回収を行った。コア中の樹木根端について、ITS領域を対象としたメタゲノミクスにより、外生菌根菌と考えられる操作的分類群（OTU）を抜き出し、解析を行った。

合計で85 OTUが得られた。コアあたりのOTU数は、細根乾重量と正の相関がみられた。OTU多様性の高い科は、イボタケ科、イグチ科、ベニタケ科、フウセンタケ科であった。初期では、出現したOTUに占めるイボタケ科OTUの割合が高く、時間経過に伴い、イグチ科に含まれるOTUの加入が見られた。出現コア数の上位15 OTUについて、クラスター解析により時期ごとの出現パターンを解析した結果、調査初期-後期でそれぞれ出現が高くなる4クラスターが得られ、調査初期で出現が多いクラスターはイボタケ科OTUのみが含まれた。以上から、イボタケ科には新規加入の根に定着する能力が高い種が含まれることが示唆された。

P1-264 天然林における外生菌根菌群集とその決定機構の解明

宮本裕美子<sup>1</sup>・酒井 敦<sup>2</sup>・中野隆志<sup>3</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>森林総合研究所四国支所・<sup>3</sup>山梨県環境科学研究所

樹木は、外生菌根菌と共生することで生きている。そのため、外生菌根菌の多様性や種組成は森林全体の機能にも大きく影響するが、どのような要因によって外生菌根菌の群集が決定されているのかは明らかになっていない。本研究では、標高に沿って外生菌根菌群集がどのように変化するのか明らかにし、環境要因が外生菌根菌群集に及ぼす影響を推定することを目的とした。富士山および愛媛県石鎚山の天然林において、それぞれ4つと3つの調査区を標高に沿って設置し、土壌サンプリングとDNA解析によって菌根菌群集を調べた。その結果、350土壌コアから450種を超える外生菌根菌種を記録した。全体として *Russula*、*Thelephora*、*Cortinarius* など冷温帯林で典型的なグループが優占していた。種数は、低～中標高の森林内と比較して、森林限界に近い調査区で大きく減少した。また、年平均気温4～6℃の調査区で種数は最も多く、6℃以上の地点では増加しない傾向も見られた。富士山と石鎚山の地理的な距離よりも、宿主および標高の相互作用が菌根菌群集を決定する要因であることが示唆された。

P1-266 ヤマツツジの菌根菌感染率と分布に与える斜面位置の影響

嶺隆太郎・渡辺直明

東京農工大学農学部

【目的】低木層の主要な構成種のツツジ類は、その菌根菌相について未解明な点が多い。本研究ではヤマツツジが広く分布する斜面において、その分布と菌根菌感染に影響する因子を明らかにすることを目的とした。

【方法】群馬県みどり市の東京農工大学FM草木で、8斜面に調査区を設定した。各調査区に4m×4mの方形区を連続して設定し、ヤマツツジの分布を記録した。2013年9月9日～14日に各斜面位置（上部、中部、下部）でヤマツツジの根と土壌を採取した。採取した根はアニリンブルーで染色し、任意の外皮細胞100個あたりの菌根菌コロニー形成数から菌根菌感染率を算出した。土壌の含水率、pH(H<sub>2</sub>O)、C/N比、アンモニア態窒素を測定した。ヤマツツジの分布と菌根菌感染率および土壌特性について、それらの関係性を検討した。

【結果と考察】菌根菌感染率に斜面位置に沿った勾配はなかったが、pHと弱い負の相関があった。各方形区の子葉の株密度は斜面位置との関係が不明瞭だったが、土壌含水率と弱い負の相関およびC/N比と弱い正の相関があった。ヤマツツジと菌根菌は、低pHの環境で共生関係の重要度が高まったと考えられる。

P1-265 熱帯泥炭湿地林構成樹種である *Shorea balangeran* の天然更新立地における初期外生菌根菌相

植中浩晃<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

*Shorea balangeran* はフタバガキ科の高木類であり、インドネシアのスマトラやカリマンタンなどの熱帯泥炭湿地に分布する。中央カリマンタンの泥炭湿地林において *S. balangeran* はフタバガキ科樹木の中での優占種であり、水辺に近接した浅薄な泥炭土壌を好むとされている。そのような立地におけるフタバガキ科樹木に対応する外生菌根の情報は乏しい。本研究では、*S. balangeran* が旺盛に天然下種更新している立地における外生菌根菌相を調査した。すべての実生において菌根形成率は98%以上であった。出現した菌根菌はすべて担子菌であり、9ないし10種にとどまった。そのほとんどが遷移初期種であり、とりわけ *Tomentella* sp.が高い割合で出現した。*S. balangeran* の実生更新初期においては、遷移初期種が優占する多様性の低い菌根菌相であることが明らかとなった。

P1-267 ツブラジイ外生菌根におけるピョウタケ目内生菌群集に関する研究

中村慎崇・田中千尋・竹内祐子

京都大学大学院農学研究院

外生菌根性樹木の根圏には内生菌と推測される子囊菌類が広く存在している。これらは多くがピョウタケ目に属することが知られ、特に Dark Septate Endophyte (DSE) や エリコイド菌根菌との関連性が示されている。ところが、これらピョウタケ目菌が実際のところ根系のどこに定着しているのか、野外の外生菌根を用いて示した例はない。本研究では、京都市東山のツブラジイ優占林を調査地として、表面殺菌した外生菌根から外生菌根と関連したピョウタケ目菌を分離し、その群集構造を明らかにするとともに、優占種について in situ ハイブリダイゼーション法による特異的な染色および感染形態の観察を行った。分離された菌の分類群に顕著な偏りが見られたことから、外生菌根と関連した菌が選択的に分離されたと考えられた。高頻度で分離される種はサンプル間で共通していたが、分離菌株においてそれらが占める比率は分離に供した外生菌根タイプごとに異なった。さらに、最も高頻度で分離されたピョウタケ目菌について特異的な染色を行ったところ、非菌根では染色された菌糸が植物細胞間および細胞内に観察されたのに対し、外生菌根では菌鞘に定着していることが分かった。

P1-268 スギ実生苗に対する接種源としてのアーバスキュラー菌根菌の単孢子系統の確立

佐藤 拓<sup>1</sup>・松下範久<sup>2</sup>・呉 炳雲<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

スギ人工林では、多種のアーバスキュラー菌根菌 (AMF) がスギの根に共生し、スギの成長を助けているが (異ら 2011、2012)、それぞれの AMF がどのような共生機能を持っているのかは不明である。本研究では、AMF の単孢子系統 (Single Spore Lines : SSL) を作成し、スギに対する共生効果を評価することを目的とする。スギ林土壌から AMF 胞子を分離し、表面殺菌をしてから素寒天培地上で発芽させた。発芽した単胞子を、素寒天培地上に生育させたシロツメクサ実生苗に接種した。2 週間後に実生苗をポットに移植して 2 か月間栽培した後に、根の一部をトリパンブルーで染色して AMF の感染の有無を調べた。感染が確認された SSL は、シロツメクサ実生苗を用いて継代培養した。これまでに、供試した胞子 1340 個のうち、1 つの SSL が確立された。この SSL をスギ実生苗に接種して 3 か月間栽培した結果、感染率は平均 55 % であり、乾重は未接種個体の 2.8 倍に増加した。

P1-270 環境条件が外生菌根共生系における養分転流に及ぼす影響

高間一晃・松下範久・呉 炳雲

東京大学大学院農学生命科学研究科

樹木に共生する外生菌根菌は、土壌中に根外菌糸を伸長させてリン酸や窒素などの土壤栄養素を吸収し、菌根を通して樹木に転流する一方、炭素源を樹木の光合成産物から獲得し、菌根を通して根外菌糸に転流する。このような外生菌根共生系における物質転流は、光条件、気温、地温と密接に関連していると推測される。本研究では、経時的オートラジオグラフィー法によって物質転流を解析することで、地上部の光条件や地下部の温度条件が共生系における物質転流に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。コブツタケを感染させたクロマツ苗を赤色光 (640 nm/450 nm=4/1) 下または緑色光 (525 nm) 下で 5 週間栽培した後、<sup>14</sup>CO<sub>2</sub> を地上部から取り込ませ、経時的オートラジオグラフィーにより <sup>14</sup>C-光合成産物を追跡した。その結果、赤色光下では、<sup>14</sup>C が 2 日目に根外菌糸体全体に転流したのに対して、緑色光下では、根外菌糸体全体に <sup>14</sup>C が転流するまでに 1 週間かかった。また、同じ共生系を用いて、地下部の温度が共生系における光合成産物の転流に及ぼす影響を検討した。

P1-269 樹木実生の炭素動態にアーバスキュラー菌根が及ぼす影響

下里知沙<sup>1</sup>・檀浦正子<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>京都大学大学院地球環境学堂

アーバスキュラー菌根共生によって菌糸を介した菌体と宿主植物との有機体炭素のやり取りがなされることが知られている。また、<sup>13</sup>CO<sub>2</sub>パルスラベリングは固定された炭素の植物体内での分配・消費等を調べるのに有用である。そこで本研究ではアーバスキュラー菌根の共生の有無が植物体の短期炭素動態に及ぼす影響を調べるためイロハモミジ (*Acer palmatum* (Thunberg)) 及びヤブツバキ (*Camellia japonica* L.) の実生を用いた<sup>13</sup>CO<sub>2</sub>パルスラベリングを行った。複数の実生を植えたルートボックスを菌根の有無で区別し、7月中旬~9月中旬にわたって生育させ、ボックスごとに<sup>13</sup>CO<sub>2</sub>パルスラベリングを行なった。サンプリングはラベル後数時間から1週間の間に行い、回収したサンプルは部位別に炭素安定同位体比を測定した。その結果、ツバキでは菌根共生の個体でラベル後6時間で細根での<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C比が上昇したのに対して、非共生個体では18時間かかっていた。また、モミジでも同様に菌根共生の個体のほうが地下部への炭素移動が速やかに行われていた。

P1-271 アカマツ挿し木分根培養系における窒素転流への施肥および外生菌根菌接種の影響

栗 悠紀・松下範久

東京大学大学院農学生命科学研究科

外生菌根菌 (以下菌根菌) は、マツ科などの樹木に共生して外生菌根を形成し、宿主の養分吸収を助けている。菌根菌が共生する樹木では、窒素も菌根菌を通じて吸収されるが、その吸収や転流の詳細については不明な点が多い。本研究では、根系中に条件の異なる部分 (部分根系) を持つアカマツ分根培養系を用いて、部分根系ごとに菌根共生条件や窒素添加量を変えた栽培を行い、各部分根系の成長量と窒素含有量から、共生系内における窒素の吸収と転流を推定した。部分根系の成長量は、菌根菌を接種した根系に高窒素濃度の肥料を与えた区で、菌根菌を接種した根系が未接種の根系よりも有意に大きかった。このことから、宿主は、土壌中の窒素濃度が高く、かつ菌根が存在する根系へ、優先的に光合成産物を転流すると推測される。部分根系の窒素含有量は、菌根菌を接種した根系に高窒素濃度の肥料を与えた区で、菌根菌を接種した根系が未接種の根系よりも有意に多かった。また、これらの処理区の未接種の根系の窒素含有量は、対照区の根系と有意な差がなかった。これらのことから、菌根が存在する根系から吸収した窒素は、菌根が存在しない根系へは転流されないと推測される。



P1-272 マツタケ発生地における土壌中でのマツタケ菌糸体量の時間的変動

山口宗義<sup>1</sup>・藤田 徹<sup>2</sup>・成松眞樹<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>京都府農林水産技術センター・<sup>3</sup>岩手県林業技術センター

【目的】土壌中のマツタケ菌糸のバイオマス量を、土壌コアに含まれるマツタケ由来の DNA 量から推定することで、土壌中におけるマツタケの動態把握を行っている。今回は、日本有数のマツタケ発生地である岩手県・京都府で、マツタケ発生地における土壌中のマツタケ菌糸体を継時的に定量し、マツタケ菌糸バイオマス量の時間的変動を解析する。

【方法】6月～10月にマツタケ子実体が発生した地点付近での腐植層直下土壌を一定距離間隔でサンプリングし、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 (1)、定量 PCR 法にて定量した。

【結果】京都府、岩手県の両土壌サンプルでマツタケ菌糸体が定量された。岩手の発生地では、9月上旬から10月にかけて菌糸体量が増加していく様子が観察され、京都の発生地では6月下旬から菌糸体量の増加が観察された。両地点における気温と降水量の傾向の違いによって、土壌中のマツタケ菌糸体の量に違いが生じていると推定された。

(1) 山口宗義「マツタケ菌の検出および定量プライマーセット、およびマツタケ菌の検出方法ならびにマツタケ菌の定量方法」特許第 5227600 号

## T7-01 我が国におけるリモートセンシングと地上計測データによる森林タイプ図作成

田中真哉<sup>1</sup>・高橋與明<sup>2</sup>・西園朋広<sup>1</sup>・北原文章<sup>3</sup>・齋藤英樹<sup>1</sup>・小谷英司<sup>4</sup>・家原敏郎<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・<sup>3</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>4</sup>森林総合研究所東北支所

我が国における森林の炭素吸収量を評価し、温暖化シナリオの下で将来予測を行うためには、森林タイプ図など計算の初期値となる森林情報が必要となる。我が国では現在、森林簿をベースとする国家森林資源データベースがその役割を果たしているが、今後、欧米諸国と同様に衛星データと地上プロット調査を組み合わせた手法によることが必要となる可能性がある。我々のグループは多点において計測された地上データと衛星データ (Landsat) を組み合わせ、森林タイプ図を作成するための技術的な検討を行うとともに、2000 年前後を対象として日本全国の森林タイプ図作成を進めている。本発表では分類手法にサポートベクターマシンを利用することを基本とし、教師データが不十分な場合には ISODATA 法も併用して日本全国を常緑針葉樹林、常緑広葉樹林、落葉針葉樹林、落葉広葉樹林および非森林に区分した結果について報告する。本研究は農林水産省「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」によって実施した。

## T7-03 日本の森林の枯死木、リター、土壌の炭素蓄積モニタリング

三浦 寛<sup>1,3</sup>・南光一樹<sup>1</sup>・鶴川 信<sup>1,4</sup>・田中永晴<sup>1</sup>・石塚成宏<sup>2</sup>・大曾根陽子<sup>1</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・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>4</sup>鹿児島大学農学部

森林の地上部バイオマスに比べて、地下部の炭素貯留量の動態は未解明な点が多い。わが国の温室効果ガス吸排出量の報告精度を高めるために、林野庁事業として 2006-2010 年に全国約 2500 箇所の森林で、地下部の枯死木、リター、土壌の炭素量調査を行った。調査は森林資源モニタリング調査の 1/5 の地点において 4×20 km の格子点に設定された 0.1 ha の円形プロットで、枯死木はラインインターセクト法で、リターと土壌はサンプリング法で行った。全国の森林の枯死木、リター、土壌 (0-30 cm 深) の 3 プールの炭素貯留量の平均値は、0.42、0.49、6.94 kg/m<sup>2</sup>であった。炭素貯留量には地域的な偏りがみられ、特に土壌の炭素量は東日本で高かった。炭素の主な変動要因としては、3 プールともに気温が低いほど炭素貯留量が高くなる傾向がみられたほか、土壌では火山灰混入、傾斜、石礫率等の影響が予想された。2011 年からは 2 巡目の調査が開始されている。地上部の森林資源モニタリングデータも活用しつつ、地下部の炭素貯留量についての変動傾向と変化量を明らかにすることが今後の課題である。

## T7-02 森林生態系炭素収支の直接測定にもとづく将来予測へのシステムアプローチ

山野井克己<sup>1</sup>・溝口康子<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

陸域生態系、特に吸収源として重要な森林においても、炭素動態の正確な把握と将来予測のためには地上観測、衛星観測、陸域生態系モデルを連携させて詳細かつ多面的なアプローチが必要となる。各手法間でのデータの相互利用と炭素収支の検証が、不確実性のある手法の改良と精度向上につながる。本研究では地上観測と生態系モデルの連携を例に、温暖化にともなう森林生態系の炭素収支の将来予測へのアプローチを示す。落葉広葉樹林 (シラカンバ・ミズナラ) に生態系プロセスモデル Biome-BGC を適用し、現在の炭素収支の再現を行った。モデルの精度向上のためには、生態学的・土壌学的な地上調査データと気象学的な炭素収支データが初期条件や検証として必要である。現況を再現できるモデルパラメータを基に、現在の気候 (2000-2009 年) 条件と温暖化 (MIROC-H A1B) した場合の 2100 年までの炭素収支を比較した。温暖化した場合は現在の気候に比べて、生態系総生産量と生態系呼吸量とともに顕著に増加するが、生態系純生産量の差は小さかった。将来予測の精度を高めるには、現況の地上観測データの長期蓄積が不可欠である。

## T7-04 固定試験地調査による炭素蓄積量モニタリングとその応用

光田 靖<sup>1</sup>・細田和男<sup>2</sup>・家原敏郎<sup>2</sup>

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

森林総合研究所では国有林と協力して、日本全国の国有林内に「収穫試験地」と呼ばれる固定試験地を設定して継続調査を行っており、長い歴史がある。その名前のとおり「収穫試験地」は林分の収穫量を知るためのものであるが、森林炭素吸収機能の側面から見ると、森林の炭素蓄積量をモニタリングしてきたと言うこともできる。そこで本発表では「収穫試験地」における継続調査を炭素蓄積量モニタリングとみなして、長期的な炭素蓄積量モニタリングデータを炭素収支モデルのパラメータライゼーションに応用した事例を紹介する。「収穫試験地」においては、個体識別して定期的 (主に 5 年または 10 年間隔) に直径および樹高が測定されている。測定されたサイズから既知の関係式およびパラメータを使って炭素蓄積量に変換することが可能であり、林分の成長量を炭素吸収量として捉えられる。プロットの気象データを既存気象データから推定して再現し、計測された炭素吸収量を再現するように、ベジアン・キャリブレーションを用いて林分における光合成を起点とする炭素循環プロセスをモデリングした。このようにして、炭素蓄積量モニタリングデータを有効に活用することができた。

## T7-05 森林の炭素吸収・固定能力の向上にむけた育種からのアプローチ

栗田 学<sup>1</sup>・宮里 学<sup>2</sup>・宮崎潤二<sup>3</sup>・佐藤嘉彦<sup>4</sup>・古澤英生<sup>5</sup>・武津英太郎<sup>6</sup>・倉本哲嗣<sup>6</sup>・千吉良治<sup>6</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・高橋 誠<sup>1</sup>・藤澤義武<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>7</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>鹿児島県森林技術総合センター・<sup>3</sup>佐賀県林業試験場・<sup>4</sup>大分県農林水産部農林水産研究指導センター・<sup>5</sup>宮崎県林業技術センター・<sup>6</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>7</sup>九州大学大学院農学研究院

日本の林木育種事業は、第一期に行われてきた既存林分からの優良個体の選抜と長期生育モニタリング試験地である検定林での生育特性評価が終了に向かいつつあり、相互交配による次世代化や将来を見据えた育種集団プールの造成といった第二期に移行しつつある。スギでは、炭素固定量の増大や収穫サイクルの短期化を目標とした「成長量の増大」、良質な木材供給に資する「材質の向上」、花粉症対策としての「花粉放出量の低減」が主要な目標であり、これまでの特性評価から次世代化によってこれら形質を改良しうるポテンシャルは十分に存在する。これらを達成するためには、従来からの育種手法に加え、詳細な表現型解析とそれに基づき開発されるDNAマーカーを活用する分子育種的手法によって多様なジーンプールから目的の形質を併せ持つ次世代種苗を効果的に作出することが鍵となる。発表者は、スギを対象に、分子育種技術を導入した林業用種苗作出技術の開発を目標として農林水産省プロジェクト研究「新世代林業種苗を短期間で作出するための技術の開発」に取り組んでいる。本発表ではプロジェクト研究で得られる成果が次世代育種にもたらす可能性と課題について議論する。

## T7-07 航空機LiDARを用いた異なる劣化レベルの熱帯雨林における地上バイオマス推定技術の開発

伊尾木慶子<sup>1</sup>・露木 聡<sup>1</sup>・Mui-How Phua<sup>2</sup>・Wilson Wong<sup>1,2</sup>・Zia-Yiing Ling<sup>2</sup>・平田泰雅<sup>3</sup>・齋藤英樹<sup>3</sup>・鷹尾 元<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学農学部・<sup>2</sup>マレーシアサバ大学国際熱帯森林学部・<sup>3</sup>森林総合研究所

REDD+の導入においては、森林の減少や劣化および炭素蓄積量を把握することが重要な課題である。本研究では、マレーシア・サバ州の山岳地域の熱帯雨林において焼畑や伐採などの影響を受けた攪乱履歴の異なる林相を対象とし、航空機LiDAR計測による熱帯雨林の地上バイオマス推定を行った。LiDARデータより得られる林冠高に関する変数が地上バイオマス推定に有効であることはこれまで明らかにされてきたが、その他の変数の有効性はあまり議論されていない。本研究ではレーザ透過率に関する変数を抽出し、地上バイオマス推定モデルに加えることとした。LiDARデータから林冠高に関する変数10種と地面からの高さごとのレーザ透過率8種を算出し、現地調査から求めたプロットごとの地上バイオマスを応答変数としてステップワイズ法による重回帰分析を行った。その結果、平均林冠高と地上7m地点でのレーザ透過率の変数を含むモデルが最適推定モデルとして選択された。本研究により、レーザ透過率の変数を用いることで、異なる劣化レベルを持つ熱帯雨林においても高い精度での地上バイオマス推定が可能になることが明らかとなった。

## T7-06 デジタル空中写真の立体視ソフトウェアによる林分レベルでのバイオマス推定

家原敏郎<sup>1</sup>・金森匡彦<sup>2</sup>・古田朝子<sup>2</sup>・大萱直花<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>日本森林技術協会

【目的】近年の空中写真のデジタル化およびそれを処理・計測する立体視ソフトウェアの発達は、市町村や事業体レベルにおいて、空からの林分材積推定に道を開くものである。これは、地球温暖化分野でもカーボンオフセットなどへ貢献する可能性が高い。そこで、既成の立体視ソフトウェア等を使用し、デジタル空中写真を使ったバイオマス推定を試みた。【方法】既成の立体視ソフトウェア「もりったい」の分析機能を使用し、DSMおよびDTMモデルによる空間体積法によって林分材積を推定し、バイオマス拡大係数を用いてバイオマス量を求めた。その推定過程における問題点を検討した。【結果】デジタル空中写真によるバイオマス量の推定値を地上調査による値と比較したところ、概ね良い推定結果が得られたが、推定の過程の中でDTMの作成精度が大きく影響していることが示唆された。今後の発展方向として、低密度LiDAR計測などによる、低コストなDTMの作成とうまく組み合わせることによって、空間体積法による推定精度を実用的な範囲で向上させること、また別の手法として単木の樹高計測による精度の高いバイオマス推定手法の確立が必要であると考えられた。

## T7-08 カンボジア中央部における近年の森林減少の特徴と将来予測

松浦俊也<sup>1</sup>・宮本麻子<sup>1</sup>・倉島孝行<sup>1</sup>・佐野真琴<sup>2</sup>・Chann, Sophal<sup>3</sup>・Pak, Chealy<sup>3</sup>・Leng, Chivin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>林野庁森林整備部研究指導課・<sup>3</sup>Forestry Administration, Cambodia

【目的と方法】コンポントム州東部における2000年代以降の小規模伐採を対象に、ロジスティック回帰により森林減少の地理的特徴を捉えたポテンシャルマップを作成した。さらに、確率の高い場所から森林減少すると仮定し、減少の量（面積）と配置（ゾーニング）のシナリオを設定して森林減少を予測した。また、Landsat8衛星画像のオブジェクトベース画像分類により2013年現在の森林分布図を作成し、予測結果と比較した。【結果と考察】森林減少は、伐採コンセッションの解除地、林縁や道路の近くで多く見られた。2000年代後半には道路から離れた場所でも森林減少が進んだが、コミュニティ林業地区画内や急傾斜地では減少しにくい傾向があった。推定結果と実際の比較から、2010年以降に森林減少が大幅に加速し、その面積は2000年代後半にもとづくBAUシナリオの数倍になった。なお、予測と実際の森林減少地が一致する/しない場所があり、減少量の増大にともない地理的傾向に変化が生じた可能性が示唆された。また、ゾーニングにより森林減少の場所を制御できるが、総量規制がないとリーケージが生じることが分かった。

## T7-09 REDD プラス実施のための森林炭素モニタリング

荒木 誠・平田泰雅・佐藤 保

森林総合研究所

途上国における森林減少・劣化の抑制による排出削減と森林保全 (REDD プラス) は温暖化対策の一つとして注目されており、我が国においても主導的に関与していく必要がある。REDD プラスの実施にあたっては、森林の吸排出量算定に関する測定、報告、検証可能な体制が求められ、各国の努力による排出削減量・吸収量を評価するための参照排出レベル/参照レベルを設定する必要がある。しかしながら、多くの発展途上国では、森林の炭素蓄積を算定するために必要な森林情報やそのための国家レベルでの森林資源調査システムが構築されておらず、吸排出量の評価や参照排出レベル/参照レベルの開発が困難な状態にある。気候変動枠組条約締約国会合では、リモートセンシングと地上調査を組み合わせた方法が有効であるとされており、その方法論が求められている。このような状況を踏まえ、カンボジア、半島マレーシア、パラグアイを対象として、参照排出レベル/参照レベル設定のために必要となる森林面積推定のための衛星リモートセンシングの活用手法と単位面積当たりの森林炭素蓄積の推定手法を開発した。また、現地での活動を通して問題点を整理した。

## T8-02 福島原発事故により森林に降下した放射性セシウムの2年半後の分布状況

小松雅史・赤間亮夫・池田重人・齊藤 哲・高野 勉・金子真司・梶本卓也・高橋正通

森林総合研究所

福島第一原発の事故があった2011年より、福島県川内村・大玉村・只見町の3町村の森林に調査地を設定し、毎年8-9月に森林に降下した放射性セシウムの単位地表面積あたり蓄積量について調査を行ってきた。これまで、2011年と2012年の部位別放射性セシウム蓄積量の変動より、樹木地上部や落葉層から表層土壌(0-5cm層)への放射性セシウムの移行が示されている。2013年に行った調査では、樹木地上部の放射性セシウム蓄積量は2012年より減少したものの、2011年から2012年の減少量より少なかった。また、落葉層や土壌の放射性セシウム蓄積量は2012年から2013年にかけて微増したサイトが多く、2011年から2012年にかけて認められた蓄積量の大きな変化とは異なるパターンを示した。これらの結果から、森林空間の上層から下層への放射性セシウムの移行は引き続き起きているが、その速度は事故当初よりも低下していることが示された。森林内に降下したセシウムが各部位に固定化され、溶脱されにくくなったことが、放射性セシウムの移行が低減した理由として考えられた。

## T8-01 栃木県の異なる空間線量地域における落葉樹林林床の放射性降下物の蓄積状況—2年半後の結果—

大久保達弘<sup>1</sup>・佐々木亜実<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>1</sup>・飯塚和也<sup>2</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

栃木県では園芸用腐葉土の生産・販売が専門的に行われてきた。しかし、2011年3月福島原発事故の放射性セシウム(Cs)拡散・沈着によって生産自粛を余儀なくされた。その後、各種堆肥の暫定許容値(400Bq/kg)の設定によって自粛は解除されたものの、腐葉土と剪定枝堆肥は引き続き自粛が続いている。本研究は低線量汚染地域の落葉広葉樹林林床における放射性Csの沈着実態を把握するため、栃木県下の空間線量率の異なる3箇所(塩谷郡塩谷町×2、那須烏山市×1)において、事故約半年後の2011年秋、1年半後の2012年秋、2年半後の2013年の3時期、空間線量率、表面汚染密度のほか、リタートラップで採取した落葉(新落葉)、A<sub>0</sub>層(F,H層)、およびA層(0-5cm)の放射性Csの比放射能(Bq/kgDW)を調べた。2013年の新落葉、A<sub>0</sub>層、A層の放射性Cs濃度は2011年と比較していずれも減少した。その中で、新落葉の放射性Cs濃度の減少は低線量地域ほど大きく、暫定許容値を下回った。しかし、A<sub>0</sub>層はいずれの箇所でも暫定許容値を上回っており、腐葉土生産のための落葉採集ができる段階まで回復していなかった。

## T8-03 樹幹への<sup>137</sup>Csの取込みと蓄積

岡田直紀<sup>1</sup>・大橋伸太<sup>2</sup>・田中厚志<sup>1</sup>・中井 渉<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院地球環境学堂・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科

福島第一原発からおおよそ20kmの距離にある、福島県双葉郡川内村のアカツ、コナラ、スギに含まれる放射性セシウムの樹体内分布を調べた。各樹種からそれぞれ3個体を選び、地上部から4-5カ所の高さで円盤を採取し、樹皮と木部をさらに細かく分割して放射性セシウムを測定した。樹体各部の放射性セシウム濃度は、外樹皮>内樹皮>辺材>心材の順で高かった。木部の半径方向では、形成層を含む最外部が最も濃度が高く、辺材ではほぼ一定で、心材では内側に向かって低下していた。このことは、生きた細胞を含まない心材内において、辺材を経由して移動してきた放射性セシウムが内側に向かって拡散していることを示していると考えられた。従って、心材内の放射性セシウム濃度は今後も上昇していくものと予想される。外樹皮の放射性セシウム濃度は、アカマツでは地上高によらず放射性セシウム濃度に大きな違いがなかったが、コナラとスギでは上部ほど濃度が高かった。しかし、内樹皮では地上高によらず3樹種ともにほぼ一定であった。

## T8-04 スギにおけるセシウムの表面吸収と移動

富岡利恵<sup>1</sup>・花井勇一<sup>2</sup>・竹中千里<sup>1</sup>・飯塚和也<sup>3</sup>・小澤 創<sup>4</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>名古屋大学農学部・<sup>3</sup>宇都宮大学農学部・<sup>4</sup>福島県林業研究センター

福島原発事故により放射性核種が広く環境中に放出された。特に放射性セシウム (Cs) は半減期が長く、福島県の土地面積の多くは森林が占めるため、森林への汚染は深刻であり、県の林業や木材産業への影響が懸念される。そのため福島県において森林内での放射性 Cs の動態を把握することが求められており、その一つとして樹体内での Cs の存在部位を明らかにすることは重要である。そこで本研究では福島県において代表樹種であるスギを用いて樹木の表面からの Cs 吸収とその移動を明らかにすることを目的とする。福島県郡山市において野外生育中の 10 年生スギの樹の樹皮に 0.01 M 塩化セシウム (<sup>133</sup>CsCl) 溶液を塗布し、約 3 週間後、樹を伐採し樹体中の Cs 濃度を調べた結果、樹木の頂端の葉で高い Cs 濃度が検出され、樹皮から Cs が吸収されることが示唆された。またスギの葉の当年葉に 0.01 M<sup>133</sup>CsCl 溶液を 1 日間塗布し、約 10 週間経過後に採取した葉、枝中の Cs 濃度を調べたところ、先端の塗布部から枝元へ向かって 10 cm 程度の部位で、塗布部に比べ約 20~150% の Cs が検出されたことから、Cs の転流が示唆された。

## T8-06 森林から流出する渓流水中の放射性セシウムについて

坪山良夫<sup>1</sup>・橋内雅敏<sup>2</sup>・池田重人<sup>1</sup>・篠宮佳樹<sup>1</sup>・小林政広<sup>1</sup>・野口正二<sup>1</sup>・玉井幸治<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>福島県林業研究センター

東京電力福島第一原子力発電所の事故で放射性物質が降下した森林の多くは河川上流の山地にあるため、森林からの水流出に伴う放射性物質の再移動を心配する声があった。そこで、事故翌年の 3 月より福島県内の森林で渓流水の放射性セシウム濃度を調べた。その結果、多くの場合、渓流水の放射性セシウム濃度は検出限界未満で、濃度が検出限界を超えたのは、事故当時の放射性セシウム沈着量が比較的多い地域の森林で、しかも渓流水の水が増えている時に限られていた。放射性セシウムが検出された渓流水には懸濁物質が認められたため、これを濾過してから再度、放射性セシウムの濃度を測定した。その結果、ほとんどの場合、放射性セシウムの濃度は検出限界未満となり、濾過前に検出された放射性セシウムは主に懸濁態として存在していたことが明らかになった。福島県の森林における土壌等に含まれる放射性セシウムの濃度の測定結果 (林野庁、2012 年 3 月 1 日) と比較した結果、懸濁物質の単位重量あたりの放射性物質は、採水地点直近の調査地点における落葉層と土壌の濃度の概ね中間の値となり、渓流水中の懸濁物質がこれらに由来するものであることを示唆していた。

## T8-05 放射性セシウムの林木への吸収 南相馬市の事例

益守真也<sup>1</sup>・野川憲夫<sup>2</sup>・杉浦 心<sup>1</sup>・丹下 健<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学農学部・<sup>2</sup>福島大学つくしまふくしま未来支援センター

2011 年 3 月の福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性物質が降下した福島県南相馬市の人工林において、立木に含まれる放射性セシウムの分布を 2012 年から調べている。

スギもアカマツも枝葉と樹皮の放射性セシウム濃度が高かった。スギでは木部にも放射性セシウムが検出された。とくに樹冠に近い幹では辺材よりも心材に多く含まれていた。調査時の空間線量率が高い林分ほど、スギの樹皮や木部に含まれる放射性セシウムの濃度が高い傾向があった。事故後に展開した葉にも放射性セシウムが含まれており、着生高の低い枝ほど、新しい葉に含まれる濃度が高い傾向がみられた。

2013 年に皆伐した林地にスギ苗 (プラグ苗) を植栽し、1 成長期間後に採取して地上部の放射性セシウムを定量した。鉦物土層中の放射性セシウム量に対する苗への面移行係数は  $10^{-3} \text{m}^2/\text{kg}$  程度であった。

## T8-07 森林からの放射性核種の水循環に伴う移行

恩田裕一・加藤弘亮・NICOLAS LOFFREDO・久留景吾・河守歩

筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

本研究においては、スギ林及び広葉樹混合林における放射性セシウムの移行状況のモニタリングを実施し、さらに水系を通じた森林からの放射性物質の移行状況を調査した。また、渓流水、壤水の溶存態の放射性セシウム濃度、および溪流における粗大有機物、SS 中の放射性セシウム濃度を継続的に調査した。

調査地域は、川俣町山木屋地区である。調査地点の Cs-137 沈着量は  $300\sim 600 \text{kBq}/\text{m}^2$  の範囲で、スギ林サイト 2 地点と、広葉樹混合林 1 地点を選定した。森林流域としては、小流域 3 カ所を設定し、各流域にはパーシャルフリューム型の水位流量堰を設置し、流量を連続観測した。試料の採取は月に一度の現地調査で行った。また降雨流出時においてオートサンプリャによる経時的な渓流水の採水を行った。

森林樹冠から林床への放射性セシウムの移行は、林内雨、樹幹流、落葉等に含まれる放射性セシウム濃度は減少し、落葉等による移行量の占める割合が増加にしている事が確認された。また、各調査流域において渓流水の溶存態セシウム濃度は、2012 年まで低下したのち、2013 年に入ってから大きく変化していない。溶存態と異なり、SS はセシウム濃度の低下傾向が緩いことがわかった。

## T8-08 川俣町山木屋地区の里山景観の放射性環境動態とレメディエーションの試み

小林達明<sup>1</sup>・江幡知紗<sup>1</sup>・篠崎敬太<sup>1</sup>・小嶋大地<sup>1</sup>・太田祥子<sup>1</sup>・飯塚和裕<sup>1</sup>・木村絵里<sup>1</sup>・山本理恵<sup>1</sup>・宮本ウルルマ<sup>1</sup>・高橋輝昌<sup>1</sup>・鈴木弘行<sup>2</sup>・近藤昭彦<sup>3</sup>・関崎益夫<sup>4</sup>・星澤保弘<sup>4</sup>・小竹守敏彦<sup>4</sup>

<sup>1</sup>千葉大学園芸学部・<sup>2</sup>千葉大学大学院薬学研究所・<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>日本植生株式会社

里山の環境回復を目指して、川俣町山木屋地区にて農家と共同で、2011年より景観レベルの放射性環境動態を調べてきた。その結果、放射線量は全体に減少していたが、大部分は物理的減衰に従っており、放射性物質の異所的移動は顕著でなかった。土層深層への放射性Csの浸透は、事故当初の地表のリター被覆状況によって主に異なっていたが、A<sub>0</sub>層が発達した落葉広葉樹林では2013年でも6割以上A<sub>0</sub>層に残存していたのに対し、伐開地や林内放牧地等の攪乱地では4~8割A層に浸透していた。2013年には、A<sub>0</sub>層除去処理や木質チップ敷き均し処理等の環境回復試験を丘陵地斜面に広がる落葉広葉樹林(全1500m<sup>2</sup>)で行い、放射性Csの循環量・流出量の測定を始めた。L層除去処理では1アールあたり400kgの除去に1人日、A<sub>0</sub>層全層含む厳密除去処理では同じく1200kgの除去に3.5人日の作業を要した。L層除去によって林床の放射能は2~5割、空間線量率は1~2割減少するとともに、樹体内や林内雨の放射性Cs濃度の低下も見られた。A<sub>0</sub>層厳密除去処理によって、林床の放射能は9割近く、空間線量率は5割減少したが、土砂流出が大幅に増大した。

## T8-10 福島第一発電所事故で汚染された森林の里山利用と放射性セシウムの動態

金子信博<sup>1</sup>・黄 よう<sup>2</sup>・藤原佳祐<sup>3</sup>・佐々木道子<sup>3</sup>・戸田浩人<sup>4</sup>・高橋輝昌<sup>5</sup>・野中昌法<sup>6</sup>

<sup>1</sup>横浜国立大学大学院環境情報研究院・<sup>2</sup>横浜国立大学大学院環境情報学府・<sup>3</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>4</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>5</sup>千葉大学大学院園芸学研究所・<sup>6</sup>新潟大学農学部

現在よく行われている里山利用には、シイタケ原木や薪炭材利用のための萌芽更新、キノコや山菜の栽培や採取、野生動物の狩猟などがある。これらはいずれも福島第一原発事故によって環境中に放出された放射性セシウムの影響を受ける。汚染レベルの低い森林であっても、生物による移行が生じ、広い範囲でキノコや山菜は食品の基準を超えるため、継続できなくなっている。森林の除染を完全に行うことは困難であるが、利用を継続しつつ、明確な除染方針を立てる必要がある。汚染の影響の少ない施業法を明らかにするために、二本松市の広葉樹林で森林伐採、落葉除去、ウッドチップ散布の組み合わせを現地試験し、半年にわたって放射性セシウムの動態を調べた。調査地はクヌギ・コナラ林で、2013年3月23日に調査地の半分を伐採し、森林区と伐採区に落葉除去、ウッドチップ散布の2要因を組み合わせる処理区をそれぞれ4区設置した。ウッドチップは伐採したクヌギ、コナラを現地でチップパーを用いて破碎し、ナイロンネットに約10kgを詰め、林床1平方メートルに2つずつ敷き詰めた。チップと萌芽枝への移行データの基づき、里山の除染を行うための最適な方法を提案する。

## T8-09 放射能汚染された林床に敷きならされた木質チップ材の分解と放射能濃度の変化

高橋輝昌<sup>1</sup>・小林達明<sup>1</sup>・金子信博<sup>2</sup>・山本理恵<sup>1</sup>・小嶋大地<sup>3</sup>

<sup>1</sup>千葉大学大学院園芸学研究所・<sup>2</sup>横浜国立大学大学院環境情報学府・<sup>3</sup>千葉大学園芸学部

糸状菌が土壌中のセシウムを吸収することが知られている。生物を用いた除染について検討するため、放射能で汚染された森林において、林床に木質チップを敷きならし、木質チップを分解する微生物(糸状菌)が土壌中の放射能をどの程度吸収するかを調査した。福島県川俣町の広葉樹林ではスギの木質チップを敷きならした。同県東和町の広葉樹林では、伐採や落葉除去を組み合わせるいくつかの異なる環境を作り出し、広葉樹の木質チップを敷きならした。いずれの場所でも木質チップの重量、炭素濃度、窒素濃度、放射能濃度の変化を経時的に測定した。敷きならし後およそ半年間で、木質チップの重量は樹種や環境により10~50%減少した。また、窒素濃度が増加する木質の分解過程に見られる一般的な変化が見られた。木質チップに含まれるセシウム濃度は敷きならし半年後におおむね増加した。スギの木質チップでは、チップ材の粒径が小さいほどチップ材の単位重量あたりのセシウム吸収量が多くなる傾向にあった。チップ材の置かれた環境間で木質チップへのセシウムの吸収量を比較すると、林内より伐採地で、また、落葉を除去するより落葉の上にチップ材を置くことで、多くなった。

## T9-01 マツ材線虫病研究の展開と課題

真宮靖治

無所属

日本のマツの宿病「松くい虫」は、1970年代にマツノザイセンチュウを病原体とし、マツノマダラカミキリによって伝播されるマツの伝染病「マツ材線虫病」と位置づけされた。線虫によるマツの発病経過などの病理学的解明や、病気の伝播にかかわる生態学的解明は80年代までに大きく進展した。2000年代に入ると、科学全般における、研究手法、研究機器、研究環境などの劇的な発展にともない、マツ材線虫病にあっても、より進化した研究がすすめられた。なかでも分子生物学的視点における事象の解明がすすんだ。その頂点となるのは、マツノザイセンチュウの全ゲノム解読であり、今後の研究展開においてその成果の幅広い応用が期待される。線虫の遺伝子レベルでの解析で精細な系統区分が可能となり、病原力の変異や分布の実態解明へと研究はすすんでいる。発病機構の解明は、病気の本質をきわめるのに不可欠な課題であり、なおその途上にある。これまでの多岐にわたる仮説もそれらの実証的研究が求められる。病気の伝播、拡大を左右する媒介者の生態解明は、被害拡大の経緯を明らかにし、発生予測の根拠を与えている。さらには、防除対策にもつながる成果が期待される。

## T9-02 日本におけるマツノザイセンチュウの遺伝的多様性

秋庭満輝・神崎菜摘・佐橋憲生

森林総合研究所

マツ材線虫病の病原体であるマツノザイセンチュウが北米から日本に侵入して100年以上が経つ。日本は本病の発生の歴史が古い唯一の場所であり、そのような状況に生息するマツノザイセンチュウの遺伝的多様性については世界的に関心が高いが、それらに関する情報は少ない。本報告では、日本各地のマツノザイセンチュウの培養株230株(アイソレート)について、2遺伝子座(ミトコンドリアCOIと核リボソームITS)の塩基配列を決定した。COIでは12ハプロタイプが存在し、そのうちの2タイプが優占したが、両タイプとも日本全国に広く分布した。ITSでは6ハプロタイプが認められ、そのうちの2タイプが優占した。COIとITSのハプロタイプの対応は必ずしも一致しなかった。ヨーロッパの株の大部分は日本で優占しているものと同じハプロタイプであった。また、北米の株との比較結果より、COIとITSの各ハプロタイプの祖先はそれぞれ北米の別の地域から侵入したと考えられたが、侵入後に国内で分布域を拡大するにともない、各ハプロタイプ間での交配が起きたことが想定された。以上の結果は、マツノザイセンチュウの日本への複数回の侵入を強く示唆するものである。

## T9-04 病原力が異なるマツノザイセンチュウ系統間での酸化ストレス耐性

浴野泰甫・加藤徹朗・金子 彰・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(以下線虫)はマツ材線虫病の病原体である。感染後の病原体-宿主間相互作用において線虫が宿主マツの防御機構を打破するメカニズムは、本病を理解する上で重要である。演者らはこれまでに、菌叢上では増殖力に差がないがマツ実生内では顕著に増殖力の異なる近交系2系統(P3、P9)を確立した。本研究ではこの2系統を使用して、上記の打破メカニズムのうち、マツ由来の活性酸素に対する線虫の耐性に注目して実験を行った。線虫の生育ステージによる違いを検証するために、線虫は各ステージまで同調培養して供し、0~40mMの過酸化水素水に24時間浸漬して酸化ストレスを与えた後の生存率を評価した。その結果、二期幼虫と成虫において系統間で有意な差が確認された。これはマツ実生内での増殖力及び病原性に一致しており、酸化ストレス耐性が両形質になんらかの影響を及ぼしている可能性が示唆された。現在、線虫の過酸化水素分解能を評価するとともに、酸化ストレス曝露後の幼虫の脱皮成功率および卵の孵化率などを精査している。本講演ではこれらの結果を踏まえて、線虫の酸化ストレス耐性と発病機構との関連を議論する。

## T9-03 RAD-seqを用いたマツノザイセンチュウ組み換え近交系の重要形質関連遺伝子群の探索

加藤徹朗<sup>1</sup>・金子 彰<sup>1</sup>・本庄三恵<sup>2</sup>・八杉公基<sup>2</sup>・永野 惇<sup>2,3</sup>・工藤 洋<sup>2</sup>・森 一樹<sup>4</sup>・久原 哲<sup>4</sup>・竹内祐子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>京大大学生態学研究センター・<sup>3</sup>科学技術振興機構さきがけ・<sup>4</sup>九州大学農学部

マツノザイセンチュウの有する重要な病原性関連形質として、病原力、増殖力、媒介昆虫への便乗力が挙げられるが、その分子基盤や責任遺伝子等には未解明な点が多い。演者らはこれまでに、病原メカニズム解明に向けたマテリアルとして、上記の3つの表現型が大きく異なる2株の近交系、P9系統(強病原力)とF7系統(弱病原力)を親系統とする組換え近交系(RIL)を17系統作出し、その表現型の定量評価を行ってきた。これを踏まえて、本研究では各RILの遺伝的な背景に着目し、植物寄生性線虫としては初めてゲノムワイドな遺伝子型と表現型との相関解析を行った。まずRAD-seqにより各RILのゲノム情報を取得し、既に公開されているマツノザイセンチュウKa4株のゲノムデータを利用してマッピングを行った。これにより親系統に由来する25,814のSNPを検出した。次にこれらのデータを基にして、表現型と遺伝子型の相関解析を行った。その結果、病原力と増殖力ではscaffold00647とscaffold01038に、便乗力ではscaffold00116に、高い決定係数を示す領域が得られた。

## T9-05 台湾産マツノマダラカミキリの休眠と成虫形質に対する密度効果の解析

富樫一巳・福田美貴

東京大学農学部

台湾産マツノマダラカミキリは高温長日条件下で一部の幼虫が休眠に入り、他は休眠せずに発育を完了する。その場合、幼虫の少ない餌量や高密度によって休眠抑制が起こる。休眠抑制、餌量と密度の関係および刺激の感受期を明らかにするため、実験を行った。クロマツ小丸太(樹皮表面積154~507cm<sup>2</sup>)に1または2頭の孵化幼虫を接種し、25℃16L8Dで140日間飼育して脱出成虫を記録した。飼育開始から140日後に割材して休眠幼虫を採取した。logistic回帰分析によって、全樹皮表面積に渡って2頭飼育では休眠抑制と成虫体重減少が示された。そこで、接種3週後に小丸太から幼虫(多くの幼虫は3齢)を取り出し、単独飼育の1頭を1頭または2頭にしたりして再接種したり、2頭飼育の2頭を1頭または2頭にしたりして再接種した。その結果、1頭飼育の前期の休眠抑制率を1と仮定した時、休眠抑制率は1頭飼育の後期で0.500、2頭飼育の前期で0.118、後期で0.854であると推定された。また、密度による休眠抑制効果は累積的であると推定された。

## T9-06 弱病原カマツノザイセンチュウの Lamiini 族カミキリムシ 4 種への乗り移り

前原紀敏<sup>1</sup>・神崎菜摘<sup>2</sup>・相川拓也<sup>1</sup>・中村克典<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

第 123 回及び 124 回日本森林学会大会において、寒天培地を用いた人工蛹室でマツノザイセンチュウ近縁種群 5 種を Lamiini 族カミキリムシ 4 種と組み合わせ、線虫がカミキリムシに媒介されるための便乗ステージの出現頻度を指標に両者の親和性を調べて報告した。広葉樹由来の線虫(クワノザイセンチュウとタラノザイセンチュウ)は、広葉樹を利用するカミキリムシ(キボシカミキリとセンノカミキリ)及び広葉樹と針葉樹の両方を利用するピロウドカミキリと親和性を示した。*Bursaphelenchus doui* は、キボシカミキリ、センノカミキリ、ピロウドカミキリとだけではなく、針葉樹を利用するマツノマダラカミキリとも親和性を示した。一方、針葉樹由来の線虫(強病原カマツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウ)は、マツノマダラカミキリとだけではなく、キボシカミキリ、センノカミキリ、ピロウドカミキリとも親和性を示した。本研究では、針葉樹由来の弱病原カマツノザイセンチュウも、マツノマダラカミキリとだけではなく、キボシカミキリ、センノカミキリ、ピロウドカミキリとも親和性を示すことを明らかにした。

## T9-08 アカマツとクロマツの抵抗性と感受性家系の植栽林分におけるマツ材線虫病流行の解析

松永孝治<sup>1</sup>・大平峰子<sup>2</sup>・武津英太郎<sup>1</sup>・倉原雄二<sup>1</sup>・千吉良治<sup>1</sup>・倉本哲嗣<sup>1</sup>・高橋 誠<sup>2</sup>・杉本博之<sup>3</sup>・富樫一巳<sup>4</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・<sup>3</sup>山口県林業技術部林業指導センター・<sup>4</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

【目的】マツ材線虫病への対策として林木育種センターは関係機関と抵抗性マツ品種を開発しており、その自然受粉家系が造林されている。ここでは、抵抗性マツの植栽林分における材線虫病の流行状況を明らかにするため、抵抗性と感受性のマツ家系が植栽された 15 年生林分の 6 年間(2007~2012)の調査結果を解析した。【方法】熊本県水保市に設定された試験地において、全個体について枯死の発生を毎年調べた。また、試験地の一部を重点調査区域として、5 月から 11 月の間毎月 1 回、樹脂滲出の有無と針葉の変色状況を記録した。前々年の枯死木を毎年伐倒して樹幹上のマツノマダラカミキリ(以後カミキリ)の脱出孔数を調査した。また、2009 年からスクリーントラップを設置して、区域内のカミキリの密度を調査した。【結果】単年のマツの枯死率は年々増加したが、2011 年をピークに減少に転じ、2012 年までの累積枯死率は 73% であった。抵抗性アカマツの枯死率は感受性のアカマツに比べて低い傾向がみられた。脱出孔数から推定したカミキリの発生数は 2012 年まで年々増加したが、トラップで捕獲されたカミキリ数は 2011 年をピークに減少に転じた。

## T9-07 アズキゾウムシ由来のボルバキアがマツノマダラカミキリに引き起こす細胞質不和合

相川拓也<sup>1</sup>・安佛尚志<sup>2</sup>・今藤夏子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>産業技術総合研究所・<sup>3</sup>国立環境研究所生物・生態系環境研究センター

ボルバキアは昆虫類などの節足動物の共生細菌で、宿主の生殖機能を操作する性質を持つことで知られる。ボルバキアをマツノマダラカミキリに人為的に導入することで、マツノマダラカミキリにどのような生殖異常が起こるかを明らかにするため、アズキゾウムシ由来のボルバキアをマツノマダラカミキリの蛹に注入した。ボルバキアを注入した個体と注入しなかった個体を用いて 4 つの組み合わせ(A: 注入♂×非注入♀、B: 非注入♂×注入♀、C: 注入♂×注入♀、D: 非注入♂×非注入♀)で交配させ、それぞれの卵の孵化率を調べた。その結果、A の組み合わせでのみ卵の孵化率が有意に低下した。これは、注入したアズキゾウムシ由来のボルバキアがマツノマダラカミキリに対して細胞質不和合を引き起こしたためと考えられた。また、ボルバキアを注入した雌個体が産んだ卵から孵化した幼虫の感染状態を確認するために診断 PCR を行った結果、ボルバキアに感染した幼虫は 1 頭もなく、注入したボルバキアは次世代に垂直伝播していないことが明らかとなった。このことから、今回の方法ではボルバキアの垂直伝播は起こらないものの、細胞質不和合を誘導することは可能であることが示唆された。

## T9-09 天然更新したマツ稚樹におけるマツノザイセンチュウ接種選抜の可能性

池田虎三・小倉 晃・八神徳彦

石川県農林総合研究センター林業試験場

海岸松林の防災機能を高めるためには、適切な密度管理が重要であり、密度管理を低コストで行うためには、帯状伐採や重機による伐倒が有効であることが分かってきている。しかし、適切に密度管理された松林においてもマツ材線虫病は依然として続いている。

そこで、天然更新したマツ稚樹に、マツノザイセンチュウを直接接種することにより、抵抗性の低いマツを枯死させることで、密度を下げ、抵抗性の高いマツのみを成林させる新たな手法の検討を行った。

石川県の加賀海岸国有林では、天然更新により 10 万本/ha を超える密度でクロマツの稚樹が発生している。本試験地において、10m 四方のプロットを 3 箇所設置し、プロット内の稚樹にマツノザイセンチュウを接種し、その稚樹の生存率を調査した。各プロット周辺環境の条件は、①母樹が多数存在、②母樹が単木的に存在、③母樹が存在しないとした。各プロットでの生存率は① 11.3%、② 12.5%、③ 6.3% となった。③ と比べて② では、生存率が異なっており、母樹の存在と稚樹の生存率との関係性が示唆された。今後、生存した稚樹と母樹との親子関係の調査が必要である。



## T9-10 マツ材線虫病についての理解不足がもたらす被害の増加

黒田慶子

神戸大学大学院農学研究科

病原体の発見から約40年、防除技術の開発や発病メカニズムの解明など、様々な研究が進んだ。成果を上手に使用すれば被害は減るはずであったが、現状では保全対象林分でも被害増加が見られる。その理由の一つに、防除戦略・戦術の不備が挙げられる。保全成功例では、薬剤散布だけでなく、対象地の外のマツ生立木の除去など、長期的視野による対策で被害を減少させている。一方、被害が増加した例では、予算額に対して防除対象面積が広すぎる、感染源のマツ林が周囲に放置されているなど、戦略不備が指摘できる。また、抵抗性アカマツ・クロマツの植栽地で発生している枯死被害から、激害地では抵抗性が発揮できない場合があることが示唆される。もう一つの被害増加理由には、マツ林管理の現場で、本病への対策を全く講じないことが挙げられる。ボランティア等によるマツ林再生活動の多くは、林床の地掻きや土壌への炭の施用だけで、マツ枯れ対策が含まれていない。このような知識不足については、研究者によるセミナーなどアウトリーチ活動が必要と考えられる。長期的にマツ林を維持するのか、広葉樹林への転換は可能かなど、今一度、各地で検討する時期にあるだろう。

## T10-2 臨床環境学的視点からみた日本のシカ問題

平野恭弘

名古屋大学大学院環境学研究科

三重県松阪市および多気町で覆われている櫛田川流域において、流域の持続可能性を危惧する事象の一つに、森林地域のシカ問題があげられる。臨床環境学研修では、博士後期課程の学生が、地域住民に聞き取り調査などを行い、農林業被害を引き起こすシカによる森林環境の変化に焦点をあて、臨床環境学的診断と処方に取り組んだ。特にシカの活用とシカ肉の流通に関して問題となる点を明かし改善の提案をすること、また本流域の持続可能性に問題となりうるその他の事象について、シカ問題を中心にそれらのつながりを俯瞰的に明らかにすることを目的とした。

シカの活用と流通については、個体数管理のため廃棄されているシカに着目し、狩猟者、肉屋、シェフに聞き取り調査を行うことで、枝肉として利用することが三者にとってコスト的にもメリットがあることを処方箋として提案した。さらにシカ個体数の増加は、単に人工林の管理不足など森林だけでなく、少子高齢化や都市山村間のグローバリズムなどの問題とも密接に関連している可能性が問題マップを描くことで示唆された。

## T10-1 森林をめぐる臨床環境学とは

竹中千里

名古屋大学大学院生命農学研究科

自然や自然と人間のかかわりが「健全」であることを理想的な環境とするならば、「環境問題」とは、医学になぞらえて「病気」の状態であるととらえることができる。将来、人類が持続可能な社会を構築するためには、環境の「病気」の状態を「診断」し「治療」する必要がある。このような環境の「病気」の「治療」には、医療現場と同じように、患者をさまざまな角度から診断し、最も適切な治療法（処方箋）を提示する、いわゆる「臨床」という概念が重要である。すなわち「臨床環境学」は、地域の環境問題を総合的かつ実践的に解決しようとする新しい学問体系である。従来の学問体系は、診断型学問（理学など）と治療型学問（工学・農学など）に分断されていた。「臨床環境学」は、これら学問分野の連携関係を構築した上で、行政や地域住民との関係を築き、研究と社会的実践の双方を通じて環境問題を解決することを目指す。例えば、「人工林の荒廃問題」の場合、単に森林内の荒廃の状況だけでなく、地形・地質・気候・自然生態系・地域社会との関連・経済的背景といった幅広い視点で現場を診断し、「副作用」を最小限にする最適な解決策を行政や地域住民に提示するものである。

## T10-3 臨床環境学的視点から見た東海地方の湧水湿地の保全

富田啓介

名古屋大学環境学研究科

東海地方の丘陵地には、鈣質土壌が卓越し、湧水によって形成された小規模な湿地（湧水湿地）が点在している。そこには、東海地方固有種や絶滅危惧種が含まれる特異な湿地植生が成立しており、生態系のホットスポットとして注目される。湧水湿地の多くは里山（薪炭林）の中に存在し、土砂の移動や地下水を通じて接続していた。このことから、湧水湿地は周囲の里山の利用と密接に関わりながら維持されてきたことが推定される。現在の保全の場面においても、集水域の森林と一体となった管理を検討しなければならない。本報告では、この観点から、愛知県豊田市・豊橋市・武豊町などにみられる湧水湿地を事例に、かつて湧水湿地周辺の森林はどのように利用されていたのか、森林利用が湧水湿地の形成や維持にどう影響したのか、今日の湿地保全の現場で森林の管理はどのように位置づけられているか、について検討する。

#### T10-4 都市の木質化プロジェクト、様々なステークホルダーを巻き込んだ総合的森林利用

山崎真理子

名古屋大学大学院生命農学研究科

都市の木質化プロジェクトは、森林と都市および関連する分野が抱える問題の本質的解決に向けて、林学、林産学、建築学といった分野の壁を越えた専門家と実務家の連携により取り組む分野横断的な協働作業と社会実験、すなわち臨床環境学の具体的な試みである。本PJでは、伊勢湾流域圏を研究フィールドとし、森林の多面的機能享受着している都市で木材の利用促進を図ることにより、森林・林業の再生と中山間地域・都市の活性化を促すことを目的としている。本諸問題については、これまで各専門分野において様々な研究や実践が試みられているが、本PJでは特に異分野連携に重点を置き、以下の4点を実践している。①とにかく都市部で木材を利用する、②専門家、実務家、市民の全てに対して説明と対話の機会を設ける、③共に考え、行動する、④担い手を育成する。これまでの取り組みから、個々の専門分野については一層の充実化が必要であると同時に、フィールドに関連するステークホルダー間の対話のためには、他者の正確な理解を促すために自身の分野の更なる理解が求められることを確認した。一方で、異分野間の対話と連携から、新たな着想や展開が生じる可能性を示唆した。

#### T10-6 臨床環境学的視点からみたラオス北部山地部の生業と近年の変化

広田 勲

名古屋大学大学院生命農学研究科

ラオス北部では焼畑は現在でも主要な生産活動であるが、利用される全体の土地面積に対する耕作面積の割合が低く農薬や肥料も使用しないことから、「劣った農法」であるという誤解を受けやすい。しかしながら近年、不安定になりがちな山地域における農業生産を補う活動が多く含まれるなど、焼畑に関わる空間が様々な利用されていることが明らかになってきている。本研究では焼畑地の多様な機能を再評価するとともに、近年起こりつつある市場経済化や気候変動の影響について考察した。調査の結果、焼畑は主目的である陸稲生産以外にも、様々な植物利用や放牧が組み合わせて行われることで空間的に多様な利用が行われており、不安定になりがちな山地部の生産を補ってきたことが明らかとなった。またその一方で、これまでグローバルな背景で用いられてきた気候変動の問題がラオス北部山地部のようなローカルな場面で顕在化しつつあるということが示唆された。新しい環境変化の影響下にあるラオス北部山地部の持続的な発展のためは、リスク分散のための土地利用の多様性がある程度担保した施策の実施が求められる。

#### T10-5 日本における里山とコミュニティ再生の最前線

高野雅夫

名古屋大学大学院環境学研究科

里山とは、炭焼きのための樹木伐採や採草、落ち葉かきなどとして植生に擾乱を与え、植生遷移を人為的に阻害した森林生態系と言える。これは住民が生業として関与することによって成立した生態系であり、人間は里山の生態系の重要な構成メンバーと言える。本報告では、愛知県豊田市における戦後の里山の土地利用の変化と人々の暮らしの変化を、空中写真判読と住民インタビューによって明らかにした研究を紹介する。その結果、かつて広がっていた草地はほとんど消滅し、主に人工林となっていったことが明らかになった。人工林の管理不足は、里山生態系の劣化の大きな要素と言える。またこのような変化については、戦後の中山間地域における過疎化・高齢化がその原因でもあり結果でもある。今日において里山を再生するとは、中山間地域において生態系を資源として活用する人々の生業を再生するというところに他ならない。そのためには、中山間地域の若い世代のIターン、Uターンによる移住・定住がクリティカルな課題となる。豊田市では多様な取組により若い世代の移住・定住が進んでいる。その取組の成果と課題について報告する。

#### T10-7 熱帯諸国における REDD プラスの実施と地域住民の権利

百村帝彦

九州大学熱帯農学研究センター

1970年代後半以降、途上国での森林管理は、その管理の担い手として地域住民の積極的な関与を促進させていった。住民参加の森林管理を前提とした援助が、国際機関や援助機関によって推進され、それが各途上国の森林管理政策を後押し、地域住民の森林利用に関する権利の移譲を加速させることとなった。

このような中、地球温暖化抑止のため、REDD+のスキームが国際社会で議論されている。REDD+では、第一の目的が木材などバイオマスに含まれる炭素の排出を抑止・増大することであり、森林の維持や森林面積の増加が主要な活動となる。しかし森林炭素蓄積に事業を集中させると、これまでの住民の権利を確保しつつ行っていた森林管理が軽視される懸念もある。

一方REDD+の国際的な議論においても、森林ガバナンス、地域住民の生計、生物多様性の保全などについて「セーフガード」として検討が進められている。国際機関やNGOなどによってセーフガードに関するガイドラインが策定されるなど、セーフガード確保への動きも進んでいる。本報告では、REDD+の議論をセーフガードの観点から整理するとともに、地域住民の権利について事例研究より議論する。

## T10-8 臨床環境学の「協治」論的展開：自然資源管理のあり方

井上 真

東京大学大学院農学生命科学研究科

【目的】臨床環境学は「診断」と「治療」を含む。問題は、どんな状態を治療の目標とし、それを誰が決めるかである。これは「協治」論で検討してきた課題である。本報告では臨床環境学を「協治」論のもつ諸側面に即して試論的に展開する。【方法】ガバナンス論の側面から行政の役割を、資源管理論の側面から専門家と素人の関係性を、公共性論の側面から関わりの正当性を検討し、実際の研究事例を挙げて臨床学的評価を試みる。【結果】(1) ガバナンス論（医療体制）：基盤的ルールの設定を任務とする行政、および地元住民が重要な役割を果たす。(2) 資源管理論（治療行為）：多様な利害関係者による「段階的なメンバーシップ」と「応関原則」に則した関与が望ましい。(3) 公共性論（社会的承認）：研究者を含む利害関係者の取り組みがより広い社会構成メンバーから公共性の担い手として評価されるためには、外部者を含む活動を承認する基盤的ルールを行政が制定し、正当性を付与する必要がある。(4) カリマンタン先住民の収入源および土地利用に関する選好の解明（診断）に基づく政策提言（治療）の研究事例はどのように評価できるか？

## T12-01 木質バイオマス発電事業の動向と燃料集荷の課題

久保山裕史

森林総合研究所

固定価格買取制度の下で、未利用バイオマスを用いた電力の買い取り価格は32円/kWhに設定され、発電事業の経済性は飛躍的に高められた。その結果、全国で40～60カ所におよぶ発電事業が進行・計画されつつある。それらの経済性についてシミュレーションしたところ、5000kW規模の施設におけるバイオマス買い取り価格は2万円/t-dryでも高いことは確認できたが、前提とされる設備利用率は、実際には達成されていないこと等から、買い取り価格にそれほど余裕はないものと考えられる。一方で、上記の事業計画がすべて実施に移された場合の未利用バイオマス需要は、燃料の60%が未利用バイオマスでまかなわれたという仮定の下でも700万m<sup>3</sup>前後に達し、これは、現状の用材生産量の40%前後にも相当する。なお、これらの需要の多くは、2015年以内に顕在化する予定であることから、供給力と需要量とのミスマッチによるバイオマス価格の高騰が懸念される。これに対しては、バイオマスの低コスト供給システムの構築と国産材の競争力の拡大を通じた素材生産量の拡大が必要であると考えられる。

## T10-9 臨床環境学から Future Earth へ

安成哲三

総合地球環境学研究所

約1万年前の農業革命により人類の文明が開始されたが、産業革命以降、人類は地球の気候と環境を大きく変えつつある。このままでは、人類の生存基盤である地球の環境自体が危うくなり、「地球の限界」を超えて、地球環境が劇的に変化する tipping point に近づいているとの指摘もなされている。人類を含む生命圏の持続に向けた統合的な研究と方策が喫緊の課題となっている。そのためには、これまでの地球環境変化研究の国際プログラムの統合に加えて、自然科学と人文・社会科学との文理融合の学際的研究が必要である。さらに、持続可能な社会へむけた転換のためには、科学者と社会の様々なコミュニティとの超学際的連携・協働が必要である。Future Earth は、臨床環境学的視点を含めて、このような学際、超学際的な連携・協働の枠組みも含んで設計された。世界人口の60%以上を占め、人類全体の経済活動の大きな部分を占めているアジアは、環境の悪化も劇的に進んでおり、アジアでの持続可能な社会達成なしに地球全体の持続可能性の追求は不可能である。その意味でも Future Earth における日本の主導的役割は非常に重要である。

## T12-02 九州における木質バイオマス発電について

寺岡行雄

鹿児島大学農学部

## T12-03 島根県におけるエネルギー需要と森林資源量

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所・<sup>2</sup>島根大学生物資源科学部

島根県では松江バイオマス発電株式会社（松江市）と合同会社しまね森林発電（江津市）の2施設が設備認定されている。2つの発電所建設により60,000 ton/年と80,000 ton/年（発電所着重量）の木材チップ需要が増える計画である。需要増加分の供給は、島根県内のパルプ原料用チップ納入企業などで組織している島根県素材流通協同組合などが担当する。

島根県素材流通協同組合員への聞き取り調査では、各社とも原木の確保を問題視している。そのため、作業班増加へ意欲的な回答が得られた。しかし、作業班を増加させるには時間がかかることが予想され需要増加とともに供給量が増加するとは考えにくい。

そこで、島根県の木材勘定表を作成し現状把握とエネルギー需要が増加することで生じるであろう影響について考察した。

その結果、針葉樹材の多くが合板利用されており、広葉樹材の多くはパルプ原料用チップとして利用されていることが分かった。

FITによる燃料用木材価格は、PKSなど代替燃料の動向に左右される取引が行われると考えられる。この価格次第では、低価格なパルプ原料用針葉樹チップだけでなく製材用材などにも影響が及ぶのではないかと考えられる。

## T12-05 チップ供給ポテンシャルとFIT単価

小池浩一郎

島根大学生物資源科学部

FIT制度の問題点は現象的にはドイツで破綻したあとになぜということであるが、本質的には再生可能エネルギーの潜在的な効率性、経済性の変化に対応できない硬直的な制度であるところに問題があるのである。

太陽電池が低価格化したように見えたのは中国の省、県が、競って補助金を投入した結果過剰生産に陥りダンピング輸出をおこなったに過ぎない。

また、ドイツではFITのコストは、家計はまるまる負担させられるのに対し、製造業は競争力維持の名目のもと実質的に免除されており、EU内部で、かくれ補助金として問題となっている。

バイオマスによる発電の原価は燃料価格+減価償却費+運転コストである。後の二つについては、こなれた技術であり規模によって変動するがそのコストに削減の余地はない。

発電事業の経済性を決定するのは燃料の供給価格である。

地代論を引き出すまでもなく、天然資源は条件のよいところから利用され、利益が出なくなると「耕境」となる。発電利用が進むにつれ林道などの技術的条件、立木利用を許容する山林所有者の確保、作業班の追加や真に高性能な技術の導入などの観点からは採算性の確保は短期的には困難であろう。

## T12-04 トーセン那珂川工場への燃料供給の現状と課題

赤池成実・藤巻幸歩・水庭誼子・有賀一広

宇都宮大学農学部

トーセンは2012年4月、森林資源のフル活用と地域振興を目指し、3mABC材を一括で受け入れる新工場を那珂川町に建設し、稼働を始めた。丸太の消費量は月間2,400 m<sup>3</sup>であり、現在は製材機のための稼働であるが、視察時点で木質焚きボイラーと乾燥機（100 m<sup>3</sup>×2基）を整備していた。整備中の木質焚きボイラーは、バークや含水率の高い燃料でも燃やすことができる。熱は乾燥機のほか、うなぎの養殖や熱帯フルーツの栽培への利用も検討している。また、来年度に向けて、木質バイオマス発電施設の整備を計画中である。那珂川工場に導入予定である発電施設は、2,400 kW（所内電力400 kW）で、耐用年数は20年である。この発電施設は木質専焼で、燃料の3割を製材残渣、7割を林地残材で賄うとし、燃料使用量は含水率50%（WB）で約5~6万 t/年を想定している。また、小規模所有者からの材の持ち込みにも応じる予定で、木の駅プロジェクトを試行中である。木質バイオマス発電ではチップの含水率によって発電効率が変化するため、燃料用チップの乾燥が課題であるが、トーセンでは素材生産業者と連携して、山土場で材を含水率40%（WB）まで乾燥させて、納入してもらうことを検討している。

## T12-06 木質バイオマスの乾燥過程と通気性フレコン

岩岡正博<sup>1</sup>・藤原まや<sup>2</sup>・牧玄<sup>3</sup>・松本 武<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農学府・<sup>3</sup>住友林業フォレストサービス

木質バイオマスの含水率は、乾量基準で80~200%と高いため、燃焼利用の際には蒸発潜熱によるエネルギー損失が大きい。したがって、エネルギー利用にあたっては含水率の低下が不可欠であり、余計なエネルギーを投入すること無く含水率を低下させる自然乾燥に関する研究が、林地残材を想定した丸太、末木枝条、さらにチップについて、様々行われてきた。これらの結果、丸太やチップを自然乾燥するために必要な条件が明らかにされてきているが、集積状態のチップについては、エネルギーやなんらかの操作を加えること無しに、含水率を低下させることは依然として困難である。

筆者らは、末木枝条を中心として丸太などを含む木質バイオマスの自然乾燥に関して、特に乾燥過程について研究を行ってきた。また、バイオマス対応型プロセッサの開発にも関わり、開発プロセッサを用いて20~30 cm程度に破碎した末木枝条の保管・運搬に通気性フレコンを導入することによって、含水率を下げられることを示した。本セッションでは、これまで行われてきた自然乾燥に関する研究の経緯や、筆者が導入した通気性フレコンの効果について報告する。

## T13-01 山地流域における水・土砂動態解明に向けての2つの空間問題

浅野友子<sup>1</sup>・内田太郎<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>国土交通省国土技術政策総合研究所

水や土砂の観測結果の普遍性・一般性を示すためには、空間問題の理解が不可欠である。詳細な観測によりプロセスや支配要因の解明が行われたとしても、それが隣の斜面・河川・流域にも当てはまるのか？ その地域に一般的な現象なのか？ がよくわからないからである。水・土砂動態解明に関する分野でいわゆる空間問題と呼ばれる課題は、(1) 現象の空間的ばらつき・不均一性の問題と (2) 現象の空間依存性の2つに整理することができると思われる。(1) は空間代表性についての課題で、例えば平水時の河川の比流量は流域内のどこで測ってもほぼ同じなのか、それとも違うのか？ 違いがあるとすればどの程度なのか？ という問題である。(2) は、例えば斜面での土砂移動は主として崩壊によるが河道では流水による移動が卓越するため、同じ気候・地質・土地被覆条件下でも流域のスケールによって土砂移動現象は異なることを示す。また流域の上部は森林、下部は農地と土地利用が異なる場合などに水・土砂移動現象は流域のスケールによって異なることになる。以上の整理を踏まえて、水・土砂動態の実態把握の現状を整理し、課題を明らかにしていきたい。

## T13-03 ゼロ次谷における空間不均質性の洪水流出モデルへのパラメタリゼーション

谷 誠

京都大学国際高等教育院

降雨流出場の空間不均質性は、気候システムと地殻変動システム（地球圏変動）が生物圏変動と相互作用を起こすことにより作り出され、流出応答特性は、その流出場の特性を反映する。たとえば、透水性の空間分布は、山体隆起・基盤岩風化と侵食に対して生態系が順応かつ抵抗する相互作用プロセスの結果を表している。これは、地表に近いほど透水性が大きいことに反映される。さらに、風化生成物が重量で移動するに際し、土塊のクリープ、崩壊、流水による各個・集合運搬という異なる物理過程を経るため、流出場の空間不均質性はより複雑化する。ただし、降雨流出応答に関しては水圧の伝播過程、水質形成過程に関しては混合移流分散過程が支配的なため単純化要因も生じ、REA（代表性のある面積規模）にも影響してくる。本発表では、すでに公表した二次元斜面土壌層における水理学（Tani, Hydrol. Earth Syst. Sci., 17, 2013）をベースに、ゼロ次谷流域での流出場の空間不均質性を考える。その形成には、尾根から凹地集水部への緩慢な土塊移動と集水部での突発的な土塊の崩壊移動がかかわっていて、それが結果的に Preferential paths が大きな役割を果たすとの見通しを述べる。

## T13-02 山地源頭部における隣接支流域間の降雨流出過程の相互比較

勝山正則<sup>1</sup>・岩崎健太<sup>2</sup>

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

滋賀県南部の2次谷流域（K, 5.99 ha）と、内部支流域（R, M, H, A）において流量観測を行った。年流量はH, M, A, K, Rの順に大きく、基岩浸透量はこの順で小さくなった。Kは水収支が閉じることから、Rは隣接流域から流域界を越えて地下水が流入している。一方、面積最小のAでも見かけ上水収支がほぼ閉じた。この3流域では総雨量10mm以上で直接流出が発生し、直接流出率は約20%であった。流量の少ないH, Mでは総雨量30mm以下では直接流出が発生しなかった。さらに、Mでは直接流出率は10%以下だったが、Hでは大規模降雨時にはA, R, Kと同程度の直接流出が発生した。これらは表層・下層土壌層、基岩層からの流出の違いに起因する。Hでは下層土壌層や基岩層に飽和地下水帯が維持されず、基底流は小さいが、降雨時には表層土壌層からの流出が主となり直接流出率は高くなる。Mでは大きな恒常的飽和帯が降雨時の表層土壌層からの流出を抑制し、直接流出率は上昇しない。A, R, Kでは各層からの流出パターンが見かけ上相似だが、基岩浸透量を考慮するとH, Mからの基岩浸透水がA, Rを涵養している。空間スケール拡大過程では、隣接流域間の水移動が重要で、これを検出できる観測態勢確立が必要である。

## T13-04 さまざまな流域スケールにおける浮遊土砂流出：レビューと観測事例

水垣 滋・久保まゆみ・矢部浩規・渡邊和好・丸山政浩

土木研究所寒地土木研究所

水系一貫した土砂管理（流砂系）において流域の浮遊土砂動態の把握は重要な課題の一つであり、その土砂生産量の把握と予測が必要となる。本研究では、山地から流域末端の河口域にいたるまで土砂生産量とその支配要因に関する既往研究をレビューするとともに、鶴川・沙流川流域におけるさまざまな流域スケールでの浮遊土砂観測事例から、流出土砂量や粒径特性とその支配要因について流域スケールに着目して検討した。我が国における流域の土砂生産量評価には一般にダム堆砂データが利用され、流域面積は $10^1 \sim 10^2 \text{ km}^2$ オーダー、粒径は砂礫を対象とする場合が多かった。河口付近における $10^3 \text{ km}^2$ オーダーの流域面積で微細土砂を扱った事例は少ない。鶴川・沙流川流域での浮遊土砂の観測結果では、 $10^{-1} \sim 10^1 \text{ km}^2$ スケールでは、浮遊土砂の捕捉量や粒径は地質によって異なるが、傾斜等の地形特性とは明瞭な関係は認められなかった。一方 $10^1 \sim 10^3 \text{ km}^2$ スケールの浮遊土砂の捕捉量や粒径は流域面積によって減少する傾向が見られた。流域スケールによって浮遊土砂の生産量や粒径特性の支配要因が異なる可能性が示唆された。

### T13-05 流域水系ネットワークにおける地形的特徴と土砂流出特性：レビュー

五味高志

東京農工大学大学院農学府

流域の掃流土砂流出量を評価することは、防災および河川生態系保全上重要である。上流域では、斜面の土砂生産から流路内滞留や系外への流出に至るプロセスの時間的・空間的なばらつきにより、流出土砂の量や粒径組成が変化する。河床地形による粗度により流出土砂量の予測が難しいなどの問題もある。本研究では、流域面積 $<10^4$ haにおける掃流土砂流出について、既往研究をレビューし、流域水系網の地形的特徴と流出土砂量、粒度分布特性などの流域間相違を検討した。アメリカオレゴン州0.8~200ha流域では5.3~10.2t/ha/yrの掃流土砂量であった。HJ Andrews 実験林の60ha流域では1.8t/ha/yrであり、オーストラリア北部の850ha流域では1.1t/ha/yrの流出土砂量であった。丹沢山地大洞沢の5~50ha流域での流出土砂量は2.1~2.9t/ha/yrであった。流域面積が $10^2$ ha程度の流域では地質や地形条件による土砂生産量、流出土砂の粒径組成などに違いがあるものの、 $<10$ t/ha/yrの土砂流出量の傾向であった。これらの下流域~ $10^4$ haの流域では10~100t/ha/yrの流出量となる傾向もあり、下流域では支流の合流など水系ネットワークにおける土砂流出と滞留を考慮する必要性が考えられた。

### T13-07 流域の土砂動態に関する数値計算の事例と課題

丹羽 諭・内田太郎・蒲原潤一

国土交通省国土技術政策総合研究所

山地流域の土砂動態を数値計算により予測・再現することは防災上、環境上において重要である。しかし、現状の数値計算技術で複雑な山地流域の土砂移動現象をどこまで捉えられるか、十分な整理・検討がされてきたとは言えない。そこで筆者らは、近年の山地流域を対象とした数値計算事例に関して、A 河床の粒度分布等の場の条件の設定手法、B 対象領域境界における水・土砂の供給条件、など時空間的な視点で研究レビューを行い、レビュー結果と新たに実施した計算条件の感度分析により、数値計算手法の課題抽出を行った。

レビューの結果、A 場の条件の設定では、河床の粒度分布は各箇所設定される事例があったが、移動可能土砂の厚さはほとんどの事例で全領域一律に設定されていることがわかった。一方、B 供給条件の設定では、ほとんどの事例で土砂の供給条件に平衡給砂が設定されており、土砂投入のタイミングといった時間的なバラツキを評価した事例は少なかった。そこで、山梨県の春木川の流砂観測データを対象に、土砂投入のタイミングや侵食制御の方法について感度分析を実施したところ、それらの条件が河床変動のタイミングに影響が大きいことが分かった。

### T13-06 降雨流出モデリングにおいてスケール問題はどのように扱われてきたのか？

横尾善之<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>福島大学共生システム理工学類・<sup>2</sup>福島大学環境放射能研究所

本発表は、集水面積が $1000\text{km}^2$ 以下の流域を対象として、降雨流出モデリングを行う際に直面するスケール問題に関連する研究の文献レビューを行う。具体的には、「流域というシステムへの入力である降水量の空間分布をどのように、あるいはどこまで取り扱えばよいか」、「効果的に降雨流出モデルを構築するには流域内の地形・土壌・土地利用などの空間分布をどこまで表現すればよいか」などの降雨流出モデリングを行う際に直面するスケール問題にモデラーがどのように対処してきたのかを読み解き、現在の到達点を確認する。その上で、モデリング以外の降雨流出研究の知見などを引用しながら、スケール問題を克服するための糸口を探る。

### T14-01 次世代育種のための大規模形質データおよび分子データの取得とその統合に向けて

平岡裕一郎

森林総合研究所林木育種センター

近年、ゲノムワイドアソシエーション解析やジェノミックセレクションといったゲノムワイド研究(GWS)が、様々な動植物で進められている。これらの手法は、これまでの育種のあり方を変えるものであり、林木においてもその試みが本格化しつつある。こうした研究の進展の背景には、DNA 分子データの取得の低価格化・高速化がある。しかし、それと対をなす表現型形質データについては、その取得の方法論の進展がそれほどみられず、分子データに見合う質・量の表現型データを揃えることが課題となっている。

これまでに林木育種事業で継続的に実施されてきた次代検定林調査により、成長に関する膨大な表現型データが蓄積されている。また最近では、GWSに向けた、まとまった量の精英樹についての特性評価が進められている。さらには、近赤外分光法による材質測定や、レーザ計測による樹体の3次元形状情報の取得といった、新たな表現型計測手法が実用的になりつつある。本講演では、こうした既存データの活用と、表現型データの取得の新たな取り組みについて紹介し、GWSにおける大規模形質データ取得の可能性や、分子データとの統合についての議論を行う。

#### T14-02 スギ器官別 EST の基盤整備

田村美帆<sup>1</sup>・手島康介<sup>3</sup>・三嶋賢太郎<sup>2</sup>・井城泰一<sup>2</sup>・能勢美峰<sup>2</sup>・坪村美代子<sup>2</sup>・栗田 学<sup>2</sup>・渡辺敦史<sup>1,2</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>九州大学大学院理学研究院

スギ次世代育種に対して、従来育種による取り組みだけでなく分子育種推進に対する要望も根強く存在する。分子育種の実現を目指して、九州大学と森林総合研究所林木育種センターでは、頂端・シュート・木部・雄花等各器官から発達ステージもしくは季節による変動を考慮した組織の収集を行い、分子データの基盤となる EST 情報の収集を行ってきた。その結果、これまでに平均長が 1,400 bp となる計 22,250 Isotig を収集している。森林総研 ForestGEN の既存スギ EST データベースと本研究データを併せたとき、30,000 前後の Isotig が取得されたこととなり、モデル植物を対象とした既報と比較すれば、スギでも一定数の遺伝子を収集できたと考えられる。これまでに得られた全ての Isotig を活用して各器官の遺伝子発現を包括したマイクロアレイチップの設計を行うと共に、複数クローンを用いて再度 NGS データを収集し SNP discovery を行うことで、SNP マーカー開発を含めた分子育種の基盤整備を進めたので報告する。

#### T14-04 次世代育種に向けて林木遺伝資源の視点から何を考える必要があるか？

岩泉正和

森林総合研究所林木育種センター関西育種場

育種対象樹種であるスギ、ヒノキ、マツをはじめ林木は概して他殖性であり、精英樹選抜育種事業等により野外集団から選抜された育種集団を基にして次世代育種を進めて行く上では、世代の積み重ねに伴う近交係数の上昇に起因する遺伝的劣化等の危険性を考慮する必要がある。そのため林木では、次世代育種集団の遺伝的多様性を補填できるよう、これまでの選抜段階の集団を遺伝資源として整備しておくことが不可欠である。林木遺伝資源を効率的に機能させるためには、樹種の特長や利用の可能性等に基づき資源をグレード化し、それに応じた保存形態を適用すると同時に、利用時に目的に応じた遺伝資源の選択を可能とするため、遺伝的変異や必要な特性を評価し情報化しておくことが有効である。

本報告ではアカマツとクロマツを例にあげる。同属でも抵抗性育種事業が推進されているが、資源形態（天然資源率等）や生態的特性、ニーズ等が大きく異なる。これらの樹種で抵抗性等を選抜されてきた遺伝資源について、バックアップとして必要な集団サイズやそれに伴った資源のグレーディング、保存や特性評価について議論する。

#### T14-03 GIS と長期成長モニタリング試験地情報統合による環境区分とスギの適応性評価

花岡 創<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・三浦真弘<sup>2</sup>・武津英太郎<sup>3</sup>・高橋 誠<sup>1</sup>・渡辺敦史<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東北育種場・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>4</sup>九州大学大学院農学研究院

植物の成長形質は「遺伝子」と「環境」双方の影響、ならびにそれらの相互作用の結果として現れる。林木育種の現場では、統計的手法を利用して環境要因と遺伝要因の分離を実現してきたが、現状では環境を「検定林間差」として解析するにとどまり、環境因子そのものを組み込んだ解析は行われていない。従って、個々の品種の気象環境条件に対する遺伝的な適応性までは明らかにされていない。エンドユーザーは植栽地に適応した品種の選定を求めていることを考慮すれば、これからの林木育種において成長形質に影響を及ぼす気象環境条件の選定とその定量的評価を実現し、系統の特性評価に組み込むことが必要である。

この実現に向けた最初のステップとして、スギの一般的な環境応答の解明を目標とし、全国に設定された試験地におけるモニタリングデータと気象環境情報を整理した広域的な環境区分を GIS によって統合し、気象環境条件とスギの生存・樹高成長との関係性および、選抜地と大きく異なる環境に植栽された場合の適応について解析した結果を報告する。

#### T14-05 イネ実験系統群の作出と利用に関する取り組み

山形悦透・河村享政・安井 秀・吉村 淳

九州大学大学院農学研究院

私たちの研究室は 1920 年の開講以来、世界各地より収集した栽培イネ系統の保存事業を行っており、これら系統に由来する標識系統群などを活用した遺伝・育種学的研究を展開してきた（現在、保存事業は九大農学部遺伝子資源開発センターに移管されている）。DNA マーカーの登場後は、連続戻し交雑により遺伝的背景を均一にした染色体断片置換系統群（CSSL あるいは ILs）および近似同質遺伝子系統（NIL）等を構築し、QTL/ 遺伝子の探索、同定が可能になった。これまでに、近似同質遺伝子系統（NIL）を利用して十数個の遺伝子単離してきたが、最近では栽培化や生殖的隔離の進化などに主要な役割を果たした遺伝子など重要な遺伝子を単離することができた。現在は、NIL を遺伝子供与親として、北部ベトナムの現地品種に収量性、耐病虫性を付与した新品種育成事業を展開しており、イルミナ社ビーズアレイおよびペンチトップ型シーケンサー等のゲノムワイド遺伝子型決定技術を材料の育成に利用する取り組みを行っている。本研究室にて作出した系統群の多くはナショナルバイオリソースプロジェクトのもと、保存、配布が行われている。

## T15-01 トガサワラ林における土壌深度間の外生菌根菌群集の比較

村田政穂・奈良一秀

東京大学大学院新領域創成科学研究科

トガサワラ林の外生菌根菌（以下菌根菌）が土壌の深さによってどのように変化するかを明らかにするため、成木の菌根と埋土胞子の種組成を調べた。奈良県吉野郡川上村三之公川トガサワラ林内の25地点において、土壌深度別（0~5、5~10、10~15、15~20 cm）に5×5×5 cmの土壌ブロックを2つずつ、合計200採取した。1セットの土壌から成木菌根を取り出し、DNA解析によって菌種同定を行った。残りの1セットは、埋土胞子組成を調べるためバイオアッセイ試験に供した。滅菌土壌で栽培したバイオアッセイ苗（アカマツとダグラスモミ）に、各土壌の懸濁液を80 $\mu$ mメッシュ布で濾過し、その濾液を接種することで、埋土胞子から菌根を形成させた後、上記と同様の方法で菌種を同定した。バイオアッセイ苗は、地上部は乾燥重量を測定し、感染した菌根菌の種との関係を調べた。その結果、成木の菌根菌の出現頻度は土壌深度が深くなるにつれて減少する傾向がみられたが、埋土胞子の菌根菌ではそのような傾向はなかった。また、埋土胞子の菌根菌種数は成木より著しく少なかった（アカマツで2種、ダグラスモミで1種のみ検出）。

## T15-03 外生菌根菌根外菌糸形態と宿主樹木—土壌要因との関係

小林弘和・沖津 進

千葉大学大学院園芸学研究所

外生菌根（ECM）菌は樹木の根に感染し宿主樹木から光合成由来の炭素栄養を得ている。林内には多様なサイズの樹木が生育しており、他個体に光が遮られる現象は普遍的である。これらの光環境により宿主樹木がECM菌に供給する炭素量は異なる可能性がある。菌糸を構成する炭素は宿主樹木由来の光合成産物に依存している。土壌中に伸びる菌糸形態の長さや構造から類別したECM菌の空間分布は宿主樹木個体の光環境や個体サイズ等の影響を受けている可能性がある。コナラとアラカシを対象に年間で合計119個体の根を地際部から追跡し根軸サンプリングを行った。菌糸タイプを3つに分け、サンプルごとにどのタイプが優占したかについて、樹木の光環境や個体サイズなどの樹木要因と土壌のCN比やpHなどの土壌要因を説明変数とした多項ロジスティック回帰を行った。AIC（赤池情報量基準）に基づくモデル選択の結果、樹高、光環境、斜面傾度、樹種の4つの説明変数を持つモデルを採用した。予測値と実測値から作成した分類表により、予測値は実測値の55%の正解率を持っていた。光環境についてのWald統計量とオッズ比は比較的高く、空間分布に影響を及ぼす要因であることが示唆された。

## T15-02 琉球諸島の外生菌根菌—異なる森林の比較—

山崎隼也<sup>1</sup>・寺嶋芳江<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>琉球大学熱帯生物研究センター西表研究施設

外生菌根菌（以下、菌根菌）は森林の優占樹木と共生してその成長を助け、森林の安定に大きく寄与しているため、菌根菌群集に関する研究は数多く行われてきた。しかしその知見は温帯林や冷温帯林に集中し、亜熱帯林に関する菌根菌の知見は乏しいのが現状である。そこで本研究では、亜熱帯林が成立する大陸島の西表島広葉樹林と針葉樹林、海洋島の大東島針葉樹林において菌根菌群集を調べ、共生樹種や島の地史が菌根菌群集に与える影響を明らかにすることを目的とした。上記各林分から50の土壌コアを採取し、そこに含まれる菌根をDNA解析することで菌種の同定を行った。その結果、調査地全体で108種の菌根菌が同定され、ベニタケ科とイボタケ科の2科がいずれの林分でも優占していた。大東島では風散布が行われない*Cenococcum*や*Shiwo*属が出現しなかった。また、群集の類似度を検定した結果、大陸島と海洋島では菌根菌群集に有意差が認められなかったが、宿主樹種間では有意差が存在した。さらに同一菌種の地理的分布をデータベースで確認すると、西表島では中国や日本本土と共通する菌根菌種が多く認められたのに対し、大東島では東南アジアとの共通種の割合が高かった。

## T15-04 アカマツ細根系の分解過程

佐藤陽水<sup>1</sup>・田中 恵<sup>1</sup>・中野隆志<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>山梨県環境科学研究所

森林生態系において樹木の細根の多くは菌根化しており、光合成産物の大きなシンクとなっている。菌根のターンオーバーは早く、その枯死・脱落によって土壌に供給される年間有機物量は落葉落枝など地上部からの供給量を上回る。また、菌根は落葉落枝よりも窒素やリンの濃度が高く、その脱落は樹木の養分吸収が活発に行われる表層土壌中でおこる。このため、樹木菌根の分解は、森林の物質循環や樹木の成長にも影響すると考えられるが、その詳細はほとんど分かっていない。

本研究では、菌根の分解速度を知るため、アカマツ林から採取したアカマツ細根系（大部分は菌根）をメッシュバッグに入れた後、表層土壌中に埋設し、定期的に試料を回収する試験を行った。菌根の菌種が分解速度に与える影響を調べるため、接種実験で作成した単一菌種のアカマツ菌根も同様に処理した。回収した試料は乾重量を測定するとともに、炭素量と窒素量およびそれぞれの安定同位体比である $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ の分析も行った。さらに、分解に関与する微生物を調べるため、回収試料中のバクテリアと菌の群集をパイロシーケンシング法によって解析した。得られたデータから菌根の分解過程を総合的に論じる。



## T15-05 アカマツ細根系の分解にともなうバクテリア群集

田中 恵<sup>1</sup>・佐藤陽水<sup>1</sup>・中野隆志<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>山梨県環境科学研究所

森林生態系において樹木細根の多くは菌根化している。菌根のターンオーバーは早く、その枯死・脱落により土壌に供給される年間有機物量は落葉落枝など地上部からの供給量を遙かに上回る。また、菌根には有機態の窒素やリンが豊富に含まれることから、その分解は森林の物質循環や樹木の成長にも大きく影響することが考えられる。しかし、菌根の分解過程に関わるバクテリアの実像については殆どわかっていない。そこで本研究では、菌根の分解過程で出現するバクテリア群集を明らかにすることを目的とし、菌根試料をメッシュバッグに入れて林地に埋設する実験を行った。試料には、アカマツ林から採取した現地アカマツ細根系と針葉、および接種実験で作成した単一菌種のアカマツ菌根を用いた。埋設から1年後に回収した試料中のバクテリア群集を希釈平板法およびコロニー PCR を用いたシーケンシングにより推定した。その結果、バクテリア密度についてはアカマツ針葉で多い傾向が見られた他、菌根菌種により密度に差があることがわかった。属レベルの推定ではいずれのサンプルでも *Burkholderia* が優占していた。

## T15-07 ハナイグチ増産を目指したカラマツ林の施業：施業後3年目の概況

山田明義<sup>1</sup>・大城和士<sup>1</sup>・増野和彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</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、昨年度ならびに一昨年度の本大会で施業後1-2年目の概況を報告した。今回、施業後3年目までの概況を報告する。カラマツ人工林に10×10 m<sup>2</sup>のプロット(以下P)を24個設け、16Pではカラマツ以外の樹木を皆伐し、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で菌根菌の子実体発生状況を調査し、2012年と2013年には施業区16Pと対照区4Pで菌根を採取した。孢子接種8Pでは土壌12試料を、非接種12Pでは6試料を採取し(計168試料)、カラマツ菌根のチップ数を計測するとともに菌根菌を分子同定した。施業区でのハナイグチの累積の子実体発生量は平均198 g/P、対照区では76 g/Pで、両者に有意差は認められなかったが(p=0.102)、発生頻度では有意差が認められた(p=0.044)。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ともに区間有意差は認められなかった。施業後2年目の因子解析で腐植層はぎ取りは菌根量低下の要因と判断されたが、3年目の時点ではその影響は緩和される傾向にあった。

## T15-06 海岸に生育するクロマツの *Cenococcum geophilum* 菌根圏に生息する放線菌とその分布

松田陽介<sup>1</sup>・愛須加菜<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

【目的】海岸に生育するクロマツには *Cenococcum geophilum* (以下、Cg) 菌根が優占している。Cg 菌根周辺に生息する細菌、とりわけ放線菌の知見は極めて少ない。本研究の目的はクロマツ-Cg 菌根圏における放線菌の微細な分布様式を明らかにするため、Cg 菌根の表面から内部に生息する放線菌の分離、培養を試みた。【方法】2013年4、6、8、10月に三重県津市の海岸において10、13、16年生クロマツ林分の各1林分から、表層土壌(直径3cm、深さ30cm)をそれぞれ6個、合計72個採取した。各土壌からCg菌根を選別し、異なる3種類の洗浄処理(滅菌水、滅菌水+超音波洗浄、滅菌水+超音波洗浄+表面殺菌)の後に放線菌を分離、培養した。【結果】放線菌はすべての採取時期・洗浄処理から分離された。洗浄処理間の分離率に有意差が認められ、表面殺菌まで行った処理における分離率が低い傾向にあった。以上より、クロマツ-Cg 菌根圏には菌鞘表面から内部にかけて放線菌が存在することが示唆された。得られた菌株のいくつかは分類属性を推定するため、現在、16S rDNA 塩基配列解析を進めている。

## T15-08 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

藤田 徹<sup>1</sup>・藤田博美<sup>1</sup>・栗栖敏浩<sup>3</sup>・山口宗義<sup>2</sup>・小川 亨<sup>4</sup>・四方敏行<sup>7</sup>・八木町マツタケ生産振興会<sup>5</sup>・三俣生産森林組合<sup>6</sup>

<sup>1</sup>京都府農林水産技術センター・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>(株)環境総合テクノス・<sup>4</sup>京都府中丹広域振興局・<sup>5</sup>八木町マツタケ生産振興会・<sup>6</sup>三俣生産森林組合・<sup>7</sup>綾部市マツタケ生産振興会

過去に調査されたマツタケのシロは、地表付近で菌根が形成され、これが下方に半球状に広がる形で定着している。種菌の接種によるシロ形成も、これを模し、地表で菌根形成し下方に向けて定着させれば、菌根が林地に定着しやすいと推測される。その可能性を検討するため、まず、マツの新根の地表への誘導を試みた。これまでに効果が認められている方法を基に、腐植を除去後、「1、腐植で被覆(3~8月:27カ所)」、「2、シートで被覆(3~5月:10カ所)」、「3、シートと腐植で2重に被覆(3~9月:97カ所)」、「4、新根の発根したマツ苗を地表に根を広げる形で植栽(7:50本)」の4法を試験した。また、これらと組み合わせ可能な無菌の新根を得る方法として「5、腐植除去時に掘り出したマツの根を断根し、無菌容器内で発根させる(9月:28箇所)」方法も試験した。いずれも11月まで調査した。

その結果、1~3で地表に根が誘導される率は1:26%、2:0%、3:53%で、3が優れていた。4は苗木の定着率96%、5は発根率32%で、いずれも効果が認められた。これらの方法で得られた根を利用すれば、地表でマツタケの菌根形成を行うことが可能であると考えられた。

T15-09 NaCl ストレス条件下におけるショウロークロ  
マツ菌根共生実生の成長とナトリウム、リンの  
含有量

仲野翔太<sup>1</sup>・山田 智<sup>2</sup>・笹本佳裕<sup>2</sup>・会見忠則<sup>2</sup>・霜村典宏<sup>2</sup>

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

【目的】海岸砂地に生育するクロマツ根には外生菌根菌が共生しており、菌根共生によるクロマツへの塩ストレス緩和効果が示唆されているが、詳細は不明である。本研究では、ショウロークロマツ菌根共生系をモデルとして、塩ストレス条件下で育成させた菌根共生クロマツ実生の成長および養分吸収について調査した。【方法】1年生クロマツ実生に対して、弱度の塩ストレス試験としてショウロ菌株 Rhz 02 を共生させて塩水 (0, 30, 50, 80 mM NaCl) を、強度の塩ストレス試験としてショウロ菌株 Rhz 01, Rhz 02, Rhz 03 あるいは Rhz 04 を共生させて塩水 (80 mM NaCl) を、それぞれ3日および1日に1回50mlかけ流して30日間生育させた。なお対照区として非接種区を設けた。【結果】両試験ともに成長量は塩ストレスの影響を受けなかった。弱度試験において、地上部 Na 含有率は NaCl 濃度の増加に伴い上昇する傾向が確認されたが、各 NaCl 濃度区において接種区と非接種区の間に有意差は認められなかった。一方、強度試験では、非接種区よりも接種区において地上部 Na 含有率が上昇する傾向が確認されたが、地上部 P 含有率との間に関係性が示唆された。

T16-01 ブナ幼木の葉群光合成に与える開放系オゾン暴  
露の影響

渡辺 誠<sup>1,2</sup>・星加康智<sup>2,3</sup>・稲田直輝<sup>4</sup>・小池孝良<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>イタリア国立環境保護研究所(イタリア国立環境保護研)  
<sup>4</sup>北海道大学大学院農学部

近年、対流圏におけるオゾン濃度が増加しており、森林の炭素吸収機能への悪影響が懸念されている。本研究では樹冠の発達したブナ幼木群落を対象に、葉群炭素吸収に与えるオゾンの影響を調べた。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オゾン暴露装置で栽培されているブナ幼木群落(2012年時点で11年生)を供試材料とした。設定したオゾン濃度は60 nmol mol<sup>-1</sup>で、2011年8~11月および2012年5~11月の日照時に暴露を行った。2012年6, 8および10月に樹冠内の様々な位置の葉で光-光合成曲線を測定し、LMA(単位面積あたりの葉乾重量)を指標としたモデリングを行った。得られたモデルを葉群光合成モデルに組み込み、1成長期間の炭素収支を推定した。その結果、1成長期間の葉群炭素吸収量(光合成量-呼吸量)はオゾンによって12.4%低下すると推定された。夏季のオゾンによる炭素吸収量の低下は、呼吸量の増加が主な要因だったのに対して、秋季では光合成量の低下と呼吸量の増加の寄与率は同程度だった。このことから、ブナ幼木の葉群炭素吸収量のオゾンによる低下に対する光合成低下と呼吸増加の寄与率は、季節によって異なる事が明らかになった。

T15-10 外生菌根菌が吸収したアミノ酸の炭素と窒素の  
行方を探る

呉 炳雲<sup>1</sup>・寺本宗正<sup>2</sup>・則定真利子<sup>3</sup>・竹内美由紀<sup>1</sup>・宝月岱造<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>国立環境研究所地球環境  
研究センター・<sup>3</sup>東京大学アジア生物資源環境研究センター

樹木のアミノ酸吸収に外生菌根菌がどのように関わっているかを探る目的で、<sup>14</sup>Cで標識、或いは<sup>13</sup>Cと<sup>15</sup>Nで二重標識したグルタミンやアラニンを、クロマツ・コブツタケ外生菌根共生系の根外菌糸体に取り込ませ、その行方を追跡した。<sup>14</sup>Cは速やかに根外菌糸体全体に広がり菌根まで達したが、宿主のクロマツの地上部へは転流しないことが分った。<sup>13</sup>Cと<sup>15</sup>Nの安定同位体比質量分析の結果では、<sup>13</sup>Cの地上部への転流は<sup>14</sup>C実験と同様に認められなかったが、<sup>15</sup>Nは根外菌糸、菌根、茎、針葉の各部位で検出された。さらに、NanoSIMSを用いて、菌根、茎、針葉の横断面における<sup>13</sup>Cと<sup>15</sup>Nの分布をμmスケールの元素マッピングによって解析した。その結果、<sup>13</sup>Cは、菌鞘のみで検出され、根の皮層細胞や茎、針葉の細胞へは転流していなかったが、<sup>15</sup>Nは、全ての部位で検出され、ハルティヒネットから根の皮層細胞への移動が確認された。これらの結果から、「外生菌根菌の根外菌糸に吸収されたアミノ酸は菌組織の中で代謝され、その窒素は宿主細胞へ受け渡されるが、炭素は受け渡されず、菌自らの炭素源として利用される」ことが明らかになった。

T16-02 葉のオゾン吸収量に基づくブナ、コナラ、ミズ  
ナラおよびシラカンバの葉の純光合成速度に対  
するオゾンの影響評価

山口真弘<sup>1</sup>・安土文鹿<sup>2</sup>・黄瀬佳之<sup>1</sup>・小林亜由美<sup>1</sup>・鹿又友彰<sup>1</sup>・上  
原 唯<sup>1</sup>・松村秀幸<sup>3</sup>・伊豆田猛<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学部・<sup>2</sup>東京農工大学大学院連合農学研究  
科・<sup>3</sup>電力中央研究所環境科学研究所・<sup>4</sup>東京農工大学大学院農学  
研究院

気孔を介した葉のオゾン(O<sub>3</sub>)吸収量に基づいて、ブナ、コナラ、ミズナラおよびシラカンバの純光合成速度に対するO<sub>3</sub>の影響を評価するために、2成長期間にわたって各樹種の苗木にO<sub>3</sub>を暴露した。処理区として、浄化空気区、1.0倍O<sub>3</sub>区および1.5倍O<sub>3</sub>区を設け、育成期間中に純光合成速度を測定し、気孔コンダクタンス(g<sub>s</sub>)推定式を構築した。

O<sub>3</sub>濃度の上昇に伴う純光合成速度の低下は、ブナとコナラでは出葉後約3ヶ月で認められたが、ミズナラとシラカンバでは出葉後約2ヶ月で認められた。したがって、O<sub>3</sub>影響の発現時期から判断すると、ミズナラとシラカンバはO<sub>3</sub>感受性が高いと考えられる。各樹種のg<sub>s</sub>推定式を用いて算出した出葉後2ヶ月間の積算O<sub>3</sub>吸収量は、シラカンバでは著しく高かったが、ミズナラではブナやコナラと同程度であった。これらの結果から、純光合成速度におけるO<sub>3</sub>感受性の樹種間差は、O<sub>3</sub>吸収量の樹種間差だけでは説明できないことが明らかになった。

本研究は、環境省環境研究総合推進費(5B-1105)の助成を受けて行われた。ここに記して感謝の意を表す。

#### T16-03 開放系オゾン暴露施設で生育したシラカンバ幼木の葉数の動態と被食防衛能

崎川哲一<sup>1</sup>・Oikawa, Monta<sup>2</sup>・渡辺 誠<sup>4,3</sup>・斎藤秀之<sup>3</sup>・渋谷正人<sup>3</sup>・小池孝良<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・<sup>4</sup>東京農工大学大学院農学研究院

近年、植物に光合成機能の低下などの悪影響を及ぼす対流圏オゾン濃度の増加が懸念されている。シラカンバはまず春葉を展開し、その光合成生産によって夏葉を展開するため、春葉の光合成機能が低下すると、夏葉の生産数が減少すると予測される。一方、野外では昆虫などの摂食の影響も大きく、オゾンが被食防衛能の変化を通じて着葉量に影響する可能性も考えられる。そこで本研究では、5年生のシラカンバ幼木を対象に、葉数と被食防衛物質含量に対するオゾンの影響を調査した。北海道大学札幌研究林に設置された開放系オゾン暴露施設において、日照時に60ppbのオゾンを暴露したオゾン区と対照区(約24ppb)を設置し、2013年に開葉から落葉までの葉数の季節変化と被食防衛物質(総フェノールと縮合タンニン)含量を調査した。その結果、葉の生産数にオゾンの有意な影響がみられなかった。一方で、対照区においてはオゾン区に比べて着葉数がハンノキハムシの食害により有意に低下した。被食防衛物質はオゾン区の春葉において有意に増加していた。これらの結果から、オゾンによりシラカンバ春葉の虫害抵抗性が変化し、夏葉の葉数の動態に影響を与える事が示唆された。

#### T16-05 Combination effect of elevated O<sub>3</sub> and CO<sub>2</sub> on foliar chemistry of oaks and beech seedlings

Shi, Cong<sup>1</sup>・Kitao, Mitsutoshi<sup>2</sup>・Komatsu, Masabumi<sup>2</sup>・Yazaki, ken'ichi<sup>2</sup>・Tobita, Hiroyuki<sup>2</sup>・Kitaoka, Satoshi<sup>2</sup>・Watanabe, Makoto<sup>3</sup>・Koike, Takyoshi<sup>1</sup>

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

#### T16-04 高CO<sub>2</sub>・オゾン環境が樹木の成長に与える影響

飛田博順・小松雅史・矢崎健一・北岡 哲・北尾光俊

森林総合研究所

【目的】高オゾンに対する感受性が比較的低いという報告のあるコナラを対象として、光合成機能に及ぼす高CO<sub>2</sub>と高オゾンの影響を明らかにすることを目的とした。【方法】茨城県の森林総合研究所実験林苗畑に設置した開放型CO<sub>2</sub>・オゾン暴露装置内の土壌にコナラ苗木を植栽した。コントロール、CO<sub>2</sub>付加、オゾン付加、CO<sub>2</sub>+オゾン付加の4処理区を設けた。高CO<sub>2</sub>処理は外気(380ppm)に対して550ppmに制御した。高オゾン処理は大気の2倍の濃度に設定した。処理2年目のコナラ稚樹について、一次葉と二次葉の各生育環境のCO<sub>2</sub>濃度での純光合成速度( $A_{\text{growth-CO}_2}$ )を、5月から11月にかけて測定した。【結果】 $A_{\text{growth-CO}_2}$ は、コントロール区に比べて、CO<sub>2</sub>付加区では一次葉で7月まで、二次葉で8月まで上昇し、オゾン付加区では一次葉で7月から、二次葉で8月から低下する傾向を示した。一方、CO<sub>2</sub>+オゾン付加区の $A_{\text{growth-CO}_2}$ は、CO<sub>2</sub>付加区に比べて生育期間を通じて低下が不明瞭であることが明らかになった。

#### T16-06 フラックスタワー測定による森林のCO<sub>2</sub>吸収に対するオゾンの影響評価

北尾光俊<sup>1</sup>・小松雅史<sup>1</sup>・矢崎健一<sup>1</sup>・北岡 哲<sup>1</sup>・深山貴文<sup>2</sup>・小南裕志<sup>2</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

大気汚染物質であるオゾンは葉に吸収されることで植物の光合成を低下させるため、森林の二酸化炭素吸収量へのオゾン影響の評価には森林レベルでのオゾン吸収量の推定が必要とされている。しかし、従来の手法では、葉が濡れているときや森林を構成する樹木の一部が落葉している場合には正確な吸収量推定ができず、我が国のように雨が多く、また、落葉樹と常緑樹が混在する森林では、オゾン吸収量の連続推定は困難であった。そこで、フラックスタワーで観測された二酸化炭素吸収速度のデータを用い、光合成依存の気孔反応モデルによってPenman-Monteith法による群落コンダクタンスの推定値を補完することで、従来は困難であった降雨時及び一部樹種の落葉時期の森林群落レベルでのオゾン吸収量を推定する手法を開発した。森林総合研究所関西支所山城試験地のコナラ・ソヨゴ林を対象として、この手法を用いて算出した森林群落レベルでのオゾン吸収量と、フラックス観測による二酸化炭素吸収量との関係について議論する。

## T16-07 硫酸イオンの沈着がマツ針葉表面からの栄養塩吸収と溶脱に及ぼす影響

久米 篤

九州大学農学部附属北海道演習林

アジア大陸の工業・都市地域から放出された  $\text{NO}_x$  や  $\text{SO}_2$  は、オゾン ( $\text{O}_3$ ) や非海塩性硫酸塩エアロゾル ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) 等に変化しながら、風によって日本に輸送されるため、大陸からの広域大気汚染においては  $\text{O}_3$  と  $\text{SO}_4^{2-}$  の濃度変化が相関し、複合汚染として作用する。その影響は、離島や山岳域の大陸側に面した斜面で顕在化することが多い。屋久島のヤクタネゴヨウにおいても  $\text{O}_3$  濃度と  $\text{SO}_4^{2-}$  負荷量との間には高い相関があり、冬季の濃度上昇期には針葉からの  $\text{K}^+$  の溶脱量やエチレン放出が大幅に増大し、大きなストレス要因となっていた。富山県立山のハイマツ林冠では、針葉への霧や降雨の付着に伴い、窒素が葉面から吸収されると同時に、多量の  $\text{K}^+$  や  $\text{Mg}^{2+}$  が葉面から溶脱し、特に  $\text{K}^+$  は針葉の濡れ時間と  $\text{SO}_4^{2-}$  負荷量に比例していた。貧栄養環境下において  $\text{SO}_4^{2-}$  負荷量は、樹体の栄養塩バランスに大きな影響を及ぼす可能性が高く、2006年までの負荷量の急増は日本の森林に大きな影響を及ぼした可能性が高い。一方、2006年以降、中国の大気汚染対策が進み、 $\text{SO}_4^{2-}$  負荷量は減少傾向にあるが、 $\text{O}_3$  濃度には変化が見られないため、森林への影響変化を注意深く見守る必要がある。

## T17-02 スギ人工林における樹木の成長に伴う樹冠遮断量の変化

小田智基<sup>1</sup>・江草智弘<sup>1</sup>・大手信人<sup>1</sup>・武田愛美<sup>1</sup>・堀田紀文<sup>2</sup>・田中延亮<sup>3</sup>・鈴木雅一<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>筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属愛知演習林

本研究では、スギ幼齢林における樹冠遮断量の長期観測に基づき、スギの成長に伴う樹冠遮断量の変化とその要因を明らかにすることを目的とした。対象地は、東京大学千葉演習林袋山沢試験地におけるスギの幼齢林と壮齢林とした。幼齢林では樹齢7年、11、12、13年時、壮齢林では80、87、88、89年時において林内雨、樹幹流を計測することにより、樹冠遮断量を推定した。その結果、7年生から13年生への成長過程で、樹冠遮断量は大きく変化せず、樹冠遮断量は降雨の10%以下であった。それに対し80~90年生のスギ林では20%程度であった。開空度やLAIは同程度であったが、明らかに壮齢林よりも幼齢林で樹冠遮断量は小さかった。さらに、幼齢林において斜面の上部と下部で分けて樹冠遮断量を調べた結果、斜面上部の方が樹木の成長が遅いにも関わらず、下部よりも樹冠遮断量が大きいという結果になった。これらの結果から、成長過程の樹冠遮断量の変化には、樹冠の構成に加えて、流域内で生じる微気象条件の分布が大きく関与していると考えられる。

## T17-01 モウソウチクの遮断蒸発量はなぜ小さいのか？

篠原慶規

九州大学大学院農学研究院

近年、西日本を中心としてモウソウチク林の拡大が報告されている。著者は、共同研究者と共に、モウソウチク林の拡大が、森林の公益的機能に与える影響を解明すべく研究を行っている。その一環として、蒸発散の主要な要素となる遮断蒸発量についても、モウソウチク林において計測を行い、他のモウソウチク林の計測結果、他の森林タイプの計測結果と比較を行った。著者らの計測結果も含め、国内のモウソウチク林の遮断蒸発量の計測例は3例存在する。これらの3つのモウソウチク林の林分構造（立木密度など）は異なるが、遮断蒸発量が降水量に占める割合である遮断蒸発率は、どのモウソウチク林でも概ね10%となり、他の森林タイプで計測された遮断蒸発率よりも小さかった。このことから、モウソウチク林は、その特有な樹冠構造が遮断蒸発量を小さくしていると考えられる。このことは、遮断蒸発のメカニズムを議論する上で有用な情報となろう。

## T17-03 スギ壮齢林分における降雨遮断量の高時間分解能計測

飯田真一<sup>1</sup>・清水貴範<sup>1</sup>・玉井幸治<sup>1</sup>・延廣電彦<sup>2</sup>・壁谷直記<sup>3</sup>・清水晃<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所

【目的】蒸発要求の小さい降雨時の現象にも関わらず、遮断量 (I) は林分水分収支の大きな割合を占めているが、そのメカニズムには不明な点が多い。高時間分解能での計測事例の不足が、その一因であると考えられる。そこで、林外雨 (GR)、樹冠通過雨 (TF)、樹幹流 (SF) を高時間分解能で計測し、Iの変動傾向を検討した。【方法】茨城県筑波山系南部に位置する筑波森林水文試験地のスギ壮齢林分を対象とした。尾根部開空地において転倒マス型雨量計でGRを計測した。幅20cm、長さ10mの樋2台でTFを集水するとともに、対象林分内の全14個体のスギのSFを計測対象とし、各16項目を転倒マス型流量計で計量した。同時に、直径20cmの貯留型雨量計30台を用いてTFを別途計測した。【結果】樋によるTFは貯留型雨量計のTFと良い一致を示し、樋の測定精度の妥当性が確認された。降雨開始からIの時間値は正の値を示したが、降雨後半ではGRとは無関係にIは減少する傾向を示した。さらに、降雨中盤の大きなGRの後、Iの時間値は一時的に負の値を示した。これらの傾向から、Iの時間値は樹体表面の雨水の飽和度に依存している可能性が示唆される。

## T17-04 飛沫蒸発説検証に向けた模擬木による樹冠遮断実験

村上茂樹<sup>1</sup>・鳥羽 妙<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所十日町試験地・<sup>2</sup>尚絅学院大学

樹冠遮断による蒸発は降雨強度に比例して増加するが、そのメカニズムは未解明である。本研究では模擬木（プラスチック製クリスマスツリー）を用いて、自然降雨による樹冠遮断実験を行い、降雨中蒸発と樹高・林分密度依存性について検討した。模擬木は高さ 65 cm、110 cm、及び 240 cm の 3 種類を用い、それぞれトレイ上に 41 本配置（樹冠はほぼ閉鎖）したところ、樹冠遮断は樹高と共に増加する傾向を示した。次に、高さ 110 cm と 240 cm の林分を間伐してトレイ上の本数を 25 本に減らすと、110 cm の林分では樹冠遮断が増加し、240 cm の林分では減少した。この結果から、樹高や葉量のみでは表現できない樹冠の空間構造が樹冠遮断の重要なパラメーターであることが示された。単木重量から推定した林分貯留水量と林内外の雨量から降雨中の蒸発を時間分解能 5 分で算出したところ、蒸発のほとんどが降雨中に生じており、降雨休止中の濡れた樹冠からの蒸発はほとんど無いことが分かった。これは降雨自体が蒸発の原動力となっていることを示しており、飛沫蒸発を裏付ける結果となった。

## T17-06 霧と降雨の遮断について—タイ山地林での事例研究から—

田中延亮

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所

地形等の影響により、霧が頻繁に発生するような森林の樹冠水収支を考える場合、降雨の樹冠遮断とは別に、霧の樹冠遮断についても考慮する必要がある。ただし、樹冠による降雨の遮断はよく知られた現象であり、また、その測定方法がある程度確立されているのに対して、霧の遮断については、そのメカニズムや量的な重要性などが十分に理解されておらず、また、その測定方法も様々で確立されていない。筆者はこれまで、霧が発生するようなタイの山地林において、林外雨、林内雨、樹冠上の霧の並行観測をおこない、同森林サイトでは、降雨を伴わず、霧の樹冠遮断だけで林内雨が発生するようなケースは稀であるが、降雨中あるいは降雨と前後して発生した霧の樹冠遮断により、少なくとも見積もっても 3 年間で 300 mm 以上の林内雨が発生していることを報告してきた。ここでは、タイ山地林での霧と降雨の遮断の観測結果を具体例として紹介しながら、霧の遮断のメカニズムとその計測法、樹冠水収支における重要性、今後の課題について整理したい。

## T17-05 都市と森林のキャノピー構造の違いから考察する遮断蒸発メカニズム

仲吉信人<sup>1</sup>・神田 学<sup>1</sup>・森脇 亮<sup>2</sup>・河合 徹<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京工業大学・<sup>2</sup>愛媛大学・<sup>3</sup>国立環境研究所

都市キャノピー（以下 CP）の遮断蒸発（以下 RI）研究は、森林 CP での研究に比して数が限られている。その理由は、都市 CP での RI 計測の難しさにある。樹冠下空間を有する森林 CP では、鉛直 1 次元的な降雨-流出計測から RI 評価が可能であるが、都市 CP では水収支の 3 次元的な評価が必要であり、実都市では有意な精度で RI を評価することが難しい。著者らは、水収支を簡略化可能な屋外準実都市模型（COSMO）上で、実降雨に対する RI 計測を 9 ヶ月間行った。COSMO は、実都市との力学・物理相似性を有しており、ここで評価された RI は都市 CP からのそれと見なされる。

都市 CP での RI は以下の特徴を有しており、森林 CP のそれと量・動態の両面で様相が異なっていた。

① 都市 CP の RI は総降雨量の 6% であった（森林 CP では 20-50% 程度）。

② 都市 CP では飽差が RI を駆動していた。

③ 都市 CP の RI を支える熱源は晴天時の CP 蓄熱量であった（森林 CP の RI は熱収支的に説明出来ない程多い）。

これらの違いをもたらす要因として、都市と森林の CP 構造の違いがもたらす、有効蒸発面積、空気力学的粗度、CP 熱容量の違いに焦点を当て、両者の RI メカニズムについて考察する。

## T17-07 降雪遮断

鈴木和良

海洋研究開発機構地球環境変動領域

【はじめに】積雪地に生育する森林の降雪遮断については、降雨遮断とともに降雪遮断が重要なプロセスである。降雪遮断は、森林内の積雪水量を減少させ、さらに融雪洪水流出ならびに融雪水の土壌への供給を減らす。日本における降雪遮断の研究は、1950 年頃から四手井らによって精力的に行われ、近年の水文気候学的な降雪遮断研究に至っている。その主だった研究については、鈴木ら（2006）にまとめられている。本発表では、筆者が直接あるいは間接的に関連した降雪遮断研究を中心として、これまでの研究をレビューする。

【方法】具体的な内容は、以下の 4 部から構成される。1. 降雪遮断の遮断率、2. 樹冠への最大冠雪量、3. 大気との水・エネルギー交換、4. 広域の降雪遮断評価、である。さらに、今後の課題等についても述べる。

## T17-08 遮断蒸発と流出—森林管理を考えるために—

小松 光

京都大学白眉センター

本発表は、遮断蒸発現象そのものを議論するのではなく、遮断蒸発の森林水循環における重要性を示すものである。題材として、筆者が作成中の「スギ林、ヒノキ林の管理（成長、間伐、皆伐）による年流出量増加（ $dQ$ ）の推定法」を紹介する。この方法は  $dQ = -dEi$ 、 $dQ < -(dEi + dEt)$  を仮定する。 $dEi$ 、 $dEt$  はそれぞれ、管理による年間遮断蒸発量、年間蒸散量（上層木）の増加である。前者の式は、 $dEt$  が林床面蒸発散量の変化と打ち消しあうことを仮定した式であり、 $dQ$  の概算に利用できる。後者の式は論理的に成立する式で、管理による年間流出量制御ポテンシャルの評価に利用できる。

$dEi$ 、 $dEt$  は、それぞれ 43、13 の計測データをもとに、管理前後の立木密度と直径、気象要素の関数として表現された。 $dQ$  が計測データより得られる 6 試験地について、 $dEi$  と  $dEt$  を計算した。 $dQ$  は  $dEi$  によってよく近似された ( $R = 0.93$ 、回帰直線の傾き  $= 0.89$ )。また、 $dQ$  は概ね  $dEi + dEt$  以下であった。これらの結果は、 $dQ$  推定において  $dEi$  推定が一義的に重要であること、 $dEt$  推定は補足的な意味を持つこととまるとを意味する。

## T18-02 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 (2)：住民参加による地域資源マップ製作

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。地域資源の魅力を探求し活用するツール、地域資源マップに着眼し、住民参加型のマップ製作の効果を明らかにすることを目的とした。【方法】士別市朝日町において、1) 地域資源マップの製作過程と得られた効果を参与観察し、2) アンケートで製作を担当した博物館ボランティアのマップへの評価と地域づくりへの参画意識の変化を把握し、3) マップに関連した講演会での中学生の感想文から学習効果を分析した。【結果】流域からの関心の獲得を契機にボランティアの自主性が向上し、全体会議 6 回、作業部会 4 回、関連行事 3 回を経てマップが完成した。アンケートでは、ボランティアは、町の魅力を再発見できた点、異世代交流や地域交流に役立つ点などで、マップを高く評価していた。ボランティアの地域づくりへの参画意識は、マップ製作前後で高く保持された。中学生の感想文には、講演会によって地域資源への訪問意欲や町の歴史を評価する価値観の形成が見られた。マップの活用や関連行事を継続的に実施し、地域がこれらの効果を自治する力として具現化することが課題である。

## T18-01 全国における森林学習施設の特徴—施設の名称に着目して—

木山加奈子<sup>1</sup>・井上真理子<sup>2</sup>・大石康彦<sup>2</sup>・土屋俊幸<sup>3</sup>

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

「屋内外に存在する様々な資料により森林に関する学習が可能な、開かれた施設」(木山・土屋、2014)である森林学習施設は、森林環境教育の場として、いつでも誰でも利用できるという特徴を持つ。森林学習施設は全国に 992 もの数があり、その設置には林野行政だけでなく環境行政、社会教育行政の関わりが見られる(木山ら、2014)。そのため、様々な教育内容を提供していると考えられる一方で、その実態は不明確である。そこで、森林学習施設の特徴を捉えることを目的とし、施設の名称に着目して、その共通部分を抽出することにより分類を行い、分類ごとに施設の設置年や設置者、施設の設備などの特徴を把握した。

その結果、全体の約 6 割が名称に「森林公園」、「ビジターセンター」などの共通部分を持っていた。数が多かったものは「少年自然の家」(96 施設、9.7%)、「ビジターセンター」(79 施設、8.0%)、「森林公園」(51 施設、5.1%) などであった。設置年と設置者の検討においては、多く設置された時期など、分類間で特徴がみられた。施設の設備に関しては、「自然観察の森」のように類似性を持つものがある一方で、「森林公園」のように多様性を持つ施設も含まれていた。

## T18-03 森林環境教育とソーシャルビジネス～若者よ、農山村で起業しよう！～

井倉洋二

鹿児島大学農学部附属演習林

鹿児島大学高限演習林では、1999 年より地域の子どもたちや市民を対象とした森林環境教育プログラムを実施している。2006 年には地元集落の閉校した施設を活用して、垂水市が「大野 ESD 自然学校」を開設した。演習林でのプログラムは自然学校に引き継がれ、演習林職員、地域住民および学生らの協働により運営されている。学生はボランティアまたは授業で参加し、環境教育の実践的な学びの中から自身を成長させる場となっている。

自然学校での活動を通じた地域住民との交流の中で、自然と共生した農山村の暮らしの知恵や文化を次世代へ伝えていくことが、持続可能な未来社会に繋がることを実感し、そのためには農山村に新たなビジネスを生み出すことが必要であると感じるようになった。

そして 2013 年～、新たなチャレンジが始まる。NPO 法人「森人くらぶ」を設立し、自然学校でやってきた活動を事業化し、ソーシャルビジネスを起業しようとするものである。NPO は学生が主体的に経営に参加することで、農山村でのコミュニティービジネス起業の実践的な学びの場となり、持続可能な地域社会の創出に貢献できる人材育成、さらに新しい時代の大学教育につながるものである。

## T18-04 学習指導要領にみる森林教育と学校教育との関係

井上真理子<sup>1</sup>・大石康彦<sup>1</sup>・東原貴志<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>2</sup>上越教育大学大学院

森林や林業、木に対する一般の人々からの理解を得るための森林環境教育や木育が推進されている。普及効果を高める方法として、森林や木に関する教育（森林教育）が学校教育で行われることが挙げられる。これまでも、森林教育は理科や社会科などで実践されてきているものの、森林教育の実践校は限られている。学校の教育課程で森林教育が位置づけられれば、より多くの学校で森林教育が行われる可能性が高まるであろう。そこで本稿では、森林教育の目的・内容と学校教育（普通教育）の教科・科目等および環境教育（ESDを含む）とを比較して、学校教育と森林教育の関連性を検討した。森林教育は、井上・大石（2014）による「森林での直接的な体験を通じて、循環型資源を育む地域の自然環境である森林について知り、森林と関わる技能や態度、感性、社会性、課題解決力などを養い、これからの社会の形成者として、持続的な社会の文化を担う人材育成を目指した教育」の定義を用いた。その結果、教育内容に森林や樹木が明記されることは少ないものの、教育目的との共通性を見出すことができ、森林教育の実践を通じた教科等の教育目的の達成を図れる可能性が考えられた。

## T18-06 林業における間伐効果を模擬的に学習する授業の提案：ハツカダイコンの容器栽培を例に

荒木祐二<sup>1</sup>・中田匠史<sup>1</sup>・東原貴志<sup>2</sup>・井上真理子<sup>3</sup>・大谷 忠<sup>4</sup>

<sup>1</sup>埼玉大学・<sup>2</sup>上越教育大学大学院学校教育研究科・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>東京学芸大学

中学校技術科の「生物育成に関する技術」では、農林水産の一翼を担う林業も学習対象となっている。しかし、林木の育成には長い歳月がかかる上に広範な土地が必要であることから、林業を学ぶための時間や空間の確保が難しい。そこで本研究では、短期間かつ省スペースでの栽培が可能であるハツカダイコンの容器栽培により、間引き技術と収量の関連性を明らかにし、林業における間伐効果の理解を促す題材の開発をめざした。

調査は、2013年8～10月に人工気象室内にてハツカダイコンのプランター栽培を行い、間引きの回数やタイミング、間引き率、播種間隔の異なる9通りの栽培条件を設定した。その結果、(1) 林業の間伐方法を踏襲した条件において、ハツカダイコンの根茎重量と草丈が最大となること、(2) 初期段階の間引きの遅れが根茎の生育を阻害すること、(3) 間引きを行わない条件に比べ、密植した状態から適切な間引き施業を行った条件の方が、収量が増加することが明らかになった。本結果は、林業における間伐施業の意義を間接的に示すものであり、ハツカダイコンの容器栽培をとおして、生徒たちに間伐施業とその効果についての理解を促すことが可能となることが示された。

## T18-05 中学生が技術・家庭科で学ぶ生物育成技術に位置づけられる林業教育の内容論的検討

丸山翔平<sup>1</sup>・東原貴志<sup>1</sup>・井上真理子<sup>2</sup>・大谷 忠<sup>3</sup>・荒木祐二<sup>4</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・<sup>3</sup>東京学芸大学教育学部・<sup>4</sup>埼玉大学教育学部

本研究では、中学校技術・家庭科における生物育成技術としての林業教育の指導内容を検討するため、中学校職業・家庭科時代の学習指導要領で扱われていた造林の技術に関する知識・理解についての指導内容と、職業・家庭科教科書ならびに現在の技術・家庭科教科書における林業に関する学習内容を抽出し、高等学校学習指導要領解説農業編の指導内容と比較・整理した。これらを林木の育成を中心とした林業の知識に関する指導内容と考え、中学校における作物を栽培する上での指導の流れに沿って、作物を栽培する準備段階、作物を生み出す段階、作物を育てる段階、作物の利用段階に分類した。

その結果、気象因子、土壌因子、生物因子の内容を追加することにより、林木の育成技術について準備段階から終期段階まで一貫した指導内容で構成されることがわかった。

## T18-07 森林教育における時間の重要性 2

中島 皇<sup>1</sup>・山下貴之<sup>2</sup>・岡本 亮<sup>3</sup>・宮沢敬治<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・<sup>2</sup>京都大学農学部・<sup>3</sup>アズビル株式会社

森林には我々の現代社会とはかなり異なった時間が流れている。頭ではこのことを理解していても、現実の感覚を持っている現代人は多くはない。特に森の時間を経験したことの少ない若者や子供達、また、都市に住み便利で快適な暮らしに慣れてしまった人たちにとっては、どうしようもない経験不足・実感不足を引き起こしている。その結果、経済性や効率性の追究のみが是であるような錯覚を持った、局所最適化ばかりに気をとられた社会が出来上がった。自然の法則や人間の限界など基本中の基本が我々人間の中で忘れ去られている。

このように重要な感覚を養うためには、どのような経験や知識が必要になるのであろうか。この間に答えるために森林教育プログラムを作成・実施して、参加者の反応を調べることにした。具体的には環境保全活動に熱心な企業との協働で森林環境プログラムを作成・実施し、参加者である企業の従業員とその家族にアンケートを行って意見や感想を収集した。

今回は実施された幾つかのプログラムを参加者からの感想や意見を含めて紹介すると同時に「森の時間」に関する事例についても紹介してみたい。

連絡先：中島皇 tnakashi@kais.kyoto-u.ac.jp

## T18-08 木曾山林学校の草創期に本多静六の果たした功績

山口 登

長野県木曾青峰高等学校木曾山林資料館

木曾山林学校は1901(明治34)年開校の日本最古の林業専門の実業学校である。林業教育の草創期における学者・研究者との関係を、同校の資料をもとに明らかにすることを目的とした。資料は、木曾山林学校の生徒・教職員・卒業生の三者の組織である校友会の『校友会報』に掲載された講演会や林業の現場での指導の記録、『大日本山林会会報』、『東京帝国大学一覽』等をもとにした。その結果、本多静六(1866~1952)が果たしていた役割が以下の3点にまとめられた。第一に山林学校がつくられる前段階において、大日本山林会の講演会で造林と林業教育の必要性を説き、学校設立を模索していた木曾地方の若手幹部に方向性を示した。第二に自らの教え子である木曾山林学校初代校長の松田力熊(帝国大学農科大学林学科卒)によって本多流の林業教育が実践された。第三に直接生徒に技術教育の基本を教授するとともに、人間教育という側面から青年の生き方を熱烈に説いた。

我が国における林業教育の出発時点において、本多静六を中心とした学者・研究者らが、実業学校での教育、いわゆる啓蒙的なことに時間を惜しまず真摯に取り組んでいたことが明らかになった。

## T19-01 Introduction for “Tropical Forest Research for a better tomorrow”

Takeshi Toma

Forestry and Forest Products Research Institute

Deforestation and degradation of tropical forests have been continued at alarming rate more than several decades. To address the problems surround tropical forests requires good information, serious thinking, informed dialogue, experimentation and learning from past mistakes. Considerable works to address deforestation and degradation of tropical forests as well as to promote sustainable use of forests have been conducted in the world for many years. There are rich experiences but they are not utilized well. One of the biggest obstacles has been the poor flow of information between stakeholders including researchers. We often fail to share our findings with each other. I hope that our theme symposium helps to solve this problem by providing opportunities to know each other in this research filed. The symposium is not an end but a start to build a better tomorrow through dialogue among participants.

## T18-09 森林教育体系化試論

大石康彦・井上真理子

森林総合研究所多摩森林科学園

わが国の森林教育は1882年の東京山林学校設置に始まり、現在では幅広い内容を持つに至っている。しかしながら、1925年以降90年近い森林教育研究のなかで、森林教育全体を体系的に整理した例はみあたらない(大石・井上2014)。筆者らはこれまで、森林体験活動が成立するために必要な要素として森林、体験者、ソフト、指導者をあげ(大石2001)、森林教育の内容として森林資源、自然環境、ふれあい、地域文化をあげた(井上・大石2010)。このように、森林教育をとらえる切り口は提示されているものの、森林教育全体を体系的に整理するには至っていなかった。そこで本論では、これら既往の研究を手がかりに森林教育の体系化を試みた。その結果、森林教育全体を、(1)歴史・経緯、(2)社会・地域、(3)活動現場の3相でとらえ、これらを共通して律するものとして、森林教育の目的・内容を位置づけることができたので、ここに試論として提示する。すなわち、(1)歴史・経緯においては目的・内容の分化、(2)社会・地域においては目的・内容と実施主体の関係性、(3)活動現場においては目的・内容と活動現場の構成要素の関係性が、各相の構造を規定するものと考えられた。

## T19-02 Effects of materials for improvements of soil physical properties and growth of teak in Northeast Thailand.

Masazumi Kayama<sup>1</sup>・Reiji Yoneda<sup>1</sup>・Iwao Noda<sup>1</sup>・Sutjaporn Hongthong<sup>2</sup>・Suchart Nimpila<sup>2</sup>・Woraphun Himmapan<sup>2</sup>・Tosporn Vacharangkura<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 Silvicultural Research Division

【Introduction and Method】 In northeast Thailand, teak (*Tectona grandis* Linn.f.) plantations have been expanding. However, the typical soil in northeast Thailand is light textured sandy soil, and growth of teak is suppressed by low water retentivity. We practice an experiment to select a material for improvement of water retentivity. We prepared four materials (charcoal, bentonite, perlite, and corn cob) for improvement of water holding capacity, mixed 4% into sandy soil, and planted teak seedlings.

【Results】 Bentonite showed high capacity to improve water retentivity, water potential of teak seedlings was high, and their leaf biomass was no decrease even in dry season. Charcoal and perlite were decreased leaf biomass of teak seedlings in dry season, and water holding capacities were probably inferior to that of bentonite. In contrast, corn cob increased permeability, as a result, growth of teak seedlings were suppressed.



T19-03 Assessment of biomass recovery in the fallow forests : A case study in a Khmu village, the northern Lao PDR

NyeinChan<sup>1</sup> · Shinya TAKEDA<sup>1</sup> · Yasuyuki KOSAKA<sup>1</sup> · Lamphoune Xayvongsa<sup>2</sup> · Khamsing Keothoumma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kyoto University Graduate School of Asian and African Area Studies · <sup>2</sup>National University of Laos Faculty of Forestry

This study focused on biomass recovery in forests fallowed after swidden agriculture in a Khmu village, northern Lao PDR. In total, 20 sample plots were randomly set up by nested sampling design in 3-, 5-, 7- and >9-year-old fallows and in the conservation forests nearby the village settlement area. The above-ground biomass (AGB, including trees, bamboo and understory) were estimated by a destructive sampling method. The AGB in 3-, 5-, 7- and >9-year-old fallows were 13.67, 31.39, 35.89 and 68.15 Mgha<sup>-1</sup> respectively, while the value was 73.03 Mgha<sup>-1</sup> in the conservation forests. Despite being, fallowed land, the average AGB for >9-year-old fallows was about 93% of the total AGB in the conservation forests. In general, biomass accumulation is very rapid compared to fallow recovery in Myanmar, where the AGB accumulation in 30-year-old fallows is about 83% of the total AGB in old forests.

T19-05 Geostatistical performances on mangrove tree crown diameter estimation using high resolution aerial photo

Ali Suhardiman · 露木 聡

東京大学大学院農学国際

Tree crown forms the structure of forest canopy. It can be estimated from the ground by measuring its vertical projection but vulnerable to yield errors. On the other hand, very high spatial resolution imagery is now available which brings opportunity to estimate tree crown size from different angle. In this study, 0.15 meter pan-sharpened color digital aerial photo of Mahakam delta in East Kalimantan, Indonesia was explored to estimate tree crown size of mangrove. The geostatistical technique was applied to the image by calculating the semivariance of pixel pairs and fitting several mathematical models to semivariogram graph. The model parameter i.e. "range" was used to estimate the tree crown size. Comparing to the ground measurement of 4 plots, our study revealed the potentiality of semivariogram in estimating mangrove tree crown size. However crown size of mangrove plantation plots had slightly under estimated while natural mangrove showed convincing estimation

T19-04 Assessment of Mangrove Recovery in Cyclone-Affected Areas of the Ayeyarwady Delta, Myanmar

Thinn, Thinn · Takeda, Shinya

京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

This paper investigates the recovery of the mangrove forests in the Ayeyarwady Delta that were degraded by cyclone Nargis in May 2008. Field data were collected in December 2012 through household surveys in a village. Changes in height were assessed both in RS/GIS and field measurements. The heights of a sample of 32 trees derived from the model compared with the field heights of the same trees. *Avicennia officinalis* was the dominant species. The mean heights were  $4.5 \pm 1.3$  m and  $8.9 \pm 1.0$  m in the model and the field, respectively. The relative height of the trees in the model was observed with an accuracy in the range of 0.2 — 1.4 m. The stereo model and the field survey showed an increase in the height of the trees. After local people recognized that mangrove forests minimize the loss of life and property damage during a cyclone, mangrove forests were recovered near the village as the human impact on these forests diminished.

T19-06 Toward small-scale mangrove conservation: Case study in Thua Thien Hue Province, Viet Nam

Nguyen, Tam<sup>1</sup> · Masuda, Misa<sup>2</sup> · Iwanaga, Seiji<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

Despite many initiatives working on the restoration, mangrove forest area in Vietnam has been steadily decreasing for decades, from 408,500 ha (1943) to 96,322 ha (2009). Restoration efforts as well as studies tend to focus on large-scale concentrations, and less attention has been paid on small-scale mangrove conservation. We focused on small-scale mangrove conservation and characteristics of mangrove as well as its values in Thua Thien Hue province. From the results of interview for households survey by questionnaires (76 of 420 households was selected), it can be divided into two groups (G1 and G2) that impact or not impact mangrove. We recognized that G1 gave impact to mangrove not only by their occupation but also their gathering firewood. However, G1 has higher perception and much more attention than G2. So can they become "effective conservationists"? We estimated the potential of community-based small-scale mangrove conservation for answering that question.

T19-07 Participatory management of protected areas: A case of Xuan Thuy National Park in Viet Nam

Vo, Thu<sup>1</sup> · Masuda, Misa<sup>2</sup> · Iwanaga, Seiji<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

This study examined the applicability of community-based forest management (CBFM) to protection forests, particularly to mangrove forests in Giao An commune- a buffer zone of Xuan Thuy National Park, Viet Nam. Field survey was conducted by randomly interviewing 72 households, of which 38 households were members of CBFM. CBFM activities consisted of mangrove planting, removing harmful oysters from the stems, collecting mangrove fruits, and patrolling. The result showed local people highly depended on mangrove environment for their livelihoods. As high as 78.9% of CBFM members evaluated mangrove forest as “very important” while non-members accounted for only 52.9%. Members also joined in more activities (4 activities) than non-members did (2 activities including mangrove planting and removing oyster). However, respondents answered that the benefits from mangrove resources decreased over the last three years, which may lead to lack of motivation in participating in CBFM.

T19-09 Local livelihood Impact of Community Forest Program: Case studies of protection forest in Lampung, Indonesia

Kasukoyo, Hari · 井上 真

東京大学大学院農学国際

This study analyzed the contribution of Community Forest (CF) program in protection forest on the local people and forest by using livelihood capital framework. The study is conducted in Lampung Province of Indonesia where CF has been implemented for almost two decades. Data was collected by interviewing 120 purposefully selected farmers from three villages located around protection forests. The study found that CF has improved human capital of farmers through trainings on forest and farmer's group management ; natural capital by increasing the number of trees planted, planting agroforestry crops in their farmland and ; financial capital by increasing their income by selling NTFP. Although the management of the protection forest under CF has also improved, the ongoing conversion of it to plantations dominated by coffee and rubber needs consideration of balance between income generation for local people and conservation of biodiversity.

T19-08 Impact of Local People's Livelihood on Deforestation and Reforestation : A case study in Kuningan, Indonesia

Mardiana Wachyuni<sup>1</sup> · Lilik Budi Prasetyo<sup>2</sup> · Ellyn Kathalina Damayanti<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>Bogor Agricultural University Department of Forestry

In Indonesia, production forests located in Java is managed by State Forestry Corporation (Perhutani). Since 2001, Perhutani has been implementing Management of Forest Resources with Community (PHBM). The first implementer of PHBM is Kuningan District. This study aims to determine level of reforestation and identify socioeconomic factors associated with reforestation. Two types of surveys were conducted : land cover change and household survey. From the result of these surveys, PHBM villages in Kuningan District had higher increases in reforestation. There were one village taken as sample area namely, Segong Village with reforestation of about 6.77 ha per year. Based on statistical analysis using logistic regression models, it was found that socioeconomic factors have significantly affect to reforestation was participation in the reforestation of state forestry activities.

T19-10 Comparison, availability of fuel wood trees in small holder marginal tea plantations in Sri Lanka

Palihakkara, Indika · Inoue, Makoto

東京大学大学院農学生命科学研究科

Trees inside tea plantation of Marginal Small Tea Farm holders (MSTF) of Sri Lanka play a pivotal role to sustain production of tea and livelihood of the farmers. This study identified tree species found inside tea plantation of MSTF in Matara and Badulla district which represent lowland and highland tea plantation of the country. Data was collected by observing tea plantation of and conducting questionnaire survey for 50 marginal tea farmers from Matara and 31 from Badulla. Five species in Matara and eight in Badulla were identified. The purpose of each species varied from providing shade to and mulch for tea plantation, to providing edible food, medicine, fuelwood and timber to local people. *Gliricidia sepium* was found to be dominant in both district followed by *Milia azedarach*, *Albizia moluccana* and *Calliandra calothyrsus*, *Erythrina lithosperma* in Matara and Badulla respectively. The smallest land holders had the highest density of most of the identified species.

T19-11 Implication of Community Forest implementation on livelihood of forest dependent population in Nepal's Terai Region

KC, Birendra · 井上 真

東京大学大学院農学生命科学研究科

The aim of the present study is to augment understanding on the processes of rural income generation and diversification in eastern Terai Region of Nepal under the Community Forestry (CF) Program, a much appreciated devolution policy in the country that aims to protect and conserve natural forests as well as fulfill local resource needs. Specifically, it explores the relationship between household occupational characteristics, asset endowments and income-generation patterns using descriptive and econometric analysis. Data collected through a household survey show land-holding to be the most significant factor in determining the income source as well as diversification pattern, mostly in the form of livestock retention as sources of non-farm income was closely linked to participation in CF activities. Fuelwood and fodder from CF were the most important inputs for income. On the basis of these findings, forest policy implications for household livelihoods are drawn and recommended.

T19-13 Medicinal plant utilization under the influence of medical service: a case in the Peruvian Amazon

Toda, Miki<sup>1</sup> · Masuda, Misa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Tsukuba Graduate School of Life and Environmental Sciences · <sup>2</sup> University of Tsukuba Faculty of Life and Environmental Sciences

The importance of medicinal plants for health and as possible income source in the developing countries is internationally recognized. However, utilization of medicinal plants from the viewpoints of both health care behavior and commercial activity has not yet been studied. Focusing this point, the study examines the use of medicinal plants in the relation to the medical services and commercialization of medicinal plants based on household survey and interviews in a native community of Shipibo in the central Peruvian Amazon. The result shows that although people use medicinal plants for health, there is a strong dependency on medical service and drugs. Within the community, medicinal plants are sold only in a form of remedies in a small extent. It indicates that, while medicinal plants are not much commercially demanded locally, only limited people who have skills and knowledge to prepare remedies are able to sell medicinal plants.

T19-12 Taungya Teak Plantations and Local Livelihood Diversification of Taungya Participants in Bago Region, Myanmar

Ms, Ei · Shinya TAKEDA

Kyoto University Asian and African Area Studies

**[Objective]** This study was conducted at three different sites in the Bago mountains, Myanmar, where taungya teak plantations have been expanded by both the Forest Department and the private sector in recent years, to explore changes in livelihoods of local residents especially after the expansion of private plantation programs. **[Method]** A household survey was conducted at each study site by using a semi-structured interview with the head of each household and field observation with the help of informants from the plantation programs. Information acquired by the interviews was household structure, crop production, subsistence satisfaction through cultivation, income generating sources and so on. **[Results]** It was observed that there were diversifications of local livelihoods not only in crop production system but also in off-farm activities. This was also related with labor availability in teak plantation programs.

T19-14 Analyzing the marketing systems of agroforestry products in Bangladesh: the case of the Madhupur Sal forests area

Kazi Kamrul Islam · Takahiro Fujiwara · Noriko Sato

Kyushu University Faculty of Agriculture

Bangladesh agriculture is dominated by small-scale subsistence farming, but the farmers do not get proper prices for their products due to improper marketing systems. This study analyzes agroforestry marketing channel and the impact of intermediaries on marketing and also identifies the major problems of marketing in Bangladesh. The study conducted at Madhupur Sal forests and data were collected through questionnaires surveys. Agroforestry markets were characterized by the involvement of many intermediaries; thus, the marketing channel is complex and long for both crops and woody products. The study also identified the poor road infrastructure, lack of storage facilities together with intermediaries' unanticipated interference. So, there is an immediate need to introduce farmer cooperatives in order to handle the intermediaries, and harmonizing and executing marketing legislations.

T19-15 Can Land Reforms Save the Forest? A preliminary case study from West Shoa Zone, Ethiopia.

Mohammed, Abrar・井上 真

東京大学大学院農学国際

With 85% of the population engaged in agriculture, land is an important capital for the Ethiopian rural population. This study aimed at providing preliminary insight on the role previous land reforms played in livelihood of forest dependent local people. Household established in distinctive land tenure eras, i.e. prior to 1973 (feudal era), between 1975-1994 (socialist era) and current regime (post 1995) are compared with respect to selected socioeconomic parameters. The result showed that early established households maintain upper level while the recent established lag behind. The dependency on the forest seemed to increase for all groups, albeit with different degree. The constriction of land for the newly established household, together with current poor wealth and high proportion of dependents means the dependency on the forest will continue unabated. A comprehensive intersectoral policy from education to health and to land reform is needed to minimize future forest dependency.

T20-02 高齢スギ人工林における個体の根張りとの関係

新田響平・金子智紀

秋田県農林水産技術センター森林技術センター

標準伐期を迎えたスギ人工林を高齢林に誘導していく過程において、間伐による密度管理は不可欠である。しかしながら、間伐時における保残木と間伐木の選木基準についての知見は少ない。著者らは、諸被害に対する抵抗性と成長の持続性という視点から、長伐期化に適応する個体の形質として養水分の供給や樹体の支持を担う「根張り」に注目した。秋田県湯沢市秋ノ宮地内の43年生及び86年生のスギ人工林を対象として、根張り直径(根株地際直径)、相対根張り直径(根張り直径/胸高直径)によって成長量や形質を分析し、選木指標として利用できるか検討した。その結果、根張りは86年生林分において密度の影響を受けるとされる樹冠長率と弱い相関が見られ、根張り直径が大きくかつ相対根張り直径が大きい個体ほど樹冠長率が高く、上層木である個体が多い傾向にあった。一方、43年生林分ではそれらの傾向が見られなかった。平均相対根張り直径は43年生に比較して86年生の方が小さかった。これらことから根張りは成長に伴いサイズが大きくなるだけでなく、その形状も変化していることが示唆されたものの、指標化には今後さらに調査を進めていく必要があると考えられた。

T20-01 高齢級化する人工林を適切に管理していくには?—趣旨説明に代えて—

宮本和樹・酒井 敦・大谷達也・伊藤武治・佐藤重穂・河原孝行  
森林総合研究所四国支所

間伐は樹冠管理の技術であるといわれるように、樹木の樹冠サイズ(樹冠長、樹冠長率、樹冠幅など)は人工林、とりわけ長伐期の人工林管理を行ってきた人工林において、間伐の際の重要な選木基準のひとつと考えられてきた。しかし、実際に樹冠サイズとその後個体成長との関係をみると、両者の相関が必ずしも高くはない場合もみられ、個体成長を予測する上で有効な指標としては、樹冠サイズよりもむしろ期首の胸高直径や個体間の配置(競争効果)が重要であることが示されるようになってきた。それでは、人工林を管理する上で樹冠サイズはそれほど考慮する必要はないのだろうか?本発表では四国地方の壮齢および高齢人工林の調査事例を紹介しつつ、樹冠サイズとその後個体の成長との関係を壮齢段階と高齢段階で比較し、高齢級化する人工林の管理における樹冠サイズの有効性について考察してみたい。その後、テーマ別シンポジウム(T20)の趣旨を簡単に説明する。

T20-03 樹木の成長からみた高齢級林分の個体配置

正木 隆<sup>1</sup>・櫃間 岳<sup>2</sup>・八木橋勉<sup>2</sup>・杉田久志<sup>1</sup>・長池卓男<sup>3</sup>・齋藤哲<sup>1</sup>・壁谷大介<sup>1</sup>・梶本卓也<sup>1</sup>・太田敬之<sup>1</sup>・梶谷宜弘<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>山梨県森林総合研究所・<sup>4</sup>東日本旅客鉄道(株)鉄道事業本部

スギ、ヒノキの高齢人工林において、個体間の競争が生じている距離スケールを解析し、樹種、地位、林分構造との関連を分析した。解析には、東北地方から70年生のスギ林2林分、100年生のスギ林2林分、茨城県の110年生ヒノキ林3林分、山梨県の100年生ヒノキ林1林分、の計8林分のデータを用い、方法はMasaki *et al.* (2006) JFR 11: 217-225と同様に、個体の直径増加とその周辺の半径  $x$ メートル以内の他個体のBAの相関係数を計算し、 $x$ の増加にともなう相関係数の値の変化から競争距離スケールを推定した。その結果、スギ林においては、各個体は地位・林齢・林分平均直径に関係なく半径8~10m以内の個体と競合していると推定された。ヒノキ林においては、スギよりも狭い4~7m以内の個体と競合していると推定され、また競争距離は林分平均直径と正の相関を示した。以上のことから、スギ林で長伐期施業をおこなう場合には、林分状況に関係なく個体間距離8-10mを基準にそれよりもどれだけ密に管理するか、という考え方が基本となり、ヒノキ林では林分の状況に応じて個体間の競争を制御する空間距離が変化することを考慮することが必要となるであろう。

## T20-04 東海地方におけるヒノキ高齢林の林分構造

横井秀一<sup>1</sup>・早川幸治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>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。とくに構成個体の径級と他の因子との関係が明らかになれば、施業方法の検討に多くの示唆が得られると期待できる。【方法】岐阜県・愛知県で、80～113年生のヒノキ人工林61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ヒノキ以外の樹種を含め、胸高直径などの平均値はヒノキだけで計算した。【結果】調査林分は、本数密度238～1891本/ha、平均樹高14.2～25.8m、平均胸高直径19.4～52.1cm、林分材積185～1099m<sup>3</sup>/haであり、こ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、平均樹冠長や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・本数密度を説明変数とする重回帰分析で、重決定係数0.69を得た。

## T20-06 高齢スギ林における陽樹冠量をもとにした選木基準の検討

高橋絵里奈

島根大学生物資源科学部

間伐選木は、経験と勘による個人的技能に頼るところが大きい。しかし、間伐選木の技術者は減少しており、誰にでも分かり易い間伐選木の客観的指標が求められる。吉野林業地では、間伐選木の際に樹冠を見極めることが重要であるとされる。また、光合成に大きく寄与する陽樹冠の量は、樹木個体の幹の成長と大きく関わりがあると考えられる。そこで、吉野林業地の38年生、52年生、106年生、210年生のスギ人工林において、陽樹冠量の測定をおこない、樹木個体の胸高直径成長量との関係を解析した。その結果、陽樹冠直径の範囲によって、年輪幅が2mm程度であるか否かを判別することが可能であり、陽樹冠直径を間伐選木の指標とすることが可能であることが明らかとなった。さらに、島根大学三瓶演習林の56年生スギ人工林で同様の調査、解析をおこなった。三瓶演習林でも陽樹冠直径を間伐選木の指標とすることが可能であった。ただし、胸高直径が同一である個体の陽樹冠の大きさは三瓶演習林の方が小さく、1林分内での個体の大きさのばらつきは三瓶演習林の方が大きく、地域差がみられた。陽樹冠量を間伐選木の指標とする際にはこれらの差を十分考慮する必要がある。

## T20-05 間伐方法が異なる高齢ヒノキ人工林における間伐後の成長

渡邊仁志・茂木靖和・大洞智宏

岐阜県森林研究所

高齢人工林の管理方法を検討するため、岐阜県美濃地方の高齢ヒノキ林分(2箇所)を異なる選木方法で間伐し、その後の幹の肥大成長と樹冠サイズ(樹冠長)を調査した。両林分は過去50年以上、無間伐で放置され収量比数は1に近い過密林分であった。これらの林分に固定調査地を設け、約100年生時に林分1(地位級高)では下層木を中心に、林分2(地位級低)では上層木を選木して伐採した(材積間伐率はそれぞれ56.5、40.5%)。

再調査時、林分1では胸高直径、断面積ともに成長し、間伐効果が認められたのに対し、林分2では成長が認められなかった。個体レベルでは樹冠長と胸高直径、断面積(もしくはそれらの成長量)との相関が高かった。高齢林分、特に地位級の低い林分では、樹高成長の鈍化により間伐による樹冠(葉量)の拡張は限られる。選木方法の違いにより、林分1では胸高直径がより大きな個体が、林分2では胸高直径が小さい個体が残存したことが、間伐後の肥大成長に影響したと考えられた。木材生産を目的に伐期を延長するのであれば、どんな形状の個体を残すかが重要であり、林分2の事例のように上層間伐的な選木は適切ではなかったといえる。

## T20-07 間伐が遅れた人工林の実態から考える

石川 実

愛媛県農林水産研究所林業研究センター

【目的】愛媛県では、スギ・ヒノキ人工林のうち40～60年生の占める比率が高くなり蓄積量も増加し、様々な施策により間伐が推進され、素材生産量増加が期待されている。一方で、下刈り後1回程度の間伐後、20年以上無施業の林分も見られる。このような林分は蓄積量は増加しているが、高密度で樹冠が枯れ上がり枯死木や気象被害木も見られ、間伐遅れと思われる。この実態を分析し今後の施業について考える。【方法】愛媛県今治市、西条市、松山市の10箇所のスギ人工林35～53年生(2012年時)において、1999年、2010年、2012年と、成長量、気象害状況及び間伐実施状況を調査した。【結果】立木密度が1500本/ha以上の林分では、10年間で14～25%が自然枯死していた。ほぼ無間伐だった4調査地では、形状比が90を超え、間伐後も80以上と気象災害に弱い状態であった。間伐後に冠雪害を受けた調査地で被害木の特徴を見てみると、胸高直径が小さく形状比の高い個体が幹折根倒れしていた。樹冠が枯れ上がり成長量が低下している劣勢木は、気象害を受けやすいため、間伐後の成長回復に期待せず、被害を受けにくい優勢木を残存させて成長量回復を期待したほうが良いと思われた。

## T20-08 高齢級人工林の管理と大径材の搬出

與儀兼三

広島県立総合技術研究所林業技術センター

戦後の拡大造林世代の人工林は、主伐されずに長伐期化が進み高齢級林が増加している。これに伴い尺上丸太（末口径 30 cm 以上）となるような大径材も増えており、これらは従来の機械・作業システムでは全木集材方式による搬出が困難となりつつある。このために新たな高齢級林の管理および大径材の搬出方法を確立する必要がある。そこで検討しているのが、高齢級林分の 3次元レーザースキャナ (3D) による計測である。これにより立木の位置、胸高直径、樹高の情報が得られ、さらに幹の曲がり具合など個々の形状を知ることも可能であることから、この 3D 技術を高齢級林の管理に活用し、立木の品質管理を行うことにより、川下側の要求する形質の丸太を安定供給することができると考える。一方、中欧から導入した林業用トラクタおよび高性能搬器を適用するための諸条件を明らかにするため、異なる地形・傾斜、集材距離での効率的な作業の可能性について実証試験を実施し、一定の評価を得ることができた。導入した機械のウインチが持っている強い引張・巻上能力を活かすことにより、高齢級林における大径材の全木集材も十分可能であると考えられた。

## T20-10 大径材から得られたスギ構造用製材の性能

椎葉 淳・荒武志朗・森田秀樹

宮崎県木材利用技術センター

【緒言】大径化が進むスギの建築分野への需要拡大のためには、在来軸組住宅における部材別シェアが高く、かつ国産材の割合が低い横架材として使用することが有効な手段のひとつと考えられる。そこで、大径丸太から歩留まり良く製材できる心去り平角材について、心持ち材平角材との比較も含めて強度性能などを検証した。【方法】実験には宮崎県産のスギ丸太 54 本を供試した。材質測定後、末口径により振り分け、35 cm 程度以下の丸太からは心持ち平角材を 1 本、それ以上の丸太からは心去り平角材を 2 本製材した。この場合、1 本は中心定規挽き、もう 1 本は側面定規挽きとした。その後、気乾状態に達するまで約 700 日間にわたり天然乾燥を行った。その間、定期的に曲がりや干割れなどの材質を測定し、最後に曲げ試験に供した。【結果と考察】曲がり矢高をみると、梁背方向及び幅方向ともに心去り材の方が心持ち材よりも小さい傾向であった。また曲げ試験の結果、心持ち材と心去り材で曲げ強さに大きな違いはなく、全ての試験体が基準強度をクリアした。これらのことから、心去り材は心持ち材と同等の性能を有しており、少なくとも短期的には横架材として適用可能であることが分かった。

## T20-09 人工林の長伐期化・高齢化にともなう林道、路網整備の重要性と課題

鈴木保志<sup>1</sup>・Ahmad Hidayat Setiawan<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>高知大学大学院総合人間自然科学研究科農学専攻

必要な路網の道幅と密度は、集材システムとの兼ね合いで決まる。長伐期化・高齢化にともない単木材積は増加し、一般的には大型機械が使用できる高規格（幅広）の路網が必要となる。路網整備では壊れない道をつくるということが最重要である。どのくらいの道幅の道路が、どのくらいの地形（傾斜）条件ならば、どのくらいの密度まで崩壊危険度を高めることなく作設可能か、ということが示される必要があるが、現在の研究成果では定量的な基準の提示には至っていない。本報告では、既往の知見や路網の事例を紹介し、現時点で可能な考察を試みる。そして路網整備の結果得られる伐出コストが、材の価値に見合うものかどうかも重要である。伐出コストは作業経費と生産性から決まり、高い機械では作業経費が高くなるので生産性を高める必要がある（大型機械は幅広の道が必要）一方で、生産性が高くなくても作業経費が低ければ伐出コストは必ずしも高いものにはならない（例えば小型の機械と幅の広い作業道の路網の組み合わせ）。本報告ではあわせて、スイングヤードからタワーヤードに移行した事例の分析等から、長伐期化・高齢化に対応した路網のありかたを考察する。

## T20-11 大径材の利用増大のためには建築分野での潜在需要掘り起こしがカギ

青井秀樹

森林総合研究所企画部

大径材が、なぜ中目と同じ材積単価で買われないかは、単価の高い建築用材（柱角）として売れる部分以外は、あまり稼ぎにならないためと考えられる。従って、売れる部分を体積当りに割り戻すと、中目よりも安価となってしまふのである。このため、柱角以外の部分で、比較的高い単価となることを期待できる需要を開発していく必要があると考える。また、大径材だからといって、特別な用途がある訳ではないことも付記したい。もちろん、太い角材は伝統工法等の建築市場で需要があるが、それはあくまでニッチな市場であり、充分な大きさの需要を生み出せるかは疑問である。そこで、柱角以外の部分をひき板に加工することを前提に、ひき板の用途開発を地道に行うことが重要と考える。具体的な用途としては、集成材や CLT のラミナ、枠組壁工法構造用製材（2×4材）が挙げられる。

## A14 関東圏における県産材認証の現状と課題

窪江優美<sup>1</sup>・前川洋平<sup>2</sup>・関岡東生<sup>3</sup>・宮林茂幸<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>東京農業大学農山村支援センター・<sup>3</sup>東京農業大学地域環境科学部

近年、県産材認証の取り組みが活発化している。報告者らは、こうした動向について県産木材の産地化を図る流通戦略の一つとして捉え研究を行ってきた。

本報告では、2013年に実施した聞き取り調査の結果より、関東圏における県産材認証の現状を概観するとともに、県産材の流通に着目し、今後の課題について若干の考察を行いたい。

関東圏(1都6県)では、茨城県を除いた各都県が県産材認証制度を有している。各都県とも県産材利用拡大のための補助制度も併せて整備し、認証制度とともに県産材利用の拡充と指向していることが明らかになった。一方、各都県は木材流通構造や森林資源状況の違いによって、木材の消費県と生産県に大別が可能であり、県産材の需給構造が異なることも確認された。また隣接する県間等において素材や木材製品の移出入が自由に行われるケースもみられ、本来は認められていない他県の事業者や工場を認証するケースが増えつつある。さらに直近では、木材利用ポイント制度等の実施に伴い、複数の県の認証制度を取得する事業者も増加傾向にあることも明らかとなった。

## A16 山村における自伐林家の歩み 一高知県土佐町の事例一

松本美香<sup>1</sup>・垂水亜紀<sup>2</sup>

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

【目的・方法】近年、自伐林家の活動に注目が集まっている。しかし、その実態については、少数の事例報告があるのみである。そこで、自伐林家が高知県内でもっとも活発に活動してきた土佐町の自伐林家を対象として、その世帯の経緯、属性、活動内容、今後の見通し等を明らかにするために、アンケート調査(10戸)、聞き取り調査(6戸)を実施した。

【結果】聞き取り調査結果により、林業経営の特徴を分類すると以下の通りであった。①「過剰投資か否か」で区分。前者は非農林業からの参入者に多く、後者は農林業従事者に多い。②「一般林業タイプか否か」で区分。前者は自伐のほか、立木購入・施業受託などを行ってきた者で後期高齢者が多く、林業の主業意識が高く多くの困難を乗り越えてきた。補助事業への依存度も高い。後者は生産対象や育林手法に独自性を持ち、個々に販売先の開拓や付加価値付けといった消費市場への意識が強い。また林業だけでは生計が維持できないので、多角化戦略を取るものが多い。今後、高齢者のリタイア、農林業後継者不在のなかで、自伐林家の展望は見通しにくいものになっている。

## A15 森林所有者の伐採と更新に関する将来意向―群馬県渋川地域の事例

田中 亘<sup>1</sup>・岡 裕泰<sup>1</sup>・林 雅秀<sup>2</sup>

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

群馬県渋川広域森林組合の組合員を対象として、木材伐採と更新に関する長期的な意向について郵送によるアンケート調査を実施したところ、以下の結果が明らかになった。過去3ヶ年では皆伐がほとんど実施されておらず、その理由として現在の木材価格が安いことが最も多く挙げられた。回答者のうち4分の1は今後も皆伐を行う意向を持たないが、残りの4分の3は将来いずれかの時点で皆伐して収入を得る意向を持っている。皆伐については今後20年間において過去の実績と比べて1年間当たり約2倍の面積で、41~60年生の林分を中心に実施することが想定されている。その一方、生育不良等で皆伐が実施されない予定の人工林面積は全体の13%程度と見込まれている。また、再造林については約半数の回答者が全ての皆伐跡地において実施する意向を持っている。以上から、渋川地域においては近い将来に皆伐面積と木材生産が漸次増加する、かつ長期においても伐採跡地の再造林によって人工林経営が継続的に行われるものと推測される。

## A17 山村社会における自営農林家の今日的意義

佐藤宣子

九州大学大学院農学研究院

近年、自伐林業運動ともいえる「木の駅プロジェクト」の全国的な波及が見られる。この新たな動きは、自営農林家による素材生産力への注目だけではなく、地域での仕事おこしやエネルギー自給、経済の内部循環を高めるといった地域再生視点からの研究の必要性を提起している。研究の目的は、自伐林業運動の中核になるとと思われる自営農林家の実態把握を行い、その今日的な意義を議論することである。研究方法は、2010年の世界農林業センサスの農業項目と林業項目のクロス集計結果の考察と熊本県での個別農林家の対面調査による。センサス分析の結果、家族農業経営体かつ家族林業経営体でもある農林家において、主業農家(農業所得が主で65歳未満の自営農業就業世帯員が存在)率が高いこと、消費者への農産物の直接販売や農家民宿への取り組みが活発であることが判明した。個別農林家調査では、自伐林家でもある農林家(山林保有53ha)が中核となって集落営農組織を設立し、集落内で後継者不在の所有者から山林の委託組織に発展させる活動を行っている。林業側面だけではなく自営農林家の多面的な分析によって山村社会での役割を考察することが求められる。

## A18 生産森林組合員の意識—組合の経営と今後を中心に—

田村早苗

青森大学

【目的】昭和41年「入会林野近代化法」が制定され、整備後の経営形態として生産森林組合が強く推奨された。これにより、3,039組合（平成23年度末累計）が設立している。しかし、当初より法人化に伴う税務・事務業務の負担、自営原則の縛りなど経営に関して様々な問題点が指摘された。近年では、さらに深刻さを増して解散する組合が増加傾向にあり、組合数は減少している。生産森林組合の経営不振は全国的に総じた状況であるが、個々の組合の置かれた状況は一様ではない。今後のあり方を検討するためには、個別の事例研究を積み重ねていくことが必要である。

【方法】青森県三八地域と西北地域において、計4つの生産森林組合を対象に組合経営の現状について組合長または理事に聞き取り調査を行い、組合員対象にアンケート調査を実施した。

【結果】1. 組合経営の違いにより組合員の意識の違いが認められる。2. 組合員の高齢化に伴い、組合の存続に否定的な考えが強くなっている。3. 所有林への入山機会が、組合活性化への意識に繋がっている。

## A20 中小林家の森林経営についての考察—山形県金山町を事例に—

奥田裕規<sup>1</sup>・狩谷健一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>金山町森林組合

山形県金山町の森林所有者の保有山林面積規模別内訳は、3ha未満の所有者286戸、3ha以上100ha未満の所有者200戸、100ha以上1,000ha未満の所有者3戸、1,000ha以上の所有者4戸と数からいえば中小林家が殆どであるが、1,000ha以上の大山林所有者4者の保有山林面積を合計すると4,500haとなる。また、金山町人工林の齢級配置は全国と比較して31年生から40年生までにピークがあるのは同じだが、51年生以上の人工林の割合が全国8.6%に対し金山町37.6%となっており、高齢人工林の割合が高い。このように大山林所有者主導の長伐期林業構造が成立している金山町における中小林家の森林経営の現状を把握するため、2005年8月金山町森林組合員322人のうち、所有面積50ha以下の森林所有者301人に対して郵送によるアンケート調査を行った。回答数は99通で回答率は33%であった。また、2013年2月、前回と同様に金山町森林組合員340名に対して郵送によるアンケート調査を行った。回答数は120通で回答率は35%であった。今回は、この8年間における金山町の中小林家の森林管理の状況や森林管理についての考え方の変化について分析を加える。

## A19 愛媛県原木市場におけるヒノキ価格の変動要因に関する研究

垂水亜紀<sup>1</sup>・笠松浩樹<sup>2</sup>・松本美香<sup>3</sup>・牧野耕輔<sup>4</sup>・久保山裕史<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>愛媛大学農学部・<sup>3</sup>高知大学農学部・<sup>4</sup>久万広域森林組合・<sup>5</sup>森林総合研究所

2012年春から夏にかけて、西日本での木材価格下落が問題視されていたが、とりわけヒノキ価格の下落は顕著であった。一方、2013年は消費税増税前の駆け込み需要等から、全国のおもろ市場で品薄状況となり、ヒノキ価格は高騰している。こうしたヒノキ価格の乱高下に対し、川上、川下ともに、ヒノキの取り扱いに苦慮し、国産ヒノキ離れを危惧するような声も聞かれている。

本報告では、2007年から2011年まで5年連続ヒノキ素材生産量1位を誇る愛媛県において、近年の価格推移について分析を行った。また、主要な原木市場、製材業者に対し、近年の価格変動や流通状況について聞き取り調査やデータ収集を行い、ヒノキ価格の変動要因の仮説について検証を行った。

なお、調査結果から、2012年の価格下落の特異性に関しては、素材生産業、市場、製材業それぞれのセクターによって受け止め方が異なっており、資源の安定供給を可能にする価格設定の困難性が明らかになった。

## A21 私有林における素材生産と集約化施業の一貫可能性について

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>島根大学生物資源科学部

昨年岡山県の素材生産業者への聞き取り調査により、造林公社の収入間伐施業の行詰りを感じている業者が多いことがわかった。その原因は、公社造林の収入間伐材が原木市場での需要に合致していないこと。高価な高性能林業機械への投資を回収するため、施業地の纏まった公社造林に素材業者集中し、落札価格が下がったためであった。素材業者は今後の展開として、私有林集約化施業へ軸足を移そうとしている。

本報告では、実際に私有林集約化施業を行っている素材業者と森林所有者への聞き取り調査と実施し、私有林集約化施業の可能性を明らかにする。調査地は岡山県新見市で、この地域の特徴は森林所有者の一人あたりの所有面積が県内の他地域に比べ広く、集約化施業に比較的向いている地域である。

また比較対象として、広島県西部の森林組合における私有林での素材生産の現状を、組合と森林所有者への聞き取り調査から明らかにする。そして広島県西部の私有林施業と新見市の私有林集約化施業との比較検討を試みる。具体的な質問事項は、施業林地の状況、施業までの準備、施業の採算性、契約内容・方法、所有者の満足度、所有者の今後の森林経営について等である。



## A22 自伐林家グループによる地域森林管理—静岡県を事例に—

興侶克久<sup>1</sup>・梶本杏子<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

静岡県では自伐林家グループが多数設立されており(興侶、2004)、生産性、持続性といった従来の視点に社会性の観点を新たに加え、これらが地域森林管理の担い手たり得るか評価することが研究の目的である。事例として、集落外社会結合である静岡市林業研究会森林認証部会と集落社会結合である文沢蒼林舎の2つの自伐林家グループを取り上げた。

それぞれの集落内で個別経営を行っていた自伐林家の一部が、集落外で機械の共同利用や共同請負、森林認証の共同取得を目的とした機能集団を形成していった。しかし、その機能集団が地域森林管理を担う主体になるのではなく、機能集団の活動を経た自伐林家が、今度は各集落で再度、地域森林管理を担うためのグループ活動を展開し、集落内の林家全体が再結合していた。この再結合に、認証部会メンバーによる一部の活動(自伐林家が共同で経営計画を作成するケース、事業体化し地域の森林を取りまとめ管理を行うケース)と、文沢蒼林舎の活動(集落の自伐林家が集落全体の森林管理を担うケース)があてはまり、これらのケースは地域森林管理の担い手として評価できると考えられる。

## A24 沖縄県における住宅建築の変遷と今後の木材利用

知念良之・芝 正己

琉球大学農学部

【目的】近年の沖縄県において主体となる住宅建築様式は鉄筋コンクリート(RC)造で木造は10%程度となっている。これは全国的にみて、非常に特異的な地域と言えるが、住宅の変遷に関する研究はあまり多くないのが現状である。本研究では歴史の変遷と過去の木材利用や政策を照らし合わせることで、強く影響を与えたと思われる要因を明らかにし、今後の動向を予測する手がかりとするものである。【方法】琉球王国時代から現在に至るまでの林業・住宅分野に関する資料・先行研究の調査と統計データの解析を行った。【結果】琉球王国時代は木材の輸入が困難であったため、造船・用材確保を目的とした森林政策が行われた。しかし琉球処分後の混乱や第二次大戦の際に大量の伐採があったため森林資源は枯渇した。戦後、日本本土から杉材などが持ち込まれたが需給バランスを崩して価格が上昇したこと、沖縄を統治していた米国主導でコンクリート生産体制が整えられ、耐火造の住宅に対して優遇がなされたこと等が現在の沖縄の状況を生み出して来たと考えられる。一方、2000年以降の木造住宅に対するローンの優遇、プレカット材の急速な普及が近年の木造住宅増加の引き金となっている。

## A23 異なる部外者入山制を生む個人の特性：共有林利用ルールの集落間比較

林 雅秀<sup>1</sup>・吉良洋輔<sup>2</sup>・松浦俊也<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・<sup>3</sup>東北大学大学院文学研究科

本研究では、集合行為論の立場から、2つの集団が管理する共有林利用のルールに違いが生じる原因の説明を試みる。そうした原因の一つとして、今回は集団の構成員の属性や意識の差異に着目する。調査対象は福島県会津地方の2集落で、そのうちA集落は管理する共有林内における山菜・キノコ利用について部外者の入山料制を実施している。この実施には一定の経費や手間が必要だが、これまでは経費分を上回る入山料収入が得られている。つまり、入山料制という集合行為を成立させることで、高い利得を得ているとみなせる。一方、B集落は部外者の入山に対して厳しい姿勢をとり、入山禁止の看板設置や監視の強化などを行っている。共有林管理のために一定のコストを支払っているものの、得られる利得はA集落のように大きくはないと考えられる。両集落のこうした違いの原因として、集落住民自身による山菜・キノコ採取活動の程度を調べた結果、集落間に有意な差はみられなかった。集落内の集まりへの参加については、A集落の住民のほうが参加する集まりの数が多く傾向があり、そうした社会関係が集合行為の成立に関わっている可能性があると考えられた。

## A25 国内の主な木材関連需給・業況見通しの特性の分析

田村和也・岡 裕泰

森林総合研究所

木材関連ビジネスサーベイを木材需給短期予測へ活用する可能性を探るため、「日銀短観」、「法人企業景況予測調査」、「中小企業景況調査」(中小機構)の過去約10年間の木材・木製品製造業の結果、および「木材業景況調査」(全木協連)を用い、各調査項目の現状判断と将来見通しの関係、調査間の結果比較、および「製材統計」「木材価格」「企業物価指数」など木材需給統計との関係を分析した。各調査の業況など主な項目では、見通しは現状判断と相関するがバイアスも観察された。調査間で共通する項目は、概ね類似した動きであった。業況や販売状況と製材品出荷量(前年同期比)、価格判断と製材・木製品物価指数の変化の間には相関が見られた。これら観察から、各種の木材関連ビジネスサーベイにおける現状判断は木材需給実績と緩やかな関連を有しており、その将来見通しを短期的な需給予測に役立てることが考えられるが、判断・見通しには偏りも見られ、なお分析が必要である。

## A26 南九州の素材流通における流通業者の定額買取の展開

谷口大樹・藤掛一郎・大地俊介  
宮崎大学農学部

南九州における素材流通はこれまで市売が主流であったが、近年直送を初めとする多様な流通経路が生まれている。本研究では、その中で、流通業者が素材生産事業者から素材を買い取り、製材工場へ協定取引によって販売するようになった事例を取り上げ、その実態と意義を明らかにした。調査は、そのような方式を導入した流通業者2社とそこへ素材を販売する素材生産事業者3社に対して行った。

調査の結果、以下の三点が得られた。(1) 流通業者は安定供給を求める製材工場に協定取引で素材を販売するとともに、販売価格に基づいて素材の買取単価を決め、定額買取を行うようになっていた。(2) 素材生産事業者は、この方式では価格が安定する点と流通業者の販売機能を利用できる点を評価しており、特に、材価が安定した結果、立木購入のリスクが小さくなることをメリットとして挙げた。(3) 素材生産事業者から流通業者への販売量には事前の契約はなく、安定しないが、流通業者は自らの立木購入等で調整を行うことで製材工場への安定供給を実現していた。

## A28 四半期データによる国産材需要見通しに関する分析

岡 裕泰・田村和也  
森林総合研究所

原木需給のミスマッチは丸太価格の暴騰や暴落をもたらす要因となる。1~3ヶ月程度の短期の原木需要見通しが立てられれば、原木供給調整のための基礎データとして有用と考えられる。林野庁においても四半期毎に見通しを作成・公表しているが、その精度改善は可能だろうか。2002年以降を中心に、月次データおよび四半期毎の国産材製材用素材入荷量、製材用素材在庫、製材品在庫等のデータを利用して、国産材製材用素材の需給量を見通すためのモデルについて検討した。国産材素材入荷量には季節変動が顕著なことが確認された。また入荷量には慣性があり、前期の量が多いほど、次期の量も大きい傾向が認められた。さらに前期の素材在庫率（直近1年間の入荷量に対する在庫量の割合）が低いほど、次期の入荷量が多い傾向が認められた。翌月以降の見通しを立てるのが当月の下旬とすると、実績値として利用できるのは前月までの入荷量と在庫量である。分析の結果、季節ダミーと製材工場への前月の入荷量、前月の素材在庫量の3つの変数で、政府の見通しと同じ程度の誤差率で国産材製材用素材の需給量を予測できることがわかった。改善のためにはさらに研究が必要である。

## A27 伝統的工芸品産業に対する公的支援の現状と課題

前川洋平<sup>1</sup>・宮林茂幸<sup>2</sup>・関岡東生<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学農山村支援センター・<sup>2</sup>東京農業大学地域環境科学部

これまでに報告者らは、伝統的な技術保持者や伝統的産業の継承に対する公的支援の現状に関して研究を行ってきた。具体的には、一つ目は、国（経済産業省）による「伝統的工芸品産業の振興に関する法律」の施策内容や効果に関する研究である。二つ目は、都道府県が行う伝統的工芸品産業に関する条例等整備状況に関する研究である。三つ目は、市町村を対象とした研究である。

これらを踏まえ本報告では、直接に当該産業が立地する市町村に対する調査結果（941品目が確認された）から、伝統的な工芸品の保護・育成に関する国や都道府県、市町村を含めた公的支援の現状を整理し、伝統的工芸品産業に対する公的支援の課題について、若干の考察を行うことを目的とした。なお、調査は2013年時点の国内全市町村を対象として、質問紙法によって実施した。

市町村が把握する伝統的な工芸品産業の多くは、公的支援を受けていない現状にある。これらの産業は従事者が少数であることや、生産組合も結成できていないことが確認できた。地場産業として位置づけることが可能な伝統的工芸品産業に対しては、国や都道府県、市町村など公共団体による支援が継続して必要であると考えられる。

## A29 初等教育における森林環境教育の課題～地域との関係性を焦点に～

塩崎智悠・佐藤宣子

九州大学大学院生物資源環境科学府

本研究では近年重要性が強く認識されるようになった学校教育における森林環境教育について、地域との関係性に焦点を当て福岡県における事例を考察し、課題を分析した。福岡県では森林環境税を使った教員対象の研修会が毎年開催され、最近5年間でのべ101名の教員が参加している。本研究では研修会に参加した教員へのアンケートを分析した。その結果、森林環境教育が実施されるか否かは、教員の意欲に依るところが大きいという事が明らかとなった。森林環境教育に熱心な教員が同僚を誘い合わせて研修会に参加しているという実態があり、研修内容の活用についても教員によってばらつきが大きかった。このように主体となる教員の存在は、森林環境教育を推進する上で重要であるが、その教員が異動すると学校において活動が継続されないといった問題点もある。一方で、研修に参加した教員がいない場合でも、森林環境教育を継続して行っている学校も見受けられた。活動内容こそ様々であったが、地域と連携して活動しているといった共通点があった。そのような活動を行っている福岡県の3つの小学校の事例分析を行う事で、初等教育における森林環境教育の課題を明らかにした。

## A30 「奄美・琉球」世界自然遺産候補地としてのヤンバル森林の諸課題

芝 正己<sup>1</sup>・Azita, Zawawi Ahmad<sup>2</sup>・Janatun, Jemali Naim<sup>2</sup>・知念良之<sup>1</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】2013年1月、「奄美・琉球」の世界自然遺産登録暫定リスト記載が政府決定されUNESCOへ提出されたが、より具体的な候補区域（島単位）の提示が求められている。現在、「白神山地」、「屋久島」、「知床」、「小笠原諸島」が世界自然遺産として登録されているが、本報では「奄美・琉球」世界自然遺産候補地の内、特に「沖縄本島」に絞って取組みの概観や課題を議論した。【方法】国内4世界自然遺産の登録前後の問題点や課題を先行研究・文献により整理すると共に関連の統計資料等の分析により考察した。【結果】「沖縄本島」の候補地として、大宜味村・国頭村・東村の北部3村を中心としたヤンバル亜熱帯森林地域が挙げられているが、1)世界自然遺産保全の担保処置としての諸法（自然環境保全法・自然公園法・国有林野管理経営規定・鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律・絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律・文化財保護法）の適用、2)希少種保護対策、3)世界自然遺産に対する地元住民の意向・連携性、4)核心地域・緩衝地帯の絞り込み（域内の米軍北部訓練場の存在）等が遺産候補地要件として緊急の課題である。

## A32 マウンテンバイカーの林地利用における課題と新たな試み

平野悠一郎

森林総合研究所

マウンテンバイクは、1990年代頃に日本で愛好者が増加し、林道、里道、登山道等を自由に走るスタイルにも人気が集まってきた。しかし、林地所有者や他の利用（ハイキング・林産物採取等）との軋轢が次第に増加し、結果として林地での走行を規制されるケースも目立ってきた。そのため、近年では、林地所有者との合意形成、スキー場等の他のレジャー施設との抱き合わせといった形で、マウンテンバイカー専用のトレイルを確保する動きが見られている。また、野外での走行を楽しむには地元の理解が不可欠との観点から、自治体・集落の里山整備に積極的に協力するバイカーも増えている。こうしたバイカー側の動きは、山村における物質生産の場としての林地の役割低下とも噛み合っており、地元の自治体や所有者に受け入れられるケースも見られている。その反面、トレイル設置に大規模な林地面積を必要とし、轍からの土壌浸食が生じ易く、また事故等の危険を伴うスポーツであることから、地元の理解を得るためのバイカー側の粘り強い活動はもとより、林地集約や事業展開に際しての自治体等の積極的なバックアップ、トレイル整備技術の向上、安全面の配慮等が不可欠となっている。

## A31 観光地「屋久島」のイメージの変化について

柴崎茂光

国立歴史民俗博物館研究部

鹿児島県屋久島は、1993年に山岳地域が世界自然遺産に登録されたことも一因となり、1990年代から観光客を含む入込数の急激な増加が2010年頃まで続いた。とりわけ近年は、縄文杉に対する関心が著しく高まり、往復10時間弱の登山道を歩いて、一般の観光客も訪問するようになった。そして繁忙期には山岳地域における過剰利用や安全・リスクが顕在化してきている。こうした状況が発生する重要な要因として、メディア等による情報提供のあり方が影響を与えた可能性を否定できない。

そこで本稿では、屋久島が観光地「屋久島」のイメージの時代的な変化を明らかにする。具体的には、昭和30年以降の観光雑誌を対象として、屋久島の観光地がどのように紹介されてきたかを明らかにしたうえで、持続的な観光という視点から、今後の屋久島のイメージ化のあり方について考察したい。

本研究は、科学研究費補助金基盤研究(B)「世界自然遺産の再資源化に向けたアクションリサーチ」(研究課題番号:23310035)の助成を受け、実施した。

## B01 森林散策頻度と日常のメンタルヘルスの関連：大規模集団での遺伝的個人差(BDNF Val66Met 遺伝子多型)の検証

森田えみ<sup>1</sup>・若井建志<sup>1</sup>・銀光<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>西南女学院大学保健福祉学部

【目的】

遺伝的要因と生活環境要因の複合により、生活習慣病等は発症すると考えられている。よって、体質に応じた適切な生活習慣の実施により、疾病を予防することが求められている。本研究では、個別化予防を視野に入れ、体質(遺伝子型)別に、継続した森林浴によるメンタルヘルスの維持を検証するために、うつとの関連も報告されているBDNF(Brain-derived neurotrophic factor:脳由来神経栄養因子)の遺伝子多型であるBDNF Val66Metに着目し、遺伝子型別に森林散策頻度とメンタルヘルスとの関連を検討した。

【方法】

対象者は人間ドッグ受診者(4,579人、平均年齢52.1±8.7歳)で、自記式質問紙にて森林散策頻度を評価した。メンタルヘルスの指標はGHQ-12を用い、4点以上をメンタルヘルス不良と定義した。遺伝子解析はPCR-CTPP法で行った。

【結果と考察】

いずれの遺伝子型(Val/Val, Val/Met, Met/Met)でも、森林散策頻度が高い方がメンタルヘルス不良の割合が低かった。つまり、全ての遺伝子型で、高頻度の森林散策は、メンタルヘルスの維持に寄与する可能性が示唆された。今後は遺伝子解析を進め、体質別に森林浴の健康への寄与を更に明らかにする必要がある。

## B02 登山ツアーによるライチョウ生息情報の収集手法の検討

武 正憲<sup>1</sup>・長野康之<sup>2</sup>・松岡法明<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>2</sup>国際自然環境アウトドア専門学校・<sup>3</sup>環境省妙高自然保護官事務所

ライチョウ(環境省絶滅危惧種IB類)は、国指定特別天然記念物であり、個体数の減少により平成24年9月から保護増殖事業の対象種となった。ライチョウは、およそ2,000m以上の高山地帯という限られた地域に生息する野鳥である。そのため、保護増殖事業を実施するために必要となる生息数や生育範囲といった基礎的な情報を収集するには、調査に関する専門的知識に加え、高所登山の知識と技術が要求される。しかし、ライチョウの専門家は数少なく、広範囲にわたるライチョウ生息地を頻りに調査することが困難である。本研究は、高所登山の専門的な知識と技術を有する登山ガイドによる、簡単な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実施することで、登山ツアーがライチョウの生息状況に関する情報収集に有効かどうかを検討することを目的とした。本報告では、事前学習を含む2泊3日の登山モニターツアーの参加者(20代から60代の男女7名)および登山ガイド(60代男性)へのアンケート調査の結果を元に、簡易的なライチョウ調査が登山ツアーのコンテンツとしての観光的な魅力を有するかを検討した結果と今後の課題について報告する。

## B04 新疆ウイグルの留学生と日本人学生の緑地景観に対する評価の相違—森林公園で実施したフィールド調査の結果から—

艾海提江買提・比屋根哲

岩手大学大学院連合農学研究科

本研究は、中国新疆ウイグル自治区における将来の都市緑化のあり方を探る基礎的な研究として、同自治区からの留学生(家族を含む)と日本人学生に、森林公園内の景観評価をってもらうことで、主として新疆ウイグル自治区の人々の緑地景観に対する評価の特徴を明らかにすることを目的に実施した。

調査は、岩手県滝沢森林公園内に「池と樹木からなる庭園」「ツツジ園」「芝生と疎林」「サクラの低木林」「カラマツと広葉樹の高木林」の5つのタイプの景観コースを設定し、被験者には各コースで気に入った箇所の写真を3枚撮ってもらい、撮影地点も地図上に記入してもらうことで把握した。この他、コース毎に景観の印象や評価を尋ねる質問に答えてもらった。また、5つのコースに対する被験者の評価の構造を検討するため、AHP法による調査を実施した。

調査の結果、新疆ウイグル自治区の留学生は、調査した森林公園の景観を高く評価し、多くの留学生が新疆の都市でも造成が可能と考えていることがわかった。また新疆の留学生と日本人学生では、写真の撮影地点や撮影方向について顕著な違いは見られなかった。当日は、AHP調査をはじめ結果の詳細について報告する。

## B03 多地点型森林ライブモニタリングシステムの構築

斎藤 馨<sup>1</sup>・藤原章雄<sup>2</sup>・中村和彦<sup>3</sup>・小林博樹<sup>3</sup>・岩岡正博<sup>4</sup>・中山雅哉<sup>5</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属富士癒しの森研究所・<sup>3</sup>東京大学空間情報科学研究センター・<sup>4</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>5</sup>東京大学情報基盤センター

定点から映像、音声、温湿度風向風速をインターネット経由でライブ公開配信し、同時に記録とデータのアーカイブを公開することで、森林の今と過去とをだれもが共有しながら観察できるサイバーフォレスト森林観察サイトの構築を進めている。

1995年東京大学秩父演習林2地点設置後、新たに2011年より商用電源による24時間配信実験が可能な4地点(信州大学志賀自然教育園、東京大学国際沿岸研究センター、東京大学富士癒しの森、千葉県立中央博物館生態園)に設置し多地点比較観察を開始した。1日24時間の環境生態音、Webカメラ画像、一眼デジタルカメラ高解像度画像、気象データを用いて定点ライブモニタリングとアーカイブ公開サイトを構築した。連続記録画像から微速度映像を生成できるが、例えば東/西向きカメラ微速度映像により、日出日没時に太陽や月、星の運行の観察が容易となることから、各地点での天体や気象を含む自然的特徴把握に寄与できると示唆された。インターネットによるモニタリングの多地点化と24時間化は、これまで森林の樹木フェノロジーや季節変化観察に加えて、より広範な自然現象の比較観察と理解に貢献できると考えるに至った。

## B05 京都の伝統行事における森林資源の利用をめぐる課題と近年の動向

深町加津枝

京都大学大学院地球環境学室

祭りや民俗芸能、年中行事として受け継がれてきた伝統行事は、地域固有の自然条件や社会、経済状況の中で育まれ、森林資源の選択とその利用技術の積み重ねが各地域の森林文化を形づくってきた。そして、1975年になると文化財保護法が改正され、伝統行事の継承に関する施策が積極的にとられるようになった。京都は北、西、東の三方を丘陵に囲まれた盆地という地理的特徴を利用してできた都市で、起伏に富んだ自然地形を利用して建てられた大寺院や山荘・庭園が多数みられる。その周辺にある森林は、各地域の伝統行事とも密接な関わりがあり、文化的にも不可欠な存在となっている。しかし、高度経済成長期以降、担い手不足などの問題が生じ、伝統行事の継承が難しくなっている。また、身近な森林と人々の生活や生業との関わりは希薄になり、枯れなどの影響もあって森林の量的、質的な変化が起こっている。本報告では、京都市左京区における伝統行事を対象に、用いられる森林資源の種類、材料の調達方法など近年の森林資源利用の動向をふまえ、伝統行事の継承に関わる課題を検討する。

## B06 中高生の森林学習における過去 26 年間の写真記録を用いた志賀高原ダケカンバ開葉観察

中村和彦<sup>1,2</sup>・斎藤 馨<sup>2</sup>・藤原章雄<sup>3</sup>・渡辺隆一<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京大学空間情報科学研究センター・<sup>2</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>3</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>4</sup>信州大学教育学部

フェノロジーの観察は、それほど専門的な知識や技術を必要としないため、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。そこで本研究では、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している日々の定点写真を用いた観察の意義を検討した。観察者は、気候変動に関する教育が効果的と考えられる中高生に設定した。

志賀自然教育園（標高約 1600m）の定点写真で観察できる樹種のうち、ダケカンバ (*Betula ermanii*) の開葉を観察対象とした。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、分担して観察させた。単木単位での詳細な観察は困難であったため、観察基準を「広葉樹の部分で緑色の割合が半分以上になった日」をダケカンバ開葉日として代表させることとした。この教育効果については、講義後の感想文から、気候変動に関する記述を抽出して分析した。また、中高生らを市民科学者として位置づけた場合の、この観察結果の生物季節学における学術的な意義についても考察した。

## B08 都道府県立自然公園・自然環境保全地域における文化資源の役割

伊藤太一<sup>1</sup>・川端篤志<sup>2</sup>・中村彰宏<sup>2</sup>

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

都道府県立公園は国立公園以前に指定された歴史があるが、現在は自然公園法において都道府県が条例によって指定することになっている。群馬以外の都道府県に 315 箇所が指定され、総面積の 46.2% が私有地である。また、都道府県立公園には最小面積に関する規定がなく、京都府立笠置山自然公園は 19ha となっている。同様に、自然環境保全法によって都道府県が条例で定める都道府県立自然環境保全地域にも最小面積に関する規定がなく、0.1ha 程の指定地域もある。滋賀と山口を除く都道府県に 541 箇所が指定され、35.6% が私有地である。

私有地割合は文化資源数と比例すると考えられ、松島（1902 年指定）に代表されるように都道府県立公園には多くの文化資源がある。さらに、都道府県立自然環境保全地域においても関東 6 都県の 182 の保全地域のうち 110 箇所に社寺や遺跡などの文化資源があった。これらから都道府県立自然環境保全地域は文化資源を核とする文化的景観を保全する意図で指定されたことが明らかになった。また、自然環境保全地域は利用を想定していないが実際には社寺や遺跡の来訪者に生態系サービスを提供している。

## B07 都道府県自然環境保全地域の現状とその利用の可能性

川端篤志・伊藤太一・中村彰宏

筑波大学大学院生命環境科学研究科

## B09 里山林生態系からの供給サービスを文化的サービスへ拡張する装置としての薪ストーブ

奥 敬一

森林総合研究所関西支所

薪の利用は、生態系サービス概念では通常「供給サービス」の中の「燃料供給」と位置づけられる。しかし、薪ストーブを媒介として薪を利用することは、一定のライフスタイルのもとでは精神的・レクリエーション的な「文化的サービス」の発揮にもつながり、健康、安全、豊かな生活、社会的な連帯の形成、教育といった人間社会の福利へと生態系サービスを拡張する可能性を含んでいる。

こうした視点から、京都、滋賀の都市近郊において、里山林からの薪を利用している薪ストーブユーザー 4 軒を対象として 3~5 年間にわたるモニター調査を行った。その運転記録と生活の質に関わる聞き取り調査から、薪ストーブによって拡張された文化的サービスの実態について報告する。調査結果からは、薪ストーブを「里山林から得られる供給サービス（燃料）」を、複合的な生態系サービスに拡張する装置」ととらえることができ、そのことが生活の質の向上の実感に大きく関わっていることが示された。

## C26 岩手県統計書および町村是にみる森林資源と森林経営

泉 桂子

岩手県立大学総合政策学部

固有の地域における森林資源の利用を見る際、その背後にある森林資源商品化の過程やその流通状況は森林資源利用の理解のために有用である。加えて「森林・林業再生プラン」では市町村が森林計画の主体たることを強く求めている。その源流の一つとして本研究では明治中期～大正期(1897～1914年)、岩手県内における県単位での森林資源の利用状況を巨視的に明らかにし、加えて町村における森林資源への当時の「まなざし」を把握することを目的とした。資料として「岩手県統計書」と「郡是・町村是資料」を用い、文献研究を行った。なお、後者の資料に網羅性はないが、当時の森林利用を知る貴重な記録であるため使用した。

岩手県内における森林資源利用について1) 土地利用としての森林面積は原野および開墾地と関連しており、変動が見られ、2) 当該期間製炭量は大きく伸び、例えば県内釜数は約3倍となったことがわかった。町村における森林資源への「まなざし」については1) 村是の現存する岩手県内36村のうち森林資源の活用を当時企図していたのは24村であり、2) その内容は針葉樹人工林造成、製炭、学校林設置、国有林下戻などであったことがわかった。

## C28 森林情報の現状と課題～47都道府県庁の聞き取り調査を基に～

立山健太郎

住友林業株式会社山林・環境部

### 1. 47都道府県庁へのヒアリング

森林簿や計画図に代表される森林情報は、森林GISによって都道府県に管理されているが、昨今、担当人員減など様々な問題が生じている。

今回、全47都道府県の計画担当部署へ聞き取り調査を実施した。事前にアンケート記入を依頼し、種々の項目について聞き取りを行って、その調査結果をとりまとめ、課題を抽出した。

### 2. 共通の課題

明らかになった様々な課題の中で、多くの都道府県に共通するものは、情報の精度が低いこと、開発や運用にかかる予算が不足していること、市町村や組合を始めた林業事業者との連携が上手くいっていないこと等である。

### 3. 森林情報の精度向上への解決法

これらの中でも最も大きな課題として認識している、精度問題の根本的な原因は、情報の更新方法にあると考えられる。本庁の担当職員が、更新の基礎となる情報の収集から、データの修正、年次更新まで全てを行っているというケースが多い。このため担当者の負担が大きく、現場確認等精度向上に手が回らないのが現状である。

そこで今回、森林行政の担い手となった市町村や、森林施業の現場に近い林業事業者等から情報を収集する手法の有効性を検証する。

## C27 日本における地域間流通を考慮した伐採木材の炭素収支評価

加用千裕<sup>1</sup>・恒次祐子<sup>2</sup>・野田英志<sup>2</sup>・外崎真理雄<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所四国支所

【目的・方法】気候変動問題に関わって伐採木材製品(HWP)の炭素収支の議論が重要課題となっている。本研究では、東・中・西日本の地域間における木材流通を考慮した炭素収支を評価するモデルを構築し、現状維持と木材振興の2つの将来シナリオに基づいて2050年までの各地域の炭素収支を推計する。【結果】日本全体のHWPの炭素ストック量は、現状維持では2050年に現在の90%に減少するが、木材振興では112%に増加した。2050年までの全期間において中日本の炭素ストック量が最も大きく日本全体の60%以上を占めた。また、国産材の炭素ストック量の年変化において、現状維持では2020年以降に炭素排出源となるが、木材振興では全期間を通して炭素吸収源となった。この炭素ストック量の年変化にHWPに関わる化石燃料消費由来の炭素排出量を考慮した炭素収支を評価すると、木材振興における中日本だけが炭素排出量よりも炭素ストック増加量が大きくなった。さらに、残材・廃木材の化石燃料代替利用に伴う炭素排出削減量も考慮した総合的な炭素収支を評価すると、どちらのシナリオも全期間および各地域において炭素排出削減量・炭素ストック増加量が炭素排出量を上回ることが分かった。

## C29

(講演取り消し)

### C30 人工林における保残帯、保残木の経済性の検討

富山啓介

東京大学大学院農学生命科学研究科附属千葉演習林

【目的】伐出条件等が不利で皆伐再造林が困難な高齢人工林林分において、経済面・公益面の双方から許容可能となりうる伐出・管理方法として、保残帯および保残木（立て木）に関する情報収集と適用性・採算性の試算を行った。【方法と結果】高齢人工林経営では、主伐時に主に伐出収支上の判断で、伐出条件や成長の悪い最遠方の尾根付近を保残帯的に伐り残す例や、保残木を積極的に残す例が見られ、それらの伐出は再造林木の次回伐出時に同時に実行することが想定されている。この方法を仮定し、保残帯や保残木を残しながら1ha程度の小面積主伐を実施し架線集材を行う伐出費用を試算したところ、皆伐より伐出時の収益性は劣るものの、再造林を省けるならば収益性が皆伐に勝る条件が見られた。今後、不成績造林地化の懸念が高い林地や天然更新の実現性が高い林地の判定技術と組み合わせることで、保残帯および保残木の残置を伴う主伐が経営判断上合理的となる適地の判定を実施することができると考えられる。

### C32 高分解能衛星データを用いた森林タイプ別のスペクトル情報の比較と分類

後藤誠二郎・栗屋善雄

岐阜大学流域圏科学研究センター

【目的】衛星画像を用いて林小班レベルの林分を判別するためには高分解能な衛星データを利用する必要がある。本研究では、高分解能衛星データで作成した森林タイプ図について、森林植生のスペクトル情報の季節変化を用いて分類精度の向上を目的とした。【解析】岐阜県御嵩町町有林約10km<sup>2</sup>を解析対象地域とした。解析には2010年3月30日撮影のGeoEye-1、2008年5月8日撮影のQuickBird、2011年7月6日および2011年11月30日撮影のRapide-Eyeの計4時期のデータを用いた。前処理として各画像を空中写真を用いて幾何補正を行った後、大気地形補正を行った。スギ、ヒノキおよび落葉広葉樹についてトレーニングエリアを選定しスペクトルの季節変化について比較検討した後、対象地域の森林植生を分類し検証を行った。【結果】植生別のスペクトル情報を比較すると、5月と7月の衛星データのスペクトル情報はいずれの植生でも似た傾向を示した。落葉広葉樹では11月と3月の衛星データで落葉によるNIRの値の低下が確認できた。多時期の衛星データを利用し一時期のデータでの分類結果よりも精度を向上できた。

### C31 山梨県全域を対象とした要間伐林分の抽出

大地純平

山梨県森林総合研究所

現在、山梨県では人工林を対象とした間伐事業が多く行われているが、これらを効率的に実施するためには間伐事業地の選定作業が重要になる。従来から行われている計画図と森林簿を用いた要間伐地選定方法では限界があることから、衛星画像等を用いた要間伐地の抽出が行えないかとの現場からの要望がある。

本研究では山梨県が有するGeoeye-1衛星画像（解像度50cm、パンシャープン、68分割、18撮影日、全県分）を用い、要間伐林抽出を行い、要間伐地の選定資料として利用可能な主題図作成を試みた。

研究材料としては衛星画像のほかに、衛星画像付録の撮影日資料、県GISで管理されている林小班、行政区画等のシェープファイル、現地調査結果を用意した。解析に使用したソフトは画像処理ソフト「eCognition」、統合型地理情報解析ソフト「TNTmips」、解析結果の編集変換には「ArcGIS 9.3」などを用いた。

解析結果の精度検証については対象地が県全域と広大なため、平成26年度より稼働する改訂版山梨県森林GISに主題図として各出先に提供し、現場検証結果をフィードバックしてもらうことで精度検証を行う予定である。

### C33 Estimating the forest aboveground biomass by combining ALOS PALSAR and WorldView-2 data

トウ送求<sup>1</sup>・加藤正人<sup>2</sup>・関慶偉<sup>3</sup>・殷娜<sup>4</sup>・李明陽<sup>3</sup>

<sup>1</sup>信州大学大学院総合工学系研究科・<sup>2</sup>信州大学農学部・<sup>3</sup>南京林業大学・<sup>4</sup>信州大学大学院農学研究科

This study developed an improved approach to retrieving biomass by combining ALOS/PALSAR and WorldView-2 data. Several parameters with potential correlations with forest biomass were extracted from the above data. Then, stepwise linear models between the observed AGB as the dependent variables and these parameters as the independent variables were established to map the AGB of the study area. The results indicate that the multivariate stepwise models are more accurate than the curvilinear models of the single parameters for estimating the AGB. Moreover, the combined vegetation index (CVI) developed by our study is important in AGB retrieval. In terms of forest types, the estimated errors decrease gradually from broad-leaved to coniferous to mixed forest. Additionally, the forests with complex spatial structures have the lowest estimated error. This study demonstrates that the combination of PALSAR and WorldView-2 data could be a promising approach to improving biomass estimations.

### C34 時系列衛星画像のトレンド解析による森林変化抽出

鷹尾 元<sup>1</sup>・Khali Aziz Hamzah<sup>2</sup>・Mohd Azahari Faidi<sup>2</sup>・Hamdan Omar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>マレーシア森林研究所

過去から現在に至る時系列 Landsat 画像から土地被覆の動態を明らかにできる。しかし、湿潤な熱帯では画像のどこかに常に雲が掛り、雲のない部分にも大気など不要な情報が含まれており、それらの影響を取り除かなければ画像間の比較は困難である。そこで、熱帯雨林地域である半島マレーシアの一部、約9万 km<sup>2</sup>の地域において、時系列画像から多重線形回帰により反射率のトレンドを求め、1994年から2012年までの毎年の平均反射率画像を作成し、その変化点から森林変化を抽出した。高分解能画像判読による時系列変化と比較したところ、皆伐及びその後の植生回復を年単位で精度よく検出できた。トレンド解析により任意の時点での雲がなくばらつきの少ない画像が得られ、土地被覆の時系列解析が簡便化かつ標準化できるものと期待できる。

### C36 Remote Sensing Technique to Study Forest Cover Change of Madhupur Forest Area in Bangladesh

Mohammad Al Faruq<sup>1</sup>・加藤正人<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学大学院総合工学系研究科・<sup>2</sup>信州大学農学部

Madhupur deciduous Sal forest at the middle part of Bangladesh represents a considerable component of our ecosystem. During last four decades the forest area subjected to many changes which have great impact on ecosystem and forest dependent people. Remote Sensing (RS) data and techniques, in combination with GIS are fundamental to analyze and characterize land cover and its changes. The purpose of the study is to detect the forest cover changes for the period 1973-2010, by using multi-temporal and multi-spectral satellite images. Landsat scenes (MSS 1973, TM 1991, ETM+ 2001 and TM 2010) have been used as a tool for detecting and studying the forest cover changes. The result showed that clear changes have occurred in the area, reducing in forest cover with increasing of crop lands, rubber plantation and settlements.

### C35 バイオディーゼル用ジャトロファ植林の適地選定と海外事業化調査の分布—植林 CDM を複合目的とした衛星利用の計画と監視—

金子大二郎

(株)遠感環境モニター代表取締役

【目的】排出権取引価格の急落した2年後も、北極海の海水の激減と北極航路の現実化に現れている様に、温室効果ガスの削減の重要性（災害の増大等）は変わっていない。森林の減少や劣化を阻止する REDD+ の推進の一方で、森林の持つ副次的な複数の便益と共に、“バイオディーゼル (BD) 利用を目的としたプロジェクト支援のシステム開発を目指す。”\*\*\*\*【方法】植林 CDM の条件に合う衛星データは、USGS による GLCCP 土地被覆分類データである。この中から荒廃地として BD 用の適地を選定した。一方で、これまでの BD 事業化調査の海外分布の現況を把握した。類似の荒廃地で生長する大豆のディーゼル副次利用と合わせ、生産余剰時の BD 利用を支援する。\*\*\*\*【結果】植林 CDM を兼ねた Jatropha による BD 生産に適した地域を、穀物生産域や沙漠域を除き、かつ森林でない荒地として抽出した。BD 用植林の候補地が、パーム油よりも想定以上に世界に分布していた。一方で、植林と BD 生産の広域モニタリングのために、衛星利用型の光合成モデルにより、炭素固定と大豆生産も含めて試算した。

### C37 ラジコンヘリコプターの簡易空撮を利用した広葉樹林の樹種分類

近藤大将<sup>2</sup>・加藤正人<sup>1</sup>・小熊宏之<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>国立環境研究所

近年、現地での毎木調査における負担を軽減する技術として、リモートセンシングに期待が寄せられている。しかし、リモートセンシングを利用した樹種分類の手法、特に広葉樹林に対して有用な手法は確立されていない。広葉樹林の林層を把握する手段として、樹種ごとの葉のスペクトル値に大きな違いの出る新緑期・紅葉期の画像を解析に用いることが考えられるが、航空機・衛星を用いてこれらの時期の画像を撮影することは非常に難しい。そこで、本研究では機動性の高いラジコンヘリコプターによって撮影された新緑期・紅葉期画像を用いて、ピクセルベース分類を行った。

調査地は信州大学構内演習林で、面積は約1haである。構成樹種はアカマツ、ヒノキ、クリ、コナラ、ユリノキ、ニセアカシアの針広混交林である。解析に使用した画像は、2013年5月と11月にラジコンヘリコプター Falcon-PARS によって撮影した、可視光の3バンド、解像度が3.0cmのもの2枚を使用した。これらの新緑期と紅葉期画像を合成することで、二時期の6バンド画像に加工した。この6バンド画像に対し、画像解析ソフト MultiSpec を用いたピクセルベース分類を行うことで、樹種分類を行った。



### C38 空中写真を用いた熱帯降雨林観測

齋藤英樹<sup>1</sup>・中北 理<sup>1</sup>・PhuaMui-How<sup>2</sup>・中根貴雄<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>マレーシアサバ大学・<sup>3</sup>フォテク

本研究では空中写真による熱帯降雨林の観測可能性を検討した。対象地はマレーシアのサバ州西部ロングミオ村周辺とした。対象地付近では択伐履歴のある熱帯山地林が見られる。解析に用いた空中写真は2012年10月5-8日にLiDAR観測とともに通常のデジタルカメラ(Canon 1D MarkIII)を使用して取得された。今回取得された写真は、空中写真専用カメラを使用せず、また低速ヘリコプターによる撮影で姿勢が安定しないなど悪条件下で取得されたものであったが、樹頂点の特定、立体視による樹高計測、DSMの作成等が可能であった。空中写真から取得した樹頂点について地上調査の結果と比較したところDBH50cm以上のものについて同定できるものの、小径木の樹木については同定が難しかった。樹高については空中写真上で樹冠が判読できる上層木については測定可能であった。空中写真から作成したDSMを同時に取得されたLiDARによるDSMと比較したところ、一部においてズレがある部分もあったが、画像の大部分においてほぼ一致していた。これらの結果から簡易撮影された空中写真から林冠を構成する上層木の測定は可能であり、地上部バイオマスを推定する情報源となることが示された。

### C40 Assessment of tropical forest canopy structure using digital aerial photogrammetry in Northern Borneo

Wilson Vun Chiong Wong<sup>1</sup>・Satoshi Tsuyuki<sup>1</sup>・Osamu Nakakita<sup>2</sup>・Naoyuki Furuya<sup>3</sup>・Keiko Ioki<sup>1</sup>・Mui-How Phua<sup>4</sup>

<sup>1</sup>The University of Tokyo Graduate School of Agriculture and Life Sciences・<sup>2</sup>Forestry and Forest Products Research Institute・<sup>3</sup>FFPRI Hokkaido Research Center・<sup>4</sup>Universiti Malaysia Sabah School of International Tropical Forestry

Understanding forest canopy structure is useful as it can be used to derive other important information for forest ecosystems such as biomass estimation, disturbance and ecological insights. The advancement in digital photogrammetry provides opportunity for large forest area assessment. In this study, we investigate the canopy height, crown diameter and area, and canopy gap with different degradation level for tropical forest located at Ulu Padas, Sabah, Malaysia. We utilized the aerial photographs (AP) of 10 cm resolution taken by standard commercial DSLR (Canon 1D Mark III) and perform the analysis using digital aerial photogrammetry software together with ground data from field measurement to study the forest canopy structure. Our analysis revealed canopy height estimation using AP was in a few meter difference compared to LIDAR measurement. The result from this study could provide more understanding of forest structure for the assessment of biomass estimation and disturbance level.

### C39 デジタル空中写真を用いた海岸林内の常緑広葉樹のマッピング

村上拓彦<sup>1</sup>・糸川 翠<sup>1</sup>・望月翔太<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

ここ数十年来、国内の海岸マツ林はマツ枯れの脅威にさらされ続けている。本論の対象地である新潟市も昭和50年代からマツ枯れに悩まされている。現在、新潟大学は新潟県治山課からの受託研究を通して今後の海岸マツ林の管理方針について科学的に検討を重ねている。この研究プロジェクトの一環で海岸林の現状把握を目的として、デジタル空中写真を用いた各種解析に取り組んでいる。2013年5月に80%オーバーラップのデジタル空中写真を撮影し、海岸林の樹種分類、特に常緑広葉樹の抽出を行ったので報告する。今回、撮影時期を工夫し、落葉広葉樹が開葉前である4月中の撮影を試みた。しかし、天候の影響で撮影は5月5日に実施された(DMC-II、朝日航洋)。海岸クロマツ林内では常緑広葉樹であるシロダモがところどころ群生しており、今回それを抽出することを試みた。シロダモやクロマツなどの分光反射特性を把握した。オブジェクトベース画像分析を実施するためeCognition Developer 8.9を用いた。樹種毎のサンプルを採取するためにもりつたい(日本森林技術協会)を使って、ステレオペア画像を実体視し、サンプル取得の補助とした。分類にはNearest Neighbor法を適用した。

### C41 林野空中写真による正確・迅速・低コストな境界確定法

中北 理・飯干好徳

森林総合研究所

後継者不在、不在村森林所有者の増加等により山林の境界が確定出来ず、遺産相続、境界紛争、森林施業共同化への支障等が問題となっている。現代社会では紙図面(公図)が境界管理の基本であるが、紙図面はその手軽さの反面、図面作成時における製図精度のばらつきや現地との相違等の問題を抱えている。こうしたことから、適正な資産管理、共同森林施業推進の観点から、精度が高くかつ長期間に亘り成果が担保される境界確定の手法が必要とされている。近年、GPS利用による測量が提案されているが、費用、計測精度、作業面における煩雑さ等の問題がある。

これらを解決する手法としては、空中写真を用いた立体視、計測、管理が有効である。最近では、空中写真を立体視できる計測機器が開発され低廉な価格で販売されており、また、写真の立体視は室内において所有者や関係者らと共に現地を立体的に確認することができ、かつ画面内で測量を行うことが可能である等の特徴を備えている。さらに、その計測精度は現地測量に匹敵するかそれ以上の精度を有しており、現地での確認作業を大幅に軽減できる地境界確定法と言える。その特徴と利点を報告する。

## D11 異なる斜面位置のヒノキ林における小面積皆伐後のリターフォールの変化

中西麻美<sup>1</sup>・稲垣善之<sup>2</sup>・柴田昌三<sup>3</sup>・今西亜友美<sup>4</sup>・大澤直哉<sup>5</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・<sup>3</sup>京都大学大学院地球環境学室・<sup>4</sup>大阪大学大学院全学教育推進機構・<sup>5</sup>京都大学大学院農学研究所

林分の伐採後は植生回復に伴うリターフォールの量的、質的な変化により窒素循環も変化することが予想される。本研究では異なる斜面位置のヒノキ林で小面積皆伐を行い、リターフォールの量と質の変化を明らかにした。京都市内のヒノキが優占する二次林の同一斜面上（標高124~220m）の上部、中部、下部に伐採区と対照区をそれぞれ設定した。2000年1月に残存木数本を除く全ての樹木を伐採した。リターフォールを2000年7月から13年間採取し、炭素と窒素濃度を分析した。前半7年間と後半6年間に分けて斜面位置ごとに伐採区と対照区で対応のあるt検定を行った。ヒノキ落葉のCN比は、前半には斜面上部と中部で有意差は認められなかったが、下部では伐採区で有意に低かった（ $p < 0.01$ ）。後半は有意な低下は認められなかった。広葉樹落葉のCN比は前半には全ての伐採区で有意に低かった（ $p < 0.05$ ）が、後半には有意差は認められなかった。伐採区の広葉樹落葉の窒素量は上部 < 中部 < 下部で、下部は顕著に大きかった。ヒノキ落葉のCN比は下層植生および残存木の広葉樹が少ない場所では低下しないが、広葉樹が多い下部では低下することが示された。

## D13 複数種の木炭、床土を使用した挿し木苗の成長変化

上原 巖・児玉礼毅・竹内啓恵・阿部有希子

東京農業大学地域環境科学部

今日まで挿し木の養成には様々な手法がこころみられてきている。本研究では、木炭を混合した挿し床を設定し、挿し木苗の成長への影響を調べた。供試材料は、ポプラ、イチヨウの2樹種の挿し穂（20cm）を用い、カラマツ、ナラ、オガ粉（ナラ材のオガ粉を固めたもの）の3種の木炭をそれぞれ鹿沼土、黒土に混合した挿し床に挿し付けた。挿し付けは2013年5月上旬、掘り取りは同年10月下旬に行い、各挿し木苗の成長を観察し、根重と枝の伸長量などを比較した。挿し穂の活着率は、ポプラの鹿沼土の挿し床では、カラマツ炭90%、ナラ炭85%、オガ炭85%、対象区65%、黒土の挿し床では、カラマツ炭70%、ナラ炭10%、オガ炭5%、対象区30%であった。イチヨウでは、鹿沼土の挿し床でナラ炭75%、オガ炭90%、対象区100%、黒土の挿し床では、ナラ炭35%、オガ炭45%、対象区5%との結果となった。pHは、鹿沼土、黒土ともに全体的にやや酸性に変化した。活着率において、炭の効果はある程度認められたものの、根重、枝数、枝の伸長など、挿し木苗の成長の比較では、明確な差異は認められなかった。

## D12 7年間窒素添加を受けたスギの養分状態の変化

長倉淳子<sup>1</sup>・赤間亮夫<sup>1</sup>・重永英年<sup>2</sup>・溝口岳男<sup>3</sup>・山中高史<sup>1</sup>・田中（小田）あゆみ<sup>1</sup>・丹下 健<sup>4</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>森林総合研究所関西支所・<sup>4</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

【目的】近年、大気から森林生態系へ流入する窒素負荷量が増加している。窒素だけが継続的に付加される状態が続くと、他の養分とのアンバランスが生じ、樹木の成長が低下する可能性がある。本研究では、土壌への窒素添加が樹体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。【方法】本試験は茨城県かすみがうら市にある森林総合研究所千代田試験地構内の20年生スギ人工林で行った。スギ3本を含むプロットを6つ作り（3処理×2反復）、1997年3月から2004年3月まで、毎月1回10mmの降水を想定して、窒素添加区には0.01MHN<sub>3</sub>O<sub>3</sub>溶液または0.01MNH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>溶液、対照区には水道水を林床に散布した。溶液散布による年間窒素添加量は336kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>だった。3月下旬、7月下旬~8月上旬、10月下旬~11月中旬の年3回、各プロット内の個体の陽樹冠から葉を採取し、養分分析に供した。【結果】窒素添加処理後、特にはじめの3年間は葉の窒素濃度が上昇した。葉のP、K、Ca、Mg濃度に有意な処理の影響はみられなかったが、窒素添加区は対照区に比べ葉のP、K濃度が低く、Mg濃度が高い傾向があった。

## D14 150cmのスギ大苗はシカ食害対策として有効か？

野宮治人<sup>1</sup>・山川博美<sup>1</sup>・重永英年<sup>1</sup>・鹿又秀聡<sup>2</sup>・松井郁弥<sup>3</sup>・佐藤太亮<sup>3</sup>・堀田信広<sup>3</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・<sup>3</sup>九州森林管理局大分森林管理署

近年、多くの人工林が伐期を迎えたことにより、伐採と再生林の動きが活発になりつつある。また同時に、シカの個体数が増加して全国各地でシカ被害が報告されている。林業経営の採算性の悪化が指摘されるなかで、再生林におけるシカ被害対策費用を含めた造林初期費用の削減を図ることは重要である。2013年2月にシカが高密度に生息する大分森林管理署管内に、シカ食害対策として150cmのスギ大苗を試験植栽した。梢端へのシカ食害を回避しつつ下刈りも省略して成林の可能性を試すものであり、1年目の経過を報告する。大苗植栽の問題点として、植栽直後の苗の倒伏やシカの角こすりによる剥皮被害の発生が危惧されたため、大苗に支柱を添える処理と苗に不織布で簡易の角こすり対策を施す処理を組み合わせて試験を行った。支柱をしない条件では、37度以上（自然高が苗長の0.8以下）に傾いた個体の割合は、植栽から1ヶ月後には57%だったが5ヶ月後の8月には28%にまで低下した。食痕の高さは80-100cmの範囲に集中し、支柱をせず傾いた個体を除けば8月までは頂端への食害はなかった。しかし、8月から12月にかけて主軸を折る被害や角こすりによる剥皮被害が発生した。

## D15 異なるアロメトリ式を用いた低地フタバガキ林の森林炭素蓄積量の比較

佐藤 保<sup>1</sup>・新山 馨<sup>1</sup>・八木橋勉<sup>2</sup>・Abd Rahman bin Kassim<sup>3</sup>・Azizi Ripin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>マレーシア森林研究所・<sup>4</sup>グリーン・フォレスト・リソースズ

【目的】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低地フタバガキ林の毎木データを用いて、異なるアロメトリ式により推定した炭素蓄積量を比較した結果を報告する。

【方法】マレーシア・ネグリシバン州のパソに設定した6-ha試験地の毎木調査データ(胸高直径5cm以上の個体)を用いて、まず材密度を用いない式(Katoら、1978)にて炭素蓄積量を計算した。次に材密度を用いる式(Chaveら、2005)では、種ごとに材密度を適用した場合と、東南アジアの材密度の平均値0.57g/cm<sup>3</sup>(Brown、1997)を適用した場合の計算を行った。

【結果】種ごとの材密度を適用した式の計算結果は、材密度を用いない式に比べて7%ほど大きかった。一方、平均値を材密度として用いた場合、414Mg/haとなり、材密度を用いない式の計算結果と同じであった。種ごとの材密度を用いて計算した場合、超高木層や高木層を形成する大径木の推定値のバラつきが生じるため、今回比較した他の2式よりも大きな値が得られたと考えられる。

## D17 奥多摩演習林における3Dレーザースキャナによる林分構造解析

菅原 泉<sup>1</sup>・宇多 亮<sup>1</sup>・中村裕幸<sup>2</sup>・佐藤 明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学地域環境科学部・<sup>2</sup>株式会社 woodinfo

【目的】近年、森林を維持管理するに当たり、放置された広葉樹二次林の具体的な管理手法が示されていない状況にあり、今後の展開に期待するにしても現況を正確に把握する必要がある。その手法の一つとして、3次元レーザースキャナによる森林デジタルドキュメント化システムを構築して林分状況の把握を試みた。【方法】試験は東京農大奥多摩演習林内のスギ林と広葉樹二次林で行った。測定に用いた3次元地上型レーザースキャナは、FARO社製LASER SCANNER FOCUS3Dを使用した。取得データは各立木のDBH、樹高、矢高、幹材積、位置座標とし、一元的にパソコン上で管理することが可能であるため、目的に添った立木群を選択し画像表現ができる。【結果】スギ林の測定データでは実物の立木データと比較し概ね良好な結果が得られた。しかし、広葉樹林では、1. 取得したデータからコンピュータ画像で示した結果を現地の立木と簡単に照合できなかった。また、2. 単木か株立ちの違いにより1) 立木を複数の別個体として位置座標に捉えたことや、2) 正確な株立ち本数を認識できなかった。本研究は、サントリーホールディングス(株)の助成を受け実施した。

## D16 特異な幹形となる樹種 *Ceiba chodatii* のアロメトリ関係

齊藤昌宏<sup>1</sup>・佐藤 保<sup>1</sup>・門田有佳子<sup>1</sup>・鳥山淳平<sup>1</sup>・Mirtha Vera Ortiz<sup>2</sup>・Delia Ramirez<sup>2</sup>・Lidia Florencia Moras<sup>2</sup>・Augstin Herebia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>Universidad Nacional de Asuncion

【背景と目的】森林総合研究所では林野庁補助金による「REDD推進体制整備に関する研究」の一環として、パラグアイのアスンシオン国立大学などと共同で、森林の炭素蓄積量を推定する方法を研究・開発している。パラグアイ西部の乾燥チャコには *Ceiba chodatii* と呼ばれる幹がトックリ形をした樹種が優占し、他の樹種とは異なるアロメトリ式を作成する必要がある。【調査地と方法】パラグアイ西部の乾燥チャコ2カ所でDBH6.4cmから107.3cmまでの5個体を伐採し、幹、枝、葉、根の生重を測定した。個体ごとにそれぞれの部位からサンプルを採り、約70℃で乾燥した。サンプルの乾重/生重比より個体各部位の乾燥重量を計算した。【結果】スマリアン式から推定した「幹の材積」と「幹の乾重」および「DBH<sup>2</sup>×H」の間には高い相関がみられた。「枝の乾重」は「枝下高直径」および「枝下高の断面積×樹冠の長さ」と相関があり、「葉の乾重」は「枝乾重」と高い相関が認められた。「根の乾重」は「地際直径」および「葉の乾重」と相関が認められた。最終的に、 $W_d(kg) = 0.007 \times DBH(cm)^2 \times H(m)$ 、 $R^2 = 0.9836$  が個体のバイオマスを推定するアロメトリ式として求められた。

## D18 画像編集ソフトを用いた全天空写真の適正な2値化手法の検討Ⅱ—白飛びおよび黒潰れを除去した画像による解析—

齋藤武史

森林総合研究所東北支所

様々な条件で撮影した全天空写真を適切に2値化して解析することを目的に、画像編集ソフト(Adobe Photoshop CS4)を用いて、2値化に伴って発生する白飛び、黒潰れの除去および太陽周辺の白飛び部分の解析除外処理とを施した2値化画像を調整し、これらの調整処理による解析結果の改善効果について検討した。明るい条件下で撮影した全天空写真の場合には、天頂付近の樹冠周辺や、幹および下層植生からの反射光による白飛びの部分を選択して除去(黒く)し、目視で空と識別出来る部分だけを白と識別した2値化画像を調整することにより、完全曇天日の林内で実測した相対日射量、相対光子量子量に近い散乱光のサイトファクターを算定することができた。晴天日に撮影した全天空写真の太陽周辺に発生する白飛びについては、解析結果に及ぼす影響が比較的小さく、解析除外処理による改善効果は小さかった。これらの処理を行うことにより、従来の2値化手法のアルゴリズムでは適正な2値化が困難とされた撮影条件(プログラムオート撮影等)で撮影した全天空写真であっても、目視で空と樹冠とが識別可能な写真については、適切な2値化画像を調整して解析することが可能であった。

## D19 レーザ計測装置を利用した森林施業診断の試み

千葉幸弘<sup>1</sup>・望月寿彦<sup>2</sup>・近藤修平<sup>2</sup>・塩沢恵子<sup>2</sup>・望月亜希子<sup>3</sup>・富村周平<sup>3</sup>・中西修一<sup>3</sup>・坪内孝司<sup>4</sup>・佐々木浩二<sup>2</sup>・速水 亨<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>アドイン研究所・<sup>3</sup>森林再生システム・<sup>4</sup>筑波大学大学院システム情報工学研究科

森林を如何に育てるか。その問題を解くためには「森林の現状を把握して、的確に施業効果を判定すること」、つまり“施業診断”が必要です。森林の将来予測も当然含まれます。そこで施業診断に不可欠な森林の科学的情報を得る方法として、可搬型の森林レーザ計測装置を開発して森林調査を行い、立木の位置・サイズ・形状が計測できることを確認し、さらに地上から見上げた林冠の様子を把握できました。レーザ計測装置では、膨大なデータを如何に読み解くかが最大のカギですが、森林全体をスキャンすることで、必要な森林情報（立木位置、個体サイズ、林冠構造等）を实用レベルで抽出可能であることを確認しました。しかも、レーザ計測値から直ちに立木材積、バイオマス（器官重量）、径級分布など、林業経営に必要な資源情報を算出することができます。

森林が置かれた生育環境や成長過程はまちまちですが、「どんな施業をしたらどんな森林になるか」という森林の施業効果と将来予測に向けて、樹形ベースの成長モデルや林冠動態のモデル化を進めており、こうしたモデルを併用することによって、森林の“施業診断”を試み、最適な間伐施業指針の提供に向けた取組を報告します。

## E02 森林の分断化が冷温帯主要樹種イタヤカエデの交配様式に及ぼす影響

菊地 賢<sup>1</sup>・柴田統江<sup>2</sup>・田中 浩<sup>1</sup>・永光輝義<sup>1</sup>

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

森林の分断化が森林樹木の交配様式におよぼす影響を検証するため、日本の冷温帯林の主要構成樹種のひとつであるイタヤカエデを材料に、小川学術参考林と隣接する保残帯において成木と種子のSSR解析をおこなった。保残帯では繁殖個体の孤立化と局在化とともにがみられ、それによって結果は異なる傾向をしめした。孤立化した母樹では、近隣からの有効な送粉の不足による自殖率の増加が見られたが、広範な送粉も促進され、花粉プールの遺伝的多様性は保護林と同等であった。いっぽう個体の集中分布は、近隣個体間の送粉を卓越させ、二親性近親交配の増加や花粉プールの減少をもたらしていた。こうした繁殖様式の変化には、据厚分布の花散布曲線を示す送粉様式や、成木の遺伝構造、雌雄異熟による自殖機会の制限などが寄与していることが示唆された。森林の分断化は自殖や二親性近親交配の増加による近交弱勢を通じてイタヤカエデの更新に負の影響をあたえる可能性がある。しかしある程度の規模までならば、広範な送粉による遺伝的救援効果によって負の影響は緩和されるものと考えられる。

## E01 イタヤカエデ *Acer pictum* の遺伝的分化

田中龍大<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

カエデ科に属するイタヤカエデには複数の亜種が存在し、それらが同所的に分布することが少なくない。しかし亜種間の遺伝的分化や相互の交雑については明らかでない。本研究はイタヤカエデの亜種のうちエンコウカエデ(E)、ウラゲエンコウ(U)、オニイタヤ(O)、イトマキイタヤ(I)を対象として、遺伝解析および葉の形態の測定を行い、亜種間の遺伝的分化や交雑と葉の形態との関係を明らかにすることを目的とする。

丹沢山地、伊豆天城山および山中湖周辺の各地域においてイタヤカエデ類計99個体の葉を採集した。これらをOgata(1965)にしたがって形態に基づき分類したのち、核SSRマーカー7座について遺伝解析を行った。また採集した葉の面積・周長の測定および微毛の状態の評価を行い、統計学的に分類した。

遺伝解析の結果、各個体は「EとU」、「O」、「I」の3グループに大別された。また形態解析の結果、亜種間で違いが見られた。これによりOとIは形態的にも遺伝的にも他の亜種と独立している一方で、EとUは葉の形態は異なるものの遺伝子プールを共有することが示された。また、一部に複数のグループの遺伝的特徴を合わせ持つ個体が見られ、亜種間での交雑が示唆された。

## E03 照葉樹林主要3樹種における遺伝子散布パターンの比較

中西敦史<sup>1</sup>・戸丸信弘<sup>2</sup>・上野真義<sup>3</sup>・吉丸博志<sup>4</sup>・三浦真弘<sup>5</sup>・真鍋徹<sup>6</sup>・山本進一<sup>7</sup>

<sup>1</sup>愛知県・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>5</sup>森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>6</sup>北九州市立自然史・歴史博物館・<sup>7</sup>岡山大学

同一の広く連続した照葉樹原生林において、これまでに照葉樹林主要3樹種のウラジロガシ、スタジイ、ヤブツバキについて遺伝子散布に関する研究が行われてきた。これら3樹種の花散布様式は、それぞれ、風媒、虫媒、鳥媒である。本研究では同一手法を用いて、これら3樹種の遺伝子散布を再解析し、比較することで、花粉媒介者の違いによる遺伝子散布特性の違いを検討した。3樹種それぞれの成木及び稚樹の空間位置及びマイクロサテライト遺伝子型を用いて、遺伝的構造、遺伝的構造の程度を示すパラメータである $Sp$ 、及び有効な近隣サイズ( $Nb$ )と有効な近隣面積( $Ae$ )を $Sp$ に基づいて算出し、比較した。その結果、 $Sp$ はウラジロガシでは稚樹が成木より有意に高く、他の2樹種では、有意差はなかったものの同様に稚樹が成木より高かった。3樹種の成木における $Nb$ は、64.1~105.8で今後、局所的な遺伝的分化が期待される。樹種間の $Nb$ の違いは花粉散布距離の違い及び繁殖個体密度が影響したと考えられる。またいずれの樹種においても $Nb$ は成木が稚樹より大きかったことから、多様な繁殖個体の次世代が生残・生長する機構が考えられる。

#### E04 種間雑種を介在したアカエゾマツ自然集団への移入交雑の評価

田村 明<sup>1</sup>・生方正俊<sup>2</sup>・渡邊敬治<sup>2</sup>・山田浩雄<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

アカエゾマツを雌親、ヨーロッパトウヒを雄親としたハイブリッドトウヒは初期成長が優れ、下刈りコスト低減に貢献できる樹種として期待されている。しかし、ハイブリッドトウヒを介在し、自生種のアカエゾマツの遺伝構成が変化する恐れがある。本研究では移入交雑の各プロセスを検証し、そのリスクを評価した。ハイブリッドトウヒは開花能力が十分あり、開花時期は両親種と同調した。またアカエゾマツを雌親、ハイブリッドトウヒを雄親とした人工交配で得た苗木は成長量および生存率も高く、北海道の環境に適応できる可能性が示唆された。さらに父性遺伝する葉緑体のハプロタイプからアカエゾマツとハイブリッドトウヒとの間に自然交雑が起きていることが明らかにされた。以上の結果から、将来ハイブリッドトウヒを造林・普及することによって自生種のアカエゾマツにヨーロッパトウヒの遺伝子が移入し、アカエゾマツの遺伝構成が変化する可能性があり、その影響について検討する必要があると考えられた。

#### E06 乾燥冷凍貯蔵したブナ堅果の発芽率の地理変異

阿部友幸<sup>1</sup>・寺田文子<sup>2</sup>・小山浩正<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構林業試験場道南支場・<sup>3</sup>山形大学農学部

北海道では、乾燥・冷凍することによりブナ堅果を10年の長期にわたって貯蔵可能とする技術が開発された。しかし、葉緑体DNAの解析によって北海道のブナでは分布拡大の地史が異なる太平洋側系統と日本海側系統が推定されたため、堅果の長期貯蔵可能性について環境適応の歴史に応じた地理的変異が存在が想定されたが、このことを確かめた。太平洋側系統のayame(函館市)産堅果は、既報の同系統のesan(函館市)産と同様、5年にわたって良好な貯蔵成績を示した。一方日本海側系統のKMN(黒松内町)、KRB(せたな町)産では、とりまきの堅果および貯蔵0年目の堅果では太平洋側系統のesanと同等の発芽成績を示したが、貯蔵1年目には発芽率が低下し、貯蔵2年目以降は発芽率が10%未満となり、発芽率60%程度を維持するesan産とは明らかに異なる成績となった。このように葉緑体DNAハプロタイプの遺伝的類縁性からみて類似性が高いと考えられた北海道のブナにおいて堅果貯蔵後の発芽率の推移という重要な形質に地理的変異がみられることが明らかになった。こうした変異が分布拡大の歴史、すなわち遺伝的系統の相違と関連している可能性が考えられ、更に確かめていく必要がある。

#### E05 東京大学千葉演習林の開花年限試験モウソウチク林における稈の空間分布構造

久本洋子・梁瀬桐子・塚越剛史

東京大学大学院農学生命科学研究科附属千葉演習林

【目的】東京大学千葉演習林には開花年限試験のためのモウソウチク林が設置されている。1930年に横浜市で開花した竹林から得た実生2株を1934年に植栽し、1997年に再び開花を確認した。開花後は天然更新させ、現在まで間伐・施肥・耕耘を行っていない。そのため稈が過密で土壌が貧栄養であることが推察され、今後の十分な生育には間伐や施肥が必要と考えられる。本研究では、試験地内の稈の分布と遺伝的組成を把握することで、クローン構造を考慮した管理指標のひとつとすることを目的とした。【方法】試験地内の全稈の毎木調査を行い、位置図の作成を行った。全生存率からDNAを抽出し、モウソウチクおよびササ類で開発されたマイクロサテライトマーカーを使用して各稈のジェネット識別を行った。【結果】試験地内の稈密度は3.5本/m<sup>2</sup>で、稈の胸高直径は平均2.2cmであり、1997年の開花以前の稈密度より約6倍高く、約4分の1の直径サイズであった。稈の分布は試験地の周縁部にわずかに偏っており、中央部には直径が大きい稈が多かった。さらに、2004～2013年の出稈年別の稈分布とジェネットごとの分布の比較を行った結果を報告する。

#### E07 カラマツ種子の成熟時期の地域間および年次間差

生方正俊<sup>1</sup>・田村 明<sup>2</sup>・古本 良<sup>3</sup>・蓬田英俊<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>森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>4</sup>岩手県林業技術センター

カラマツは、近年造林用の樹種として見直され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、植栽場所やその年の気候条件等により、採種適期は異なることが予想される。カラマツの採種適期の場所による違いや年次間変動を明らかにするため、2011年～2013年の3年間にわたり時期を変えて採取した種子の発芽率を調査した。採取場所は、長野県の御代田町、岩手県の滝沢村、奥州市および金ヶ崎町、北海道の江別市である。7月から9月にかけて約10日間隔で球果を採取した。精選後、得られた種子について軟X線を用いて内部を観察し、充実した種子のみを選別して恒温器を用いた発芽試験を行った。カラマツは生育場所に関係なく10日間前後の短期間に急激に種子の発芽率が上昇し、この発芽率が急激に上昇する時期(種子成熟期)は、3年間を通じて長野および岩手で8月20日前後、北海道江別市で9月1日前後と年次間の差は認められなかった。また、多くのクローンの種子は、ほぼ同時期に成熟することもわかった。

## E08 気候条件に関連した50年生ニホンカラマツの成長の産地間変異

永光輝義<sup>1</sup>・長坂一壽<sup>1</sup>・吉丸博志<sup>2</sup>・津村義彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林遺伝研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所多摩森林科学園

ニホンカラマツは本州の山岳に自然分布し、成長がよいため北海道や外国にも植林されている。自然分布域の産地間にみられる成長形質の遺伝的変異を知るため、1956年に中部山岳の25産地の種子を用いて長野県の3か所に造成された産地試験地で、50年生の幹の密度、直径、樹高、曲がりと枝の長さ、太さを測定し、12、32、50年目の密度、直径、樹高から求めた植栽面積あたり材積の成長曲線を推定した。その結果、50年生の幹と樹冠のサイズは、富士山や日光、甲武信岳の産地で大きく、北アルプスや南アルプス、浅間山の産地で小さかった。また、産地間で差がみられた材積の最大サイズは、富士山や日光の産地で大きく、北アルプスや南アルプス、浅間山の産地で小さかった。これらの成長形質は産地の気象条件と相関し、材積の最大サイズと樹冠のサイズが太平洋側気候の産地で大きく日本海側気候の産地で小さかった。一方、それらの成長形質は産地の標高に関連した低温多雨の気象条件とは相関しなかった。これらの結果は、降雪や積雪に耐えられるような樹冠のサイズが小さく年輪が細かく幹が丈夫な性質を日本海側の産地のニホンカラマツは遺伝的に持っていることを示唆する。

## E10 天然スギにおける環境適応候補遺伝子の地理的クラインの変異

木村 恵・内山憲太郎・津村義彦

森林総合研究所

樹木の地域適応を明らかにするため、天然スギ37集団843個体を用いて環境適応遺伝子の探索を行った。まずスギの分布域をカバーするように天然林37集団を選定し、生育環境に関わる環境要因19項目と緯度経度を用いて主成分分析を行った。その結果、第3成分までの合計で環境要因の85.2%説明され、第1成分(51.8%)には緯度経度と年間降水量、年間の気温幅が、第2成分(19.1%)と第3成分(14.3%)には夏季の気温と冬季の降水量が強く影響することがわかった。14集団を用いた先行研究で環境適応候補遺伝子と考えられた42SNPについて、集団ごとに遺伝子頻度とヘテロ接合度を調べた。42遺伝子座は集団によって様々な遺伝子頻度を示した。例えばgSNP09663はほとんどの個体、集団でヘテロの形で存在し(平衡進化)、BLAST検索による機能推定からアデニレート形成ドメインに関する可能性が示唆された。一方で屋久島や北東北など一部の集団でのみ高頻度で出現する遺伝子もみられた(e.g. gSNP03744)。これらのSNPの遺伝子頻度の偏りは、それぞれの歴史の変遷や生育環境への適応を示していると考えられる。

## E09 アカマツ広域産地試験の3試験地における苗畑での出芽経過の産地間変異

那須仁弥<sup>1</sup>・大谷雅人<sup>1</sup>・岩泉正和<sup>2</sup>・千吉良治<sup>3</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いため、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、日本全国のアカマツ種子を複数地域で蒔き付け出芽経過における産地間差を評価した。供試した種子は2010~2011年にかけて、青森県の甲地マツから宮崎県の霧島マツに至る国内10産地から収集し、2013年春に日立(茨城)、勝央(岡山)、合志(熊本)の3箇所の苗畑において各産地5家系、計50家系の種子を蒔き付けた。調査は蒔き付け後3~7日おきに出芽本数を数え、2回連続して本数の変動がなくなるまで行った。蒔き付けから出芽本数の増加が頭打ちになる時期を出芽停止時期として評価した。出芽停止時期は、3箇所全てで甲地マツが最も早く、平均37.2~41.3日であった。出芽停止が最も遅かったのは日立と勝央では霧島マツ、合志では開田マツ(長野県)であり、平均53.1~54.9日であった。産地間差は各試験地で最大13.4~17.5日であった。3箇所全てで出芽停止時期に産地間変異が認められ、産地の出芽停止時期の3試験地間での順位相関は0.6~0.9であり、順位の変動は少なかった。

## E11 スギの育種形質に対するゲノムワイド関連解析および形質予測

内山憲太郎<sup>1</sup>・岩田洋佳<sup>2</sup>・伊原徳子<sup>1</sup>・上野真義<sup>1</sup>・木村 恵<sup>1</sup>・森口喜成<sup>3</sup>・坪村美代子<sup>4</sup>・三嶋賢太郎<sup>4</sup>・井城泰一<sup>4</sup>・高橋 誠<sup>4</sup>・渡辺敦史<sup>5</sup>・二村典宏<sup>1</sup>・篠原健司<sup>1</sup>・津村義彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup>新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>4</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>5</sup>九州大学大学院農学研究院

個体サイズが大きな林木では、育種集団の維持に莫大なコストがかかるため、育種年限の短縮が大きな課題である。その解決策として、材質などの育種形質を早期に安定的に測定する手法の開発などが精力的に進められている。一方で、育種形質の遺伝的背景が明らかになれば、DNAマーカーを利用した早期選抜への道も開かれる。しかしながら、林木の育種形質を支配する遺伝子の情報は未だ乏しい。そこで、対象種のゲノム内の変異を網羅的に解析し、形質との関連解析から形質に関与する遺伝子をスクリーニングする方法(ゲノムワイド関連解析)が一つの解決策として期待される。本報告では、スギの発現遺伝子に設計した一塩基多型約6,000を対象に、材質(応力波伝播速度、マイクロフィブリル傾角)、発根性、雄花着花量との関連解析の結果を報告する。ゲノムワイド関連解析ではそれぞれの形質について数十のQTL候補遺伝子が検出された。また、実際に育種が進められている次代検定林でのゲノムワイドマーカーを用いた形質予測も行い、雄花着花量において高い予測精度が得られた。これらの結果は、今後のスギの育種を進める上で有益な情報である。

## E12 雄性不稔スギ閉鎖系採種園における雄性不稔発現率の改善

齋藤央嗣

神奈川県自然環境保全センター

神奈川県では2007年に種子による無花粉スギの生産をはかるため、雄性不稔スギを母親、雄性不稔遺伝子をヘテロで持つ個体を父親とする雄性不稔スギ閉鎖系採種園を造成し、2010年より雄性不稔スギの発現の確認の検定を行った上で苗木の出荷を行っている。しかし雄性不稔の発現率は、期待値1/2に対して1/3~1/4にとどまっており、その改善が課題であった。また種子を生産する閉鎖系採種園内は、高温高湿であり、花粉の飛散量が想定よりも少なく、種子生産が十分な種子生産が得られず、期待される園外との飛散期のズレが不十分であった。そこで無花粉の発現率低下の原因の究明を進めたところ、父親木である個体で当該の不稔遺伝子を持たない個体があったため、その入れ替えを行った。また、閉鎖系採種園の導入時期を2月にずらすこと、扇風機の増強、花粉飛散終了後早期に施設開放することとした。その結果、雄性不稔スギの発現率が向上するとともに種子の生産量も向上した。

## F01 スギにおける火傷後に形成された木部の組織構造的特徴

土屋竜太<sup>1</sup>・前田雄一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三重大学社会連携研究センター・<sup>2</sup>日本樹木医学会

森林火災が生じると樹木は高熱にさらされダメージを受ける。このダメージが比較的軽ければ生き残るが、生き残った樹木には葉の褐変、幹の火傷痕といった火災の痕跡が残る。火災の痕跡は樹幹内二次木部にも残る。本研究では、(1)火傷後に形成される木部組織にはどのような痕跡が残るか、(2)その痕跡はどの程度持続するか、(3)火傷跡付近と離れた部位での違いはあるか、(4)樹冠の褐変の程度と関連するか、を検討した。そのために、生き残った樹木4個体(樹冠変色がほとんどみられない2個体と多くが褐変した2個体)の胸高部円盤の火傷付近(傷から1cm)ならびに同一円盤で火傷から90度離れた部分の材料(傷から17~20cm)を用いて、火災後に形成された9年輪の木部と火災前に形成された3年輪の木部の組織的特徴を調査した。調査項目は、仮道管長(TL)、晩材部S2層マイクロフィブリル傾角(MFA)、放射組織高さ(RH)、放射組織分布密度(RD)である。結果、火災前後で(1)TL↓(3個体/4個体)、MFA↑(4/4)、RD↑(1/4)、(2)2~7年輪程度、(3)変化は火傷付近のみ、(4)褐変との関連不明、であった。

## E13 スギ高密度基盤連鎖地図を利用した雄性不稔遺伝子(*ms-3*)のマッピング

森口喜成<sup>1</sup>・上野真義<sup>2</sup>・松本麻子<sup>2</sup>・伊原徳子<sup>2</sup>・岩井淳治<sup>3</sup>・宮嶋大介<sup>3</sup>・津村義彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>新潟県森林研究所

花粉症対策に利用されているスギ雄性不稔個体(無花粉スギ)は、一対の核内劣性遺伝子に支配される。現在までに7県から合計23個体の無花粉スギが選抜され、交配試験の結果から4種類の雄性不稔遺伝子座(*ms-1*、*ms-2*、*ms-3*、*ms-4*)が同定された。それぞれの地域に適した優良な雄性不稔の実生苗を効率的に生産するためには多くの雄性不稔スギ個体が必要となるが、従来の選抜方法では選抜場所が限定されるのに加え、多大な労力を要するため、新しい効率的な選抜方法の開発が期待されている。我々は、雄性不稔スギを選抜するDNAマーカーの開発を目的として研究を進めている。まず、GoldenGate法によるSNPジュノタイピングにより、合計で3,570マーカーが座乗するスギ高密度基盤連鎖地図(総マップ長1,329.6cM)を構築した。さらに、基盤連鎖地図の情報に基づき、*ms-1*は第9連鎖群に、*ms-2*は第5連鎖群に、*ms-3*は第1連鎖群に座乗することを明らかにし、それぞれの雄性不稔遺伝子近傍の部分連鎖地図の構築を行った。発表では、新たにマッピングされた雄性不稔遺伝子*ms-3*を中心に報告する。

## F02 アマゾン・テラフィルメ林での酸素・炭素安定同位体比を指標とした成長輪解析

大橋伸太<sup>1</sup>・Flavia Durgante<sup>2</sup>・香川 聡<sup>1</sup>・Susan Trumbore<sup>3</sup>・Niro Higuchi<sup>2</sup>・梶本卓也<sup>1</sup>・石塚森吉<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia・<sup>3</sup>Max Planck Institute

アマゾン熱帯雨林の大部分を占めるテラフィルメ林では視認できる年輪を形成する樹木は稀であり、多くの個体で樹齢や成長速度を知ることが困難である。本研究では生育環境の変化を反映すると考えられる材の酸素や炭素の安定同位体比( $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta^{13}\text{C}$ )を指標とし、成長輪解析が可能かどうかを検討した。調査はブラジル国アマゾナス州マナウス市の天然林で行った。ここでは明瞭な乾季はないが、降水量は一年を通して変化し、さらに降水量と雨の $\delta^{18}\text{O}$ の間に負の相関あることがわかっている。アマゾンに広く分布する2樹種の各2個体からディスク試料を採取した。各ディスクの2方向から薄片を切り出し、 $\alpha$ -セルロースを抽出した後、放射方向に0.2mm間隔で切り分け、 $\delta^{18}\text{O}$ と $\delta^{13}\text{C}$ を測定した。両樹種において $\delta^{18}\text{O}$ の放射方向の変化は明瞭な周期性を示したが、 $\delta^{13}\text{C}$ の変化は非常に小さかった。 $\delta^{18}\text{O}$ の変化パターンは2方向間、個体間、さらには樹種間でよく同調していた。本調査地では $\delta^{18}\text{O}$ を指標とした年輪の検出、さらにはクロスデーティングが可能であると考えられた。

F03 Effects of atmospheric vapor pressure deficit and soil water content on leaf gas exchange in *Larix kaempferi*

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所・<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>国立環境研究所地球環境研究センター

The objective of this study was to investigate the effects of VPD and soil water content on leaf gas exchange in mature larch stand. Measurements were made at Fuji Hokuroku Flux Observation Site. A stand of 50 to 55 years old *Larix kaempferi* was used for this study. Net CO<sub>2</sub> assimilation rate ( $A_n$ ) was measured intact using a portable photosynthesis system twice a month from April to November in 2013.  $A_n$  increased from April to June, then decreased gently until October, and declined sharply thereafter. Besides, there was a temporal decrease in  $A_n$  in late August. VPD increased while soil water content decreased in this period. There was a significant negative correlation between  $A_n$  and leaf VPD, while there was no significant relationship between  $A_n$  and soil water content. Thus, it is suggested that decrease in  $A_n$  in late August was mainly due to the increase in VPD. Seasonal variation in  $A_n$  in larch stand was strongly influenced by VPD at Fuji Hokuroku Flux Observation Site in 2013.

F05 中国半乾燥地に生育する *Juniperus sabina* の水利用に対する不定根の寄与

三木直子<sup>1</sup>・楊 靈麗<sup>1</sup>・久堀史暁<sup>2</sup>・松尾奈緒子<sup>3</sup>・張 国盛<sup>4</sup>・王林和<sup>4</sup>・吉川 賢<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>岡山大学農学部・<sup>3</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>4</sup>内モン古農業大学

降雨に関連した土壌層別の水分の不均一性に伴う不定根間での水の移動を明らかにするために、現地に着生する2個体を用いて樹液流速の測定を行った。いずれの個体も、主根と不定根間の主軸および匍匐枝上(主軸、枝\_基部)と、匍匐枝上の不定根より先端側にセンサーを設置した(枝\_先端)。その結果、いずれの個体も夜間の正の樹液流( $V_h$ )は無降雨期に主根と不定根間(主軸と枝\_基部)のみで認められ、降雨後は速やかに低下した。枝\_先端では認められなかった。日中の $V_h$ は無降雨期は低く降雨後に速やかに上昇した。夜間の $V_h$ はいずれのセンサー位置でも大気飽差と正の相関があった。また、大気が十分湿潤な条件下において、一般化線形混合モデルにより、大気飽差および主根部と不定根部の土壌層間の水ポテンシャル差( $\Delta\Psi$ )を説明変数として解析を行ったところ、主根と不定根間(主軸と枝\_基部)については $\Delta\Psi$ が説明変数として選択され、枝\_先端については説明変数が選択されなかった。以上より、無降雨期の夜間に、湿潤な土壌層の主根から乾燥した表層土壌へ不定根を介した水の移動が起こっており、これにより降雨および地下水の効果的な利用が実現していると考えられた。

F04 乾燥ストレスおよび回復時におけるクロマツ苗木の光合成および水分特性

矢崎健一・大曾根陽子・小松雅史・飛田博順・北尾光俊

森林総合研究所

クロマツ (*Pinus thumbergii*) 苗木の乾燥および灌水時の生理機能および通水機能の回復能を評価した。十分灌水して生育させた供試木を、灌水を停止して水ストレス状態で生育させ、一年葉の水ポテンシャル、辺材面積辺り透水係数( $K_s$ )、および各種光合成特性を調べた。乾燥処理直前の枝において、通水機能の半分を失う水ポテンシャル( $P_{50}$ )を求め、 $P_{50}$ 付近まで水ポテンシャルが低下した後に灌水し、その前後の水分生理および光合成特性を測定した。その結果、灌水停止後、日数とともに気孔コンダクタンスが低下した。日中の水ポテンシャルも、ほぼ直線的に低下していった一方、 $K_s$ は漸減傾向であった。光合成速度は水ポテンシャルの低下に伴い低下した。 $V_{cmax25}$ は水ポテンシャルの変化と追隨していなかったことから、気孔閉鎖によって葉内のCO<sub>2</sub>濃度が減少したことによるものと考えられた。葉のポテンシャルが $P_{50}$ 付近になってから灌水したところ、水ポテンシャル、光合成、 $K_s$ とも、灌水停止前の値まで回復した。従ってクロマツは、 $P_{50}$ 付近まで乾燥しても灌水により生理活性が回復する可能性が示された。

F06 ブナ実生の成長に及ぼす乾燥ストレスの影響と遺伝子多型の分析

赤田辰治・高橋 瑛・三津谷慎治・軽部栄樹・諏訪邑子・鳥丸 猛・石田 清

弘前大学農学生命科学部

本研究は東北多雪地帯のブナ集団が実験的な乾燥条件下での程度の適応を示すかを調べるとともに、その個体変異と遺伝子多型の相関関係を解析することによって、乾燥適応に關与する遺伝子変異を検出することを目的としている。2011年の秋に白神山地:L、岩木山:E、酢ヶ湯:M、玉原高原:Jのブナ林から堅果を採取し、それぞれの地域由来の実生個体群(各74~77個体)を得た。2012年にはこれらの個体群を低温、高温、乾燥等のストレス実験に用いた。2013年には全ての生存個体(計229個体)を地域毎に乾燥処理区(3日毎の給水)と対照区(連日給水)の2グループに分けて温室栽培し、各実生個体の乾燥処理期間(7.26~10.21)における根元直径と樹高の変動を測定した。その結果、全ての地域由来の実生個体群において乾燥処理による肥大成長の遅延と伸長成長の促進が見られ、特にLとMにおいてはそれぞれの有意性が検証された。一方、ブナにおいて強い乾燥応答性を示す*FeMYB1603*に検出された7カ所の非同義置換に焦点をあて、シロイヌナズナへの遺伝子導入による遺伝子多型と機能的変異の関連性、ならびに乾燥ストレス下における実生の成長と遺伝子多型の相関関係を解析している。



## F07 ガラクチノール合成酵素 (GolS) 遺伝子の過剰発現によるセイヨウハコヤナギへの耐塩性付与

横田 智<sup>1</sup>・田原 恒<sup>1</sup>・西口 満<sup>1</sup>・毛利 武<sup>1</sup>・掛川弘一<sup>2</sup>・楠城時彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所生物工学研究領域・<sup>2</sup>森林総合研究所バイオマス化学研究領域

【目的】ラフィノース族オリゴ糖類 (RFOs) は、高温、低温、乾燥、高塩という環境ストレスに曝された植物に蓄積するのが見出されている。このことから、RFOs は植物の環境ストレス耐性に関与していると思われる。ガラクトノール合成酵素 (GolS) は RFOs 生合成の第一段階に関わり、UDP-ガラクトースと myo-イノシトールを基質にしてガラクトノールを合成する。本研究では、GolS 遺伝子を過剰発現するように作製された組換えポプラ (セイヨウハコヤナギ) を用いて、高塩環境に対する耐性を調べた。【方法】水耕栽培によって、低塩濃度 (75 mM NaCl) で 4 週間、および高塩濃度 (275 mM NaCl) で 24 時間という 2 種類の塩処理を行い、それぞれが生育に及ぼす影響を調べた。【結果】低塩濃度処理では、野生型ポプラは処理 2 週目に入るとほぼ成長が止まり、枯死するものが見られた。一方、組換えポプラの成長は徐々に低下したが、枯死するものはなかった。高塩濃度処理においても同様の結果が見られ、組換えポプラには一定程度の耐塩性が認められた。

## F09 スギの花粉形成初期に発現する低分子 RNA の網羅的解析

伊原徳子・上野真義・二村典宏

森林総合研究所

低分子 RNA (sRNA : small RNA) は標的とする遺伝子の発現を抑制し、植物では器官の発達や環境ストレスへの応答等多くの林業上重要な性質の制御に関わることが知られている。例えば花粉形成や雄性不稔にも sRNA が重要な役割を持つことが被子植物での研究から明らかにされている。しかしながらスギを含む針葉樹ではまだ研究が進んでいない。

本研究は、スギの花粉形成に関わる sRNA 及びその標的遺伝子を明らかにすることを目的として行っている。材料に富山不稔 1 号の交配家系後代の不稔及び可稔各 2 個体を用い、減数分裂前から小孢子期に発現する sRNA について次世代シーケンサーを利用した網羅的な解析を行った。得られた 18~30 塩基の sRNA について、コウヨウザンやドイツウヒを含む他の植物の sRNA との配列比較、組織特異性の検討、稔性や発育段階の違いによる発現パターンの比較解析を行った。その結果、針葉樹や雄花特異的だと期待される sRNA、花粉形成を制御する microRNA ファミリーに含まれると考えられる sRNA、花粉形成に関与する可能性の高い新規の sRNA 等を検出したので報告する。

## F08 セイヨウハコヤナギ由来の環境ストレス応答性プロモーターの探索

田原 恒<sup>1</sup>・西口 満<sup>1</sup>・古川原聡<sup>2</sup>・掛川弘一<sup>1</sup>・楠城時彦<sup>1</sup>・吉田和正<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>東京大学アジア生物資源環境研究センター

環境ストレス耐性を付与する遺伝子を植物に導入し恒常的に発現させると、成長抑制など好ましくない影響が現れることがある。本研究は、環境ストレスを受けているときのみ導入遺伝子を発現させるためのストレス応答性のプロモーターをセイヨウハコヤナギ (*Populus nigra* var. *italica*) から単離することを目的とする。草本植物では、ラフィノースファミリーオリゴ糖の合成に関わる酵素、ガラクトノールシンターゼの遺伝子発現が乾燥や高塩濃度、低温などの環境ストレスによって誘導されることが知られている。セイヨウハコヤナギには、複数のガラクトノールシンターゼ遺伝子が存在する。研究目的に適した遺伝子を選ぶため、セイヨウハコヤナギに低温ストレスを与えたときのガラクトノールシンターゼ遺伝子 6 種の発現変動を調べた。2 種のガラクトノールシンターゼ遺伝子の発現量は、低温処理開始から 24 時間後に約 700 倍に増加したが、常温に戻すと急速に減少し、2 時間後に低温処理前の水準に戻った。これらの遺伝子のプロモーターが存在する領域の DNA 塩基配列を、PCR を用いたゲノムウォーキングによって決定した。

## F10 次世代シーケンサーを用いたスギ完全長 cDNA の解析とその利用

二村典宏<sup>1</sup>・櫻井哲也<sup>2</sup>・篠崎一雄<sup>2</sup>・篠原健司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>理化学研究所環境資源科学研究センター

【目的】昨年、ドイツウヒ (*Picea abies*) とカナダトウヒ (*Picea glauca*) のゲノム概要が報告された。スギゲノムはこれらの針葉樹の約半分の大きさであるが、一部しか解読は進んでいない。発現遺伝子の部分塩基配列 (EST) の解析は、ゲノム全体の解析に比べ効率的に新規遺伝子を見つけてことができる。本グループでは、これまでもスギの複数の器官に由来する均一化した完全長 cDNA ライブラリーを作製し、EST を収集してきた。本研究では、次世代シーケンサー (NGS) を用いることによって多数の EST を収集し、情報を整理したので報告する。【方法】雄花、雌花、針葉及び発達中の雄花と雌花をつけたシュート (生殖シュート) の各器官から抽出した RNA をもとに作製した完全長 cDNA ライブラリーを材料とした。EST の解析には、ゲノムシーケンサー FLX チタニウム (GS-FLX) とゲノムアナライザー IIx (GAIIx) の 2 種類の NGS を用いた。【結果】本研究により解析した EST を整理した結果、22,539 個の完全長 cDNA としてまとめられた。さらに、既知のスギ EST と統合した結果、13 万あまりの配列に整理された。本研究の成果は、スギゲノムの構造や遺伝子の発現特性の解明に活用することができる。

## G01 高齢トドマツ人工林における下層植生の多様性

明石信廣<sup>1</sup>・新田紀敏<sup>2</sup>・雲野 明<sup>1</sup>・対馬俊之<sup>1</sup>・大野泰之<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構森林研究本部

北海道芦別市及び深川市の道有林内のトドマツ人工林(47~61年生)6林分と天然林1林分において、林床に生育する維管束植物を調査した。各林分に5×5mの方形区を4~14箇所(合計54箇所)設置し、6月から9月まで、1×1mごとに出現種を記録した。方形区ごとの出現種数は7~62種と大きな幅があった。方形区は非計量多次元尺度法(NMDS)によって1)チシマザサが密生するタイプ、2)林床植生の被度が低いタイプ、3)キク科やタラノキ、ウダイカンバなど遷移初期種が多く出現するタイプ、4)イワガラミやツタウルシ、草本類が多く出現するタイプ、5)シダ類や草本類が多く出現するタイプに区分された。天然林の方形区を除外し、各方形区を中心とする20×20mのトドマツと広葉樹の胸高断面積、林齢、最終間伐からの経過年数を環境要因として、正準対応分析(CCA)を行ったところ、上記の2)はトドマツの多い林分、3)は近年に間伐された林分、5)は高齢で広葉樹が多く、間伐から年数が経過した林分であることが示された。本研究は三井物産環境基金の助成を受けて実施した。

## G03 スギ直径成長に対する個体サイズ・齢関係および競争効果の定量的評価

松下通也<sup>1</sup>・高田克彦<sup>2</sup>・櫃間 岳<sup>3</sup>・八木橋勉<sup>3</sup>・野口麻穂子<sup>3</sup>・柴田鏡江<sup>3</sup>・正木 隆<sup>4</sup>

<sup>1</sup>秋田県立大学生物資源科学部・<sup>2</sup>秋田県立大学木材高度加工研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>4</sup>森林総合研究所

将来的な森林の炭素蓄積を検討する上で、長命な樹木の長期的な成長傾向を予測できる頑健な成長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、多くの樹木成長モデルではサイズに沿った成長量の関係をモデルの基礎としている。しかし、単純なサイズ依存的な成長モデルでは、サイズと樹齢の間の相関構造を考慮していないため、樹木個体の老化に伴う成長低下を過小評価してしまう恐れがある。そこで本研究では、スギ人工林の長期データをもとに、樹齢と個体サイズ(初期直径)、個体間競争、個体の成長特性のバラつきを含んだ頑健な直径成長モデルを開発した。調査地は45~68年生に強度間伐から無間伐まで3段階の間伐処理がおこなわれ、現在104年生(1908年植栽)に達している秋田スギ人工林である。各齢段階で見ると直径成長量はサイズと正の関係にあり大きな幹ほど成長量が大きかったが、老齢になるにつれて成長量は低下していた。また対象木周辺の競争個体の混み合い度の上昇は、成長に強い負の効果を及ぼしており、スギでは比較的近傍の競争によって成長の優劣が決定されている可能性が示唆された。

## G02 群集生態学を基盤とした森林管理研究—施業が植物群集に与える影響を機能的多様性で評価する—

楠本間太郎・塩野貴之・久保田康裕

琉球大学理学部

生物多様性及び生態系機能に対する施業インパクトの理解は、持続的な森林管理手法の構築に必須である。本研究の目的は、日本の亜寒帯・冷温帯・暖温帯・亜熱帯において、植物群集の機能的構造に対する皆伐の影響を検証し、生態系機能の劣化しやすい植生帯を特定することである。日本産植物全種の機能特性データ(葉、幹、花、実)及び全国の植物群集データ(場所毎の種の出現記録)を用いて、群集の機能的構造(特性の群集平均、機能的豊かさ、機能的多様化度)を数値化し、それらを皆伐後の二次林と施業履歴の無い自然林間で比較した。亜寒帯・冷温帯・暖温帯では、比葉面積・葉中窒素濃度の群集平均は二次林で高かった。また、種数が多いにも関わらず、最大樹高の機能的豊かさ及び多様化度は二次林で低かった。亜寒帯と冷温帯では、比葉面積の機能的豊かさ及び多様化度は二次林で低かった。亜熱帯では、機能的構造に二次林と自然林間で差が無かった。これらは、植物群集の機能的冗長性が機能特性や森林植生帯によって異なることを示唆している。群集の機能的冗長性の度合いを考慮することが、生態系の多面的機能の維持を目的とした森林管理において重要であると考えられる。

## G04 パッチ状防鹿柵によるミヤコザサ回復の評価

堀口智也<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

近年のニホンジカ個体数密度の増加に伴い、下層植生、とくに日本の森林の代表的な下層植生であるササ類への採食圧が激化し、衰退・枯死が報告されている。この対策として、新植地等のシカ対策として近年用いられている100㎡程度の小規模の防鹿柵による、ササ回復の効果の検証を行った。ササ類は生理的統合という機能を持ち、地下茎を通じて光合成産物等をやり取りすることから、小規模柵内の回復だけでなく、柵外への影響にも着目した。シカ食害地において、約2m×2m柵、約10m×10m柵を3つずつ設置し、太平洋側に広く分布するミヤコザサ(以降ササ)のバイオマス(以降BM)を柵内外において1年間調査した。柵設置1年後、いずれの小規模柵においても柵内のササ地上部BMは200g/㎡前後となり、柵外では、柵に近い地点ではササ地上部BMが200g/㎡を越す地点が存在するなど、柵外への回復促進効果が見られた。発表では、ササBMの増加率、ササ地下部BM、光環境等を併せ、小規模柵の設置によるササ回復効果を考察するとともに、隣接する広範囲防鹿柵におけるササBM推移等と比較し、小規模柵によるササ回復の評価をする。

## G05 日本列島におけるナツツバキ属 3 種の比較系統地理

宮田智浩・齊藤陽子・井出雄二

東京大学農学部

これまで日本の多くの樹種で系統地理学的研究が行われてきたが、これらは広域分布種を個別に取り上げたものが大部分である。一方、同じ属の複数種が同所的に存在するようなケースにおける種間交雑の影響や、特殊な分布類型を持つ種の知見は乏しい。日本に分布するナツツバキ属には、ナツツバキ (P)、ヒメシャラ (M)、ヒコサンヒメシャラ (S) の 3 種が存在し、それらが同所的に存在することもある。また、M、S は、ソハヤキ型の分布を示す。本研究では、これら 3 種を対象に系統地理的構造を明らかにし、同時に種間の交雑の影響を議論した。

P、M、S について、分布域を網羅するように、それぞれ 37、25、14 地点からサンプルを採取し、1 地点あたり 4 個体を目途に葉緑体 DNA の 2 領域をシーケンシングした。結果、全体で 13 ハプロタイプが検出され、うち 4 つは種間で共有されていた。希少ハプロタイプは、M と S では紀伊半島、四国、九州に散在したが、P では日本海側に集中した。このことから、過去にレフュージアとして機能した地域は、種によって異なるといえる。また、ハプロタイプ共有は、過去に種間の浸透交雑が起こった可能性を示唆している。

## G07 ミズナラとスダジイの結実動態の比較と捕食回避の有無

石田 健

東京大学大学院農学生命科学研究科

R-strategic acorns and their predators interaction is an evolutionary highlight. Productions of *Quercus crispula* ("Qc") and *Castanopsis sieboldii* ("Cs") have been monitored with bucket traps for 17 years at Chichibu mountains, central Japan, and for 11 years on Amami-oshima Island, southern Japan, respectively. Total annual acorn numbers in the traps were 65.0, 15.8 [ $/m^2$ ] (21 traps, average, standard deviation) for Qc, and 52.3, 68.81 [ $/m^2$ ] for Cs (20 traps). Acorns of Qc mature within a year, and they move much by gravity and animals on the ground, and Cs acorns mature biyearly, and hardly move on the ground. Animal predation was estimated with 1 km seedling transect count for Qc, and ground survey with 150 circle plots for Cs. Clear predation escape was observed in 2007 spring after three-year poor productions for Cs, but not for Qc.

## G06 北八ヶ岳の伊勢湾台風風倒跡地の空中写真による抽出と現在の森林構造

鈴木智之<sup>1</sup>・西村尚之<sup>2</sup>・鈴木準一郎<sup>3</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>群馬大学社会情報学部・<sup>3</sup>首都大学東京理工学研究科

伊勢湾台風 (1959 年) は日本中部の森林に最も大きな影響を与えた台風のひとつである。しかし、その被害地の分布や現状の詳細な解析はほとんどない。本研究は、北八ヶ岳亜高山帯にて、伊勢湾台風による風倒跡地をマッピングし、現在の森林構造を非風倒跡地と比較した。\* [結果] 1962 年の空中写真の解析の結果、解析範囲 2000 ha のうち 14% で壊滅的な風倒が見られた。特に縞枯山と茶臼山の西側斜面の風倒は広範囲で連続的だった。1966 年の空中写真から、風倒のあった場所から大半の風倒木が除去されていた。風倒跡地 10 箇所、非風倒跡地 7 箇所 (調査区面積 0.01-1 ha) の毎木調査の結果、風倒跡地の現在の地上部現存量は非風倒跡地の 70% 程度だった。継続調査区における最近の地上部変化量 (成長+加入-枯死)、成長量ともに風倒跡地で大きかったが、枯死量も大きかった。このことは、風倒跡地では現存量の回転率が高く、枯死木として炭素蓄積が進んでいることを示す。\* [結論] 以上より、一度の超強力台風によって亜高山帯では現存量が大量に失われ、その影響は 50 年以上にも及ぶことが示された。

## G08 森林構造の解析を用いたエゾリスの HSI モデル

阿部葉月<sup>1</sup>・加藤 顕<sup>5</sup>・吉田俊也<sup>2</sup>・園田陽一<sup>3</sup>・林 典子<sup>4</sup>

<sup>1</sup>千葉大学園芸学部・<sup>2</sup>北海道大学大学院環境科学院・<sup>3</sup>地域環境計画・<sup>4</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>5</sup>千葉大学大学院園芸学研究科

本研究は、キタリスの亜種であるエゾリス *Sciurus vulgaris* を対象として Habitat Suitability Index (HSI) モデルを作成した。本研究の対象地は、北海道大学中川演習林であり、林内に赤外線センサー付き自動撮影カメラを 2008 年から設置し、エゾリスの行動を自動で撮影している。HSI モデルを作成するにあたりポアソン回帰分析を行った。モデル式の応答変数をエゾリスがカメラに写っていた回数とし、説明変数を毎木調査によって得られた調査プロット内の森林構造を表す変数とした。その結果、モデル式のために選択された変数は、針葉樹の本数、樹種数、樹高の変動係数だった。よってエゾリスは、営巣、餌資源、移動において針葉樹が密に分布している場所、樹種数の多い場所、多様な高さを持つ森林を好むことがわかった。既存の研究で報告されている変数をモデル作成において選択することができた。これまで作られていないエゾリスの HSI モデルを作成したことで、広域のエゾリスの生息地把握に役立てたい。

### H01 本邦亜熱帯林・温帯林・亜高山帯林に生息する大型菌類の落葉分解活性の比較

大園享司

京都大学生態学研究センター

大型菌類は肉眼で観察可能な子実体を形成する菌類であり、多くの担子菌類と一部の子囊菌類を含む。大型菌類のなかには強力なリグニン分解活性を有する種が含まれ、落葉分解において中心的な役割を担うと考えられるが、その落葉分解活性を気候帯の異なる地域間で比較した研究例は少ない。講演者は本邦の亜熱帯林・温帯林・亜高山帯林において、子実体の出現に基づいて大型菌類の種組成を調査し、それぞれ35種、25種、11種を記録した。これらの子実体から得られた合計75菌株の落葉分解活性を、培養系における滅菌落葉への接種試験により評価し、比較した。各菌株を素寒天上で、各サイトで優占する2樹種の落葉に接種し、20℃の暗黒条件下で12週間培養し、落葉、および落葉に含まれるリグニンの重量減少率を評価した。その結果、3林分に由来する菌株間で落葉分解活性に大きな差は認められなかった。樹種間で落葉およびリグニンの分解活性に差が認められた。担子菌類の多くがリグニン分解活性を示したが、菌類の科によりリグニン分解活性に違いが認められ、ホウライタケ科の菌類が選択的なリグニン分解活性を有することが分かった。

### H03 ブナ林斜面におけるプロットスケールでのリター流出量に影響を与える要因

飯野貴美子<sup>1</sup>・石川芳治<sup>2</sup>・白木克繁<sup>2</sup>・若原妙子<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

本研究の対象地である神奈川県丹沢堂平地区は、シカの食害により林床植生が衰退し、土壤侵食が広い範囲にわたり進行している。堂平地区は上層にブナ林が繁っており、毎年秋に約400g/m<sup>2</sup>のリターが上層木から供給されていることから、裸地での土壤侵食とは異なるメカニズムの土壤侵食が発生している。従来の研究から、落葉広葉樹林での土壤侵食量は、林床植生とリターの被覆に大きく影響を受け、それらを合わせた林床合計被覆率の季節変化により土壤侵食量が変化することが明らかにされている。そのため、土壤侵食量を軽減・維持するためには、林床における堆積リター量の変化を知ることすなわちリター流出量の変動要因を明らかにすることが必要である。

本研究は、リター流出量の変動要因を明らかにするために、試験プロット(2m×5m)を同一斜面で林床合計被覆率が異なる4箇所を設置した。リター流出量を測定し、降雨・風速・リター供給量と比較することによってリター流出量の変動要因を明らかにした。その結果、季節によってリターの変動要因は変化することが明らかになった。

### H02 スギ間伐林における5年間の土壤呼吸の推移—東京農大奥多摩演習林での事例—

阿部有希子<sup>1</sup>・佐藤 明<sup>2</sup>・寺本宗政<sup>3</sup>・梁 乃申<sup>3</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・<sup>3</sup>国立環境研究所地球環境研究センター

間伐によって土壤呼吸がどのように変動するのかを明らかにするため、東京農大奥多摩演習林の約50年生のスギ人工林を対象に2009年から2013年までの5年間測定した。調査地であるスギ林は、2000年に複層林を目指して設置された試験区で、2001年に本数間伐率で40%の間伐区と対照区として無間伐区を設置した。その後、ヒノキ、オオバアサガラを樹下植栽し、さらに、2007年6月に林内の光環境改善のため抜き伐りを実施、2011年5月には間伐効果の把握のため、各区から5本ずつスギを伐採した。この際は、無間伐区でも伐採した。土壤呼吸は、地温の低い春先には低く、地温が上昇する夏にかけて上昇し、地温が下がるとともに低下する傾向を示した。間伐区は無間伐区に比べて林冠が開けているため、地温が高く、土壤呼吸速度も高かった。5年間の土壤呼吸速度の推移を見ると、抜き伐り調査を実施した翌年の2012年には土壤呼吸速度が減少したものの、2013年にはわずかに回復傾向が認められた。変動した要因として、2012年は上木のスギを抜き伐りしたことにより根呼吸が減少したことが、2013年は、伐倒木の根とリター等の分解や下層植生の繁茂によって根呼吸が増加したことがあげられる。

### H04 日本の森林土壌における黒色土に対するC<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>植物の寄与率の緯度依存と黒色土との関係

石塚成宏<sup>1</sup>・河室公康<sup>2</sup>・今夕明宏<sup>3</sup>・鳥居厚志<sup>4</sup>・森貞和仁<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>南山大学総合政策学部・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>森林総合研究所関西支所

緯度が高くなるほど土壌有機物に対するC<sub>4</sub>植物の寄与が少なく、C<sub>3</sub>植物の寄与が大きくなることから、アメリカやアフリカ大陸の大草原地帯で確認されている。日本の黒色土は草原植生下に生成したという説があるが、我々の研究結果では北海道を除いてC<sub>4</sub>植物の寄与が45%程度認められ、やはり草原植生下に生成したと考えられた。さらに、このC<sub>4</sub>植物の寄与率は北に行くほど低くなった。日本ではアメリカの草原に比べて同じ緯度でもC<sub>4</sub>の寄与率が低く、アジアモンスーン気候がC<sub>3</sub>植物の生産に有利に働いていることなどが理由として考えられた。C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub>植物の寄与率は、気温、降水量などによって変動することから、火山灰層を指標として堆積年代が推定できる層のδ<sup>13</sup>C測定値によって、過去の気候変動を推定できる可能性がある。また、黒色の指標であるメラニックインデックスが、δ<sup>13</sup>C値と反比例することから、C<sub>4</sub>植物の寄与率が高いほど黒い土となることが明らかになった。

## H05 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植生回復

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>

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

【目的】低コストな間伐が推進されるとともに、林業と公益的機能の両立を図る必要がある。しかし間伐に伴う懸濁態物質(SS)流出に関して報告はない。本発表では、列状間伐が間伐実施期間のSS流出に及ぼす影響について検討する。また間伐後のSS動態について予察する。【方法】列状間伐は本数で33%の間伐率で、谷沿いに作業道が作設された。SS濃度は0.5 $\mu$ mのガラス繊維フィルターを用いた。検討は、SS流出量を間伐前(2010、2011年)と間伐中(2012年)の同じ期間(9~11月)で比較することで行った。間伐後のSS動態に関する予察は、2010年秋に同様の列状間伐が行われた近隣流域の定点観察から行った。【結果】間伐流域のSS流出量の準対照流域のそれに対する比率は、2010、2011、2012年の順に66%、58%、93%であった。列状間伐実施期間のSS流出量は間伐前の1.5倍増えた。列状間伐の実施によってSS流出が増えるが、今回の列状間伐は間伐実施期間のSS流出に及ぼす影響は大きくなかった。列状間伐が実施された近隣流域では、翌春から作業道、溪流近傍に植生が繁茂しはじめ、夏季にはほとんど被覆された。列状間伐により増加したSS流出は速やかに元に戻る可能性が高い。

## H07 森林内の放射性セシウム分布と空間線量率の経時変化

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>3</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・<sup>3</sup>筑波大学環境科学研究所

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、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、森林内の高度別の空間線量率の計測を実施した。その結果、観測期間中の林床へのセシウム137沈着量は、多い方から31年生スギ林、15年生スギ林、広葉樹混交林の順であった。森林内の空間線量率は高度依存性が認められ、樹種や林例によって垂直分布が異なることが明らかになった。また、空間線量率は時間とともに指数関数的な低下を示し、その変化傾向は高度や森林によって異なることが分かった。樹冠部の空間線量率の低下は物理半減期による減衰と比べて早く、林床での変化傾向は林分によって異なっていた。これらの結果から、森林環境中の空間線量率は、樹冠から林床への放射性セシウムの移行を反映して時間・空間的に変化することが明らかになった。

## H06 常緑針葉樹林と落葉広葉樹林における乾性沈着量と樹冠での吸収・溶脱量の季節変化

今村直広・大手信人・Shi, Jun・田中延亮・鈴木雅一

東京大学農学部

都市域の東京都西東京市にある東大田無演習林と都市部から離れた山地にある東大秩父演習林では、主要無機イオンの乾性沈着量は都市部で著しく多い。このような差異のある田無と秩父において、スギ林と落葉広葉樹林(田無:クヌギ林、秩父:ブナ、イヌブナ林)の、林外雨、林内雨、樹幹流を観測し、各サイトにおけるそれぞれの樹種への主要無機イオンの乾性沈着量と樹冠での吸収・溶脱量を季節毎に推定し、樹種間の差を比較した。田無においては、落葉広葉樹の着葉期(展葉、成熟、紅葉期)、落葉期に関わらず、すべての無機イオンで、スギの乾性沈着量はクヌギより多かった。秩父においては、着葉期、落葉期とも、スギとブナの乾性沈着量は少なく、その差はほとんど生じなかった。また、秩父の落葉広葉樹林のブナ、イヌブナ、常緑針葉樹のツガの乾性沈着量を単比的に比較すると、Na<sup>+</sup>やSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>の乾性沈着量は、着葉期にはブナで増加し、落葉期にはツガで増加する季節変化が見られた。K<sup>+</sup>とMg<sup>2+</sup>の溶脱量は、両サイトにおいて、落葉広葉樹の展葉期と成熟期にはスギよりもブナ、クヌギの方が多く、紅葉期と落葉期にはブナ、クヌギよりもスギの方が多かった。

## H08 広葉樹林の林床性ササ個体内に蓄積された放射性セシウムの動態

齋藤智之<sup>1</sup>・矢崎健一<sup>2</sup>・松井哲哉<sup>2</sup>・酒井 武<sup>2</sup>・宇都木玄<sup>2</sup>・川崎達郎<sup>2</sup>・杉田久志<sup>2</sup>・池田重人<sup>2</sup>・赤間亮夫<sup>2</sup>・渡部秀行<sup>3</sup>・高橋正通<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・<sup>3</sup>福島県林業研究センター

ササは日本の多くの地域で優占する林床植物であり、放射性物質による林床植物の汚染の地域的な実態を比較するのに適する。さらに、ササは分枝構造からモジュール単位で齢が分かり、放射性物質濃度は年毎に生産されるモジュール毎に明らかにされ、時系列で動態を追えると考えられる。本研究では原発からの距離の異なる二地域、ササ3種における2012年と2013年の放射性セシウム濃度の測定結果を報告する。ササの採取地と対象種は、原発から距離約40kmの川俣町に分布するクマイザサ、同様に約70kmのいわき市に分布するミヤコザサ、スズタケである。各ササは地上部、地下部を採取し、分枝構造に応じて部位毎にCs137濃度を測定した。植物体全体の約1年間の濃度変化では、クマイザサで大きく濃度が減少したのに対して、スズタケで約800から670Bq/kg、ミヤコザサで約200Bq/kgのままに推移した。クマイザサは2012年には蓄積したCsを保持していたが、2013年には高濃度Cs蓄積量を維持していた葉が寿命となり、Csを他の部位に転流しないままに枯死脱落したことによって全体の濃度が減少したと見られる。一方ミヤコザサは既に2012年には蓄積量が少なくなっていたと考えられる。

## H09 落葉広葉樹体内の放射性セシウム分布特性と林床処理や周辺環境による変化

小嶋大地<sup>1</sup>・小林達明<sup>2</sup>・高橋輝昌<sup>2</sup>・鈴木弘行<sup>3</sup>・山本理恵<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・<sup>3</sup>千葉大学大学院薬学研究院

落葉広葉樹の放射性セシウム (rCs) の吸収実態を把握するため、コナラ・ミズナラ・ヤマザクラ・コシアブラを対象とする rCs の樹体内分布特性の調査を、川俣町山木屋地区の丘陵地二次林にて行った。調査の結果、コナラ・ミズナラなどの高木では、rCs 濃度は葉や樹皮において高く、木部において低い値を示した。葉・樹皮・木部の rCs 濃度の相関を調べたところ、葉と木部の間に相関がみられたが、樹皮と木部の間には関係が見られず、rCs が経皮吸収ではなく根を通して吸収され蒸散流によって移動していることが示唆された。またヤマザクラを年枝毎に樹皮と木部に分けた測定結果によっても、事故以前に存在していた古い樹皮で rCs 濃度が高いのに対し、木部は新しい年枝ほど高く、rCs が樹液によって当年生木部に集積されると考えられた。林床処理を行った林分では、コナラ・ミズナラの葉および木部の rCs 濃度が対照区より低かった。林内雨の影響がある閉鎖林と影響がない伐開地という異なる環境に生育するコシアブラの若齢木を調べたところ、閉鎖林に生育する個体の rCs 濃度は伐開地に生育する個体よりも高く、低木では林内雨による rCs 供給の影響が大きいと推察された。

## H11 川内村の森林における林床への<sup>137</sup>Csの供給

中井 渉<sup>1</sup>・岡田直紀<sup>2</sup>・大橋伸太<sup>2,3</sup>・田中厚志<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>京都大学地球環境学堂・<sup>3</sup>森林総合研究所

2012年10月から2013年10月にかけて、福島県双葉郡川内村において定期的な降雨とリターを採取し、放射性セシウムの林床への供給量を調べた。調査はアカマツ林とコナラの優先する落葉広葉樹林で行い、林外雨、林内雨、樹幹流、リターを、それぞれ1か月に2回の頻度で採取した。降雨についてはアカマツ林、落葉広葉樹林ともに、林外雨、林内雨、樹幹流の順に放射性セシウムの濃度は高い傾向であった。リターについては、調査開始当初はアカマツ林のリターの方が落葉広葉樹林のものより濃度が高い傾向を見せたが、徐々に同じような値を示すようになった。常緑樹のアカマツは事故当時に葉をつけていたため、降下した放射性セシウムを樹冠で捉えたと考えられる。これが原因で、アカマツ林では事故当時についていた葉が新しい葉に入れ替わるにつれて、リター中の放射性セシウム濃度の経年的な減少が起こったと考えられる。また、事故後1年半後の林床のリター中の放射性セシウム濃度は落葉広葉樹林の方が高く、アカマツ林と異なり事故時に降下した放射性セシウムが樹冠で遮断されずに直接林床まで到達したと考えられる。

## H10 里山除染地における萌芽枝と表層土壌の放射性セシウム

藤原佳祐<sup>1</sup>・戸田浩人<sup>2</sup>・崔 東壽<sup>2</sup>・佐々木道子<sup>3</sup>・金子信博<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院・<sup>3</sup>東京農工大学大学院連合農学研究所・<sup>4</sup>横浜国立大学大学院環境情報研究院

森林に降下した放射性 Cs は今後、長期間にわたり環境中に滞在することが考えられる。現在まで、この事態について有効な打開策はおろか、森林施業が森林土壌の放射性 Cs にどのような影響を与えるかについても不明な点が多く情報が不足している。本研究では、皆伐による萌芽更新施業を行った旧薪炭林において除染試験を行い、森林土壌および伐採地に更新した萌芽枝の放射性 Cs の蓄積に与える影響を評価した。これらの情報をもとに今後、里山利用を続けるうえで有用な知見を得ることを目的とする。

試験地は福島県二本松市内のコナラ・クヌギが優先する森林である。本試験地では、2013年3月に皆伐による萌芽更新(伐採区)が行われ、同年5月に、隣接する非伐採地(森林区)とともに林床のリター剥ぎとウッドチップ敷設などの除染試験を行った。

伐採の初期の影響として、森林区より伐採区で表層土壌の放射性 Cs 濃度が高くなる傾向が見られた。これは、伐採時の林地攪乱により落葉落枝に含まれる放射性 Cs が表層土壌に入り込んだことが原因として考えられる。さらに秋の土壌や萌芽枝の放射性 Cs 蓄積について報告する。

## H12 福島県二本松市の大沢川流域における有機物と放射性 Cs の動態

佐々木道子<sup>1</sup>・戸田浩人<sup>2</sup>・崔 東壽<sup>2</sup>・藤原佳祐<sup>3</sup>・金田百合子<sup>4</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・<sup>4</sup>東京農工大学農学部

2011年3月の東電福島第一原発事故後、森林では放射性 Cs の多くが林冠～林床の落葉に沈着した。放射性 Cs は落葉の移動に伴い斜面方向へ移動し、堆積分解することで鉍質土層に浸透する。福島県二本松市の大沢川流域において森林の有機物による放射性 Cs の移動と蓄積を把握するため、リターフォール(Lf)、林床のリター斜面移動量(Ls)、および土壌への有機物浸透量(Ld)の放射性 Cs を測定した。調査は河畔のスギ、マツ、ナラ林、尾根部のナラ林の計4地点で実施した。各有機物トラップの設置と回収期間は、LfとLsが2013年6～12月(月1回収)、Ldが2013年7～11月(11回収)である。期間中のLf量はスギ、マツが4t/ha、河畔ナラが5t/ha、尾根ナラが5.5t/haとほぼ同じであるのに対し、Ls量はスギ10.9kg/100m、マツ14.5kg/100m、河畔ナラ11.8kg/100m、尾根ナラ25.1kg/100mと異なった。Ls量は同じ林分でも急勾配の地点で多くなる傾向がみられた。発表では鉛直方向の有機物移動量とそれぞれの放射性 Cs 濃度との関係などについて報告する。

### H13 福島県北部の森林集水域における洪水時の放射性セシウムの流出特性

伊勢田耕平<sup>1</sup>・大手信人<sup>1</sup>・田野井慶太郎<sup>1</sup>・堀田紀文<sup>2</sup>・小田智基<sup>1</sup>・遠藤いす貴<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>筑波大学

【背景と目的】福島第一原発事故後降下した放射性セシウムは、現在も森林内に多く蓄積している。放射性セシウムは粘土粒子などに吸着されやすく、それらが浮遊砂として河川を通して流下することが考えられる。本研究の目的は森林からの放射性セシウムの流出機構を明らかにし、流出量を正確に把握することである。特に洪水時において河川中の浮遊砂濃度が上昇することが知られており、放射性セシウム濃度もそれに対応して上昇することが考えられる。【方法】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。平水時の試料水の採取は2012年7月より月1回、洪水時の採水は2013年6月から10月にわたって計5回の洪水イベントを自動採水器を用いて行った。ガラス繊維フィルターGF/Fを用いて懸濁物を捕集し、その中の放射性セシウムをゲルマニウム半導体検出器で測定した。【結果】平水時において、放射性セシウムは殆ど検出されなかった。浮遊砂濃度と懸濁態セシウム濃度には正の相関がみられ、洪水時において、流量増加中は浮遊砂濃度と懸濁態セシウム濃度は流量の増加より先に上昇し、流量低下時には流量の低下より先に浮遊砂濃度と懸濁態セシウム濃度は低下した。

### I01 観測タワーの水蒸気フラックスは林分スケールの蒸発散と比較可能か？—複雑地形地スギ林分を対象にした観測より—

清水貴範<sup>1</sup>・熊谷朝臣<sup>2</sup>・清水 晃<sup>3</sup>・小林政広<sup>1</sup>・玉井幸治<sup>1</sup>・井川怜欧<sup>4</sup>・立石麻紀子<sup>5</sup>・宮沢良行<sup>6</sup>・飯田真一<sup>1</sup>・壁谷直紀<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>名古屋大学地球水循環研究センター・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>4</sup>産業総合研究所・<sup>5</sup>九州大学農学部附属福岡演習林・<sup>6</sup>九州大学東アジア環境研究機構

【目的】乱流変動法は、森林と大気間の水蒸気交換量を推定する際に有効な観測方法である。ただし、この方法は平坦様な場所での適用を前提にしており、複雑地形地の一方位を占める林分を対象とした蒸発散量推定への適用に関して、検討した例は少ない。そこで本研究では、スギ林分で測定した蒸散量と遮断蒸発量の和を基準値として、乱流変動法とそれに基づく補完値との比較を行い、その精度を検証した。【方法】熊本県山鹿市の鹿北流域試験地(33°08'N、130°43'E)で、クローズドパス機器による乱流変動法を用いた観測から、スギ林分が中心となる右岸側からの水蒸気フラックス値を選別し、欠測値をMI法で補完した。また、スギ林分3プロットでグラニエ法による樹液流速測定を行い、上層木の蒸散量を算出した。さらに隣接する小流域のスギ林分で遮断蒸発量を測定した。【結果】2007年4月～2008年3月の期間で、乱流変動法とその補完による右岸側の蒸発散量は、スギ林分の蒸散量と遮断蒸発量の和に対して約10%小さかった。また、蒸散が生じうる時間帯では、両者の差は1%程度となり、複雑地形地でも、乱流変動法に基づく林分蒸発散量の推定は可能であると判明した。

### H14 林床処理による里山広葉樹林の放射性セシウムの生態系内循環と外部流出の変化

山本理恵<sup>1</sup>・小林達明<sup>1</sup>・高橋輝昌<sup>1</sup>・江幡知紗<sup>1</sup>・保高徹生<sup>2</sup>

<sup>1</sup>千葉大学園芸学部・<sup>2</sup>産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門

福島県川俣町山木屋地区の農地に隣接した森林斜面でA0層の除去処理などの試験を行い、放射性Csの森林生態系内での循環と森林外への流出について把握した。2013年7月1日に作業を完了し、同年11月30日まで樹幹流、林内雨、リターフォール、表面流出水、流出土砂等を採取しゲルマニウム半導体検出器で放射能の測定を行った。その結果、樹幹流に含まれる放射性Csの濃度は対照区で9.6～40.5Bq/L、A0層除去処理区で7.4～20.3Bq/Lであり、後者において減少傾向にある。また、表面流中に溶存態として存在する放射性Csの濃度は対照区で1.6～7.3Bq/L、A0層除去処理区で0.3～4.6Bq/Lとなり、これも後者において減少傾向にあった。一方で、A0層除去処理を行うと土壌表層の侵食流出が増加した。試験地の斜面から流出したリターや土砂に含まれる放射性Csの総量を試験地の面積で割った流出率は、対照区が0.16Bq/m<sup>2</sup>であるのに対しA0層除去処理区では1.49Bq/m<sup>2</sup>だった。但し、斜面末端に設置した不織布つきの柵で土砂流出のほとんどは阻止されていた。

### I02 東シベリアカラマツ林における、上層植生と下層植生から生じる潜熱フラックスの変動要因

齊藤淳志<sup>1</sup>・小谷亜由美<sup>1</sup>・太田岳史<sup>1</sup>・飯島慈裕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所・<sup>2</sup>海洋研究開発機構

東シベリア地域カラマツ林での2005～2012年のタワー観測データを用いて、カラマツ林上層部(3.3m以上)と下層部(3.3m以下)の潜熱フラックスを区別して解析を行った。本研究ではペンマン・モンテース式を用いて、各潜熱の年々変動に対する環境要素の寄与率を計算し、上・下層潜熱それぞれの増加・減少傾向の要因について明らかにした。

上層潜熱には減少傾向が見られ、下層潜熱には増加傾向が見られた。その原因としては、以下のように考えられる。上層潜熱の年々変動に対して最も高い寄与を示した要素は、上層表面コンダクタンスであった。観測地域で発生した長期湿害の影響により2007年頃から上層カラマツの活性が低下し、上層表面コンダクタンスが減少したことが上層潜熱減少の要因であると考えられる。下層潜熱の年々変動に対して高い寄与率を示した要素は、下層表面コンダクタンス、大気飽差、有効エネルギー量の3つであった。下層表面コンダクタンスには減少傾向が見られたが、下層表面コンダクタンスの減少以上に大気飽差と有効エネルギー量の増加の影響が大きかったため、結果的に下層潜熱は増加したと考えられる。

### I03 沖縄の亜熱帯林における水・熱フラックスとそのモデル化

松本一穂<sup>1</sup>・宮城 悠<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>4</sup>・清水 晃<sup>5</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>森林総合研究所九州支所

【目的】本研究では南西諸島における亜熱帯林の水資源保全機能の定量化と今後の森林管理への活用を目的として、当該地域における亜熱帯林の森林-大気間の水・熱交換量(フラックス)の解明とそのモデル化を行った。

【方法】沖縄本島北部の亜熱帯常緑広葉樹二次林内の微気象観測タワーにおいて、乱流変動法に基づく水・熱フラックスの連続観測を実施し、Penman-Monteith式により、潜熱フラックス(蒸発散量)のモデリングを行った。なお、今回の発表では2013年6月から12月にかけて観測されたデータの解析結果について報告する。

【結果】乱流熱フラックスは有効エネルギーの約6割となっており、熱収支のインバランスは非常に大きかった。潜熱フラックスは顕熱フラックスとほぼ同様の値で推移しており、熱帯雨林や暖帯林での報告例に比べ、本森林では蒸発散量が少なく、顕熱へのエネルギー配分が大きい傾向にあった。発表ではこの原因について、可能蒸発散量(大気の蒸発要求量)と表面コンダクタンス、空気力学的コンダクタンスの側面から考察する。

### I05 暑熱シェルターとしての緑陰の有効性

岡野通明

森林総合研究所

【目的】毎年、熱中症等暑熱による傷病に関する多数の救急搬送件数がある。今後さらに進行すると予測される気候変動への適応策として、身近な緑陰・樹陰を暑熱シェルターとして有効利用したい。湿球黒球温度 WBGT 等の温熱環境要素から、その有効性を検討する。

【方法】森林総研赤沼実験林等に設置した観測点において暑熱期に微気象観測を実施した。主に温熱環境に関する微気象要素を緑陰や樹陰内、冷房のない家屋内、日陰がなく日射が当たる草地(対照区)と比較し、緑陰や樹陰が温熱環境に及ぼす影響を判定した。

【結果】暑熱期の日中に観測を実施した緑陰・樹陰内においては、日陰のない対照区と比較して湿球黒球温度 WBGT が下がり、熱中症の危険度ランクをひとつ下げる。この効果は単木の樹陰よりまとまった林分程度の緑陰で大きくなるが、いくつもの緑陰・樹陰において普遍的に観測された。窓を解放し冷房運転のない家屋室内の温熱環境との比較では同等か、または近傍の緑陰が WBGT 等を下げた。総じて緑陰・樹陰は暑熱期の温熱環境を効果的に緩和し、暑熱を避けるシェルターとして有効である。なお本研究は農水省委託プロジェクト研究「気候変動プロ」の一部として実施した。

### I04 熱帯山岳の森林限界付近における気象特性

蔵治光一郎<sup>1</sup>・北山兼弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究科・<sup>2</sup>京都大学大学院農学研究科

熱帯山地における森林限界の成因解釈として低温説と乾燥説がある。西太平洋よりも東太平洋の山岳では西太平洋の山岳よりも森林限界が低標高に出現しているが、もし乾燥が森林限界を決定している場合、ウォーカー循環により生成される沈降逆転層の高度の違いによる乾燥が森林限界を決定している可能性がある。本研究では熱帯山岳の森林限界付近に自動気象観測装置を設置して気象観測を行い、熱帯山岳の森林限界付近における乾燥の発生メカニズムに迫る知見を得ることを目的とした。東太平洋の熱帯山岳であるガラバゴス諸島イサベラ島シエラネグラ山の山腹に沿って設置された自動気象観測装置による飽差の観測結果からは、乾燥季が特定されたが、この乾燥季には逆転層は形成されていなかった。一方、湿潤季は降雨季と逆転層季に分けられた。降雨季は風速も強い傾向にあった。逆転層季には、おそらく霧によると思われる弱い降雨のみが観測され、日射量は他の季節より大きいことがわかった。

### I06 丹沢山地における壮齢ブナ林の樹冠通過雨量、樹幹流下量および風速

若原妙子<sup>1</sup>・石川芳治<sup>1</sup>・白木克繁<sup>1</sup>・内山佳美<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学農学部・<sup>2</sup>神奈川県自然環境保全センター

森林の多様な公益的機能のうち、水源涵養機能への期待は大きい。森林への降雨は樹冠で遮断されるため、水資源量把握のためには樹冠遮断量の把握が重要である。樹冠遮断研究は針葉樹林で盛んであるが、広葉樹林を対象としたものは少なく、風の影響を考慮した研究は少ない。そこで本研究では広葉樹ブナの樹冠遮断を把握するための基礎研究として、ブナ林における林内雨量と林外雨量を明らかにし、樹幹流下量に影響する要因を解析する。また、雨量捕捉に対する風の影響を検証する。調査地は神奈川県東丹沢堂平地区のブナ天然林で、樹高は約30mである。低木および林床植生は衰退している。ブナ林内に20m×25mのプロットを作成し、樹冠通過雨量(20地点)、サンプル木3本(DBH:59.6cm, 55.6cm, 37.4cm)の樹幹流下量、開空率および風向風速を測定した。また、林外で降雨(3地点)、開空率および風向風速を測定した。観測は2013年4月から12月までおこなった。林外では林内より風速が強く、風による林外雨の捕捉率の低下が示唆された。樹冠遮断率は着葉期で高く落葉期で低く、風向・風速による影響が見られた。樹幹流下量はDBHと高い相関を示した。



## I07 針広交混林流域における水流出の年々変動

野口正二<sup>1</sup>・村上 亘<sup>1</sup>・谷 誠<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>京都大学農学部

〔目的〕林野庁は森林の健全性を確保するための施業方法の一つとして、長伐期施業を実施している。その一方で、長期にわたり森林流域からの水流出特性の変化について、森林の状態を含めて評価した事例は極めて少ない。〔方法〕試験地は山形県最上郡真室川町大字釜淵字鶴下田沢地内の釜淵森林理水試験地の1号沢(3.06ha)を対象とした。植生は1912年から1916年に植栽されたスギ・ヒノキを主とする針葉樹とブナ、ミズナラ、コナラを主とする広葉樹から構成される針広混交林である。地質は第三紀の凝灰岩・頁岩質凝灰岩で、土壌は埴質壤土ある。気象観測は山形実験林の気象露場で実施した。データは72年間(1939年から2010年)の観測値を使用した。〔結果〕1942年から2008年までの5回の毎木調査結果によると、針葉樹のアカマツとヒノキの材積量は定常傾向で、スギは単調増加していた。落葉広葉樹では、1980年まではナラ類の材積量の増加が著しいが、2008年の調査でナラ枯れも確認され、増加の打ち止め傾向があった。流域の材積量は線形に増加している傾向があり、それに伴い豊水量に対して減少トレンド、平水量、低水量および渇水量に対して上昇トレンドが確認された。

## I09 タイ北部熱帯常緑林流域の水収支および流出特性

白木克繁<sup>1</sup>・田中延亮<sup>2</sup>・Chatchai Tantasirin<sup>3</sup>・鈴木雅一<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学農学部・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属愛知演習林・<sup>3</sup>カセサート大学・<sup>4</sup>東京大学農学部

タイ北部チェンマイ西部に位置するコグマD流域(N18°49'、E98°54'、標高1290-1440m、流域面積8.7ha)において、1998-2008年(第2期)の流域水収支を集計した。この流域では、今回の調査に先立つ1966-1977年(第1期)においても流域水収支が計測されている。第1期と比較して第2期では年降水量が平均して100mm程度少なくなっていたが、観測期間中の最大と最小の年降水量は第2期に観測されており、年降水量変動が大きくなっていた。流出率は両期間とも約65%と同程度であり変化はなかった。降雨イベントと直接流出量の関係では、一雨降水量が多くなると若干直接流出率が大きくなる傾向があるが、この率はほぼ5%程度で一定であった。また明瞭な乾季があるにも関わらず安定した基底流出があることが特徴である。簡易貫入試験による表層土層厚調査により、平均5.3mとなる厚い土層が存在することが分かり、地下水位観測から、基岩中へも雨水が浸透していることが分かった。一方流域下流となる量水堰付近では常時地表面まで達する飽和帯が存在している。これらの要因により、非常に安定した基底流出と定率となる直接流出をもつ流出特性が形成されると考えられる。

## I08 群状伐採施業が流域の水収支・流出特性・土砂流出に与える影響

金澤悠花<sup>1</sup>・白木克繁<sup>2</sup>・内山佳美<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学部・<sup>2</sup>東京農工大学農学部・<sup>3</sup>神奈川県自然環境保全センター

【背景】森林の持つ水源涵養機能が十分に発揮されるように森林施業を行うことが求められており、森林施業が流域に与える水文学的影響を明らかにする必要がある。神奈川県では森林施業の影響評価の為に、3つの隣接している小流域からなる貝沢流域において対照流域法によるモニタリング調査を2010年度から継続して行っており、2012年秋に流域1において、郡状間伐(20m×20mの部分皆伐を5か所)等の森林施業を行った。そこで、貝沢流域を対象に森林施業が流域に与える影響を明らかにした。【方法】対象の小流域はそれぞれ流域1(6.6ha)、流域2(8.3ha)、流域3(14.9ha)で、それぞれ90%近くがスギ、ヒノキの人工林で、地質は白亜紀から古第三紀の小仏層群である。森林施業は2012年9月末から翌年3月上旬まで行われ、流域1において本数割合で約25%の伐採整備が行われた。施業内容は保育作業、作業路保全作業、素材搬出作業等である。【結果】施業前後の流域1と流域2の日流量を比較したところ、流量の少ない期間では伐採流域である流域1の流量が多くなる傾向が見られた。洪水時の情報は今後の蓄積が必要であるが、現在までに取得できているデータでは大きな相違は見られなかった。

## I10 岐阜県土岐市の山地河川における Step-Pool の構造に関する研究

西村淳吾

名古屋大学農学部

山地河川の河床構造の特徴として挙げられる Step-Pool とよばれる階段状の河床は、実際の河川において様々なスケールで存在している。本研究は、山地河川の環境の面でも土砂移動現象でも重要な意味をもつ Step-Pool の実河川における構造や分布特性を知り、これらに関わる要因を明らかにすることを目的とした。権田ら(2008)の Step-Pool の構造のスケールを表わす関係式をもとに庄内川支流の流域内の Step-Pool の分布図を作成した。そして、その分布図をもとに実地調査を行った。権田ら(2008)の方法で求めた Step 差高と Step 間隔の計算値と実測値をグラフにプロットし検討した。次に、分布図に描かれた Step-Pool の分布予測が現実の分布の状態を反映しているのかを確かめた。以上を踏まえ、Step-Pool の構造および分布に関わる要因について考察した。

## I11 スコリア堆積地の防災対策における地域住民の取り組み

田中賢治<sup>1</sup>・遠藤一宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国土防災技術・<sup>2</sup>小山町役場

【はじめに】300年前の富士山の噴火によってスコリア(岩滓)が厚く(深さで10m)堆積した静岡県小山町の森林では、2010年の台風9号の異常な集中豪雨によって、森林内に堆積しているスコリア層に介在する粘性を持った粒子の細かい火山灰層が流亡して急激に粘着力が低下した。この粘着力の低下によって勾配の緩急に関係なく、スコリアの流出が始まり、人家、国道、ゴルフ場が埋まるなどの被害が発生している。被害区域については、須走地区の森林周辺の1千ヘクタールに及んでおり、町では緊急雇用による木柵や土嚢の設置などの流出対策を試験的に講じている。【報告内容】今回の事例では、地域住民の参加によって流亡するスコリアを植生基盤(有機質資材と早期緑化用の種子を混合して緑化)、骨材(固化材と配合して土嚢に詰めて土留として利用)、排水材(スコリアを袋に封入して谷筋に配置)として利用し、集中した降雨によって流亡を繰り返すスコリア堆積地の防災対策を行った事例について報告する。

## I13 モウソウチク地下部による斜面安定効果

宮城昭博・三好岩生

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

近年、人家周辺の斜面において竹林の急速な拡大と周辺森林への侵入が目立ち、豪雨時に竹林斜面における表層崩壊の発生が危惧されている。しかし、竹林の地下部が斜面安定に与える力学的効果に関する研究は少ない。そこで本研究では、森林根系の斜面安定効果と比較しながらモウソウチク地下部による斜面安定効果を力学的に評価することを目的とする。

モウソウチク斜面においてトレンチを掘削し、断面内の地下部の分布調査とサンプル採取による地下部の引張試験を行った。森林根系の評価手法を参考に竹林地下部の効果を考慮した斜面安定モデルを考案し調査及び試験結果を適用して評価を行った。

勾配約40°の急斜面における地下部の分布調査では地表面から深さ0.5mまでの間に地下茎の集中がみられた。それらの地下茎を引張試験にかけ直径ごとの引張破断強度を測定した。地下茎が地表面付近に集中し、斜面に平行に伸長しているという特性を考慮した斜面安定解析モデルを考案した。考案したモデルに調査及び試験結果を適用して、従来の森林根系の安定効果と比較しながら、モウソウチク地下部が斜面安定に与える力学的効果の適切な評価方法を考察した。

## I12 砂質土の斜面崩壊実験において認められたせん断歪みと浸透水の変化

岡田康彦

森林総合研究所

長さ9m、幅1mの大型模型に形成した砂層斜面を対象に、人工降雨(雨量強度:毎時100mm)を与える斜面崩壊実験を実施した。土層厚としては、0.7mおよび0.5mの2種類で与えたところ、それぞれ降雨開始から4,000秒ならびに2,931秒で崩壊が発生した。これらの実験において、視認用マーカの移動を画像解析技術により追跡し崩壊に至るまでの砂層斜面のせん断変形挙動を調べると共に、斜面に埋設した間隙水圧計による圧力水頭値の変化から等全水頭線(等ポテンシャル線)を近似して浸透水の流れる方向を計測した。

その結果、砂層斜面は可能な限り均一になるように詰めたが、浸透水の流れならびにせん断変形挙動は斜面内で一様ではなくバラツキが認められた。斜面崩壊は、模型の底面に飽和水帯が形成されてから生じた。斜面が崩れた箇所では崩れなかった箇所に比べ、最大せん断歪み方向ならびに浸透水の流れる方向が模型底面の方向により調和的であったことから、これらの方向性が降雨による斜面崩壊の発生に影響を及ぼした可能性が示唆された。

## I14 嵐山国有林の治山事業施工地における植生回復

三好岩生<sup>1</sup>・深町加津枝<sup>2</sup>・高橋裕史<sup>3</sup>・奥敬一<sup>3</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>京都大学大学院地球環境学室・<sup>3</sup>森林総合研究所関西支所

京都市の西部に位置する嵐山国有林は、著名な景勝地である嵐山の主要な景観要素であり、古くからマツ・サクラ・モミジ等を中心とした林相が維持されてきたが、急傾斜地にあり、崩壊や土石流が頻発していた。近年では、治山事業の進展によって大規模な土砂災害は減少したが、林相の変化が進み、嵐山らしい景観を構成する樹種が減少するとともに、下層植生の衰退に伴って落石や表層崩壊が増加するなど、景観と防災の両面において新たな問題が発生している。このような課題を受けて、平成21年度から群状択伐による林内の光環境の改善、獣害防止柵の設置、山腹工の施工などの組み合わせによる新たな形式での治山事業が進められてきた。

本研究では、嵐山国有林の近年の治山事業施工地内外において、固定調査プロットを設置して植生の回復状況を継続的に調査し、立地環境と比較することによって、治山事業として施される各種の工夫が植生回復に及ぼす効果について評価した。その結果、治山事業施工地では植生が急速に回復しているが、望ましい樹種構成への誘導や土壌の長期的な安定のためには、地形条件等に応じた緻密な計画と継続的な管理が必要であると考えられた。

## I15 予測津波に対する海岸防災林による減衰効果の数値シミュレーション—北海道白糠町の例—

佐藤 創<sup>1</sup>・野口宏典<sup>2</sup>・鳥田宏行<sup>1</sup>・真坂一彦<sup>1</sup>・岩崎健太<sup>1</sup>・阿部友幸<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>森林総合研究所

北海道では東日本大震災を教訓に海岸防災林を津波減災を目的に再整備しようという動きが始まっている。そのモデル事業地として白糠町の林帯（汀線方向の長さ700m、奥行き100m、汀線から最前線までの距離50m）が選ばれたことから、現状や林帯幅を拡張した際の津波氾濫流減衰効果を数値シミュレーションにより明らかにし、整備事業に役立てることを目的に研究を行った。

林帯のほぼ中央に汀線と直角方向に幅10mの帯状区を設定し、毎木調査を行った。平均胸高直径は8.2cm、平均樹高は4.6m、立木密度2,800本/haでカシワ、トドマツ、グイマツ、ケヤマハンノキなどから成っていた。予測津波(L1)の高さは汀線で19.5mである。この高さになるように、単純な海底地形を仮定して津波を発生させた。津波氾濫流のシミュレーションには連続式と運動方程式から成る浅水方程式を用いた。条件は1. 林帯がない場合、2. 現状の林帯がある場合、3. 内陸側に林帯を50m拡張した場合、4. 同じく100m拡張した場合とした。

汀線から250m地点における最大水深は1から4の順に15.3m、14.3m、14.1m、13.9m、最大線流量は順に70.7m<sup>3</sup>/m、57.3m<sup>3</sup>/m、54.9m<sup>3</sup>/m、52.6m<sup>3</sup>/mとなった。

## I17 2013年台風26号によって発生した伊豆大島の山腹崩壊について

執印康裕

宇都宮大学農学部

2013年10月16日未明、東京都大島町に位置する大金沢では、台風26号に伴う豪雨（24時間雨量824mm：気象庁大島観測所）によって上流部の山腹斜面が広範囲に崩壊した。この山腹崩壊により発生した土石流は海岸まで流下し、流下域に位置する居住地区に甚大な土砂災害をもたらした。本発表では、大金沢において発生した山腹崩壊について、誘因となった台風26号の降雨規模および崩壊特性について報告する。台風26号の降雨規模については、1950年から2013年10月31日までの気象庁大島観測所の時間降雨量データに基づく土壌雨量指数の計算結果から2つの既往豪雨（1982年：台風18号、1958年：狩野川台風）を抽出し比較検討をおこなった。その結果、台風26号が438.5mm、台風18号が336.3mm、狩野川台風が308.2mmであった。過去の災害履歴において大規模な土砂災害が記録されているものは狩野川台風のみである。崩壊特性について分布型崩壊モデルを用いて検討したところ台風26号による崩壊特性は斜面安定解析から説明される表層崩壊に加えて、強度の侵食現象が大きく関与している可能性が示唆された。

## I16 昭和13年六甲災害の原因についての当時の新聞報道および報告書のテキスト分析

田中隆文・北山祐希・上田渉多

名古屋大学大学院生命農学研究所

【目的】災害学において、理想条件下の典型例を解説する説明だけでは災害時の具体的なニーズには踏み込めない。しかしその事例に関する情報が不足し付加すべきその事例固有の情報を発信できない場合も多い。このジレンマを打破するひとつの方策として「複数論併記の発信」を考えたい。本報告では、情報発信者側（専門家）の問題点の整理を扱う。【方法】昭和13年に神戸市を襲った土砂災害に関する新聞記事や当時の報告書（神戸市水害誌など）に掲載されている複数論の併記を対象とし以下のようにテキスト分析を実施した。まずRMeCabを使用し形態素分析をした。この際、砂防関係の9冊の教科書の索引・目次の4748語を辞書に加えた。次に複数の発言者の高頻度語（群）のうちの17語（群）に着目し、使用頻度クロス表を作成した。そしてR言語MASSパッケージの対応分析を用いて解析した。【結果】新聞記事では短期・長期および人間社会・自然と様々な意見が混在していたのに対し、神戸市水害誌では直近の具体的な話に関心が集中していた。これらの結果から、複数論併記において編集者のバイアスが影響してしまうという複数論併記の課題が露となった。

## J01 都道府県及び森林管理局における森林GISの運用状況

大澤篤弘<sup>1</sup>・仁多見俊夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>和歌山県林業振興課・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

【目的】計画的な素材生産による国産材の更なる生産量増加が求められる中、森林GISを活用した森林情報の相互利用や統合にあたっての課題を導き出す。【方法】全国の47都道府県と7つの森林管理局を対象に森林GISの運用状況についてアンケート調査を実施した。【結果】運用している森林GISのシステムやソフトウェアが様々であり、データの項目数も差異がみられるため、早期のシステム統合は容易でないことが明らかになった。運用する人材について、組織的な体制と短期人事による弊害が問題視されていた。外部組織との情報交換について、森林GISを導入していない市町村や森林組合も依然として存在し、低予算で簡便に利用できるシステム開発が望まれた。高度な分析に必要な地形データや道路ラインデータは十分に揃っておらず、分析機能は実用に至っていない状況が伺えた。地域の森林GISを連携して相互利用することについては、同一県内の国有林と民有林の間で必要との意見が多かったため、国有林と民有林の間で森林GISのデータ共有やシステム相互利用を段階的に進めて、全国的なシステム統合へ展開する方法が考えられた。

## J02 Finding the most appropriate transportation route using Google Maps API

Rianthakool, Laddawan · Sakai, Hideo

東京大学大学院農学生命科学研究科

Timber transportation cost is a major cost in harvesting operation. A popular solution to minimize the transportation cost is to find a shortest route between supply and demand sites. Nowadays, Google Maps are available online and provide a convenient direction for seeking the shortest route. The goal of this study was to develop a cost estimation of rubber wood supply chain based on short-distance transportation by applying Google Maps API. The maps of shortest routes were obtained and then, cost analysis of rubber wood harvesting was estimated based on short wood system using chainsaw for felling and bucking, and pickup truck for transportation. The total harvesting costs were obtained to support the decisions of harvesting planning. This research will be useful for plantation owners, wood harvesting contractors, and sawmill owners to reduce cost and to manage the rubber wood supply chain.

## J04 路網開設における軟弱地へのジオテキスタイルの適用実験 (その2)

榎崎達也<sup>1</sup>・藤田和則<sup>2</sup>・山口修司<sup>3</sup>・坂口義博<sup>4</sup>

<sup>1</sup>住友林業・<sup>2</sup>北はりま森林組合プランナー・<sup>3</sup>旭化成ジオテック株式会社・<sup>4</sup>朝日土質コンサルタント株式会社

林業用路網は日本の林業の基盤。関東ロームやクロボク等の軟弱地での路網の開設と維持には解決策が見いだせない。そのための解決策の一つとして海外で使用実績のあるジオテキスタイルによる路盤強度の向上の研究をしている。

平成24年度にクロボク地において施工を行い、①簡易コーン貫入試験、②平板載荷試験、③現場密度試験を行い、ジオテキスタイルを施工した路盤は土壌改良材や無対策に比べて良好な結果が得られた。

平成25年度は、火山性の粘性の高い赤土の現場において、上記と同様の施工(路盤材の厚みを変化)と路盤強度試験を実施した。結果として、数時間の施工作業により、路盤強度を高めることができることが確認できた。ただし、路盤材に使用した山土砂の粒度の不均一さも影響し、前年度程の効果は得られなかった。

## J03 工法の異なる森林作業道および林道における路体支持力の特徴

高橋拓史・櫻井 倫・酒井秀夫

東京大学大学院農学生命科学研究科

簡易で丈夫な森林作業道を主体とした路網整備は森林施業に必要不可欠であるが、現行の作設指針は技術的知見の蓄積が不足しており、随時見直しが求められている。本研究は森林作業道に関する技術的課題解決策の提案を目的に、それぞれ熟練者が考案した工法により作設された2路線の作業道と、簡易な構造物である補強土壁工法を施工した2路線の林道について路面支持力を測定、相互比較し、各工法の特徴と施工上の要諦や作設者の熟練度等について論じた。調査対象とした作業道Aは四万十式、作業道Bは大橋式と呼ばれる工法を得意とする熟練者によって作設され、林道CはTKウォール工法、林道DはL型メッシュウォール工法と呼ばれる補強土壁工法の施工区間があった。各路線でCBR値を簡易支持力測定器により測定し、横断位置、線形区分等の因子との関係を統計分析により求めた。その結果、熟練者によるA、Bでは供用時に負荷のかかる轍部と始曲点を重点的に締固める傾向が明らかとなった。C、Dにおける各種補強土壁工法は急傾斜地や破砕体横断箇所で作設され、他の区間と変わらない支持力を発揮しており、森林作業道における局所的な危険箇所に対して導入の有用性が示された。

## J05 3Dレーザスキャナ計測による森林情報を用いた震災復興住宅用木材の供給

中村裕幸<sup>1</sup>・仁多見俊夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>株式会社 woodinfo・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

【目的】木材供給量の増大と効率化を行うためには、森林内の立木資源情報と、木材加工流通プロセス情報とを一体化させた統合的管理が必要であると考えられる。本報では、その実証として行っている震災復興住宅用木材の供給計画について報告する。【方法】正確な森林資源情報取得方法として、3Dレーザスキャナによる森林調査(既報)を行い、伐採し易い立木の位置及び量的・形質的把握を行い、木材流通加工プロセス情報により伐採計画を立案した。【結果】調査によって住宅建設地に近い岩手県大槌町内の森林約2haに1,633本、約1,708m<sup>3</sup>の材積量を確認。林分の特徴として大径木が多いが、構造用木材の取得が主であるとして、末口径14cm以上を造材できるよう選木した。その結果伐採本数はA材のみ最大間伐率1/3の540本、336m<sup>3</sup>を計画。製材の歩留りを20%(残りの一部から板材を製造し、他は釜石のバイオマス燃料として売却)として67m<sup>3</sup>の構造材の製造を計画。これにより建設できる住宅は5棟である。現在伐採を終了し、製材・乾燥を行い、2014年春の着工を予定している。(本研究は東京大学大槌イノベーション協創事業の一部として行った。)

## J06 スプルーのソーティングとその経済的な利益について

野場敢滋

島根大学生物資源科学部

スプルーは様々な用途に用いられている樹種である。また国産材に比べて安価で流通量の多いというのも一つの特徴である。そこでスプルー材をソーティングし同じ並材であっても材種間で価格差をつけることができれば収益の増加が期待できるのではないかと考えたのがこの研究の契機である。調査方法としては文献調査を行い、欧州全体の規格と各々の国の規格の変遷をまとめ欧州のグレーディングの基準との比較を行った。グレーディングの方法には視覚によるグレーディングと構造によるグレーディングとに分かれるが視覚によるグレーディングについて日本では規格が少なく、欧州に比べて節の数、大きさ、厚みをあまり意識していない傾向にあった。このことから、日本では輸入されてきたスプルー材に関して、欧州との基準の違いから目視によるグレーディングは基本的に行われずに構造面からの価格付けを行っている場合がほとんどではないかと予想される。そこで、欧州のような目視によるグレーディングによって、同じ構造用の並材でも価格差をつける方法を日本にも取り入れることが出来れば、今まで以上の利益が期待できるのでないかと考えられる。

## J08 残材処理量の違いが機械稼働率と燃料用チップ供給コストに与える影響

藤原まや・岩岡正博・松本 武

東京農工大学大学院農学府

FIT 制度の施行によって、林地残材を使用した発電施設が増えている。木質バイオマスの発電コストは、燃料費がその半分以上を占めており、燃料用チップの供給コストを正確に把握することは、施設経営において重要であると考えられる。ここで供給コストとは、山土場等に林地残材が集積された状態から、発電施設までチップが輸送されるまでを指し、これに影響を与える要因の一つとして、作業地毎のチップ生産量があげられる。生産量が減少すれば、機械稼働率の減少による時間費用の増加等が発生するが、既往の研究では機械稼働率の減少による時間費用の増加は考慮されておらず、一律の時間費用に作業時間をかけるのみである。しかし、林地残材は伐採地や事業体によって発生量が大きく異なるため、十分な稼働率が確保できない場合が多く存在すると考えられる。例えば、年間稼働日数が200日から半減した場合、時間費用は1.5倍増加すると試算されている(佐々木, 2006)。そこで、機械稼働率を考慮したとき、生産量がチップ供給コストへ与える影響を明らかにすることを目的とした。そのために、荷積み・荷下ろし作業の生産性調査を行い、生産量に応じた供給コストの試算を行った。

## J07 強い材の安定供給を目的とした立木状態での強度推定

後藤純一<sup>1</sup>・西岡沙姫<sup>2</sup>・鈴木保志<sup>1</sup>

<sup>1</sup>高知大学教育研究部・<sup>2</sup>高知大学農学部

【目的】近年、木材の利用において、材料としての強度に重きをおいた評価が求められるようになり、立木状態もしくは造材後の丸太状態で材の強度を判定する意義が高まっている。すなわち、伐採木の選定時点から強い材は建築用材に、弱い材はバイオマス燃料用材に分別できるようにすることを目的とし、立木状態では伝搬速度測定によって、また、丸太状態では、打撃法によるヤング率の測定によって、強度判定することの精度を検証しようとした。また、強度と外観上の特性との関係を明らかにしようとした。【方法】スギ・ヒノキ林分を対象に、立木状態で Fakopp を用いて元玉部位の1mの距離を隔てた樹皮直下の材部2点間の伝搬速度を斜面の向きに沿って上面、下面、左右側面の4方向において測定するとともに、それぞれの側面における材の曲がりの測定、樹皮の状態を判定した。伐採後に2m長に採材した元玉を打撃法によってヤング率を推定した。また、材の重量、体積、含水率、密度を測定した。【結果】伝搬速度とヤング率には正の相関がみられ、スギにおいては直径や4側面の伝搬速度のばらつきによって、ヒノキにおいては樹皮の状態の良否によって平均伝搬速度に相違が見られた。

## J09 用材と端材を一体としたバイオマス収穫システムの検討

吉田智佳史<sup>1</sup>・佐々木達也<sup>1</sup>・中澤昌彦<sup>1</sup>・陣川雅樹<sup>1</sup>・上村 巧<sup>1</sup>・伊神裕司<sup>1</sup>・久保山裕史<sup>1</sup>・古川邦明<sup>2</sup>・臼田寿生<sup>2</sup>・和多田友宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>岐阜県森林研究所

森林バイオマスの効率的収穫方法の構築を目指して、造材作業時に発生する端材を用材と切り離さず一体のまま収穫する新たな作業システムの検討を行った。試験は48年生スギ間伐作業地において、プロセッサ、運材車、グラブ、トラックの組み合わせによる収穫作業を行った。プロセッサによる造材木の平均材長は用材409cm、一体材523cmであり、一体材に付随する端材部は平均114cmであった。車両への積載量を用材、端材、一体材、一体材と用材の混合の4種類で比較した結果、運材車では用材6.6t、端材3.0t、一体材5.6t、混合材6.8tであり、トラックでは用材10.9t、端材8.2t、一体材11.6t、混合材11.2tであった。荷台への積降作業の生産性は、用材と端材を各1回搬出した場合で試算すると、用材と端材を別工程で搬出する場合に比べ最大約1.5倍(運材車:51.3t-wet/h、トラック49.9t-wet/h)であった。用材と端材を別々に搬出する従来方式に比べ、一体材として同時に搬出することによって積載量や生産性の向上が期待されるとともに、端材運搬用の機械設備費が不要になるなど生産費低減の可能性が示唆された。

## J10 宇都宮大学船生演習林における林内作業時の粉塵環境について

有賀一広<sup>1</sup>・東 克哉<sup>1</sup>・伊藤崇之<sup>2</sup>・鹿島 潤<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所

これまで林内作業時の粉塵環境については調査が行われてこなかったが、放射能の関係で伊藤ら(2013)が初めて計測を実施した。しかしながら、データ数も少ないことから、筆者らは宇都宮大学船生演習林において、伊藤ら(2013)の方法を参考に、チェーンソー伐倒造材、タワーヤード集材、プロセッサ造材、グラップルはい積み、バックホウ作業道作設、下刈作業時の吸引性粉塵(流速19cm/sで吸引して捕集される100 $\mu$ m以下の粉塵)発生量を柴田化学(株)製の個人サンブラ(NWPS-254とミニポンプMP- $\Sigma$ 3)を用いて計測した。その結果、チェーンソー伐倒造材作業時の粉塵濃度が最大であったが、その値は1.220mg/m<sup>3</sup>と「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」で「高濃度粉塵作業」とされている10mg/m<sup>3</sup>を大きく下回った。【引用文献】伊藤崇之・鹿島潤・上村 巧(2013)林内作業時の粉塵環境について—チェーンソー、プロセッサおよび刈払機作業時の粉塵濃度—。森林利用学会誌28巻1号:113~117

## J12 森林所有者の森林所有への意識改革のための啓発ツール：プロモーションビデオ作成

日高将孝<sup>1</sup>・榎崎達也<sup>1</sup>・神山真吾<sup>1</sup>・桜木摩耶<sup>2</sup>・廣田智行<sup>3</sup>

<sup>1</sup>住友林業株式会社山林・環境部 林業企画グループ・<sup>2</sup>NPO 法人サウンドウッズ・<sup>3</sup>岐阜県森林組合連合会

森林管理の促進については、林業事業体の経営的な努力も必要である一方、森林管理を発注する立場の森林所有者への啓発が重要である。森林経営計画策定が苦戦していることや集約的作業推進の課題になっているのは、多くの年配且つ無関心層の森林所有者である。森林所有者をターゲットにしたパンフレット等の啓発資料は多く作成されているが、森林所有者の属性やそれらを分析して伝えるべきメッセージは何か、そのメッセージをどのようにして伝えるか、という議論は深められていない。中濃林建協働森づくり協議会では、林野庁「持続的森林経営確立総合対策実践事業」を活用して、無関心層に所有境界の明確化を啓発するプロモーションビデオを作成した。その内容に関して報告する。

## J11 林内人力作業の課題と改善可能性

仁多見俊夫

東京大学大学院農学生命科学研究科

作業の機械化が進展した今日でも、地形急峻な現場条件のために林内での人力作業は不可欠である。とくに、素材生産作業では高性能林業機械の導入による作業システムの効率化が図られているが、可搬式機械のチェーンソー作業による伐倒造材作業なしには作業を進めることができない。また当該人力作業は災害発生頻度が高く、作業の安全管理や保護具の利用などが進められてきている。そこでは災害事例の分析に基づいた対策の策定が取られる場合が多く、原因と危険、支障との因果関係を数理的モデル化して捉えられてはこなかった。本研究では作業を、システムダイナミクス手法を用いて、数理モデル化して災害発生メカニズムを検討した。林分状況などモデル化した作業環境において、伐木などの一連の作業が行われる際の、要素作業が連続して発生する連結強度を遷移確率で表し、環境、作業動作条件と作業安全および災害の発生について検討した。

## K01

(講演取り消し)

K02 富士山に生息するオスの野生ツキノワグマの生息地利用

吉田 洋<sup>1</sup>・林 進<sup>2</sup>・北原正彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>山梨県環境科学研究所・<sup>2</sup>犬山里山学研究所

K03 朝霧高原周辺における果実食鳥による種子散布

河鍋直樹・佐藤 明・上原 巖・菅原 泉・松林尚志

東京農業大学地域環境科学部

K04 落葉広葉樹天然林におけるニホンジカ排除柵の効果  
～剥皮被害防除と林床植生回復～

奥村栄朗<sup>1</sup>・奥田史郎<sup>2</sup>・酒井 敦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

高知・愛媛県境の三本杭（1226 m）周辺の国有林には、ブナ林を含む落葉広葉樹天然林が約 800 ha 残され、人工林化の著しい四国において貴重な保全対象であるが、近年、シカによる森林の衰退が顕著である。そこで、2007 年にシカ排除実験区を設定し、上木の被害、枯死と林床植生の状況を調査している。

実験区は、林床の状況の異なる 3ヶ所にネット柵を設置、柵内・柵外に調査区画を設定した。No.1 では本来優占していたスズタケが消滅、No.2 はミヤコザサが消滅に近い状態まで衰退、No.3 ではミヤコザサが矮性化はしているが、林床をほぼ覆っていた。いずれの実験区も上木は激しい剥皮被害を受け、小径木を中心に多くの枯死木が発生していた。

2013 年まで、新たな剥皮被害は柵外でほぼ毎年発生し、枯死木は柵内外ともにほぼ毎年発生した。柵内の林床の回復状況は実験区の間で大きく異なった。No.1 ではスズタケは回復せず、植生の回復はきわめて遅い。No.3 ではミヤコザサが設置後 3～4 年で密生状態まで回復、他の植物種を被圧している。No.2 でもミヤコザサは徐々に回復している。

なお、この研究の一部は四国森林管理局の調査委託による。

K05 野外調査区での薬剤散布実験によるヤマビル駆除効果の検討

山田利博<sup>1</sup>・當山啓介<sup>1</sup>・久本洋子<sup>1</sup>・広嶋卓也<sup>1</sup>・須藤智博<sup>2</sup>・前田清人<sup>2</sup>・江上 浩<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>住化グリーン株式会社

【目的】山林等で吸血被害をもたらすヤマビルに対して有効で、かつ有害性が低く散布に適した駆除剤の開発を目的に、野外における薬剤の散布試験を行った。【方法】千葉県鴨川市の東京大学千葉演習林内のヤマビル生息地に、ヤマビルの脱走を防ぐ 34.0 cm×66.5 cm の囲いを 33 区設置した。事前調査により効果が期待されたリンゴ酸を有効成分とし、濃度および散布量と界面活性剤の有無の異なる溶液、対照剤として市販の駆除剤、水等の計 11 種類をそれぞれ 3 反復とし、各区にヤマビルを各 20 頭放飼して 1 日後に散布を行い、ヤマビルに対する効力を調べた。また、林内の歩道上に設けた 1 m×10 m の調査区計 9 区についても、3 種類の処理で放飼・散布試験を行った。【結果】囲い試験でリンゴ酸 10% 溶液を散布した結果、24 時間後までに 400 ml/m<sup>2</sup> 散布で約 9 割、200 ml/m<sup>2</sup> で約 7 割、100 ml/m<sup>2</sup> でも約 5 割の個体の死亡が確認された。散布 24 時間後以降に死亡する個体はほとんどなかった。囲い試験、歩道試験ともに、リンゴ酸 10% 溶液は市販の液体駆除剤とほぼ同等の効果を示した。

## K06 房総半島に孤立分布するオサムシ類 2 種の形態的・遺伝的変異

粟野雄大・春日速水・久保田耕平

東京大学大学院農学生命科学研究科

【目的】森林性で、飛翔能力をもたないオサムシ類であるクロオサムシとルイスオサムシは、関東地方付近で側所的に分布する近縁種である。どちらも、房総半島に孤立した分布域を持っており、2 種の隔離個体群どうしも分布を接している。この隔離個体群どうし、あるいは他の地域に分布する同種や他方の種の個体群との遺伝的関係、浸透交雑の有無等を調べ、隔離個体群の遺伝的特性を明らかにする。【方法】房総半島における分布境界付近を中心にサンプリングし、得られた個体について、雄交尾器の多変量解析を中心とした形態解析、ミトコンドリア遺伝子 ND5 領域の解析を行った。【結果と考察】サンプリングの結果、約 1.3 km 離れた 2 地点間で 2 種の分布が入れ替わっており、その中間の地点では混生していることが確認された。形態解析では明らかな種間雑種は発見されなかったが、遺伝子解析では房総半島の 2 種の間で複数のハプロタイプが共有されており、過去の浸透交雑による遺伝子流動の存在が示唆された。現在、両種の混生が狭い範囲に限られ、側所的分布が維持されている要因として、2 種間で配偶行動を起すことで生殖干渉が働いている可能性が考えられた。

## K07 関東平野におけるコシビロダンゴムシ科（等脚目）2 種の形態および遺伝的分化

金澤泰斗・久保田耕平

東京大学大学院農学生命科学研究科

【目的】関東平野において自然度の高い森林に局所的に分布しているコシビロダンゴムシ科等脚類のうち、従来トウキョウコシビロダンゴムシとされてきた個体群について遺伝子解析と形態解析を行い、その多様性の実態を明らかにする。【方法】関東平野の 38 地点で採集したコシビロダンゴムシ類について形態を観察し、従来識別形質とされてきた雄第一腹肢外肢については楕円フーリエ記述子を用いて定量解析を行った。また、ミトコンドリア遺伝子 COI 領域の配列を決定し、種内及び近縁他種との系統関係を解析した。【結果】遺伝子解析の結果、従来トウキョウコシビロダンゴムシとされてきたものの中に遺伝的に大きく異なる 2 系統が存在することがわかった。この 2 系統は雄第一腹肢外肢の形態に明確な差は見られなかったが、背板側縁部の体色によって区別された。2 系統が同所に共存する地点は確認されず、生殖干渉などにより排他的な分布となっていると考えられ、両者が遺伝的にも形態的にも分化した別種であることが推定された。また、2 系統間で採集地点の標高に有意な差が見られ、それぞれの分布が生息地の環境の違いや地史的背景を反映している可能性が示唆された。

## K08 日本産ルリクワガタ属共生酵母の系統関係

渡邊花奈<sup>1</sup>・棚橋薫彦<sup>2</sup>・深津武馬<sup>2</sup>・久保田耕平<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>産業技術総合研究所

【目的】クワガタムシ類の雌成虫は腹端部に菌嚢をもち、その中にキシロース発酵性の強い酵母を保持することが明らかになっている。この酵母は幼虫に伝播され、穿孔する腐朽材中のキシロースを分解していると考えられる。ルリクワガタ属は日本に 10 種分布しており、種によって分布標高や好む材のタイプが異なる。共生酵母の系統関係を解析することにより、ルリクワガタ属の種や分布標高、好む材のタイプと酵母の系統との関係を明らかにする。【方法】日本各地で採集したルリクワガタ属雌成虫から共生酵母を分離し、核 rRNA 遺伝子の IGS 領域の配列にもとづく系統解析を行った。【結果】すべての雌成虫の菌嚢から酵母が分離された。このことから酵母はクワガタにとって重要な働きをもっている可能性がある。またこれらの酵母は *Scheffersomyces* 属共生酵母の中で単系統群を形成した。酵母の系統はクワガタの種とある程度の対応関係があり、西日本でより分化している傾向が認められた。また、同所的に生息し、ホスト材のタイプが異なる 2 種間で共生酵母の系統が異なる場合もあった。このことはクワガタと酵母が分布地域や利用材のタイプに応じて共種分化した可能性を示唆している。

## K09 ルリクワガタ属における交雑帯の発見

久保田耕平<sup>1</sup>・下山良平<sup>2</sup>・久保田典子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>茅野市・<sup>3</sup>横浜市

【目的】日本で 10 種に分化しているルリクワガタ属のうち、側所的に分布するコリクワガタ種群の分布境界を精査することで、本属の種分化レベルを明らかにし、冷温帯林の昆虫の多様化プロセス解明に貢献する。【方法】これまで、分布境界の状態が不明であったユキグニコリクワガタとトウカイコリクワガタの境界付近（長野県八ヶ岳～美ヶ原）を探索し、得られた個体の雄交尾器の形態解析、雌雄の個体のミトコンドリア遺伝子 COI 領域の解析を行った。【結果】これまでに調べられた側所的分布を示す種の組み合わせでは、種間の遺伝子浸透は認められるものの、分布境界付近では形態的に種間雑種と推定される個体は全く発見されず、狭い混棲地帯をもつというパターンしかなかった。今回の組み合わせでは、境界付近に限られた範囲ではあるものの、形態的に明らかに種間雑種、あるいは雑種起源と考えられる中間的個体が存在した。また、両種のミトコンドリア遺伝子タイプは明瞭に異なっており、この中間的個体が分布する範囲で入れ替わっていた。両種の境界付近は交雑帯となっていると考えられるが、クワガタムシ科でこのような交雑帯を形成する例はこれまでに知られていない。



## K10 被害木分布の変遷から探るカシノナガキクイムシの移動分散様式

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

クイムシ類は寄主として利用可能な衰弱木や枯死木を広い森林内で見つけ出さなければならない。近距離分散による近親交配の危険性と遠距離分散による飛翔コストの増大を考慮すると、その分散パターンはランダムではなく、分散距離には最適値が存在する可能性がある。ブナ科樹木萎凋病（ナラ枯れ）を引き起こしているカシノナガキクイムシについて、その移動分散様式を被害木分布の経年変化から間接的に明らかにすることを試みた。京都府東部のミズナラとクリが優占する二次林における2008年から2012年までの被害木の分布データを利用して、pair correlation関数（平面上に分布する点のうち任意の一点を中心とした際にある距離離れたところの他点の混み合い具合を表す指標）の一種であるO-ring statisticを計算し、各年について前年の穿孔枯死木（分散源）がどのように分布しているのかを解析した。その結果、当年被害木を中心にした場合その周囲10~100mで分散源が集中分布していることが明らかとなった。調査範囲内（半径500~600m圏内）でのカシノナガキクイムシの移動分散には、比較的短距離にそのピークがあることが示唆された。

## K12 ナラ枯れの媒介昆虫カシノナガキクイムシのビデオカメラが捉えた行動生態

小林正秀

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

ナラ枯れを抑えるためには、1 餌となる樹木を減らす、2 樹木の抵抗力を高める、3 カシノナガキクイムシ（以下カシナガ）を減らす、のいずれかを実施するしかない。このうち1と2は、対象樹木が多いために実施が困難であるため、3を目的にカシナガが駆除されている。また、駆除効果を高めるため、カシナガの発生消長などの野外生態が調べられてきた。ところが、樹木に飛来してから脱出するまでの生態はほとんど知られていなかった。効率的な駆除を行うためにも、生態の全容を解明する必要があると考え、交尾行動や脱出行動を観察した。また、アクリル板や透明ピンを用いた飼育法を開発して材内生態を解明した。すなわち、雄が穿孔孔を掘り、その奥に穿孔母坑を完成させ、穿孔孔に飛来した雌と交尾する。交尾は複雑な工程を経て行われ、交尾後の雌は直ぐに産卵し、穿孔母坑を拡張して水平母孔を完成させる。孵化幼虫は2週間程度で終齢に達し、分岐坑の掘削、菌の培養、卵の移動や栄養交換を行う。新成虫は、穿孔孔を塞いでいる雄親が出た後に1~10頭の集団となって脱出する。これらの様子はビデオで撮影しており、100時間を超える映像から重要箇所を紹介する。

## K11 カシノナガキクイムシ捕獲用ペットボトルトラップの改良

吉本 壘<sup>1</sup>・柴崎大樹<sup>1</sup>・馬場潤一<sup>1</sup>・矢尾尋子<sup>4</sup>・竹内道也<sup>3</sup>・紀平茂男<sup>5</sup>・小林正秀<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・<sup>3</sup>京都市産業観光局農林振興室林業振興課・<sup>4</sup>京都府京都府立林業大学校・<sup>5</sup>正和商事株式会社本社・大阪営業部

カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）を捕獲するため、さまざまな方法が開発されてきた。木からの脱出虫は、防虫網トラップ、スカート型トラップ、フィルムケーストラップで捕獲されてきた。また、飛翔虫はエタノールなどを誘引剤とする衝突板トラップやファネルトラップの他に、スクリーントラップで捕獲されてきた。さらに、木への飛来虫は粘着紙で捕獲されてきた。しかし、いずれの方法も、被害を抑えるほど多数は捕れていない。一方、ペットボトルトラップ（以下PT）は、3基以上設置することで木の枯死が回避でき、被害を抑える効果も得られている。しかし、PTの作成には大量のペットボトルが必要となる。そこで、より効率的に捕獲できるカシナガトラップ（以下KT）を改良している。2013年、船岡山においてPTとKTをそれぞれ26本と35本の木に3基ずつ設置した結果、総捕獲数は469,579頭で、KTの捕獲数はPTの2.08倍であった。宝が池公園では、長さ1.25mの餌木丸太を52本ずつ6箇所を設置し、それぞれの餌木周辺にPTとKTを8基ずつ交互に設置した結果、総捕獲数は190,477頭で、KTの捕獲数はPTの1.51倍であった。

## K13 桜島におけるマツ材線虫病の変遷とそれに係る要因

曾根晃一<sup>1</sup>・宮田晃志<sup>2</sup>・松尾俊幸<sup>2</sup>・大久保恵介<sup>2</sup>・畑 邦彦<sup>1</sup>

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

1994年に8年ぶりに発生した桜島のマツ材線虫病は、その発生から終息までを、1994-1998年の侵入・定着期、1999-2002年の拡大期、2003-2005年のピーク期、2006-2009年の減退期、2010年以降の終息期の5つのステージに分けることができる。被害発生当初は大径木のみが枯死していたが、多くの大径木が枯死した2006年以降は小径木や低木へ被害は移行した。1997年以降島内のクロマツ林でカミキリの生息状況やセンチウ保率等を継続して調査した結果、カミキリの生息数（トラップによる捕獲数）、センチウ保率、保有センチウ数の変化が、被害の経過と一致していた。また、拡大期に比べ終息期には、センチウの病原性が著しく低下していた。大径木に比べ、減退期以降被害の中心となった小径木ではカミキリの生存率が低かった。各種の防除は、カミキリの生息数の減少に著しい効果は認められなかった。降灰は後食を阻害しなかったが、火山灰はカミキリの生存に悪影響を与えていると考えられた。これらの結果をもとに、桜島におけるマツ材線虫病の推移にかかる要因について考察する。

## K14 寒冷地で丸太飼育したスギカミキリの越冬態

北島 博

森林総合研究所

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。しかし、2年1世代の生活史の未解明である。幼虫は、低温恒温条件下では蛹室を形成しても蛹化しない。このことは、低温が蛹化を抑制する可能性を示す。そこで、寒冷地での発育を解明するため、幼虫を接種したスギ丸太を、5月下旬～6月上旬に札幌市、盛岡市、奥日光、および茨城県かすみがうら市に静置した後、12月上旬に回収・割材して発育状態を調べた。その結果、札幌市、盛岡市では樹皮下死亡幼虫以外は全て蛹室を形成し羽化していた。かすみがうら市でも、樹皮下死亡幼虫以外は全て蛹室を形成し、そのうちの89%は羽化、11%は幼虫で死亡していた。これらに対し、寒冷な奥日光では供試数の7%が樹皮下幼虫で生存、43%が蛹室を形成していた。蛹室内での羽化個体はなく、85%が幼虫で生存していた。奥日光の生存幼虫を25℃で加温したところ、摂食せずに62%が蛹化、羽化した。これらのことから、スギカミキリは寒冷地では蛹室形成後幼虫で越冬し、翌年蛹化・羽化することが示唆された。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」により実施された。

## L01 千葉県における無人ヘリコプターと地上からの薬剤散布による松くい虫防除の効果の検討と散布方法の特徴について

松浦孝憲<sup>1</sup>・福原一成<sup>1</sup>・遠藤良太<sup>2</sup>・本山直樹<sup>3</sup>・唐 常源<sup>4</sup>・孫静<sup>4</sup>・張 翹鵬<sup>4</sup>・韓 志偉<sup>4</sup>・小林弘和<sup>4</sup>・田畑勝洋<sup>5</sup>・山田利博<sup>6</sup>

<sup>1</sup>千葉県農林総合研究センター森林研究所・<sup>2</sup>千葉県中部林業事務所・<sup>3</sup>東京農業大学総合研究所・<sup>4</sup>千葉大学大学院園芸学研究所・<sup>5</sup>岐阜県立森林文化アカデミー・<sup>6</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属千葉演習林

【目的】千葉県は、海岸クロマツ林の松くい虫被害対策として、2010年から無人ヘリコプターによる薬剤散布（無人ヘリ散布）を導入した。そこで、従来の地上散布と無人ヘリ散布による松くい虫防除効果の違い及び特徴を明らかにする。【方法】2010～2013年に白子町及び館山市のクロマツ林において、地上散布区、無人ヘリ散布区、無散布区を設定してそれぞれ3回ずつ計6回の試験を行った。各処理区には調査プロットを2～5区設置し、枯損率を求めた。2012年以降は秋に処理区内の全ての立木の樹高を測定し、生存木もしくは枯損木に分けた。【結果】枯損率は、地上散布区で14.9～63.8%、無人ヘリ散布区で1.5～42.2%、無散布区で37.4～96.9%となり、既報と同様に、地上散布よりも無人ヘリ散布の方が防除効果が高かった。平均樹高は、地上散布区では生存木が5.41m、枯損木が5.79m、無人ヘリ散布区では生存木が5.53m、枯損木が5.49mであり、地上散布区では有意差が認められた。このことから、薬剤を地上から散布する地上散布は樹高が高いと防除効果が低下するが、無人ヘリ散布は樹高の影響を受けにくいと考えられる。

## K15 トドマツ立枯れ木を利用する甲虫の生息地選択、腐朽度と垂直的位置

小野寺賢介・徳田佐和子

北海道立総合研究機構林業試験場

【目的】多様な枯死材利用甲虫が立枯れ木を利用することが知られており、生物多様性保全のための立枯れ木保残が推奨されている。そこで、トドマツ人工林における立枯れ木の効果的な保残方法を検討するため、トドマツ立枯れ木を利用する甲虫群集が地上からの高さや腐朽状態に変化するから明らかにする。【方法】2012年、北海道三笠市のトドマツ人工林で腐朽レベル1から3のトドマツ立枯れ木合計33本から地上からの高さ別（low：0-2m、middle：3-5m、high：6-8m）に3本ずつ1mの丸太を採取し、発生甲虫を捕獲した。また、各丸太の腐朽状態の指標として材密度、ピロディン打ち込み深さ、残存樹皮率を計測した。【結果】52種5146個体の甲虫を捕獲した（4185個体はマツコブキクイゾウムシ）。各丸太の平均出現種数は2.7種だった。Rarefactionの結果、lowとhighで種数に差はなく、middleで少なかった。CCAの結果、群集に影響する要因として、地上からの高さや腐朽レベルが選択された。主要出現12種のうち6種が高い位置の群集を特徴付けていた。

## L02 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生存率からの抵抗性評価

磯田圭哉<sup>1</sup>・亀井幹夫<sup>2</sup>・吉岡 寿<sup>2</sup>・石井 哲<sup>3</sup>・片桐智之<sup>3</sup>・岩泉正和<sup>1</sup>・松永孝治<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>広島県立総合技術研究所林業技術センター・<sup>3</sup>岡山県農林水産総合センター森林研究所・<sup>4</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場

マツ材線虫病による被害対策としてマツノザイセンチュウ抵抗性品種の開発が行われている。各品種の抵抗性レベルは採種園から得られた実生苗への接種検定によって示されてきた。一方で、苗木と成木では抵抗性に変化があるのではないかという見解もあることから、成木時の抵抗性のレベルについての情報も求められている。今回、林齢が15年生を超えてマツ材線虫病の被害を受けているアカマツ現地適応試験地を複数調査し、各品種の植栽地における抵抗性の評価を行ったので報告する。愛媛県内の国有林に設定した2試験地、岡山県内の民有林に設定した3試験地、広島県内の民有林に設定した2試験地を対象とした。これらの試験地では、マツ材線虫病被害が発生し始めてから毎年枯損調査を行っている。まず、各試験地について各年度の生存率を用いて分散分析を行い、系統間差がもっとも大きかった年度のデータをその試験地のデータとした。有意差が検出されなかった試験地は利用しなかった。選定したデータを用いて複数試験地をプールした分散分析を行ったところ、各品種の生存率に有意な系統間差が検出された。現地適応試験地における抵抗性評価と苗畑における評価を比較した。

### L03 日本産 *Grosmannia piceiperda* complex 内の系統群と宿主植物との関係

安藤裕萌<sup>1</sup>・井口和信<sup>2</sup>・山岡裕一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究所・<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

*Grosmannia* 属菌（子囊菌門、オフィオストマキン科）は、針葉樹を加害する樹皮下キクイムシと関連することが報告されている。*Grosmannia piceiperda* complex とは、*Grosmannia* 属の分子系統学的な研究から明らかにされた複合種群の1つであり、わが国にも複数の系統群が存在するものの、その系統関係と樹皮下キクイムシおよび宿主樹木との関係性には未解明な部分が多く残されている。本研究では、日本産 *G. piceiperda* complex 内の系統群と宿主樹木との関係を調査した。これまでの調査でマツ属、トウヒ属、モミ属、カラマツ属に侵入した樹皮下キクイムシから分離した菌株に加え、2013年7月に筑波大学菅平高原実験センターのカラマツとシラベ、および東京大学大学院北海道演習林のエゾマツ、アカエゾマツ、トドマツ、*Larix* sp.に侵入した樹皮下キクイムシから分離した菌株を用いて、EF-1 $\alpha$  遺伝子の部分塩基配列を用いた分子系統解析を行った。その結果、日本産 *G. piceiperda* complex は7系統群に分かれ、各系統群が宿主樹木と関連する傾向が示された。

### L05 コナラ心材抽出物に認められた抗菌物質

市原 優<sup>1</sup>・中島忠一<sup>2</sup>・升屋勇人<sup>2</sup>・加藤 厚<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>森林総合研究所

【目的】ナラ枯れはナラ菌がカシノナガキクイムシ孔道周囲の辺材に通水障害と変色を引き起こし萎凋枯死する。しかし、ナラ菌の侵入後生残した個体では辺材変色部の拡大停止が認められ、また心材には侵入しないことから、ナラ菌の材内伸展を抑制する抗菌活性物質の存在が示唆される。これまで、ミズナラ辺材の抗菌物質の報告があるが、他のナラ類については十分に調査されていない。本研究ではコナラ心材の抗菌物質を探索した。【方法】コナラ心材のメタノール抽出液を減圧濃縮後分液した酢酸エチル層をシリカゲルカラム等により分画し、抗菌活性を示した物質を精製し同定した。【結果】コナラ心材抽出物には複数の抗菌スポットが認められ、既知の抗菌物質 2,6-dimethoxybenzoquinone に加え4種の抗菌物質 (syringaldehyde、scopoletin、vanillin、3,4,5-trimethoxyphenol) を同定した。これらの物質を添加した寒天培地ではナラ菌に対する抗菌活性が認められ、またナラ菌接種によりコナラ辺材変色部で濃度が高まったことから、これらの物質がナラ菌侵入に対する防御物質として機能すると考えられた。本研究はJSPS 科研費 25292097 の助成を受け実施した。

### L04 和歌山県産ナガキクイムシ *Platypus* sp.の坑道の菌類群集

遠藤力也<sup>1</sup>・升屋勇人<sup>2</sup>・大熊盛也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>理化学研究所バイオリソースセンター微生物材料開発室・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所

1990年代以降、日本各地でナラ枯れによるナラ類・カシ類の集団枯損が問題となっている。近年は和歌山県など太平洋側の地域での被害報告が顕著になっている。Hamaguchi & Goto (2010) は、和歌山県等で採集されたナガキクイムシの個体はカシノナガキクイムシ（カシナガ、*Platypus quercivorus*）とは別種である可能性が高いことを指摘した。このナガキクイムシ *Platypus* sp.の随伴菌類に関する報告は皆無である。

発表者らは、このナガキクイムシの坑道における菌類群集を明らかにするため、和歌山県白浜市内に設置されたコナラ丸太に穿孔したナガキクイムシの坑道6サンプルを菌類の分離に供試した。また、穿孔虫6頭をランダムに選択し cytochrome oxidase 遺伝子の塩基配列をカシナガのものと比較した。

その結果、供試虫とカシナガの塩基配列の相同性は85%程度で、穿孔虫はカシナガではないと考えられた。菌類の分離試験の結果、全てのサンプルで *Ambrosiozyma* (*Candida*) *kashinagacola* と *Candida* sp.の2種の酵母が優占しており、*Raffaelea quercivora* 様の糸状菌も検出された。この結果は、先に Endoh et al. (2011) で報告したカシナガの坑道の場合と酷似したものであった。

### L06 スギカミキリ加害によるスギ立木の腐朽の拡大と発生要因

陶山大志

島根県中山間地域研究センター

【目的】近年伐期に至っても伐採されずに放置されるスギ・ヒノキ林が増加している。伐期が延長されると、病虫獣害などによって木部に達する傷を受ける機会が増大し、それに伴って生じる木部の腐朽が蓄積・拡大することが懸念される。そこで、主要な材質劣化病害虫であるスギカミキリに着目し、スギにおいて本害虫の加害に伴う腐朽の発生実態とその発生要因を調査した。【方法】樹齢30~76年生のスギ林5か所において34本を伐採し、計135か所のスギカミキリ摂食痕について摂食痕の大きさ、摂食痕が癒合するまでの年数（癒合年数）、腐朽発生の有無などについて調査した。【結果】全摂食痕のうち36%に腐朽が生じていた。各林分の摂食痕における腐朽の発生率は20~64%で、林分間に有意な差が認められた。摂食後早期に辺材部に形成される反応帯と心材部に囲まれた領域内部に腐朽の形成は留まっており、腐朽が及んだ範囲は摂食痕周辺に限られた。摂食痕の幅が広いと、癒合年数が長くなったが、摂食痕の幅が広くても癒合年数が短いと、腐朽の発生率は低率であった。このことから接触痕の大きさよりも癒合年数が腐朽発生率に影響を及ぼしていると考えられた。

## L07 南根腐病によって引き起こされる被害のパッチサイズ—小笠原諸島における事例—

佐橋憲生<sup>1</sup>・秋庭満輝<sup>1</sup>・太田祐子<sup>1</sup>・升屋勇人<sup>2</sup>・服部 力<sup>1</sup>・島田律子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>東京都環境局自然環境部

南根腐病は東南アジア、オセアニア、アフリカなど、熱帯地方に広く分布する病害で、*Phellinus noxius* (Corner) G. Cunn.をその病原とする。本病による被害では、多くの樹木が集団で枯死し、パッチ(ギャップ)が形成されるが、そのサイズ等、基本的な特徴についての知見は少ない。本研究は南根腐病によって引き起こされる被害のパッチサイズについて基本的な知見を得ることを目的とする。小笠原諸島において21カ所の本病被害地について、そのパッチサイズを計測した。また、パッチ内で3カ所以上から本病原菌が分離できた場合には、体細胞不和合性試験によりそれらのジェネットの異同について検討した。パッチサイズは大きいものでは長さ30m以上に達するものが認められ、楕円近似したパッチ面積は5~412m<sup>2</sup>となった。また、一つのパッチ内で複数のジェネットが混在する場合とパッチ内の全ての菌株が同一ジェネットである場合が認められた。体細胞不和合性試験では判別が難しい場合もあるため、今後分子マーカーを用いた詳細な検討が必要である。

## L09 群馬県館林市におけるツツジ属植物の衰退

伊藤英敏<sup>1</sup>・中村精一<sup>2</sup>・大森路子<sup>2</sup>・田端雅進<sup>3</sup>・服部 力<sup>3</sup>・太田祐子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>群馬県林業試験場・<sup>2</sup>館林市役所・<sup>3</sup>森林総合研究所

群馬県館林市の県立つつじが岡公園は、国の名勝にも指定されている日本有数のツツジの公園である。公園内には推定樹齢500年を超える江戸キリシマ、ヤマツツジ等のツツジ属植物が多数植栽されているが、こうした古木を中心に衰退と枯死が多発し、深刻な問題になっている。そのため、被害実態の把握と原因究明を行った。

2013年5~7月に、公園の管理台帳を基に公園内のツツジ約1700本について被害実態調査を行い、衰退、枯死及び腐朽の有無、枝や葉等の症状を観察した。また、腐朽部から材片を採取し、菌類の分離を行った。被害実態調査の結果、主要な江戸キリシマやヤマツツジ等の系統では衰退や枝枯れ、葉の黄変等の症状が見られ、枯死率は約33%であった。衰退や枯死が見られた木では腐朽が確認され、枯死した地際部幹の腐朽部上を中心にチャアナタケモドキの子実体が形成されていた。一方、衰退・枯死木の腐朽部から菌類を分離したところ、ほとんど全ての木からチャアナタケモドキが分離された。以上のことから、ツツジ属植物の衰退・枯死の原因としてチャアナタケモドキが関係している可能性が高いと考えられた。

## L08 カラマツ長伐期施業における根株心腐病の被害軽減

大澤正嗣

山梨県森林総合研究所

【目的】カラマツは冷涼な気候下で良く生育するため、山梨県では主要樹種の1つとなっており、近年、良材生産のため一部地域で長伐期施業が行われている。ところがカラマツは根株心腐病に弱く、本病に侵されたカラマツは樹幹内部が年々腐朽するため、長伐期施業により、被害が益々大きくなることが懸念され、本病への対策が必要となっている。本病の防除は現在のところ困難なため、被害多発地の特徴を把握することにより、被害を回避する必要がある。【方法】山梨県内カラマツ林180林分の伐採跡地にて根株心腐病の罹病率を調査した。またそれら林分の環境要因(林齢、標高、傾斜度、地形、土壌など)を記録した。そして環境要因と被害の関係を一般化線形モデルで解析し、罹病率に影響する環境要因を特定した。【結果】カラマツ根株心腐病は山梨県全域で発生しており、罹病率は、30~50年生で5%、60~80年生では23%で、本病による被害の多い林分では根元折れが多発していた。被害は、樹齢、傾斜度、凹地形、根を傷つけたカラマツ林、富士山麓で多かった。これらの結果を受け、本病の被害軽減方針を作成した。

## L10 都市化による森林の孤立が関東平野の樹木葉内生菌群集に与える影響

松村愛美・福田健二

東京大学大学院新領域創成科学研究科

都市孤立林では、島嶼などと同様に感染源や胞子分散が限られることで、山地林に比べ、菌群集の多様性の低下が起きている可能性が考えられる。そこで都市化による森林の孤立が温帯林の樹木葉内生菌群集に与える影響を明らかにすることを目的として、関東平野の4都市近郊林と1山地林を対象に植生調査、環境調査を行い、計7目9科17種の樹木の葉から内生菌分離を行った。その結果、都市近郊林では、宿主密度が高いほど宿主特異的菌の分離頻度が高かった。内生菌群集の類似度が宿主系統距離、樹木間距離、光環境と関連するかを偏マンテル検定により解析した結果、都市近郊林では樹木間の距離が近いほど種組成が類似すること、宿主系統より樹木間距離の影響がより強いことが示唆された。よって、都市近郊林では森林の孤立化による宿主特異的菌の感染源の制限により広宿主範囲菌の優占度が高まり、葉内生菌群集の樹種間差異が小さくなるため、個々の樹木個体の内生菌群集は近傍の樹木個体と類似する傾向を示すようになると考えられた。

## M01 森林性キノコバエ類群集と森林植生

末吉昌宏

森林総合研究所九州支所

食用きのこ栽培地域の植生がキノコバエ類群集、特に、シイタケ害虫となるキノコバエ類の動態に及ぼす影響を明らかにするため、森林内の植生とキノコバエ類群集を調査した。大分県日田市内の人工林9ヶ所（ほだ場3ヶ所を含む）および天然林8ヶ所（ほだ場2ヶ所を含む）を調査地として、各所に100m<sup>2</sup>の1方形区を設置した。方形区内の胸高周囲長0.5m以上または樹高2m以上の樹木の種類と幹数を記録した。2011年10月から2013年12月までの間にマレーズ式トラップ、捕虫網と吸虫管を使った掬い採り、きのこ類を使った羽化試験などでキノコバエ類を採集した。天然林と人工林はそれぞれアラカシとスギが優占し、一部にクヌギなどの植栽林、タケ類が繁茂したスギ林、ヒノキ林を含んだ。調査期間内に採集されたキノコバエ類の属を単位とした主成分分析の結果は、天然林と人工林の間で異なる群集が形成されていることを示した。ナカモンナミキノコバエ類の分布はほだ場に集中し、ほだ場の外ではほとんど採集されなかった。ナガマドキノコバエ類の害虫種はこの調査で採集されなかった。トンボキノコバエ類は天然林・人工林の風倒木の根返りや野生きのこから採集された。

## P2-001 FSC 認証ロゴのある製品にはどのようなものがあるのか？：一般消費者が店頭で購入できる製品の事例

杉浦克明・山田宏樹・吉岡拓如・井上公基

日本大学生物資源科学部

【目的】FSC 森林認証制度における国内の森林管理認証や流通・加工認証の件数は増加している。しかし、FSC 認証の認知度は高いとはいえ、FSC ロゴのある製品にはどのようなものがあるのか把握する必要がある。そこで、本研究は、一般消費者が手に取ることのできる店頭にある製品に着目し、FSC ロゴのある製品にはどのようなものがあり、どこから来たものなのか分析することを目的とする。【方法】調査は、木質資源の製品を多く扱う横浜市にある一般消費者が利用できる家具店、ホームセンター、文具店とした。対象製品は、それ自体がロゴの対象となっている木質資源由来のものとし、製品の大きさや色などが異なる場合、違うものとして数えた。値札や包装に対するロゴは除外した。【結果】その結果、文房具店が扱う製品においてFSCのロゴがあったものは、ノート364点中2点、ルーズリーフ105点中24点、コピー用紙384点中37点、手帳738点中22点、のし袋324点中7点であった。また、ホームセンターで扱っているDIY用の板で、1196点中79点でロゴが見られた。このことから、今回の調査では紙製品と板でFSCロゴを見ることができたが、それ以外では見る機会がなかった。

## M02 堆積有機物層を除去した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】2011年に発生した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）」に国の定めた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、放射性物質の影響を受けたホダ木を廃棄し、放射性物質の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】岩手県南部の広葉樹林、アカマツ林、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か月後と約12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）に分けてオガ粉製造機で粉碎し、放射性セシウム濃度測定を行った。【結果】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が、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。

## P2-002 北海道における森林蓄積の地域分布：森林生態系多様性基礎調査データを用いた分析

尾張敏章<sup>1</sup>・辰巳晋一<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

【目的】森林蓄積は林業生産の資源基盤であり、森林の炭素貯留量の指標である。本研究では、北海道における森林蓄積の分布実態をより詳しく把握するため、森林生態系多様性基礎調査データを用いて分析を行った。【方法】第2期（2004～2008）の同調査データ（n=2,735）を用いた。haあたり蓄積を応答変数とし、階層ベイズモデルによる解析を行った。【結果】全プロットのhaあたり平均蓄積は192m<sup>3</sup>であり、北海道林業統計による2008年の全道平均蓄積（127m<sup>3</sup>）を大きく上回った。平均蓄積は地域差が大きく、森林計画区別では網走東部（279m<sup>3</sup>）が最大、宗谷（140m<sup>3</sup>）が最小であった。林種別の平均蓄積は天然林（179m<sup>3</sup>）が人工林（224m<sup>3</sup>）に比べて小さかった。モデルのパラメータ推定の結果、天然林は高緯度、高標高で蓄積が小さくなり、トドマツが優占する林分で蓄積が大きくなる傾向が見られた。道内森林面積の68%を占める天然林の蓄積増大に向けて、過去の風害や伐採等により広葉樹林化した林分を針広混交林へ誘導するための施業の促進が必要と考えられた。

## P2-003 東京大学 5 演習林による J-VER の取得

広嶋卓也<sup>1</sup>・五十嵐勇治<sup>2</sup>・井口和信<sup>3</sup>・井上 淳<sup>4</sup>・大村和也<sup>2</sup>・澤田晴雄<sup>5</sup>・渡邊良広<sup>3</sup>・迫田一昭<sup>6</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秩父演習林・<sup>3</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>4</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>5</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属樹芸研究所・<sup>6</sup>東京大学サステナブルキャンパスプロジェクト室

東京大学における 5 つの演習林は、大学の環境事業サステナブルキャンパスプロジェクトの一環として、計 2,450 CO<sub>2</sub> トンの J-VER を取得した。これら J-VER は、2007-2012 年度にかけて間伐を実施した森林を対象として、森林が吸収した CO<sub>2</sub> を見える化し、第三者機関 SGS ジャパンの検証を経て認証を受けたものである。演習林ごとに J-VER プロジェクトの内容を見ると、千葉演習林は 2007-2012 年度に間伐したスギ・ヒノキ 59 林分、54 ha を対象に 17 個のモニタリングプロット（以下 MP）を設置して 1,614 CO<sub>2</sub> トンの認証、北海道演習林は 2011 年度に間伐したトドマツ・アカエゾマツ 14 林分、13 ha を対象に 3 個の MP を設置して 192 CO<sub>2</sub> トンの認証、秩父演習林は 2011-2012 年度に間伐したスギ・ヒノキ 24 林分、41 ha を対象に 11 個の MP を設置して 342 CO<sub>2</sub> トンの認証、樹芸研究所は 2011-2012 年度に間伐したスギ・ヒノキ 20 林分、13 ha を対象に 3 個の MP を設置して 216 CO<sub>2</sub> トンの認証、生態水文学研究所は 2011 年度に間伐したヒノキ 6 林分、4 ha を対象に 2 個の MP を設置して 86 CO<sub>2</sub> トンの認証となっている。これら J-VER は、カーボン・オフセットを通じて、低炭素社会の実現に向けて活用される予定である。

## P2-005 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～GIS 支援による実用的な資源量の推定～

瀧誠志郎・高田克彦

秋田県立大学木材高度加工研究所

【目的】スギ人工林の有効的・効率的な利用を行うためにはこれまでのプロダクトアウト型からマーケットイン型への発想の転換が必要である。しかし川上側では、市場の需要に沿った年齢別・径級別の実用的な資源量がほとんど明らかとなっていない。【方法】秋田県民有林の森林 GIS データをもとに、ArcGIS を用いて秋田県全域で実用的な小班レベルの資源量推定を行った。【結果】秋田県の全県民有林蓄積量は約 106,468,351 m<sup>3</sup>であった。この内スギ人工林で木材生産が見込める 8 から 12 年齢級は約 41,446,688 m<sup>3</sup>であった。また、資源量調査結果による品質・用途別の割合から各蓄積量を推計したところ、A 材：25,738,393 m<sup>3</sup>・B 材：12,309,666 m<sup>3</sup>・C 材：3,315,735 m<sup>3</sup>となった。これらのデータから、GIS 支援により任意地点への集材・運搬距離別蓄積量を品質・用途別に把握することが可能となった。この結果、用途別の実用的な資源量を確保するために必要な運搬距離等を把握することが可能となり、マーケットインを志向した資源管理手法の構築に繋がる。

## P2-004 北海道における持続可能な人工林資源管理にむけた地域別シナリオー森林資源予測モデルを用いた分析ー

津田高明<sup>1</sup>・大野泰之<sup>1</sup>・酒井明香<sup>1</sup>・八坂通泰<sup>2</sup>

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

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、北海道において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一般民有林を対象に、人工林資源の持続的利用にむけたシナリオを地域毎に検討し、中長期的な木材供給可能量を推計した。

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。資源循環シナリオでは、1. 各期の伐採量を一定とした場合、2. 各期の林分成長量以下の伐採量とした場合の 2 つのシナリオを想定し、各シナリオでの 50 年間の伐採可能量、及び径級別の出材可能量を推計した。

推計の結果、現行の伐採量を維持した場合、全道的には資源量を維持できるものの、地域別では資源量が減少する場所がみられた。また、出材径級の中心は、各地区とも今後 15 年程度で中径木から大径木へシフトする可能性が示された。

## P2-006 Understory light levels in canopy gaps in an old growth beech forest

Alatannabuqi Zhang<sup>1</sup>・Yoshio Awaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター

The aim of this study is detecting heterogeneous understory light distribution in primary beech forest in Oshirakawa, Gifu Prefecture. The photosynthetic photon flux density (PPFD) was measured using two types of sensors between Aug. 22, 2013 and Oct. 1, 2013. Film sensors were set up at height of 0.5m and 4.5m, at 24 points under canopies in a plot of 32m by 32m. Three quantum sensors were set up at one open space and two gap centers. The results indicated followings. (1) PPFD was correlated with distance from the gap centers, and was high at the top of undergrowth. However, PPFD was very low below the undergrowth. (2) PPFD was decreased gradually from summer to autumn and the brightest part moved from the south-eastern to the mid-eastern part of the plot.

P2-007 タテヤマスギの幹成長と葉量および個体サイズの関係

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】タテヤマスギ個体の幹成長について葉量との関係から検討した。つぎに、測定が容易でかつ葉量の代わりとなりうる個体サイズ要因（胸高直径、枝下直径、樹冠長など）について検討した。【方法】調査には層別刈取りと樹幹解析が同時に実施された合計 110 本の供試木を用いた。これらは富山県内の 12 年生から 96 年生までの 16 箇所のタテヤマスギ林分から得られたものである。【結果】林分毎にみると、個体の材積成長量は葉量にほぼ比例して増加したが、材積成長量と葉量との間の比例定数（葉の幹生産能率）は林分によって変動した。この比例定数は林齢や地位と関係があった。個体の葉量は枝下直径との間に密接な関係が認められ、従来からの指摘のとおり林分による分離が小さかったほか、樹冠長や胸高直径とも高い相関を示した。葉量と樹冠長率とは林分毎にみると正の相関があったもののバラつきが大きい林分もあり、かつ回帰直線の傾きも林分毎に異なっていた。過去の樹冠長率を樹幹形との関係から推定した結果、大径木の樹冠長率は年々低下しているものの 40% 以上を保っていた

P2-008 多雪地帯スギ林の立木形質が素材生産収益に及ぼす影響

関子光太郎・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】多雪地帯のスギ人工林では、林分を構成する立木の根元曲がりやが素材生産の採算性を大きく左右する。このため、根元曲がりの素材生産収支に対する影響を把握できなければ、適切な経営管理を行うことはできない。そこで、根元曲がりの影響を考慮した素材生産収支予測システムを作成し、素材生産における根元曲がりの影響を評価した。\*\*\*\*【方法】このシステムは収益予測モデル、経費予測モデルおよびシステム収穫表から構成されている。また、根元曲がりの影響を収支に反映させるため、樹幹形状分類を用いた造材歩留推定モデルおよび丸太等級別材積割合推定モデルを導入した。このシステムを用いて、間伐および間伐から 20 年経過後の主伐における素材生産の収支を予測した。\*\*\*\*【結果】サンプル林分（55 年生）では、根元曲がりを考慮しない場合と比べ、考慮した場合の間伐生産材積は 30% 低下し、利益（収益-経費）は 69% 低下した。また、根元曲がりを考慮しない場合、間伐による主伐時の利益増加は認められないが、根元曲がりを考慮した場合、間伐率を 30% にすることで主伐時の利益が最大になった。

P2-009 木材トレーサビリティシステムを活用した西川林業の事例研究

田中万里子<sup>1</sup>・岡村誠一<sup>1</sup>・楠 貴宏<sup>1</sup>・井上淳治<sup>2</sup>・佐藤孝吉<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学地域環境科学部・<sup>2</sup>株)創林

【目的】木材流通の見える化を目指し木材トレーサビリティシステムの導入を図る地域が出てきている。その中で埼玉県の西川林業は地域の木材に関わる人々が協力してシステムの導入を図ってきた。現状と現在の活動について報告する。2013 年は東京農業大学が協力し活動を行っている。

【事例 1】木造住宅の建築を希望する消費者に森林の立木と使用する木材との関係を具体的に理解し活用してもらうための情報提供を考えている。そのひとつに伐採提供の可能な立木や流通加工中の木材のリスト作成がある。データベースを作成し、地域の木材流通の活性化したいと考えている。

【事例 2】データベースの作成の一部として、西川林業の林分について林相調査を行い、活用を考えている。スギ、ヒノキ、サワラを主とする西川林業の経営計画作成に活かすことができる。

【事例 3】消費者への情報提供として、どのような情報が求められているのかアンケート調査を行い、消費者への情報提供の方法を模索している。木材販売後にも消費者が森林の将来の状態に感心を持つことを狙っている。

P2-010 北方針広混交林における枯死木の発生とその形態

石橋 聰

森林総合研究所北海道支所

【目的】天然林における枯死木は、鳥類、昆虫等の生き物の生息や倒木更新など森林生態系において重要な役割を担っている。一方、天然林における択伐施業では、立木を木材として利用するために、腐朽等により材質が低下したり、衰弱、枯死する前に林外に持ち出すため、立ち枯れ木や倒木となって林内に残る枯死木は減少することが予想される。本報告では、持続可能な森林管理の重要な柱となる生物多様性保全を目的とした森林管理方法開発のため、長期にわたる北方針広混交林の調査結果を用いて、枯死木の発生状況を明らかにするとともに、択伐の有無による比較を行う。【方法】北海道内の北方針広混交林長期調査地 11 箇所の調査結果を用いた。このうち、択伐が行われているのは 3 箇所である。各調査地において、枯死木形態を記録した調査時から遡ったおおむね 30 年間の毎木調査結果を解析対象とした。【結果】各調査地における枯死木は、立ち枯れ、根返り、幹折れなど様々な形態が観察された。また、枯死木の発生量を択伐の有無により比較した結果、択伐を行っていない無施業林の枯死木量が択伐施業林の枯死木量を大きく上回っていた。

## P2-011 ミャンマーおよびカンボジアにおける択伐林の実態と課題

溝上展也<sup>1</sup>・Tual, Cin Khai<sup>2</sup>・Khorn, Saret<sup>3</sup>・Thein, Saung<sup>1</sup>・加治佐剛<sup>1</sup>・太田徹志<sup>1</sup>・吉田茂二郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>Ministry of Environmental Conservation and Forestry, Myanmar Forestry Department・<sup>3</sup>Forestry Administration of Cambodia

REDD+等が国際的に議論されるなか、アジア熱帯地域における持続可能な森林経営の実行が改めて重要視されている。当地域においても天然林択伐が古くより実施されてきたが、その択伐林の実態についてはあまり知られていない。そこで、本研究ではミャンマーとカンボジアを対象に択伐林の実態と課題を整理することを目的とした。まず、大木の伐倒による残存木への被害を調べた結果、被害本数率は、両国ともに伐倒木一本につき ha 当たり約 2% であった。また、ミャンマーにおけるゾウ集材では、残存木への被害はほとんどないことも分かった。ha 当たりの択伐本数は両国ともに数本であり、一回の伐倒・集材にともなう被害率は低いものであった。一方、回帰年は約 30 年に設定されているものの、実際にはより高頻度での伐採が実施されている択伐区も少なからずみられ、高頻度択伐区では、違法伐採もより多くみられる傾向もあることから、立木密度の低下、なかでも小径木の著しい低下がみられ、森林劣化が進行している状況が読み取れた。回帰年や伐採率などに関する林業ルールの遵守や択伐後の違法伐採の防止が今後とも重要となってくるだろう。

## P2-013 宮城県海岸クロマツ林の収量—密度曲線

南 佳織<sup>1</sup>・野堀嘉裕<sup>2</sup>・瀧誠志郎<sup>3</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・<sup>3</sup>秋田県立大学木材高度加工研究所

### 【目的】

東日本大震災における津波により甚大な被害を受けた太平洋側の海岸クロマツ林は、再造成には長期間を要するが、残存した樹木を成長させた場合、一から再造成を行うよりも期間を短縮することができる。そこで被害を受けた林分が将来的に津波減災機能を発揮する林分となるのかシミュレーションを行った。

### 【方法】

調査地は宮城県海岸クロマツ林とした。直径階級ごとに伐採し、樹幹解析を行った。軟 X 線デンシトメトリ法を用いた年輪解析より個体ごとの重量と重量式を作成した。被害の大きい林分と小さい林分の毎木調査を行い、単位面積 (1 ha) 当たりの重量を算出した。シミュレーションは収量-密度図の考え方をを用い、成長量については樹幹解析のデータより求めた。津波減災機能を発揮するかどうかについては形状比を使用した。

### 【結果と考察】

被害の大きい海岸林の林分重量が、被害の小さい森林の林分重量と同じになるまでにかかる期間は 24 年と算出された。シミュレーションを行ったところ、24 年後の林分の形状比は低くなった。よって、調査を行った林分ではこのまま成長させると、津波減災機能が発揮される林分となる可能性がある。

## P2-012 四国地域における現実林分データと密度管理図の比較

北原文章<sup>1</sup>・西園朋広<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

密度管理図は林分の平均樹高、平均直径ごとに立木密度と幹材積の関係を表したものであり、森林管理の指針として利用されている。近年ではリモートセンシング技術の発達により、高精度な単木樹高や林冠高の測定が可能となってきており、それらを補完する情報として密度管理図の利用が期待されている。従来、林分密度は立木の直径に影響し、樹高には影響しないものとされている一方で、収量比数の理論上限値を越す現実林分があることや、樹高も密度の影響を受けているという報告がされている。そこで、本研究では、サンプリング調査によって森林資源量の推計を目的として行われた第 2 回森林資源モニタリング調査データを用いて、四国地域で密度管理図を再調整し、これまでの密度管理図や現実林分と比較することで、その乖離の要因を確認することを目的とする。また、現実林分データとしては森林総研四国支所で長期測定を行っている収穫試験地のうち、植栽密度試験地 (3 試験地) のデータを用いることで、新旧密度管理図の比較を行う。

## P2-014 屋久島におけるスギの過去数百年に及ぶマスタークロノロジーの構築

伊高 静・吉田茂二郎・溝上展也

九州大学農学部

### はじめに

樹木の肥大成長は、様々な環境因子の影響を受け、年輪幅に反映される。年輪年代法は、この年輪幅を経年変動の指標とし、長期にわたる暦年標準パターン (マスタークロノロジー) を構築することで、年代のわからない木材の年輪年代推定において多くの成果が挙げられている。

研究対象である屋久島のスギ (*Cryptomeria japonica*) は、屋久島を代表する樹種で、樹齢 1,000 年以上もの大木になる。樹齢 1,000 年を超える個体の年輪幅データよりマスタークロノロジーを構築する事で、屋久島におけるスギ林の、超長期森林動態を解明する事が可能になる。

### マスタークロノロジーの構築

成長錐によるサンプルコアの採取は、幹が太い個体の場合、中心を含んだ長いサンプルの採取が難しい。そこで本研究では、樹齢 1,000 年を超える個体の円板を利用した。円板にメジャーをあて、1 眼レフカメラで接写した。そしてその年輪幅を、画像処理ソフト ImageJ を用いて計測した。計測した年輪幅データを標準化し、マスタークロノロジーを作成した。



## P2-015 列状間伐実施後のヒノキ人工林における下層植生被覆率と光環境

園原和夏・増谷利博

日本大学生物資源科学部

富士山麓に位置する静岡県小山町では、町有林のうちヒノキを主体とした人工林が6割を占めている。そのほとんどが46年生以上であり資源として成熟しつつあるが、その一方で森林整備の遅れが懸念されている。町では森林整備に向け、施業団地化の促進や作業道の開設、利用間伐の実施を進めている。本研究では、この森林整備事業のもとで平成22~24年に列状間伐が実施された林分と未間伐林を含めたヒノキ14林分を対象にプロットを設定し、林分調査を行った。同時に、相対照度による光環境調査、下層植生被覆率調査を行い、間伐実施による林内の光環境の変化、それにとまう下層植生の被覆への影響を調べた。調査の結果、未間伐の林分の相対照度は10%以下となり、下層植生被覆率も10%以下であった。一方、間伐を実施した林分では相対照度はおおむね10%以上を示し、林内の光環境の改善が見られた。しかし、下層植生被覆率についてみると、50%前後の値を示した平成22~23年度間伐実施の林分に対し、平成24年度実施の林分は10%以下となり、1年経過では間伐による効果がまだ表れていないと考えられた。

## P2-017 航空機 LiDAR による針葉樹林の平均樹高成長モニタリングの可用性

高橋與明<sup>1</sup>・粟屋善雄<sup>2</sup>・田中真哉<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター・<sup>3</sup>森林総合研究所

航空機 LiDAR は樹冠高計測に有効で、その計測精度は現地調査のそれに匹敵するとも言われている。しかし、例えば平均樹高成長をモニタリングした研究事例はほとんどなく、その実用性は実際のところよくわかっていない。そこで本研究では、二時期の航空機 LiDAR 計測データから針葉樹林（スギ・ヒノキ林）の平均樹高の成長量を検出可能かどうか検討した。なお、本研究で示す結果は、精度の高い DEM を利用する場合を前提としている。結果、本調査地の針葉樹林では、LiDAR 観測年（2006年および2010年）およびレーザ点密度が異なっても（最小約0.5点/m<sup>2</sup>から最大約64点/m<sup>2</sup>まで）、0.04haプロット内のCanopy Height Modelの80パーセント値を直接的に平均樹高とみなすことができ、さらにその80パーセント値の差分値を単純に樹高成長量とみなした場合に、全41プロットの平均樹高成長量は約1.4mであり、地上調査で計算した約1.2mに近い値となった。つまり、地域レベルで考えれば、4、5年間の平均樹高成長をレーザ点密度の低いLiDARデータからでも簡便になおかつ精度良くモニタリングできる可能性が示唆された。

## P2-016 高分解能衛星データと航空機 LiDAR を用いた熱帯雨林の森林炭素マッピング

平田泰雅<sup>1</sup>・古家直行<sup>2</sup>・加治佐剛<sup>3</sup>・太田徹志<sup>3</sup>・溝上展也<sup>3</sup>・Leng, Chivin<sup>4</sup>・Chealy Pak<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>3</sup>九州大学農学部・<sup>4</sup>Forestry Administration, Cambodia

オブジェクト指向型分類は衛星画像上のさまざまな土地被覆からなる範囲を類似した特徴を持つエリアに分割するのに効果的である。本研究は、高分解能衛星データと航空機レーザースキャナーデータから、オブジェクト指向型分類を活用した熱帯林のバイオマスマッピング手法を開発することを目的とする。対象地は、カンボジア王国コンポントム州に分布する森林である。衛星データとしては、2010年2月1日に取得したQuickBird衛星マルチスペクトルおよびパンクロマティックデータを用いた。また、航空機レーザースキャナーデータとしては、2012年1月に衛星画像の範囲の一部を計測した地上レーザ密度18.7点/m<sup>2</sup>のデータを用いた。まず、衛星データを用いてオブジェクト指向型分類により対象地の領域分割を行った。これにより生成されたオブジェクトごとに、航空機レーザースキャナーデータより得られた林冠高から地上バイオマスを推定し、また、高分解能衛星データの各バンドの平均値及び正規化植生指数の平均値を算出し、これらの重回帰分析を行った（決定係数0.56）。この重回帰モデルを用いてオブジェクトごとのバイオマスを推定し、バイオマスマッピングを行った。

## P2-018 航空機 LiDAR によるヒノキ人工林の質的特性把握 (V) 観測条件の差異による林内相対照度推定への影響について

山本一清<sup>1,2</sup>・近藤直人<sup>1</sup>・村瀬康久<sup>1</sup>・都竹正志<sup>3</sup>・村手直明<sup>3</sup>・江藤雅佳子<sup>4</sup>・渋谷研一<sup>4</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>CREST・<sup>3</sup>中日本航空・<sup>4</sup>朝日航洋

森林パラメータを広域的かつ迅速に評価するため、近年リモートセンシング技術の重要性は益々増大している。特に、航空機 LiDAR 観測データにより得られるレーザ透過率 (LPI: %) 等の指標 (以後、LiDAR 指標とする) は、地上調査で得られる LAI 等の林冠諸量の推定において、従来の衛星画像等よりも有効であることが指摘されている。しかし、これまで LiDAR 指標を直接、林内相対照度 (RI: %) と比較した例はほとんどない。そこで本研究では、広域的かつ迅速な林内光環境評価における航空機 LiDAR の有効性を検討するため、LPI-RI 間の関係について検討した。さらに、両者関係が観測条件 (対地高度・点密度) や LiDAR 指標を算出するスケール (以後、解析スケールとする) により影響を受けるのかを、東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林赤津研究林及び犬山研究林を対象に、異なる時期・観測条件で観測した LiDAR データと同時期に実施された地上調査結果から詳細に検討した。その結果、LPI-RI 間には密接な関係性が認められたが、その関係は解析スケール及び対地高度の影響を受けることが示唆された。

P2-019 航空機 LiDAR データによる森林資源管理システムを活用した森林モニタリング

松英恵吾・山崎 光・富田咲伎・執印康裕・有賀一広・田坂聡明  
宇都宮大学農学部

LiDAR データによる樹木情報の計測手法と樹冠形状モデルを核とした単木単位での空間配置を考慮した林分因子モデルを組み合わせるにより開発した森林資源管理システムの実用化・利活用方法を検討するため、システムによる林分の成長量の算定、間伐効果の検証を実施した。システムにより単位面積当たりの立木本数 (DTNM)、平均樹高 (DTHM) を算出し、相対幹距比に基づく要間伐林抽出指数、収量比数、地位指数を算出の上、現地調査結果との比較検討を行った。その結果、単木を単位とする成長量の算定・評価が可能であることを確認した。また、間伐区では単木の空間的な位置関係、樹冠の構造の関係から、間伐後の樹冠形状の動態、樹幹部の成長量の評価が可能で、詳細な間伐効果の定性的・定量的評価結果を得ることができた。本研究の結果から樹冠形状モデルを核とした単木単位での空間配置を考慮した成長予測までを行う総合的な森林資源管理システムを構成することができた。

P2-021 航空機 LiDAR による樹冠形変動の把握—広域樹種判別への応用—

梅藤幸太郎<sup>1</sup>・山本一清<sup>1</sup>・都竹正志<sup>2</sup>・村手直明<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>中日本航空

P2-020 シカ食害に着目した航空レーザ計測による森林および下層植生の現況把握手法の検討

和智明日香<sup>1</sup>・野澤智明<sup>2</sup>・小川吉平<sup>1</sup>・伊藤史彦<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>アジア航測・<sup>2</sup>林野庁関東森林管理局

近年、ニホンジカによる樹木や下層植生の食害が深刻化かつ広域化している。その被害は林床部分に集中しているため、航空写真を用いた調査で把握することは困難である。そこで林内の状況把握のため、航空レーザ計測データから下層および林冠の反射パルス特性を生かして、下層植生指標および樹冠疎密度を算出した。その指標と現地調査データと比較することで、広域における現況把握手法について検討した。対象地は関東森林管理局管内の伊豆森林計画区のうち約 1700 ha である。

比較の結果、算出した指標は下層植生や樹冠疎密の現況をよく捉えていた。下層植生指標は、草本層と低木層の植被率と比較した結果、現地の状況とよく当てはまった。樹冠疎密度は、航空写真や現地調査結果と比較すると、ギャップや間伐の様子を精度よく表現できていた。また、下層植生指標と樹冠疎密度を、新植地へのシカ柵の設置位置図と重ね合わせた結果、①シカ柵があり成林している箇所、②シカ柵があるが成林していない箇所、③シカ柵がなく成林していない箇所の 3 種類に分類することができた。これは、シカ食害の状況の広域における確認だけでなく、シカ柵の設置の効果やその維持管理へ活用できる。

P2-022 ヒノキ採種園における目視による雄花指数と雄花生産量の関係

福島成樹  
千葉県農林総合研究センター森林研究所

ヒノキ花粉飛散量の予測技術を開発するため、目視により判定した雄花着生状況と、雄花生産量の関係について調査した。調査は、雄花が近距離から観察しやすい採種園において、採種木 13 個体 (9 クローン) を対象として、2010 年～2012 年に行った。目視による雄花着生状況の判定には、育種協会法及び横山法を使用し、着花ランクに雄花の着生が多いほど大きくなる暫定的な重み付け点数を掛けて着花指数を計算した。雄花生産量は、1 個体当たり 4 個の雄花トラップ (直径約 40 cm) を樹冠下に設置し、花粉放出後に落下する雄花を捕捉して 1 m<sup>2</sup> 当たりの雄花乾燥重量として求めた。雄花着生状況の判定は、雄花が花粉放出後に落下する前の 12 月～3 月に行い、雄花生産量は 2 月～7 月に測定した。着花指数と雄花生産量は、個体による差があるものの 2010 年と 2012 年で低く (少なく)、2011 年は高 (多) かった。3 年間を通して着花指数と雄花生産量は相関が高く (育種協会法:  $r=0.94$ 、横山法:  $r=0.92$ )、採種園のように雄花が観察しやすい場所では、雄花着生状況から雄花生産量を予測できる可能性が示唆された。この調査は林野庁補助事業「スギ・ヒノキ花粉発生源地域推定事業」により行った。

P2-023 無花粉スギ種子胚からの不定胚形成細胞誘導と増殖

丸山 E. 毅<sup>1</sup>・細井佳久<sup>1</sup>・二村典宏<sup>1</sup>・斎藤真己<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

【目的】スギ花粉症の対策として、無花粉スギの活用が期待されている。現在の無花粉スギ苗生産には、膨大な労力と時間がかかるため、その分の育苗コストもかさむ。本研究では、不定胚形成技術による大量増殖法と、DNA マーカーによる未分化体細胞の段階での早期選抜法を組み合わせさせた新たな無花粉スギ苗生産法の開発を目指す。今回は、未熟種子からの不定胚形成細胞の誘導効率について検討を行った。【方法】不定胚形成細胞は、富山県農林水産総合技術センター森林研究所に生育する TO-S 家系「F1 (富山不稔 1 号×小原 2 号)×珠洲 2 号」で人工交配を行い、7 月上旬から下旬にかけて採取した種子を 2,4-ジクロロフェノキシ酢酸と 6-ベンジルアミノプリンを添加した 1/2 EM 培地上で培養し、誘導した。【結果】誘導効率に関しては、7 月中旬に採取した種子を試料にした場合には最もよい結果が得られた。得られた不定胚形成細胞は、誘導時と同じ培養条件で 2~3 週間ごとに継代培養することで多数の系統を維持・増殖しており、無花粉スギの植物体再生や DNA マーカー解析による個体選抜条件を検討している。

P2-025 Effects of O<sub>3</sub> on the growth of Japanese larch and Hybrid larch F<sub>1</sub> grown under 2 nitrogen levels

Kam, Dong-Gyu<sup>1</sup>・Makoto, Watanabe<sup>2</sup>・Mao, Qiaozi<sup>1</sup>・Wang, Xiaona<sup>1</sup>・Kazuhito, Kita<sup>3</sup>・Koike, Takayoshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>北海道立総合研究機構構林業試験場

The concentration of O<sub>3</sub> (Ozone) in the troposphere is increasing in Japan. With high concentration of O<sub>3</sub>, the excessive Nitrogen deposition is occurred by the anthropogenic emission. By increasing Nitrogen deposition in northern Japan, we are afraid and should know the growth of larch species under these conditions. Potted 2-year-old seedlings of Japanese larch and Hybrid larch F<sub>1</sub> in the simulated immature volcanic ash soil have been grown in a free-air O<sub>3</sub> fumigation system (60 nmol/mol, in the daytime). And also, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> for Nitrogen treatment has been treated in 5 times (totally 50 kgN ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>). We found less sensitivity of Japanese larch grown under high concentration of O<sub>3</sub>, compared with Hybrid larch F<sub>1</sub>. In this sense, we should discuss to get plausible understanding of O<sub>3</sub> sensitivity in larch species with/without Nitrogen.

P2-024 セイヨウハコヤナギの葉肉プロトプラスト培養によるコロニー形成

細井佳久・伊ヶ崎知弘・二村典宏・丸山 毅

森林総合研究所生物工学研究領域

【目的】筆者らは現在、アグロバクテリウム法を用いて作出したポプラ組換え体の解析を行っているが、組換え手法には他にもいくつかあり、用いる手法により異なった特徴を持つ個体が作出されることも予想される。そこで、プロトプラストを用いたエレクトロポレーション法やマイクロインジェクション法などによる組換え体作出に向けて、セイヨウハコヤナギのフラスコ苗を使ったプロトプラスト培養を試みた。【方法】人工気象室内で育成したセイヨウハコヤナギの主軸切片を無菌培養し、フラスコ苗を作成した。その苗の葉を切り出して細断し、浸透圧調節剤を含む酵素液で処理してプロトプラストを単離した。得られたプロトプラストを 96 ウェル培養プレートで培養した。培地には MS 改変培地や DCR 培地を用い、培養密度を変化させて培養した。【結果】培地条件や培養密度により、コロニー形成率は大きく異なった。得られたコロニーは、浸透圧調節剤無添加の液体培地で増殖可能であり、様々な形状の分裂細胞がみられた。分裂細胞は、今後の分化実験のため、MS 改変培地等の固形培地に移植し、維持・増殖させている。

P2-026 気温、光、土壤水分の違いがイチイガシの発芽及び初期成長に与える影響

中島寛文・江口則和・山下 昇

愛知県森林・林業技術センター

【目的】イチイガシは有用な広葉樹であり、愛知県においても、その造林が期待されている。そのため、造林に適した環境を明らかにすることは今後の造林技術の開発に必要不可欠である。\*\*\*\*【方法】愛知県森林・林業技術センター試験林内に、皆伐地斜面、皆伐地平面、林内平面の 3 条件区を設定し、各条件区内にイチイガシ堅果を 480 個ずつ播種した。各条件区内の環境要因(気温、光、土壤水分)と、イチイガシの生育状況を調査した。\*\*\*\*【結果・考察】(1) 環境要因—気温・光は、皆伐地で高く、林内で低かった。土壤水分は、皆伐地斜面、皆伐地平面、林内平面の順に高くなった。(2) イチイガシの生育状況—発芽率は、林内で高く、皆伐地で低かった。成長量は、皆伐地斜面で高く、皆伐地平面、林内平面で低かった。以上から、イチイガシは、発芽には高い水分条件を要求し、成長には高い気温・光条件を要求することが分かった。皆伐地平面では、高い気温・光条件で、かつ水分条件も皆伐地斜面より良かったのにも関わらず、発芽率、成長量ともに不良だった。今後、皆伐地平面での低い発芽率・成長量の原因を明らかにしていく必要があるだろう。

## P2-027 施肥されたスギ幼齢木のシュート伸長の季節性

保坂武宣<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

目的：スギ人工林の低コスト化において、初期成長の速い品種を導入することは下刈り期間や下刈り回数の軽減につながる。このことから、初期成長の速い品種の特性を明らかにすることは重要である。本研究では、まず、スギの年間伸長成長量と関連している成長指標を明らかにすることを目的とした。

材料と方法：九州大学箱崎キャンパスに植栽された5年生のスギ（シャカインスギ）において、施肥区19本と無施肥区20本の主軸伸長量を2013年3月22日から2013年12月14日まで約4日間隔で測定した。

結果と考察：成長開始日は年間成長量、個体サイズおよび施肥の影響を受けず、ほぼ同日であった。これに対し、成長停止日は年間成長量と正の相関があり、成長量の大きな個体ほど成長停止日が遅く、成長期間が長かった。さらに成長量の大きな個体は成長開始期の成長速度および成長期の最大成長速度が大きかった。これらの結果から、成長期間の長短が成長指標となりうると考えられた。

## P2-028 ブナ結実量と葉のサイズの関係

大貫満宣<sup>1</sup>・鍛代邦夫<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

【目的】ブナの結実豊凶周期は長く、その結実量の把握は天然下種更新施業や苗木生産事業には欠かせない。このため、外観による結実量の判定手法の改善を検討しているが、その中で、結実量が多ければ葉のサイズが小さいことに注目し、若干の調査検討を行ったので、それについて述べる。【方法】調査地を群馬県みなかみ町坤六峠ブナ林及び秋田県島海山のブナ林とした。結実が有る、結実が無いごとに5年生以上の枝を採取し、当年枝、葉、殻斗、種子を分別し、それらについて測定を行った。葉については1葉ごとに面積と重量、当年枝ごとの着生数、殻斗と内部の種子については、1個あたりの重量、当年枝ごとの着生数について調べた。【結果】結実が有る枝と、結実の無い枝に着生する葉のサイズを比較したところ、結実のある枝の葉1枚の平均面積は、無結実の枝に比べ小さかった。一方、外観上高密度結実であると判定した枝では、葉面積の小さい葉が着生し、殻斗の重量は比較的小さかった。葉面積の大きい葉が着生している枝では殻斗は比較的大きかった。また、これらの傾向は殻斗の内部の種子についても同様であった。

## P2-029 間伐に伴う林床の小規模攪乱が暖温帯ヒノキ人工林の下層植生へ与える影響

岩切康二<sup>1,2</sup>・外村浩幸<sup>2</sup>・高木正博<sup>3</sup>・光田 靖<sup>4</sup>・伊藤 哲<sup>4</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学大学院農学工学総合研究科・<sup>2</sup>岩切環境技研株式会社・<sup>3</sup>宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター田野フィールド・<sup>4</sup>宮崎大学農学部

現在、伐採期や間伐期を迎えた人工林が多数存在しており、森林構造が単純化した人工林では生物多様性の保全や公益的機能の高度発揮に資する施業が望まれている。本研究では人工林管理の一つである間伐について、異なる手法が人工林内の下層植生にどのような影響を及ぼすのかを検討する目的で行った。宮崎県延岡市のヒノキ人工林内において、間伐の種類（点状（A1）、列状+点状（A2）、列状（A3）、無間伐（A4）：各間伐率約30-35%）別に4つのエリアを設定し、各エリアに5m×5mの方形区を28ヶ所ずつ設置した。間伐前及び間伐直後に各方形区で、高さ1.2m以上の木本種の種名、樹高及びDBHを記録した。間伐の結果、本数の前後比較ではA1で72.5%、A2で46.2%、A3で68.3%、A4で100.8%となった。A1-3に10本以上出現した種では、コガクウツギ、シロダモ、シロバイの減少率が高く、間伐前の約半数程度になっていた。しかし、種数の前後比較ではA1で92.0%、A2で95.5%、A3で85.7%、A4で100%であり、本数ほどの減少は見られなかった。この結果から、上木の間伐に伴い下層木も同程度減少するものの、通常程度の間伐では種数の変化は小さく、種多様性への影響は大きくないと推察された。

## P2-030 長野県根羽村スギ人工林における植物種多様性の制限要因

城田徹央・荒井真樹子・水野佑紀・丸山一樹・岡野哲郎

信州大学農学部

長野県最南端に位置する根羽村のスギ人工林138林分において植生調査を行い、植物種多様性に及ぼす林齢、森林施業、立地条件の影響を検討した。林齢は30から130年生であり、高齢林分は林道から遠く、立木密度が高かった。調査区は10m方形である。出現した種数は低木層および林床層でそれぞれ129種および451種であった。そのうち出現頻度が5%以上のものがそれぞれ42種および186種あったが、その出現がロジスティック重回帰分析によって予測可能であったものは（ $P=0.01$ ）、それぞれ31種（73%）および140種（75%）であった。次に、根羽村スギ人工林における林齢の影響を見るためにシミュレーションを行った。いずれも100年生までに3回の間伐を行い、その動態予測はシステム収穫表LYCSによった。5%以上の出現確率を示す種のうち予測可能な種はロジスティック重回帰式によって、予測不可能な種と出現確率が5%未満の種は乱数発生によって、それぞれ出現確率を求めた。その結果、林齢とともに多様性指数は増加したが、種数は減少した。これは初期段階に侵入しその後消失する種が、加齢とともに侵入する種を上回ったためであった。

P2-031 間伐強度の違いが高齢スギ人工林の地上部純一次生産量に及ぼす影響

榎木 勉

九州大学農学部附属宮崎演習林

【目的】スギの高齢林分に実施した間伐の効果を明らかにするために、間伐強度の異なる林分で直径成長量およびリターフォール量を測定し、地上部純一次生産量 (ANPP) を比較検討した。

【方法】調査は、大分県玖珠郡九重町に位置する九州電力社有林 15 林分に設定された平家山スギ参考林 (1922 年植栽、2.03 ha) で行った。1998 年に弱度区 (Sr=14.9%)、中度区 (Sr=16.4%)、強度区 (Sr=18.4%) の 3 つの間伐強度の異なる試験区 (それぞれ 50×50 m) が設定された。2012 年 10 月にスギの胸高直径と樹高を測定した。成長量はデンドロメータを、リターフォール量はリタートラップを設置して測定した。成長量とリターフォール量の和を ANPP とした。

【結果】各調査区のバイオマスに有意な差はなかったが、強度区内でのばらつきが大きかった。成長量も同様の傾向があったが、リターフォール量は強度区で多かった。バイオマスあたりの値では、成長量、リターフォール量とも弱度区で小さく、強度区で大きかった。

P2-033 スギ・ヒノキ林における将来木の成長と林冠空隙との関係

佐野俊和・山場淳史・與儀兼三

広島県立総合技術研究所林業技術センター

平成 22 年度に行われた森林・林業再生プラン実践事業において、中欧方式の「将来の木施業」を試験的に導入した。この施業法は目標径級を決めて最後まで残す木を将来木として 100~200 本/ha 選木し、間伐の度に成長を妨げる 2 番手の木を伐採・収穫する施業法である。当センターでは事業実施地内において間伐前に 0.16~0.44 ha の固定調査地を設定して全立木の位置測定、樹高、直径等の毎木調査および天空写真撮影を続けている。本発表では、設定から 3 年を経過したヒノキ林 (北広島町甲繫、設定時 49 年生、全体 972 本/ha、将来木 213 本/ha)、およびスギ林 (広島市松郷山、設定時 50 年生、全体 912 本/ha、将来木 138 本/ha) の 2ヶ所について、将来木を対象に 3 年間の直径、樹高成長率と天空写真解析結果から得られた林冠空隙方位率との関係について解析した。その結果、直径成長率は正の相関、樹高成長率は負の相関の傾向がみられたが、ばらつきが大きくて相関は有意ではなかった。原因としては間伐の効果は 3 年では明確に表れないことと、個々の立木の斜面位置の違いが成長に与える影響等が考えられた。

P2-032 スギ人工林における樹冠長率と相対幹距：若齢無間伐林と壮齢過密林の比較

國崎貴嗣

岩手大学農学部

人工林の密度管理指標として樹冠長率 (CLR) と相対幹距 (Sr) が注目されている。これらの対応関係は Kanazawa et al. (1985) がモデル化しているものの、若齢林での検討にとどまる。壮齢以降では樹高成長の減少により、樹冠先端の尖りが弱くなることから、CLR と Sr との対応関係は、若齢林とは異なる可能性がある。岩手大学滝沢演習林における過密なスギ林を対象に、CLR と Sr との対応関係を若齢無間伐林と壮齢過密林で比較するのが本研究の目的である。若齢無間伐林 3 林分と林齢 51~59 年生のスギ壮齢過密林 15 林分のデータを使用した。若齢林では Sr20% 以下で急激に CLR が低下し、Sr17% で CLR は 50%、Sr12% で CLR は 30% 台前半になった。一方、壮齢林のデータは全体的に若齢林より下方に分布し、Sr17% で CLR は 30%、Sr12% で CLR は 25% 以下になった。藤森が推奨する CLR35% 以上を確保するためには、若齢林では Sr15% 以上の段階で強度間伐する必要があると考えられる。過密化した壮齢林では要間伐の基準である Sr17% ですでに CLR は 30% まで低下しており、樹高成長の低さを考慮すると、一旦過密化した壮齢林を CLR35% 以上へ回復させるのは容易でないと考えられる。

P2-034 スギ人工林における間伐が葉と幹の生産に及ぼす影響

稲垣善之<sup>1</sup>・野口享太郎<sup>2</sup>・平井敬三<sup>1</sup>・金子真司<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

茨城県北部のスギ人工林において、間伐してから 7-10 年後の葉と幹の成長量を評価した。2002 年に 37 年生のスギ人工林流域内に 15m×15m の調査区を 6 地点設置し、3 地点を間伐区、残りの 3 地点は無間伐とした。2009 年から 2012 年までの 4 年間にわたって幹の成長量を計測した。生枝下高から葉量の指標を算出した。リタートラップの落葉量を葉生産量とした。葉量の指標を落葉量で割って葉寿命の指標を算出した。2009 年時の収量比数 (Ry) と諸特性の関係を評価した。葉寿命の指標は Ry が中程度で高い値を示した。Ry の高い林分では葉生産が高いため、Ry の低い林分では葉量が少ないことによって葉寿命が低下した。幹成長は Ry の最も低い調査区で低かったが、他の地点では明瞭な傾向を示さなかった。葉の生産効率 (葉生産に対する幹生産) は葉寿命が長いほど高い値を示した。以上の結果より、Ry が中庸な林分では、葉寿命が長く、葉の生産効率が大きいこと、Ry が大きい林分では、葉生産は大きいものの葉寿命が低下し、葉の生産効率が低下すること、Ry の小さい林分では、葉量が低下し、葉の生産効率も低下することが示唆された。

## P2-035 ヒノキ人工林における個体の大きさと直径成長量の関係

大洞智宏・渡邊仁志

岐阜県森林研究所

間伐の遅れから過密になった人工林では、枝下の枯れ上りが進み、個体の葉量が減少するため肥大成長が抑制されている。このような状態で間伐を実施しても、葉量の増加は限られるため、肥大成長の回復が困難になることが予想されている。そこで、岐阜県内のヒノキ人工林での個体の大きさ（樹高、胸高直径、樹冠長）と肥大成長の関係を解析し、成長に必要な条件について検討を行った。

解析対象林分は、岐阜県内のヒノキ人工林のうち、個体識別がされ、樹高、胸高直径、枝下高の継続調査が実施されている林分（11林分）とした。

従来から指摘されているように、胸高直径と直径成長量には正の相関関係がみられた。また、樹冠長と直径成長量の間にも正の相関関係がみられた。各林分の直径順位が下位（劣勢木）で期首の樹冠長が小さい個体の直径成長量は小さかった。目的変数を平均胸高直径成長量、説明変数を期首胸高直径、期首樹冠長とし重回帰分析を行った結果、決定係数は0.45であった。

## P2-036 多点データによる北海道トドマツ人工林の個体成長量の推定

滝谷美香<sup>1</sup>・八坂通泰<sup>2</sup>

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

森林の立木や林分の成長量を正確に推定するためには、個体識別を行った林分において長期間、繰り返し測定したデータが必要である。しかし、広範囲において、長期的なデータを網羅的に収集することは困難である。そのため、地域、林齢などが適当にばらつきのある多点データから、成長量を推定する可能性があるが、実際の成長量を見ている訳ではない。本報告では、北海道全域において林齢にばらつきを持たせ、2010年と2012年に直径（cm）および樹高（m）の調査を行ったトドマツ人工林多点データ（森林資源モニタリング調査：北海道水産林務部；104林分）を用い、個体成長量（cm/year）の推定を行った。このデータを用い、個体成長量について良い予測をするモデルを構築するために、個体成長量を応答変数、期首の林齢（年）、地位、胸高断面積合計（m<sup>2</sup>/ha）、および個体サイズなどを説明変数として、一般化線形混合モデルにより解析を行った。その結果、個体の直径成長量に対して、個体の期首サイズが正の効果を示した。また、地位、林齢、胸高断面積合計は負の効果を示した。

## P2-037 茨城県ヒノキ高齢人工林における10年間の林分構造の推移

太田敬之<sup>1</sup>・梶本卓也<sup>1</sup>・須崎智広<sup>2</sup>・鈴木和次郎<sup>3</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・<sup>3</sup>只見町プラセンター

茨城県内のヒノキ高齢人工林において、最長13年間の成長と生存状況について調査を行った。調査対象は推定林齢230年の林分4ヶ所であり、比較対象として調査期間9年以上の林齢110年前後の林分4ヶ所を選定した。各林分に50m四方の調査区を設定し、胸高直径5cm以上の立木の成長、生存をおよそ4年おきに調査した。林齢230年のヒノキ林ではヒノキの平均胸高直径が60-70cm、ヒノキの密度が120-190本/ha、ヒノキの胸高断面積比は75-84%程度であった。これに対し、110年生前後のヒノキ林では平均直径が45cm前後、密度300本前後、胸高断面積合計は95%を超えており、林齢が進むにつれて、ヒノキは大径木化、低密度化し、広葉樹との混交が進んでいた。混交する広葉樹のサイズは林齢が進むと大きくなり、下層には耐陰性の高い低木の侵入がいずれの林分でも見られ、間伐や上木の枯死が起こると下層木の増加は顕著であった。230年生の林分ではヒノキ上層木の立ち枯れが生じ始め、広葉樹の大径木は傾斜の大きい林分で根返りが生じていた。常緑広葉樹の下層木は冠雪による被害が大きく、高齢人工林では地形、気象などの要因が混交する樹種に影響を与えることが示唆された。

## P2-038 林分構造復元法に基づいた亜寒帯林の成長履歴推定

大沢 晃<sup>1</sup>・Juha Metsaranta<sup>2</sup>・梶本卓也<sup>3</sup>・松浦陽次郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>Forestry Canada Northern Forest Research Centre・<sup>3</sup>森林総合研究所

高緯度亜寒帯林は、永久固定試験地の数が不十分なため炭素蓄積量変遷推定の基礎となる長期にわたる構造変化の議論が難しかった。最近開発された林分構造復元法を用いれば、このような解析が可能になる。本研究の目的は、林分構造復元法を応用し過去約一世紀におこった亜寒帯林の構造変化を詳細に復元することにある。解析にはカナダとシベリアの3林分のデータを用いた。地上部現存量をOsawa et al.のOAZ法によって推定した。Hozumiのu-w図を用いて現存量データに成長曲線をあてはめた。推定された過去のある時点の現存量とあてはめた成長曲線から期待される現存量との差を計算し、これを現存量変動と定義して、その過去約一世紀間の変動を解析した。解析した林分の現存量変動のパターンは似ていた。両者とも1920年ごろ現存量変動の値が極大になった。同様に、1940-1950年ごろ現存量変動が極小になった。北極域の気温変動に対するこれら林分の反応は類似していた。一方、1960年以降の各林分の反応には相違が見られた。これらのパターンには一般性がありそうなので、さらに解析に供する林分数を増やすことに意義があると考えられる。

## P2-039 80年生スギ人工林における介在木の成長と樹冠構造

白旗 学<sup>1</sup>・西城孝太<sup>2</sup>・橋本良二<sup>1</sup>

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

現在増加しつつあるスギ高齢人工林では、手入れ不足による樹冠層の過密化が進み間伐を必要としている林分が多い。上層間伐、下層間伐いずれの場合でも一般的な樹型級における介在木～準優勢木といった中間的なクラスから選木をおこなう必要がある。その場合、各個体の成長を考慮し、今後の成長が望める個体を選ぶことが重要であるが、そのような個体の成長特性に関するデータは少ない。本研究では、岩手大学滝沢演習林の80年生スギ人工林(2011年現在)から、優勢な上層林冠木(以下優勢木)と林冠下層木(以下劣勢木)を1本ずつ、林冠構成木であるが周囲から被圧がみられる個体(以下介在木)を5本選び、一次枝について基部直径、着生高、枝長、葉量を測定し、樹幹解析をおこなった。また、それらの供試木のうち優勢木、劣勢木、介在木2本の計5本について、節解析をおこなった。その結果、現在樹高、胸高直径が同じ介在木個体であっても、現在の成長および成長経過が異なる個体があり、成長が良い個体では樹冠中層から下層位置の一次枝量およびその発達に違いがみられた。介在木個体の成長を表す目安として、樹冠下部の状態を考慮する必要性が示唆された。

## P2-041 択伐施業が残存木の材の腐朽の有無に及ぼす影響

吉田俊也

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

北海道の天然生混交林における生立木の材の腐朽について調査を行なった。前報(第123回大会ポスター)では、(1)腐朽を持つ立木の比率(全体で14.4%)における樹種間差は生立木の材密度と負の相関を持つこと、(2)大径木で率が高いこと、(3)湿潤な地形に立地する立木で率が高いこと、(4)腐朽を持つ立木は生存率が低いことなどを示した。本報告では、択伐施業による単木的な伐採が、周辺の立木の腐朽に及ぼす影響について明らかにする。調査は、北海道北部の天然生針広混交林に設置された大面積試験地(北海道大学中川研究林 照査法試験地)で行なわれた。林分の優占樹種は、トドマツ、イタヤカエデ、シナノキ、ミズナラ、ダケカンバである。調査地内では、1970年代以降、胸高直径12.5cm以上のすべての立木の毎木調査を10年間隔で行なわれている。その際、腐朽の有無を目視で確認した。調査対象木の位置情報(x-y座標)をもとに解析した結果、伐採が周囲の残存木の腐朽に与える影響は認められなかった。個体ベースでの解析結果をもとに、腐朽をもたらず個体-林分スケールの要因について、前報での議論も踏まえて考察した。

## P2-040 カラマツ人工林における間伐と丸太の材質との関係

八坂通泰<sup>1</sup>・松本和茂<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場道南支場・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構林産試験場

【背景】北海道のカラマツ人工林は資源の成熟期を向かえており、これまでの梱包材の他に、集成材など構造材での用途拡大も期待されている。カラマツは針葉樹の中では、比較的成長が早く材の強度も高い樹種であるが、人工林材の強度にはばらつきが多く、森林施業と立地条件などカラマツの材質に及ぼす要因については十分わかっていない。【目的・方法】本研究では、カラマツ人工林での間伐がカラマツの材質に及ぼす影響を明らかにするために、様々な間伐を実施した2つの間伐試験地(40年生および55年生で材質調査実施)において、丸太の強度に及ぼす間伐強度、胸高直径、成熟材の断面積割合などの影響を分析した。【結果】平均胸高直径は間伐強度が強い間伐区で大きい傾向があった。丸太の動的ヤング係数は、平均収量比数が0.8前後の試験区で高かったが、平均収量比数が0.9以上の間伐遅れの試験区や平均収量比数が0.7以下の強度間伐区では低下する傾向があった。すべての間伐試験区の丸太データをプールし回帰木分析を実施した結果、丸太の末口径、採材高、胸高部位の成熟材(20年生以降)の割合などが丸太のヤング係数に影響を与えていることが示唆された。

## P2-042 植栽密度の異なるグイマツ雑種F1の枝の分布

福地 稔<sup>1</sup>・大野泰之<sup>1</sup>・八坂通泰<sup>2</sup>・滝谷美香<sup>1</sup>・石濱宣夫<sup>1</sup>

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

カラマツに比べ野ネズミ等の被害の少ないグイマツ雑種F<sub>1</sub>は、低密度植栽により適した樹種と考えられている。しかし、低密度植栽を行うと林冠の閉鎖が遅れるため枝の枯れ上がりが進まず、枝の肥大化が懸念される。このため、間伐木の節解析を行い、枝の形成から枯死にいたる経過を検討した。

北海道中央部の美唄市にある道総研林業試験場実験林のグイマツ雑種F<sub>1</sub>密度試験林で調査を行った。植栽密度は500、1000、2000、4000本/haの4段階とした。林齢28年生時に間伐を実施し、地上高8mまでの枝の径と位置を測定するとともに、枝節と髓を含む面で幹を縦断し、出現する枝節の発生から枯死にいたる年数および成長量を調査した。

枝径は低密度区ほど大きく、高密度区で小さかった。枝の寿命は低密度区ほど長く、枝の成長とともに生存年数は増加した。さらに、低密度区ほど樹幹下部に発生した枝が枯死せずに成長する傾向にあり、枝の枯れ上がりの調査結果と一致した。したがって、低密度植栽を行う場合、樹幹下部から枝が肥大化し、製材時に節の欠点となる可能性があるため、枝打ちの実施が不可欠である。

## P2-043 植栽密度の違いがスギ若齢林の林分構造と成長に及ぼす影響

野口麻穂子<sup>1</sup>・和田 寛<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>秋田県農林水産技術センター森林技術センター

人工林の低コスト育林体系を構築するうえで、低密度植栽は有効な手段のひとつと考えられる。低密度植栽では、植栽・間伐コストの節減が期待される一方、林分材積の低下や形質不良の発生が懸念されている。そこで、本研究では、3段階の密度(1000・2000・3000本/ha)で植栽されたスギ若齢林において、植栽密度の違いが林分構造ならびに個体の成長・形質に及ぼす影響について調査を行なった。調査地は秋田県由利本荘市に位置し、2002年に植栽が行われた。2013年4月時点で、植栽木の生存率はいずれの植栽密度区においても約90%に達していた。林分材積は、植栽密度が高い区ほど大きく、3000本区では1000本区の約1.5倍となった。平均樹高および平均胸高直径は、1000本区でやや大きい傾向を示したが、植栽密度が低い区では個体サイズのばらつきが大きかった。また、植栽密度が低い区ほど、二又・曲がりなどの形質不良の発生率が高い傾向がみられた。これらの結果から、1000本/ha程度の低密度植栽でも、林分の成立は可能であると考えられたが、形質不良木が増加し、用途が制限される材の割合が高くなる可能性が示された。

## P2-045 ヒノキのコンテナ苗、セラミック苗、裸苗に関する植栽工期の比較

諏訪鎌平・奥田史郎・奥田裕規・大原偉樹・山下直子

森林総合研究所関西支所

国内林業の不振を打開するために、セラミック苗やコンテナ苗を持ちいた低コスト造林技術に期待が寄せられており、これら特殊苗の成長特性とともに植栽効率に関する評価が必要となってきた。本発表においては、異なるタイプのヒノキ苗(コンテナ苗、セラミック苗、裸苗)の植栽効率の違いについて検討を行う。植栽試験は、岡山県の三光山および三室山において行われた。2013年の夏期に、各タイプの苗を三光山に600本、三室山に300本植栽した(植栽密度:2100本/ha)。また、同様の植栽試験を同年の秋季に行った。セラミック苗とコンテナ苗の植栽には専用の植栽器具を用い、裸苗の植栽には鉤を用いた。植栽作業員として、三光山においては6名が投入され、三室山試験地においては夏季に3名、秋季に4名が投入された。各作業員が植栽に要した時間(時間/50本)を各苗タイプにつき測定した。結果として、各植栽時期および各試験地において、コンテナ苗とセラミック苗の植栽時間に有意な違いは見られなかったが、裸苗は他の苗よりも植栽時間が長いことが確認された。

## P2-044 グラップルを使用したスギ大苗植栽事例

小倉 晃・小谷二郎

石川県農林総合研究センター林業試験場

【目的】全国各地で低コスト再造林が試み始めており、色々な植栽・保育方法が試されている。低コスト化を図るために一貫作業システムが推奨されている。しかし、苗の形状を含めた植栽方法、その後の保育管理に関しては、まだまだ確立されておらず、それらの方法は地域や地形等によっても大きく異なると考えられる。そこで、再造林の低コスト化を図るための1つの方法である大苗を使用した植栽について、一貫作業システムで使用するグラップルを利用して行った。

【方法】スギ大苗の植栽方法は、1. フォワーダーの空荷時に大苗を運搬(想定)、2. グラップルで地拵えを行っている時に植栽の穴をグラップルで耕す、3. 人力で植栽である。

【結果】1穴耕転するのに1分7秒、1本植えるのに1分19秒、合計2分26秒かかった。また、活着率は100%であり、植栽直後の平均樹高は89cmであったが、約1年後の平均樹高は140cmと非常に成長がよかった。また、グラップルで植栽穴を耕転したことから、植栽木周辺は裸地化し、下草が繁茂しなかった。よって、下刈りの保育は必要無いと考えられる。なお、植栽地は多雪地帯のため、雪起こしの施業は必要であった。

## P2-046 カラマツ大苗と生分解性防草シートによる下刈りコスト削減効果

原山尚徳<sup>1</sup>・上村 章<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】下刈り作業は育林費用の中で約4割と大きな割合を占める。また夏期に炎天下で行う作業は負担が大きく事故も多いことから、省力化・低コスト化が求められている。そこで、カラマツ大苗植栽と生分解性防草シートによる下刈りコスト削減効果を検討した。【方法】北海道上川郡下川町の町有林(0.75ha)に、2012年春に苗高80~100cmのカラマツ大苗を1125本植栽し(植栽密度:1500本/ha)、内800本に5種類の生分解性防草シートを施工した。シート施工区・無下刈区、無施工・下刈区、無施工・無下刈区を設け、植栽2年後の下草繁茂状態や植栽木の樹高を測定した。【結果】大苗の植栽効率は36.1本/人/時であり、下川町内で植栽した普通苗(苗高40cm程度)と比較して(35.7本/人/時)、植栽効率が低下しなかった。防草シートを施工した植栽木のうち約2/3で、無施工・無下刈区と同程度の下草繁茂状態に陥っていた。各処理区間における植栽2年目の平均樹高は120~140cmで有意差は認められず、無施工・無下刈区でさえも調査地の最大下草高100~120cmを上回っていた。これらの結果から、防草シート施工よりカラマツ大苗植栽による下刈りコスト削減効果が大きいと考えられた。



P2-047 植栽当年におけるカラマツコンテナ苗地上部、地下部の成長量の経時的変化

成松眞樹<sup>1</sup>・八木眞信<sup>2</sup>・野口麻穂子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岩手県林業技術センター・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所

スギではコンテナ苗の植栽適期は長いとされるが、カラマツでは植栽時期が苗の活着や成長に及ぼす影響が不明である。そこで、経時的な植栽、掘り取り調査を行い、植栽時期を検討した。2013年5月から10月に、岩手県内陸部の平坦地で、リブ付コンテナで育てた3年生苗を各月30~45本、植栽した。植栽の翌月以降11月まで各月5本の苗を掘り取り、樹高、地際直径、根鉢から伸出した根の長さを測定した。根長合計値を苗木間で平均し、当該月の根長とした。また測定月とその前月の根長の差を根の成長量とした。

活着については、植栽翌月の枯損は各月で殆ど生じなかった。成長については、期末の樹高と地際直径は5、6月植栽苗が他の月より大きく、根長も9、10月苗より長かった。5、6月苗の根の成長は植栽後2ヶ月目と秋の2山型であり、地際直径の成長も概ね同調したが、樹高成長は1山型を呈し、そのピークは前述の2山の間に位置した。7月以降植栽では、8月植栽で根が秋に1山型の成長を呈した他は、顕著なピークが認められなかった。以上の結果から、苗木の活着は夏季の植栽でも可能だが、植栽当年の地上部と根の良好な成長は、夏前迄の植栽にて実現されると考える。

P2-049 1年生毛苗の植替によるコンテナ苗の得苗率と経費

藤井 栄

徳島県立農林水産総合技術支援センター

コンテナ苗の出荷に至るまでの工程は各地域において実行錯誤されている状況であるが、新しい培土を使用するため消毒・除草回数が少なく、広い苗畑や転作、トラクター等の重機を必要としないといった従来苗木より経費がかからない作業がある一方、コンテナや棚、かん水装置の購入やコンテナからの苗木の抜き取り、梱包といった新たに必要となる作業もある。また、生産経費に対する得苗率は生産コストに大きく左右するものである。そうした状況の中で、現状では生産本数が限定されているといったこともあり、従来苗に対して倍近い価格設定がなされており、これが普及の隘路となっている。

本研究では生産現場レベルでの経費や得苗率を評価するために、徳島県名西郡石井町の本研究所内にコンテナ育苗苗圃を設置し、平成25年3月に苗畑へ播種後1年経過した毛苗11,160本を、279ケースのコンテナ(林野庁開発、JFA150.40穴)に植替え、平成25年秋及び平成26年春の出荷に至るまでの経費と得苗率について評価した。

P2-048 播種による1年生カラマツコンテナ苗木生産方法の開発

来田和人・今 博計・黒丸 亮

北海道立総合研究機構林業試験場

【目的】コンテナ苗木が造林経費の削減に寄与すると期待され、ここ数年、国有林、道有林で試験植栽が実施されている。しかし北海道の造林樹種では育苗技術が確立されていない。そこで初期成長が早くコンテナ育苗に最も適していると考えられるカラマツのコンテナ育苗試験を実施した。【方法】温室内で形状、大きさの異なるコンテナに植栽時期(3月19日、4月19日、6月3日)、用土(ビートモス、ココピート単独またはパーライト混合)、施肥量を変えてカラマツ種子を播種、育苗した。5月、7月、8月、10月に苗長を測定し、10月には根元径の測定と根系のサンプル調査を実施した。【結果】播種時期別に見ると3月19日播種の成長が最もよかった。コンテナの形状、サイズ別に見るとリブ付き150-300cc、サイドスリット付き220ccの成長が良好で、サイドスリット付き120ccの苗が小さかった。用土による違いはなかった。施肥量別に見ると元肥窒素含有量640mg/L、追肥窒素含有量100ppm(週1回)の成長が良好で、それ以上施肥量を増やしても成長量は増加しなかった。成績が良好な処理区では平均苗長30cm、平均根元径3mmを超え、播種後1生育期で植栽可能な大きさまで成長した。

P2-050 夏季に植栽したヒノキコンテナ苗およびセラミック苗の活着—岡山県新見市での再造林事例—

奥田史郎・大原偉樹・山下直子・諏訪鎌平・奥田裕規

森林総合研究所関西支所

低コスト造林としての一貫作業における通年植栽で特に植栽不適期とされる夏季植栽の実効性を検証するために、異なる3種類の植栽素材を用いて植栽試験を実施し苗木の活着を比較した。植栽地は岡山県西部の新見市内の国有林2カ所(三光山国有林、三室山国有林)で、三光山はスギ林伐採後3年経過、三室山は前生のスギ林がある所であり、植栽前には枝条整理や伐採、搬出を実施している。植栽に供した苗木は、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、植栽当日に現地に運搬したものをを用いた。植栽密度は2100本/haで苗間約2.2mの方形植えとし、苗木種毎に300本ずつ植栽した。コンテナ苗とセラミック苗は専用の植栽器具、普通苗は鍬を用い、三光山、三室山とも8月下旬に植栽した。苗木の活着は、植栽後約2ヶ月経過した10月下旬に1本ずつ葉変色や萎縮等の程度を3段階で評価した。コンテナ苗は三光山、三室山ともに約95%以上の個体が健全かほぼ健全だったが、セラミック苗と普通苗ではほぼ健全な割合がコンテナ苗に比べ低かった。また、普通苗は枯死率がいずれの試験区でも3種類の苗木の内でも高かった。

## P2-051 多雪地帯におけるスギコンテナ苗の雪圧倒伏と回復過程

渡部公一・宮下智弘・上野 満

山形県森林研究研修センター

スギコンテナ苗の育成技術は年ごとに向上しているが、現状のコンテナ苗はいわゆる徒長苗が多い。多雪地帯において、このような苗がどの程度雪の影響を受けるかについては、苗木の規格を検討するうえで重要な課題と考えられる。そこで秋に植栽し、2年間の成長期を経過した試験地において、雪圧による倒伏量とその回復量を調査した。試験地は標高170mの北東向き斜面にあって最大積雪深は約2mである。2年生及び3年生のコンテナ苗と3年生普通苗を植栽し、5月、6月、8月、12月に成長量及び雪圧害によって生じた曲がりの矢長と角度を測定し、傾幹幅を求めた。植栽時の苗長平均値は2年生コンテナ苗、3年生コンテナ苗、普通苗の順に、44.2、66.5、37.6cm、根元径は4.9、7.0、8.5mmであった。2成長期後の傾幹幅は、普通苗、2年生コンテナ苗、3年生コンテナ苗の順に小さく差が認められた。樹高成長量も普通苗、2年生コンテナ苗、3年生コンテナ苗の順で大きかったが、幹折れなどを除いた健全率はどの苗木も80%前後で同程度であり、現時点では徒長気味のコンテナ苗を植栽しても成林に影響するような被害はなかった。しかし重心が高い苗木は、立ち直りが遅れて後までその影響が残った。

## P2-053 清水公社造林地内に見られる飯豊スギの萌芽更新について

五十嵐正徳<sup>1</sup>・平田恒雄<sup>1</sup>・夏井 功<sup>1</sup>・荒井浩二<sup>1</sup>・小澤 創<sup>2</sup>・高橋 誠<sup>3</sup>

<sup>1</sup>社団法人福島県林業公社会津事業所・<sup>2</sup>福島県林業研究センター・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター

スギの萌芽更新は全国の多雪地帯などに点在して見られることが報告されている。また、スギが伏条して発根する特性をもつことも周知のことである。しかし、針葉樹は広葉樹に比べ萌芽しにくく、スギもその例外ではない。当林業公社会津事業所管内には、昭和40年代後期に前生樹の飯豊スギ(天然スギ)を含む皆伐跡地に新植した造林地がある。飯豊スギとは、飯豊山(標高2105m)の麓に位置する喜多方市山都町一ノ木地区・早稲谷地区に主に自生する天然スギを指して呼称している。新植して数年経過後、至る処の飯豊スギの伐根から数本にも及ぶ萌芽枝が発生していることを確認した。試行的に萌芽整理を行って今日に至っている林分があるが、林地には根茎から発生して成長したと思われるひこばえも多く混在し、新植した実生苗と萌芽枝の明確な区分が現在では困難な状況になっている。このため飯豊スギの萌芽発生が見られる現地に200㎡(20m×10m)のコドラートを設け、区域内全ての個体のDNA分析を行なってクローンと実生苗の区分を行うとともに、同一クローンの分布状況を識別した。

## P2-052 植栽直後に倒伏したスギコンテナ苗のその後の回復と成長

永英年・山川博美・野宮治人

森林総合研究所九州支所

近年、針葉樹人工林の新植用苗木にコンテナ苗の利用が進められている。育苗時の灌水や施肥の方法によっては地際直径に対して苗高が高い苗木が生産され、このような苗木を植栽した場合に発生する倒伏が問題となることがある。本研究では、300cc マルチキャビティコンテナで育苗され、苗畑に植栽した約500本のスギ挿し木苗(苗高43~75cm、地際直径3.0~7.5mm、比較苗高(H/D)62~180)について、植栽直後の倒伏角度( $\theta$ )とH/Dとの関係、1生育期経過後までの倒伏からの回復ならびに成長を調べた。半数以上の個体は $\theta$ が30°以上であり、1割強では70°以上と大きく倒伏していた。H/Dが80~110の範囲にあった個体では $\theta$ が30°以上のものが約2割出現し、H/Dのさらなる増加に対して $\theta$ が大きい個体の割合が増大した。1生育期経過後には、倒伏していた多くの個体はほぼ直立し、 $\theta$ が30°以上の個体は数個体のみであった。樹高成長は植栽時の比較苗高が小さい個体ほど、反対に直径成長は同値が大きい個体ほど高い値となる傾向があった。植栽後の苗が大きく倒伏せず、植栽当年の速やかな樹高成長を期待するのであれば、植栽時の比較苗高を80以下に抑えることが望ましいと考えられた。

## P2-054 カシノナガキクイムシに穿孔されたウバメガシの伐り株における萌芽発生量

中森由美子・栗生 剛

和歌山県林業試験場

【目的】カシノナガキクイムシ(以下、カシナガ)による穿孔被害林分の更新手法を検討するため、カシナガの穿孔がウバメガシの萌芽発生量にどのような影響を与えるのか調べた。【方法】調査地は和歌山県串本町のカシナガ穿孔被害林伐採地3林分(串本A,B,C)である。伐採1年後にウバメガシの伐採株(29~42株/林分)を対象に伐根径、発生萌芽枝数を測定した。伐り株表面の穿入孔、切断面の孔道、穿孔によりできた樹木の防御物質のしみのいずれかがある幹を穿孔有と区分した。【結果】穿孔幹率(穿孔幹数/調査幹数)は串本A64%、串本B79%、串本C51%で、どの林分も半数以上の幹に穿孔がみられた。萌芽株率は串本A、Bで90%を超えており、穿孔の有無に関わらず生存率が高かった。串本Cの萌芽株率は64%であったが、97%以上の幹に萌芽発生痕がみられた。串本A,Bの穿孔有の萌芽枝数は穿孔無よりも多かったが、串本Cでは穿孔の有無による萌芽枝数に違いはみられなかった。串本A,Cとも穿孔数と萌芽枝数に相関関係はみられなかった。以上から、カシナガ穿孔の有無がウバメガシ生存木伐採後の萌芽発生に及ぼす影響は小さいと考えられた。

P2-055 広葉樹造林地におけるシカによる剥皮状況の違いにシカ密度・嗜好性・樹木のサイズが与える影響

飯島勇人

山梨県森林総合研究所

近年全国で個体数が増加しつつあるニホンジカが、広葉樹造林に与える影響を明らかにするため、山梨県内の24箇所の広葉樹造林地における剥皮発生状況（ただし、天然更新木を含む）を2013年夏季に調査した。各調査地のサイズは10×40mで、調査地内の胸高直径が3cm以上の全個体の周囲長と剥皮率（周囲長に対する剥皮された部分の割合）を調査した。剥皮は、11年前の当該調査地におけるシカ摂食の発生の有無によらず現在のシカ密度が高い調査地で、サイズが小さい個体で発生しやすかった。また、調査した樹種の中では、アブラチャン、ウリハダカエデ、エンコウカエデ、オガラバナ、キブシ、ズミ、ホオノキ、ミズキは剥皮されやすく、クリ、サンショウ、シラカンバ、タカネザクラ、ダケカンバ、ブナ、ミヤマザクラ、ヤエガワカンバは剥皮されにくい傾向にあった。カツラ、ケヤキ、ミズナラ、ヤマハンノキなどは、これらの中間程度の剥皮されやすさであった。広葉樹造林を行う際は、造林箇所の現在のシカ密度や植栽樹種を考慮する必要がある。

P2-057 富士山北麓のシラベ人工林列状伐採地に植栽された落葉広葉樹5種の生残

長池卓男<sup>1</sup>・松崎誠司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山梨県森林総合研究所・<sup>2</sup>富士森林施業技術研究所

シラベ人工林列状伐採地に植栽された落葉広葉樹5種（ブナ、ミズナラ、ヤマハンノキ、イロハモミジ、ヤマザクラ）の生残を調べた。2013年に、植栽後2-6年経過した植栽列156列を対象に、20m×5mの調査区を設定して、植栽木の生残を調べた。植栽列の幅は平均11m、長さは平均150mであった。植栽列ごとの平均枯死率は24%で、植栽後2年目が34%で最も高く、植栽後4年目が14%で最も低かった。樹種ごとの平均枯死率は、ヤマハンノキが46%で最も高く、ミズナラが8%で最も低かった。全体と各樹種の枯死率に及ぼす要因をロジスティック回帰によって解析したところ、植栽列の幅が広いと全体およびヤマハンノキの枯死率は増加していた。また、植栽後の年数が経過するほどイロハモミジとヤマハンノキの枯死率は増加していた。植栽列には、カラマツとヤマハンノキが天然更新していたが、枯死率が高い植栽列ほどこれらの天然更新木が多い傾向は見られなかった。

P2-056 獣害を受けたクヌギ植栽林分での植栽木の成長

岡本卓也・渡邊仁志・田中伸治

岐阜県森林研究所

【目的】獣害が樹木の成長に与える影響を明らかにするため、植栽直後にイノシシによる掘り起しや引き抜き（獣害）を受けたクヌギの生育状況を調査した。

【方法】岐阜県美濃加茂市（標高250m）のクヌギ植栽地（2009年3月植栽、4000本/ha）に3調査区（144~226m<sup>2</sup>）を設定し、2009年（植栽直後）、2011年（獣害発生直後）、2012年および2013年に植栽木の生残と成長を調査した。獣害は2011年2月に発生し、同月に獣害を受けた植栽木を再植栽した後、高さ1.0mの侵入防止網で植栽地を囲った。

【結果】獣害は半数の植栽木に発生していたが、その多くは枯死しなかった。いずれの調査区でも、植栽木の樹高成長が認められた。獣害の有無によって樹高の成長量を比較すると、成長量が小さい調査区では獣害を受けた植栽木の成長量が小さかったが、成長量の大きい調査区では成長量に差は認められなかった。このことから獣害発生後、速やかに獣害対策を実施し再加害を防ぐことにより、クヌギの生育適地においては植栽木の成長に対する獣害の影響を少なくできると考えられた。

P2-058 群状伐採地に植栽された落葉広葉樹苗木の成長

田中 格

山梨県森林総合研究所

群状伐採が針葉樹人工林を針広混交林へ誘導する伐採方法として適するか否かを検討することを目的として本研究を行った。試験林は標高550mの南東斜面に位置するスギ・ヒノキ人工林で、伐採時林齢が55年、伐採時のha当り本数が1239本、平均胸高直径が28.5cm、平均樹高が25.8mであった。試験林で30m×30mの群状伐採を行い、ケヤキ、クリ、コナラの3種を樹下植栽した。樹下植栽に際して混植はせず1試験区に1樹種を植栽した。植栽3年後の各樹種の苗木の平均樹高を測定し、樹種間で比較するとともに、山梨県有林の追跡調査結果に基づき計算された、皆伐地に造林されて3年を経過した苗木の地位上および中における平均樹高と比較した。その結果、樹種間の樹高はコナラ<ケヤキ<クリとなり、皆伐地との比較では、ケヤキ、コナラの樹高が地位中<群状伐採<地位上となり、クリでは群状伐採地の樹高が地位上、中いずれの樹高も上回っていた。以上の結果から、群状伐採地に植栽された苗木は皆伐地に植栽された苗木と比べて大きく劣ることがない成長を示していることが明らかとなり、群状伐採が針葉樹人工林を針広混交林へ誘導するのに適した伐採方法の1つである可能性が示唆された。

P2-059 東京大学樹芸研究所内 22 年生ユーカリ属 6 種  
造林地の成長経過

澤田晴雄・辻 和明・辻 良子・小林徹行・井上広喜・鴨田重裕  
東京大学大学院 農学生命科学研究科附樹芸研究所

【目的】ユーカリ属樹木の中から大径材生産に適する樹種を選抜する。\*\*\*\*【方法】面積 0.28 ha に 1992 年に植栽したユーカリ属 6 種、計 607 本を、2000 年と 2013 年の 2 度、胸高直径 (DBH) と樹高を測定して 6 種の成長経過を比較した。\*\*\*\*【結果】生存率は、2000 年に *Eucalyptus nitens* (EN)、*E. maidenii* (EM)、*E. elata* (EE) が 56~62%、*E. globulus* (EG)、*E. piperita* (EP)、*E. radiata* (ER) が 26~36% であったが、2013 年には EE が 43%、EM が 36% で 6 種の中では高く、他の 4 種は 7~20% で低かった。2000 年の材積は EE、EG、EM、EN が 76~88 m<sup>3</sup>/ha、EP が 23 m<sup>3</sup>/ha、ER が 17 m<sup>3</sup>/ha であったが、2013 年の材積は EE が 688 m<sup>3</sup>/ha、EM が 332 m<sup>3</sup>/ha、EN が 281 m<sup>3</sup>/ha、EG が 248 m<sup>3</sup>/ha、EP が 97 m<sup>3</sup>/ha、ER が 39 m<sup>3</sup>/ha となっていた。2013 年の各樹種の最大 DBH と DBH が 30 cm 以上の個体の本数密度は、EE が 69 cm で 259 本/ha、EM が 49 cm で 143 本/ha、EN が 45 cm で 208 本/ha、EP が 42 cm で 50 本/ha、EG が 36 cm で 97 本/ha、ER が 30 cm で 49 本/ha であった。以上の結果から大径材生産には EE が最も適し、次いで EN、EM が適しているものと考えられた。

P2-061 郷土種を用いた緑化における植栽木の 4 年間の  
成長と生残

川口英之・荒木希美  
島根大学生物資源科学部

鳥取県立むきばんだ史跡公園では、弥生時代の集落の野外展示から事務所建物と駐車場を隠し、野外展示にいたる園路を郷土種からなる森林内の小道とすることを目的として、公園内と周辺で採取した種子から育てた苗木が植栽された。面積 1100 m<sup>2</sup> に、常緑広葉樹、スダジイ、シラカシ、アカガシ、タブノキ、ヤブニッケイ、シロダモ、ヤブツバキ、落葉広葉樹、コナラ、クリ、ヤマザクラ、イヌシデ、エゴノキ、クロモジ、13 種 598 本が 2009 年 3 月に植栽された。生残数は植栽 1 年後から 3 年後に 27 本、41 本、26 本減少した。4 年後では 3 本減少しただけでほぼ定着した。常緑樹の減少数はどの期間でも落葉樹の 2 から 3 倍多く、4 年後の生残率は落葉樹 90% に対して常緑樹 77% であった。常緑樹の種ごとの生残率は 91% から 30% の範囲にあった。生残数を確保するためには落葉広葉樹は有効と考えられた。植栽 2 年後には積雪により植栽木の 44% に幹折れが生じたが、この被害は死亡要因とはならず、萌芽する性質のある郷土種を用いた利点といえた。低木種で株立ちとなるクロモジを除くと、幹の肥大成長、伸長成長ともに、落葉広葉樹のほうが常緑広葉樹よりも大きかった。

P2-060 豪雪地の山腹工施工地に植栽されたブナ、ダケ  
カンバとハンノキ類の初期成長の比較

相浦英春・長谷川幹夫  
富山県農林水産総合技術センター森林研究所

【目的】多雪山地の崩壊跡地における木本による緑化方法として提案した、ブナ、ダケカンバ (目的樹種) とハンノキ類 (肥料木) の混植が実施された施工地における、森林の再生状況を検証する。【方法】調査は富山県南砺市利賀村奥山地区の崩壊跡地の山腹工施工地を対象とした。ここでは比高 6 m 間隔で階段工と土留め工が施工され、その間の法面には丸太枠工が施工された。1991 年と 1998 年に階段工、土留め工の段上平坦面の上下 2 列に、1 m 間隔でブナ、ダケカンバとハンノキ類が交互に植栽された。2013 年 6 月にこれらの植栽木の生育状況を比較調査した。【結果】1998 年に植栽が行われた施工地 (15 年目) では、ダケカンバはハンノキ類と遜色のない樹幹長 3~4 m に成長していた。ブナはこれらと比べると樹幹長は小さく、平均樹幹長は 2 m 程度であった。また、1991 年に植栽が行われた施工地 (22 年目) のブナは、隣接するハンノキ類や後から侵入したヤナギ類等と比較して、樹幹長の差は認められなかった。ここでは、ハンノキ類-ブナ、ダケカンバの二段林型を第一段階の目標としていたが、すでに目的樹種と肥料木の樹幹長が拮抗し、その次の段階へ進みつつあると判断された。

P2-062 沖縄島北部の人工造林地における侵入樹種が植  
栽木の成長に及ぼす影響

谷口真吾<sup>1</sup>・加藤嘉一<sup>2</sup>・松本一穂<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>琉球大学農学部・<sup>2</sup>沖縄県庁

【目的】前生樹の切株由来の萌芽個体と残存林からの散布種子由来の実生個体を合わせた侵入種の種組成、成立本数、植栽木との成長競争に及ぼす下刈り、除間伐の影響を考察し、亜熱帯林の森林再生に考慮すべき保育施策を示した。【方法】沖縄島北部の亜熱帯二次林において 2 年生、14 年生、24 年生、29 年生の人工造林地 4 林分を抽出し、4 m × 40 m のプロット計 12 プロットの毎木調査を行った。4 林分とも施業歴は同じであり、下刈りは 5 年間、植栽後 3 年間は年 2 回、その後は年 1 回実施、育成天然林施業 (除間伐) は植栽後 12~15 年と 20~25 年の間にそれぞれ 1 回実施された。【結果と考察】4 林分 12 プロットの測定個体数は 1,343 本、うち植栽木は 7 種 511 本、残りの侵入種 62% は萌芽 25 種、実生 30 種であった。侵入種は造林樹種であるイジュ、イスノキ、センダン、エゴノキ、ホルトノキを含めイタジイ、タブノキ、ハンノキなど用材価値の高い有用樹の出現頻度が高かった。育成天然林施業が実施されると侵入種の種数と成立本数は顕著に低下した。4 林分とも植栽木と侵入種の成長に大差はなかった。育成天然林施業は種多様性を低下させるので、侵入種の樹種特性を考慮し選択的に除去する必要がある。

## P2-063 イジュ人工林の若齢段階における保育方針について

高嶋敦史

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

イジュは、近年沖縄県の主要造林樹種となっているが、知見不足から植栽後の適切な保育や密度管理が行われていない。VI～VII 齢級の林分も増えてきた現在、それらの保育方針を示すことは喫緊の課題である。そこで本研究では、まず無除間伐の 33 年生イジュ人工林に 0.06 ha の調査区を設け、侵入種も含めた林分構造を調査した。その結果、全種合計で幹本数密度は 5,600 本/ha (うちイジュ 1,867 本/ha)、ha あたり樹冠投影面積も 2.03 ha (うちイジュ 0.75 ha) と、侵入種が極めて高い密度を示していることが判明した。そこで、調査区の半分 (0.03 ha) で、イジュ健全木を優先しつつ侵入種も含め幹本数密度が 3,000 本/ha になるよう試験的な除間伐を実施した。その結果、イジュは 1,833 本/ha が残ったが、本数割合では全種合計の 61% にしか及ばなかった。また、侵入種も含め上層木平均樹高 11.3m、相対幹距 16.1% の林分が得られたが、現場では林分密度がやや疎になりすぎた印象を受けた。既往の研究では、イジュ人工林はまず III 齢級時に相対幹距 15% 程度をめどに密度管理することが推奨されているが、本研究の VII 齢級無除間伐林でもまず同 15% 程度をめどに密度管理することがふさわしいと考えられた。

## P2-065 ナラ枯れ跡地にコナラ実生は更新しづらい? — 光環境変化への適応に着目して —

江口則和・中島寛文・山下 昇

愛知県森林・林業技術センター

【はじめに】ナラ枯れ跡地でナラ類の再生を求める声は少なくない。先行研究で、被害地におけるコナラ実生について、枯死木を放置した「放置区」や枯死木のみを除去した「除去区」では、ナラ枯れ予防のために枯死木除去+周辺樹木の除間伐を行った「防除区」よりも優占度が顕著に低かったが、この原因は未検討だった。そこで本研究では、コナラ実生の光環境への適応能力に着目し、コナラ林再生のための知見を得ることを目的とした。【材料と方法】コナラの集団枯死が収束した愛知県内の県有林 2 か所を対象とした。当年生コナラ実生を各整備区から 10 個体ずつ選び、立地環境及びその個体の生理的・形態的なパラメータを調べた。【結果と考察】光量子束密度は放置区、除去区、防除区の順で大きくなったものの、光合成系の集光機能の大きさに処理間で違いは認められなかった。また個体の全乾重量は、放置区・除去区が防除区より低かった。以上から、放置区・除去区で優占度が同様に低かったのは、コナラ実生の暗環境への適応能力が低いためだと示唆された。コナラ林再生には枯死木を放置したり除去したりするだけでは不十分であり、除間伐など光環境の改善が必要だと考えられた。

## P2-064 阿寒国立公園内のアカエゾマツ天然林の林分構造と更新

寄元道徳<sup>1</sup>・平山貴美子<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>京都府立大学大学院生命環境科学研究科

アカエゾマツは北海道の造林樹種の一つとして広く植栽されてきている。しかしながら、釧路・根室といった地域等におけるアカエゾマツの造林は、寒害等によって、芳しくないところが少なくない。本研究では、アカエゾマツの更新特性の把握によって新たな造林技法へ繋げる情報を得ることを目的に、火山噴出物堆積地に成立したアカエゾマツ林 (北海道弟子屈町) に調査区 (100 m×100 m) を設け、稚幼樹 (0.5 m ≤ H、DBH < 5 cm) から成木までを対象として、種名、DBH 或いは樹高、位置を記録する一方で、成長コア等も調べ、解析した。その結果、調査したアカエゾマツ林の林冠層個体群は 160 年ほど前に一斉更新し成立したものであることが分かった。一方、著しく偏った分布を示したアカエゾマツの稚幼樹個体群 (3 サイズ階に区分) は、いずれも同所的に更新していた。また、立ち枯れ・幹折れしたアカエゾマツ林冠木や現在そして近過去まで生きている (た) シラカンバ林冠木とは共に独立的な分布関係を示した一方で、ミズナラ林冠木 (生木) とは近距離で有意な親和的分布関係を示した。発表では、これらの結果等を踏まえて、技法開発へ向け検討する予定である。

## P2-066 トドマツ壮齢人工林における車両系林業機械の走行わだち上と隣接部の林床植生

倉本恵生<sup>1</sup>・飯田滋生<sup>1</sup>・藤田 玲<sup>2</sup>・橋本 徹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>草花堂

緩傾斜地の多い北海道などの地域では、車両系機械の林内作業によって伐採・搬出作業を効率的かつ安全に行うことができる。一方、機械が林内を直接走行することで、土壌の締め固め、あるいは引きはがし等の地表攪乱が懸念される。これらの地表攪乱は、林床植生の発達にも影響を与えることが予想されるが、その実態は明らかにされていない。間伐は林床への到達光量を増加させるので、一般に林床植生の発達を促進するが、この過程で間伐作業に用いられる機械の走行がどのように影響するかは明らかにされていない。そこで本研究では、40 年生の平坦なトドマツ人工林に列状間伐を行ったうえで、車両系林業機械 (建機) を実験的に走行させ、機械の走行わだちと隣接する非わだち部分の植生を調査した。攪乱を避けるために積雪時に人力で列状伐採・搬出して林内走行路を 2 列設けたのち、夏期に建機を同じ速度で同じ場所を踏むように 2 ないし 5 往復させ、翌年夏に植生調査を行った。全体として、間伐によって走行路の地表植生が増加し、このうちわだち部分では隣接する非わだち部分に対して、スゲの一種、オオチドメ、シロツメクサなどの種が増加していた。

P2-067 針葉樹人工林へ侵入した竹の伐採が広葉樹の更新に与える影響—伐採翌年の前生稚樹および当年実生の更新に与える影響—

小谷二郎

石川県農林総合研究センター林業試験場

【目的】タケが侵入した針葉樹人工林で、タケ伐採翌年での広葉樹の更新状況を調査し、タケ伐採の効果を検討した。【方法】調査地は、石川県内20か所の針葉樹人工林（主にスギ林）である。2012年にタケを伐採した林内に10m×10mのプロットを設置し、翌年秋に広葉樹の生存と成長を調査した。【結果と考察】タケを伐採した後に残った針葉樹は300~2700本/haであった。タケを伐採する前の林内は暗く、前生樹として残っていたのはシロダモ、スタジイ、ウラジロガシなどの常緑広葉樹がほとんどであった。これらは、タケ伐採翌年も秋までほとんど生存していた。一方、アカメガシワ、カラスザンショウ、ネムノキなどパイオニア樹種の実生は、すべての地域で多数発生したが、皆伐地でのような旺盛な成長はみられなかった。また、落葉広葉樹の実生の中でも、コナラ、クリ、ヤマザクラなどは少数であったが多くの場所で出現し、パイオニア樹種と同程度の成長であった。以上の結果から、タケを伐採しても針葉樹が残っていることで、パイオニア樹種の成長には不利であったが、常緑広葉樹や比較的耐陰性の高い落葉広葉樹では生育が可能な環境が保たれていると考えられた。

P2-069 ヤナギバイオマス生産の効果的な施肥技術の開発

韓 慶民<sup>1</sup>・原山尚徳<sup>1</sup>・上村 章<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】2012年に固定価格買取制度がスタートし、北海道では、ヤナギは熱源として期待されている。本研究では、現時点での試算で生産コストのおよそ3割を占める施肥管理の効率化により、ヤナギバイオマスの栽培を実用化することを目的とする。

【方法】試験は北海道支所の環境調節棟で行った。2013年5月9日に4.8リットルのポットに鹿沼土：赤玉土を1：1に充填し、粒状の緩効性肥料4gを表面に撒き、長さ約20cm、直径約1.5cmのエゾノキヌヤナギの穂を植え付けた。6月11日に24ポットずつに追肥として粒状緩効性肥料を与えた。それぞれ対照区、低、中、高施肥区とした（窒素換算でそれぞれ76、125、175、200kgNha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>）。定期的に萌芽の数、直径、高さ、葉の枚数、クロロフィル指標などを計測し、8月29日に収穫して葉、枝、根の乾重量を分析した。【結果】対照区に比較して、追肥した施肥区では、穂あたりの枝・葉の収穫量を顕著に増え、施肥の効果が見られた。しかし、施肥量によって、枝のバイオマス量の差が見られなかった。一方、葉のバイオマスは高施肥区では一番高かった。葉の枚数などの生理パラメータと統合し、効果的・効率的施肥管理技術を提案する。

P2-068 バイオマス作物としてヤナギ年間1株当たり乾物収量0.5kgを得るために

上村 章<sup>1</sup>・原山尚徳<sup>1</sup>・韓 慶民<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】北方域での木質系バイオマスとして、ヤナギが有力視され、欧米諸国を含めその効率的な生産の研究が行われている。我が国においても実際の生産現場となるであろう耕作放棄地での植栽試験が開始されている。先行研究に応じて2万本/haの株を配置し、3年に1回の収穫で乾燥重量30ton（年間10ton）の目標を掲げている。そのためには、年間1株当たり乾物収量0.5kgを得る必要がある。しかし、北海道の栽培候補地では、成長面では、雑草との競争や食害、コスト面では整地、施肥管理など多くの問題があり、粗放的には目標は達成できないことがわかってきた。北海道ではオノエヤナギとエゾノキヌヤナギが、その成長量と広域的な分布から選ばれている。これまでの植栽試験の結果や問題点、欧米等のヤナギ生産方法を整理し、北海道に適したヤナギ低コスト生産を考える。【方法】オノエヤナギとエゾノキヌヤナギを植栽し、栽培の問題点を整理する。【結果】農業同様にマルチングや除草剤を用いた雑草管理が重要であることがわかった。本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業（基盤研究（C））の助成を受け実施した。

P2-070 東日本大震災後の海岸防災林に生育する木本の種構成

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

東日本大震災に起因する大津波は、東北地方の海岸防災林に壊滅的な被害を与えた。今後、海岸防災林の再生・修復に向けて植栽樹種の選定を検討していく上で、震災後の被害状況と生残する樹木の種構成を把握することは重要である。宮城県山元町の残存海岸防災林に生残する樹木の生残状況と広葉樹の種構成を明らかにするために、植栽樹種を含む大型樹木の生存率、過去の防災林造成後に移住した広葉樹の種子散布様式、これら広葉樹の種多様性に影響を与える林分要因について調査した。大型樹木の生残率は樹種間で有意差が認められ、ヤマザクラ、アカマツ、クロマツ、ヤシヤブシの順で生残率の平均値は増加した。広葉樹49種が確認され、有意に多い種子散布様式は被食型であった。一般化線形モデル（GLM）で解析を行った結果、広葉樹の種多様性は、0-0.5mおよび0.5-2mの階層で、海側の林縁からの距離との間に負の相関が検出されたが、大型樹木の枯死幹数および生残幹数との間には有意な相関は認められなかった。したがって、広葉樹の種多様性は大型樹木の枯死による林冠ギャップや生き残った大型樹木の周辺でパッチ状に高くなる傾向はみられなかった。

P2-071 仙台井土浦海岸林における 2011 年津波後の植生回復

林田光祐<sup>1</sup>・蜂谷瑞季<sup>1</sup>・坂本知己<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山形大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所

2011 年東北地方太平洋沖地震津波による攪乱後に植生がどのように回復するのかを明らかにすることは今後の海岸林の再生を考える上で重要と考えられる。そこで、クロマツの 9 割以上が枯死した仙台市井土浦の海岸林において津波攪乱 2 年後の植生の回復状況を調べた。防潮堤がある区域（有堤区）とない区域（無堤区）に汀線と直交したラインを約 250m 引き、4m<sup>2</sup>の方形区を各 18 か所設置して植生調査を行うとともに、ライン沿いの幅 2m の帯状区内のすべての木本個体を毎木調査した。植生調査での全出現種数は有堤区が 27 種、無堤区が 33 種で、特に海岸植物の種数は無堤区が有意に多く多様性に富んでいた。それに対し、木本は個体数と根元断面積合計ともに有堤区が無堤区の約 2 倍更新していた。ほとんど前生稚樹であると推定されたこれらの更新木は、クロマツが本数の約 9 割を占めたが、根元断面積合計ではニセアカシアが有堤区の 4 割を占めた。津波後の無堤区の平均堆砂深が有堤区の約 3 倍であったことから、攪乱の程度の差がこれらの結果をもたらしたと考えられる。また、両区ともに汀線からの距離や地形による植生変化は認められず、植生の成帯構造も攪乱されていた。

P2-073 Interactive effect of canopy and fluvial disturbances on sapling bank and species diversity in a montane riparian forest

Kazuhiko Hoshizaki<sup>1</sup>・Shinji Oki<sup>1</sup>・Tatsuro Akiyoshi<sup>1</sup>・Daisuke Hoshino<sup>2</sup>・Mitsue Shibata<sup>3</sup>・Michinari Matsushita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>秋田県立大学生物資源科学部・<sup>2</sup>国際農林水産業研究センター・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所

A high diversity of tree species in temperate montane riparian forests has been thought to be generated because of the unique disturbance regime, including canopy gap formation and fluvial disturbance, which provides various habitat conditions for regeneration (habitat niche segregation). Contrary to seedling establishment, habitat segregation for saplings remains untested. Thus, to determine if the composition and structure of the riparian sapling community is influenced by canopy and fluvial disturbances, we analyzed the distribution patterns of saplings for 31 canopy and subcanopy species in a temperate mixed-species deciduous forest. Saplings were found mainly on the disturbed sites compared with beneath-canopy sites. Based on relative densities in gaps vs. on fluvial deposits and cluster analysis regarding to light requirements, riparian habitat partitioning between species was suggested through differentiated preferences for the disturbance type x light requirement combination.

P2-072 2011 年新燃岳噴火後 3 年間の林床植生の変化

山川博美・山川博美・安部哲人

森林総合研究所九州支所

霧島山系の新燃岳は、2011 年 1 月 27 日に爆発的噴火を起こし、火口の南東側を中心に大量の火山灰が堆積した。この噴火による森林の樹木被害とその後の回復過程を明らかにするため、火口から南東側約 3km のエリアに、樹木被害程度の違いに応じて 50m×50m のプロットを 5 つ設置し、調査を継続している。噴火以前は、林冠にアカマツが優占しミズナラなどの落葉広葉樹が混交する林であったが、アカマツが噴火による被害が大きく、多くの個体が枯死に至っている。一方、落葉広葉樹は噴火直後に枝先が枯れるなどの衰退がみられたが、現在では多くの個体で樹勢が回復している。さらに、DBH5cm 未満の個体についても調査を行った。霧島地域はシカの生息密度が高いため、シカの嗜好性植物であるミヤマキリシマやタンナサワフタギなどが優占していた。これらの個体は、噴火直後には枝先が枯れるなどの被害が観察されたが現在では回復しつつある。また、噴火後 3 年目には堆積した火山灰の上から、ノリウツギなどの実生の発生が観察されるようになった。本発表では、これらの林床植生の 3 年間の変化を明らかにし、今後の更新の可能性について議論する。

P2-074 シデコブシ自生地の皆伐 2 年後の萌芽更新

玉木一郎<sup>1</sup>・野村勝重<sup>2</sup>・野村礼子<sup>2</sup>・楯千江子<sup>3</sup>・小木曾未佳<sup>4</sup>・宮上佳弘<sup>5</sup>

<sup>1</sup>岐阜県立森林文化アカデミー・<sup>2</sup>みどりの会・<sup>3</sup>シデコブシと自然が好きな会・<sup>4</sup>多治見市役所緑化公園課・<sup>5</sup>多治見市役所環境課

シデコブシは東海地方に固有の低木種で自生地の植生遷移や開発により絶滅が危惧されている。本研究では皆伐後の同樹種の萌芽更新の過程を明らかにするために、岐阜県多治見市の自生地に 300m<sup>2</sup>の調査区を設置し、2012 年 1 月に皆伐した。1 年目と 2 年目の 11 月に、シデコブシを含む全樹種を対象に生存を記録し、萌芽数と樹高を測定した。シデコブシとタカノツメ、ノリウツギ、ソヨゴの 4 種は萌芽数が全体の 10% 以上を占めていたため、これらを同調査地の優占種とした。シデコブシは 1 年目に 12% の個体が死亡したが、2 年目には死亡は見られなかった。シデコブシの個体あたりの萌芽数の平均値は 1 年目で 10.2 本、2 年目で 11.6 本の値を示したが、有意差はみとめられなかった。他の優占種も同様の傾向を示した。シデコブシの 2 年目の樹高成長量は 1 年目の 0.56 倍と有意に低下した。他の優占種のうち、タカノツメでは有意に増加したが、ノリウツギでは有意に低下し、ソヨゴでは有意差はみとめられなかった。シデコブシとノリウツギではいくつかの個体で花芽が見られたため、繁殖への投資が樹高成長量を低下させた可能性が考えられた。

P2-075 西表島におけるマングローブの生態的地位に関する研究

渡辺 信

琉球大学熱帯生物研究センター西表研究施設

本研究では湛水頻度や光環境の違いが、主要なマングローブ樹種の生態的地位決定にどのように影響するのかを明らかにすることを目的とし、沖縄県西表島のマングローブ林を対象として生態生理学研究を行った。沖縄県八重山郡西表島のオヒルギ・ヤエヤマヒルギ混交林内に調査プロットを設置し、毎木調査とレベル測量、そして水分環境を把握するための水位測定を行い、当該林分の一年間の湛水時間を算出した。更に林分内の光環境を把握するために光合成有効放射 (PAR) と光質 (R/FR)、葉面積指数を測定した。その結果、本研究の調査対象としたオヒルギ群落の立地が一年間に湛水する割合は 10% 未満であったのに対し、ヤエヤマヒルギ群落の主な立地は 30~50% と高かった。陸域側でのヤエヤマヒルギの枯死個体が多いこと、オヒルギと比較してヤエヤマヒルギの生枝下高が際立って高いことから、オヒルギの被陰により、ヤエヤマヒルギの立地は光環境が良好な水域側に圧迫されていることが推察された。

P2-077 石狩カシワ海岸林における 2002 年~2012 年の林分動態

真坂一彦<sup>1</sup>・佐藤 創<sup>1</sup>・阿部友幸<sup>1</sup>・菅野正人<sup>2</sup>

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

北海道の海浜砂丘にはカシワ海岸林が成立しているところが多い。今回、石狩カシワ海岸林に 2002 年に設定した 200m×20m の固定調査地における、2012 年までの 10 年間の動態を報告する。

調査地設定当初、調査区内には 2088 本の立木 (複幹も含む) が標識され、そのうちカシワは 719 本、エゾイタヤは 880 本あった。それら 2 種の胸高断面面積合計はそれぞれ全体の 59.8%、24.0% を占めていた。カシワの dbh 頻度分布は 8-10 cm 階にピークをもつ一山型分布であり (最大 20.0 cm)、調査期間中のカシワの死亡は小径階に集中した。カシワのサイズ分布は汀線方向に向かって小径木が増える傾向があり、これはつまり汀線に近い区域で枯死が進んだことを意味する。直径成長量は期首 dbh に対して有意な正の相関があり、また RDGR-期首 dbh 曲線もデータの範囲内で x 軸 (RDGR=0) に達していない。既存の報告から、この石狩カシワ海岸林は、300 年よりは若い砂丘上に約 110 年前に更新した林分であると推察される。調査林分は建設相の途上にあり、今後、サイズ構造や種組成などの林分構造が大きく変化してゆくと推察される。

P2-076 本州海岸林における国内外来種オオシマザクラの野生化の実態

勝木俊雄・岩本宏二郎・島田和則・九島宏道

森林総合研究所多摩森林科学園

日本に野生のサクラ属は 10 種あるが、このうちオオシマザクラ (*Cerasus speciosa*) は本来伊豆諸島周辺だけに自生する樹木である。花が大きく観賞価値が高いだけではなく、成長が早く薪炭として利用できること、潮風に強く海岸でも生育できることなどの理由で古くから栽培されてきた。その結果、現在では自生地以外でも広く野生化が確認されている。一方近年では生態系に深刻な影響を与える侵略的外来種が注目されている。オオシマザクラについては、本来あるサクラの自生種との交雑が危惧されるほか、海岸林という特殊な環境への悪影響も心配され、国内外来種としての侵略性の評価が必要である。しかしサクラ属の樹木は形態が似ている上、雑種を作りやすく、正確な同定が困難であることから、野生化の実態は明らかではない。そこで、オオシマザクラによる海岸林の生態系への影響評価の予備調査として、全国の海岸林における野生化の実態について調べた。その結果、青森から鹿児島にかけての広い地域で野生化したオオシマザクラが確認できた。特に宮城から千葉の津波被害地では個体数が多く、侵略的外来種としての対策が必要と考えられた。

P2-078 京都市近郊林におけるブナ科 4 種の発芽特性：遷移段階が異なる林分での比較

平山貴美子・町田英美・山田怜史

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

京都市近郊林では、アカマツやコナラが優占する林からコジイを中心とする常緑広葉樹林へ遷移が急速に進んでいる。最近の研究により、同種親木の周囲では種子落下から発芽までの間においても菌類や捕食者による死亡などが多く見られ、発芽率に影響することが報告されてきている。京都市近郊林では遷移によりブナ科樹種の密度は林分により変化しており、それらの種子の発芽に影響を及ぼしている可能性がある。本研究では、京都市近郊林において出現するアベマキ、コナラ、アラカシ、コジイのブナ科 4 種を対象に、アベマキ・コナラの優占する遷移段階中期にあたる落葉広葉樹林とコジイの優占する遷移段階後期にあたる常緑広葉樹林において実験的に播種し、それらの発芽特性を林分間、樹種間で比較した。

落葉広葉樹林、常緑広葉樹林いずれにおいても、アベマキ、コナラ、アラカシは播種翌春に発芽したが、コジイは播種翌秋以降に発芽しはじめ、翌々年に発芽するものの方が多かった。アベマキ・コナラは林分間での発芽特性の差は殆どなかったが、アラカシ、コジイは、常緑広葉樹林で発芽が遅れ、最終的な発芽率も有意に低くなっていた。



P2-079 上層木の開葉フェノロジーが下層のブナ稚樹の生育に与える影響

加藤翔子<sup>1</sup>・小山浩正<sup>1</sup>・森 茂太<sup>1</sup>・今 博計<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山形大学農学部・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構林業試験場

天然林におけるブナの稚樹はブナ以外の広葉樹の樹冠下に多く、ブナ樹冠下やギャップ下に少ないことが報告され、その原因はブナ以外の広葉樹の開葉が、ブナに比べて遅いことにあると報告されている。しかし、その研究は稚樹の多寡を調べただけで、ブナ以外の樹冠下が稚樹の成育に適した環境かは確認していない。そこで本研究では、2005年にブナ樹冠下、ブナ以外の樹冠下、ギャップ下にブナ苗木を植栽し、その後8年間の成育状況を調べた。また、ギャップに稚樹が少ない根拠も明確ではなかったため、1ha方形区において上層タイプ、稚樹数、ササ高を調べることで、3者の関係を調べた。苗木の生存率・シュート伸長量はギャップ下で最も良好で、ブナ以外の樹冠下はそれに準じる結果を示し、ブナ下では半分近くが枯死した。しかし、ギャップ下で有意に高いササ高が観察され、林床の光量も通年で低い値を示したため、ギャップ下の稚樹はササ高を超えられないことが示唆された。ブナ以外の樹冠下では春先の林冠の開鎖が遅く、ササの繁茂も中庸であることから、光条件がササ高の上下ともに春先に良好となり、このことがブナ稚樹の集中する要因であることが示唆された。

P2-081 ブナ天然林における林冠樹種の違いがブナ下層木の生残と成長に与える影響

木下 秋<sup>1</sup>・赤路康朗<sup>1</sup>・牧本卓史<sup>2</sup>・宮崎祐子<sup>1</sup>・廣部 宗<sup>1</sup>・水永博己<sup>3</sup>・坂本圭児<sup>1</sup>・山本進一<sup>4</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・<sup>3</sup>静岡大学農学部・<sup>4</sup>岡山大学

本研究は、岡山県北部のブナ林を対象として、19年間の長期観測データからブナ下層木の生残および成長とその上層の林冠木樹種との関係を明らかにすることを目的とした。まず、ブナ下層木と林冠木の空間分布相関の解析より、ブナ下層木は、ホオノキ林冠木と同所的に分布し、ブナの下層木とは排他的に分布するように変化することがわかった。ホオノキ林冠下に存在するブナ下層木は、ブナ林冠下に存在するブナ下層木よりも生残率が高く成長量が大きかった。そこで、ブナ林冠下とホオノキ林冠下で光環境の季節的变化を調べたところ、ホオノキ林冠下ではホオノキの開葉が遅いため、春先にはブナが開葉したあとでもギャップに相当する光量が維持されていること、開葉後であってもブナよりも下層に供給される光量が多いことが明らかになった。以上から、ホオノキ林冠下がブナ林冠下に比べて、下層木にとって光環境の面では有利であり、ホオノキが林冠層に混交することがブナの更新を促進することが示唆された。

P2-080 ブナ老齢林におけるブナ実生同齡集団の成長・生残に影響を及ぼす環境および遺伝的要因

稲永路子<sup>1</sup>・松下通也<sup>2</sup>・鳥丸 猛<sup>3</sup>・中西敦史<sup>4</sup>・西村尚之<sup>5</sup>・戸丸信弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>秋田県立大学生物資源科学部・<sup>3</sup>弘前大学農学生命科学部・<sup>4</sup>愛知県・<sup>5</sup>群馬大学社会情報学部

光環境などの環境条件は、樹木実生の生存や成長に強い影響を及ぼすことがわかっている。加えて、実生の持つ遺伝的要因もその生存や成長に影響を及ぼしている可能性がある。本研究では、これら環境要因と遺伝的要因がブナ実生同齡集団における個体の成長および生残に及ぼす影響を調査した。鳥取県大山に設置された4haプロットの中央付近に50×50m実生区を設置した。解析対象は2006年の豊作に由来する実生427個体であった。2011年から2013年までの実生の成長量および生残を記録するとともに、遺伝解析用の葉試料を採取し、核SSR9遺伝子座を用いて実生の親子解析を行い、種子親を推定した。一般化線形混合モデルによる成長解析の結果、開空度、斜面傾斜、初期サイズが有意に正の影響を及ぼしていることがわかった。同様の生残解析では、開空度および初期サイズが有意に正の影響を及ぼしていることに加えて、ランダム効果として導入した種子親が有意に影響していることが明らかとなった。

P2-082 茨城県北部の広葉樹二次林内の木本稚樹の種数に林分配置が及ぼす影響

五十嵐哲也・正木 隆

森林総合研究所

針葉樹人工林による分断化が広葉樹林下層の高木稚樹の種数に及ぼす影響を明らかにする事を目的として研究をおこなった。茨城県北部の小川群落保護林とその周辺の広葉樹林の計13箇所にプロットを設置し、毎木調査(上木組成)および植生調査(樹高2m以下の高木稚樹組成)を行った。各プロットの高木稚樹の種数を従属変数とし、独立変数として分断化の指標(一定距離内の広葉樹林面積率、林縁長)、および林分構造の指標(上木の平均胸高直径、上木密度、低木層の被度および草本層の被度)を用い、GLMとAICによるモデル選択から、稚樹の種数に影響する因子を推定した。同一林内に種子源となる上木が存在する場合は、周辺からの種子散布の影響が不明瞭になるため、解析は林内に種子源が存在する種としない種とに分けて解析を行った。その結果、同一林内に種子源が存在しない場合、稚樹種数は50ha(半径399m)以内の広葉樹林率が低いほど少なく、特に風散布種、重力散布種が少なかった。一方、同一林内に種子源が存在する高木種では稚樹の種数に対する分断化の影響は見られなかった。

## P2-083 白神山地サンスケ沢における森林群集の構造

鳥丸 猛・檜垣大助・赤田辰治・石田 清

弘前大学農学生命科学部

森林群集内における樹木の空間分布パターンは、空間的に異質な環境状態およびそれらに対応した種の更新特性、種子散布様式、種内・種間関係などの生物的・非生物的要因の結果として形成されている。特に、集中的な空間分布は異質な環境状態に起因する「環境の篩」と種子散布様式に基づく「分散制限」によって規定されることが知られている。そこで、本研究は青森県白神山地サンスケ沢に設置された約 1.1 ha の固定調査区において成木（胸高直径 5 cm 以上の幹）の毎木調査および環境状態調査（ササとシダの被度、林冠状態、地形状態）を実施し、空間点過程モデルを用いて環境の篩と分散制限の重要性を評価した。その結果、主要構成樹種である 6 種（ブナ、イタヤカエデ、ハウチワカエデ、トチノキ、ホオノキ、ミズナラ）全てにおいてトーマス点過程と非定常ポワソン点過程を同時に考慮したモデルが採択され、環境の篩と分散制限が主要構成樹種の空間分布パターン形成に重要であることが明らかになった。さらに、本報告では環境の篩と分散制限を駆動する種特異的な更新特性・種子散布様式について検討を行い、群集形成に影響を及ぼす要因の相対的な重要性について考察する。

## P2-085 神奈川県小仏地域の水源地において混交林化に向けた間伐が林床植生に及ぼす影響

指村奈穂子・成瀬真理生・田村 淳

神奈川県自然環境保全センター

神奈川県では水源かん養や生物多様性の機能の高い森林を目指して、管理不足の私有林を水源林として確保し、間伐等森林施業を行っている。この水源林のスギ林、ヒノキ林、広葉樹林において、間伐履歴の異なる林分に 27 か所の調査地を設置し、林床植生と立地環境を調査した。一般化線形モデルから、林床植生の種数は、林床合計被覆率（植被＋リター）が高い林分や斜面上部で多く、林床植生の種多様度指数は、最近間伐した林分や斜面上部で大きい傾向が示された。正準対応分析では、スギ林は他の林分に比べて、谷に近く、林齢が高く、林床合計被覆率が大きい方向に序列化され、また間伐からの経過時間や斜面方位でも序列化された。林床における高木性樹種の定着状況は、間伐後の人工林ではヤマグワ、カラスザンショウ、ミズキなどの先駆的な鳥散布種が定着し、間伐から時間が経つと種数や個体数が増える傾向があった。神奈川県小仏地域の水源地では、間伐によって一時的に林床植生の種多様性が向上し、広葉樹が侵入、定着していることが明らかになった。

## P2-084 衛星ハイパースペクトルシミュレーションデータによる針広混交林の群落分類

中澤明寛<sup>1</sup>・小田川信哉<sup>1</sup>・大西正道<sup>1</sup>・武田知己<sup>2</sup>

<sup>1</sup>アジア航測・<sup>2</sup>宇宙システム開発利用推進機構

【目的】衛星リモートセンシングは、植物群落の空間的な分布を表す植生図の作成を効率化する有効な手段となる。これまで、植物群落の分類にはマルチスペクトルデータが用いられてきたが、針広混交林では分光反射特性が類似する群落の分類は困難な場面があった。そこで、衛星ハイパースペクトル（以下、HS）シミュレーションデータを用いた解析手法を検討した。【方法】使用した HS データは、航空機搭載型センサ CASI-3 のデータを用いて、打ち上げ予定の衛星センサ HISUI をシミュレートしたデータである。対象地域は、落葉広葉樹と主体として常緑針葉樹が混生する野幌森林公園の一部とした。検証データは、航空写真判読と現地毎木調査の結果から、衛星の解像度である 30 m 間隔で 6 つの群落に区分したデータである。解析手法には、機械学習のひとつであるニューラルネットワークを用いた。【結果】HS データによる解析結果は、トゥスルデータの分布と整合し、定量的な分類精度は全体精度 72 %、 $\kappa$  係数 0.63 であった。以上から、HS データと機械学習を組み合わせることで、針広混交林において広域の植物群落をマッピングできる可能性が示された。

## P2-086 種の多様性が高い場所で樹冠構造はより複雑か？—オオイタヤメイゲツ林において—

藤野大河・石田純一・水永博己

静岡大学農学部

種多様性の高い群落は高い生態系サービスを有し、森林においても、種多様性は土壌保全機能や、水源涵養機能といった多面的な機能と密接な関係があることが期待されているが、こうした多様性と森林生態系の機能の関係には不明な点が多い。ガスフラックスや林内微気象等の生態機能に関係の深い林冠構造が種多様性と生態機能の関わりに重要な役割を果たしているのではないかと考えられるが、種多様性と林冠構造との関係は未解明である。そこで、本研究では種多様性と林冠構造の複雑さとの関係を明らかにすることを目的とする。調査は、静岡大学南アルプス演習林（標高 1400 m、南東側斜面傾斜 10°～25°）内に 1.5 ha のプロットを設置し行った。このプロットはオオイタヤメイゲツが優占しブナが混交する多様性の高い太平洋側の冷温帯林である。胸高直径 5 cm 以上の個体を対象とした毎木調査のデータから Shannon-Wiener の多様性指数  $H'$  を 10 m × 10 m の区画ごとに計算し、多様性の空間分布を求めたのち、多様性の高い場所と低い場所の 30 m × 30 m の調査区を設定した。林冠の葉分布構造を地上から簡易に推定するために、落葉後の小枝の分布構造を 3D レーザースキャナを用いて測定した。

P2-087 種多様性を継承する legacy tree としてのヤクスギ老齢木の重要性

石井弘明<sup>1,2</sup>・南野拓也<sup>1</sup>・堀田佳那<sup>1</sup>・東 若菜<sup>1</sup>・高嶋敦史<sup>3</sup>・吉田茂二郎<sup>4</sup>

<sup>1</sup>神戸大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>California State University at Humboldt Forestry and Wildland Resources・<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>九州大学大学院農学研究科

屋久島では江戸時代に強度の伐採が長期的に行われ、その後一斉に更新した約 200 年生のスギ（高齢木）と当時伐採されなかった樹齢 1000 年以上のスギ（老齢木）が混在した異齡混交林が存在する。老齢木は樹形不良などの理由で伐採されずに現在まで残存しており、林業的には価値が低い。一方、老齢木には多くの着生植物が存在することから、森林の種多様性に寄与すると考えられる。そこで本研究では、高齢木・老齢木各 4 個体にロープをかけて登り、着生木本植物群落を調査した。その結果、老齢木に着生する木本植物の種数および個体数は、高齢木の 1.8~6 倍および 5~98 倍であった。調査プロット（100m×100m）内の地上と樹上の木本植物の多様度は同程度であったが、老齢木には地上には存在しない固有種のアクシバモドキやヤクシマシャクナゲを含む樹種が 5 種確認され、地上とは大きく異なる群落構造を示した。本研究の結果から、過去の伐採を免れた legacy tree としての老齢木を保護することは、ヤクスギ林の種多様性維持に貢献すると考えられる。

P2-089 結実調査はシードトラップそれとも双眼鏡？

崎尾 均

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

【目的】樹木の結実調査方法にはシードトラップにより面積当たりの種子落下量を測定する方法と、双眼鏡を用いて結実時期に目視で把握する方法がある。この二つの方法によって得られた結果の評価に関してはこれまであまり比較されたことがない。本研究では、19 年間にわたる結実量調査から、二つの方法によって得られた結果やコストを比較し、結実量調査を行う際の指針を示す。

【方法】調査地は埼玉県秩父市中津川の天然のシオジ林を対象とした。0.54ha のプロットを設置し、20 個のシードトラップを設置しシオジの結実量を測定した。また、この調査地内のすべてのシオジ個体の結実量を 10 月下旬に双眼鏡による目視で 5 段階評価を行った。測定は 1989 年から 2007 年まで行った。

【結果】結実周期に関して二つの調査手法の結果を比較したところ、林分単位ではほぼ同様の結果が得られた。シードトラップ法では個体ごとの結実量の把握ができないとともにコストがかかるという欠点がある一方で、数量的なデータが得られるとともに種子の稔性や虫害率の測定も可能である。以上のことから、研究目的、調査期間、コストを考慮した上で調査方法を定めることが必要である。

P2-088 クズがマント群落を形成する要因と資源利用のための現存量の把握

山下吉國・小山浩正・森 茂太

山形大学農学部

クズは光環境が良い場所を好み、マント群落の優勢な構成種である。他の植生や構造物を覆うため、植林地では造林木の生育を著しく阻害する。同種は北米でも深刻な問題を起こしている。もし、クズが他の産業で有効利用されるならば、同種の繁茂を制御する上で大きな貢献をするだろう。そのために、成長特性と現存量を把握する必要がある。一般に、つる植物は支持器官にコストをかけずに他の支持物に依存して登攀するため、支持物の有無で成長特性が異なる。支持物の無いシュートの 80.9% は分枝を生産しなかった。支持物に登ったシュートは全て分枝したが、その部位は登攀から下垂に移行する部位に集中した（1m あたりの分枝数は登攀部位  $0.4 \pm 0.5$  本、登攀から下垂に移行する部位  $4.1 \pm 2.3$  本、下垂部位 0 本）。支持物の無いシュートは、主に主茎を伸長させて支持物を探索し、支持物に登ると登攀から下垂に移行する部位から分枝を発生することで支持物を覆いマント群落を形成することが示唆された。有支柱区の現存量は最大で無支柱区の 6.1 倍だった。登ると分枝し易い性質のため、有支柱区の現存量が多くなったことが推察された。

P2-090 堅果サイズの変異を考慮したミズナラ堅果生産量の年次変動

東澤春菜<sup>1</sup>・小山浩正<sup>1</sup>・森 茂太<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所

ミズナラでは堅果数の年次変動だけでなく、堅果のサイズの変動が知られており、堅果数が多いほど大きくなると言われている。一般に、実生の定着には大種子の方が有利とされ、サイズの変動もミズナラの更新成功に大きく影響する。しかし、堅果生産の年次変動にサイズの影響を考慮した研究は行われていない。また、堅果数とサイズの関係に関する研究は短期間の調査によるものであるため、長期間多数林分のデータを用いてその関係を検証する必要がある。そこで本研究では山形県内 7 林分における 2003~2013 年のデータから、堅果数と堅果サイズの間関係を検証するとともに、サイズ別発芽率から発芽可能な堅果数の推定を試みた。7 林分中 6 林分で堅果数とサイズの間には有意な相関がみられなかった。これは堅果の数は多いがサイズが小さい例が存在したためと考えられる。また、発芽率はサイズに依存し、長径 15mm 未満は 10% 程度であったが、25mm 以上は約 90% という一定の高い値を示した。この結果から、数が多くても堅果サイズが小さい年には実生更新が困難であると推定された。サイズが変動する要因は明らかではないが、堅果の数のみで更新の成否を判断することはできないと示唆された。

## P2-091 スギにおけるマस्टィングのメカニズム

今 博計

北海道立総合研究機構林業試験場

【目的】スギでは雄花生産量が、夏期気温の年次差を用いると高い精度で予測できることが知られている。この予測方法ではメカニズムの考察はあまりされていないが、前々年の気象が前年の雄花生産に影響し、その影響を受けるためと考えられている。しかし、もし前年の生産量が当年の生産量に影響するのであれば、説明変数に前々年の気象条件を組み込むよりも、直接、前年の生産量を組み込んだ方が、予測精度は上がるはずである。【方法】本研究では、過去に報告されたスギの雄花・雌花生産量データを用いて、複数の予測モデルの比較を行った。応答変数は当年の雄花・雌花生産量で、説明変数は、前年と前々年の夏期の気象条件（7月、6-7月、7-8月、6-8月の日照時間、最高気温）、前年の繁殖器官重量である。GLMにより解析し、AICによりモデル選択を行った。【結果】雄花、雌花の生産量とも3変数（前年と前々年の6-8月最高気温、前年の繁殖器官重量）により説明でき、前々年の気温が直接、花芽分化に影響していることが示唆された。

## P2-093 神奈川県小仏地域において混交林化に向けた間伐が鳥類群集に及ぼす影響について

成瀬真理生・指村奈穂子・田村 淳

神奈川県自然環境保全センター

神奈川県では水源かん養や生物多様性の機能の高い森林を目指して、管理不足の私有林を水源林として確保し、間伐等森林施業を行っている。本研究では小仏地域の鳥類群集に及ぼす施業効果の検証として、間伐からの経過年数（間伐前、間伐後2年以内、間伐後3年以降）、林相（スギ、ヒノキ、広葉樹）による鳥類群集の違いを解析した。2013年8月から10月に50m方形区を19地点設置し、定点センサスを行った。その結果1時間当たりの出現種数と個体数は、間伐からの経過年数で区分すると、間伐前6種19羽、間伐後2年以内4種9羽、間伐後3年以降5種21羽となった。また、林相別ではスギ林4種10羽、ヒノキ林5種18羽、広葉樹林5種16羽となった。間伐後2年以内の出現種数と個体数が少なかった理由として、間伐の際に除伐をする場合もあり一時的に低木層が貧弱になったことが考えられる。林相別の出現種数は、一般的に広葉樹林の鳥類の種多様性が高いといわれているが、そのような結果は得られなかった。また、個体数はカラ類混群の通過量に影響することがわかった。本学会では2014年1月に既存の19地点を含む27地点で再調査を行った結果を加えて報告する。

## P2-092 トドマツの雌花序生産において年次間変動に影響を及ぼす気象条件

関 剛

森林総合研究所北海道支所

トドマツを含むモミ属樹種では、種子生産の豊凶は雌花序生産の年次間変動と深く関わっている。北海道においてトドマツは天然林の構成樹種であり、主要な造林樹種でもあることから、雌花序の年次間変動の予測方法は天然林管理、種子採取に関して重要な情報である。本研究では、トドマツ林冠木の樹冠上部の枝に残存する球果・発達中止した雌花および雌花芽の中軸を確認して雌花序の過去の年次間変動を推定し、線型混合モデルによって豊作に有効な要因を選択した。説明変数として、花芽形成年、その前年の気温、および兩年の気温差（花芽形成年の気温から前年の気温を引いた値）を用いた。雌花序の調査は、北海道・後志地域の中山峠付近で、トドマツ林冠木10個体の主幹から分枝して3-5年目に相当する枝の主軸を対象とした。調査対象の13年間のうち、雌花序の豊作は3回確認され、対象個体のほとんどによる開花がこの他に2回確認された。雌花序生産の豊作のきっかけとしては、6月における花芽形成当年と前年の気温差の正の効果が最も有効な要因として検出された。雌花序生産の年次間変動予測において、連続する2年間の温度条件を調べることの重要性が示唆された。

## P2-094 未熟果実での果肉除去は種子発芽を抑制する：鳥類によるエノキ果実食の季節的変異と散布後種子発芽パターン

吉川徹朗<sup>1</sup>・井鷲裕司<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>京都大学大学院農学研究科

液果植物の種子散布は、鳥類などによる果実採食とその後の消化器での果肉除去を経てなされる。鳥類による採食と消化のプロセスが、散布後の発芽パターンに及ぼす効果については多くの知見がある。だが、その効果が果実採食の季節的なタイミングによってどのように変化するかはほとんど不明である。

本研究では、長期間液果をつける樹種エノキ *Celtis sinensis* において、果実採食の季節的タイミングが発芽パターンに及ぼす影響に注目した。圃場での播種実験により、(1) 果実成熟段階（成熟/未熟）と果肉の有無（残存/除去）との組合せが種子発芽パターンに与える影響、および(2) 異なる播種タイミング（8・10・12月）が果肉除去後の種子の発芽パターンに与える影響を調査した。

その結果、成熟果実での果肉除去は発芽パターンにほとんど影響を与えないが、未熟果実では発芽率を大きく抑制することがわかった。一方、果実成熟後では、播種の季節的タイミングは発芽時期にわずかに影響するが発芽率には影響しないことがわかった。これらの結果は、エノキの発芽率に対する、果実成熟段階と果肉の有無との交互作用の存在を示している。

P2-095 モチノキの果実・種子生産量の年次変動がモチノキタネオナガコバチ個体群に及ぼす影響

高木悦郎・富樫一巳

東京大学大学院農学生命科学研究科

果実や種子生産量に大きな年次変動がある場合、それらを加害する昆虫の個体群動態はその影響を受けると考えられる。そこで、果実の生産量に大きな年次変動があるモチノキと、その種子を加害するモチノキタネオナガコバチ(以下コバチ)の個体群動態の関係を明らかにするために、野外調査を行った。

2009年～2012年の5月に、東京大学千葉演習林において、各モチノキ(n=26)から40枝をランダムに選び、着果量(雌花量)を記録した。また、6月と11月に、着果があった各モチノキから果実を15個ずつ採集し、種子ごとの寄生数を記録した。

二元分散分析から、枝あたりの着果量は、個体間( $F_{25,4056}=23.2, P<0.001$ )、年間( $F_{3,4056}=19.8, P<0.001$ )で有意に異なり、有意な交互作用があった( $F_{75,4056}=9.67, P<0.001$ )。個体ごとの着果量と寄生率の年次変動のクラスター分析の結果から、前半または後半2年に、着果量が多く、寄生率が高い個体、および4年とも着果、寄生率がない個体に分かれた。また、着果量と受精種子率、寄生率、健全種子率に有意な相関はなく(ピアソンの相関係数、 $P>0.05$ )、前年秋の健全種子率や寄生率も翌春の着果量には影響していなかった(GLMM、 $P>0.05$ )。

P2-097 白神山地高倉森におけるハウチワカエデ集団の父性繁殖成功

岡山 巧<sup>1</sup>・成田真智子<sup>2</sup>・原田拓真<sup>3</sup>・赤田辰治<sup>3</sup>・鳥丸 猛<sup>3</sup>

<sup>1</sup>弘前大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>青森県庁・<sup>3</sup>弘前大学農学生命科学部

樹木集団内の遺伝的構造は成長に伴う自己間引きにより弱まる場合ばかりでなく、厳しい環境条件下で集団を存続させるために血縁者同士の癒着により強まる場合も知られている。しかし、それら遺伝的構造が有性繁殖に与える影響について未解明な部分が多い。例えば、幹の密集は花粉媒介者を誘引して他殖を促進するが、一方、血縁個体の密集は隣家受粉による自殖の危険性を上昇させる可能性もある。そこで、本研究はハウチワカエデ集団を対象に集団内の遺伝的構造と父性繁殖成功を評価し、クローン形成の有性生殖への影響を明らかにすることを目的とした。2012年に青森県白神山地高倉森設置された固定調査区において、稚樹(胸高直径5cm未満、樹高30cm以上の幹)の毎木調査を実施し、マイクロサテライト遺伝子型を決定した。さらに、単一ラメートと複数ラメートから構成されているジェネットをそれぞれ識別し、各母樹から種子を採取した。その結果、491幹の稚樹から354個のジェネットが識別され、20m以内のラメートおよびジェネット同士に遺伝的構造が検出された。一方、種子の父性解析の結果、単一ラメートと複数ラメートによるジェネットの自殖率はそれぞれ6%と18%であった。

P2-096 大台ヶ原東部における森林構造とトウヒの花粉飛散

吉田沙織<sup>1</sup>・大江未奈美<sup>1</sup>・前田亜樹<sup>1</sup>・中井亜理沙<sup>2</sup>・津田吉晃<sup>3</sup>・石田 清<sup>4</sup>・木佐貫博光<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三重大学生物資源学部・<sup>2</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>3</sup>Uppsala University・<sup>4</sup>弘前大学

花粉飛散による遺伝子流動は、植物集団の遺伝構造に大きく影響する。また、風媒性樹木では、立木密度が受粉効率に影響を及ぼす。奈良県大台ヶ原では、かつて東部の高標高域を広く覆っていたトウヒ林において立木密度が顕著に低下し、森林の衰退が深刻である。本研究では、大台ヶ原で立木密度が異なる2つのトウヒ林分において、トウヒ成木の遺伝構造ならびに局所的立木密度がトウヒの自殖率などに及ぼす影響を調査した。各林分のトウヒ成木について7遺伝子座でマイクロサテライト解析を行い、遺伝構造を調べた。また、23個体の母樹について、トウヒ成木だけの局所的な立木密度と、林冠層に到達している全樹木の局所的な立木密度を測定した。さらに、各母樹30個の種子について、自殖率、2親性近親交配率を算出し、種子の父親推定によって花粉飛散距離を算出した。いずれの林分においても立木密度と自殖率との間には相関がみられず、2親性近親交配も確認できなかった。一方、花粉飛散距離は疎な林分の方が密な林分よりも長かった。立木密度は花粉飛散に影響を及ぼすものの、繁殖成功のパラメーターには顕著な影響は認められなかった。

P2-098 SSR分析に基づいた阿武隈山地のモミ天然林における雌性および雄性繁殖成功の年変動の把握

大谷雅人<sup>1</sup>・岩泉正和<sup>2</sup>・佐藤新一<sup>1</sup>・宮本尚子<sup>1</sup>・矢野慶介<sup>3</sup>・平岡宏一<sup>4</sup>・那須仁弥<sup>1</sup>・高橋 誠<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北海道育種場・<sup>4</sup>黒松内町ブナセンター

林木遺伝資源の生息域内保存を進めるにあたっては、集団内の遺伝的変異の維持機構を明らかにすることが重要である。本研究では、中間温帯林の主要な遷移後期樹種であるモミを対象として、花粉及び種子を介した遺伝的流動の様態を分析した。福島県いわき市の固定試験地(約1ha)の7地点において2002年、2005年、2010年に採取された自然散布種子のうち約650粒の胚と雌性配偶体、および試験地内の成木327個体について、SSR12遺伝子座における遺伝子型を決定した。種子散布量には豊作年と並作年の間で約5倍の差が認められたが(125.2~652.9粒/m<sup>2</sup>)、試験地外からの遺伝子流動の割合は調査した3繁殖年次間でほぼ一定であった(種子経由:約13~15%、花粉経由:53~57%)。種子親・花粉親として寄与した試験地内の成木の個体数や多様性についても、繁殖年次による差異は認められなかった。ただし、複数年にわたって種子親・花粉親として寄与した個体は3繁殖年次の寄与個体の数のそれぞれ60.3%、42.4%にすぎなかったことから、各成木個体の雄性・雌性繁殖成功は年次ごとに大きく異なることが示唆された。

P2-099 絶滅危惧種トガサワラの針葉と球果の形態の集団間変異

玉城 聡<sup>1</sup>・磯田圭哉<sup>2</sup>・山田浩雄<sup>3</sup>・中森由美子<sup>4</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関西育種場・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・<sup>4</sup>和歌山県農林水産総合技術センター林業試験場

絶滅危惧種トガサワラを効果的に保全するためには、地理的変異を明らかにする必要がある。そこで、自生地から採取した針葉と球果の形態を調査し、集団間変異について検討した。針葉の採取は、自生地6集団(大又、三之公、川又観音、千本山、安田川山、西ノ川山)について集団あたり15個体ずつ行い、個体あたり1年生の針葉30枚の長さ(幅)を測定した。球果の採取は3集団(三之公、川又観音、大塔山)で行い、集団ごとの個体数は6~10個体であった。個体ごとの球果数は3~15個であった。球果形態については、球果長、球果幅、絶乾重量、種鱗数、種鱗の長さ、種鱗の幅について測定した。得られたデータを分散分析し、推定した分散成分から要因ごとの寄与率を算出した。集団間変異の分散成分の寄与率は、針葉の長さで42%、針葉の幅で31%であった。球果の形態で集団間変異が最も大きかった形質は種鱗の長さ(寄与率:28%)であり、その他の形質の寄与率は20%未満であった。針葉長が最も小さかった川又観音の集団は、すべての集団と有意差があった。川又観音は自生地の中で年間降水量が最も少ない地域に位置しており、気象条件が形態変異に影響している可能性が考えられる。

P2-101 日本産樹木 DNA バーコーディング — 2012 年度—

吉村研介<sup>1</sup>・鈴木節子<sup>1</sup>・田中孝尚<sup>2</sup>・鈴木三男<sup>2</sup>・神保宇嗣<sup>3</sup>・伊藤元己<sup>4</sup>・舘田英典<sup>5</sup>・大谷雅人<sup>1</sup>・勝木俊雄<sup>1</sup>・津村義彦<sup>1</sup>・能城修一<sup>1</sup>・河原孝行<sup>1</sup>・吉丸博志<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>東北大学・<sup>3</sup>国立科学博物館・<sup>4</sup>東京大学・<sup>5</sup>九州大学

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 バルコード)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バルコードの標準とすることが決められている。日本産樹木を対象とした結果、rbcL部分配列(973種)は、種の同定能力は45%と低い、植物の属レベルの分類に有効であった。matK部分配列(649種)は63%の種が同定できた。2つの領域を合わせた結果でも、69%の種同定能力しか見られなかった。また、補足的領域とされているtrnH-psbA遺伝子間領域(929種)も調べた結果は、69%の種同定能力を示した。3つの領域を併せた結果は73%の種同定能力であった。rbcLとmatK部分配列は、遺伝子領域とすることもあり植物のDNAバーコーディングの基礎として好ましいが、この2つの情報だけでは種同定には情報量が不足している。また、イントログレーションや種分化の歴史が新しい分類群等、種を超えて同じ変異を共有している分類群があり、葉緑体DNAだけでは限界がある。現在のDNAバルコード領域で同定困難な種分類群については、核DNAなどでDNAバルコード領域を探索する必要がある。

P2-100 埼玉県入間地域の里山を構成するコナラの遺伝的多様性

齊藤陽子<sup>1</sup>・河原 渉<sup>1</sup>・康 才明<sup>1</sup>・高橋俊守<sup>2</sup>・大久保悟<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>宇都宮大学農学部

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、里山を構成するコナ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。

埼玉県入間地域のコナラ18集団で成木および実生(17のみ)、それぞれ約20個体の葉を採取した。それらを核SSR14座で解析し、各集団の遺伝的多様性および集団間の遺伝的分化の程度、遺伝構造を明らかにした。また、集団ごとに近隣樹林のパッチ数および樹林面積を算出し、遺伝的多様性との相関分析を行った。その結果、全ての集団の遺伝的多様性を示す指数は高い値であったが、実生集団は成木集団より有意に遺伝的多様性が低く、集団間分化の指数が高かった。また、集団間の系統樹では成木-実生の17ペアのうち10ペアが同じクレードに入った。一方、周辺樹林地の分布と多様性との間には関係がなかった。以上より、当該地域の里山はコナラの高い遺伝的多様性の保持の場として働いているが、将来的には遺伝子流動の制限により遺伝的多様性の減少と集団間分化が進む可能性があることが示唆された。

P2-102 野生キイチゴのde novoアセンブリ

三村真紀子<sup>1</sup>・山口勝司<sup>2</sup>・重信秀治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>玉川大学農学部・<sup>2</sup>基礎生物学研究所

日本国内に広く生育するモミジイチゴ(*Rubus palmatus*)のゲノム配列決定を行った。この種のゲノムサイズは230-250Mbp程度と推定されている。屋久島から採集したヤクシマキイチゴ1系統Pal03を解析対象系統とした。これまでの研究から、屋久島に生育するモミジイチゴの亜種ヤクシマキイチゴは、ホモ接合度が比較的高いことが分かっている。180bpのペアエンドライブラリと、インサート領域が3kbpのメイトペアライブラリを作成し、イルミナ社HiSeq2000を用いて対象種のゲノムサイズの86x coverage(推定)にあたる2.9億リード(100bp/リード)を取得した。新規ゲノムアセンブルには、ALLPATHS-LGを用いた。結果、ゲノムサイズは253Mbpと推定され、N50 contigが23kbp、N50 scaffoldが212kbpであった。Contigの総長は、232Mbpであり(ゲノムサイズの92%)であり、またScaffoldの総長は253Mbp(ゲノムサイズの100%)であった。今後RNAseqによるアノテーションを行い、キイチゴゲノム情報の基盤とする。

## P2-103 カエデ属の葉圏菌類の多様性

藤井正典・平尾聡秀

東京大学大学院農学生命科学研究科附属秩父演習林

葉圏菌類とは植物葉の表面や内部を生息場所としている真菌類の総称である。これら葉圏菌類は、宿主となる植物に対して共生や寄生といった様々な形で密接に関係していることが知られている。そのため、進化の過程で宿主植物の形態や物理化学特性が変化した場合、その種分化プロセスは宿主植物と葉圏菌類の関係に重要な影響を及ぼす可能性がある。そこで本研究では、日本の冷温帯で急速に種分化が進行したとされているカエデ属を対象とし、宿主植物の多様化が葉圏菌類の多様性に及ぼす影響の解明を目的とした。

2013年の8月下旬から10月上旬にかけて、東京大学秩父演習林内に自生するカエデ属20種を対象とした調査を行った。各種について10個体をそれぞれ選木し、各個体から健全な葉を10枚ずつ採集した。各個体の葉サンプルから直接ゲノムDNAを抽出し、複数遺伝子座の塩基配列解析に基づいて、カエデ属の種間系統関係を推定した。同様に、各個体の葉サンプル抽出DNAを用いて、真菌類のリボソームRNA遺伝子ITS1領域を対象とし、菌類群集の多様性を解析した。本講演では、これらのデータに基づいて、カエデ属の多様化が菌類の多様性に及ぼす影響を論じる。

## P2-105 ナラ枯れによるコナラの枯死が周囲の樹木の成長に及ぼす影響：大きなコナラに近いほど成長が良い？

畑 憲治・岩井紀子・澤田晴雄

東京大学農学部

ナラ枯れによるナラ類の枯死は、環境の改変などを介して周囲の樹木個体の成長パターンに影響を及ぼしうる。本研究では、ナラ枯れによるコナラ枯死個体のサイズと周囲の樹木個体との距離が周囲の樹木の成長に及ぼす影響を、ナラ枯れ前の成長を考慮して評価した。愛知県の東京大学附属演習林内に設置された1haの方形区における樹木個体の胸高直径(DBH)と座標データを利用した。ナラ枯れ発生後(2009-12年)のある対象個体の成長量(DBHの差)をナラ枯れ発生前(2006-9年)の成長量とコナラ枯死個体との競争指数(CI)で説明する一般化線形モデルを作成した。CIは、対象個体を中心とした任意の半径の円内に存在するコナラ枯死個体のDBHと対象個体までの距離から計算した。全樹木を対象個体として解析した結果、DBHの成長量とCIとの間に正の関係が見られた。主要種別に解析した結果、この正の関係の有無やその時に設定した半径は種によって異なった。以上から、(1)ナラ枯れによるコナラの枯死は周囲の樹木個体の成長を促進する、(2)この促進の効果は枯死したコナラのサイズとその距離に依存する、(3)この依存の程度は種によって異なる、ということが示唆された。

## P2-104 急峻な山岳地における樹木種の生息地分化とその系統的な背景

北川 涼<sup>1</sup>・三村真紀子<sup>2</sup>・森 章<sup>1</sup>・倉田薫子<sup>3</sup>・酒井暁子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>横浜国立大学大学院環境情報研究院・<sup>2</sup>玉川大学農学部・<sup>3</sup>横浜国立大学院教育学研究科

急峻な地形が発達する日本の山地では地形の構造を反映した複雑な森林の空間パターンが形成されることが知られている。このような空間パターンは、多くの場合、尾根—谷傾度に対応した樹種間の生息地分化によって説明される。しかし、これらは空間パターンの記載、現在のパターンを形成する直接的な環境要因についての研究に留まっており、地形傾度上のニッチ分化の進化的なプロセスには触れられていない。そこで、本研究では種間の系統的距離と地形傾度上の生息地の違いについて解析し、地形傾度上のニッチ分化の系統的な背景を明らかにすることを目的とした。その結果、樹木の分布に関しては尾根—谷傾度を主成分とする軸と斜面方位、傾斜、土壌深を主成分とする二つの主要な環境軸が抽出された。これらのうち、系統的距離との相関関係が見られたのは、斜面方位、傾斜、土壌深を主成分とする環境軸のみであった。したがって、地形傾度上の樹木種のニッチは、光、土壌などの植物にとってより基本的な環境要因に対応して分化してきたと考えられ、これまでの研究で指摘されてきた尾根—谷傾度上の生息地分化に対しては系統的な保守性が見られないことが明らかとなった。

## P2-106 山形県におけるナラ枯れ林の構造

柴田銃江<sup>1</sup>・上野 満<sup>2</sup>・八木橋勉<sup>1</sup>・齊藤正一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>山形県森林研究研修センター

東北地方のナラ枯れによる森林劣化の実態と再生見込みを検討するため、山形県においてナラ枯れ被害経過年の異なる広葉樹二次林の材積や組成構造を比較した。同県内の未被害林と、被害当年から18年まで経過した林分(合計29ヶ所)において出現種の生死と樹木サイズ等の測定をした。

その結果、未被害林の林分材積は平均370m<sup>3</sup>/haで、その90%はナラ類(主にミズナラとコナラ)で占められていた。ナラ枯れの被害は林分によって大きなバラツキがあるが、平均すると5年後までにナラ類の50%が枯死し、材積は220m<sup>3</sup>/haになった。被害後に生き残ったナラ類や他樹種の成長はそれほど大きくはなく、被害後10~18年経過した林分の材積はさらに少なく140m<sup>3</sup>/ha程度だった。これらのことから、森林現存量でみた場合には、ナラ枯れ被害は少なくとも10数年では回復せず、むしろ劣化が進むと考えられた。

P2-107 ナラ枯れによるギャップ発生と土壌の環境形成機能に対する影響について

龍谷泰行・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、ナラ枯れにより林内に形成されるギャップの密度や面積等を調べ、さらにギャップ形成による土壌の環境形成機能に対する影響を明らかにすることを目的とした。

滋賀県南部のコナラ林 10ha で、すべてのナラ枯れギャップを地図上に記録し、面積を求めた。そして、大きさの異なる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、土壌の硝化活性と CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の発生・吸収速度を測定した。

ナラ枯れにより形成されたギャップ数は 10ha 中 72 個、合計面積は 1.43ha であった。土壌の CO<sub>2</sub> 発生速度は、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対照区より高かった。CH<sub>4</sub> 吸収速度は対照区とギャップ区で変動が大きかった。土壌の硝化活性については区画間で変動が認められた。

P2-109 モンゴル国テレルジ国立公園の森林—草原移行域における *Larix sibirica* 林の構造的特徴

Li, Hao<sup>1</sup>・Kiyokazu Kawada<sup>1</sup>・Haruka Ohashi<sup>1</sup>・Sumya, Oyunsuvd<sup>2</sup>・Undarmaa, Jamsran<sup>2</sup>・Kenji Tamura<sup>1</sup>・Takashi Kamijo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学・<sup>2</sup>Mongolian State University of Agriculture

モンゴルでは、*Larix sibirica* が草原と移行帯を形成する。本研究は、テレルジ国立公園の *Larix* 林の構造を明らかにすることを目的とする。森林と草原の移行域の3ヶ所、連続した森林内の1ヶ所を調査地とし、移行域では草原から森林にかけてトランセクトを設置した。移行域の3ヶ所は、いずれも南向き斜面が草原で、北向き斜面が森林であり、連続した森林も斜面方位は北向きであった。調査項目は、毎木調査、実生調査、全天写真の撮影、土壌水分測定とした。移行域では、森林と草原の境界は明瞭であり、草原内に生育する *Larix* は大型の個体に限られた。また、森林側の *Larix* は、高密度であり、枯死立木も多かった。実生については、森林内には高い密度で存在したが、草原内にはみられなかった。このことは、南向きの草原では実生の定着が困難なことを示している。一方、連続した森林では、移行域の森林と異なり、*Larix* だけではなく、*Pinus sibirica* が多く、その稚樹もみられた。*Pinus* が連続した森林で出現した原因としては、森林自体の規模が大きく、種の供給源が残存し易かったことが関係している可能性がある。

P2-108 モンゴル北部におけるカラマツ林の発達と放牧活動との関係

武田一夫<sup>1</sup>・有馬遼子<sup>2</sup>・野堀嘉裕<sup>3</sup>・Lopez, Maximo L.<sup>3</sup>・石田祐宣<sup>4</sup>・瀧誠志郎<sup>5</sup>

<sup>1</sup>帯広畜産大学地域環境学研究部門・<sup>2</sup>日比谷アメニス・<sup>3</sup>山形大学農学部・<sup>4</sup>弘前大学大学院 理工学研究所・<sup>5</sup>秋田県立大学木材高度加工研究所

シベリアカラマツ (*Larix sibirica*) の森林が点在するモンゴル北部・ダルハド盆地では、伝統的に放牧が行われ、近年若木を食べるヤギの増加にも関わらず、森林と草原の境界で若木の集団発生が観察される。この集団発生時の森林発達に及ぼす放牧の影響を調べるため、室内発芽試験と現地調査を実施した。前者は、現地の種子を使って日本国内で水分と温度管理下で行った。後者は、林縁部にある若木の孤立群落を対象に、毎木調査・年輪解析・種子調査・食害調査などを 2005 年～2011 年に行った。これらの結果、集団発生は、年平均 36.7×10<sup>4</sup>個・ha<sup>-1</sup>の種子が散布され、気温 11℃ が 7 日間継続する 6 月中旬から 7 月上旬にリターや草本の中で月降水量が 20mm 以上あると、発芽率 5% 程度で起こる。生育密度が 7×10<sup>4</sup>本・ha<sup>-1</sup>以上あると、群落内側の若木は枝を食べられた草原側の若木が障壁の役割をして放牧圧から免れた。解放までの受難期間は、若木の樹高が 1m に達する発芽後 9 年程度とみられる。一方、光量子の観測結果から、樹高が 1m を超えた林床では、新たに発芽した稚樹は光不足のため成長できないことが判明した。このため、集団発生の期間は 9～13 年で終わり、樹高の揃った群落が形成される。

P2-110 マレーシアサラワク州の異なる土壌環境に生育する択伐残存林のバイオマス

田中憲蔵<sup>1</sup>・古谷 良<sup>2</sup>・二宮生夫<sup>2</sup>・服部大輔<sup>3</sup>・田中壮太<sup>3</sup>・櫻井克年<sup>3</sup>・Joseph Jawa Kendawang<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>愛媛大学農学部・<sup>3</sup>高知大学農学部・<sup>4</sup>Sarawak Planted Forest

マレーシアサラワク州のサバルとバライリンギン森林保護区で地上部と地下部のバイオマスを測定した。植生は低地フタバガキ林で、1980 年代に同程度の択伐を受けている。土壌は、サバルが砂質、バライリンギンは粘土質であった。各森林でプロットを作成し毎木調査を行った。地上部バイオマス (AGB) は同じ森林で得られたアロメトリー式 (Kenzo et al. 2009 JFR) より計算した。地下部のバイオマス (BGB) は、粗大根は Niyama ら (2010) に従って計算し、細根 (直径 < 5mm) は 1m×1m の方形区の掘り取りで求めた。AGB はサバル (205Mg/ha) がバライリンギン (242Mg/ha) よりやや少なかったが、BGB はサバル (59.6Mg/ha) がバライリンギン (44.6Mg/ha) より大きかった。BGB がサバルで大きくなったのは、細根量が粘土質のバライリンギン (5.8Mg/ha) より砂質土壌のサバル (26.8Mg/ha) で 5 倍近く高かったことによる。サバルで細根量が多かったのは貧栄養な砂質土壌で効率よく養分を吸収するためと考えられた。以上より、AGB が同程度の森林でも、土性により、細根量が大きく異なる可能性が高く、正確な森林の炭素蓄積量の推定にはこれらの違いを考慮する必要があると考えられた。



P2-111 モンゴル北部に生育するカラマツとトウヒの重量成長

野堀嘉裕<sup>1</sup>・瀧誠志郎<sup>2</sup>・ロベスラリー<sup>1</sup>・武田一夫<sup>3</sup>・石田祐宣<sup>4</sup>

<sup>1</sup>山形大学農学部・<sup>2</sup>秋田県立大学木材高度加工研究所・<sup>3</sup>帯広畜産大学地域環境学研究部門・<sup>4</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地方の森林には主要樹種としてカラマツとトウヒが生育している。この地域では自然発火の山火事が頻繁に発生することが知られている。山火事跡地では天然更新により長い時間をかけて森林が再生していくが、個々の樹木の成長速度はほとんど知られていない。本研究では、山火事跡地の森林の再生を予測するために、樹幹解析と軟X線デンシトメトリーを組み合わせたシステムを利用して肥大成長、樹高成長、材積成長および重量成長経過を調査した。その結果、肥大成長と樹高については当初カラマツの成長がトウヒを上回っているが、約100年を経過した時点でトウヒがカラマツを追い越し、以後この傾向が200年生時点に至るまで変わらないことがわかった。材積成長と重量成長については200年生時点に至るまでカラマツの成長がトウヒを上回っているが、次第にカラマツとトウヒの差が小さくなることがわかった。これらの結果から、山火事後にカラマツとトウヒが同時に天然更新をスタートしたとすれば、当初はカラマツが上層林冠を占め優先種となるが、約100年でカラマツとトウヒの混交林となることが予測された。

P2-113 Effects of open-field warming and precipitation manipulation on net photosynthetic rate of *Pinus densiflora* seedlings

SoonJin Yun・SaeRom Han・SeungHyun Han・YeJee Jung・SeongJun Kim・YoWhan Son

Korea University Department of Environmental Science and Ecological Engineering

This study was conducted to investigate the effect of open-field warming and precipitation manipulation on net photosynthetic rate of 2-years-old *Pinus densiflora* seedlings. The air temperature of warmed plots was set to increase by 3°C compared to control plots. Precipitation manipulation consisted of precipitation decrease (−30%), increase (+30%) and control (0%). Net photosynthetic rate significantly decreased (9.6%,  $P=0.0012$ ) in precipitation decrease plots than in precipitation increase plots, and also decreased (3.9%,  $P=0.0711$ ) in warmed plots than in control plots. In addition, soil moisture content decreased in precipitation decrease plots (8.8%,  $P=0.0001$ ) and warmed plots (9.1%,  $P<0.0001$ ) compared to precipitation control plots and warmed control plots. It appeared that decreases in soil moisture content by warming and precipitation decrease treatments resulted in decrease in net photosynthetic rate of the seedlings.

P2-112 Open-field warming experiments for carbon cycling processes in a deciduous broadleaf forest

NamJin Noh<sup>1</sup>・Ayaka Nagao<sup>2</sup>・Masatoshi Kuribayashi<sup>1</sup>・Taku M Saitoh<sup>1</sup>・Shin Nagai<sup>3</sup>・Hibiki M Noda<sup>4</sup>・Hiroyuki Muraoka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター・<sup>2</sup>岐阜大学応用生物科学部・<sup>3</sup>海洋研究開発機構物質循環研究プログラム・<sup>4</sup>国立環境研究所地球環境研究センター

In this paper, we will introduce open-field artificial warming experiments for forest canopy tree and soil to investigate the possible changes in carbon cycle processes of forest ecosystems to future climate change. In 2011, we established canopy tree and soil warming systems in a 60-year-old cool-temperate deciduous broadleaf forest in Takayama site, Gifu University. Temperature of tree canopy (+5°C in midday) and soil (+3°C) was increased by installing open-top canopy chambers and heating cables at 3–5 cm below the soil surface, respectively. We examined the warming effects on leaf phenology, leaf photosynthesis and respiration, and soil respiration. Experimental warming resulted in increases of growing period (about 10 days) and photosynthetic rate in summer (about 10%), and stimulation of soil respiration (about 15%) with its thermal adaptation. These experimental evidences would improve our model prediction of forest carbon cycle processes under future climate change.

P2-114 Effect of thinning on carbon storage in soil and forest floor of *Quercus* spp. stands in Gangwon Province, Korea

Seongjun Kim<sup>1</sup>・Yowhan Son<sup>1</sup>・Tae Kyung Yoon<sup>1</sup>・Jongyeol Lee<sup>1</sup>・Choonsig Kim<sup>2</sup>・Sang-Tae Lee<sup>3</sup>・Kyung Won Seo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Korea University Department of Environmental Science and Ecological Engineering・<sup>2</sup>Gyeongnam National University of Science and Technology Department of Forest Resources・<sup>3</sup>Korea Forest Research Institute Forest Practice Research Center

The effect of thinning on carbon (C) storage in soil and forest floor was determined for two *Quercus* spp. stands in Gangwon Province, Korea in 2013. Thinning was conducted with different thinning intensities based on removed volume (15%, 30%, and control for stand I and 5%, 30%, and control for stand II) 3 years ago. Soil C storage (0–30 cm depth) was greater in the 15% (35.34 Mg C ha<sup>-1</sup>) and the 30% (40.71 Mg C ha<sup>-1</sup>) thinning treatments than in the control (25.92 Mg C ha<sup>-1</sup>) for stand I whereas there was no significant difference among treatments for stand II ( $P<0.05$ ). Forest floor C storage was greater in the control (8.06 Mg C ha<sup>-1</sup>) than in the 30% thinning treatment (4.76 Mg C ha<sup>-1</sup>) for stand II while stand I did not show any significant difference among treatments ( $P<0.05$ ). Short term increase of soil C storage and decrease of forest floor C storage after thinning were found in our study.

P2-115 タイ国内の若齢チーク林の地上部および地下部現存量

米田令仁<sup>1</sup>・Woraphun Himmapan<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>タイ王室森林局研究開発部

【目的】タイ国内では古くから材質の良さ、耐久性の高さ、様々な用途に使えることから、広域でチーク (*Tectona grandis*) が植栽されてきた。これまでにタイ国内においてチーク林の現存量に関する調査は実施されてきたが実施例は少なく、特に根の現存量のデータは少ない状況にある。本研究では広域のチーク林について地上部と地下部の現存量を調べ、現存量推定式を比較した。

【方法】タイ国内の北部、西部、中央部の3県のチーク人工林6林分において実施した。人工林内に40m×40mの調査区を設置し、毎木調査で林分構造を特定した。各調査区で5~8本を選定し、伐倒後に葉、枝、幹、根の乾燥重量(現存量)を調べ、現存量推定式を検討した。

【結果】調査をおこなった全ての林分において、胸高直径と地上部現存量、地下部現存量の間には高い相関関係があった。また、全ての調査地のデータから、胸高直径と地上部現存量、地下部現存量は高い相関関係を示した。このことから、地域、気候などが異なっているにもかかわらず、地上部と地下部の現存量はそれぞれ一つの相対成長式で推定することが可能と示唆された。

P2-117 Effects of seasonality and vegetation on fine root production in tropical forests of Vietnam

Tran Van, Do<sup>1</sup>・Tamotsu Sato<sup>1</sup>・Akira Osawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所森林植生研究領域・<sup>2</sup>京都大学農学部

We estimated fine root decomposition, mortality, and production in old-growth forest (OGF) and 32-year-old secondary forest (SF) in Vietnam. Ingrowth, sequence soil cores, and litter bag techniques were used to collect field data, while continuous inflow method was applied to estimate fine root production. The results indicated that fine root decomposition, mortality, and production were season-dependent, which were higher in rainy season (April — September) compared to that of dry season (October — March). Mortality and production were much higher in SF (241 and 290 g m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>, respectively) compared to that in OGF (123 and 126 g m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>, respectively). Ingrowth core technique resulted in lower fine root production estimation (220 in SF and 106 g m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup> in OGF) compared to sequence soil core technique (290 in SF and 126 g m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup> in OGF). For a short time, ingrowth core technique should not be encouraged since it results in underestimate.

P2-116 アマゾン中央部の熱帯林における細根現存量の地域差

野口 英之<sup>1</sup>・Souza, Cacilda Adélia Sampaio<sup>2</sup>・Silva, Rosiane Oliveira<sup>2</sup>・Ourique, Lucas Kosvoski<sup>2</sup>・諏訪鎌平<sup>3</sup>・梶本卓也<sup>2</sup>・石塚森吉<sup>4,1</sup>・Pinto, Alberto Carlos Martins<sup>2</sup>・Lima, Adriano José Nogueira<sup>2</sup>・Santos, Joaquim<sup>2</sup>・Higuchi, Niro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>ブラジル・国立アマゾン研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>4</sup>国際緑化推進センター

アマゾンの熱帯林は極めて大きな現存量をもつが、森林の純一次生産量の多くの部分が配分されている細根について、この地域では断片的な情報しか得られていない。気候や土壌の違いによって、アマゾン域内の細根現存量には、地上部と同様に地域差が存在するものと考えられる。本研究では、ブラジル北西部に位置するサンガブリエル・ダ・カシオエラ、ジュタイ、カパナ・グランジ、リオ・ウニニ、アウアチ・パラナおよびマナウスの6地域で細根の現存量を測定し、地域間での比較を行った。細根現存量は地域ごとに異なり (p<0.001)、ネグロ川上流域のサン・ガブリエル (7.0Mg/ha) で最も高く、ソリモンエス川流域のアウアチ・パラナ (3.4Mg/ha) で最も低かった。細根現存量と地上部現存量および降水量との間には明瞭な相関関係は認められなかったが、他の支流域よりも地上部現存量が低いネグロ川流域のほうが、細根現存量は高かった (p<0.01)。また、貧栄養の土壌で細根現存量が高い傾向があった。他の地域での研究結果とも比較すると、アマゾン域内では東から西に向かって現存量が増加する傾向が認められ、土壌の物理性、水分、養分等の影響が示唆された。

P2-118 湿地林におけるヤチダモの根系および樹皮の組織構造

山本福壽<sup>1</sup>・沖田総一郎<sup>1</sup>・半澤綾菜<sup>1</sup>・阪田匡司<sup>2</sup>・石塚成宏<sup>2</sup>・山田健四<sup>3</sup>・寺澤和彦<sup>4</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>4</sup>東京農業大学生物産学部

湿地の嫌氣的土壌からのメタン発生に関し、最近、樹木を介した土壌メタンの大気への放出の影響が注目されている。本研究は、湿地林のヤチダモの樹幹表面でのメタンフラックス測定とともに、樹皮内の通気組織の観察を行い、メタン放出の経路を検討した。調査は、北海道中央部のヤチダモ人工林 (1931年植栽) で行った。山地小渓流沿いの平坦な氾濫源に位置し、土壌は埴土~壤土質の堆積物を母材とするグライ土である。調査は2013年8月27~29日にかけてヤチダモ林冠木の樹幹表面でのメタンフラックスを測定するとともに、2個体について樹幹基部の樹皮、及び根系を深さごとに採取し、解剖学的観察を行って、樹体内部でのメタンの輸送経路と輸送様式の解明を試みた。この結果、2個体のメタンフラックスは地上15cm部位と75cm部位でそれぞれ660、194、および342、172μgCH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>/hであった。また樹幹基部と根系の樹皮組織内には明確な通気組織が観察された。

## P2-119 樹液流による CO<sub>2</sub>輸送が樹皮呼吸に与える影響

藤原祥平・榎本正明・水永博己

静岡大学農学部

樹皮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であるが、樹皮呼吸速度は単純に温度変化のみで説明できるものではなく複雑なメカニズムをもつことが知られている (Negisi,1981)。その一つとして樹液流の影響が存在する。樹液流は樹体内で発生した CO<sub>2</sub>を上方向へ輸送する働きを持ち、輸送された CO<sub>2</sub>は呼吸による CO<sub>2</sub>発生部位とは異なる部位から外気へ放出される。そのため樹皮呼吸速度は樹液流の影響を受ける事が報告されている (Tesky&Macguire,2007)。しかし樹液流により輸送される CO<sub>2</sub>の動態に関する研究は少なく、樹体下部から上部へと輸送される CO<sub>2</sub>の量的評価や樹皮呼吸に与える影響については未知の部分が多い。

本研究はカラマツ (*Larix kaempferi*) とブナ (*Fagus crenata*) の成木を対象とし、地上高別樹皮呼吸速度、樹液流量、樹体内 CO<sub>2</sub>濃度の測定から樹液流による CO<sub>2</sub>の輸送と樹皮呼吸への影響を明らかにすることを目的とする。

結果としては、樹液流が活発な昼間と樹液流が停止する夜間の樹皮呼吸速度の比較から、樹液流による CO<sub>2</sub>輸送が樹皮呼吸に影響を与えていること、樹体下部と上部でその影響が異なることを示唆するデータが得られた。

## P2-121 若いブナの樹皮呼吸能力の空間分布を規定する要因

飯尾淳弘

静岡大学農学部地域フィールド科学教育研究センター

森林の樹皮呼吸量は、一般的に枝や幹の一部で測定された呼吸速度に器官サイズ(直径や体積、表面積、重量など)を乗じて計算される。しかし、サイズには呼吸活性の高い組織と低い組織(あるいは死滅した組織)が含まれる。こうした組織の割合は生育環境で大きく変化する(例えば、同じサイズの枝でも、暗い環境にあるものは明るい環境と比べて枯れ枝が多く、呼吸活性の低い組織が多い)ので、樹皮呼吸量を精度よく推定するには、内部組織の状態を反映する指標が必要である。非同化器官は梢端にある葉を支持し、水や養分の輸送と貯蔵を担っている。多くの葉を支持するには成長を高めて太い器官をつくる必要があり、また、たくさんの水を輸送し養分を貯蔵するには、多くの通導組織と柔組織が必要になる。そのため、器官内の組織の状態は梢端にある葉の特性(量や厚さなど)と関連している可能性がある。個別に扱われることの多かった葉と非同化器官をつなげて考えることで、測定の困難な木部器官内の状態を非破壊的かつ柔軟に把握できる可能性がある。そこで、14年生のブナの呼吸能力の空間分布とサイズ、梢端の葉の特性(量、SLAなど)を調べ、呼吸能力との関係进行分析した。

## P2-120 37樹種の樹皮呼吸特性

榎本正明・影山寛明・河野 翔・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、樹皮呼吸量の評価は重要である。同化器官の光合成特性については、多樹種間で比較した報告はあるものの、樹皮呼吸について多樹種を対象に測定された報告はない。一般的に樹体内部 CO<sub>2</sub>濃度は大気 CO<sub>2</sub>濃度に比べて高く、大気への CO<sub>2</sub>放出には樹体内部および樹皮での拡散抵抗が大きいと考えられる。また、樹皮の外観は種によって異なり、その構造的な違いが CO<sub>2</sub>拡散に影響しているとも考えられる。

本研究では、静岡県浜松市(標高450m)、静岡県川根本町(1400m)、山梨県富士吉田市(1100m)、新潟県湯沢町(900m)の4箇所に生育する、37樹種を対象に樹皮呼吸特性の測定を行った。樹皮表面に塩ビ管を用いてチャンパーを取付け、赤外線ガス分析計(IRGA、LI-820、LICOR社製)を使用した閉鎖型システムで測定を行った。測定期間は2013年8月~10月で、夜間(21:00~4:00)に測定を行い、測定時には気温と樹体温を同時に測定した。また樹皮呼吸測定後、測定部の直径および樹皮の厚さを測定した。

## P2-122 アラスカ内陸部トウヒ林における樹木の葉の窒素安定同位体比

田中(小田)あゆみ<sup>1</sup>・田中憲蔵<sup>1</sup>・野口享太郎<sup>2</sup>・松浦陽次郎<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

アラスカ内陸部の不連続凍土地帯では、凍土の状態が土壌特性や植物群落の組成および現存量等に影響を与えている。凍土の状態が異なる斜面上に生育する樹木の葉の窒素安定同位体比から、植物の成長や養分利用の関係を推定した。調査は2012年7月にアラスカ州フェアバンクス郊外の北斜面に沿って設置した4プロットで行った。プロット内外に生育する4種(*Picea mariana*, *Betula papyrifera*, *Alnus crispa*, *Salix* sp.)の葉を採取し、LMA、CN比、炭素・窒素安定同位体比を測定した。土壌温度および生育期間中の凍土の融解深度は斜面上部で高かった。広葉樹の葉の窒素安定同位体比は、立地に関係なく樹種ごとに一定の値を示したのに対し、*P. mariana*は斜面上部で高く、下部ほど低くなった。また、*P. mariana*の現存量・年間成長量も斜面上部で大きく、下部で小さかった。一方、対象とした広葉樹は斜面下部にはほとんど出現しなかった。葉の窒素同位体比の変化から、広葉樹は立地に関係なく窒素源が変わらないのに対し、*P. mariana*は、斜面下部でアミノ酸などより重い窒素を利用して生育していると考えられた。

P2-123 カラムツの葉の窒素濃度に対する過去の土地利用履歴の影響

壁谷大介<sup>1</sup>・長谷川元洋<sup>1</sup>・岡本 透<sup>2</sup>・齋藤智之<sup>3</sup>・伊藤江利子<sup>4</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>森林総合研究所東北支所・<sup>4</sup>森林総合研究所北海道支所

山間部の農村地帯に隣接する森林・草地では、現代に至るまで肥料・飼料・燃料としての利用を目的とした落葉・落枝・枯草等が収奪されてきた。植物体の収奪に伴い、これらの土地からは栄養塩類も収奪されていたと考えられる。現在、これらの土地の多くは人工造林地として利用されているが、過去の土地利用履歴の違いは現存する森林植生の栄養塩状態などに影響を与えている可能性がある。そこで本研究では、八ヶ岳南麓の長野県内において、過去の土地利用履歴の異なる地点を抽出し、当該地域に成立する林分の主要な構成樹種であるカラムツの生葉の窒素濃度を比較した。

抽出された地点は、明治初期に森林が成立していた老齢林、明治-大正期に森林化した壮齢林1、戦後森林化した壮齢林2の3つに分類された。これらの地点に成立する林分は、ほとんどがカラムツかアカマツが優先しており、土地利用履歴の異なる地点の間で種組成・断面積合計・樹高などは明確な違いはなかった。その一方でカラムツ生葉の窒素濃度は、老齢林、壮齢林1、壮齢林2の順で有意に高かった。これは、草地であった時期に収奪されていた栄養塩資源が、森林化とともに回復しているためと考えられた。

P2-125 里山林構成種における葉の構造的可塑性および成長との関係

山下直子<sup>1</sup>・Lei, Thomas<sup>2</sup>・奥田史郎<sup>1</sup>・大住克博<sup>1</sup>・大原偉樹<sup>1</sup>・藤井智之<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>龍谷大学理工学部・<sup>3</sup>森林総合研究所フェロー

関西周辺の里山林構成樹種を対象として、森林総研関西支所の苗畑で2年間2段階の光環境下（open：相対照度100%皆伐地等を想定、shade：相対照度約4%閉鎖林内を想定）で生育させた苗木の成熟葉の形態特性（葉面積、葉厚、気孔密度、LMA）と、解剖特性（空隙率、葉肉細胞率、空隙周囲長）を測定した。また、可塑性の指標として陽葉と陰葉の比率を計算し、地際径の成長との関係を調べた。葉面積と葉厚の変化率は、アカメガシワが最も大きく、常緑のアセビとソヨゴは変化の幅が小さかった。柵状組織と空隙率の変化はアカメガシワが最も大きく、この樹種は形態特性と解剖特性の両方を変化させることによって同化組織へ多くの資源を配分し、明るい環境での高い光合成を可能にしていると考えられた。常緑のソヨゴやアセビは、葉面積や葉厚、気孔密度などの形態特性の変化率は小さいが、表皮や葉内の海綿状組織の変化率が大きく、主に解剖特性の変化によりガス交換量を調節していると考えられた。陽葉と陰葉の比率は、常緑樹よりも落葉樹で大きく、成長量との間に有意な正の相関があった。以上から、種が本来もつ構造的可塑性の大きさが、成長や生存を左右する可能性が示唆された。

P2-124 熱帯アカシア類およびマメ科草本のリン利用

稲垣昌宏

森林総合研究所九州支所

熱帯地域においては、リンが植物の成長制限要因となる場合が多い。共生的窒素固定をおこなう植物は、窒素固定を行なうために窒素よりもリンの要求が大きいと考えられてきた。しかし、最近の研究では、熱帯生のアカシアや牧草においてリン制限耐性があることが報告されている。本報告では、熱帯のアカシア類や草本類のリン制限耐性に関する結果を整理し、熱帯環境下においてどのように適応しているかについて考察する。マメ科の樹木や草本類は根圏から酸性フォスファターゼを他の植物よりも多く放出する傾向にある。砂漠地帯に生息するアカシア類では、難分解性の鉄結合態リンを、根系から放出される有機酸を用いて利用していることが報告されている。アカシヤマンギウムの生葉のN:P比は他樹種よりも高いが、落葉時にはリンを選択的に再吸収することによって生葉の3倍程度までN:P比が上昇する。さらに、同じバイオマス量で比較した場合、アカシア類の地上部リン蓄積量は窒素固定を行わない広葉樹と比べ有意に少ない。以上の例から、一部の熱帯生の窒素固定種はリンの調節機構が卓越しており、リン制限になりやすい熱帯環境下での成長を有意にしていると考えられた。

P2-126 Response of Leaf Scale Reflectance to Dehydration

Cao, Zhenxing<sup>1</sup>・Wang, Quan<sup>2</sup>・Zheng, Chaolei<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

Retrieval of leaf water content based on hyperspectral indices has been proved to be an easy and rapid approach. However, a general index that applicable to various datasets is not available. In this study, leaves of five deciduous tree species were collected and four types of hyperspectral indices were examined for estimating relative water content (RWC) and equivalent water thickness (EWT) based on leaf dehydration laboratory controlled experiments. The best indices for RWC and EWT when all the species were considered together were ND (1410, 1830) and SR (1670, 1885), with  $R^2$  of 0.89 and 0.96, RMSE of 11% and 0.0009 g/cm<sup>2</sup>, respectively, both are better than previous published water indices (e.g. WI, NDWI, SRWI, NDII and R (1300)/R (1450)). However, except R type of indices, the identified best indices of the other three types were quite different for individual species. Hence, more species should be included in future studies before a general index can be reached.

P2-127 西丹沢檜洞丸に生育するブナの木部水分通道特性—奈良県大台ヶ原に生育するブナとの比較から—

上田正文<sup>1</sup>・城向光弥<sup>1,2</sup>・水野沙保里<sup>1</sup>・河合貴則<sup>1</sup>・谷脇 徹<sup>3</sup>・齊藤央嗣<sup>3</sup>・越路 正<sup>3</sup>・相原敬次<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都府立大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>環境総合テクノス・<sup>3</sup>神奈川県自然環境保全センター

【はじめに】神奈川県丹沢山地において、ブナ林の衰退が報告されている。一方、奈良県大台ヶ原に生育するブナ林については、丹沢山地のブナ林と同様に太平洋型ブナ林であるにもかかわらず衰退の報告はされていない。そこで、丹沢山地ブナ林の衰退原因について検討するために、丹沢山系檜洞丸に生育するブナと奈良県大台ヶ原に生育するブナについて、日中の葉の水ポテンシャルを測定すると同時に枝木部の水分通道能力を調べた。【方法】檜洞丸標高 1200 m 地点と 1600 m 山頂付近および大台ヶ原西大台七つ池標高 1500 m 地点に生育するブナの日中の葉の水ポテンシャルを測定するとともに、枝のキャピテーション感受性および枝横断面における道管数と道管径を測定した。【結果】日中の葉の水ポテンシャルは、檜洞丸 1600 m 地点の衰弱木で最も低くなる傾向を示した。キャピテーション感受性 (P50 値) は、檜洞丸 1200 m 地点および大台ヶ原では、1600 m 地点よりも低い値を示した。また、道管内径の頻度分布の最頻値は、檜洞丸 1600 m 山頂付近に生育する衰弱木では、小さい道管径に出現する傾向が認められた。

P2-129 間伐が土壌中のアンモニア酸化細菌に及ぼす影響

松山周平<sup>1</sup>・河村耕史<sup>2</sup>・鈴木伸弥<sup>3</sup>・福島慶太郎<sup>1</sup>・館野隆之輔<sup>4</sup>・境慎二郎<sup>5</sup>・平井岳志<sup>5</sup>・向 昌宏<sup>1</sup>・吉岡崇仁<sup>1</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>大阪工業大学工学部環境工学科・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究所・<sup>4</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>5</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター芦生研究林

窒素の内部循環過程の一つであるアンモニア酸化は、アンモニア酸化細菌 (AOM) の働きによって起こる。AOM はバクテリア (AOB) と古細菌 (AOA) を含み、AOB では水分増加・pH 低下に伴う減少や窒素濃度に伴う増加が報告されているが、AOA についての報告は少ない。間伐は地温・含水率の上昇、pH 低下や窒素濃度の増加を引き起こすことがあるため、AOB は間伐によって変化することが期待されるが、AOA は AOB と同様に変化するのだろうか。我々は間伐が土壌の AOM 量を間伐前後で比較し、間伐が AOM に及ぼす影響を調べた。

本研究は 2 つのスギ人工林 MM (間伐区)、TT (未間伐区) で実施した。MM では 2012 年 6 月に強度間伐を行った。土壌は 2012 年と 2013 年の 5 月に採取し、土壌中の AOM 量 (土壌乾重あたりの AOA あるいは AOB の DNA 断片コピー数)、全窒素濃度、CN 比、無機態窒素濃度、pH、含水率を測定した。

MM では TT とは異なり、AOA 量は間伐前より間伐後で有意に大きくなっていった。一方、AOB では有意な違いは認められず、AOA と AOB では間伐の影響が異なるようであった。発表では AOM 量と窒素濃度、pH、含水率との関係についても議論する。

P2-128 Evapotranspiration in a typical desert ecosystem by eddy covariance system : Monitoring and modelling

Chaolei Zheng · Quan Wang

静岡大学農学部

Evapotranspiration (ET) in a typical desert ecosystem, which located at the southern edge of Gurbantugan Desert in northwestern China, was estimated based on the measurement of eddy covariance system from May to October in 2011 and 2012. Less than 30% of the available energy in this ecosystem was used for ET, and the total growing season ET was estimated to be a quite low value of about 135 mm. Even so, the ET within the growing season was slightly higher than the precipitation within the season, implicating the importance of soil water storage during the non-growing season for maintaining ecosystem scale ET. Penman-Monteith equation coupled with Jarvis-type surface conductance model has been applied to model ET based on meteorological factors. The selected factors totally accounted for about 30% of the variation of ET based on the 30 min data through the growing season, which highlights the controlling of water available on the desert ecosystem.

P2-130 Seasonal dynamics of soil carbon dioxide efflux in arid desert ecosystem

Liu, Gang · Wang, Quan

静岡大学創造科学技術大学院

Soil respiration (SR) and abiotic factors across an entire growing season were continuously monitored for assessing temporal variations of SR in a typical arid desert ecosystem. The result indicated that there were significant fluctuations both seasonally and diurnally with irregular patterns that closely correlated with Tsoil. Q10 was deduced for estimating the total annual soil respiration as well as its seasonal fluctuation. In addition, typical diurnal hysteresis of SR and Tsoil indicated that the SR rate always reached the maximum value earlier than Tsoil, but both SR and Tsoil followed similar unimodal curve trend. The phenomena suggested that in this dry desert ecosystem, seasonal fluctuations, as well as diurnal variations, are typically correlated with soil temperature.

## P2-131 斜面位置がヒノキ人工林の炭素動態に与える影響

片山歩美<sup>1,2</sup>・久米朋宣<sup>3</sup>・大槻恭一<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>九州大学農学部附属演習林・<sup>3</sup>国立台湾大学

【目的】斜面位置により、土壌水分や栄養環境に違いが生じ、それが樹木の地上部/地下部バイオマス比に影響を与えることが知られているが、炭素配分がどのように変化するかは分かっていない。したがって、本研究では、ヒノキ人工林において、斜面位置の違いがヒノキの炭素配分に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】本研究は、蛇紋岩を基岩とする約50年生のヒノキ人工林において行った。斜面上部と下部においてプロットを設置し、樹木肥大成長量、リターフォール量、土壌呼吸量、細根量を測定した。また、土壌水分や生葉の窒素・リン含有量を調べた。

【結果】地上部バイオマス量、バイオマス増加量、斜面下部で大きかった一方、細根量は斜面上部で大きかった。リターフォール量は斜面下部の方が大きいのにに対し、土壌呼吸量に違いはなかったことから、根に配分する炭素量が斜面上部で大きいことが示唆された。土壌水分や生葉中のリン含有量は斜面上部で小さかった。これらの結果より、斜面上部では地下部の制限要因が大きく、より多くの炭素を根に配分しているために、地上部バイオマス量に差が生じていることが示唆された。

## P2-133 天橋立クロマツ林での土壌表層除去後5年間のクロマツ細根量変動

糟谷信彦・上田正文・池田武文

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

本研究では、度重なる客土と施肥の影響で土壌表層が硬化・肥沃化している天橋立のクロマツ林において、クロマツ林を永く健全に保全していくために実施された土壌改良試験が、クロマツとその他植物の地下部や土壌条件に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。天橋立クロマツ林内に調査プロット20×90mを設置し、10×10mのサブプロットに分け、2006年11月に土壌表層(有機物層)の除去を行った。表層除去を行った箇所をさらに表層除去区、表層除去+砂施用区、表層除去+砂・炭施用区の3つに分け、それぞれの処理区および対照区において細根(直径2mm以下の根)の現存量と再生量(イングロース法)、土壌のC/N比、土壌硬度、クロマツの年輪幅を測定した。細根現存量では、対照区が表層除去区と表層除去+砂・炭施用区に比べ有意に多く、対照区を除いた土壌改良区間では有意な差はみられなかった。経年的にみると、表層除去+砂区以外は増加傾向にあった。細根再生量では、対照区が各土壌改良区より有意に多く、2007年から増加の傾向がみられたのは表層除去+砂・炭区のみであった。以上より、経年的にみてクロマツの細根増加に最も寄与するのは砂・炭の施用であると考えられた。

## P2-132 コナラ林における微生物呼吸量の土壌呼吸量に対する寄与率

新谷涼介

龍谷大学大学院理工学研究科

序論 生態系純生産(NEP)は純生産量(Pn)と土壌呼吸量(SR)中に含まれる従属栄養生物による炭素放出量(HR)との差で定義されるが、HRのみを測定する事は難しい。本研究では、HRを直に測定する方法を考案することを目的とした。

方法 (1) コナラ林内に中心区画250㎡を残して周囲に幅30cm、深さ40cmの溝を掘り、防根透水シートを敷き詰めた上で土壌を埋め戻すことで植物根の除去エリアを作成した(HR-siteと呼称)。このsite内外で土壌表面からのCO<sub>2</sub>放出量を測定した。

(2) 地中5cm地点の土を掘り起し、塩ビ円筒に詰め防根透水シートに包んで埋め戻した。これを1箇所につき2個ずつ、片方は中の植物根を全て除去した土を詰めた。これらのCO<sub>2</sub>放出量を比較する事で、余剰根バイオマスによる差を求めた。

結果と考察 (1)の手法には区画内に余剰根が発生しHRが過大評価になるという問題点があるため、(2)の手法を用いて余剰根によるCO<sub>2</sub>放出量への影響を評価した。

2013年のコナラ二次林における年間総SR量は11.1tC・ha<sup>-1</sup>・yr<sup>-1</sup>、年間総HR量は5.0tC・ha<sup>-1</sup>・yr<sup>-1</sup>となった。

## P2-134 竹林の拡大特性を表す簡易的な指標の検討

河合洋人<sup>1</sup>・粟屋善雄<sup>1</sup>・秋山 侃<sup>2</sup>・西條好迪<sup>3</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター・<sup>2</sup>岐阜大学・<sup>3</sup>自然学総合研究所

近年、竹林の拡大現象が各地で報告されており、拡大特性に関する研究もおこなわれている。タケ類は栄養繁殖であり地下茎およびタケノコの成長が竹林の拡大に影響を及ぼすと考えられる。従って竹林の拡大において竹林の林縁と隣接する箇所の立地環境が重要であると考えられる。一方、各地で拡大対策がおこなわれているが、予算や人員などのリソースは限られているためすべての拡大現象への対応は困難である。従って早急に対応すべき竹林の選別が重要であると考えられる。そこで本研究は立地環境に着目し、竹林拡大を表す指標を用いて、対応すべき竹林の選別が可能かどうか検討をおこなった。対象域は岐阜市北西部の東西約3キロメートル、南北約4キロメートルである。2004年と2008年に撮影された国土地理院の空中写真を用いて竹林の目視判読をおこない、各竹林の二時期の面積比を算出し拡大率とした(拡大率=Area2008/Area2004×100)。その後、竹林を立地環境に基づき三タイプに分類し、タイプごとの拡大率の差異について検討した結果を報告する。

## P2-135 放置竹林の樹種転換のための基礎調査

小林徹哉<sup>1</sup>・上森真広<sup>1</sup>・奥田史郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>大阪府立環境農林水産総合研究所環境研究部・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

### 【目的】

放置竹林を他の植生に効果的に誘導するため、竹の継続伐採が竹の衰退及び広葉樹等の生長に及ぼす影響を調査した。

### 【方法】

泉佐野市上之郷の竹林において、竹伐採を毎年行う区画（毎年区）と隔年で行う区画（隔年区）、および対照区（無伐採区）の3処理区を設け、平成23年から調査区内の竹を継続して伐採した。それぞれの処理区には100m<sup>2</sup>の方形区を3プロットずつ設定し、高さ30cm以上の竹と木本の稚樹について高さを測定した。うち2m以上のものは胸高直径を測定した。プロット内には1m<sup>2</sup>の下層植生調査枠を2つ設け、木本種について樹種・高さを調査した。平成24年には、調査区毎に表層5cmの表土を0.1m<sup>2</sup>採取し、発生した種と個体数を調べた。

### 【結果】

平成25年の調査結果では、高さ30cm以上の稚樹については発生数の多い順にアオモジ・アカメガシワ・ヌルデ、下層植生調査ではアカメガシワ・クロバイ・ヒメコウゾとなった。埋土種子による発芽調査ではタラノキ・ヒメコウゾ・キリ・アカメガシワが見られた。

調査地付近にアオモジやクロバイの成木があることから、既存の埋土種子だけでなく付近からの継続的な種子供給による影響が大きいことが分かった。

## P2-137 ハチク林における新竹の発生様式の推定

國師周平<sup>1</sup>・村上 周<sup>1</sup>・作田耕太郎<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

地下茎繁殖を行う植物の特性を理解することを目的として、研究例の少ないハチクを対象として稈の発生様式を推定した。福岡市西区の九州大学伊都キャンパス内において、3つのハチク林を選定し、それぞれ1つずつ計3つのプロットを設置した。3つのプロットのサイズは約100~150m<sup>2</sup>だった。各プロットにおいて当年生とそれ以前の稈に分けてラベリングを行ない、DBHを測定した。同時に位置情報を求めた。稈の空間分布については、L関数とpair correlation関数によって当年生の稈と以前から存在する稈の関係性に注目して解析を行った。稈密度は、32,000~35,000本/ha程度であり、平均のDBHは2.5~3.5cm程度だった。L関数の解析より、プロット内の全ての稈は集中分布を示し、以前から存在する稈のみでも集中分布を示した。さらに当年生の稈についても全てのプロットで集中分布していた。また、当年生の稈は以前から存在する稈から50cm程度の距離に多く発生することがわかった。すなわち本研究のハチク林では当年生、以前から存在する稈のいずれも集中分布を示し、加えて当年生の稈は、以前から存在する稈に比較的近い距離に発生しやすいと判断された。

## P2-136 モウソウチクとハチクにおける竹稈の分布様式の比較

村上 周・國師周平・作田耕太郎

九州大学大学院農学研究院

近年、モウソウチクを中心とする竹林の拡大が社会問題化している。竹林の拡大機構を理解する上で、その生態学的知見は重要と考えられる。本研究では、管理放棄されたハチク林とモウソウチク林の林内を対象として、それぞれの稈の分布様式についての調査を行った。福岡市西区の九州大学伊都キャンパス内で、モウソウチクについては1つの林分に3つ、ハチクについては3つの林分に1つずつプロットを設置した。各プロット内の竹稈を当年生の稈（新竹）と2年生以上の稈（古竹）とに分け、DBHや位置情報を記録した。分布様式の解析にはL関数や森下のI<sub>d</sub>指数を用いた。その結果、ハチクの立竹密度は32,000~35,000本/haとモウソウチクの5,500~9,500本/haと比べて高かった。一方で、ハチクの平均DBHと胸高断面積合計はそれぞれ2.73~3.46cm、19.4~32.8m<sup>2</sup>/haとモウソウチクの12.9~13.4cm、77.2~126.0m<sup>2</sup>/haと比べて低い値を示した。また、モウソウチクの稈は新竹古竹ともにランダム分布を示したのに対し、ハチクはともに集中分布を示した。このように、モウソウチクとハチクを比較した場合、両種が有する稈の太さの違いと分布の特徴には関係性があると考えられた。

## P2-138 北海道のトドマツ人工林における林業機械走行と散布枝条が土壌に与える影響

橋本 徹・相澤州平・伊藤江利子・佐々木尚三

森林総合研究所北海道支所

【目的】林内走行型作業システム（ハーベスタ・フォワードシステム）は、生産性が高く、労働安全性にも優れているが、大型機械が林内を直接走行して作業を行うため、立地環境に与える影響が大きくなる懸念がある。そこで、本研究では、機械による林内走行でどの程度の林地攪乱が生じるのかを解明するために、機械の走行回数と散布枝条の量を変えて、土壌圧密に与える影響を調べた。【方法】試験は森林総合研究所北海道支所のトドマツ林で行った。植栽列間に6本の走行列を設定し、それぞれの走行列に重枝条区（生重量15kg/m<sup>2</sup>）、軽枝条区（5kg/m<sup>2</sup>）、無枝条区を設定した。6本の走行列のうち、2列では2回、他の2列では4回、残りの2列では10回、林業機械を走らせた。機械走行前後で、デジタル貫入式土壌硬度計により貫入抵抗を測定した。【結果】表層0~21cmの土壌について、走行回数、枝条散布量、走行前の貫入抵抗値を独立変数として、走行前後の貫入抵抗値の差分の変動を説明する線型モデルにデータを当てはめたところ、走行前の貫入抵抗値のみが有意であり、走行回数や枝条散布量の影響は検出できなかった。

P2-139 北海道のトドマツ人工林における林業機械走行が表層土壌物理性に与える影響

相澤州平<sup>1</sup>・橋本 徹<sup>1</sup>・伊藤江利子<sup>1</sup>・佐々木尚三<sup>1</sup>・眞田 勝<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>元森林総合研究所北海道支所

【目的】木材生産の低コスト化を実現するためには林内走行型作業システム（ハーベスタ・フォワーダシステム）の導入が効果的であると考えられるが、大型機械の林内走行による土壌物理性の劣化が懸念される。本研究では、機械の林内走行が表層土壌物理性に与える影響と、枝条散布、積雪の保護効果を解明するために、機械の走行回数と散布枝条の量、積雪の有無を変えて走行実験を行った。【方法】森林総合研究所北海道支所のトドマツ人工林の植栽列間に走行列を設定し、それぞれの走行列に重枝条区（生重量 15 kg/m<sup>2</sup>）、軽枝条区（5 kg/m<sup>2</sup>）、無枝条区を設定した。夏季は走行回数 2 回、4 回、10 回の走行列を各 2 列合計 6 本、積雪期は走行回数 4 回、10 回の走行列を各 2 列合計 4 本設定した。機械走行後に各処理区の轍と近傍の無攪乱林地（対照地）で深さ 8~12 cm の土壌試料を 400 mL 採土円筒により採取し物理性を測定した。【結果】夏季には轍で対照地より粗孔隙量が減少し細孔隙量が増加した。重枝条区では差が認められなかった。10 回走行後の轍では対照地より透水性が低下した。積雪期には轍と対照地で土壌物理性に差が認められなかった。

P2-141 九州におけるスギ・ヒノキ林の伐採が土壌中の窒素動態に与える初期影響

釣田竜也・石塚成宏・稲垣昌宏  
森林総合研究所九州支所

【目的】伐採が直後の土壌中の窒素移動量に及ぼす影響を明らかにするため、斜面位置や林縁からの距離が異なる複数の地点における伐採 1 年前から伐採半年後までの土壌中の窒素移動量について検討した。【方法】熊本県菊池市の国有林内にある南東向きの人工林斜面を幅 40 m で伐採し、伐採区の斜面上部と下部のそれぞれにおいて林縁からの距離が約 5 m、約 20 m の地点、および対照として林縁から林内に約 20 m 入った地点を調査地点とした。土壌の深さ 30 cm にポーラスプレート・テンションライシメータを設置し、土壌中の窒素移動量を算出した。【結果】土壌中の窒素移動量は、対照地点では伐採前後で顕著な変化を示さなかったが、伐採区の斜面上部では伐採後に顕著な増大傾向を示した。一方、伐採区の斜面下部では、斜面上部ほど顕著な増大傾向は認められなかった。斜面下部では、斜面上部に比べ伐採後の再生植生の発達が著しく、この再生植生による窒素吸収が、土壌からの窒素流出を抑制したと推察される。また、伐採後 6ヶ月間の窒素移動量は、対照地点の平均<林縁から 5 m 地点の平均<林縁から 20 m 地点の平均の順で大きくなっており、林縁による窒素流出抑制効果が確認された。

P2-140 土壌および立地条件からみた森林バイオマスの強度収穫の課題

平井敬三<sup>1</sup>・山田 毅<sup>1</sup>・西園朋広<sup>1</sup>・天野智将<sup>2</sup>・相澤州平<sup>3</sup>・阪田匡司<sup>1</sup>・池田重人<sup>1</sup>・三浦 覚<sup>1</sup>・久保山裕史<sup>1</sup>・小野賢二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>森林総合研究所北海道支所

FIT（固定価格取引制度）制定等により大規模木質バイオマス発電所稼働が計画される等、森林バイオマスの利用拡大が進み始めた。それには持続的な生産とそれを確保する土壌生産力の維持が不可欠である。高性能林業機械の導入が進んでおり、全木集材が今後より増加すると考えられる。全木集材は養分に富む枝葉も林外に持ち出す事になるため、土壌養分蓄積量の減少や成長低下を招く等、林地生産力に影響する可能性がある。皆伐時の全木集材により未熟な火山放出物を母材とする林分では樹高成長が約 10% 低下する一方、火山灰が混入する土壌では成長低下は認められないこと、間伐後には分解枝条による供給養分に対する下層土からの養分流出率が増加すること等がわかってきた。しかし、土壌や樹種影響を一般化するに至っていない。FIT ガイドラインでは利用木材の管理由来の規制はあるが、環境影響評価や伐出量に対する指標は策定されていない。バイオマス利用が盛んな海外では、土壌養分蓄積量とバイオマス収穫による林外への持ち出し養分量との関係から妥当性を評価する方法がある。本発表では上述した調査結果の紹介とともに、今後の研究課題やその方向性について検討する。

P2-142 異なる無機化特性を持つ土壌に対する炭素・窒素添加および pH 調整が窒素無機化特性に与える影響

舘野隆之輔  
京都大学フィールド科学教育研究センター

窒素無機化特性は、pH や炭素・窒素の量や比率、微生物組成など様々な要因の影響を受けるが、各要因がどの程度の影響を与えるかについては明らかではない。本研究は、異なる窒素無機化特性を持つ土壌に対して、炭素・窒素の添加、pH 調整、微生物組成の操作を行い、窒素無機化や硝化などに与える相対的な影響の強さを明らかにすることを目的として行った。京都大学芦生研究林の冷温帯落葉広葉樹が優占する森林の斜面上部と下部から土壌を採取し、グルコース添加、塩化アンモニウム添加、炭酸カルシウムおよび塩酸による pH 調整などの処理を行い、1 か月間の実験室培養を行った。また微生物組成を操作するため、斜面上部および下部の土壌を培養土壌に少量加える処理も行った。本調査地では、斜面上部では窒素無機化速度が低く、生成される無機態窒素はアンモニア態窒素が優占するのに対して、斜面下部では窒素無機化速度が高く、硝酸態窒素が優占する。様々な処理を行った添加培養の結果、純窒素無機化には窒素添加が他の操作よりも大きな影響を及ぼし、純硝化速度には pH 調整や微生物組成の操作が他の処理よりも大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。



P2-143 四国の急傾斜地におけるスギ・ヒノキ林の表層土壌の炭素・窒素貯留の特徴について

酒井寿夫

森林総合研究所四国支所

ヒノキ人工林では急傾斜地ほど表土の移動量が大きくなることが知られている。しかしそのことが実際に林業の持続性を脅かすほど大きな影響をもたらしているかどうかについてはわかっていない。このような観点から、本研究では、植えられてから比較的長い時間が経過したヒノキ人工林の土壌が、現在、どのような状態になっているのか、表層土壌の有機物量（炭素・窒素量）を指標に検討することとした。調査は高知県中土佐町・四万十町の傾斜の異なるスギ林（21林分）・ヒノキ林（43林分）で行った。堆積有機物量はヒノキ林の方がスギ林に比べて明らかに少なかった。傾斜によって堆積有機物量が明らかに異なることはなかった。一方、表層土壌に蓄積している有機物量はヒノキ林においてのみ斜面傾斜が大きくなるほど、特に傾斜が35°を超える場所では明らかに少なかった。この理由の一つとしてはスギ林では堆積有機物が地表を覆うほど存在しているのに対し、ヒノキ林では多くの林分で地表が露出していることにより表土移動による攪乱を受けた可能性が考えられる。ただし今回調査した中で、表土が流れ去ってしまったようなヒノキ林は一つも無かったことも付け加えておく。

P2-145 森林土壌における炭素と窒素の分布傾向 —森林吸収源インベントリ情報整備事業の調査結果を用いた解析—

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>4</sup>・酒井寿夫<sup>5</sup>・今矢明宏<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・<sup>4</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>5</sup>森林総合研究所四国支所

窒素は有機物の分解過程や植物の生長に大きな影響を与える養分である。このため、リターや土壌の窒素貯留量やCN比は、森林の炭素収支を左右する重要なパラメータである。本研究では、林野庁「第一期（2006～10年度）森林吸収源インベントリ情報整備事業」の国内約2500地点のデータを用い、リターおよび土壌（深さ0-30cm）の窒素貯留量、CN比について、さまざまな環境要因との関係を検討した。リター、土壌ともに窒素貯留量と炭素貯留量の間には強い正の相関があり（ $r=0.91, 0.88$ ）、基本的には窒素の分布パターンは炭素に従うことがわかった。しかし、それでもCN比には地点間で約7倍の変異があった。リターのCN比は植生タイプに依存し、優占種が落葉樹よりも常緑樹、広葉樹よりも針葉樹の時に大きくなった。また降水量の増加とともに増加する傾向がみられた。これに対して、土壌のCN比は植生タイプや降水量への依存は示さず、CN比の変異を十分に説明する単一の要因はみつからなかった。

P2-144 機械学習を用いた日本の森林土壌の炭素蓄積に影響を与える環境因子解析

南光一樹<sup>1</sup>・橋本昌司<sup>1</sup>・三浦 覚<sup>1,2</sup>・石塚成宏<sup>3</sup>・今矢明宏<sup>1</sup>・酒井佳美<sup>1</sup>・小林政広<sup>1</sup>・大貫靖浩<sup>1</sup>・平井敬三<sup>1</sup>・田中永晴<sup>1</sup>・鶴川信<sup>4</sup>・金子真司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>4</sup>鹿児島大学農学部

日本各地の森林土壌の炭素蓄積量の決定要因を探ることを目的に、表層深さ30cmの土層における炭素濃度、石礫率、炭素蓄積量に対する環境因子の重要性を評価した。林野庁「第一期（2006～10年度）森林吸収源インベントリ情報整備事業」の中から2157地点のデータと、各点における14の環境因子を用いて、統計的機械学習手法のBoosted regression treesによる解析を行った。土壌3要素に対する相対重要度の高い上位3因子は、炭素濃度では標高・年降水量・年平均気温、石礫率では傾斜・年降水量・優占樹種、炭素蓄積量では年平均気温・傾斜・優占樹種であった。炭素濃度は標高・降水量と正、気温と負の相関を示し、気象要因由来の土壌炭素の分解速度の差異が表れた。石礫率は傾斜・年降水量と正の相関を示し、表土の堆積しにくさが表れた。年降水量が大きいほど炭素濃度は高いが、石礫率の上昇により土層内の土壌量が減少するため、炭素蓄積量に対しては互いの効果の相殺により、年降水量の重要度は小さくなった。代わりに石礫率に由来する傾斜や優占樹種の相対重要度が大きくなった。表層土層内の石礫率が比較的高い日本の森林土壌ならではの特徴が抽出された。

P2-146 土壌化学特性の主要樹種による相違

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・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

【目的】日本の森林域における土壌の化学的性質の現状とその空間分布を明らかにすることを目的とし、その樹種による違いについて検討した。【方法】土壌試料は林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業において2006-2010年度の5年間に全国の森林約800地点で行われた代表土壌断面調査により採取された層別試料を用いた。化学的性質としてpH、塩基交換容量（CEC）、交換性塩基類および交換性アルミニウム含量、塩基飽和度を求めた。各地点において層別試料の化学特性値より0-30cm深における平均値を求めた。主要樹種については調査点数の多いスギ、ヒノキ、コナラ、トドマツ、ミズナラ、ブナ、アカマツ、カラマツを選定した。調査地点の優占種をもってその地点の樹種とした。【結果】林分の優占種により分布地点の土壌特性に差異がみられた。例えばカラマツやミズナラの場合は炭素濃度、CEC、pHが高い地点が多く、ヒノキやコナラの場合は炭素濃度、CEC、交換性塩基類濃度、塩基飽和度、pHが低い地点が多かった。また、炭素濃度及びCECは、地点数が少ないブナとカラマツを除く各樹種において、地点間の火山灰付加程度による差異が認められた。

P2-147 多雨地域の高齢スギ林土壌における交換性塩基の蓄積と流亡—熊野酸性岩と四万十堆積岩での調査事例—

山田 毅<sup>1,2</sup>・中森由美子<sup>3</sup>・伊藤 愛<sup>4</sup>・中島寛文<sup>5</sup>・三浦 寛<sup>1,6</sup>・平井敬三<sup>1</sup>・吉永秀一郎<sup>7</sup>・竹中千里<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所・<sup>3</sup>和歌山県林業試験場・<sup>4</sup>静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター・<sup>5</sup>愛知県森林・林業技術センター・<sup>6</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>7</sup>森林総合研究所関西支所

スギ林の持続的な管理を考える上で、成立後十分に時間が経過した高齢林土壌の養分状態を明らかにすることは重要である。従来、スギ林土壌では40年生程度以上になると交換性塩基の蓄積が進むとされてきたが、著者らは多雨地域にある高知県安芸郡馬路村(魚梁瀬)の200年を越える高齢スギ林分において20年間に塩基が流亡したことを明らかにした。そこで、魚梁瀬同様多雨地域で、樹齢200年を越える和歌山県新宮市熊野川町(熊野)のスギ林において土壌調査を行い、魚梁瀬のスギ林土壌と比較して、交換性塩基の蓄積状況について検討した。

その結果、堆積岩を母材とする魚梁瀬と同様に酸性岩を母材とする熊野も土壌中の交換性塩基濃度は概ね低いことが明らかになった。レキの非常に多い沢地形の場所で濃度が高かったが、斜面上部から塩基含量の高い土壌が移動堆積したためと考えられた。これらのことから、多雨地域に存在し、酸性岩や堆積岩のような養分含量の低い母材からなる土壌では、スギ林であっても交換性塩基の溶脱が進み、塩基が蓄積しない可能性が考えられた。

P2-149 屋久島の森林土壌の酸性度に対する地質・地形条件の影響

藤井一至<sup>1</sup>・金谷整一<sup>2</sup>・手塚賢至<sup>3</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>屋久島まるごと保全協会

屋久島は降水量が多く越境飛来物質の影響も強いいため、自然・人為プロセスの相互作用によって土壌酸性化が加速している可能性がある。屋久島は花崗岩を中心とする母岩の上に、約7300年前の幸屋火砕流および鬼界アカホヤ火山灰が堆積しており、地形・地質の変異によって異なる母材由来の土壌が生成している。土壌の酸性度に及ぼす地質・地形条件の影響を解明するため、屋久島東部(屋久杉ランド周辺)から急傾斜地の花崗岩由来土壌、緩斜面の火山灰土壌を、屋久島西部から急傾斜地・尾根上部のヤクタンゴヨウ下の風成塵由来土壌、照葉樹林下の火山灰土壌を採取した。土壌C/N含量、pH(水、NaF)、交換性陽イオン、粒径組成を分析した。すべての土壌が酸性を示したが(pH<5.4)、花崗岩由来あるいは風成塵由来土壌はpH(水、NaF)が火山灰土壌よりも顕著に低いことが示された。スギ林土壌の表層では、リターに由来する交換性Caの集積が見られるものの、有機物および風成塵に由来する交換性Alの影響によって強い酸性を示した。酸緩衝能の低い花崗岩や風成塵の影響の強い土壌は、火山灰土壌よりも酸性化が進んでいることが示された。

P2-148 カンラン岩地帯の森林が流域および沿岸域への溶存物質フローにおよぼす影響

佐藤冬樹<sup>1</sup>・福澤加里部<sup>1</sup>・笹賀一郎<sup>1</sup>・間宮春大<sup>1</sup>・長坂晶子<sup>2</sup>・長坂 有<sup>2</sup>・逢山康宏<sup>2</sup>・杉本記史<sup>3</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>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>3</sup>北海道 様似町役場

【目的】北海道日高山脈南部のカンラン岩流域(アポイ岳:針葉樹林)、および隣接する非カンラン岩流域(白亜紀~古第三紀堆積岩:針広混交林)における比較研究をもとに、森林形態の違いが流域から沿岸域への物質フローに与える影響や、沿岸域における生物資源におよぼす効果について、「山地-耕地-沿岸域」の中で明らかにしようとするものである。【方法】アポイ岳周辺の小河川において月一回の水質に関する広域調査をおこなうとともに、カンラン岩流域、および非カンラン岩流域にそれぞれ2流域、計4流域に水位計と自動採水器を設置し、流量(通年)と水質(降雨期・融雪期)の連続観測をおこなった。森林流域からの物質フローの観測項目は、有機・無機イオン・溶存金属・溶存炭素等である。【結果】カンラン岩はFeやMg等の含有量が高いが、平水時および渇水時におけるカンラン岩流域河川水中の溶存Fe濃度は総じて低く、地質との関係は不明瞭であった。一方、降雨出水時には溶存Fe濃度は両流域で上昇したが、上昇の程度はカンラン岩流域で大きかった。この時のFe濃度は、DOC濃度とよく似た時間変化パターンを示し、有機物と結合して流出していることを示唆していた。

P2-150 北海道北部の針広混交林において土壌タイプの違いがミミズ群集に及ぼす影響

小林 真<sup>1</sup>・南谷幸雄<sup>2</sup>・金子信博<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中川研究林・<sup>2</sup>横浜国立大学大学院環境情報研究院

生物の体サイズや形は機能形質(反応形質)として無機環境と生物の応答との関係を理解するツールとして注目されてきた。森林に生育する生物のうち樹木や草本、中型土壌動物に比べて、ミミズなど大型土壌動物については研究が進んでいない。

本研究では、2013年秋に北海道北部の針広混交林において隣接する2つの異なるタイプの土壌(堆積岩土壌と蛇紋岩土壌の表層30cm、50cm×50cm×各5反復)に生育するミミズの形質(体長、体幅、体長/体幅比、個体重)と土壌環境との関係を調べた。堆積岩土壌では蛇紋岩土壌に比べて重量含水率およびpH、ECが低かった一方、かさ密度に違いは見られなかった。2つの土壌を通じて含水率の高い場所ではミミズのバイオマスが小さく、堆積岩土壌では蛇紋岩土壌に比べて生息するミミズ個体数が有意に多くバイオマスも高かった。一方、両土壌を通じて、採集されたのはサクラミミズやバライロツリミミズなどツリミミズ科で地中性の個体が大半であったが、2つの土壌間で生育するミミズの形質に有意な違いは見られなかった。

P2-151 湿地林における地表面メタンフラックスに林床植生と地下水位変動が与える影響

山田健四<sup>1</sup>・寺澤和彦<sup>2</sup>・阪田匡司<sup>3</sup>・石塚成宏<sup>4</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業学部・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>森林総合研究所九州支所

【目的】メタンは重要な温室効果ガスであり、自然湿地はその主要な発生源の1つである。湿地や水田では植物を介した放出がメタンの主要な経路となっており、湿地林においても、ヤチダモの幹からメタンが放出されていることが確認された。そこで、湿地林全体のメタン収支を把握するための基礎的資料として、メタンの地表面フラックスを観測した。【方法】北海道月形町の湿地林において、20m×60mの調査区を設定した。上木はヤチダモにオノエヤナギが混生し、下層植生はオニシモツケ主体のF群落とヨシ主体のP群落に分かれる。F群落、P群落それぞれにおいて、クローズドチャンパー法により2013年5月～10月に約1月間隔でフラックスを観測した。各チャンパー付近で下層植生を、調査区内の3点で地下水位を、1点で25cm深と50cm深の地温を観測した。【結果】F群落、P群落ともに、調査期間を通じて土壌はメタンをわずかに吸収していた。吸収量は7月に最大となり、P群落でやや少ない傾向が見られた。メタン吸収量の変動は地下水位とよく対応しており、好氣的土壌の深さがメタン吸収量を規定していると推察された。 ※本研究は科研費(23380090)の助成を受けた。

P2-152 湿地林におけるヤチダモ樹幹からのメタン放出量の季節的変動

寺澤和彦<sup>1</sup>・山田健四<sup>2</sup>・阪田匡司<sup>3</sup>・石塚成宏<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学生物産業学部・<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・<sup>4</sup>森林総合研究所九州支所

湿地から大気へのメタン放出に関して、樹木の幹が放出経路となりうるということが最近明らかになってきた。樹木を介したメタン放出の定量評価に向けて、樹幹からのメタン放出量の季節変動とそれに関与する環境要因について検討した。山地小渓流沿いのヤチダモ林の林冠木3個体を対象として、樹幹表面(地上15cm)でのメタンフラックスを非通気型密閉法によって測定した。測定は2011年7月～2013年11月までの期間(積雪期は除く)に計13回行った。各調査個体の近傍において、地下水位を記録するとともに、フラックス測定時に地下水サンプルを採取し、溶存メタン濃度をヘッドスペース平衡法によって求めた。メタン放出量とその季節変動には個体間差がみられた。メタン放出量は、変動の小さな個体では $100\mu\text{gCH}_4\text{m}^{-2}\text{h}^{-1}$ 前後であったが、変動の大きな個体では $100\sim 1500\mu\text{gCH}_4\text{m}^{-2}\text{h}^{-1}$ と測定時期によって10倍以上の違いがみられた。メタン放出量と地下水位や溶存メタン濃度との関係については、調査個体間の比較ではゆるやかな対応がみられたが、メタン放出量の季節変動を環境要因から単純に説明することはできなかった。

P2-153 熱帯低湿地に生育する *Melaleuca cajuputi* の樹体からのメタン放出の経路の推定

則定真利子<sup>1,2</sup>・山ノ下卓<sup>1,2</sup>・古川原聡<sup>1,2</sup>・小島克己<sup>1,2</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>JSTCREST

土壌中のメタンが植物体を介して大気中に放出されることが知られている。植物体中の移動経路としては蒸散流で運ばれる経路と根や茎の内部に発達した空隙(通気組織)を移動する経路とがあるが、通気組織が発達した植物では後者が主であると考えられている。熱帯低湿地に生育するフトモモ科樹木 *Melaleuca cajuputi* の樹幹表面からメタンが放出されることを我々は確認している。本種の樹皮は、厚く、気相に富んだ多層構造を有しており、通気組織のようにメタンの移動経路となっている可能性がある。タイ南部ナコンシタマラート県の低湿地域の18年生メラルーカ人工林において湛水状態にある12個体を試料木とし、樹皮の剥離が樹幹表面からのメタン放出速度に与える影響を評価した。円筒状の閉鎖型チャンパーで地際60cmの位置で幹を覆い、チャンパー直下の樹皮を2cm幅で剥離する前後のメタン放出速度を測定した。樹皮剥離の影響の程度には個体差があるものの、いずれの個体でも樹皮剥離によりメタン放出速度が剥離前の4割以下に減少した。メラルーカの樹体からのメタン放出は、主に樹皮を経由して放出されるが一部は木部を経由することが示された。

P2-154 埼玉県奥秩父における大気中オゾン濃度の測定と周辺ブナ林に対するオゾン影響の推測

三輪 誠

埼玉県環境科学国際センター

【はじめに】埼玉県では、夏季に大気中の光化学オキシダント濃度が著しく高くなり、光化学オキシダント注意報が多発する。そのため、光化学オキシダントの主成分であるオゾンによる植物被害が顕在化している。埼玉県西部の奥秩父にはブナが分布するが、それはオゾンに対する感受性が高いことが知られており、健全と思われるブナ林でも、オゾンによる影響が懸念される。埼玉県環境科学国際センターでは、2005年6月から、奥秩父にある東京大学秩父演習林栃本作業所(標高:約700m)で、大気中のオゾン濃度を継続的に測定してきた。本研究では、このオゾン濃度に基づいて、周辺ブナ林に対するオゾン影響を推測した。

【方法】栃本作業所に紫外線吸収式のオゾン濃度測定器を設置し、大気中のオゾン濃度を測定・解析した。

【結果】ブナの成長期を4月から9月までの6ヶ月間とし、この間のAOT40を大気中のオゾン濃度から算出した結果、2006年から2012年まで、いずれの年においても、この値は $10\text{ppm}\cdot\text{h}$ を超えた。このことと既知の知見から推測すると、奥秩父のブナ林のブナは、オゾンにより生育に影響を受けている可能性があると考えられた。

P2-155 東北タイにおける人工林の土壌水分の季節変化と葉の安定炭素同位体比との関係

酒井正治<sup>1</sup>・Thiti Visaratana<sup>2</sup>・Ratana Thain-gam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>2</sup>タイ王室森林局

タイ国東北部で、4人工林の土壌水分の季節変化を測定し、それらの結果と土壌水分の利用効率の指標となる葉の安定炭素同位体比との関係について調べたので、報告する。

試験地は雨季(5月~11月)、乾季(12月~翌年4月)をもつ季節林である。人工早生樹3種(Acacia mangium (Aa)、Acacia auriculiformis (Am)、Eucalyptus camaldulensis (Ec))、人工郷土樹種1種(Dalbergia cochinchinensis (DcII))に測定区を設定した。なお、2月、9月の2回、樹冠上部の葉を採取し、安定炭素同位体比を求めた。

土壌水分は、Ecで各測定時とも、林分間で最も低い値を示した。この原因は年間を通じた活発な蒸散および土壌表層からの蒸発が考えられた。安定炭素同位体比は、Aa、Am、では乾季で高い値を示す一方、Ecは有意差が認められなかった。前者は乾季の乾燥ストレスに起因していた。一方、Ecは土壌が乾いているにもかかわらず、葉の乾燥ストレスは認められなかった。これは、土壌の深くまで根を展開するため、深い土壌水を吸い上げていることを示唆していた。

P2-157 北秋田市上谷地における花粉分析に基づく完新世後期の山地帯スギ林の変遷

池田重人<sup>1</sup>・志知幸治<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

秋田県北部は我が国でスギの天然分布密度が最も高い地域の一つであり、豊富な天然スギの資源は「秋田杉」としてこの地域の経済基盤を支えてきた。その中で「桃洞・佐渡のスギ原生林」は、山地帯上部に生育する高蓄積の林分として特異的であることから国の天然記念物に指定されている。こうした高標高域のスギ林がどのような過程を経て成立してきたかを明らかにする目的で、花粉分析により周辺植生を復原した。分析は、桃洞スギ生育地に近い上谷地上部の小湿地で採取した180cmの試料を用いておこない、1100年間以上の植生変遷過程を明らかにした。上谷地周辺では、最下部から表層までブナ属やコナラ属を主とする落葉広葉樹林が卓越していた。その中で、スギ属は1100年前頃には30%近い出現率を示したが次第に減少し、深さ20~30cmの層位では5%に低下したが、表層では再び30%程度以上に増加していた。この出現率の変化は、この地域における天然スギ資源の減少過程と近年の拡大造林の結果を反映したものと考えられる。

P2-156 花粉分析に基づく完新世における秋田県北西部のスギ林変遷

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

今後の持続的な森林管理を考える上での指針を得る目的で、古くより人間によるスギの利用が行われてきた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、秋田県北西部地域のスギ林変遷を明らかにするために、能代市の一ノ沢湿原より採取した全長9.3mのボーリング試料の花粉分析を行った。

試料の最下部から6.5m深まではコナラ属やブナ属などの広葉樹が優占し、スギは少なかった。4.3m深まではハンノキ属やコナラ属が優占したが、依然スギは少ないままであった。1m深まではスギは優占し、コナラ属などの広葉樹は減少した。1m深以浅ではスギは減少し、マツ属の急増がみられた。周辺地域の既往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。完新世後期のスギ林の拡大は、気候の冷涼化と冬季降雪量の増加に伴う湿潤化が要因と考えられる。また、近年のマツ林の拡大は、人間活動の強度が増したことに伴うスギの利用等の影響が考えられる。

P2-158 常緑落葉混交林における蒸発散長期変動と環境応答の解析

印南賢人<sup>1</sup>・太田岳史<sup>2</sup>・小谷亜由美<sup>2</sup>・中井太郎<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科・<sup>3</sup>名古屋大学地球水循環研究センター

愛知県瀬戸市に位置する瀬戸観測サイトでは、2002年から水文・気象観測が継続されており、10年間の変化を解析することができる。また、瀬戸サイトでは2010年にナラ枯れによる攪乱が起きており、それが年蒸発散量にどのように影響しているかを検討することが可能である。本研究では、蒸発散量の年々変動から水収支を検討し、表面コンダクタンスの変化から蒸発散量の変化を明らかにした。そして、瀬戸サイトにおける10年間の環境変化の影響を理解するものである。

本研究では、実蒸発散量を求める手法として渦相関法を用いた。そして、以下の結果が得られた。

年降水量は1000~2000mmの間で大きく変動し、年蒸発散量の変動は500~750mmと小さかった。また、2010年に起きたナラ枯れにより、年蒸発散量が約100mm減少した。蒸発散量の変動の要因を明らかにするため、Jarvisモデルにより着葉期(JJA)および落葉期(DJF)の表面コンダクタンスを解析したところ、着葉期は大気飽差、落葉期は大気飽差と気温の影響が大きかった。また、枯死後の変動は、落葉期の大気飽差に最も影響が現れていた。

P2-159 タイ北部の丘陵性常緑林上における熱収支インバランスの特徴

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愛知演習林・<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>カセツアート大学

森林は地球上の地表面の約30%を占めているため、地表面と大気間の熱・水・CO<sub>2</sub>の交換に大きな影響を与える。最近の研究では、大気-森林間の熱・水・CO<sub>2</sub>の移動の観測において、空間の平均的なフラックスを精度高く測定できる渦相関法を適用し、その季節変化や年々変動が報告されている。しかし、熱収支の視点では、純放射量 ( $R_n$ ) と貯熱量 ( $G$ ) の差が、渦相関法より求まる顕熱 ( $H$ ) と潜熱 ( $\lambda E$ ) の和と釣り合わないインバランス問題があり、全世界の多くの観測地点でこの問題が生じている。現時点において熱収支のインバランスのメカニズムは未だに明らかにされていない。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の季節的な特徴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。2007年の測定全体の結果、 $R_n-G$  に対する  $H+\lambda E$  の比率は約7割であったが、その比率に季節変化がみられ、気温の低下と土壌水分の減少に伴い  $H$  の増加と  $\lambda E$  の減少がみられる乾季前半の12月と1月に熱収支インバランスが解消される傾向を示した。

P2-161 フィンランドの北方林流域における皆伐が年流出量と季節流出量に及ぼす影響について

井手淳一郎<sup>1</sup>・Leena Finer<sup>2</sup>・Ari Lauren<sup>2</sup>・Sirpa Piirainen<sup>2</sup>・Samuli Launiainen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>兵庫県立大学環境人間学部・<sup>2</sup>Finnish Forest Research Institute Joensuu Research Unit

フィンランドの北方林では気候変動により河川の季節流出量が著しく変わることが予想されている。一方、フィンランドの森林は8割以上が林業に活用されており、施業は一般的に河川流量に影響する。しかしながら、北方林における施業が季節流出量に長期的にどのような影響を及ぼすのかについては不明である。本研究では、北方林における皆伐が河川の年流出量と季節流出量に及ぼす影響について検討することを目的に、フィンランド東部の森林源流域において対照流域法を行った。皆伐前5年間の流量データを用いて皆伐流域と対照流域の2流域間で年流出量、季節流出量それぞれの回帰式を作成し、それをもとに皆伐後18年間の河川流量への伐採効果 ( $TE$ ) を計算した。年流出量の  $TE$  は皆伐後1年目に最大値を示し、その後減少し、8年目以降徐々に消失する傾向を示した。一方、春季流出量の  $TE$  は観測終了まで正の値を示し、また、夏季流出量の  $TE$  は8年目から観測終了まで負の値を示し続けた。以上より、季節流出量の方が年流出量よりも明確に皆伐後の、河川流量における変化の持続性を示すことが明らかとなった。また、皆伐が河川流量に及ぼす影響は少なくとも18年継続することが示された。

P2-160 宝川理水試験地露場における気温の長期変動傾向について

澤野真治・玉井幸治・坪山良夫

森林総合研究所

測定地点近傍の環境変化は測定値における観測に大きな影響を及ぼす。そのため、実際の気温の長期的な変化傾向を調べる際、測定地点近傍の環境変化が少ないと見られる観測地点を選別した上で解析が行われてきている。森林総合研究所の宝川理水試験地では1937年より流量の観測が行われており、流量観測が開始される以前の1935年には、気象観測露場が宝川理水試験地内東端部に設置され、気象の観測が開始された。この気象観測露場は、周囲の樹木の成長は見られるものの、十分な広さがあり、著しい周辺環境の変化は見られない。そこで、これまでに計測された気温データを用いて、宝川理水試験地気象観測露場における気温の長期変化傾向を調べた。年平均気温の長期変化はMann-kendall テストにおいて有意な上昇トレンドが見られた。この期間のうち、1937年から1989年までは有意な上昇トレンドは見られない一方で、1990年代以降の年平均気温がそれ以前に比べ高い傾向を示した。この傾向について、1989年を境に日本各地では年平均気温の急激な上昇が観測されており、広域の気温の変動が宝川理水試験地気象露場においても観測されたものと考えられる。

P2-162 強度間伐が森林流域からの栄養塩流出特性に与える影響

芳賀弘和<sup>1</sup>・佐野貴洋<sup>2</sup>・遠藤祐子<sup>3</sup>・齋藤隆実<sup>4</sup>・恩田裕一<sup>5</sup>・加藤弘亮<sup>5</sup>・Sun Haotian<sup>6</sup>・立石麻紀子<sup>6</sup>・笠原玉青<sup>6</sup>・大槻恭一<sup>6</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>鳥取大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>鳥取日野森林組合・<sup>4</sup>名古屋大学・<sup>5</sup>筑波大学・<sup>6</sup>九州大学農学部附属福岡演習林

強度間伐が河川水の栄養塩濃度に与える影響を明らかにするため、九州北部のスギ・ヒノキ人工林 (2.98 ha、約40年生) において雨量、流量、基岩内地下水の観測、及び河川水の溶存態窒素 (DN) 濃度の分析を行った。間伐前と比べ間伐後 (4-5 か月が経過した時点) の直接流出率に顕著な変化はなかったが、出水時の代表 DN 濃度 (EMC) については間伐前 (範囲 1.7-2.7 mg/L、平均値 2.3 mg/L) よりも間伐後 (範囲 2.6-2.9 mg/L、平均値 2.8 mg/L) の方が高かった。この EMC の増大は、基底流出成分の DN 濃度 (EMCbs) の増大、及び谷部 (深さ 3 m) の地下水の DN 濃度の増大に対応しており、出水時の流出に占める基底流出の割合が大きいことに起因すると思われた。直接流出成分の DN 濃度 (EMCdr) については、先行湿潤状態 (API) と負の相関があったが、同等の API において間伐前の EMCdr と比べて間伐後のそれは高く、間伐に伴い土壤中窒素蓄積量が増加したことが示唆された。本研究において、間伐後 4-5 か月の時点では雨水の流出経路の変化よりも流域の窒素蓄積量の増加により EMC が高まったと解釈できた。

P2-163 宝川森林理水試験地におけるピーク流出係数の長期変化

五名美江<sup>1,2</sup>・玉井幸治<sup>2</sup>・坪山良夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日本学術振興会特別研究員 PD・<sup>2</sup>森林総合研究所

森林総合研究所宝川森林理水試験地（群馬県利根郡みなかみ町）は、降水量と流出量を1937年から現在まで70年以上にわたって継続観測しており、その間に択伐、皆伐による植生の変化を経ているものの、土壌の発達という時間スケールをカバーできる長期データが存在している。本研究では、初沢試験流域を対象とし、ピーク流出量がどのように変化したのかを定量的に明らかにすることを目的とする。1937年から73年経過した2009年までの日降水量60mm以上の降雨を対象に、出水時のピーク流出量とピーク降水量の比として求められるピーク流出係数がどのように変化したのかを定量的に解析した。解析期間を1945～1960年の16年間（前期：皆伐・拡大造林が開始されるまでの期間）と1998～2009年の12年間（後期：拡大造林後35年経過）として、ピーク流出係数と雨の降り始めからピーク降水量の開始時刻までの累積降水量（Pi）、流域の湿潤状態の指標である初期流出量との関係を調べた。Piが増加するとピーク流出係数も増加する傾向にあり、Piが小さいときに、前期と後期のピーク流出係数の差が明瞭であることが分かった。一方、ピーク流出係数と初期流出量には明瞭な関係が見られなかった。

P2-165 森林および樹木の被害状況から竜巻強度を推定する試み

鈴木 寛・後藤義明・野口宏典・坂本知己・南光一樹

森林総合研究所気象環境研究領域

近年、竜巻の認知件数が増加している。竜巻は時間的空間的に局所的な現象であるため、規模や強度の直接測定は困難であり、被害状況から推定される。その際に藤田スケールが使われてきたが、風速が大きめに算出される、あるいは科学的根拠が薄弱である等の理由から、その改良が世界各国で進められている。アメリカとカナダでは既に改良藤田スケールとして発表され、日本では作業が進められている状況にある。本研究は、日本版改良藤田スケール作成に反映させるため、森林や樹木の被害状況から竜巻強度を推定し、森林や樹木の属性と推定風速の対応関係を導くことを目的としている。

森林や樹木の被害状況から竜巻の風速を推定するため、森林や樹木の利用状況に関する属性として、森林、街路樹、公園樹、庭木に、樹種の属性として、針葉樹、広葉樹とに分類し、限界風速を推定した。推定には樹高、枝下高、胸高直径、樹冠幅、地際付近の直径分布等を測定した。強風への応答に関するパラメータとして、ガスト影響係数および抗力係数を求めた。限界風速とその属性に基づく分類状況について発表する。

P2-164 伏見桃山の放置マダケ林における林内雨特性

細田育広

森林総合研究所関西支所

【目的】放置竹林の拡大による山林の水保全機能低下が懸念されているが、森林と比べて具体的にどの程度差があるのか十分明らかではない。そこでまず、放置竹林における竹冠遮断の実態を調査した。\*\*\*【方法】森林総合研究所関西支所桃山実験林内のマダケ林において、12m×5mの調査プロットを設定した。本林分では、年に1回程度の頻度で倒伏・枯死した竹桿を除去する放置的管理がなされてきた。調査プロット内の竹桿のDBH・桿高等を毎年6月1日頃に測定し、生体量の動態を把握した。プロット内の中央付近に樋型雨量計を設置して竹冠通過雨量を、その近傍で竹桿流量を転倒マス型流量計により観測した。\*\*\*【結果】2011～2013年の間に、桿密度は18700本/haから23700本/haに増加した。竹冠通過率は林外雨量が概ね40mmを超えると71%、竹桿流下率は林外雨量が概ね50mmを超えると20%、竹冠遮断率は林外雨量が概ね25mmを超えると15%に収束する傾向が認められた。竹冠流下率は樹木に比べて顕著に大きく、過去に近傍のモウソウチク林（桿密度7200本/ha）で観測された値と比べて竹冠通過率は約2%低く、竹桿流下率は約5%高かった。

P2-166 広葉樹と針葉樹の斜面に設置したインターバルカメラによる林床被覆の季節変動特性の把握

平岡真合<sup>1</sup>・五味高志<sup>1</sup>・内山佳美<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>神奈川県自然環境保全センター

林床植生やリターなどの土壌地被は表土侵食を規定する要因として最も重要である。これまでの土壌地被物の観測はその頻度に制限され、季節変動の把握に対してはデータが不十分であった。そこで、神奈川県丹沢山地大洞沢流域において、被覆条件の異なる広葉樹と針葉樹の斜面（平均傾斜：43.5°）に、インターバルカメラを設置し、土壌地被物の連続観測から林床被覆率の経日変化を把握した。林床面の被覆の大小によらず、台風などの降雨や強風に伴う林床被覆率の変化パターンは地点ごとに異なることが明らかとなった。11月以降の気温低下に伴う林床被覆率の変化については、上層に広葉樹が存在する地点では、新規リターによる被覆率の増加（27%～64%）が見られた。一方、針葉樹が存在する地点では、増加傾向は見られたものの、植生枯死に伴う見かけの傾向であった。また、12月中旬以降の気温が0℃前後で変動する期間には、凍結融解による表土のクリープ移動が確認でき、特に林床被覆率の小さい地点で顕著であった。本手法による林床被覆の連続観測から、土壌地被物の季節変動に限らず、表土の侵食プロセスについても把握できる可能性が示唆された。

## P2-167 積雪荷重による山地斜面の沈下現象

岡本 隆<sup>1</sup>・松浦純生<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>京都大学防災研究所

東北地方の日本海側や北陸地方に位置する山地斜面では冬季に数メートルもの積雪がある。春期になるとそれらは大量の融雪水となって斜面内部へ浸透し斜面の不安定化をもたらすことが知られている。一方で近年は、厳冬期の積雪は荷重（重さ）として土層を鉛直方向に圧縮させて、斜面安定に影響を与えることも指摘されている。これまで土層が積雪荷重によって圧縮される過程が観測された事例は無かったことから、本研究では斜面の鉛直変位を計測可能なセンサーを開発し、山地斜面（地すべり地）の沈下・隆起過程を3年間にわたって観測した。

観測の結果、積雪期には積雪層の増大に伴って土層は沈下し、最大で土層厚（3.5m）の0.6-0.8%の鉛直圧縮が生じた。春期になり積雪深（積雪荷重）が減少すると土層は隆起に転じたが、消雪後も鉛直圧縮成分の一部は残留し積雪前の位置には戻らなかった。一連の現象は、地すべり土層が積雪荷重を受けて圧密された結果であると考えられた。限られた観測結果（3寒候年）において最大積雪荷重の大きい年ほど最大鉛直圧縮量が大きい傾向が見られ、積雪荷重と斜面の沈下量は調和することが示唆された。

## P2-169 CS 立体図を用いた地形判読について

戸田堅一郎

長野県林業総合センター

【はじめに】崩壊危険地の予測には地形図を用いた地形判読による方法が多く用いられるが、従来の等高線による地形図の判読では高度な技術と経験が要求される。そこで、航空レーザ測量等による細密な標高データを用いて、曲率（Curvature）と傾斜（Slope）を計算し、これらを透過処理することで立体的に地形を表現するCS立体図を開発した。CS立体図を用いた地形判読の妥当性を確認するため、同図を用いた地形判読と現地調査を行った。【方法】長野県内で計測された1mメッシュの標高データを用いてCS立体図を作製し、治山事業計画地等から対象地を選定し、目視により地形判読を行って、湧水やリニアメント等、崩壊危険地予測の際に注目すべき特徴的な地形を抽出した。CS立体図をハンディGPSの背景図に設定し、ナビゲーション機能により現地に行き、抽出した場所の現地状況を確認した。【結果】CS立体図を用いた地形判読では、従来の地形図からは判読することが困難だった微小な崩壊跡地形や湧水、地すべり地に特有の線状凹地形や等高線に平行方向のリニアメント等を容易に判読することができ、現地調査においてもこれらを確認することができた。

## P2-168 京都府南部豪雨による宇治市炭山地区の山腹崩壊の分布と特性

長島啓子・三好岩生・田中和博

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

森林の管理放棄やシカの食害など森林の荒廃が危惧されている中、近年ではゲリラ豪雨による山腹崩壊や土砂流出が見られ、森林の適切な管理が更に重要な課題となっている。本研究では平成24年8月の京都府南部豪雨により増水および山腹崩壊の大きな被害を受けた炭山地区を対象に、今後の森林管理に向け、既存のデータを利用し被害地の特性を把握することを目的とした。増水、山腹崩壊が生じた集水域ごとに累積流量、植生、傾斜を被害がみられなかった集水域と比較した結果、増水は累積流量が有意に大きい集水域で発生していた。山腹崩壊が見られた集水域の累積流量は災害が見られなかった集水域と差はなかった。また、3者で集水域の傾斜や植生に差は見られなかった。一方、山腹崩壊地点に着目したところ、被害が最大累積流量の比較的大きい箇所で見られる場合と小さい箇所で見られる場合の2パターンが見られ、後者は前者に比べ急傾斜地で生じていることがわかった。今後の森林管理に資するためには、これらの立地特性と被害箇所の森林の状態（密度や下層植生）との関係を把握する必要がある。

## P2-170 間伐材を利用したグライド抑制工による森林造成—対策工の違いが植栽木の成育に及ぼす影響—

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】雪崩が常襲し草地化が進んだ急傾斜地において、森林を造成するためのグライド抑制工として、環境等への配慮から切取階段工に替わって間伐材を利用した工法の確立が求められている。本研究では、簡易な工法として普及している木杭工および丸太柵工、雪崩予防杭に準拠した三角枠工、以上の3種類の木製対策工により、植栽木の成育状況の違いを比較し、多雪地域における有望な対策工を見出すことを目的とした。【方法】施工後約11年経過した氷見市棚懸（標高300m、設計積雪深2.0m、斜面勾配40°）地内において、無施工、木杭工、丸太柵工、三角枠工（設置密度の異なる2種類）の計5つの隣接する工区別にスギ植栽木の樹高、胸高直径等を測定するとともに、各対策工の残存状況を調査した。【結果】施工後10年を超えた対策工は木材が腐朽し耐用限界に達していたことから、植栽木単独で斜面積雪を安定させることが必須となる。その条件を、平均樹高が設計積雪深の2.5倍以上、立木密度が1000本/ha以上、とすると両方を満たしているのは、三角枠工を620基/ha（水平間隔3m、斜長間隔7m（中間に丸太柵工を併用））配した工区のみであった。

## P2-171 インドネシアの火山性荒廃地の緑化

江崎次夫<sup>1,2</sup>・河野修<sup>1,2</sup>・全 権雨<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>愛媛大学農学部・<sup>2</sup>愛媛大学農学部附属演習林・<sup>3</sup>江原大学校山林環境科学大学

【目的】インドネシアのバリ島は、森林の乱伐や火山の噴火などによって、島民の水瓶であるバトゥール湖の水位が2m近くも低下し、大きな社会問題となっている。そこで、ユーカリなどを主体とした郷土樹種で水源かん養林を再生させるため、エチゼンクラゲ類を活用したクラゲチップ(土壌改良材)を施用した植栽を2012年に試験的に実施した。【実験方法】試験地はインドネシア共和国バリ州バンリ県キンタマーニ郡ペネロカン地区である。2012年に火山性荒廃地約6.5haに苗木を合計4,000本植栽した。実験では植穴の底にクラゲチップを100g入れ土と良く攪拌させた後、分解性のBIOPOTで9月から育苗し、約40~50cm程度に育ったウロフィラユーカリやスアル等5種類の苗木を植栽した。【結果】苗木の活着に必要な不可欠である水分を確保するため、植栽時には保水材として、その後は遅効性の有機質肥料として威力を発揮するクラゲチップを使用し、生分解性機能を持つ紙製のポットを使用したことにより、活着率はこれまでの60%程度から90%程度と大幅に向上した。なお、本研究の一部は2010年度韓国研究財団“基礎研究事業(課題番号:2010-0022532)”の助成を受けて行われた。

## P2-173 海岸砂丘地に植栽した広葉樹およびクロマツの引き倒し抵抗特性

野口宏典<sup>1</sup>・鈴木 覚<sup>1</sup>・南光一樹<sup>1</sup>・竹内由香里<sup>2</sup>・金子智紀<sup>3</sup>・新田響平<sup>3</sup>・渡部公一<sup>4</sup>・坂本知己<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所十日町試験地・<sup>3</sup>秋田県森林技術センター・<sup>4</sup>山形県森林研究研修センター

【目的】東北地方太平洋沖地震津波により、海岸では幹折れや根返り等により多くの樹木が倒された。こうした被害の力学的要因を検討するため、海岸砂丘地に植栽される樹種を対象として立木引き倒し試験を行った。【方法】秋田県、山形県の海岸林及び森林総合研究所の苗畑で、クロマツ6本、ミズナラ3本、カシワ3本、ケヤキ3本、エゾイタヤ3本、タブノキ6本、ニセアカシア1本、合計25本を対象として立木引き倒し試験を行った。対象とした樹木の胸高直径は5cmから15cmであった。樹木はチルホールによって牽引して引き倒した。牽引する力をロードセルによって測定した。【結果】樹木の転倒が発生する限界回転モーメントは樹木の直径が大きくなるほど大きくなる傾向が見られた。クロマツと広葉樹を比較すると、対象とした胸高直径15cm程度までの範囲では広葉樹の方が限界回転モーメントが大きい傾向があった。直径を変数としたべき乗式でクロマツと広葉樹の限界回転モーメントを近似した結果、広葉樹に比べてクロマツの乗数の方が大きくなり、直径が大きくなった場合には、広葉樹に比べてクロマツの方が限界回転モーメントが大きくなることが推測された。

## P2-172 隣接林分でのスギとケヤキの引き倒し試験

藤堂千景・山瀬敬太郎

兵庫農林水産技術総合センター森林林業技術センター

近年、山地溪流での土砂・流木災害を軽減するために、堆積区間での土砂・流木を捕捉する樹林帯(以後、災害緩衝林)の整備が求められている。山地溪流の堆積区間には、植栽されたスギが多くみられるが、より強い樹木に改植することも検討されており、植栽樹種の候補として、山地溪流の堆積区間によくみられ、災害時に土砂等を捕捉しているケヤキが挙げられる。今回の研究では、スギとケヤキに注目し、両者の引き倒し抵抗力を測定し、災害緩衝機能を評価する試験を行ったので、その結果を報告する。試験に用いたのはスギ(28年生)15個体とケヤキ(24年生)30個体である。両者は平地に隣接して位置しており、土質、土壌含水率、土壌の硬さなどの土壌条件に差異はない。土石流の波高を考慮に入れ、各個体の地上高1mの部分にワイヤーを掛けて重機で引張り、引き倒し抵抗力をロードセルにて測定した。その結果、両者の樹木サイズと引き倒し抵抗力の関係式には差異が見られ、同サイズでの引き倒し抵抗力は、スギと比較してケヤキの方が大きく、災害緩衝機能が大きいことがわかった。樹種による抵抗力の違いについては、支点や根鉢形状などからの考察を試みた。

## P2-174 浸水深が立木の津波抵抗性に与える影響

烏田宏行・佐藤 創・真坂一彦・阿部友幸・岩崎健太

北海道立総合研究機構林業試験場

青森県三沢市織笠のクロマツ海岸林を対象に、簡易モデルを用いて現地の被害状況を解析した。その結果、立木に根返りや幹折れが発生する時の津波の限界流速が求められ、この値が小さい立木において実際に被害が発生したことが示された。特に、枝下高約6m以下の立木は被害を受けやすく、相対的に限界流速の値が小さかった。立木の被害形態に関しては、ほとんどが根返りを示し、現地調査の結果と定性的に一致した。また、枝下高と浸水深の関係を調べるため、浸水深が枝下高よりも高くなる(立木の樹冠に津波が達した)場合と、低くなる場合(立木の樹冠に津波は達しない)について、限界流速を区別しその分布を調べると、樹冠部にも津波が達した立木は、被害が発生した区間付近に集中し、限界流速も小さく抵抗性が低くなることが示された。更に、浸水深が立木の抵抗性に与える影響を調べるため、浸水深を変化させて限界流速を求めた結果、浸水深が増加すると限界流速は減少するが、浸水深が枝下高を超えると限界流速の減少がより大きくなり、立木の津波に対する抵抗性をより低下させることが示された。



P2-175 津波被害クロマツにおける年輪セルロースの炭素・酸素安定同位体比

久保田多余子<sup>1</sup>・香川 聡<sup>2</sup>・児玉直美<sup>3</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>農業環境技術研究所

【目的】2011年3月11日の東日本大震災により海岸前縁部のクロマツ林は壊滅的な被害を受けた。この被害に留まらず、震災直後健全に見えた後背地森林においても2011年夏以降、針葉の赤色化や枯死が生じた。この原因は塩害による根からの吸水阻害(水ストレス)のためと考えられている。しかし、土壌の塩分濃度等の調査からは樹木が水ストレスを受けていたのかわからない。そこで、津波被害を受けたクロマツ林において、年輪のセルロースの炭素安定同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ )の季節変化を調べ、塩害によって樹木が受ける水ストレスを定量的に評価し、マツが枯死に至る過程を明らかにする。【方法】宮城県亘理郡山元町において、成長錐で年輪コアを表皮から10cm程度採取した。採取した年輪コアから $\alpha$ -セルロースを抽出し、 $\delta^{13}\text{C}$ を高熱分解炉(HTO、Hekatech社)と質量分析計(MAT252)により測定した。【結果】震災以降の年輪で $\delta^{13}\text{C}$ の上昇が見られた。津波を被った木は浸透圧に逆らっての根からの吸水ができず、水ストレスが高まり、年輪の $\delta^{13}\text{C}$ の上昇後に枯死したと推測された。

P2-177 東北地方太平洋沖地震津波で被災した青森県太平洋沿岸における海岸林被害の3年目の状況

木村公樹

青森県産業技術センター林業研究所

東北地方太平洋沖地震に伴う巨大津波は各地の海岸林に大きな被害をもたらした。青森県太平洋沿岸の海岸林でも前線部を中心に津波の波力により多くの幹折れや根返り等が発生し、一部では流木化するなど被害がもたらされたが、福島、宮城、岩手などの各被災県に比べると、青森県の被害は軽微であると考えられていた。

しかし、当初は健全な状態を維持していると思われていたクロマツを中心とした海岸林において、被災年の夏頃から急激かつ広範囲にわたって海岸クロマツ林の赤枯れ現象が確認され、その後、多くのものは完全に枯死した。このことから、被害の実態とその要因などを解明するため、条件の異なる3箇所に調査プロットを設置し、被害の状況や推移、誘発要因などを3年間にわたり調査した。その結果、被害は凹地形や平坦地形の滞水しやすい場所に集中していることなどが確認されたとともに、被災以降、年々枯死被害が拡大しており、3年たった時点でも収束に至っていないことが分かった。

これら現時点までの調査結果と今後の海岸林再生に向け、より災害に強い海岸林を造成していくための手法などについて考察したので報告する。

P2-176 海岸林不成績要因推定への土壌水分計付貫入計の適用

岩崎健太<sup>1</sup>・佐藤 創<sup>1</sup>・真坂一彦<sup>1</sup>・鳥田宏行<sup>1</sup>・阿部友幸<sup>1</sup>・山川陽祐<sup>2</sup>・小杉賢一朗<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>筑波大学農林技術センター井川演習林・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科

海岸林は防風、防霧、飛砂防止等に加えて津波減災の機能も有しており、東日本大震災以来防災機能の強化が求められているが、海岸林造成地の中には成林できていない場所も多く存在する。局所的な過湿・滞水や密な砂礫層の存在は海岸林の不成績要因となり得る。しかし、それらの検出のために井戸や土壌水分計の埋設による水文調査を土壌硬度の測定と併せて広範囲で行うには、多大な労力が伴う。本研究では、北海道長万部町および白糠町の海岸林において、土壌水分計付貫入計(CPMP)による土壌の体積含水率と土壌硬度の同時測定を林分調査とともにを行い、CPMPを用いた海岸林不成績要因の簡易な推定が可能かを検討した。長万部町の海岸林では、地位指数が低かった地点の多くで、深さ90cm未満の土層内において他の地点よりも高い体積含水率が観測された。一方、白糠町の海岸林で不成績となっていた地点では、他の地点と比較して過湿ではなかったが、20cm~50cmの深さの土壌が著しく硬かった。以上より、CPMPは海岸林の生育不良をもたらす過湿環境および密な砂礫層の検出に有効であり、海岸林不成績要因の推定に適用できることがわかった。

P2-178 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

小岩俊行<sup>1</sup>・石井宣利<sup>1</sup>・蓬田英俊<sup>1</sup>・小澤洋一<sup>1</sup>・橋本良二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岩手県林業技術センター・<sup>2</sup>岩手大学農学部

【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、津波被害地への植栽試験を行い、土壌塩分への耐性などの生育適性を調査した。【方法】2012年、岩手県沿岸北部に2カ所、2013年、沿岸南部に2カ所、計4カ所に植栽試験地を設定した。試験地は、大きさ400㎡(20m×20m)、植栽間隔は1m、で400本(10,000本/ha)。植栽樹種は、アカマツ(松くい虫抵抗性、コンテナ苗)、クロマツ(精英樹、抵抗性)、広葉樹類(カシワ、イタヤカエデなど)など9樹種12区分とした。【結果】2012年植栽の2カ所では、植栽16ヶ月の平均生存率が約90%を維持していた。なかでも、生存率が95%以上なのは、クロマツ精英樹、抵抗性アカマツ(コンテナ苗)、オオヤマザクラ、ケヤキであった。土壌ECも著しく高い値はみられず、時間経過とともに低下傾向であった。2013年植栽の1カ所では、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。土壌ECは、採取時期や位置で大きく変動し、海水の試験地内への再冠水などの影響が考えられた。

P2-179 M スターコンテナによる海岸防災林植栽樹種の育成試験

山本茂弘・伊藤 愛・袴田哲司・近藤 晃

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

【目的】静岡県では、海岸防災林の森林整備方針に基づき、浜松市沿岸域に津波被害対策のために造成中の大規模な防潮堤上に、防風、潮害防備機能のほか津波被害軽減及び生物多様性機能を兼ね備えた多機能な防災林が造成されつつある。当防災林では、松くい虫抵抗性クロマツの他、海岸に適した広葉樹種を植栽する計画である。植栽する苗木は、植栽後の活着・成長に優れる他、根巻き防止により自然な根の伸長を促し、津波に強い根系発達に適すと考えられるコンテナ苗の利用が期待される。【方法】本研究では、コンテナ容積が調整でき、さまざまな樹種への応用が可能と考えられる M スターコンテナを用いて、クロマツ及び広葉樹 5 樹種の苗の成長に対するコンテナの高さ、用土の影響及びポット苗との違いについて調べた。【結果】苗の成長は樹種により異なることが示され、最適な育成条件は樹種ごとの検討が必要であると考えられた。

P2-181 不完全な発見：二項混合モデル (binomial mixture model) のシミュレーションによる検証

山浦悠一

北海道大学農学部

二項混合モデル (binomial mixture model) は、カウントデータから不完全な発見率を考慮して個体数を推定する統計モデルで、近年その応用例が増えている。本研究はシミュレーションによる実験を行ない、様々な条件下で二項混合モデルの推定値を調査した。個体数は期待値  $\lambda$  のポアソン分布に従い、発見される個体数は個体の発見率が  $p$  の二項分布に従っていると仮定した。 $\lambda$  と  $p$  に共変量がない ( $\lambda$  と  $p$  が調査地点間で等しい) 単純な条件では、調査地点数 ( $n$ ) が 20 と 160 の間では、二項混合モデルは以下の条件下で正しい  $\lambda$  と  $p$  を推定することができた： $0.1 \leq \lambda \leq 160$  かつ  $p \geq 0.1$ 。しかし、この範囲内であっても、 $\lambda$  と  $p$  が小さければ、推定値の変動は大きかった。次に、調査地点数を 20 とし、 $\lambda$  を単一の共変量 ( $x$ ) の増加に伴って増加させ、調査地点間で、 $p$  と訪問回数 ( $v$ )、これらの共変量への依存性を変化させた。二項混合モデルはほとんどの場合で切片、傾き、そして  $\lambda$  を正しく推定することができた。しかし、 $p$  と  $v$  が小さい場合、 $p$  と  $\lambda$  が  $x$  に真逆に依存するため互いに負に強く相関する場合、推定値の変動はより大きくなった。

P2-180 現代の里山観とローカルノレッジ

北山祐希・田中隆文・上田渉多

名古屋大学大学院生命農学研究所

【目的】各地域固有の里山が形成され、それを支える各地域における固有の知恵であるローカルノレッジの存在も考えられる。では、里山に関わる活動を行う際に里山の地域による違いを活動者はどのように意識しているのか。【方法】NPO 法人の定款に記載された目的の項に「里山」と「地域」の文言のある NPO 法人を対象に、定款の目的の項をテキストマイニングを使用し解析した。フリーソフトウェアである KH Coder の「対応分析」の機能を使用し、NPO 法人の所在地と抽出語の関係について、パイプロット図を作成して全体の傾向を図示した。また、KH Coder の「関連語検索」の機能を使用し、NPO 法人の所在地ごとに特徴のある語を検索して、特徴のある語の前後の文脈から里山の捉え方の違いを判断した。【結果】「里山」という文言のとらえ方は、都市圏中心部と都市圏周辺部とで異なること示唆された。また、里山に求める機能は、都市圏周辺部と都市圏から離れた府県とで異なることが示唆された。NPO 法人の所在地付近の自然環境や文化による影響と考えられる。

P2-182 ナラ枯れ被害発生ポテンシャルの分布解析

近藤洋史<sup>1</sup>・斉藤正一<sup>2</sup>・岡田充弘<sup>3</sup>・所 雅彦<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>3</sup>長野県林業総合センター・<sup>4</sup>森林総合研究所

【目的】平成 25 年版森林・林業白書によると、ブナ科樹木萎凋病 (以下、ナラ枯れ) は、2011 年度には 29 都府県で発生している。ナラ枯れ被害発生を予測するため、これまで、落葉性のナラ類を中心に森林資源分布を作成してきた。今回、常緑性のシイ・カシ類を含めた森林資源分布を解析して、本州から九州本土地方にわたる被害発生のポテンシャルを検討する。【方法】森林資源分布の現況情報として、環境省自然環境保全基礎調査の、第 2 回から第 5 回までの植生調査データを使用した。ナラ枯れ調査を行う行政機関の担当部局では第 3 次地域区画 (3 次メッシュ、約 1×1km) でデータを管理している場合が多いので、3 次メッシュごとの代表的な植生によるデータ分類を行った。解析には、ArcGIS Ver.10.1 (ESRI Inc.) を用いた。【結果】ナラ枯れ被害を受ける危険性の高いミズナラは本州中央部に分布しており、その周りにコナラが分布している。これらの樹種は青森県から山口県、四国および九州地方の中央部に分布している。ウバメガシ・スダジイは千葉県から高知県にいたる太平洋岸、九州地方に分布している。これらの地域では被害拡大の可能性があると考えられた。

## P2-183 ナラ枯れ被害木への超臨界二酸化炭素処理がカシノナガキクイムシへ及ぼす影響

上辻久敏・土肥基生・大橋章博

岐阜県森林研究所

ナラ枯れ被害で枯死した樹木の中で、新たな感染源となるナラ枯れ病原菌を媒介する昆虫(カシノナガキクイムシ)が繁殖することが次年度のナラ枯れ被害の原因の一つである。ナラ枯れ被害枯死木の処理にはNCS 燻蒸剤が用いられている。しかし、燻蒸剤処理は、人体の害にならないよう処理には注意が必要である。

燻蒸剤以外のナラ枯れ被害木の処理方法として、ナラ枯れ枯死木に殺虫剤や殺菌剤を含む溶液の利用が考えられるが、溶液であると被害枯死木中に浸透しづらい問題点がある。被害木の利用に関しても、薬剤処理した被害木は、薬剤の残留がないことを確認できないと利用には不適である。

近年、ナラ枯れ被害木を薪にして利用することでの防除効果が大橋により報告されてきている。薪処理と同様に有害な物質の残留性がなく、安全かつ効率的にカシノナガキクイムシを駆除する方法の開発が望まれている。本発表では、ナラ枯れ被害枯死木に液体を浸透させることは困難であることから、液体でなく、気体の浸透性を有する二酸化炭素流体を利用したカシノナガキクイムシの駆除について検討した。

## P2-185 粘着シートを用いたナラ枯れ防除試験(2)

林 晋平<sup>1</sup>・池本省吾<sup>2</sup>・杉本博之<sup>3</sup>・三枝道生<sup>4</sup>・亀井幹夫<sup>5</sup>・塩見晋一<sup>6</sup>・橋本道明<sup>7</sup>

<sup>1</sup>島根県中山間地域研究センター・<sup>2</sup>鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場・<sup>3</sup>山口県林業技術部林業指導センター・<sup>4</sup>岡山県農林水産総合センター森林研究所・<sup>5</sup>広島県立総合技術研究所林業技術センター・<sup>6</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>7</sup>アース製薬株式会社

カシノナガキクイムシ(以下カシナガ)が関与するナラ枯れは、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。このナラ枯れの簡易な防除手法として粘着シート(アース製薬製)を用いたカシナガの脱出防止試験を行った。

資材は粘着面が20cm×100cmのシート状で紙製のもの(以下S1型)と不織布製のもの(以下S2型)及び20cm×2400cmのロール状で紙製のもの(以下R型)の3種類を使用した。設置は樹幹に粘着面を内向きに、S型はたわむように、R型は最初にPPロープを巻き、空隙ができるよう施工した。施工後、羽化トラップを設置し資材からの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捕虫率を算出した。

総脱出数が100頭以上の場合、平均捕虫率(最大)はS1型が63.8(93.2)%, S2型が93.6(95.8)%, R型が70.9(99.3)%となった。S1型は総脱出数が多くなるほど捕虫率は高くなり、500頭以上の場合、73.9%となった。蟻道の影響が多く観察されたため、捕虫率は実際よりも低くなっていると推察される。また、2012年試験で見られた樹幹流による資材の劣化は殆ど認めなかった。

## P2-184 実用化にむけた「おとり丸太」の施工法

斉藤正一

山形県森林研究研修センター

大量集積型のおとり丸太は、直径12cm以上、長さ約2mのナラ類生立木を材料に20m<sup>3</sup>以上をめぐに2010~13年、山形県内47箇所に設置した。丸太へのカシナガの1m<sup>3</sup>当りの推定誘引虫数の平均は、集合フェロモン剤装着では、激害18,144頭/m<sup>3</sup>、中害15,205頭/m<sup>3</sup>、激害跡12,671頭/m<sup>3</sup>、平均15,340頭/m<sup>3</sup>、集合フェロモン剤なしの激中害の平均は11,546頭/m<sup>3</sup>であった。また微害では10,410頭/m<sup>3</sup>で、激害>中害>激害跡>フェロモン剤無し>微害の順であり、ナラ類の丸太を大量集積して集合フェロモン剤を装着する方法は、カシナガの密度に応じて誘引状況は変化し、カシナガの密度が高い場合にカシナガを多く誘引できる事が検証された。実証試験を通じて大量集積型の丸太を設置には、東か南側に開いた場所で、凹地を避け、被害地から近く丸太が極力乾燥しない様なスギ林の待避所等を選ぶと効果的にカシナガを誘引できる。また、丸太の乾燥を防ぐために寒冷紗等を丸太の上部に被覆するとカシナガの誘引数が1割程度多くなる。なお、丸太に誘引したカシナガは初発日までにチップやペレット、おが粉の材料として粉砕すれば、物理的な殺虫と燃料用等として利用でき、山形県内ではその利用が始まった。

## P2-186 穿入生存木へのスカートトラップ設置によるナラ枯れ被害軽減の試み

小澤洋一

岩手県林業技術センター

【目的】2011年岩手県で2例目のナラ枯れ被害が一関市で発生した。枯死木の伐倒くん蒸処理後の伐根と、全ての穿入生存木にスカート型トラップを設置し、羽化脱出するカシナガ成虫の発生消長を調査するとともに、捕殺による被害軽減を試みた。【方法】枯死被害木の3km圏域で確認された30本の穿入生存木と6本の枯死木の伐根(非駆除処理)「スカート型トラップ」(江崎2002)を設置し、2012年6月21日から11月7日の間、1週間ごとにトラップを回収し、捕獲されたカシナガ成虫を雌雄別に数えた。また、枯死木の3km圏域で、その後発生した枯死木と穿入生存木を調査した。【結果】羽化脱出の発生消長は、枯死木伐根は初発日が2012年7月5日、ピークが8月2日で、11月7日まで発生が続いた。穿入生存木は初発日が7月26日、ピークは8月9日で、10月18日まで発生が続いた。枯死木伐根からの羽化脱出総数は24,120頭、穿入生存木からは1,785頭となった。3km圏域の被害発生調査の結果、2012年12月に3本の穿入生存木が確認されたものの、2013年は枯死木、穿入生存木とも確認されなかった。

P2-187 カシノナガキクイムシ越冬幼虫の発育零点と有効積算温度

大橋章博

岐阜県森林研究所

カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）の羽化初発日を予測することは、適切な防除を実施する上で非常に有益である。齊藤ら（2003）は、9年間の発生消長と4～5月の日平均気温との関係から、初発日の予測を試みている。しかし、カシナガは材内でほとんどを過ごすことから、発育過程を把握することは困難で、発育零点や積算温度に関する知見はほとんどないのが現状である。

演者は被害丸太を用いて、17.5、20.0、22.5、25.0、27.5、30.0℃の温度条件下で飼育試験を行い、越冬幼虫の羽化までの発育零点および有効積算温度を報告した（2013）。しかし、卵から羽化するまでの積算温度が定数であるとすれば、卵から越冬までの積算温度は場所や年によって異なるため、越冬幼虫が羽化するまでの積算温度も場所や年によって異なると考えられる。

そこで、今回異なる被害地から採取した丸太を用いて同様の飼育試験を行い、発育零点および積算温度を実験的に算出し、得られた積算温度がどの程度汎用性のある値であるか検討した。

また、過去に行った発生消長調査の結果について、算出した調査地の有効温度との整合性について検討した。

P2-188 標高 1,000 m 付近の地域に発生したナラ類枯損被害の推移とカシノナガキクイムシの繁殖

松浦崇遠<sup>1</sup>・中島春樹<sup>1</sup>・田中康隆<sup>2</sup>・寺島史郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>富山県農林水産総合技術センター森林研究所・<sup>2</sup>富山県富山農林振興センター・<sup>3</sup>林野庁中部森林管理局

富山県内の同一流域に属し、それぞれ標高 860 m、990 m、1,160 m に位置する 3 箇所の調査地において、胸高直径 10 cm 以上のミズナラを対象に、カシノナガキクイムシによる枯損被害を調査した。その結果、2009 年または 2010 年から 2011 年までの間、成虫の穿入が継続して観察された。しかし、2012 年に穿入は見られず、2013 年には標高 860 m の調査地のみでわずかに観察された。各調査地における無被害木の割合は 2013 年の時点でそれぞれ 20%、45%、95% を占め、標高が高くなるほど増加した。また、各調査地における無被害木の平均胸高直径は 22.5～24.5 cm であり、その多くは繁殖が十分に可能なサイズであった。調査地と周辺に発生した枯死被害木にトラップを設置して、成虫の羽化脱出を調査した。その結果、2011 年に標高 860 m の林分のみで穿入孔当たり 0.2 頭が捕獲されたが、他の調査年・調査地では繁殖を確認できなかった。以上のことから、高標高地での被害は、低標高地で繁殖し飛来した成虫によって発生したものであり、無被害木が残存しているにもかかわらず、被害がほとんど発生しなくなったのは、低標高地での被害が沈静化し、成虫の個体数が減少したためと推定された。

P2-189 ウバメガシの伐倒処理によるカシノナガキクイムシの発生頭数

栗生 剛<sup>1</sup>・衣浦晴生<sup>2</sup>・長谷川絵里<sup>2</sup>・中森由美子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>和歌山県林業試験場・<sup>2</sup>森林総合研究所 関西支所

【目的】カシノナガキクイムシ（太平洋型個体群、以下カシナガ）の防除を考える上でその特性を明らかにする必要がある。そこで、ウバメガシ穿孔被害木の伐倒処理が、カシナガ発生頭数に及ぼす影響について検討した。【方法】試験は和歌山県西牟婁郡すさみ町のウバメガシ林で行った。2013 年 4 月に前年度にカシナガの穿孔被害を受けたウバメガシ 10 本を選木し、5 本については高さ 1.0 m 付近で伐倒し、生立木 5 本、伐倒木 5 本、切株 5 本を設定した。フラスの確認できた穿入孔に各調査木 1 本当たり 20 個の羽化トラップを設置し、2013 年 6 月～11 月の期間、成虫発生頭数を調査した。【結果】正常トラップに対するカシナガの発生穿孔割合（繁殖成功率）は、生立木・切株は 98%・95% と高いのに対し伐倒木は 2% と低かった。生立木、伐倒木、切株からの調査孔当たりの発生頭数は、50.3 頭、0.02 頭、84.6 頭で、切株 > 生立木 > 伐倒木の順が多かった。特に伐倒木からは生立木の 0.04% の発生頭数となり、ウバメガシでは 4 月までの伐倒処理により成虫発生を抑制できることが分かった。逆に切株を残すと成虫発生を増加させる危険性があるため、地際からの処理が重要と考えられた。

P2-190 殺菌剤少量注入処理によるナラ枯れ予防方法の検討 II — 注入処理の省力化 —

岡田充弘<sup>1</sup>・齊藤正一<sup>2</sup>・吉濱 健<sup>3</sup>・大矢信次郎<sup>1</sup>・所 雅彦<sup>4</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>サンケイ化学・<sup>4</sup>森林総合研究所

【目的】ブナ科樹木萎凋病被害（以下、ナラ枯れ）の枯損予防のための殺菌剤樹幹注入処理の作業コストが高いことなどの問題を解決するため、新たに開発した高濃度の殺菌剤少量樹幹注入処理方法の処理効率、および効果を検討。【方法】2012 年に枯死予防効果が確認できた開発中の新規薬剤に適した注入器具による高濃度少量剤と、注入ボトルを利用する登録薬剤による樹幹注入処理の工程調査をビデオ撮影などにより実施するとともに、枯損予防効果などを長野県、および山形県の被害林分で調査した。【結果】長野県で実施した調査では、新規薬剤と登録薬剤の処理木ごとの 1 孔あたりの処理時間（ドリル穿孔＋注入）を比較すると、新規薬剤が平均 21.7 秒に対して、登録薬剤は平均 51.7 秒であり、新規薬剤の処理時間は現行処理の 1/2 以下に短縮された。また、山形県での調査でも同様に、新規薬剤の処理時間は現行処理の 1/2 以下に短縮された。また、枯損予防効果については、新規薬剤と登録薬剤で差はみられなかった。これらのことから、新規薬剤による少量樹幹注入処理は現行処理に比べて、作業コストが大幅に改善されると判断された。

P2-191 青森県南西部のナラ林においてエタノールトラップで捕獲された養菌性キクイムシ類

伊藤昌明・土屋 慧

青森県産業技術センター林業研究所

近年、青森県ではブナ科樹木萎凋病やマツ材線虫病など、これまでに発生が確認されなかった森林病虫害が散発的に観察されるようになった。これらの被害は青森県南西部の沿岸地域で発生しており、今後被害が甚大化した場合、この地域における森林の構造を著しく変化させてしまう可能性がある。その結果、森林における生物多様性も損なわれる可能性が高いものと推察される。そこで、本研究では、これらの被害が甚大化する以前の青森県南西部の森林における生物多様性を明らかにするために、衝突板トラップを用いたモニタリングを行った。対象は植食性森林昆虫の主要ギルドである穿孔性昆虫の養菌性キクイムシ類とした。調査期間は2013年6月～9月であり、週1回間隔でサンプルを回収した。モニタリングは昆虫誘引器（サンケイ化学(株)）と99.5%エタノールを組み合わせて行い、サンプルは全て捕殺した。調査地は西津軽郡深浦町の4箇所と弘前市及び平川市の4箇所の合計8箇所であり、いずれもナラ類が優占する森林である。なお、各調査地にはトラップを4基ずつ設置した。この捕獲結果を用いて、現在の青森県南西部における森林の生物多様性について検討を行う。

P2-192 青森県深浦町海岸部においてマレーズトラップで採集されたカミキリムシ類

土屋 慧<sup>1</sup>・木村公樹<sup>1</sup>・今 純<sup>2</sup>

<sup>1</sup>青森県産業技術センター林業研究所・<sup>2</sup>特定非営利活動法人青森県樹木医会

【背景】青森県は2006年にマツ材線虫病被害を監視することを目的として、県南西部の深浦町秋田県境付近に2箇所の防除帯を設置した。この防除帯内に含まれるマツ林は皆伐され、皆伐跡地の一部には広葉樹が植栽された。本研究では、マツ林皆伐跡地における生物多様性の評価を目的としてマレーズトラップを用いたカミキリムシ相の調査を行った。【方法】調査は青森県西津軽郡深浦町大間越のマツ林皆伐跡地で行った。調査年は2006年、2007年及び2010年から2013年の計6年で、各年6月下旬にマレーズトラップを2基設置した。トラップの捕虫器にはプロピレングリコールを入れ、約4週間間隔で8月下旬まで捕虫器の回収を行った。捕獲されたカミキリムシの種同定を行い、種数及び捕獲頭数から群集構造の動態について年次間での比較を行った。【結果】調査の結果、調査全期間をとおしてカミキリムシ科51種、591個体が採集された。全種数に占める割合はフトカミキリ亜科が最も多く63%(32種)、次いでカミキリ亜科が22%(11種)だった。マツ伐採後7年経過したが、未だに林縁性の種が捕獲されており林地攪乱の影響が残っているものと考えられた。

P2-193 沖縄島北部の森林における穿孔虫の発生に影響する倒木・落枝の発生量の変動

後藤秀章<sup>1</sup>・古堅 公<sup>2</sup>・佐藤大樹<sup>3</sup>・上田明良<sup>1</sup>・新垣拓也<sup>4</sup>・朝井信行<sup>2</sup>・小高信彦<sup>1</sup>・阿部 真<sup>5</sup>・生沢 均<sup>4</sup>・清水 晃<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>一般財団法人沖縄県環境科学センター・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>沖縄県森林資源研究センター・<sup>5</sup>農林水産省農林水産技術会議事務局

沖縄北部地域は、多くの固有種の分布する亜熱帯島嶼特有の生態系を持つ一方、沖縄県の林業の中心を担う木材生産の拠点であり、伐採・造林を中心とする様々な施策が行われている。近年では木材生産の場においても生物多様性の保全に対する配慮が求められ、多様性の保全と森林利用の両立は緊急の課題である。カミキリムシなど、森林で倒木・落枝などの枯死材を利用する昆虫は、森林生態系の中で、森林の分解者として重要な役割を担っていると同時に、希少種であるノグチゲラの主要なエサ資源でもある。そのため枯死材を利用する昆虫は、森林全体の多様性の保全を考える上で重要であると考えられる。これまでカミキリムシの種数や個体数は、資源となる枯死材の量に大きく依存することが分かってきた。一方で枯死材の発生量の変動および、発生に関わる気象・立地・林況・森林施策等の影響についてはほとんど解明されていない。そこで現在、当該地域の様々な林分において長期にわたる枯死材発生量を調査しているところである。本発表ではこれまでに明らかになった発生量と施策の関係、およびこれまでの年次変動などについて報告する。

P2-194 スギ・ヒノキ人工林の伐採にともなう穿孔虫の発生活長

小坂 肇・高畑義啓・宮崎和弘・後藤秀章・上田明良

森林総合研究所九州支所

森林の多面的機能を発揮させつつ低コストの造林を行う施策として、带状伐採と伐採直後の造林が行われ始めた。この施策方法は害虫である穿孔虫の繁殖源となる新鮮な末木枝条等の残材が存在する条件での造林となる。そこで、带状伐採と残材が穿孔虫発生に与える影響を調査した。調査地は2013年2月までに伐採されて3月にスギ苗が植栽された場所とし、带状伐採地と対照として皆伐地を設けた。それぞれの伐採地に枝条散布区と除去区を設け、粘着シートによる穿孔虫の捕獲を試みた。また、それぞれの伐採地の林縁部と伐採幅中央部に誘引トラップとピットフォールトラップを設置しての捕獲も試みた。スギを加害することがある穿孔虫として粘着シートではヒメスギカミキリ、ハンノキキクイムシ、トドマツオオキクイムシ及びヒバノキキクイムシの4種が捕獲され、そのピークは4月から5月にかけてであった。これら4種は带状伐採地の枝条散布区で多数採れる傾向にあった。他のトラップではオオゾウムシが7月から10月中旬まで林縁部で多数捕獲された。植栽苗への加害は観察されなかったが、施策方法や伐採時期によっては穿孔虫による林業被害リスクが高まる可能性が示唆された。

P2-195 津波被害マツ枯死木から脱出したマツノマダラ  
カミキリのマツノザイセンチュウ保持状況

中村克典<sup>1</sup>・相川拓也<sup>1</sup>・市原 優<sup>2</sup>・前原紀敏<sup>1</sup>・水田展洋<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>宮城県大河原地方振興事務所

宮城県東松島市の津波被災海岸マツ林で2011年中に枯死したアカマツ・クロマツから丸太を採取し、2012年夏に網室に収容して、脱出したマツノマダラカミキリ成虫のマツノザイセンチュウ保持状況を調べた。6本のクロマツ枯死木に由来する丸太から脱出した44頭の成虫の内、線虫保持個体は2頭に過ぎなかった。一方、6本のアカマツ枯死木に由来する丸太から脱出した132頭の成虫には線虫保持個体が68頭含まれていた。丸太を採取した調査木では、2011年秋に胸高部から材片を採取してマツノザイセンチュウの検出調査を行っていたが、その際に線虫が検出された木のみならず非検出木においても脱出した成虫は線虫を保持することがあり、特にアカマツでは6本の内5本が秋の時点ではマツノザイセンチュウ非検出だった。2011年秋の時点で、マツノマダラカミキリが生息するがマツノザイセンチュウは検出されなかったアカマツは、津波で衰弱したところに誘引された成虫の産卵を受けたものと考えられ、したがって、翌夏の脱出成虫が持ち出したマツノザイセンチュウは親成虫の産卵痕経由で伝播されたものである可能性が高い。

P2-197 シキミを加害する吸汁昆虫に対する浸透移行性  
殺虫剤の効果について

藤本浩平

高知県立森林技術センター

シキミの害虫であるアブラムシおよびゲンバヤシの簡便な防除方法として、地表へ散布する浸透移行性殺虫剤による防除を検討した。

高知県高岡郡津野町のシキミ栽培地(alt.520m)で防除試験および薬害調査を行った。供試薬剤は、日本曹達のNI-31粒剤(アセタミプリド1.0%：現在登録申請中)である。調査区は、薬剤区1(NI-31粒剤12g/m<sup>2</sup>株元散布)、薬剤区2(NI-31粒剤30g/m<sup>2</sup>株元散布)、対照薬剤区(スミチオン乳剤1000倍希釈液散布)、倍量薬剤区(NI-31粒剤60g/m<sup>2</sup>株元散布)、無処理区の5区・3反復の計15区を設定した。アブラムシおよびゲンバヤシが10葉で100頭以上発生確認後のH25年7月1日に薬剤処理を行い、効果調査として処理前・処理後(7、14、21日後)に虫数を、倍量薬害調査として処理後(7、14、21日後)に薬害の有無を調査した。

アブラムシ・ゲンバヤシとも各薬剤区で殺虫効果がみられた。NI-31粒剤散布区は7日目に十分に効果がみられなかったものの、14日目・21日目に高い殺虫効果が確認された。各薬剤区とも薬害はみられなかった。

P2-196 マツ材線虫病激害後のマツ林内のマツノマダラ  
カミキリ成虫密度と性比の季節変化

杉本博之<sup>1</sup>・富樫一巳<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山口県林業技術部林業指導センター・<sup>2</sup>東京大学農学部

マツノマダラカミキリ(以下カミキリと略記)はマツ材線虫病を伝播する。このため、カミキリ成虫密度はマツ林での本病の流行に大きく関係する。激害林におけるカミキリ成虫個体群の林内分布と性比の季節的変動を明らかにするために、山口県長門市日置のアカマツ林の林冠の中と下に、誘引物を含まない粘着剤付スクリーン・トラップ(1×1m)(以下トラップと略記)を設置し、毎週交換して成虫を捕獲した。また、発生初期の成虫数を推定するために、枯死木の脱出孔調査を行った。調査は、2011年から2013年まで行った。その結果、調査地の最初の生立木100本のうち、2011年、2012年、2013年の前年枯死木は28本、52本、11本となり2013年には生立木はなくなり、捕獲成虫数はそれぞれ392頭、1042頭、85頭であった。2012年の場合、成虫捕獲数は6・7月に85頭捕獲され、8月以降は捕獲されなかった。6・7月の性比は2011年と同様に雄に偏った。2013年の脱出成虫密度及び成虫捕獲密度/日/トラップは2012年の0.1倍に減少した。また、2011年から2013年のカミキリ成虫密度の林内分布を解析した結果、林冠内の成虫密度が高くなると、林冠下の密度が増加することが分かった。

P2-198 粘着トラップを用いたブナハバチ幼虫防除の  
手法開発

谷脇 徹

神奈川県自然環境保全センター

神奈川県の丹沢山地においてブナの葉を大規模に摂食するブナハバチの防除法として、粘着シートによる幼虫の大量捕獲が提案されている。2013年に丹沢山、檜洞丸および大室山で合計548本のブナ樹幹地際に幅20cmのロール状粘着シートを設置した。まず丹沢山において粘着面の区画ごとの捕獲数を計測し、ブナ1本あたり捕獲数の推定法を検討した。その結果、高い精度で省力的かつ簡易に推定するには、6行あるうちの下から3行目の8区画で捕獲数を計測すればよいことが分かった。現地作業および画像解析を省力化するため、写真を4方向から撮影し、1画像から2区画をサンプリングすることとした。この推定法により3地点の合計捕獲数はおよそ75万個体と推定された。樹冠に生息する幼虫数を卵数の調査結果と既存の密度推移データから推定したところ、捕獲数の割合は丹沢山で12%、檜洞丸で15%と評価された。防除効果は単年では現れにくい、長期継続することで徐々に発揮される可能性があるとする従来の研究を支持する結果となった。

P2-199 昆虫寄生性線虫 *Ektaphelenchoides spondylis* の線虫捕食性

神崎菜摘

森林総合研究所

Aphelenchoididae 科 Ektaphelenchinae 亜科に属する線虫、*Ektaphelenchoides spondylis* はクロカミキリ (*Spondylis buprestoides*) の血体腔内から、昆虫寄生性線虫として記載された。再分離された *E. spondylis* を用いて、培養試験を行い、食餌源と摂食様式について調査した。クロカミキリを捕獲、解剖し、解剖された虫体を 2.0% 寒天培地上に置いた結果、本種以外に未記載の *Pseudodiplogasteroides* sp. が検出され、こちらは虫体上に発生した細菌を摂食して増殖した。一方、*E. spondylis* は糸状菌、細菌のいずれを用いても増殖が認められなかったが、*Pseudodiplogasteroides* sp. との共培養では、*Pseudodiplogasteroides* sp. に口針を刺しこんで内容物を吸汁するという、捕食性を示した。培地上での挙動をさらに観察したところ、*E. spondylis* は培地上に発生した糸状菌の菌糸に対しても若干の摂食行動を示したものの、その吸汁時間は 5 秒以下であり、捕食時の吸汁時間が 1 分以上であったのに比べると明らかに短かった。本研究は、1 種の線虫が昆虫寄生性と捕食性を同時に持つことを示す初の報告である。

P2-201 マイマイガの大発生がミズナラの種子生産に及ぼす影響

水谷瑞希

福井県自然保護センター

【目的】2013 年に福井県内で大発生したマイマイガによる強度の葉の食害が、ミズナラの種子生産に及ぼした影響について検討した。【方法】調査は福井県大野市内のミズナラ林で実施した。2 個体で採集した落下種子のサイズを、過去の結果 (夏目 2009) と比較した。また 158 個体を対象に、食害完了時に食害度を、堅果成熟期に食害度と着果量を、目視で評価した。【結果】種子サイズは 1 個体では過去と比較して小さかったが、もう 1 個体では差がなかった。ほとんどの個体が食害完了時に強度の食害を受けていたが、再展葉により堅果成熟期には 44% の個体で食害度が低下した。着果量は食害度が低下した個体ほど少なかった。【考察】強度の食害を受けた個体では種子数 (水谷 2014)、サイズとも若干減少する可能性があるが、その影響は被害の大きさから想像されるほどには大きくなかった。一方、種子生産が多い個体ほど葉量は回復しなかった。このことからミズナラは樹体内の貯蔵炭水化物で損失を補償する際、種子生産を再展葉よりも優先していると考えられる。だが極度の食害による光合成産量低下の影響は次年度以降も継続する可能性があり、今後の種子生産への影響が注目される。

P2-200 落葉広葉樹 5 種における北海道産と熊本県産クスサン幼虫の選好性

松木佐和子<sup>1</sup>・尾森 翔<sup>1</sup>・大野泰之<sup>2</sup>・渡邊陽子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>岩手大学農学部・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>3</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

近年、北海道ではクスサン (ヤマユガ科) の大発生が続いており、有用広葉樹であるウダイカンバへの被害が拡大していることから林業被害としても問題となっている。クスサンの分布域は日本全国だが、これまでクスサンの長期間に渡る発生は本州では確認されておらず、なぜ北海道で大発生が続いているのかを明らかにするための研究を行っている。

本研究では、過去の飼育実験から最も選好性が高いことが明らかになっているウダイカンバが広く分布している北海道と、ウダイカンバが分布していない熊本県においてクスサンの卵塊を採集し、ウダイカンバ、シラカンバ、クリ、トチノキ、サワグルミの広葉樹 5 種類の葉を初齢幼虫に与えて体重の違いを比較する実験を行った。

幼虫の体重はサワグルミ以外では熊本県産の方が北海道産より重かったが有意な差ではなかった。樹種の違いは両地域とも有意で、ウダイカンバとクリでは他樹種よりも重かった。しかし北海道ではウダイカンバ、熊本県ではクリを与えた時、最も重かった。本発表では、幼虫の成長に葉の LMA、窒素、炭素、縮合タンニン濃度、総フェノール濃度のうち、どの要因が最も影響を与えていたかについても報告する。

P2-202 シカ生息密度の違いが食糞性・地表徘徊性甲虫類群集に与える影響

小池伸介<sup>1</sup>・飯田泰地<sup>2</sup>・曾我昌史<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>東京農工大学農学部・<sup>3</sup>北海道大学大学院農学院

ニホンジカの急激な増加は植生だけに限らず、間接的にさまざまな動物種群の生息にも影響を与えている。本研究ではニホンジカの生息密度が大きく異なる、近接する調査地間において、食糞性および地表徘徊性甲虫類群集の生息状況を比較することで、これらの種群にニホンジカが与える影響を考察する。調査地はニホンジカが高密度に生息する北海道洞爺湖に浮かぶ中島および、ニホンジカが低密度に生息する洞爺湖周辺の 2 か所である。両調査地でピットホールトラップを用いてこれらの種群の採取を試みた。その結果、地表徘徊性甲虫類では、種数では中島、個体数では湖周辺で有意に多く確認された。一方、食糞性甲虫類では個体数でのみ中島で有意に多く確認された。個体数に関して、2 種群間で異なった傾向が確認された要因として、ニホンジカが高密度に生息する中島には食糞性甲虫類の食物資源量が多く存在するため、生息に適した環境となっている可能性が考えられる。一方、ニホンジカによる草本・落葉の採食や踏みつけが発生することで、林床環境が地表徘徊性甲虫類の生息には適さない状態である可能性が示唆される。

P2-203 ニホンジカの樹皮剥ぎによる林分構造の変化—  
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

【目的】奈良県の伯母子岳地域の学術的に重要な冷温帯落葉広葉樹林においても、ニホンジカの影響が懸念されるため、森林保全を目的に、ニホンジカの樹皮剥ぎによる林分構造の変化を調査した。【方法】2004年3月に調査地を3カ所設定、高さ1.3m以上の樹木にナンバーを施し、胸高直径とニホンジカの樹皮剥ぎを記録、2005年3月まで新たな樹皮剥ぎを調査した。そして、約3年後の2010年6月に再び胸高直径とニホンジカによる樹皮剥ぎを調査するとともに、枯死した個体を記録した。【結果】ニホンジカの樹皮剥ぎは2005年3月までに40.8%の個体で生じ、その後2010年3月までに46.8%に増加した。これら樹皮剥ぎは小径木で多く生じる傾向にあった。2010年6月までに生立木は枯死減少し、枯死した個体のうち直径5cm以下のものが67.2%、5~10cmのものが26.2%を占め、小径木が多かった。枯死個体の63.1%で樹皮剥ぎが生じていた。以上から、伯母子岳地域の冷温帯落葉広葉樹林では、ニホンジカの樹皮剥ぎが小径木で多く発生することで小径木の枯死が生じ、その結果、小径木が非常に少ない林分構造へと変化していることが明らかとなった。

P2-205 熊本県におけるニホンジカ捕獲に関する考察

廣石和昭<sup>1</sup>・今村高広<sup>1</sup>・前田勇平<sup>2</sup>

<sup>1</sup>熊本県林業研究指導所・<sup>2</sup>熊本県玉名地域振興局

はじめに

熊本県ではニホンジカの生息域が拡大する傾向があり、農林業被害は深刻であるが、生息密度が多少低下したと手応えを感じている地域が熊本県南部の人吉・球磨地方の一部に見られるようになった。これらの地域の取り組みを事例として整理し、他地域における施策の参考とするため調査を行った。

材料と方法

県が行った生息密度調査の結果から密度低減が見られた人吉市、球磨郡多良木町、球磨郡五木村の3市町村において、ニホンジカの捕獲に携わる地元狩猟者と市町村担当者を対象として聞き取り調査を行った。

結果

狩猟者が捕獲に消極的であった人吉市では、「シカ専従捕獲隊」を設置して捕獲数を増加させた。球磨郡多良木町では、高齢の狩猟者が体力を要さず捕獲効率の高い猟法としてくりわな猟を積極的に選択し、高い捕獲実績をあげていた。球磨郡五木村では、相互扶助的な集落内のつながりを背景に狩猟者を総動員して捕獲にあっていた。また食肉加工施設を設置してその運用を狩猟者に任せ、狩猟者自らが主体的・継続的に捕獲を行う仕組みを整備した。これらの事例から、捕獲従事者が主体的あるいは専従的に捕獲を行うことにより実績をあげている実態が見えた。

P2-204 三重県のスギ・ヒノキ人工林地帯におけるニホンジカの行動圏

福本浩士

三重県林業研究所

【はじめに】三重県ではスギ・ヒノキ植栽苗木の食害に加えて、壮齢木の樹皮剥ぎ被害が増加している。ニホンジカによる樹皮剥ぎ被害は生息密度だけでなく、生態や生息環境にも大きく関係していると考えられる。限られた予算の中で被害を効率的に軽減するためには、ニホンジカの土地利用様式と被害発生場所の関係を明らかにする必要がある。そこで三重県では、ニホンジカにGPS首輪を装着してその行動様式調査を開始した。【調査地と方法】三重県松阪市飯高町内の集落に接するスギ・ヒノキ人工林において、ニホンジカのメス2個体を捕獲してGPS首輪を装着し、定期的に位置情報を取得した。測位位置に関する情報(標高、傾斜、方位、植生等)をGISにより解析した。【結果】4月から9月にかけてのニホンジカのメス2個体の行動範囲(最外殻)は、集落周辺(標高約420m)から集落の後背部に存在する森林の尾根付近(標高約1000m)までであった。GPS首輪を装着した個体の行動範囲に大きな季節的变化はみられず、集落周辺とその後背部の森林全体を休息場所・採食場所として利用する定住性の高い個体であると考えられた。

P2-206 東京農業大学奥多摩演習林における自動撮影カメラによる中大型哺乳類相の把握

重富翔太<sup>1</sup>・松林尚志<sup>2</sup>・佐藤 明<sup>2</sup>・上原 巖<sup>2</sup>・菅原 泉<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

東京農業大学奥多摩演習林は秩父多摩甲斐国立公園に位置しており、野生動物が数多く生息している地域である。近年、森林の公益的機能の発揮への関心が高まり、生物多様性や野生動物による林業被害などの観点から野生動物の生息状況等の把握が求められている。そこで、奥多摩演習林における中大型哺乳類相の把握を目的として調査を行った。自動撮影カメラを2013年6月よりヌタ場(2ヶ所)、けもの道などの野生動物の痕跡の見られる地点(6ヶ所)、2012年8月より作業道付近(3ヶ所)の計11か所に設置した。いずれも現在まで継続して設置している。解析は、RAI(撮影頻度100カメラ稼働日あたりの撮影回数)を用いた。2013年9月までの調査において確認された種は全部で10種であり、最も多かった種はニホンジカ(RAI13.1)であった。ついでサル(RAI7.8)ハクビシン(RAI5.0)イノシシ(RAI3.6)以下食肉目が続いた。設置地点別で最も多かったのは、ヌタ場N2(7種RAI118.1)であり、それについて、けもの道K2(4種RAI78.2)、ヌタ場N1(8種RAI57.0)と続いた。多くの中大型哺乳類はヌタ場を好んで活動していることが考えられる。今回の発表では設置から2014年1月までの結果を発表する。



P2-207 ホンドテンの食性と種子散布：東京都あきる野市の森林における事例

安本 唯<sup>1</sup>・高槻成紀<sup>1</sup>・辻 大和<sup>2</sup>

<sup>1</sup>麻布大学獣医学部・<sup>2</sup>京都大学霊長類研究所社会生態部門

【目的】森林の動態にかかわる動物の種子散布が定量的に評価されるようになってきた。種子散布者にとってベリー類が豊富な林縁は特別な意味を持つと予測し、それを検証するためにテン（ホンドテン）を対象として、種子散布者としての有効性を林縁との関連性で評価した。【方法】調査は東京都あきる野市の盆堀林道にて、2012年7月～2014年1月に行った。林縁とテンの関係性を調べるために、1) 糞分析をし、種子を検出、2) 調査地の群落面積の調査、3) 林内/林縁の糞密度を比較、4) 代表的なテン散布種子であるサルナシの生育状況の調査、5) サルナシの種子の発芽実験（消化/未消化、明暗）を行った。【結果】テン食性で秋と冬に果実類は80%近くを占めた。調査地の群落面積割合で林縁は1.0%を占めるにすぎなかったが、糞に含まれていた合計種子数は林縁種が82.6%を占めた。テンの糞は林縁で多く見つかった。サルナシはギャップで多かったが、ギャップ内でササなどが優占する場所では少なかった。サルナシの発芽率は消化/未消化、明暗で違いがなかった。以上から、テンは林内よりも林縁でベリー類を選択的に採食、排糞し、サルナシは林縁に運ばれてよく生育すると考えた。

P2-209 ツキノワグマによる出沒地の空間特性—岐阜県高山市周辺—

福田夏子<sup>1</sup>・下村彰男<sup>2</sup>

<sup>1</sup>自然環境研究センター・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

【目的】近年、里地里山へのニホンツキノワグマの出沒と出沒後の農業被害と人身被害が懸念されている。そこで、岐阜県高山市周辺を事例として、クマ出沒地の空間特性を把握することを目的とした。【方法】岐阜県クママップ上の過去5年間（2008～2012年）出沒地点をQGISで地図化し、各地点から半径1kmの円を描き、円内の環境特性を分析した。分析には出沒し農業被害が発生した地点20点と、出沒したが被害がなかった地点20点を用いた。分析地点は高山市周辺にてランダムに被害発生地点を選び、被害発生地点から最近距離にある地点の被害発生無し地点を選定した。【結果】被害発生地点と被害発生無し地点では、樹林面積率平均60.1%と65.4% ( $Z^0 = |-3.0| > 1.96$ ,  $p = 0.05$ )、樹林隣接地点15点と13点、周辺に農地がある地点20点と16点、人家への平均距離69.2mと52.7m ( $Z^0 = |1.06| \leq 1.96$ ,  $p = 0.05$ )、一般車道への平均距離65.9mと16.8m ( $Z^0 = |2.0| > 1.96$ ,  $p = 0.05$ )、森林凹型地点13点と9点、集落型11点と9点であった。これらの結果から、クマは樹林に隣接する場所に出沒する傾向があり、被害発生地点は被害発生無し地点に比べて有意に樹林面積率が高く、一般車道に遠かった。

P2-208 広島県のツキノワグマ出沒情報に対する空間集積性の検出

亀井幹夫

広島県立総合技術研究所林業技術センター

広島県を含む西中国山地では、近年、ツキノワグマの分布域が拡大しており、クマとの遭遇や被害を受けるリスクが高まる傾向にある。本発表では、広島県内のツキノワグマの目撃及び捕獲の時空間的な分布状況を把握し、クマの出沒が集積している地域の有無及びその範囲を統計的に検出することを試みた。広島県では島根県及び山口県と共同で、大量出沒の予測を目的とした堅果類等の豊凶調査を平成24年度から実施しており、出沒が特定の地域に集積している場合には、堅果類等の結実状況などクマの出沒に影響する要因の検討に役立てるほか、地域の住民に警戒を促すことが期待される。ツキノワグマの目撃及び捕獲情報には広島県環境県民局自然環境課が収集した平成18年度から平成24年度の情報を基準地域メッシュ単位で集計して用いた。集積性の検出のために空間スキャン統計量による検定をSaTScanを用いて行った。時空間変動を調整して解析したところ、平成18年秋に県北西部の北広島町や安芸太田町で、平成22年秋に県北東部の三次市や庄原市で、それぞれ他の時期に比べて出沒が集積している地域が特定されるなど、出沒の時空間分布の変化を検出することができた。

P2-210 2013年の長野県におけるマツタケ発生状況

古川 仁・増野和彦

長野県林業総合センター

【目的】マツタケの発生には秋季の降水が関与するが、2013年長野県の場合、9月下旬から10月上旬にかけてほとんど降水は観測されなかった。しかし、県内のマツタケ発生量は33.4t（速報値）とほぼ平均（29.7t）並であった。一方、同時期にほとんど降水がなかった1984年の発生量は8.4tと平均を大きく下回った。秋季の少雨という条件は比較的似た両年であるが、マツタケ発生量に関しては差が生じている。この原因解明のため、各種観測データの解析を行った。【方法】解析には長野県マツタケ発生量調査結果、豊丘村試験地（下伊那郡豊丘村）における地温（地中10cm深）、降水量調査結果、気象庁観測のアメダスデータなどを用いた。【結果】2013年、1984年の秋季におけるマツタケ産地周辺23地点での降水量のアメダスデータを比較したところ、観測地点間の降水量の差が2013年は大きく、局地的な降雨の存在がみられた。また、2013年は豊丘村試験地周辺8kmメッシュ内4地点での降水量観測結果にも明らかな差がみられ、近隣においても降雨の有無が生じていることが見受けられた。これらのことから、近年は局地的な降雨が、マツタケの発生量に影響を与えているものと考えた。

## P2-211 マツタケのゲノム解析

黒河内寛之<sup>1</sup>・陳 盈光<sup>2</sup>・浅川修一<sup>2</sup>・練 春蘭<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>東京大学大学院農学生命科学研究科

【目的】マツタケ (*Tricholoma matsutake*) の人工栽培に向けた多くの研究が行われてきたが、まだ決定的な成功例が無い。栽培を成功させるための一つの手段として、マツタケのゲノム情報の解析は重要であろう。本研究では、次世代シーケンサーを用いたマツタケゲノムの網羅的解析を行った。【方法】長野県駒ヶ根市のアカマツ林内で採取したマツタケからゲノム DNA を抽出した。20 ng のゲノム DNA を断片化し、アダプターをライゲーションした後、約 480 bp の DNA 断片を回収した。Ion PGM sequencer を用いて、回収した各 DNA 断片のシーケンシングを行った。Q スコアが 20 以上の全シーケンシングデータについて CLC Genomics Workbench を用いたアセンブリを行った。アセンブリしたシーケンシングデータは、*T. matsutake* 945 (2013 年 5 月 3 日 JGI 公開) にマッピングするとともに、遺伝子のホモロジー検索を行った。【結果】Q スコアが 20 以上のシーケンシングデータは約 1.1 Gbp 得られた。これらのデータをアセンブリした結果、約 56 Mbp の DNA 配列が得られた。約 90% の DNA 配列がレファレンス (*T. matsutake* 945) にマッピングされた。約 10% の DNA 配列はレファレンスと異なる配列であった。

## P2-213 ツバキ油含有量からみたヤブツバキ種子の成熟過程とその特性

前田 一<sup>1,2</sup>・田嶋幸一<sup>1</sup>・前田 学<sup>3</sup>・井出俊子<sup>3</sup>・久林高市<sup>1</sup>・田中 隆<sup>2</sup>

<sup>1</sup>長崎県農林技術開発センター森林研究部門・<sup>2</sup>長崎大学大学院医歯薬学総合研究科・<sup>3</sup>長崎県五島振興局農林水産部林務課

長崎県五島列島はツバキ油の産地であり、その生産量は全国の約 4 割である。平成 24 年 7 月には椿による五島列島活性化特区に指定され、今後、ツバキ油の増産を目標としている。ツバキ油の原料は地元の自生ヤブツバキ林から採集した種子である。採集方法は、手摘みを主体とし、収穫期間は毎年 9 月前後の 1 ヶ月の間である。しかし、果実の裂果の時期が地域や個体によって異なることから、現地では収穫する時期を経験的に決めている。そこで、本研究ではヤブツバキの果実および種子の成熟過程とツバキ油含有量の相関を解析し、ツバキ油生産のための収穫時期について検討を行った。その結果、ツバキ種子は 8 月中旬からツバキ油を生成し、9 月上旬に乾燥した種子重量の約 3 割をツバキ油が占めるようになることが分かった。また、収穫時期別に種子の状態を比較してみると、8 月中旬に裂果をはじめた種子は未成熟なものの割合が高く、次第に成熟した種子の割合が増えていくことが明らかになった。ただし、9 月以降も未成熟な種子はわずかに含まれ、すべての種子が成熟した状態になることはなく、採集後の選別作業が不可欠であることが示された。

## P2-212 放射性物質に汚染されたシイタケほだ場における伏せ込み方法別のほだ木の放射性セシウム濃度の変化

岩澤勝巳

千葉県農林総合研究センター森林研究所

【目的】放射性物質に汚染されたシイタケほだ場では、汚染されていない新ほだ木を伏せ込んでも、落葉や土壌から放射性セシウムの移動が懸念される。そこで、安全な原木シイタケ生産方法を確立するため、ほだ木の伏せ込み方法の違いが放射性セシウム濃度の変化に及ぼす影響を調査した。【方法】千葉県内の 2 か所のほだ場 (空間線量率: A 0.183  $\mu$ Sv/h、B 0.093  $\mu$ Sv/h) において、2013 年 4 月に全て同一ロットの新しいほだ木を、慣行ムカデ伏せ、不織布を敷設したムカデ伏せ、直径 15 cm のモウソウチク材の上に井桁伏せの 3 方法で 5 本ずつ伏せ込み、6 か月後の放射性セシウム濃度を調査した。【結果】6 か月後の放射性セシウム濃度平均値は、慣行ムカデ伏せでは A が 13 Bq/kg、B が 14 Bq/kg であり、不織布敷設ムカデ伏せでは A が 11 Bq/kg、B が 9 Bq/kg と、伏せ込みをしなかった原木の 9 Bq/kg に比べ濃度が高くなったほだ木が認められた。一方、井桁伏せでは A が 8 Bq/kg、B が 9 Bq/kg と、濃度上昇が認められなかった。以上から、不織布では放射性セシウムが移動する場合があります、地面にほだ木が接しない井桁伏せが濃度上昇防止に効果的と考えられた。

## P2-214 大規模形質データと分子データに基づく次世代育種へのスキーム

渡辺敦史

九州大学大学院農学研究院

トウヒゲノムが決定され、ゲノムサイズが巨大であることから栽培作物と比較して遅れがちであった針葉樹でも分子育種が本格的に導入される気配が漂いはじめている。実際、林業先進国では、統計学の高度化と大量分子データの取得が強力に推し進められている。日本でも、スギを対象として分子育種が期待される一方で、海外ほど分子データの取得が強力に進められていないことから、従来育種も含めた独自の路線が模索されている。テーマ別セッション 14 では、4 人のスピーカーにより、形質・分子データの取得、環境要因の評価、遺伝資源までを含めた次世代育種に考える必要がある話題提供がされる予定である。本ポスターでは、これらスピーカーによる話題提供を受けて、問題点や今後の展望について再度、データを提示した上で議論する場を提供したいと考えている。

## P2-215 スギ次世代育種に向けた DNA マーカーの開発とその適用

平尾知士<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>森林総合研究所森林バイオ研究センター・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup>九州大学農学部

林木は成熟及び世代交代に長期間を要することから、従来の選抜育種法による優良系統の作出には数十年単位の年月を要してきた。最近、作物育種では、ゲノムワイドな DNA マーカー（例えば、SNP マーカー）とそれによって得られるゲノムワイドな遺伝子型を指標とした選抜手法を適用し、次世代型育種への取り組みが開始されている。スギでもゲノム基盤を整備し、分子育種技術の確立を図ることで、従来よりも高い確度で、大幅に育種年限を短縮する新たな選抜技術の確立が取り組まれている。これまでに我々は、スギの様々な組織や器官から遺伝子情報を収集してきた。中でもスギの木部形成に関係する遺伝子についてはアメリカのマツやヨーロッパのトウヒとほぼ同等の情報を得ており、それらの遺伝子情報を中心にマイクロアレイによる遺伝子発現解析や次世代シーケンサーを利用した SNP 探索も並行して進めてきた。本発表では、これまでに蓄積してきた遺伝子情報をベースに開発した SNP マーカーとスギ精英樹を用いたマーカーのスクリーニング、さらに家系を利用した QTL 解析の結果を中心にスギ次世代育種に向けた DNA マーカーの開発とその適用について報告する。

## P2-217 スギ若齢木の樹高成長フェノロジーの遺伝性

武津英太郎<sup>1</sup>・松永孝治<sup>1</sup>・倉原雄二<sup>1</sup>・千吉良治<sup>1</sup>・倉本哲嗣<sup>1</sup>・高橋 誠<sup>2</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

樹高は、林木育種の主要な育種目標である収穫量に大きく影響する形質である。樹高の遺伝性は材質形質等に比べて一般に低く、植栽環境の影響を受けやすいこと、遺伝と環境の交互作用が存在することなどが報告されている。樹高は様々な要因に起因する複合的な形質であることから、異なる環境で異なる系統の成長を予測するためには樹高をより細かい視点で理解する必要がある。樹高成長の開始・停止や成長速度の季節変化などの樹高成長フェノロジーは、樹高成長を一年の生物季節の時間軸の観点から詳細に見たものであり、樹高成長のプロセスを理解する上で重要である。これまでに苗畑レベルでの樹高成長フェノロジーを遺伝的に検討した報告はあるが、植栽後数年経過した個体を調査した例は少ない。

本報告では、熊本県に苗木植栽後 0 成長期～3 成長期を経過した複数の挿し木クローン・個体について、5 日～11 日（平均 8.2 日）間隔での 1 年間の樹高成長の測定結果に基づいた樹高成長フェノロジーの遺伝性について検討を行った。その結果、ほぼすべてのクローンが 7 月上旬に樹高成長速度が一旦低下し、その後の樹高成長速度のパターンに遺伝的差異がある可能性が示された。

## P2-216 佐賀県での第二世代スギ精英樹選抜による遺伝的改良効果の推定

宮崎潤二<sup>1</sup>・挽地あい子<sup>1</sup>・外尾康昭<sup>1</sup>・高橋 誠<sup>3</sup>・倉本哲嗣<sup>2</sup>・武津英太郎<sup>2</sup>・千吉良治<sup>2</sup>・渡辺敦史<sup>4</sup>

<sup>1</sup>佐賀県林業試験場・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>4</sup>九州大学大学院農学研究科

近年問題となっている地球温暖化の防止対策の一つとして、従来品種に比べて高い炭素固定能力を有する林業種苗の作出が求められている。本研究では、従来種苗に比べて格段に成長が早く、かつ従来品種と同等の材質を有する次世代のスギ品種の選抜手法を開発するため、選抜による成長や材質の改良に対する環境要因の影響等について検討を行うことを目的に、佐賀県内の 2 試験林（佐賀市、伊万里市）において樹幹解析等を行い、成長パターン等を調査した。調査対象はスギ精英樹 F1 と精英樹である。スギ精英樹 F1 は、スギ精英樹間の交配により得た個体をクローン増殖したもので、調査時には 24～25 年生であった。樹幹解析には 10 クローン 34 個体を供試した。樹幹解析で得られた樹高曲線から成長パラメータを推定し、異なる生育環境の成長パラメータへの影響などについて考察する。また、誤差の空間自己相関を仮定した改良モデルを用いて、微小環境の違いによる成長への影響を評価した。さらに、当該試験地内の F1 と精英樹について、樹高・胸高直径の遺伝性を考慮して個体平均レベルでの材積予測値を求めた結果、最も成績の良い F1 クローンは、精英樹平均よりも 91.4% 高い材積を示した。

## P2-218 関東育種基本区におけるスギ精英樹のさし木発根性の評価

井城泰一<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・大平峰子<sup>1</sup>・小野雅子<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科

ユーカリやテーダマツでは遺伝子情報と成長や材質等の形質データと対応させることで、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供試するため、関東育種基本区で選抜されたスギ精英樹 400 クローンを対象にさし木を行いその発根性を評価した。発根性の評価は、これまで行われてきた発根率による評価ではなく、5 段階の指数により評価を行った。また、より正確な評価を行うため、複数人により指数評価を行い、その平均値をクローンの発根指数とした。ここでは、本評価法の妥当性の検証、指数法によりスギ精英樹 400 クローンを評価した結果、発根性の年次相関および初期成長と発根性との関係について検討したので報告する。

P2-219 優良な形質を併せ持つ雄性不稔スギの作出—雄性不稔スグリソース整備に向けて—

坪村美代子<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・栗田 学<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

雄性不稔スギ「爽春」は花粉を全く放出しない花粉形成突然変異体である一方、精英樹と比較して成長がやや劣る。そこで、林木育種センターでは成長や材質等林業形質の優れた雄性不稔スギの作出を目指して、爽春と精英樹との交配を進め、F<sub>2</sub>世代の成長量評価を行っている。植栽3年目の樹高平均はF<sub>2</sub>可稔個体で231.5cm(198本)、F<sub>2</sub>不稔個体では211.2cm(62本)であり、対照である精英樹オープン実生家系が271.1cm(33本)であることから、爽春F<sub>2</sub>家系は対照個体と比較して成長量が劣ることが示された。一方で、植栽2年目のF<sub>2</sub>成長量データを基に、爽春交配家系(F<sub>1</sub>、戻し交雑家系)の効果を線形混合モデルにより推定した結果、F<sub>1</sub>の後代の能力は爽春と比較して最大16%改良されており、精英樹との交配による成長量改良が可能であることが示された。将来的には、さらに精英樹との交配を進めると共に、様々な形質を有する雄性不稔スグリソースを整備し、社会ニーズに対応できる育種素材として活用していく予定である。

P2-221 地上型3次元レーザースキャナー計測技術を活用した検定林調査の有効性

河合慶恵<sup>1</sup>・岩泉正和<sup>1</sup>・久保田正裕<sup>1</sup>・篠崎夕子<sup>1</sup>・山口和穂<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>2</sup>・三浦真弘<sup>3</sup>・古本 良<sup>3</sup>・磯田圭哉<sup>1</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

これまで検定林の形質評価は人力で行ってきたが、3次元レーザースキャナー技術の発達により多数個体の諸形質を短時間で網羅的かつ客観的に計測することが現実的となってきた。この技術を活用することで樹高・直径等の基本形質の調査を効率的に行うとともに、個体の位置や立地環境に関する情報の取得が可能になり、さらには幹形など測定困難な形質の客観的計測も可能になると期待される。本研究では複数検定林において3次元レーザースキャナーによる計測を行い、検出された個体に行列情報を付与し取得データ精度を評価した。兵庫県内の西大阪局24号(スギ36年生)、25号(ヒノキ36年生)および秋田県内の東秋局26号(スギ30年生)の3検定林を解析に供した。スキャナーで取得した点群データから植栽木を検出し、樹高、胸高直径、座標の推定値を得た。検定林間で推定値の精度は異なった。全ての検定林で樹高の推定精度は胸高直径よりも低い傾向を示した。点群データを精査した結果、樹高が低い個体ではより高い隣接木の枝を梢端と誤捉し、樹高が高い個体では梢端を捉えていない傾向が認められ、樹高の過大評価は点群画像から修正し、推定精度を高めることが可能であった。

P2-220 長期成長モニタリング試験地のデータ解析によるスギ種苗移動の妥当性の検証

三浦真弘<sup>1</sup>・花岡 創<sup>2</sup>・平岡裕一郎<sup>2</sup>・武津英太郎<sup>3</sup>・高橋 誠<sup>2</sup>・渡辺敦史<sup>4</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九州育種場・<sup>4</sup>九州大学大学院農学研究院

林木では、異なる環境に種苗を移動した場合、適応性が下がることがしばしば観察される。このため、林業用種苗では、多くの樹種において種苗の移動に際して移動制限をしている。日本のスギの場合、環境条件や天然分布の情報を基に、種苗の移動範囲を示した種苗配布区域が1934年に設定され、現在まで当時のものをほぼ踏襲している。

本来、林業用種苗の種苗移動の是非を決めるには、環境条件だけでなく、産地試験などの実証試験が必要となる。日本では林木育種事業により、産地試験に相当する試験地が育種基本区単位では設定されたが、全国規模の産地試験は設定されなかった。このため種苗の移動に関する研究もこれまであまり行われてこなかった。

近年、GIS技術の発達に伴い、地理情報と結合した環境情報の解析が可能になってきた。林木育種においても蓄積した次代検定林データを、地理情報を軸に、環境を考慮した解析が可能となり、種苗移動の妥当性の検証に応用することができる。

そこで本研究では、環境条件を付加した次代検定林データを用いて、現行の種苗配布の妥当性について議論を行う。

P2-222 次世代育種の改良効率を高める上で必要となる遺伝資源基盤

高橋 誠<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>2</sup>・岩泉正和<sup>3</sup>・花岡 創<sup>1</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・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場

林木育種は、育種目標を踏まえ、成長や材質などの目標形質を改良するために、検定、選抜、増殖、交配のプロセスを繰り返す。世代ごとに改良された育種素材(精英樹)の系統間での交配とその後代からの選抜により改良効果を累加していくが、この過程で育種集団サイズが減少するのに伴い、遺伝的多様性も減少することが避けられない。多くの林木は他殖性樹木であるため、有効な集団サイズの減少は、近交弱勢を高める等のリスクを高めることになるので、それを回避するための方策が必要となる。育種集団のサイズ、交配設計などいくつかの対応策が考えられるが、その一つが遺伝変異の補充源としてのジーンプールとなる遺伝資源の整備であり、それを利用した循環選抜育種である。理論的には、すでに提案されてきた考え方であるが、日本における実際の育種事業の中で、その応用についての具体的検討はこれまでなされていない。スギ等の育種樹種で次世代育種を今後推進する観点から見て、改良効率を高めるために必要な集団サイズや育種形質における変異の質など、次世代育種に資する遺伝資源基盤の整備とその利用についてスギを事例に検討する。

## KP01 コクヨ—四万十結の森におけるヒノキ人工林の下層植生

結の森妖精チーム 西岡みずき

高知県立四万十高等学校

「四万十結の森」はコクヨ(株)と四万十町森林組合が協働し環境に配慮した手入れを行っている森林であり、四万十高校は森林の保水力に影響する下層植生の状態をモニタリングするため、毎年秋に結の森の植生調査を続けている。調査の結果 H18 に強間伐(30%+40%)を行ったヒノキ人工林では、通常間伐(30%)を行っている地点より草本層の種数・植被率がともに増加し、結の森は環境に配慮した手入れができていたとわかった。しかし間伐後5年経過すると種数・植被率の低下がみられ、H25には、H23に強間伐を行った地点より植物の種数が減少した。植被率が高いところは種数が少ないことから、林床の環境に適した植物しか生き残れないのだと思われる。またヒノキの成長により林床の照度が低下し下層植生の植被率がさらに減少していくことが予想されるため、今後も枝打ち等の手入れを継続する必要があると思われる。

私は中学まで市街地に住んでおり森林について何も知らなかったが、四万十高校でフィールドワークなどを通して森林の学習をし、私たち人間が豊かな生活を送れるのは周りにある森林のおかげだと分かった。今後も森林を守る活動を続けていきたい。

## KP03 平地林との比較でみる奥秩父の森林の問題点

自然科学部 新井智也・島崎康瑛・黒澤啓太・小谷野裕・酒井俊介  
埼玉県立熊谷西高等学校

**目的** 日本薬科大学の平地林と、東京大学秩父演習林を調査・比較し、奥秩父の森林にどのような問題が生じているのか調べる。

**仮説** 日本薬科大では草食動物による食害がないので低木層から草本層にかけて植物が豊富にあるが、秩父の森林では草食動物によって食べられてしまい低木層から下の植物はあまりみられないのではないかと考えた。

**調査方法** 10メートル四方のコドラート中の植物のうち高木、亜高木層の樹木については胸高直径を測定し種名を特定した。低木、草本層の植物については樹高を測定し種名を特定した。日本薬科大で行った調査では各層ごとに比度を求め、奥秩父で行った調査ではどの位葉を広げているのか調査した。

**結果** ① 秩父の森林は低木層から草本層にかけて植物が少ない。② 薬科大の森林は高木層～低木層にかけてコナラの木があり種数も豊富。

**考察** 秩父の森林は、薬科大の森林に比べ低木層の数が極端に少ない。低木層がない原因は特定できていないが、シカ等による食害の可能性が考えられる。今後シカの駆除を行うことや、柵やネットで動物が入らないようにすること、カバーで若い芽や低い木を守るなど、これ以上悪化させないようにする必要がある。

## KP02 雑木林における土着微生物の特性と効果

総合科学科3年 村田直輝

筑波大学附属坂戸高等学校

1. 研究動機 農家を営む祖父の家に行ったとき、土着微生物を作っている様子を見た。土着微生物について興味を持ち、文献を参考にして実際に有機肥料を作り、その効果を確かめ、肥料として入れた場合の土壌成分の変化を調べた。

2. 研究目的 (1) 化石燃料に頼らない肥料作り。(2) 誰でも手軽に作れる肥料を目指す。(3) 土着微生物をもとに作成した肥料を土に戻した場合の変化を調べる。(4) 製作過程で化石燃料を必要としない、肥料作り。

3. 研究方法 校内の雑木林から土着微生物を採取した後、液体にしてさらに米ぬか等を混ぜる。2ヶ月間発酵させ、完成した肥料をプランター入れ、畑土と混ぜる。化成肥料を同じように畑土に混ぜ、土壌中のpH、リン酸、アンモニウム濃度を測定し、比較する。

4. 研究結果 (1) 校内の雑木林から採取できた微生物は、アオカビと思われる。(2) 製作過程で化石燃料を原料としたものは必要としなかった。(3) pH測定の結果は土着微生物がわずかながら高かったが、平均的にみると化成肥料と大差がないということがわかった。(4) 有機材料(米ぬか、米飯、砂糖)で肥料を作成することができた。

## KP04 ササの有効利用

北海道旭川農業高等学校森林科学科森林環境班

北海道旭川農業高等学校

北海道は、膨大なササ類が山林を覆っています。造林地で旺盛に繁殖し、下刈りなどの保育作業の労力が問題です。ササの需要拡大に結びつく有効利用をみつけ、下刈り作業の省力化につなげ、森林環境の保全を目指す研究を始めました。

ササの主成分は、セルロース、ヘミセルロース、リグニンで、樹木と変わらないことから、キノコ菌床栽培のおが屑の代用としてササ屑を使ってみたところ、ササ培地でもウスヒラタケが発生しました。

さらに、ササ培地によるキノコ栽培を考えた場合、大量に破棄される廃菌床の処理が問題になります。「白色腐朽菌はセルロースを分解するよりリグニンを早く分解する」点に着目し、リグニンを除去しセルロースを取り出して作る「紙」に廃菌床を利用できると考えました。キノコの菌糸でリグニンを分解したササ培地(廃菌床)を利用して、薬品の使用を抑えたササ紙づくりの可能性を検証しました。

## KP05 木の大切さを伝えよう～森林保全のため私達林科の高校生ができること～

森林科学科森林資源活用班  
北海道旭川農業高等学校

木の町「旭川市」で林業について日々学ぶ私達高校生が、環境保全の観点から、木の大切さを訴える方法として自分たちに何ができるか考え3年前から活動しています。昨年自分達の技術の未熟を痛感したことから、今年度は研修会などに積極的に参加し自分のスキルを上げることに取り組みました。そして、その学んだ技術を活かし、本校見本林の倒木ポプラを活用し、様々な木工製品に加工したり、演習林から切り出した原木から、オリジナル名刺ケースを作成し卒業記念品として卒業生全員へ提供しています。

一般市民に向けて、マイ箸、サラダサーバー、マグネット作りなど様々な木工体験活動を企画し、200名を超える方に体験してもらいました。また地域の植樹活動に参加し、子供達に作業方法を教えてあげながら一緒に植樹を行う活動も行っています。

このような各種木工製品の提供や展示、木工体験活動、新聞報道などを通じて、多くの人に木の大切さを訴える活動を今年度も展開することができました。

## KP07 謎解きはフィールドワークの後で～マングローブの塩分耐性と繊維に関する研究～

牧野 咲・安西雄希・野口さやか・マングローブプロジェクト参加者  
東京都立科学技術高等学校

私たちは昨夏に西表島でフィールドワークを行った。そこでマングローブを構成するヤエヤマヒルギという樹木の散布体の生長と塩分の関係について興味を持ち、研究を始めた。まず、散布体の初期生長と塩分関係を明らかにしようと考えた。食塩水を7段階の塩分に分け、ヤエヤマヒルギの散布体を栽培したところ、塩分が低い環境の方がよく生長するという結果を得た。次に、散布体内の構造について調べたところヤエヤマヒルギ散布体はデンプン粒を多量に含み、特有の繊維構造を持っていた。また、その繊維内部は中空になっており、繊維自体が水分を多く含むことがわかった。これらのことから、ヤエヤマヒルギ散布体に見られる繊維構造は、植物組織の強度を高めているのみならず、繊維に含まれる水分によって散布体内の塩分を下げる役割を果たしているのではないかと私たちは考えた。すなわち、ヤエヤマヒルギは、亜熱帯の穏やかな海岸における生存競争の末、より汽水域に適応した樹木であると推測される。以上の研究結果を発表する。

## KP06 マングローブで陸地を救え～河口湿地の土壌とヤエヤマヒルギ散布体の根の研究～

阿部隼人・竹山 萌・宮田 琉・マングローブプロジェクト参加者  
東京都立科学技術高等学校

マングローブとは、熱帯や亜熱帯の河口湿地に広がる森林である。日本では、奄美大島以南に成立し、塩性湿地ゆえに独特の植物が生育している。私たちはマングローブを生み出す源の土壌に興味を持ち、そこには、ふつうの土壌よりも、植物にとって生長しやすい、もしくは、しにくい要素があるのではないかと考えた。そこで、西表島の船浦湾で、ヤエヤマヒルギ *Rhizophora stylosa* の群落付近から採取した土壌を材料にした実験を行った。土壌はスライサーによって2箇所採取し、各々地表から5層、あるいは3層の計8点のサンプルを用い、土壌塩分・灰分・無機物等の定量を行い、比較検討した。同時に、ヤエヤマヒルギの散布体の発根条件及び根の構造に着目した。散布体とは、マングローブ植物特有の実生苗と考えられ、いわゆる胎生種子と呼ばれる。フィールドにおいて、この散布体は折分されたものでも発根することが確認されている。その程度を知るために発根プロセスを観察した。さらに、散布体から発達する根は、土壌に含まれる栄養分を吸収する役割と、水流に抗して植物体を地面に定着させる役割を併せ持つ。このような役割を持つ根がどのように形成されるのかを観察した。

## KP08 演習林に設置したモノレールへの期待

森林環境科3年 渡邊祥太・小倉凱士・青木涼哉・寺島聖晴  
長野県木曾青峰高等学校

113年の歴史を持つ本校演習林は、立派なヒノキ林が成林している。しかし急峻な地形のため小規小径木間伐を実施しても奥地からの木材搬出はほとんど行われていない。今年度、モノレールを導入してきたので、演習林の活用を目的に設置し、集材その他の可能性を検討することとした。

設置にあたり技術指導員の協力を得て、技術講習会、取扱免許の取得等を行い、設置場所の踏査と測量、県への設置申請を事前に行った。レールの施工は初めてということもあって70mを4人で12時間かかった。これは慣れることにより倍以上に改善できると考える。

実際に集材を行い、積載量は機械の能力で決定されるが、輸送速度が遅いため決して効率の良い手段ではなかったが確実に安全に少人数での搬出が可能であることが分かった。

今回、モノレールを設置運転をしてみて、集材だけでなく、作業員の輸送、資材の運搬、観光・視察などの利用、多様な林地や林産物の利用などに可能性が広がることが予測できた。

今後は、レールを更に延長することで演習林の中腹を走る作業道に連結し、間伐材の搬出・利用を進めるとともに、新たな演習林の活用利用していくことを期待している。

## KP09 東京都立大島高等学校さくらプロジェクト

農林科 1・2 学年 白井勇斗・柳瀬聡子・影山雅晃・清水 渚

東京都立大島高等学校

大島高校さくらプロジェクトとは、日本一早いお花見ができる伊豆大島の観光名所を生徒の手で作ることを目的に、平成 24 年度から活動を開始した長期的なプロジェクトである。

私たち東京都立大島高等学校の地元、伊豆大島には、大島で育種開発された「夢待桜（ユメマチザクラ）」という、1 月～2 月に淡いピンクの花を咲かせる新種の桜がある。大島高校では、この「夢待桜」を全校生徒の手で接ぎ木繁殖して苗木を作り、10 年後、20 年後の桜並木をイメージしながら校内の通路沿いなどに計画的に植樹している。

これまでに、大島高校敷地内の他にも、島内の企業と連携して幅広く植樹していただくなど、私たちが育てた 150 本以上の苗木が有効活用されている。また、全校で取り組む活動であるため、接ぎ木や植樹の体験を通じて、多くの生徒に農業技術や環境活動に興味を持ってもらっている。

また、この桜の木の繁殖は、日本全国どこでも実施できる取り組みである。大島高校ではこのプロジェクトの成果を「高校生による桜の繁殖ガイドライン」として、全国の高校でも展開できるような夢のある活動にしていきたい。

## KP11 武尊山「水源の森」における植生調査のまとめとリターシードトラップの活用

理科部代表：金子陽祐・今井明澄

群馬県立尾瀬高等学校

尾瀬高校ではブナの実の年ごとの豊凶を調べるため、2012 年から群馬県企業局が所有する武尊山「水源の森」の標高約 1550 m 地点でリターシードトラップ調査を開始した。同年の夏、調査地点の周辺でブナアオシャチホコの幼虫が大発生した。これは過去 15 年間、尾瀬高校が武尊山で行っている調査活動で確認したことがない現象であり、ブナ林は 8 月にも関わらず冬のように葉が落ちた状態になり、幼虫の糞が大量に林内に落ち、トラップにも大量の糞が落ちた。

トラップで回収したものは落下物ごとに重量を量り、この年の調査結果からも 7 月下旬から 8 月下旬にかけての短期間でブナアオシャチホコの大量発生が起こったことが分かった。翌 2013 年も 8 月にブナアオシャチホコの糞やブナの葉が落ちたが、回収量は 2012 年の 3 分の 1 であった。

これまで確認したことのないブナアオシャチホコの幼虫の大発生がなぜ起こったのだろうか。また、この変化が森林にどのような影響を与え、今後どのように変化していくのだろうかについて、私たちが行ったリターシードトラップ調査から今後の仮説を立てた。

## KP10 赤城山のマツに関する研究～枯れたクロマツ林に注目して～

科学部所属 杉山 拓・小林勇太・中澤 颯・間仁田和樹

群馬県立中央中等教育学校

群馬県の県木はクロマツであり、かつては赤城山に広く植樹されていたが、多くが枯れてしまった。私たちは、枯れた原因について異なる説を聞いた。そこで、枯れた原因を探るとともに、マツがどのように減少し、今後はどうなるか、調べることにした。

まず、林業試験場などで聞き取り調査や文献調査を行うとともに、マツの現状を現地で確認し、現地で撮影した映像や web からの情報をもとに、地図上に分布などを記録した。次に、過去の 3 つの現存植生図を用いて、どのように変化したか調べた。

聞き取り調査、文献調査の結果、赤城山では酸性雨が降っていたがマツの生育には影響しない程度であり、枯れた原因はマツクイムシが道管を破壊するためであると分かった。

文献調査から、赤城山のマツ林は 90 年前と比べ、約 90 分の 1 まで面積が減っていたことが分かった。また、現地調査や現存植生図からは、かつては広い林も多くあったが、現在は数本が点在している場所が多くなっていることが分かった。

マツは現在も樹齢やマツクイムシの影響で枯れていくものがあるが、枯れる本数と植林本数がほぼ同じであり、マツクイムシの被害が抑えられれば、本数は増加していくと考えられる。

## KP12 シカに攪乱された尾瀬の湿原はどのように遷移していくか

理科部代表：清水涼介

群馬県立尾瀬高等学校

尾瀬国立公園では現在、シカによる攪乱（湿原の掘り返しや食害）が問題になっている。そこで、私たちは攪乱された場所の植生が元の植生に回復するのかを検証するための調査を 2008 年から行っている。中でも、シカによる被害が目立ち、尾瀬を代表する植物でもあるミツガシワに注目して調査を行ってきたが、地形的な影響がある可能性が見え、今も継続して調査を行っている。

2012 年までの研究では、調査対象の 2 つの地区のうち、一方の地区は湿原の中でも比較的乾燥した場所を好む種が多く、構成種が安定しておらず、ミツガシワ群落に遷移する可能性が低い。他方の地区は湿性の種が多く、別の地点でミツガシワが優占する群落に似通った群落に遷移する可能性が高いという結論に達した。

しかし、その後の調査で地形的な観点から検証すると湿性の種類が多い地区は元々平らな地形に加え、シカの攪乱による土地の裸地化により、さらに水はけの悪い環境になり、結果としてミツガシワが増える要因になっている。また、比較的乾燥した場所を好む種類が多い地区は水はけの良い地形であることがその地区の植生に関係していることがわかった。

## KP13 武尊山水源の森での生物相の研究

理科部代表：久保田はな

群馬県立尾瀬高等学校

尾瀬高校では武尊山（ほたかやま）の特徴や生物相を総合的に研究するため、群馬県企業局が所有する武尊山「水源の森」や隣接する三合平で10年以上、継続して調査をおこなっている。

今回、過去から現在まで得られたデータをまとめ、比較検討をおこなうことが必要があると考えた。さらに2013年、水源の森や周辺域でクロスカントリースキーのコース開発が行われ、自然へ影響を与える可能性があったため、現在の水源の森や周辺域の生物相を明らかにしたいと考えた。

その結果、植生調査からは、水源の森はヒメアオキープナ群集とオオシラビソ群集の2つに分類できることがわかった。ほかにも各調査の結果をまとめると、武尊山には貴重種を含め、多様な動植物が生息していることや、水源の森の10年間の動態、生物相などが明らかになり、特にヒメアオキープナ群集ではブナの実の豊凶に連動して、小型哺乳類の生態に変動が見られた。さらに、植生調査の先行研究（宮脇ら、1973）と私たちの研究結果を比較をしたところ、大きな差が見られなかったため、過去40年間で植生の変化は少ないと考えた。

## KP15 生物実習「森と川を考える」

生物実習参加者一同

東京都立墨田川高等学校・東京都立江北高等学校・埼玉県立熊谷西高等学校

私たちは、荒川の中流、下流域の高校から上流の森を訪ねるという生物実習に参加し、自然の森を観察し、水生昆虫を調べました。ところが、自然豊かだと思って行った森にもかわらず、自然の「豊かさ」に違和感を感じました。それぞれの学校で調査した階層構造と樹冠投影図を持ち寄って比較し、違和感を感じた理由と、これからの森について考えたことを発表します。

## KP14 緑の香～サンプスギのアロマ成分の分析～

照屋怜斗・高安夏月・小林優也・江夏羽寿稀 科学技術科 ET 領域

東京都立多摩科学技術高等学校

千葉県山武市で造林されるサンプスギは、その硬さや色彩の美しさから「江戸の銘木」とされ、建材として古くから珍重されてきた。加えて、サンプスギは花粉を出さないスギとしても注目できる。しかし、近年、非赤枯性溝腐病という病気にかかっており、その感染率は85%以上とも言われている。そのため、建材としての価値低下を招き、大都市近郊という地理的条件にも関わらず森林の荒廃を招いている。そこで、バイオマス利用のひとつとしてサンプスギの新芽、冬芽の成分分析を行い、新たな付加価値を見出そうと考えた。比較対象として、本校に生育する多摩産のスギにも同等の分析を行ったところ、両者に共通してリラックス効果をもつ成分が含有されていた。サンプスギの特徴として抗菌効果や消臭効果をもつ成分が多く含有されており、アロマセラピーから消臭剤や感染症予防など幅広い分野での利用が期待できる。新芽と冬芽についても、いくつかの違いを確認することができた。また、これらの結果から、産地や季節による成分の差異について、植物のアレロパシー作用に注目して考察した。

## KP16 落ち葉を森に帰そう！市街地での自然林造成

川村恵那

岩手県立盛岡農業高等学校

秋、公園や市街地に落ち葉が舞い降りる…、と聞くととてもロマンティックな光景が浮かびます。しかし、その落ち葉が大変な労力をかけて掃き集められ、ゴミ回収車で運ばれていくのも目にします。

私達はこの落ち葉と使用済みペットボトルを使って、街にミズナラ、ブナ、カエデ、ホオノキなど多様な樹種が入り交じる広葉樹林を造る活動を始めました。

まず、「資源の再利用」、「誰でも簡単にできる森づくり」の観点から、学校で大量に出る使用済みペットボトル（500ml）を使って苗木を作りました。ペットボトルの底を切断し、逆さまにして培養した苗は、細根が発達して移植に強く、植えつけが簡単で、のり面保護にも効果的と考えられます。コンパクトで持ち運びやすく、誰でも簡単に扱えることもメリットです。

また、苗の軽量化と成長促進のため、ゴミとして集められた落ち葉を腐葉土化して用います。市街地の緑地帯や公園の斜面を使って、多様な樹種の森をつくり、地域の自然を呼び戻す試みです。



## KP17 塩生植物による土壤塩分除去に関わる研究

環境科学科 3年・森林文化研究班

岩手県立盛岡農業高等学校

平成23年3月11日に東北地方を襲った東日本大震災から2年11カ月が経過したが、現在もその傷跡は深く残っている。建造物が復旧していないのはもちろん、津波に飲まれたことで塩害が発生、農地は作物が育たず、林地は土壤を保持する樹木が枯れて土壤流出が発生する恐れがある。塩害は土壤に塩分が加わることで植物の体内から水分を奪い枯死させ、土壤を固くし、やがて砂漠化を引き起こす。東北農業研究センターの調査では今年度の岩手県における農地の復旧率は1割程度で、土壤塩分があることで復旧が遅れているということである。本研究では植物の力で被災地土壤の塩分を除去し、地力を回復させることを目的として行われた。昨年までの研究で塩生植物のアイスプラントとソルトブッシュを用いて畑地や林地における土壤塩分除去の可能性が示唆された。しかしながら水田のような湿潤な環境においてはこれらの植物は生育障害が発生し、利用できない可能性が高まった。そのため今年度は湿潤な環境に適したアッケシソウを用いて水田を想定した土壤塩分除去を目的に実験を行った。結果としてアッケシソウは順調に生育し、経時的に土壤塩分濃度が低下する結果が得られた。

## KP19 河畔林を構成する南限の植物エゾノウワミズザクラの保全

森林科学科 前田天斗

青森県立五所川原農林高等学校

エゾノウワミズザクラはもともと北海道だけに分布する樹木といわれていた。しかし、昭和52年に青森県稲垣村(現在、つがる市)の岩木川河川敷で本県で初めて発見された。この生育地はその後の開発で失われてしまった。その後、平成14年に五所川原市の岩木川河川敷で発見され、その生育地から約20キロメートル南下した板柳町の岩木川支流十川河川敷でも発見された。現在、この生育地が南限の生育地といわれている。この南限の生育地は本校林業科(現在、森林科学科)の先生が発見したものである。青森県の分布は北海道からの渡り鳥による種子散布によって生育したものではないかと考えられている。

青森県の分布地はすべて河川敷にあり、近年、多発する集中豪雨や管轄する官庁による河川管理で生育地および個体が失われる危険性が高くなっている。管轄する国土交通省や県には保全していただくよう要請している。集中豪雨による流失の危険に関しては、五所川原農林高校によって伏条苗や挿し木苗の繁殖実験が成功し、生育地が流失しても遺伝子を保全することが可能になった。クローン個体の繁殖と育樹は、本校に保護園を設定して行っている。

## KP18 地域在来種で外来種の侵入を防ぐ

生物サイエンス科生徒一同

埼玉県立いすみ高等学校

埼玉県比企郡川島町には、三ツ又沼ビオトープがあり、そこでは、地域の自然環境保全のためにセイタカアワダチソウやオオブタクサなどの外来種の駆除作業を定期的に行っている。しかし外来種をきれいに駆除しても、裸地のままでは再び外来種が侵入してきてしまう。そこで、外来種を駆除してできた裸地に「もともと地域に生息していた在来種」定着させることにより、外来種が侵入・増殖できる空間をできるだけ少なくすることで、外来種の減少につながられるのではないかと考えた。そのためには、地域在来種を効率よく発芽・育成させ、裸地に定植することが必要である。そこで、このプロジェクトでは、三ツ又沼ビオトープの地域在来種であるイヌタデ、チカラシバ、キンミズヒキ、を効率よく発芽・育成する手法を探ってきた。

さまざまな実験より、チカラシバは特に特別な管理をしなくても発芽・育成することがわかった。また、イヌタデは、採取後すぐに休眠状態に入る。そのため、20日程度の冷蔵処理による休眠打破方法が発芽に効果的であることがわかった。キンミズヒキは川砂を床土とした発芽試験では、30%程度の発芽率であった。発芽率の向上に向けて今後検討したい。

## KP20 自然遺産と人々(小笠原諸島)

山口美咲

東京都立青梅総合高等学校

自然と農業、自然と環境という授業を通して自然について学び、「平成25年度食・農&自然・環境体験活動in小笠原」という本校のプロジェクトに参加し、小笠原特有の動植物及び環境を外来種から守るための取り組みについて学習した。世界遺産について興味を持っただけでなく、世界遺産に登録されその自然とそれを守るために人々の生活や取り組みなどがどう変化したのか、人々が自然にどうかかわっているのか調べてみたいと考えた。

世界遺産は大きく分けて文化遺産と自然遺産、複合遺産の三つに分類されており、その総数は900以上だとわかった。

登録されるためには、遺産条約に示されている自然遺産、文化遺産の定義に該当していること、登録基準のどれか一つ以上を満たしていること、国の法律によって適切な保護管理体制がとられていることなどの条件が必要だという。

今回題材にした小笠原諸島は東京都南端、伊豆諸島の南にある太平洋上の島々だ。

登録される前とされた今とで森林にどのような変化があったのか。人々の意識の違いはあったのか。島の人々に直接話をうかがう事は出来なかったのだが、インターネットや書籍で調べた事を参考に考察する。

## KP21 森林レンジャーの活動

農業科 森林レンジャー（生徒 18名）

東京都立青梅総合高等学校

総合学科高校の選択科目は体系的・継続的な学習を行うことが難しい。その中で環境系の選択科目「森林レンジャー」は、多様な進路目的を持つ生徒に様々な体験活動を通して自然に関わる大切さ、楽しさを学ぶことを柱としている。具体的な活動として演習林を活用し樹木観察や演習林内の林産物を利用し食材として食べる。また、校外の河川や宿泊を伴って山に行き、市街ではでは感じられない自然の美しさや四季の移り変わりを実感しながら自然と関わる楽しさを学ぶ。更に関係諸機関（東京都森林事務所、青梅市役所商工観光課、東京都西多摩建設事務所）と連携し、生徒たちに身近な青梅市の森林と歴史、青梅市の観光と自然との関わり、山間部における道路開発と自然景観の保全について学習を深め、広義な視野で体験を通し、自然と関わりながら「自然って大切だね。やっぱり自然って楽しいよね」という心を養うと共に彼らが大人になり家庭を持ち、自分の子どもに自然の大切さや楽しさを伝えられる感性を養う学習をしている。

## KP23 学校演習林の活用と家具会社とのコラボで家具づくり

環境科 3年 坂野 翔・中原正博・宮本宗幸

鳥取県立倉吉農業高等学校

鳥取県の中部に位置し、今年で県立高校となってから創立129年を迎える専門高校です。本校演習林は、大正5年、三朝町木地山の地に演習林112ヘクタールがあります。樹種は、ヒノキ・スギ・カラマツ・広葉樹（主にブナ林）で構成されています。

環境科の2年・3年の地域環境コースの生徒が1泊2日で演習林実習を行い、1年生は、全クラスが学校行事として1泊2日で実習を行っています。作業内容は、しいたけ原木の伐採や搬出、スギ・ヒノキの除伐・間伐、作業道の整備、コナラ林の下刈りなどです。

校外活動では、演習林実習の他に、地域の林研グループの協力のもと、ヒノキ林の間伐や作業道の開設に関する研修をおこないました。また、平成24年度は、4日間の日程で林業関連企業での職場体験をしました。

他には、地域の森林組合にお世話になり、大型高性能林業機械の操作について体験実習をしました。

そして、平成23年度より、地元家具会社との連携を行い、学校（生徒）と企業とがコラボして、家具づくりに挑戦しています。家具工場に行き、専門的な技術や知識を学習する機会となり、木材に関する資源活用方法を模索することができました。

## KP22 市邨ガーデンの創設

科学部 竹市恵理

名古屋経済大学市邨高等学校

名古屋経済大学市邨（いちむら）高校は、明治40年創立の学校です。クラスの名称に桎組、檜組など校内（敷地面積20,000m<sup>2</sup>以上）に存在する樹木の名称を用いてきた。しかし、用いられた30種類以上の樹木の存在は記録がなく分からなかった。よって、校内の地図を作成し、区画を決め、樹木の本数と名称の同定をし、リストを作成して樹木の存在を明らかにした。その後、個々の樹木を知りたいと考え、校内の樹木に表札がないため手作りで表札を作成し、各々の樹木にQRコードを付した。表札に載せられない多くの樹木の情報をPCで樹木図鑑にまとめ、PDFファイルをHPにアップし、そのURLをQRコードに変換する。携帯電話などの端末でQRコードを読み取れば、図鑑に掲載されている情報を得られる。図鑑は、花、果実、枝葉、樹皮の4種の絵や写真と分類、樹高、樹形、花の形、用途など11種の文字情報を載せ、作成した。また、校内で樹木の葉っぱを採集し、標本台紙に作成したQRコードを印刷し、ラミネート標本作成の市民講座を行った。

以上の結果は、学外と校内の生態系を考える上で基礎的な情報となる。とともに、多くの人に樹木に対するより正しい認識が深まることが期待される。

## KP24 森林と共に生きる—智頭の鳥たちが教えてくれること—

森林科学科 3年 藤木大地・井上晶太・植木宏海・河村崇行・木村照熙・田中大毅・谷兼大朗・西尾明浩・西川拓也・山本翔大

鳥取県立智頭農林高等学校

本校のある智頭町の森林率は93%です。豊かな自然に恵まれた智頭町ですが、『豊かさ』とは、どうやってはかるのだろうか？

私たちは、その疑問の答えを得るために、「生物多様性」に注目しました。「野鳥」を研究対象とし、5年前からバンディング調査を開始しました。調査は、スギやヒノキなど針葉樹とコナラなど広葉樹2次林が混在する上板井原演習林で行い、標高650mの地点に10枚のカシミ網を設置しました。調査は5月の上旬から10月上旬まで行いました。2013年の調査結果は放鳥数が115羽、そのうち再捕獲は13羽、鳥の種類は21種でした。中でも、カッコウの再捕獲やチョウセンメジロの放鳥という貴重なデータが得られました。5年間の調査記録をまとめると鳥種は40で、留鳥、夏鳥、冬鳥さらに猛禽類が記録されました。数多くの種類の野鳥が記録されたことから、生物多様性の面で智頭の森の豊かさが証明されました。私たちは、この事実を地元の小学生に知ってもらい、自然保護の大切さを考えてほしいと思い、野鳥教室を企画開催しました。智頭の鳥たちは智頭の森の豊かさと野生動物と共生できる森林作りの方法を教えてくれました。

## KP25 繁茂する竹林の問題から生まれたエコ商品

入吉徳関・小島志郎・倉橋広明

高知農業高等学校森林総合科

本科では身近な森林が抱える問題に関する様々な環境学習を行っています。そのうち、放置された竹林が抱える問題に注目し、平成18年度より取り組んでいる課題研究の過程と実績を報告します。竹林の環境改善＝竹の有効活用と考えた先輩方は、竹の活用方法を探る中で、「竹紙」に注目しました。表面化しているもののあまり認知されていない竹林の問題を多くの方々に知らせることはもちろん、竹紙製造の研究過程で「環境に優しい素材」かつ「豊富で循環型の資源」としてアピールすることの必要性を感じ、できるだけ薬品を使わず、さらに地域の方々にも協力していただけるエコ商品の開発に着手してきました。

そして、4年にも及ぶ地道な活動が実り、製造工程を確立、平成22年度に商品化が実現しました。現在では、本校森林総合科の目玉商品として多くの方々に使っていただいています。(平成22年度高知県地場産業大賞次世代賞受賞)

パルプ化までの工程がすべて手作業のため多くの手間と時間が必要なこと。使用する竹は1年生の若い竹のみで使用量も少なく、竹林の環境改善にまでは至っていないこと。などが今後の課題として挙げられます。

## KP27 里山における主要樹木の成長測定

林産工芸科 大島 亮

愛知県立猿投農林高等学校

私たちは、平成15年から里山保全活動を行っています。この活動は、地域の方とともに継続しており、現在では健全な里山の姿が甦ってきています。

お鉢山は、コナラ-アベマキ群落が主となる落葉広葉樹の森で、アラカシ、クスノキ等の常緑広葉樹も点在します。中間層にはタカノツメ、ソヨゴ、アカメガシワ、下層には、モチツツジ、コバノミツバツツジなどがその数を増やしてきました。

私たちは、人や動物さえも寄り付かない暗く密集した里山を何とかしたい、という地域の想いとともにこの活動を始めてきました。目指すは、明るい生き生きとした里山です。そのためには、枯れた木や病気になる木を伐る除伐や健全に生育するために適正な間隔をとる間伐作業を進めてきました。その成果は、大気中の二酸化炭素を樹木に蓄積させることに繋がります。里山保全活動が二酸化炭素蓄積にどのように貢献しているかを知るために、平成19年度に調査プロットを設け、基礎調査を実施しました。5年経過後の本年度、里山の様子や、主要樹木の成長がどのように変化したかを知るため、調査を実施しました。

## KP26 熊本の森を守ろう～魅力ある森づくりを目指して～

グリーンライフ科 野田愛風

熊本県立八代農業高等学校泉分校

泉町は森林が96%を占める純山村である。平成19年に記録的な豪雨災害が発生し、学校の目の前の山が崩れるという恐ろしい体験をした。それから地球温暖化を防ぐ為に健全な森林を育てる研究を始めた。森林の健全化のため、樹木の樹皮を剥ぎ取ってゆっくり枯らす『巻枯らし間伐』について研究している。巻枯らし間伐でも利益が出るように木質燃料についても研究を始めた。

枯死木を薪やチップ、ペレットとして活用すると様々な問題が生じた。枯死木は含水率が下がる為に運搬コストを下げられると思ったが、燃料としては材積ではなく重量での換算のために含水率が下がるのが災いした。ただ薪としては十分可能なこともわかった。

最近では、不健全な森林内でも利益を出す為に林間地栽培に力を入れている。その中で東日本大震災の復興支援の一環で『森の長城プロジェクト』に協力している。これは東北の海岸沿いに瓦礫を集め、その上に盛土をしてドングリのなる苗木を植林(300kmに9千万本)することで、自然の防潮堤を作るものである。陰樹の苗木は、林間地栽培にとっても適している。

今後も『森林の健全化』と『木質資源の有効活用』の2つに整理して研究を続けて行きたい。

## KP28 ギンリョウソウと外生菌根菌群集

自然科学部生物分野 西村明洋・永末透威・藤森友太・佐藤 廉・越智匠海・晴山俊行

立命館慶祥中学校高等学校

無葉緑植物ギンリョウソウは根に形成される菌根菌を介して宿主樹木の光合成産物を自身の生長に利用されると言われている。樹木共生菌である外生菌根菌(以下、ECM)とギンリョウソウとの関係性の解明を目的としてギンリョウソウ周辺のECM群集構造に関して2年間調査した。ギンリョウソウ直下と60cm離れた地点の土壌を一辺10cmの立方体として採取し、土壌ブロック中のECMを外部形態により合計17,928根端をタイプ分けした後、RFLP解析・シーケンスでDNA解析を行い、多様性指数、木元の類似性指数、対応分析、細分調査を用いてギンリョウソウとECMの関係を考察した。DNA解析によりtype9とギンリョウソウの根に形成される菌根が同じベニタケ属とわかり、細分調査ではtype9がギンリョウソウ真下に集中分布していた。また、多変量解析からギンリョウソウとECMには何らかの関係があり、特にtype9はギンリョウソウに影響される傾向があることが判明した。同解析より、ベニタケ属ECMがギンリョウソウに栄養を与えるのに対して、ギンリョウソウがベニタケ属ECM生存の手助けをしていると考え、ギンリョウソウとベニタケ属ECMの関係は相利共生であると考察した。

## KP29 食虫植物タヌキモと細菌類の共生関係に迫る

生物部 2年 工藤勝裕・佐々木聖也

埼玉県立川口北高等学校

タヌキモの飼育比較実験で、日向で飼育した個体は日陰で飼育した個体よりも一部枯死した数が多かった。また、細菌が捕虫囊にいる個体は、いない個体に比べ一部枯死した数が多いという結果になった。

これは、光障害によってタヌキモから活性酸素が発生し枯死し始めたのではないかと考えた。

そこで、今回、活性酸素を除去するためにペルオキシダーゼをいつ・どこで・誰が分泌しているのか突き止めた。なお、滅菌したタヌキモと、タヌキモの捕虫囊から単離した細菌類 2 種を用いて実験を行った。

その結果、タヌキモ自身も、捕虫囊内にいる細菌類 1 種も共に、捕虫囊内で、活性酸素があると、しばらくしてペルオキシダーゼを分泌し始めることが明らかとなった。

この結果から、タヌキモ自身も活性酸素の分解が可能だが、捕虫囊内に細菌類がいることで、一気に多くのペルオキシダーゼを分泌することができるので、日向でも生育が可能になることが分かった。

昨年の研究も考慮すると、細菌類は棲家とエサの確保をタヌキモに頼り、タヌキモはエサの消化と活性酸素除去による光障害への対処を細菌類にも頼っているという共生関係が見えてきた。

## KP30 ユキノシタにおけるアントシアンの存在意義

生物部 2年 佐古志織・岡本洋輝

埼玉県立川口北高等学校生物部

本研究ではユキノシタのアントシアンの分布位置の違いによるそれぞれの存在意義を探った。本年度は季節による生成条件の違い（実験 A）、葉表と葉裏のアントシアンのそれぞれの役割（実験 BC）を、温度や光条件を考慮し実験を行った。実験 A では光条件 4 種（赤色光・遠赤色光・白色光・日陰）と日較差大小で複合的条件で育てた結果、夏は赤色光や日向条件で、冬は遠赤色光や日陰の条件でアントシアンがよく生成された。実験 B では、アントシアン色素を用いて UV との関係性を調べた結果、アントシアンは UV 吸収能力をもち照射し続けると褪色するが吸収能力に変化はなかった。実験 C ではアントシアンは光を反射させていることが分かった。

以上より、アントシアン生成条件は季節により異なり光と温度条件が関わっていた。アントシアンは紫外線吸収能力があり、葉表のアントシアンは夏の強い日差しの紫外線から組織を守っていて、照射し続けると褪色するが紫外線吸収能力に変化はなく組織を守っていると考えられる。また、アントシアンは、赤色光を反射する性質があり、秋冬には、葉裏のアントシアンがよく合成され、少ない光を効率よく利用していると考えられる。