



森林

科学

[特集]

流域と森林

シリーズ

林業遺産紀行

旧木曾山林学校にかかわる林業教育資料
ならびに演習林

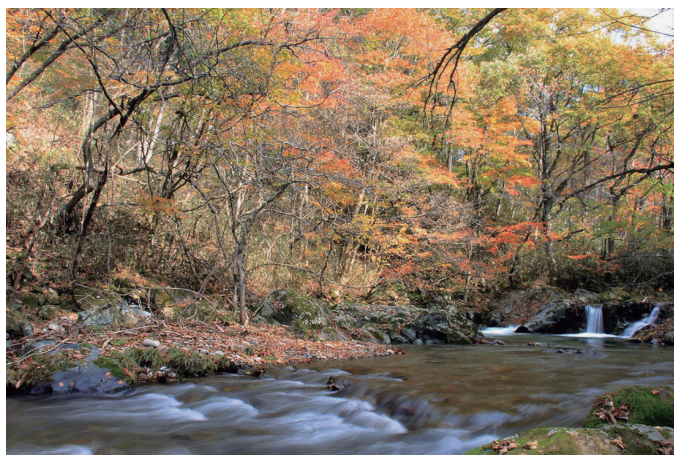
森めぐり

動物を育て、人を育てる有峰の森

現場の要請を受けての研究

石灰石鉱山開発と生物多様性を結びつける
取り組み

No. **75**
October 2015



特集 流域と森林

内陸森林と魚附林	2
若菜 博	
神奈川県における水源環境保全・再生の取り組み	7
石倉 研	
道志村における森林を活用した地域おこしの取り組み	11
—山梨県道志村地域おこし協力隊の活動報告—	
香西 恵	
河川再生のための水利用制度改革	14
—アメリカ・オレゴン州流水権制度を事例に—	
野田 浩二	
森—川—里の物質移動と人為によるゆがみ	19
—岩手県盛岡市中津川を事例として—	
辻 盛生・鈴木 正貴	
盛岡市上水道事業における水源保全の取り組み	22
—水源涵養林取得と水道水源保護条例を中心に—	
平野耕一郎	
仙台市水道局におけるダム上流域の森林取得事例	26
泉 桂子	

森林科学 No.75

2015年10月1日発行

頒 価 1,000円 (送料込み)

年間購読割引価格

2,500円 (送料込み)

編集人 森林科学編集委員会

発行人 一般社団法人 日本森林学会

102-0085 東京都千代田区六番町7

日本森林技術協会館内

郵便振替口座：00140-5-300443

電話 / FAX 03-3261-2766

印刷所 創文印刷工業株式会社

東京都荒川区西尾久7-12-16

表紙写真：紅葉に染まる岩手県盛岡市中津川の水源涵養林 盛岡市上下水道局職員 本間剛英撮影
特集「流域と森林」より (23ページ)

コラム 森の休憩室Ⅱ 樹とともに

夏の強剪定 29

二階堂 太郎

シリーズ 林業遺産紀行

旧木曾山林学校にかかわる林業教育資料ならびに演習林 30

山口 登・井上真理子

シリーズ 森めぐり

動物を育て、人を育てる有峰の森 32

赤座 久明

シリーズ うごく森

木質バイオマスと森林保護 34

小林 正秀

シリーズ 森をはかる

38 近赤外光で木材の材質をはかる

渡辺 憲

シリーズ 現場の要請を受けての研究

40 石灰石鉱山開発と生物多様性を結びつける取り組み

松木佐和子・上田未央子

記録

44 日本森林学会大会 高校生ポスター発表の講評

中村 太士

49 Information

ブックス

北から南から

内陸森林と魚附林

若菜 博 (わかな ひろし、室蘭工業大学)

はじめに

日本における魚附林は古くからあり、947年頃までにその記録が溯る(記録上最古の魚附林所在地は徳島県松茂町および鳴門市近辺の松林)。一方、現行森林法で指定された「魚つき保安林」は、2015年現在、42都道府県に所在している。海なし8県(栃木、群馬、埼玉、山梨、長野、岐阜、滋賀、奈良)のうち魚つき保安林があるのは岐阜、埼玉、滋賀の3県である。一部内陸(上流・中流河川や湖沼)の魚つき保安林以外は、そのほとんどが海岸部に分布している。図-1は、江戸時代の魚附林(幕府領伊豆國下田御林)の古図である。「御林(おはやし)」とあるのが当時の魚附林で、1713年5月、当地において「海岸に於る下田御林伐採の議あるや同町民は該林を以て下田町の防風等に必要なるのみならず、漁魚上の関係にも亦尠からざる影響あるものなりとして請願する所あり、之が為永々禁伐の建山として存置せらるることとなり」との記録がある場所である(遠藤 1934 上, p.871)。

写真-1は、大分県鶴見町(撮影当時。現在は佐伯市)の鶴見半島での魚つき保安林の説明板である。説明板はその効果を「(1) 直射日光をさえぎって水温の急変を防ぐ(2) 森林の栄養分が流れ込んでプランクトンを増

やす(3) 大雨でも海の濁りを防ぐ」と説明している。

海外での魚附林はあまりその例を見ないが、韓国には天然記念物として「防潮魚附林」が南部海岸地域にいくつか存在している。例えば、全羅南道莞島(天然記念物第28号)、そして慶尚南道南海郡の約400年ほど前に植樹されたという勿巾(Mulgeon)防潮魚附林(天然記念物150号)である(写真-2・3)。この勿巾の防潮魚つき林について、Hong Sunkee 木浦海洋大学島嶼文化研究所教授は、実際には防風林の性格がより一層強く現れているとして魚つき林の効果に疑問を呈しつつも、「魚群を誘導する目的で木を植えて成長した森が茂れば水中微生物が多くなって魚が集まって棲息することになる。天然記念物に指定された慶尚南道南海郡三同面勿巾里勿巾防潮魚付林は海岸に長さ1500m、奥行き30m程度で、エノキ・クヌギ・ニレ・ホオノキなど各種樹木が茂っている」としている(Hong Sunkee 他 2010, p.338)。なお、日本においても海岸の保護林は「魚附林」「防潮林」「砂防林」「防風林」などは互いに相補的・多重的な機能を持つものとして古くから認知されていた。

本稿では、国内とりわけ北海道における、20世紀初

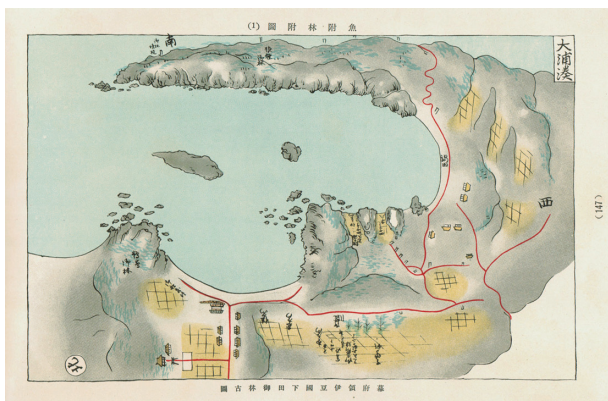


図-1 江戸時代の魚附林(幕府領伊豆國下田御林(おはやし)古図、(遠藤 1934 下, p.147 より)



写真-1 現代の魚つき保安林(大分県佐伯市鶴見半島魚つき保安林の説明板)。2005年9月18日若菜撮影。



写真-2 韓国慶尚南道南海 (Name) 島勿巾 (Mulgeon) 防潮魚つき林全景。2013年9月11日若菜撮影。

頭から現在までの内陸森林と魚附林・水産資源に関わる研究の流れを紹介する。

内陸森林と水産業の関係をシステムとして研究した科学者たち

内陸森林と水産業の関係の科学的研究は約110年前にさかのぼる(若菜2001)。最初に内陸森林と海の関係について研究をしたのは1907～1921年にわたり札幌農学校水産学科・東北帝國大学農科大学水産学科・北海道帝國大学附属水産専門部の教授であった水産植物学者の遠藤吉三郎であった。遠藤は、1900年代初頭から「磯焼け」の原因が「水源地方の森林の濫伐」にあると主張した。ちなみに、『広辞苑第六版』における磯焼けの説明「海水の塩分の減少などによる磯の海藻の枯死」は遠藤の説による。

遠藤は、19世紀末からその現象が知られていた磯焼け調査を行い、『海藻磯焼け調査報告』(農商務省、1903年)を著した。遠藤は、この報告書において「海藻磯焼けの現象なるものは…其原因たるや被害地より遙かに距りたる山林濫伐の結果に基づくものゝ如し」(p.31。下線は引用者による。以下同様)とした。そして、水源の樹木が繁茂してその出水量が安定していると磯焼け区域の塩分濃度が一定に保たれ適度の海水の状態が維持され、結果として海藻の繁茂と魚介の増加を見ることができであろう、と結論づけていた。この遠藤の説について、谷口和也(1998)は、「この考えは…実証されておらず、現在では否定的である。とはいえ、…沿岸域の保全にとつ

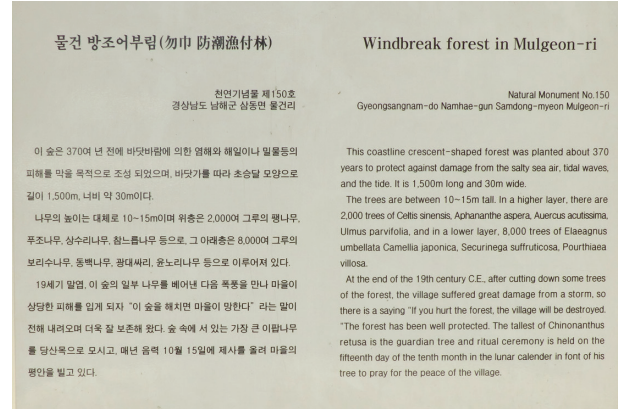


写真-3 韓国慶尚南道南海 (Name) 島勿巾 (Mulgeon) 防潮魚つき林説明板 (天然記念物150号)。この説明板では防潮「漁」付林と表記されている。韓・英文の説明には魚附林に関する記述はない。2013年9月11日若菜撮影。

て重要な提案を、1902年当時に行っていることは注目されてしかるべきであろう」とする。

1930年代から森と海の関係の調査を開始したのは犬飼哲夫北海道帝國大学農学部教授である。1930年3月27日に、北海道帝國大学に理学部が設置され、犬飼は理学部教授を兼任した。そして、翌年の1931年には北海道厚岸(あつけし)に理学部附属臨海実験所が開設された。この実験所が設立されたのは、地元漁業者の要望と協力によるものであった。厚岸は元々カキの一大産地であった。しかし、大正時代に生産量の減少が目立ち始め、昭和の初期には絶滅状態に追い込まれていた。この原因の究明を厚岸の漁民たちは、設立されたばかりの理学部に要望し、また実験所の建物などを大学に寄付したのであった。

犬飼は、臨海実験所開設と同時に、西尾新六とともに厚岸湖のカキの調査にあたり、約5年後に研究をまとめ、1937年に西尾との共著論文を発表した(図-2)。

犬飼・西尾の結論は概要次のようなものであった:「カキの繁殖時は7・8月で、初め浮遊性の幼生は間もなく他物に附着して種ガキとなり生長する。この7・8月頃は厚岸地方の最大雨量の時期に当たり、厚岸湖に注ぐ二つの大きい河川のベカンベウシ川と尾幌川から多量の淡水が厚岸に注ぐ。ベカンベウシ川の上流はかつて鬱蒼たる大森林だったが、調査時点では笹山になっていた。この状態では、降雨によって一時に出水した河川は著しく多量な土砂を運び出し、そのため降水時には厚岸湖の水が連日混濁し、流れ出た泥土は更に湖の中に流れ込み潮

A LIMNOLOGICAL STUDY OF AKKESHI LAKE
WITH SPECIAL REFERENCE TO THE
PROPAGATION OF THE OYSTER*

By

Tetsuo Inukai and Shinroku Nishio

(With 16 tables and 20 figures)

Introduction

In the early days of Hokkaido, then popularly called Yeso, there were found in Akkeshi lake fine native oysters in great abundance, making widespread natural beds, and the oysters, which are identified systematically as *Ostrea gigas* THUNBERG, characterised by their large size, once made Akkeshi very famous. At present we find a great number of shell heaps, consisting chiefly of oyster shells, in the neighbourhood of the lake, and it was said not so long ago that the Ainu who resided there made extensive use of the prolific natural beds. The prosperity of the oyster in the lake did not change as the population in the district was very small in the early days of the settlement of Hokkaido. Recently, however, wasteful catching and lack of care have inevitably brought about a disastrous consequence, reducing the production not a little. The greater part of the area where oysters were formerly produced is covered only with dead shell, and live oysters are found with great difficulty. Nevertheless attempts have been made repeatedly to restore them to the former state of prosperity. Sometimes propagation of the oyster by means of artificial cultivation was tried and sometimes transplantation of the young oyster spat from other localities. However, in spite of all efforts no noticeable results have yet been obtained and any hope of oyster culture in the lake is almost given up.

On the other hand we must not overlook the fact that the oystermen

* Financial assistance toward the study from the Research Fund of the Hattori Hokokai is hereby gratefully acknowledged.
[Jour. Facul. Agr., Hokkaido Imp. Univ., Sapporo, Vol. XL, Pt. 1, 1937.]

図-2 犬飼哲夫・西尾新六(1937)紀要

流で更に混乱して湖一面に広がり、平穏な所では厚く沈殿をなし、湖底や湖中の総てのものを泥で包むようになる。このために河口に近い部分では温度の急激な変化と、潮流の急激なためカキの生活に不適な状態が生じ、一方せっかく着生して繁殖し出した種ガキも泥で蔽われて窒息して死滅するものが多い。そこで結局丈夫な親ガキだけが残り、弱い子ガキが死ぬから全体として厚岸湖ではカキは減少の一路を辿って来た。これは明らかに上流地方の山村の荒廃の影響であった」と。ただし、西浜雄二(2001)は、犬飼の「わが国の山林全部が魚附林である」(1951)との観点は画期的なものであると評価しつつも、犬飼らの厚岸湖・湾の牡蠣減少原因についての研究結果に対しては、「厚岸湖における百年にわたる調査研究による資料が『森林荒廃が厚岸牡蠣の衰退原因である』という説を必ずしも支持しない」としている。

犬飼はその後も、1938年「山林が漁業に影響する実例」『北海道林業会報』1月号、1951年「森林と水産業」『樹氷』(帯広営林局)11月号、1965年「自然保護とそのあゆみ」『札幌林友』(札幌営林局)No.121、1970年「カキ」(所収『わが動物記』暮しの手帖社)、1973年「自然の保護について」(所収環境庁長官官房総務課編『生命ある地球—環境週間記念講演集』帝国地方行政学会)、1976年「森林と水の問題」『北方林業』No.29、1985年「動物学六十年」(所収北海道新聞社編『私の

なかの歴史4』北海道新聞社)、と発表を続けた。

犬飼の主張は、後に「昭和の大造林」と呼ばれる根釧台地のパイロット・フォレストの事業の1957年の開始に結実していく。根釧台地は、厚岸湖に注ぎ込むベカンベウシ川の源流域である。水産業との関係を考慮したこの造林活動は河川源流域で行われたものとしてはおそらく日本で最初のものと思われる。森林の再現に対応して、1970年頃からベカンベウシ川の河口付近にカキの稚貝が定着し始めたといわれる。

飯塚肇の魚附林効果疑問説と犬飼哲夫

1951年当時、飯塚肇は林業試験場防災部長の職にあった林業技術者である。飯塚は、1951年4月25日に(A)『魚附林の研究』を出版し、同年6月に(B)同じく「魚附林の研究」を発表した。(B)は(A)の要約版とみることができる。

飯塚(1951A)は、海域における魚附林の効果として考えられるものとして、次の3点：「(1)魚附林の投ずる暗影即ち山腹斜面の森林から海中に射入する反射光線の影響(2)酸素、有機物、栄養塩類の如きものの含量とこれに附随して増減するプランクトンの増加(3)沿岸森林の存在による降雨時の土砂流出防止と雨水流下調節作用」を指摘した上で、「(2)に就いては殆んど魚附林の影響は認められない。(3)に就いては…単に接岸水域のみでなく、魚附林の問題を離れて考えた場合、海域へ[ママ]流入する河川流域の治水と沿岸漁獲との間には、明らかに相関が存在する。」(pp.128-129)とした。そして「従来、魚附林として存置せられて来たものの中には、魚附林としての本来の使命から見れば、殆んどその必要の認められないものもあり、又必要であるとしても、その必要の度は区々であって一様ではない」(p.132)とし、総体的には魚附林の見直し(改廃)を行うべきとの姿勢を示した。ところが、飯塚の上記の結論を出したのと同時期に犬飼は「わが国の山林全部が魚附林である」(1951)と主張した。両者の魚附林の必要性に関する方向は正反対であった。

飯塚の調査は、柳沼武彦(1999)が指摘しているように、当時の荒廃していた魚附保安林が対象で、「もっぱら海岸の傾斜角度と深度の調査が主で、魚族生物に対する調査が欠落して」(p.152)いた。他方、犬飼は海岸を主体とした狭義の魚附林だけを視野に入れるのではなく、森林と水産業の関係を、内陸も含めた森-海のシ

システムとして考察していた。両者の最大の差異は、森 - 海をシステムとして把握するか否かであった。飯塚は狭義の魚附林の効果はなしとする立場から保安林「魚附」の見直しの方向を目指した。他方、犬飼は飯塚の論にも言及しながら「従来魚附林として保存されていた海岸の森林は勿論一部は魚附の意義を有するが、それより寧ろ広く沿岸水域を支配する河川の水を調節し水族を保護するものは内陸奥深く存在する山林の方が重要で、わが国の山林全部が魚附林である」（犬飼 1951, p.2）と発想の転換を迫る。同時に犬飼は水産業の復活のために海岸林の復活も提起する。1947年から1949年にかけて、犬飼が函館の水産専門学校（北大水産学部の前身）の校長を兼任していたとき、青森県の依頼により、同県の水産資源調査を行った。その結果、下北半島の尻屋崎でのアワビ不漁の原因が海岸の松林の戦時中の伐採のためであることを突き止める。この調査により、不漁の状態から早期に脱することに貢献したのであった。

森 - 海をシステムとして把握する議論のその後

北海道林務部に所属した三浦正幸（1913-1985）は1952年以降内陸森林と水産の関連性について独自の調査を進めた。1974年に作家・大滝重直（1910-1990）が自著『ニシン山にのぼる』（1974、参玄社）で、三浦の調査・分析・推論を大滝自らが調査したものとして世に発表した。北海道でニシンが獲れなくなったのは内陸森林の乱伐に原因があるとしたものである（若菜 2001）。1970年代には北海道内を中心にマスコミでも報道され一時期話題にはなったが、実証性がないということでその後関心は低下した。

1990年代に入ると松永勝彦（1993）が『森が消えれば海も死ぬ - 陸と海を結ぶ生態学』（講談社ブルーバックス）を出版し、1988年から始まった漁業関係者による植樹活動を科学者の側から応援する役割を果たした。また、長崎福三（1998）『システムとしての〈森 - 川 - 海〉 - 魚付林の視点から』が出版され、さらに21世紀になると田中克（元京都大学）らによって「森里海（もりさとうみ）連環学」が提起され、内陸と海の間を人間の活動を含む有機的なシステムとして研究する機運が高まってきている。

森林と水産業の関係を、内陸を含めた森 - 海のシステムとして考えるとき、その双方向性を考慮しておく必要がある。魚附林の効果については、「陸から海への養分

供給」という機能が従来強調されてきた。しかし、江戸時代初頭から中期の魚附林拡大の動機は、むしろ、魚附林の保護による魚肥の生産や利用の増加をめざすもので「海から陸への物質還元」であった（本特集、辻・鈴木論文参照）。江戸期における魚附林は、人間の産業政策・経済的活動を契機に始まり、それら産業の江戸期を通じての発展が、文化としての魚附林思想を支え、強化してきたと考えることができる。魚附林の効果に対する経験的認識とそれに基づく森林保護策などの実行がイワシやサケなどの漁獲、流通を高め、そのことは、同時に、野放図な森林伐採や魚族の乱獲への抑止策につながっていたと考えられる。

さて、海から森への栄養分の還流は自然界においても起こっている。北海道立林業試験場等が2001年に始めた調査では、樹木に含まれる窒素安定同位体比の分析により、河畔の植物が母川で死んだサケを栄養源として利用していることがわかってきた。同様の研究は以前からカナダのプリティッシュコロンビア大学のトム・ライムヘン教授らによって進められている。

逆方向の森から海への有機物の供給に関しても、実証的研究が進んできている。その研究成果は、林学や水産学の研究者らによって報告され（例えば、山下・田中、2008）、森林有機物が川を通じて沿岸域にどのように供給され沿岸の水産生物にどのように利用されているのかについて定量的に実態が明らかにされつつある。

漁業関係者による森 - 海システムへの期待

オホーツク海に面する北海道常呂（ところ）漁協は1960年代から「山持ち漁協」であった。1981年には飛砂防備保安林整備事業の指定を受け、緑化事業を行った。これには常呂漁協婦人部がその植樹に参加している。1988年以降は、常呂川上流の置戸（おけと）地区での「お魚殖やす植樹運動」にも取り組んで来た。

オホーツク海や親潮は、植物プランクトンの生産・分解量から見る限り、世界の中でも最大級の生物生産量を誇る豊かな海域とされる。2002年に計画が立案された2005年から2009年度まで行われた総合地球環境研究所の研究プロジェクト「北東アジアの人間活動が北太平洋の生物生産に与える影響評価」（「オホーツクプロジェクト」）の主導者の一人白岩孝行（北海道大学低温研究所）はこのプロジェクトについて「アムール川とオホーツク海・親潮の間で立証された鉄の輸送機構は、大陸と外洋

の物質的・生態的な結びつきを立証した世界で最初の研究」(白岩 2011,p.167)であり、ここでの新しい陸と海の環境システムを「巨大魚附林」と呼ぶことを提起している。そして、先人が積み上げた知である「魚附林=UOTSUKIRIN=Fish-Breeding Forest」を日本が世界に向けて発信する価値ある環境概念と位置づける。

常呂漁協婦人部長だった新谷京子氏は1996年に以下のように語っていた：「ここは、シベリア沿岸からの流氷の南限。オホーツク海にプランクトンを供給してくれるアムール川流域の人たちとの交流は、きっと次の世代の人々がやってくれる」(1996年9月8日朝日新聞日曜版 p.5 人さまざま「浜に山に木を植える。魚を育てるために」)。新谷氏らの期待は「オホーツクプロジェクト」により一部その成果が見える段階に達してきた。漁業関係者は魚附林をシステムとして捉え、システムのさらなる詳細な機構の解明に期待を寄せている。

引用文献

- 飯塚 肇 (1951) 魚附林の研究. 日本林業技術協会
- 飯塚 肇 (1951) 魚附林の研究. 林業試験集報 (農林省 林業試験場) 60 : 99-128
- Tetsuo Inukai and Shinroku Nishio(1937) A limnological study of Akkeshi Lake with special reference to propagation of the oyster. J of the Faculty of Agriculture, Hokkaido Imperial University.40: 1-33
- 犬飼哲夫 (1951) 森林と水産業. 樹氷 (帯広営林局発行): 1-3
- 遠藤吉三郎 (1903) 海藻磯焼調査報告. 農商務省
- 遠藤安太郎 (1934) 日本山林史保護林篇上下. 日本山林史刊行会
- 白岩孝行 (2011) 魚附林の地球環境学 - 親潮・オホーツク海を育むアムール川. 昭和堂
- 谷口和也 (1998) 磯焼けの機構と藻場修復. 恒星社厚生閣
- 西浜雄二 (2001) 厚岸牡蠣の盛衰 (7). 月刊水産北海道 2001年9月: 87
- 柳沼武彦 (1999) 森はすべて魚つき林. 北斗出版
- 山下 洋・田中克編 (2008) 森川海のつながりと河口・沿岸域の生物生産. 恒星社厚生閣
- 若菜 博 (2001) 日本における現代魚附林思想の展開. 水資源・環境研究 14 : 1-9
- 若菜 博 (2001) 現代魚附林思想と「ニシン山に登る」 - 三浦正幸・大滝重直らの「森と海」に関する複層流. 室蘭工業大学紀要 51 : 147-158.
- 若菜 博 (2004) 近世日本における魚附林と物質循環. 水資源・環境研究 17 : 53-62
- Wakana H(2012)History of 'Uotsukirin'(Fish-Breeding Forests) in Japan. In : The Dilemma of Boundaries: Toward a New Concept of Catchment.Taniguchi M, Shiraiwa T(eds) Springer, 145-160
- Hong, Sunkee・Kim, Jaeun・Yang,Hyoshik(2010) 한국 魚付林의 생태경관 (Ecological Landscape of Eoburim (Fish-shelter forest) in Korea). 島嶼文化 36 : 323-342 (韓国語)

神奈川県における 水源環境保全・再生の取り組み

石倉 研 (いしくら けん、一橋大学大学院・日本学術振興会特別研究員 DC2)

はじめに

日本の国土の約7割を占める森林の荒廃が問題となっている。森林は緑のダム¹⁾と言われるように、水源涵養機能を有しており、私たちの生活に不可欠な水を支えている。そのため、将来にわたって水資源の質・量を確保していくためにも、水源地域の森林（以下、「水源林」と呼ぶ）の保全・再生に取り組む必要がある。

神奈川県では、1997年度から水源の森林（もり）づくり事業を開始し、水源林の保全・再生に着手している。これは、水源林の管理手法や財源調達方法に特徴があり、大規模に実施されている事業である。神奈川県では、水源林だけでなく、河川やダム集水域、地下水等を含む、水源環境の保全・再生を目指して、総合的な取り組みが行なわれており、水源環境を構成する一要素として水源林が位置づけられている。水源環境保全・再生という広い意味合いでの取り組みを通じて、長期的に良質で安定的な水の確保が目指されている。

以下、本稿では既に実施から約20年が経過する水源の森林づくり事業を取り上げ、成果と課題を確認する。その上で、長期的に森林と水を保持していくために、どのような取り組みがなされているのか、事業終了後の見通しを含めて論じる。先駆的に経験を積み重ねてきた神奈川県の取り組みは、他事例にとっても示唆的であると考えられる。

神奈川県の概況

神奈川県の森林面積は約95,000ha、森林率は約39%となっている。県西部に森林が広がっているが、中でも丹沢山地を中心とする県北西部は、相模川、酒匂川の上流にあたり、神奈川県の水源地域となっている。かつては、林業を営むことで水源林は守られ、育てられてきたが、林業が衰退した今日では、手入れ不足により荒廃する森林が増加している。

もともと戦後の工業化、都市化の中で、森林の他用途転用、林業従事者の都市部流出が進んでいた神奈川県では、自主財源を中心として独自の林業政策を実施してきた歴史を持つ²⁾。例えば、森林整備に関する県独自の政策として、県民ボランティアによる「県民手づくりの森事業」（1981～05年度）、都市近郊林を対象とした県民参加による「きずなの森造成事業」（1987～91年度）のような県民参加を伴う森林整備事業や、流域単位で森林を整備する「流域別森林総合整備事業」（1991～00年度）のような水に着目した取り組みがなされていた。

神奈川県ではこうした独自政策により主体的に森林管理に関わっていたが、私有林の荒廃は進んでいた。そのような中、1995年から96年にかけて相模川、酒匂川両水系で渇水が生じた。県内では29年ぶりに給水制限を行なう事態となり、この渇水を契機に県内の水に対する関心とともに、森林の手入れ不足やその荒廃に対する関心も高まることになった。これを受け、翌1997年度から県が開始したのが、水源の森林づくり事業である。

水源の森林づくり事業の仕組み

水源の森林づくり事業は、神奈川県による大規模な水源林整備事業である。城山ダム、宮ヶ瀬ダム、三保ダムの上流地域を中心とした森林を水源の森林エリア（61,555ha）と定め、その中にある私有林40,612haのうち、荒廃が進み手入れの必要なスギ・ヒノキなどからなる人工林と、手入れの必要な広葉樹林の約27,000haに対して公的管理・支援を実施している。

現在の公的管理・支援の手法は、①県による森林の買取り、②所有者との分収育林契約により県が整備を行う水源分収林、③所有者から土地を借りたり協定を結んだりして県が整備を行う水源協定林、④所有者が森林組合等と契約を結び、森林組合等が森林整備を行う長期施業受委託（2012年度から）、⑤既存の造林補助への上乗

せや造林補助対象外への補助等、従来の支援制度を拡充した協力協約、の5タイプとなっている。県内では自力で森林整備のできない所有者が多いため、森林整備を助成する公的支援(⑤)に留まらず、県が所有者に代わり森林を整備する公的管理(①、②、③)に重点が置かれている。

所有者と契約を締結し、確保された森林は、手法ごとに定められた目標林型に従って森林整備が行なわれている。具体的には、①買取りでは巨木林、針広混交林、活力ある広葉樹林、②水源分収林では複層林、③水源協定林では針広混交林や活力ある広葉樹林、④長期施業受委託では健全な人工林、がそれぞれ目指され、荒廃した水源林の保全・再生が図られている。なお、⑤協力協約では、上述した全ての目標林型を所有者の意向により選択可能である。

また、水源の森林づくり事業では県民参加も重視されており、1998年に県が取得した「やどりき水源林」(約529ha)では、森林ボランティア活動や企業の森づくり活動が行なわれ、県民が水源林とふれあう場として活用されている(写真-1)。



写真-1 やどりき水源林内でのボランティア活動の様子(2014年10月撮影、神奈川県環境農政局水・緑部水源環境保全課提供)

水源の森林づくり事業の特徴は、受益者負担の考え方に基づいて県民に新たな費用負担を求めた点にある。同事業に必要な費用の一部を、受益者である水の利用者に求め、1997年度から2005年度まで県営水道が5億円の負担金を毎年拠出していた。この額は1997年度の水道料金改正で導入され、1世帯あたり年間約300円の負担となっていた。ただし、県営水道同様に神奈川県内

のダム水を利用している横浜市や川崎市、横須賀市をはじめ、他の水道事業者の合意を得ることができず、これらの水利用者の費用負担はなかった。つまり、水源を共通とする流域単位での負担とはならなかった。

水源の森林づくり事業は2006年度まで一般財源や県営水道からの負担金等を合わせて、約15億円の規模で行なっていた。同事業の財源が大きく変化するのは、2007年度に水源環境保全税が導入されてからである。なお、先述の県営水道負担金は、県営水道利用者の水源環境保全税との二重負担を避けるため、2006年度の水道料金改正時に廃止されており、2006年度以降は拠出されていない。

水源環境保全税は、個人県民税の均等割に300円、所得割に0.025%を上乗せするもので、納税者1人あたりの平均負担額は年間約890円である。2015年4月時点で神奈川県を含む35県が同様の税(いわゆる森林環境税)を導入しているが、法人県民税には超過課税を行っていない点、税収規模が相対的に大きい点が神奈川県の特徴である³⁾。2007年度より、年間約39億円の新規税収を活用して、以後20年間、水源林のみを対象とするのではなく、総合的な取り組みとして水源環境保全・再生施策が実施されており、水源の森林づくり事業は同税による12事業のうちの1つに位置づけられた。現在、水源の森林づくり事業は2006年度までの一般財源額約15億円を保ちつつ、新規税収のうち約15億円を併せた年間約30億円の規模で事業が実施されている。なお、残り約24億円の新規税収は、他11事業に充てられており、森林や河川、地下水の保全・再生、水源環境への負荷軽減、県外上流域対策、水環境モニタリング、県民参加による新たな仕組みづくりに用いられている。これらの事業は、「かながわ水源環境保全・再生施策大綱」(2005年策定)において示された20年間の取り組みの全体像に基づいて実施されており、長期的な視点に立ち、総合的・継続的に水源環境保全・再生の推進が図られている。

水源の森林づくり事業の成果と課題

水源の森林づくり事業では、2022年度までに27,000haの水源林を確保(上述の①~⑤の取り組みを行った森林)し、2026年度までに55,000haの水源林の整備を行なうことを目標として掲げている。1997年度から2014年度までの18年間の実績をみると、確

保面積の累計は 18,199 ha で 67%、整備面積の累計は 24,424 ha で 44% を既に達成している。図-1、図-2 はそれぞれ確保面積、整備面積の成果を示したもののだが、いずれも水源協定林と協力協約が事業の中心となっている。

神奈川県内人工林荒廃状況調査によると、2003 年度に 66% であった手入れ不足森林の割合が、2014 年度(速報値)では 28% に減少しており、事業の成果が着実に出てきていることがわかる。森林の手入れに伴い、下層

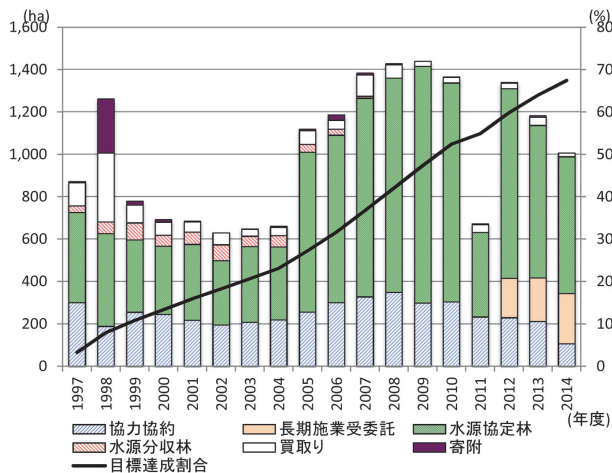


図-1 神奈川県水源の森林づくり事業における森林確保面積の推移 (1997-2014 年度)

注：長期施業受委託には協力協約からの移行分も含まれるため、目標達成割合では移行分を除いて計算している

出典：神奈川県環境農政局水・緑部水源環境保全課提供資料より作成

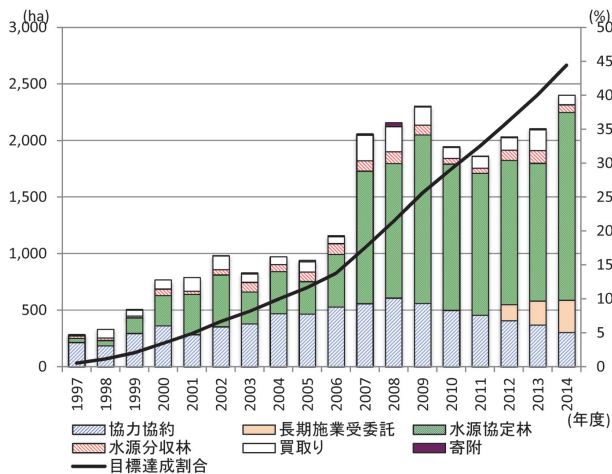


図-2 神奈川県水源の森林づくり事業における森林整備面積の推移 (1997-2014 年度)

出典：神奈川県環境農政局水・緑部水源環境保全課提供資料より作成

植生の回復もみられ、水源涵養機能の向上につながることを期待されている。また、事業を進めていく中で、土地の所有界が判明してきたことも事業の成果であり、今後の森林管理を進める上での重要な基礎となる。

水源の森林づくり事業を進めていく上での課題⁴⁾として、まずシカによる食害対策がある。水源環境保全税導入による事業加速に伴い、整備面積は増加したものの、それによって回復した森林の下草が丹沢山地に多数生息しているニホンジカに採食され、森林整備への悪影響が生じている。そのため、これまで個別に行なわれていた森林管理とシカ対策を一体的に実施する必要があり、第2期の2012年度からは、「丹沢大山自然再生計画」(2007年策定)に基づく対策との連携を強めている。具体的には、もともと行なっていた植生保護策の設置等に加え、シカ管理捕獲実施区域の拡大やワイルドライフ・レンジャー⁵⁾の配置等、シカ対策を強化している。

また、西丹沢地域には富士山の宝永噴火により、火山噴出物であるスコリアが多く分布している。スコリアは、黒く多孔質な軽石であり、堆積した層は崩れやすく、表層崩壊防止対策が必要になってきている。これに対しては、治山事業で対策をしていくことになる。

いずれにしても、水源の森林づくり事業のみの枠組みでは、こうした課題に対応できないため、総合的な対策を実施していくことが不可欠となる。その意味では、神奈川県が水源林のみを対象とせず、水源環境という広い枠組みの中で流域森林の保全・再生に着手していることは重要である。事業進展とともに明らかとなった課題に対して、相互補完的に事業を実施していくことが必要だと言える。

事業終了後の見通し

水源の森林づくり事業は、1997年度から20年の計画で始まったが、水源環境保全・再生施策の導入によって、2007年度から2026年度までの20年計画に位置づけなおされ、結果として30年の長期にわたる事業となっている。最後に、契約期間終了後、所有者に森林が返還された際に、どのように森林の水源涵養機能を将来的に保ち続けるかという点について述べる。

神奈川県では、水源環境保全税を「一般行政水準を超えた」資金」とし、施策を「期限付きのいわば緊急対策」とした上で、施策終了後の森林管理には、「森林組合や林業事業体の育成強化等により、地域において森林

所有者、林業関係組織等が連携協力した受入体制づくりが必要」としている⁶⁾。森林所有者のみに管理を委ねるのではなく、森林組合や民間の林業会社を担い手として想定しており、現状の公中心から、共・私へと森林管理主体の移行を目指している。

これに関連して、2012年度から水源の森林づくり事業に導入された④長期施業受委託は、公的な管理と支援の中間に位置づくもので、森林組合等が県に代わって水源林の確保、管理、整備を実施するものである。長期施業受委託導入の理由としては、事業が進むにつれ、神奈川県が水源の森林づくり事業で確保する森林の面積が小規模化したり、相続等で権利関係が複雑なところが増加してきたため、県側の労力の負担軽減を図ること、そして「かながわ森林再生50年構想」⁷⁾で示された、林道周辺で木材資源を循環利用するゾーン（木材資源循環）に対応する確保手法が必要となったことがある。事業進展のためだけではなく、森林組合等には、事業終了後の森林整備の担い手の役割も期待されていると考えられる。水源の森林づくり事業では、既に契約した協力協約から長期施業受委託への移行も可能となっており、現在は、今後森林組合や民間の手で森林を維持管理していくための橋渡しの時期にあるとも言える。

ただし、長期的に健全な森林保持のためには、森林の活用も考えていく必要がある。林業の衰退が森林荒廃の一因であり、今後も産業として林業が成り立たなければ、いずれ再度の公的管理を行なう事態になりかねないからである。森林の活用に関する、公と共・私の具体的な役割分担や連携のあり方については、今後更なる議論が不可欠である。

おわりに

神奈川県では、水源の森林づくり事業を中心に水源環境保全・再生に取り組んでいる。水源環境保全税を導入し、水源環境保全・再生施策を推進するための財源を安定的に確保した上で、長期的な事業を総合的・継続的に実施しており、既に2007年度からの第1期で約190億円が費やされ、続く2012年度からの第2期においても同程度の規模で事業が進められている。良質で安定的な水の確保にこれらの政策がどの程度寄与しているの

かは、現在対照流域法等を用いてモニタリングが実施されており、データ収集を踏まえて長期的に森林整備の水への効果が判断されることになる。

来年2016年度は、水源環境保全税の導入10年目にあたり、事業の折り返し地点に来ている。20年という前提で事業が実施されているが、環境保全の面からは、一時的な環境改善に終わらず、事業終了後に再び水源環境が悪化しないようにすることが大切である。事業の見直しを行ないながら、水源林をはじめとする水源環境の保持を目指した取り組みが今後も求められている。

付記

神奈川県環境農政局水・緑部水源環境保全課の担当の方には、ヒアリングでお世話になった。心より感謝申し上げます。また、本稿は損保ジャパン日本興亜環境財団からの助成を受けた研究成果の一部である。

引用文献及び注

- 1) 緑のダムについては、蔵治光一郎・保屋野初子編（2014）緑のダムの科学．築地書館．（264頁）、を参照。
- 2) 石崎涼子（2002）自治体林政の施策形成過程—神奈川県を事例として—．林業経済研究 48(3):17-26
- 3) 水源環境保全税について例えば、諸富徹・沼尾波子編（2012）水と森の財政学．日本経済評論社．（280頁）、を参照。
- 4) 2015年6月18日に実施した神奈川県環境農政局水・緑部水源環境保全課へのヒアリングより。
- 5) 野生生物の管理・捕獲に関する専門的知識、能力を有する専門家のことで、神奈川県では主にニホンジカを対象として捕獲、調査の活動を実施している。
- 6) 神奈川県（2015）神奈川県の林業再生の取組【平成27年3月森林審議会版】（2015年3月18日神奈川県森林審議会資料5）
- 7) 神奈川県の森林を、自然林再生（奥山）、多様な生物の共存（山地）、木材資源循環（山地）、みどりの継承（里山）の4つにゾーニングし、50年後の目指す姿を示したものの。

道志村における森林を活用した 地域おこしの取り組み

—山梨県道志村地域おこし協力隊の活動報告—

香西 恵 (こうざい けい、道志村地域おこし協力隊 NPO 法人道志・森づくりネットワーク)

はじめに

「地域おこし協力隊」とは総務省が平成 21 年度から始めた事業で、都市部の住民が過疎地域に居住し、地域おこし活動の担い手となる制度である。隊員は最長 3 年間、総務省の嘱託職員として活動に従事する。本稿では、山梨県道志村の地域おこし協力隊（以下協力隊）の立場から、私たち協力隊が道志村の森林を地域おこしにどのように結びつけているかを紹介する。道志村は水源地域であるため、地域おこしにあたって下流に与える影響も考慮する必要がある。私たちは、現在の道志村では人工林に代表される森林を適切に管理していくことが、村内の地域おこしにつながり、結果的に下流の人々にもプラスの影響を及ぼすと考えている。

道志村の概要

道志村は山梨県東南端に位置する細長い木の葉の形をした村である。南部は道志山塊を境にして神奈川県に接する。村の中央を東西に道志川が流れ、川にそって民家が点在している。人口は平成 27 年 6 月現在 1812 人である¹⁾。

村面積の 9 割以上 7,468 ha を森林が占め、そのうち 2,873 ha が横浜市水源林であり（1916 年成立）²⁾、道志村と横浜市は古くから交流が続いてきた。一方、民有林約 3,700 ha については近年では所有者の山離れが進み、荒廃が問題になっている。

道志村地域おこし協力隊の森林への取り組み

1) 道志村地域おこし協力隊とは

道志村では地域課題の解決に取り組む人材として地域おこし協力隊 5 名を平成 25 年から導入している³⁾。これら 5 名の隊員は、任期の 3 年目にさしかかり、任期

後の仕事や暮らしを模索している。隊員の活動内容は農業、林業、商品開発、情報発信、イベント企画運営、食文化の継承、地域のお祭りへの参加等多岐にわたる。このうち現在主に森林に関わる活動をしているのは大野・香西・千々輪の 3 名で、本稿では主に 3 名の活動内容を紹介する（写真-1）。

2) 隊員間の役割分担とその活動内容

大野・香西の 2 名は平成 22 年設立の「NPO 道志・森づくりネットワーク」（以下 NPO）⁴⁾ に所属して「木の駅どうし」の管理運営をおこなっているほか、平成 26 年に任意団体「道志フォレストーズ」を立ち上げ、木材搬出のシステム開発や民有林の境界確定、森林体験ツアーの受入をおこなっている。千々輪は村内で活動している水源林ボランティアで間伐をおこなったり、木工体験のイベントを企画運営している。以下、順に私たちの活動内容とその課題を整理する。

① NPO による木の駅管理運営

道志村役場から NPO が委託を受けている業務で、その実務を大野と香西が担当している。木の駅とは、全国的に、間伐材の集積所であり、山林所有者が自分の山か



写真-1

ら出してきた間伐材を地域で出荷できる場である。「木の駅どうし」は道志村の間伐材の利用を主な目的に平成24年に村が開設した。現在は山林所有者や土木建設業者から年間約600 m³の間伐材を受け入れ、村営温浴施設「道志の湯」の薪ボイラーで使用する薪として5000円/m³（針葉樹）で販売している。

「道志の湯」の平成24年度の薪使用量は合計740 m³であり、そのうち451 m³が木の駅からの購入である。木の駅には出荷者として山林所有者42名が登録している。平成24年度出荷量の内訳を見ると、個人の出荷者は10名で285 m³、土木建設業者は9社で295 m³、その他にNPOが11 m³出荷し、合計出荷量は591 m³である。出荷量の半分以上が業者からの出荷で、個人の出荷が少ない状況である。木の駅の目的は自分の山の手入れをおこなう山林所有者を支援し民有林の整備を進めることであるため、今後より多くの山林所有者の出荷者を得ることが課題である。一方で、木の駅に持ち込まれた間伐材は道志の湯以外に安定的な販路がないため、余剰が生じている。間伐材の新たな需要の開拓が喫緊の課題である。

② 道志フォレストーズの活動内容

道志フォレストーズ（以下フォレストーズ）は平成26年2月から活動を始め、週一回の定例活動をおこなっている。フォレストーズの目的は道志村の民有林の整備を進め、それを仕事にしていくことである。主な活動内容は民有林の境界調査と木材搬出システムの開発、森林体験ツアーの受入である。

境界調査は、山林を集約し間伐や路網整備等の施業をおこなうために必要な準備作業として行っている。山梨県で平成24年4月から導入されている森林環境税の主な使い道は人工林の整備である。境界確定を行い数名の山林所有者の同意を取り付け、30ha以上の事業用地を確保して森林経営計画を立てることが環境税補助の要件となっている。しかし、道志村では境界確定の担い手が不足している⁵⁾。現地に居住する自分たちが地の利を活かしてその役に立てないか、というのが境界調査に携わるきっかけであり、現在は南都留森林組合の指導のもと境界確定の技術を習得中である。道志村では昨年からは森林環境税を使った事業が始まっており、山林の集約化が少しずつ進んできた⁶⁾。今後は境界確定の安定した体制づくりやその技術の習得が課題である。

木材搬出システムの開発では、木材の搬出コストを削



写真-2

減し、小規模林家が自分たちで安全かつ効率的に木材を搬出出来る簡易な仕組みを村内で模索している。現在、木材搬出のシステムはいくつか存在しているが、どれも短所があり、完璧なものは存在しない⁷⁾。高性能林業機械を用いることが出来れば効率がいいが、そのためには路網の整備や、高コストに見合う稼働率の維持が必要となる。道志村には急峻で大型機械を入れにくい場所も多くある。フォレストーズは東京の有限会社ラボコスタの香取宗和社長とともに「マッシュプリー搬送システム」開発を行い、昨年からは道志村内の山で試験を繰り返してきた（写真-2）。このシステム⁸⁾は現在ほぼ汎用可能な段階まできている。今後どのようにこのシステムを普及・販売していくかが現在の課題である。

森林体験ツアーの受入では、森林資源を活かしたツアーを企画している。道志村では観光協会を通じて、横浜市の小中学生などを対象に年間10回程度間伐体験を行っている⁹⁾。民間でも、横浜市の水源地であるため、横浜周辺から間伐ボランティアや森林体験に訪れる人は年間述べ1200人以上に及ぶ¹⁰⁾。フォレストーズではその受け皿としてさらに多様なメニューを提供できないか検討している¹¹⁾。運営資金の調達や体制づくりが課題である。

③ 千々輪の活動内容

千々輪は農業や食品に興味を持っているが、森林の活動にも関与している。彼はまず、一通り森林に関わる技術や知識を自身が身につけたいという考えのもと、森林インストラクターの資格取得や水源林ボランティアの活



写真-3

動参加を通じ、間伐や搬出作業の手伝いをおこなっている。また、横浜の小中学生に対しての林業体験の手伝い、みなもと体験館¹²⁾での木工体験の開催(写真-3)¹³⁾等をおこなってきた。現在は間伐材を利用した商品づくりを考える近隣の市民や木材関係者が集う会議¹⁴⁾にも参加している。森林にどのように関わりを持ち何ができるか、総合的に模索している。

3) 地域おこしに果たす森林の役割

3名とも森林を中心とした現在の活動は村の地域おこしと水源環境の保全を両立しうるものと感じている。そのうえで今後森林を活用していくにあたって、千々輪は、協力隊の森林での活動に際して所有者の了解を得ることが個人の活動では難しいと感じている。道志村では森林の土地所有が細かく分かれ、山林所有者が多いため、森林内に立ち入る際には何人もの所有者の了承を得なければならない。信頼関係がないと立ち入り自体が難しい。

以上、道志村地域おこし協力隊による、森林を通じた地域おこし活動の内容を紹介した。私たちの取り組みは「道志の森林を地域おこしにどのように結びつけようとしているか」の段階であるといえる。残り一年弱の任期でそれぞれの活動がどのように実を結ぶのか読者の皆さんが関心を持って頂ければ幸いである。

引用文献及び注

1) 道志村 (2015) 広報どうし平成27年7月号 最盛期には3000人を越えたが年々減少している。協力

隊導入時の平成25年と比較しても100人あまり減少している。

- 2) 伊藤堅吉 (1953) 道志七里 .532-540「村を売られた話」として記述がある。
- 3) 道志村地域おこし協力隊ホームページ 2015 : <http://www.doshi-okoshi.com> 隊員は、千々輪岳史、大野航輔、井口陽介、中嶋拓哉、香西恵の5名。
- 4) NPO 法人道志・森づくりネットワークホームページ 2014 : <http://doshi-shinrin.jimdo.com>
- 5) 村内の民有林の境界調査を担う民間事業者は無い。また、道志村を管轄する南都留森林組合は、ほかに都留市、西桂町、現上野原市旧秋山村を管轄している。
- 6) 現在道志村で境界調査が終了しているのは、25林班約200ha、12林班約100ha、合計約300ha。
- 7) 機器としてはポータブルウィンチ、マウントポニー、ひっぱりだこ、林内作業車などがある。
- 8) 日刊工業新聞 (平成27年5月8日) <http://www.nikkan.co.jp/news/nkx0120150508aaac.html> 道志での搬出実験は合計4カ所の現場でおこなってきた。
- 9) 観光協会が認定した間伐インストラクター (村民) が指導をおこなっている。
- 10) 道志をフィールドにする森林ボランティアはNPO 法人道志水源林ボランティアの会、道志間伐材活用横浜サポート隊 (道っ木い〜ず)、山仕事人の会などがある。
- 11) 大野航輔 (2014) 水に会う〜「道志村体験ツアー横浜の水源を巡ろう!」報告手記〜、道志手帖5号10-11。平成27年3月にはスギの葉を使った蒸留水作り体験や鹿の角を使ったアクセサリーづくり体験などもおこなった。
- 12) もと分校で、木工や食の体験などができる施設である。月一回定期イベントを開催している。
- 13) 平成27年3月開催「ミニチュアキッチンづくり」では道志産サワラを村内の製材所で加工したものを材料に使用した。村内4名、村外4名、合計8名の参加があった。
- 14) パルシステム山梨主催組合員向け企画で、メンバーは13人の組合員のほかに地元森林組合や木工業者も参加している。

河川再生のための水利用制度改革

—アメリカ・オレゴン州流水権制度を事例に—

野田 浩二 (のだ こうじ、東京経済大学)

はじめに

これまで日本は水に恵まれた国であるといわれてきた。確かに極度の渇水にならなければ、清潔な生活用水に困ることはない。しかし気候変動の影響か、近年、雨の振りが従前のパターンより悪い方向に変化しつつあるようだ。世界に目を向けると、2015年、カリフォルニア州は大規模渇水にみまわれ取水制限を課すことが報じられた。天候とそれに依存する水利用はその不確実性を増している。

しかもこの不確実性の増大は、相互に密接しながら、ふたつの問題点をえぐりだす。ひとつは、利水間の対立である。利水の中でどの利用を優先するのかが問われる。一般的にいて、農業用水がもっとも多くの水を消費するので、農業用水と都市用水・工業用水が対立することになる。もうひとつは、利水と環境保全との対立である。より多くの地表水を利水に使える、それだけ河川の流量が減る。さらに、取水施設やダム建設は河川生態系を脅かす。利水間の対立だけでなく利水と環境保全との対立も、重要な政策課題になっており、そのための制度改革が求められる(本特集、辻・鈴木論文参照)。

本稿の目的は、後者の問題、すなわち、利水と環境保全との対立に焦点を当てる。具体的には、アメリカ・オレゴン州の流水権(in-stream water rights)制度を事例に、水利用の調整が新たな段階に到達していること、そしてこのような水利用の変革がどのように土地利用に影響を与えているのかを紹介する(本稿の多くは、拙著『緑の水利用』に負っている)。なお、本稿では、流域と森林の関わりについては直接言及しないが、利水と環境保全との対立と調整について広く議論したい。

オレゴン州は約48%が森林に覆われた緑豊かな州である。全森林面積のうちの約60%が連邦政府の所有地、35%が私有林、3%が州政府の所有地とされる(Oregon Department of Forestry 2009)。また、州最大の都市



写真-1 ウィラメット川 (筆者撮影)

のポートランドは、経済成長と環境保全を両立させる都市の新しい発展を示していることから世界的に注目されている。

アメリカの水利用権制度の概要

農業用水や工業用水として地表水を利用するには、水利権(water rights)が必要となる。アメリカの場合、水利権の管轄は連邦ではなく州である。一般的にいて、ミシシッピ川を境にしてその東部諸州は沿岸権(riparian water rights)を採用し、西部諸州は沿岸権から専用権(appropriative water rights)に移行した。オレゴン州の場合、1909年に沿岸権をやめ専用権に移った。

沿岸権は英国にその源流を持ち、河川に隣接した土地所有者だけが水を利用でき、利用可能水量などは決められていない。そのため渇水時には、関係する土地所有者がすべて利用水量を減らすように求められる。

他方、専用権は利用可能水量や取水場所、取水目的、そしてプライオリティーなどが細かく決められている。プライオリティーとは権利が正式に認められた年月日を

意味し、これは渇水時の配分ルールとして機能する。つまり渇水時に、より古い権利を持つ人に水をまず配分し、それで余れば次に古い人に配水する。

実際はともかくとして、少なくとも理論上は、沿岸権よりも専用権の方が管理しやすい。このためオレゴン州でも、州政府による近代的河川管理の出発点として、沿岸権から専用権への移行が行われてきた。実際、沿岸権の源流たる英国でも、1963年に沿岸権から取水ライセンス制度に変更した。この制度は、専用権制度に類似している。

専用権の基本ルールは3つある。第1のルールは、早い者勝ちの原則（first in time, first in right）である。前述したように、プライオリティーによって取水者の渇水時の序列が決まる。第2は、合理的水利用（beneficial use）の原則である。これは許可された範囲内でしか地表水を利用させないことを意味し、さらに水を利用しないことを防ぐ狙いがある。水を利用しない、すなわち権利を行使しないことは、権利剥奪の要件となっている。第3は、既得権保護（no-injury rule）の原則である。その利用が合理的水利用の原則に抵触しない限り、いったん許可された水利権は半永久的に法的に保護される。

ここで注意したいのは、早い者勝ちの原則と既得権保護の原則の違いである。早い者勝ちの原則は渇水時にのみ適用されるのに対して、既得権保護の原則は通常時に適用される。既得権保護の原則は、いわば将来の水利用を規定するためのルールといえる。

利水関係の主務官庁は水資源委員会（Oregon Water Resources Commission）と水資源局（Oregon Water Resources Department）である。水資源委員会の方が上部組織であり、大まかな政策方針を決め、水資源局を監督する。水資源局は、水資源委員会の方針のもと、実務を担う。

前史としてのオレゴン州維持水量基準制度の概要

維持水量基準（minimum perennial stream-flows）は、アメリカ・オレゴン州で1955年から始まった古い河川再生プログラムである。他州でも、類似した制度が導入されてきた。オレゴン州の場合、1958年にはじめて維持水量基準が設定され、1988年までに500件以上が設定された。維持水量基準はプライオリティーを付与され、新規水利権の発行審査に影響を与える。この維持水量基準はそのほぼすべてが流水権に転換された点で、



写真-2 コロンビア川（筆者撮影）

後述の流水権制度に大きな影響を与えた。

オレゴン州流水権制度の概要

絶滅危惧種法にみられるように、アメリカでは様々な河川回復プログラムが展開されてきた。そのひとつが流水権制度であり、オレゴン州やワシントン州などの西部諸州で制度化されている。アメリカでの河川回復の思想は、「あるがままの流れ」を復活させることにある。

流水権の「権」がその本質を示しているように、生態系保全やレクリエーション利用などのための法的利益を「権利」として保護することが、最大の特徴となっている。管見の限り、このアイデアを発表した最初の論文は、Tarlock（1978）である。各州はこのアイデアをそれぞれの事情や思想に基づき具現化していったといえる。

オレゴン州の場合、1987年に流水権法が成立し、流水権制度がはじまった。有力な環境NGOであるWater Watch of Oregonがその成立に努力したといわれている。他州と比較しても、オレゴン州流水権制度は非常に包括的な内容を含んでおり、その完成度は高い。制度の概要は下記のとおりである。

第1に、河川生態系保全やレクリエーション、水質保全などの非取水利用あるいは流水利用に権利が付与され、水利権と流水権との法的同等性がうたわれた。

第2に、流水権の運用ルールは、専用権の3つの基本原則をそのまま踏襲した。とくに流水権も権利として認められた年月日のプライオリティーが付与され、渇水時、より古い権利が優先して保護される。水利権との法的同等性から、流水権よりも新しいプライオリティーの水利権は、渇水時、流水権よりも下位に置かれる。つま

りこれは、これ以上環境を悪化させない機能を示している。しかし実際には、すでに水利権が張り巡らされているので、むしろ流水権の方が下位に置かれてしまっている。

そこで第3に、流水権の設定方法が多岐にわたって認められた。すなわち、従前の最低維持流量から流水権への転換、既存水利権から流水権への移転、節水プログラムと連動した既存水利権から流水権への転換、そして、新規設定という4つである。このように流水権設定のために多様な方法が導入されている点が、他州にないオレゴン州の流水権の特徴となっている。

さらに流水権の新規設定は、水資源委員会および水資源局以外の州政府機関が申請する。もし流水権の設定目的が生態系保全であれば、魚類・野生局 (Oregon Fish and Wildlife Department) が水資源委員会・水資源局に申請する。同様に、公園・レクリエーション局 (Oregon Parks and Recreation Department) は景観保全やレクリエーションの観点から、環境局 (Oregon Department of Environmental Quality) は水質保全の観点からそれぞれ申請する。

野田 (2011) で、実際にどの方法が多用されているのかを調査した。第1に、設定目的のほとんどが生態系保全を目的としていた。第2に、従前の最低維持流量から流水権への転換と新規設定が大半を占めていた。制度上、古いプライオリティーをもつ既存水利権を買い取りたりすることで、そのプライオリティーのまま流水権に転換できる。これは、市場を活用した環境政策の一例であるが、権利移転はそれほど進んでいない。

さらに、既存水利権を買い取り、それを流水権に転換できれば、より古いプライオリティーを獲得でき、その効果は恒久的なものとなる。しかし実際には、買取よりもリースによる移転が優先して進められている。

オレゴン州河川景観保全法の概要

河川の流水を権利として保護する流水権制度とは別に、河川のある区間の開発を不可能にするような河川回復プログラムがある。それは、1970年に成立した河川景観保全法 (Scenic Waterways Act) である。同じような制度は連邦レベルにもあり、それは1968年に成立した原生・景観河川法 (Wild and Scenic Rivers Act) である。

主務官庁は公園・レクリエーション局であり、この法

律の目的は指定区間のダム建設や取水施設建設などを禁じ、河川のあるがままの流れを確保することにある。当初、河川景観保全法で保護された区間は6河川 (John Day River や Rogue River など) の496マイル (約798キロメートル) であった。1988年には1180マイル (約1899キロメートル) にまで拡張され、2015年時点で19河川とひとつの湖が保護区間に指定されている (Oregon Parks and Recreation Department)。

河川景観保全法は単純明快な河川保護政策ではあるが、指定区間内の河川のあるがままの流れを維持するために、指定区間より上流の取水について同法を根拠に制限できるのかどうか、「Diack v. City of Portland」で争われた。オレゴン州最高裁は1988年に、河川景観保全法は保護区間より上流の取水を規制できると判断した。その後、水資源委員会・水資源局が新規水利権の可否を調査する時、指定区間の生態系やレクリエーションの価値を損なわないことが許可要件の一つとなった。

ダム撤去問題

映画「ダムネーション」で示されるように、アメリカではいま、老朽化したダムを撤去するの可否が大きな社会問題になっている。とくに河川を遡上するサケやマスにとって、ダムはその生育に大きな影響を与えるので、環境NGOはダム撤去を強く主張してきた。

たとえば、American Riversは、1936年から2014年にかけてアメリカ国内で撤去されたダムの情報をまとめている (American Rivers, Map of US Dam Removals 1936-2014 HP)。またダム撤去問題を考える必読文献として、科学・経済・環境のためのハインツセンター (2004) がある。

オレゴン州南部のローグ川 (Rogue River) は、サケやマスにとって重要な河川である。そのため中流域のSavage Rapids Damをはじめとしたいくつかのダムが撤去された (Water Watch, Savage Rapids Dam Removal HP)。

オレゴン州におけるダム撤去事例はそれほど多くあるわけではないが、ダムや取水施設は今後も老朽化していくので、利水と環境保全との対立を緩和させるためにも、ダム撤去はさらに求められるだろう。

クラマス川再生問題

いまアメリカ国内でもっとも注目されているのが、オ

レゴン州南部からカリフォルニア州北部を通過して太平洋に流れるクラマス川 (Klamath River) 再生問題であろう。この問題は、かんがい用水と水力発電用水の利水内部の問題、水利用をめぐる連邦政府と州政府との複雑な関係性をめぐる問題、そして流域内の先住民の利益保護の問題、といった点が絡み合っている。そして、絶滅危惧種の回復を目指して、クラマス川の水力発電所の撤去や上流でのかんがい利用への制限が検討されている点で再生問題なのである。

1905年に、内務省開墾局 (Bureau of Reclamation) はかんがいを可能とするクラマス計画を始めた。開墾局が水資源開発を行い、農家は契約に基づき開墾局から配水を受けることになった。現在、かんがい農地への配水の約85%がクラマス川とその湖を水源としている。さらに開墾局は、農地近くにある national wildlife refuge (国立野生動物保護区) の環境維持、アメリカ先住民の利益保護、絶滅危惧種法への対策などが求められた (GAO 2005)。

クラマス川再生問題が社会問題化したのは、2000年以降である。1988年に2種が絶滅危惧種法リストに追加され、2000年から濁水が生じると、開墾局は2001年に、絶滅危惧種法の義務を履行するために、農家への配水を一部停止した。いくつかの裁判でも、この決定は支持された。しかしブッシュ政権のもとで、農家保護の流れが強まり、開墾局は水銀行 (water bank) を開始した。これは、地表水を一時的に利用しないと表明した農家に対して、耕作放棄で失われた利益を与えたり地下水利用ができるようにしたりすることを目的としていた。2002年にはサケの大量死が全国ニュースとなった (Doremus and Tarlock 2008 など)。

GAO (2005) の調査に従うと、2002年度から2004年度の三年間で費やされた金額は、1200万ドル強 (約14.8億円) であった。もっとも多く費やされたのが地下水への転換であり、3年間合計金額の55%を占めた。次に多く費やされたのが耕作放棄であり、これは全体の27%を占めた。この水銀行は、農家の政治的抵抗を和らげたが、水銀行の財源は不確かなままであった。

クラマス川上流の農家への配水問題とは別の問題が、事態を複雑にしている。クラマス川上流の水力発電所がFERC ライセンス更新時期を迎え、所有者は2004年に、FERC に対してライセンス更新を申請した。FERC とは

Federal Energy Regulatory Commission の略称であり、連邦機関の一つである。FERC は各水力発電所を審査し、それに通ればライセンスを発行する。一部の例外はあるが、このライセンスがなければ、アメリカ国内の水力発電所は建設できない。ここで重要なのは、1986年に電気の消費者保護法 (Electric Consumers Protection Act) が成立したことで、FERC が環境保全も重視せざるを得なくなったことである。つまり環境保全側からすれば、水力発電所の撤去がクラマス川再生のために重要となる。

オレゴン州政府とカリフォルニア州政府は、水質浄化法の審査を踏まえ、このライセンス更新を認めない立場をとった。ライセンス更新審査での様々な交渉によって、2008年、連邦政府と州政府、そして水力発電所の所有者は、ダム撤去を目指すことに合意した。2009年9月には、環境NGO やかんがい農家、先住民を含めたステイクホルダー間で、2020年までにダム撤去を行うことで合意した。この合意文書が、Klamath Hydroelectric Settlement Agreement (KHS) A) である。さらに2010年2月には、河川再生事業や水の配分に関する合意、Klamath Basin Restoration Agreement for the Sustainability of Public and Trust Resources and Affected Communities (KBRA) が締結された。ダム撤去費用に関してみれば、オレゴン州とカリフォルニア州の電力利用者の負担200万ドル (その大半はオレゴン州在住の電気利用者) と、もしそれを超えた場合には、カリフォルニア州が250万ドルを上限に一般財源債を発行し負担する。前述した水質浄化法の効果とともに、この費用負担の合意も大きな効果をもたらしたと考えられる (Allen 2010)。

ダム撤去はまだ始まっていないが、2015年7月初旬現在、ダム撤去を実現させるための法案が連邦議会で審議され、その行方が注目される。クラマス川再生問題は、ダム撤去を含む大規模な河川再生プログラムがアメリカに定着するかどうかの試金石になっている。

参考文献

- (最終閲覧は2015年7月6日)
科学・経済・環境のためのハインツセンター (青山己織訳)
(2004) ダム撤去. 岩波書店
野田浩二 (2011) 緑の水利権: 制度派環境経済学からみ

た水政策改革. 武蔵野大学出版会

- Allen, David N. (2010) The Klamath Hydroelectric Settlement Agreement: Federal Law, Local Compromise, and the Largest Dam Removal Project in History. *Hastings W.-Nw. J. Env't'l L. & Pol'y*16: 427-468
- American Rivers, Map of US Dam Removals 1936-2014 HP (<http://www.americanrivers.org/initiatives/dams/dam-removals-map/>)
- Doremus, Holly., and A. Dan Tarlock. (2008) *Water War in the Klamath Basin*. Island Press 280 pages.
- GAO. (2005) *Klamath River Basin: Reclamation Met Its Water Bank Obligations, but Information Provided to Water Bank Stakeholders Could Be Improved*. pp. 1-60 (<http://www.gao.gov/assets/250/245797.pdf>)
- Oregon Department of Forestry (2009) *Forest Facts Oregon's Forests: Some Facts and Figure*. (http://www.oregon.gov/odf/pubs/docs/forest_facts/ffforestryfactsfigures.pdf)
- Oregon Parks and Recreation Department (発行年不詳) *Oregon's Scenic Waterways* (<http://www.oregon.gov/oprd/NATRES/scenicwaterways/Documents/OPRDScenicWaterwaysBrochure.pdf>)
- Tarlock, A. Dan. (1978) *Appropriation for Instream Flow Maintenance: A Progress Report on New Public Western Water Rights*. *Utah L. Rev.* 1978(1): 211-247
- Water Watch, *Savage Rapids Dam Removal* HP (<http://waterwatch.org/programs/savage-rapids-dam-removal>)

森—川—里の物質移動と人為によるゆがみ

—岩手県盛岡市中津川を事例として—

辻 盛生・鈴木 正貴 (つじ もりお・すずき まさき、岩手県立大学総合政策学部)

はじめに

川は、水源にあたる上流から下流に向けて流れているが、物質の動きから見るとその様相は異なってくる。河川を縦断方向に見れば、下流から上流に遡る物質の動きも存在する。一方、横断方向に見れば、河川周辺から流れ込む物質だけではなく、水中から陸に向けた動きもある。これらを媒介するのは生物であり、多様な生物が重力や水の流れに逆らった物質移動を担うと共に、それが人の営みを支えてきた。反面、人為が水を介した物質移動に影響を与え、それをゆがめている事実も存在する。ここでは、河川の水質や生息する魚類に人為が与えるゆがみを、岩手県盛岡市を流れる中津川を例に見てみたい。

上流から下流への物質移動

中津川は、北上川を河口から200kmほど遡った地点で東から流れ込む一次支流である。北上川との合流点から盛岡の中心街を抜け(写真-1)、住宅地を遡ると二次支流の米内川が流れ込む(平野、図-2参照)。この合流点より上流では、中津川と米内川は、流域面積や土地利用形態(森林)が比較的似ている。しかし、中津川をさらに2kmほど遡ると綱取ダム(有効貯水容量1330万m³)が存在する点でその環境条件は大きく異なる。

一般的に河川上流部は、流れが急であり、溪畔林に被われて暗いことから水中の植物プランクトンや付着藻類による有機物生産は少ない。中津川においても、住宅地

を抜けた上流域は溪畔林が発達しており、農地も水田が点在する程度である。水中の有機物量を示す指標であるBOD値は、平均で0.5mg/L前後と、河川水質基準で最も清澄な分類であるAA類型に該当する水質であった。一方、雪融けによる増水が見られる3月の下旬から4月にかけて硝酸態窒素の濃度が平常時の約2倍に上昇する傾向が見られた(辻ら2014)。大気汚染物質である窒素酸化物を取り込んだ積雪に含まれる硝酸が融雪に伴い流出したことが原因と考えられた。北海道において、大陸からの越境汚染による積雪中の窒素成分の増加傾向(山口ら2009)が指摘されていることから、盛岡市街地由来に加え、大陸由来の汚染も懸念される。上流から下流への物質の移動は、人の生活や農業のような直接的な影響だけではなく、このような広域かつ間接的な影響も現れている。

さらに、ダムが造られると上流から供給される土砂がダムに溜まり、下流への土砂供給を遮断する。その結果、下流側の河床には流出しにくい大粒径の石が残され、川底が鎧のように固まってしまう現象(アーマー化)が生じる。河床構造が単調になり(平野1971)、河川生態系に重大な影響を与える。綱取ダム下流から米内川合流部において河床構造物の粒径組成を確認したところ、粒径の小さい砂礫が極端に減少しており、アーマー化の進行が確認された(写真-2)。綱取ダム下流域に特異的に分布が見られない魚種も確認され、ダムによる物質移動の阻害の影響が生物に及んでいることが明らかになった。



写真-1 盛岡市街を流れる中津川



写真-2 左:通常の河床 右:アーマー化した河床



写真-3 左：平常時 右：水位低下操作時

ところで、綱取ダムは11月から6月頃にかけて満水位となり、夏から秋にかけては3mほど水位を下げる。その綱取ダムで、2011年10月から11月にかけてダム堤体の補修を目的とした水位低下操作が行われた。これによって、満水位から15m以上水位を下げ、ダム湖の水面面積は6割近く減少した。その際、露出した貯水池底面に堆積した土砂が流水によって浸食されている様子が観察された(写真-3)。その期間、下流域においては水中の濁りを示す懸濁物質とアンモニア態窒素の上昇が見られ、それぞれ12mg/L、0.4mg/Lを記録した(辻ら2014)。これらの濃度は下流の生物に影響を与えるほどではなく、実際にコイ科魚類の稚魚の成育、サケの遡上状況はほぼ例年通りであった。しかしながら、綱取ダムは堆砂量が少なく、上流域に汚濁源もない恵まれた条件にある。これに対して、たとえば、北上川支流和賀川の湯田ダムでは、同様の水位低下操作により下流域に生息する生物への影響が指摘されている(岩手日報, 2014.10.22 朝刊)。国内に多数建設されたダム設備の老朽化に伴い、補修等による水位操作の必要性は今後増えると考えられる。治水、利水を目的とするダムではあるが、下流域へ与える影響の増加が懸念される。

下流から上流への物質移動

魚類をはじめとする生物が上流側に移動することによって河川を遡る物質の動きが存在する。しかし、ダムは多くの場合ほぼ完全に水生生物の移動を遮断する。さらに、ダムに比べ小規模ではあるが、堰堤が魚類の移動に致命的な影響を与える場合がある。中津川においては、米内川との合流点直下に上水道、防火用水(かつての農業用水)取水堰があり、魚道が設置されている(写真-4)。この魚道は綱取ダムが竣工した昭和60年に設置されたもので、十分に機能しておらず、堰堤直下に多くの魚類が滞溜する傾向が確認された。中津川には、9月下旬から11月にかけてサケが遡上する(写真-5)。北上川の河口から遙々200km遡上してきても、この堰堤



写真-4 米内川合流部直下の取水堰と魚道

より上流では確認されていない。堰堤上流側の魚類生息条件を考えた場合、綱取ダムを擁する中津川はアーミー化の影響で期待はできないものの、支流の米内川にはサケに限らず良好な生息環境、産卵環境が多く存在すると考えられる。下流から上流に向けた生物による物質移動は、生活や産業活動に伴う人為的な物質移動の影に隠れてしまうほどの量ではあるが、太古の昔から永続的にもたらされている自然の恵み、すなわち生態系サービスである。街中を流れる中津川では秋にサケの姿を眺めることができ、それだけでも川の自然を意識させる。幸い、中津川の堰堤より下流側には外来魚のブラックバスの生息数は少なく、ブルーギルは確認されていない。魚道の機能的な進歩も見られることから、中津川において、積極的に縦断方向の移動回復を図るべき地点と筆者らは考える。

横断方向への物質移動

河川の横断方向の物質移動を担うのは水だけではない。横断方向の物質移動を左右するのが水辺の移行帯(エコトーン)の存在である。水際に植物群落が成立すると、流速や水深など、水中の環境条件が多様になる。結果として水中に生息する生物が植物の陰に身を隠して外敵から身を守る空間として機能すると共に、餌源となる水生昆虫や動物プランクトンも豊富であることが知られている。このような水辺のエコトーンでは小型の遊泳魚が多く生息することが確認されており、遊泳魚が生活史を全うする上で重要な役割を果たしている。河川に生息する魚類は鳥類などに捕食され、水域外に持ち出される。釣り上げられて人に食べられることもある。羽化した水生昆虫は水域外に飛び出していく。多様な水辺環境が多様な生物の生息につながり、水中から陸に向けた横断方向の物質移動が生じる。しかしながら、中津川では多くの水際に低水護岸が施され、単調な水際になってしまう



写真-5 中津川を遡上するサケ

た。近年作られた低水護岸は、木材や石などを用いた環境配慮型である（写真-6）。それにもかかわらず、植物の生育する水際に比べると、遊泳魚の生息は種数、尾数共に少ない傾向が確認された。「環境配慮型」とはいつでも、その配慮が不十分なのである。

さらに、横断方向というより小規模な縦断方向のつながりという見方になるかもしれないが、河川と水路を通じた移動も重要である。河川は本来縦断方向に連続して機能することは言うまでもないが、これは河川に流れ込む水路にも当てはまる。水路は、人為的に開削された流路であるが、本流に護岸工などが施される前には落差もなくつながっている場合が多かったことが予想される。川から水路を遡るとその先には水田が広がり、水田で産卵するような魚類も多く見られた（守山 1997）はずである。しかしながら、多くの場所で本流と水路の落差が生じ、さらに水路と水田の落差が生じたことで、水路を介した横断方向の繋がりは絶たれている。中津川においても、護岸工事等で本流と水路の繋がりが絶たれ、さらに宅地開発で失われた水田も多い。以前のの中津川を知る人からは、ナマズやウナギがよく見られたと聞く。ナマズは水田に産卵し、ウナギは水際部の構造がその生息を左右する（Itakura et al, 2014）とされる。筆者らによる2012年～2014年までの11回、延べ57箇所をわたる中津川での魚類採捕調査の結果、ナマズは1尾も見られず、ウナギは1尾採捕されたのみであった。これらは、水際の構造だけに限らず、水路と本流の連続性が失われたことが影響したものと推測される。

おわりに

自然豊かな印象の中津川ではあるが、人為によってさまざまなゆがみが生じ、環境条件は変わってきている。同様の変化は日本全国で生じていると思われる。河川は貴重な淡水を上流から下流に供給しているだけではなく、



写真-6 中津川に見られる様々な水際構造

生物の移動を通じた生態系サービスをもたらす。既に修復困難なものも多いが、少しの工夫によって生物の生息環境に改善の余地が見込まれる箇所も散見される。将来の世代が自然の恵みを楽しみ続けることができるように、ゆがみを戻す努力が求められている。

引用文献

- 平野宗夫 (1971) Armoring をともなう河床低下について、土木学会論文報告集 195:55-65
- Itakura Hikaru, Kaino Tubasa, Miyake Youichi, Kitagawa Takashi, Kimura Shingo (2014) Feeding, condition, and abundance of Japanese eels from natural and revetment habitats in the Tone River, Japan, Environ Biol Fish 98(8) : 1871-1888
- 守山 弘 (1997) 水田を守るとはどういうことか—生物相の視点から、農山漁村文化協会, 205 pp.
- 辻 盛生・鈴木正貴・平塚 明 (2014) ダム湖が河川水質に与える影響の隣接類似河川との比較による評価—岩手県網取ダムの排水操作を含む水質変動—. 応用生態工学 17(1):1-15
- 山口高志・野口 泉・阿賀裕英・岩田理樹・上野洋一・秋山雅行・大塚英幸・酒井茂克・永洞真一郎・山口勝透・丹羽 忍・尾原裕昌・田中敏明・姉崎克典・濱原和広 (2009) 北海道における積雪成分の長期変動 (1988-2008年). 北海道環境科学研究センター所報 35: 61-68
- 湯田ダム濁水と賀川に (2014) 岩手日報 10月22日朝刊

盛岡市上水道事業における 水源保全の取り組み

—水源涵養林取得と水道水源保護条例を中心に—

平野耕一郎 (ひらの こういちろう、盛岡市上下水道事業管理者)

はじめに

盛岡市は、人口 30 万人の中核市であり、明治 22 年市制施行後 120 数年に亘り岩手県の県都として発展してきた。県土のほぼ中央に位置し、南部富士と呼ばれる雄大な岩手山を北に望み、市街地を北上川が南北に貫流している。この北上川には、東の北上高地から中津川、西の奥羽山脈からは雫石川がそれぞれ流れ込み、風水では「蔵風得水」¹⁾ と呼ばれる理想的な地形のおかげで水に恵まれ、盛岡市の水道事業開始以来、渇水による断水被害は記録されていない。

毎年秋、北上川では鮭が国内最長級の 200 km も遡上し、市街の中津川に架かる橋などでは、澄んだ川底に魚たちが悠々と泳ぐ姿が見られる。この豊かな自然と、南部藩 20 万石の城下町として栄えた風情ある町並みを守る一方で、北東北の高速交通網の中継点として重要な都市機能を持つ、新しい都市づくりを進めていることが盛岡市の特色である。

本稿では、盛岡市の水道事業における水源涵養林の取得と水道水源保護条例を中心に、同市の水源保全の取り組みについて紹介する。



図-1 盛岡城下古絵図 (川井鶴亭画)²⁾

水道創設から現在まで

盛岡市の水道事業は、昭和 9 年に中津川支流の米内川を水源とする米内浄水場の完成とともに始まった。米内川は、豊富な水量と優れた水質を持ち、流域には水の涵養に申し分ない広大な森林が広がり、人家や田畑も少なくすばらしい水環境であったことが、当時水源調査を行った内務省役人の記録に残っている。80 年を経過した現在においても、米内川はその豊富な水量と清澄さが保たれており、先人の慧眼には脱帽せざるを得ない。

創設当時の計画給水人口は 5 万人、一日あたりの計画配水量は 6,300 m³ / 日であり、以来、市政や経済活動の進展に伴う水需要の増大に対して 7 次にわたる拡張事業を行った。現在の盛岡市の水源は米内川、中津川、築川及び雫石川の 4 河川の表流水のほか、岩手山の地下水や姫神山の沢水を利用し、今日も安定した取水を続けている。

そして、平成 26 年度末の給水人口は約 29 万人、水道普及率は 97.9%、最大配水量は約 10 万 m³ / 日であり、盛岡市民にとって毎日の暮らしに欠くことのできない重要なライフラインとしての役割を担っている。

水源保全の取り組み (1) 水源涵養林の取得

日本は昭和から平成へ、高度経済成長期を経て後のバブル景気を迎えている頃、社会・経済活動の進展に伴い、様々な開発が水道水源流域にも広がりを見せた。全国的にも水質の汚染や水量の減少が心配される中で、平成 5 年には環境庁の水質汚濁に係る環境基準が改正されたほか、厚生省による水道法水質基準の見直しも行なわれることとなった。こうして、これら関連する法体系の見直しが進み、関係省庁それぞれが協力して水道水源の水質保全に取り組むこととなったのである。

このような状況の中、地方自治体においても森林が持つ水源涵養機能に注目が集まり始める。公的機関による森林整備が推進され、全国の水道事業者でも独自にこれらの森林の保護育成を図る動きに合わせて、盛岡市においても水道水源保全に対する重要性を認識し、自ら水源涵養林取得を目指すきっかけとなった。

そして、盛岡市水道部（当時）が平成9年に「水道水源水質保全基本計画」を策定する際には、関係流域の大部分が隣町である雫石川を除く3河川流域（米内川、中津川、築川）の森林状況の評価を行った。その結果、最優先で維持し改善すべき地域を中津川流域とし、平成10年度から計画的な水源涵養林の取得に着手することとなった。取得する目標面積は、森林施業等により当該流域内の流出量に何らかの影響を与える面積的規模が流域面積の5%以上であるとする考え方³⁾から決定したものである。中津川水系の全流域面積は約4,000haであるため、その5%にあたる200haの取得を目標に掲げ、直ちに用地交渉を進めることとした。

その結果、平成26年度末には寄付も含め、約265haの取得に至った。なお、3流域における森林の概況は以下のとおりである。

中津川流域では、上流域で東北電力が米内川に導水している影響で中津川の水量が半減していること、保安林に指定されている区域が他の流域に比べ極端に少ないこと、水源涵養機能が高いが私有林が多いことなどの調査結果により、水源涵養林の取得に関する優先度が高いと評価した。

米内川流域では、外山ダム流域をはじめ、高い水資源涵養機能を保持しており、水源涵養保安林など米内川流域森林面積の約50%が保安林指定されている。よって、適正な森林施業の維持が期待できることや、県有模範林や外山早坂高原県立自然公園が存在し、将来とも適正な森林環境の維持が期待できることなどの理由で、新たに涵養林を取得しなければならない優先度は低いと評価した。

築川流域では、米内川、中津川流域と比較すると、好条件となる保水力の大きな土壌が広範囲に分布している。さらに国有林が約40%を占め、天然広葉樹も多く保水能力が高く、適切な森林管理が期待できることから、新たな涵養林取得の優先度は低いと評価した。



写真-1 秋の中津川と水源涵養林

水源保全の取組み (2) 水源涵養林の管理と現況

平成10年度から取得した水源涵養林には、手入れが行き届かない杉林や伐採跡地が含まれていた。そのため盛岡市では、水源涵養機能の向上を図るために、除間伐や整理伐、地拵え、植林、下刈りなど、針広混交林や植栽年度を変化させた複層林を造成する森林施業を平成13年度から着手することとした。

その後、平成18年度に水源涵養林機能評価を実施した際には、大雨に対する流域保留量の増加と、洪水の緩和に関して好影響を与えているとの結果を得ている。このことは、涵養林取得や維持管理による森林整備のほか、流域内の森林蓄積の増加が大きな要因の一つであろうと考えている。涵養林取得から16年経過し、徐々に進めてきた森林施業の実施面積は約120haとなり、所有する涵養林全面積の約45%に達する状況となっている。

また、河川水質の汚濁指標の一つとしてBOD（生物化学的酸素要求量）があり、行政上の政策目標である環境基準⁴⁾について、中津川上流の類型は平成20年3月にA類からAA類に格上げとなった（本特集、辻・鈴木論文参照）。これは水質の悪化が進んでいない現状を踏まえた結果であり、涵養林の取得事業や保全事業が中津川上流の水質維持にプラスの貢献をした可能性がある。

さらに、環境省では平成20年6月、北海道洞爺湖サミットにちなみ、水環境保全の一層の推進を図ることを目的に「平成の名水百選」を選定し、その中でも河川水としては最上位に中津川綱取ダム下流が選ばれている。選定時における評価には、水質、水量、保全活動などが含まれており、「綱取ダムの環境と清流を守る会」の25年を超える継続的な活動や中津川に関係する様々な活動

に対する貢献度には及ばないものの、盛岡市が進めた水源涵養林の取得や保全事業においても高評価の一端を担ったものと自負している。

水源保全の取組み (3) 水道水源保護条例

これまで述べてきたように、盛岡市の水道水源の水質は今のところ非常に良好である。そこで、この水質を将来にわたって維持していくことを基本理念として、平成14年3月には「盛岡市水道水源保護条例」を制定した。

この条例は、水源地域での事業活動により排出される汚染水や汚濁水を未然に防ぐことによって、河川の保全を図り、市民の生活と健康を守ることを目的としている。市域における、水道取水口の上流域に「水道水源保護区域」を設定し、事業者と市が協定を結び、この協定内容や水質指針値を守ることで水道原水の水質が良好に保たれることを期待するものである。

この条例の最大の特徴は、特定事業所⁵⁾から排水される排水水質指針値の遵守を掲げているところである。この水質指針値を遵守してもらうために、特定事業者に対しては水道水源保護協定の締結を義務付け、協定内容や水質指針値が守られない場合には、氏名等の公表を行う罰則規定を設けた。そして、水質指針値の追加や数値の見直しなど、水源保全に関わる重要な案件に関しては、水道水源保護審議会で審議することとしている。

水源保全の取組み (4) 関連市町村との連携

盛岡市の水道水源となるそれぞれの河川流域は、盛岡市の行政区を越え周辺市町村に及んでいるため、流域全体を捉えた水源保護の取組みが必要となる。

そこで、相互の水道水源に係る諸問題や危機管理について情報を共有し、水源保護について協力体制の進展を図るために、周辺市町村の協力を得て、平成15年2月に北上川流域（盛岡圏）水源保全連絡協議会を設立している。以降、協議会は市町村合併等いくつかの再編成を経て、現在は盛岡市のほか滝沢市、八幡平市、雫石町、岩手町、矢巾町で構成し、水道水源に関する情報交換や勉強会を重ねている。

盛岡市水道の未来に向けて

盛岡市では、50年～100年後の長期的な水道事業運営の視点に立ち、本年4月「第三次盛岡市水道事業基本計画～もりおか水道ビジョン」を策定した。これは、



図-2 北上川流域（盛岡圏）広域連携—6市町

厚生労働省が平成25年3月に示した『新水道ビジョン』を踏まえ具現化したもので、今後10年間に盛岡市水道事業が取り組むべき施策の方向性を示すものである。そして、平成28年度を目途に「(仮)盛岡市水道水源保全計画」を策定する予定であり、水道水源保全のさらなる「安全性・強靱性・持続性」を目指し取り組むこととしている。長期的な視点で、市民の財産である良好な水源環境を守り続けていくため、市民全体が森に親しみ、協働で水環境を保全していく施策などの検討を進めているところである。

現在、盛岡市の森林率は市域面積の約7割を占めており、この恵まれた水環境は良好な森林環境が影響しているものと考えられる。これまで実施してきた水源涵養林の保全作業をもとに、今後も適正な管理を進めていくことが肝要であるが、行政運営において予算の確保や人材育成など恒久的な課題が山積している。私たちは未来に向けて、安定した森林環境を守っていくためにも、複層林施業や育成天然林施業など高いレベルの水源涵養機能を持つ森林の持続を目指し、知恵を絞っていかねばならない。

おわりに

情緒豊かな町の風光は、これまで石川啄木や宮沢賢治、新渡戸稲造など多くの偉人を育ててきた。城下町「盛岡」が、先代から受け継いできた自然環境の素晴らしさは、「水」と「緑」が証明している。

昨年、盛岡市の水道事業は創設80周年を迎えている。私たち水道人の使命は、「安全でおいしい水を絶やさず送り続け、盛岡で暮らす人々の健康で文化的な生活を支

えていく」ことである。これは水道創設時と全く変わらず、そして今後も変わることはない。この使命を果たすためには、現在も良好に保たれている水源環境をさらに良いものとして、将来に引き継いでいくことが大切である。これからも私たちは、森林に関わるすべての方々とスクラムを組み、水道の源となるすばらしい森林・水源環境の実現に向けて取り組みを進めていく。本稿で紹介した盛岡市の事例が、様々な地域の取り組みの参考になるとともに、水道事業者と林業関係者が協力しさらに健全な森林育成を進められることを期待している。

引用文献及び注

- 1) 「蔵風得水（ぞうふうとくすい）」とは、風水思想で都や城などの立地理論で最適の地とされているものであり、北に山を負い東西に丘陵を持ち、南に平地流水を臨む地形のこと。
- 2) 個人蔵／もりおか歴史文化館写真提供
- 3) 中野秀章（1976）森林水文学（水文学講座13）。共立出版、p182
- 4) 人の健康を保護し生活環境を保全する上で維持されることが望ましいとされる、大気・土壌の汚染、水質汚濁、騒音など、環境上の条件についての基準。環境基本法に基づく（大辞林より）。
- 5) 本文における特定事業とは、盛岡市水道水源保全条例に規程した、水質汚濁物質を河川などに排出するおそれがある事業のことをいう。畜産農業、ゴルフ場業、産廃処理業など、8業種を指定（施設規模による）しており、施設外へ排出する排水水質に関して規制するものである。

仙台市水道局におけるダム上流域の 森林取得事例

泉 桂子 (いずみ けいこ、岩手県立大学 総合政策学部)

はじめに

宮城県仙台市水道局の所有森林（以下局有林）について紹介する。本稿は完結した研究ではないが、政令指定都市の水道水源保護の取り組みとして取り上げる。仙台市水道局は広瀬川支流や名取川などの7つの水源から水道原水を取水している。そのうち最古の水源かつ水道局専用ダム上流域で開発のおそれがあったため、1990～1994年に約81haの森林を買い取って、現在も管理を続けている。同市水道局の取り組みは上流域の開発規制や特定事業者との協定締結など技術的一貫性を持つもので、水道水源保護ための積極的な取り組みといえる。以下特に指定のない限り、本稿の内容は2015年7月17日、仙台市水道局施設課および同局中原浄水場での聞き取りによるものである。

仙台市の水道事業

仙台市は東北最大の都市であり、1989年に政令指定都市の指定を受けた。1987年以降、近隣市町と合併を重ねることで、仙台市は政令指定都市指定を獲得したのであり、山形県境まで市域を拡張してきた。水資源利用

から見れば、この合併は自らの水源地域を市域に編入するものでもあった。

2013年度末の給水人口は約105万人、同じく一日最大配水量は36万立方メートル/日（東京都水道局485万、横浜市水道局は131万立方メートル/日）である。ピーク時の給水人口は1997年の116万人、一日最大配水量は1994年の44万立方メートル/日で以後両者とも緩やかな右肩下がりとなるが、近年震災の影響で流入人口が増え両者とも若干の増加を示している。長期的には「老朽化する施設とその更新」や「適正な施設規模と水道システムの再構築」が水道局にとって課題となっている¹⁾。仙台市は2009年の水利権更新時に水利権量を減らす減量更新を一部の水源で行っている。需要減の時代に対応し、将来を見据えた取り組みといえる。

仙台市の水道事業は1923年に通水を開始した。その後は戦前・戦後の急激な需要増、人口増加に対応するため、1931、1948、1958、1966年と4次にわたって矢継ぎ早に拡張事業を行ってきた。1978年からの第5次拡張事業は「宮城県仙南・仙塩広域水道」と呼ばれる宮城県営水道からの受水事業であり、第4次までとは



写真-1 局有林のスギ人工林（林齢は不詳、2015年7月17日泉撮影）



写真-2 仙台市水道局青下ダム（2015年7月17日泉撮影）

やや性格が異なる。すなわち、県が取水した上水を、県内の自治体がお客となって買い取る事業である。ただし、この受水事業においても仙台市は最大の受水者・費用負担者であり、中心的役割を果たしている。本稿で取り上げる青下ダムは、第1次拡張事業で1934年に築造されたダムであり、2013年度、仙台市水道局の総取水量に占める青下ダムからの取水割合は2.7%にすぎない。しかし、水源の中ではもっとも古く、また水道局専用の水源として使われている。

水道局有林の概要と取得の経緯

1) 局有林の概要

局有林は青下ダム流域に位置する。流域面積は約2,000haであり、流域内に160人が居住し、山林・原野が1,958haを占めている。上流域の森林所有は、仙台市有林615ha、国有林野121ha、局有林81ha、そのほかは民有林である。国公有林が森林全体の41%を占めている。うち局有林はダム建設当時の1931年取得分を併せて86haで、青下ダム「全集水面積の4%」を占める(本特集、平野論文参照)。主な林相はスギ人工林3.38ha、コナラ林28.46ha、溪畔林19.35ha、そのほかは天然生の二次林やササである²⁾。水道局は局有林の管理について『青下水源涵養林保育管理計画』(2009年9月作成、2011年8月改訂)を定めている。局有林管理の基本方針は「涵養機能の向上」「水質浄化機能の向上」「土砂流出防止機能の向上」「市民に対して水源地保護の必要性、重要性の啓蒙活動」を進めることである。現在の局有林管理の内容は、スギ人工林について2007年に「30%の間伐を行っており」今後も間伐を行う予定である。コナラ林は「自然の更新にゆだねる」こととしている³⁾。日常的には車での巡回、年1回は局職員による林内調査、境界確認(1日)を行っている。

2) 局有林取得の背景

開発の脅威が取得の背景にある。水道局によれば「平成になり水源流域では、ゴルフ場等の諸開発問題が発生し、市で水源保全対策会議が平成2年2月に開催された。これにより市全体での水源保全の取り組みを行うことが決定し」という。「水源保全対策会議」は市長、助役、水道管理者、局長らのトップ会談であった。このことから水源林取得への仙台市の意気込みが見て取れる。1990～1994年にかけて水道局はダム流域の森林81haを約9億円で買収している。haあたりの単価は



図-1 仙台市水道局の主な水源 (仙台市、2010より転載)

約1,000万円である。また1990年の水道局資料によれば、青下ダム上流域での森林伐採は1976年当時167ha程度であったが、1986年には477haにも及んでいた。これらから当時仙台市および水道局にとって青下ダム流域での開発は大きな脅威であったことが推測できる。

また、仙台市は青下ダムに隣接する大倉ダム上流域に分収造林地を持っている。この横川分収造林は1917年に当時の仙台市が当時の横川村村有林に地上権を設定して造林したもので⁴⁾、青下ダム、大倉ダムの上流域には合計約400haの仙台市分収造林がある。1992～1999年にかけて、仙台市はこの横川分収造林地を伐採した。当時市議会で、大倉ダムから取水した水道水に濁りがあったと指摘を受け、横川分収林を皆伐したことがその原因と言われたという⁵⁾。このような森林伐採と水道水質劣化の関連づけは間接的に、青下ダム流域の森林取得に影響した可能性がある。

局有林管理上の問題点

森林管理についての専門知識の不足がある。化学や電気、機械の専門職員は水道局にいるが、森林の専門職員はいない。加えて仙台市農林土木課でも職員の移動があり、専門知識を要する職員はいないという。森林で活動する市民団体「仙台市森林アドバイザーの会」⁶⁾から助言を受けることもあるが、局有林について森林組合との連携は今のところ特に見られない。技術的なよりどころの1つは国際航業の2度にわたる委託調査結果(2006年2月、2011年3月)である。この結果が先述の『青下水源涵養林保育管理計画』のもととなっている。実際

の管理業務も業者への委託である。職員の専門知識の不足分を外部への委託で補う仕組みを取っている。

以上の専門知識の不足はあるものの、局有林があることで「水道水の源は水源であり、良質な水質と水量が確保できる。水源がきれいであれば浄水場での浄水処理も薬品注入が減り、より質のよいおいしい水道水ができる」と局担当者は認識している。

仙台市政および水道事業における局有林の位置づけ

仙台市では2004年に「杜の都の風土を守る土地利用調整条例」を定めた。仙台市は合併によって上述のとおり広大な郊外地域を持っている。この条例はこの郊外地域での無秩序な開発行為に一定の規制をかける内容であり、水道水源の保護がこの条例で土地利用調整を行う目的のひとつにうたわれている。仙台市内に位置する水道水源のほぼ全域が同条例で「水道水源保全区域」に指定され、廃棄物処理施設等のための開発が規制されている。

加えて、『仙台市環境基本計画』では市内に位置する水道の水源地域を「山地地域」に区分し、山地地域は「保全することを原則とし、ここでの開発事業等は、この地域に真に必要と認められるもの以外は回避」と決めた⁷⁾。

一方、仙台市水道局は1992～1996年に水道水源に位置するゴルフ場（1社）、及び産業廃棄物処理業者（2社）と水源流域保全に関する協定を締結し、水質検査の定期的実施、随時立ち入り検査の実施を定めている。水道局全体の基本計画も「安全・安心で良質な水道水の提供」を6つある基本方針の第1に位置づけ、「青下水源涵養林の育成・保全」が継続的な取り組みとして計画に組み込まれている⁸⁾。

まとめにかえて

仙台市水道局の取り組みは流域に占める森林面積も

4%であり、かつ組織内での森林管理についての専門的知見も十分ではない。しかしながら、地方都市が需要縮小に向かう水道事業の中で、良質な原水確保のため包括的な取り組みを行っている事例として評価できる。今回の報告では合併以前に旧仙台市が上流各町村と行ってきた分収造林契約について十分解明することができなかった。これらの分収造林事業も基本財産の形成に加え、水源涵養が期待されていたと熊崎（1981）は述べている。効率的、効果的な水源涵養機能確保のために局有林の管理とともに仙台市分収造林地の現状と今後についても目配りする必要があるだろう。

引用文献及び注

- 1) 仙台市（2010）仙台市水道事業基本計画平成22年度～平成31年度～杜の都水道ビジョン～、10-11
- 2) 仙台市水道局国見浄水場・中原浄水場（2011）青下水源涵養林保育管理計画（改訂）。
- 3) 仙台市水道局国見浄水場・中原浄水場前掲書。
- 4) 熊崎実（1981）水源林造成における下流参加の系譜（Ⅱ）－費用分担問題への接近－、水利科学 141：32-55
- 5) 2006年2月10日、仙台市農林土木課担当者の話による。
- 6) 仙台市「仙台市森林アドバイザーの会」http://www.city.sendai.jp/midori/1194375_2445.html（2015年8月2日閲覧）
- 7) 仙台市環境局環境部環境企画課（2011）杜の都環境プラン 2011-2020、73 これに先立つ1997年の計画でも、水道水源に対し同様の地域区分と規制が行われている。
- 8) 仙台市水道局前掲書、21

夏の強剪定

二階堂 太郎

(にかいどう たろう、国立科学博物館 筑波実験植物園)



植物園で仕事をしていると来園者から作業内容について質問を受けることがあります。7月～8月、樹上でノコギリをギコギコと動かしている時に聞かれるのが、真夏に樹木の剪定を行ってよいかについてです。「はい、一年中剪定できますよ。」と、にこやかに答えますが、質問者はたいてい不安そうな表情で私を見続けます。たぶん剪定には不向きとされる猛暑の中で太い枝を容赦なく切っているからでしょう。そこで私は、「樹の顔色を見て、どこまで強く剪定できるのかを判断しているので大丈夫です。」と続けます。しかし、自宅の庭をたまに手入れしている経験しかないならば分かりにくいでしょう。なので、「もし夏に強い剪定を必要としましたら、必ず造園屋さんに頼んでくださいね。」と申し添えます。

樹木の専門書や雑誌で掲載されている年間管理スケジュールによると、夏季の強剪定はとにかく避けるべきとなっています。エネルギーの消耗が激しい季節に、大量の枝葉を落として過大なストレスを与えるべきではないというのが理由です。では、適期だったら問題ないのかというと、そうではなく、樹が弱っている時にはいつでも剪定をすべきではありません。剪定で重要なのは、その個体がどの程度まで枝葉を失っても耐えられるかであり、それに応じ、季節によるストレスを加味して鋏の入れ具合を加減するのが正しいやり方です。さらに、その樹はいつ新葉を出すのか、いつ花を咲かすのか、萌芽しやすいかどうかなどを知ることで、樹木へのダメージをより減らすことが可能となります。年間管理スケジュールが作業適期のよい指標となるのは確かなのですが、それに縛られると、植物が生きる仕組みやその限界を深く探る機会が失われてしまう問題があります。

さて、今から18年前の7月上旬、剪定繁忙期に造園会社へ入った当時の私も親方に何度も質問をしました。「真夏にこれほど強く剪定をしていいんですか？年間スケジュールに反していませんか？樹は死んじゃいませんか？」。親方からは、「今やらなくていつやるんだ！！早く手を動かせ！！」と何度も怒鳴られました。私が知っていたのは剪定の適期についてだったのですが、返答はいつも庭師の本分についての事でした。分かりやすく

説明をしますと、「家主が庭師へ支払うお金は決して安いものではなく、一年で剪定を依頼できるのは親戚が集まるお盆前の一回だけ。庭師はその機会に、一年分ギリギリ目いっぱい剪定を間違いなく行うことが求められている。」という事です。そんな技術は、はたしてどうすれば身につけられるのでしょうか。最初の夏、理屈の塊だった私は年間管理スケジュールなどの知識をより蓄える事で対処しようと思いました。しかし翌年の夏、恰好ではない本物の技術を得るためには体で覚えるしかない気がつきました。以降は、親方達が目の前で仕上げる実物と、私の剪定へ矢のように降り注ぐ叱咤と怒号を頼りに、ただひたすら鋏を動かしました。そして夕空を背景に自分が仕上げた樹を眺め、翌年も同じ樹に登り、どんな剪定でどんな反応をしたのが確認することを繰り返して、最近になってようやく樹木が生きる仕組みの一端が分かりかけてきました。

強剪定という作業に必ず伴うのがそれを起因とする衰弱や枯死へのリスクです。これ以上枝葉を落とすと樹勢を崩す境界を知る一番良い方法は、実際にそこまでの剪定を繰り返してやってみることでしょう。私が駆け出した頃、親方の指導の基にそうした貴重な経験をたくさん蓄えさせてもらいました。それが植物園の樹木を管理する私を支える太い柱となっている現在、親方達の存在がどれほど有難いことだったのが本当に良く分かります。植物園でそんな危険は決して侵せないで、衰弱や枯死をしている個体を見つけてはそこへ至った原因について考え、実務経験の不足を補うよう努めています。そう考えながら周りを見回せば、手本となる良い剪定がなされた樹を見つけることもあります。学ばせてもらえる感謝と共にじっくり眺めつつ、自分はまだまだ修行が足りないなと身を引き締めます。

.....
著者プロフィール

二階堂太郎：1970年生まれ。山形大学農学部林学科修士課程修了。新潟市のらう造景(旧後藤造園)に入社、後藤雄行氏に師事する。現在は筑波実験植物園の技能補佐員。屋外エリアの管理と教育普及に携わる。樹木医、森林インストラクター。

林業遺産紀行 第3回

旧木曾山林学校にかかわる林業教育資料 ならびに演習林

山口 登 (やまぐち のぼる、木曾山林資料館)

井上真理子 (いのうえ まりこ、森林総合研究所多摩森林科学園)

はじめに

林業教育のはじまりは、東京山林学校（明治15年）⁴⁾であるが、最古の高等学校（旧実業学校）林科は、木曾山林学校（明治34年創立）である^{2,3)}（注1）。同校は、国有林（御料林）を有する地域の人材育成を担い、現在、長野県木曾青峰高等学校森林環境科（平成19年開校）に引き継がれている。

森林・林業の高等学校は、現在、69校とされるが、学科再編や学校再編が進み、専門性の維持が難しい¹⁾。同校の教育実践と資料館の存在は、林業教育をふり返る上で大変貴重である。百年を超す林業教育の歴史が今に生きる存在として、その魅力の一端をご紹介したい。

何故、木曾山林学校が生まれたのか

旧木曾山林学校（長野県木曾町）へは、新宿から3時間強、名古屋から1時間半であるが、学校創立時は、東京や名古屋から少なくとも丸2日以上かかった（塩尻～中津川間の鉄道がなく、中山道を徒歩で越えた）。そんな時代に、山奥の木曾で、日本最初の林業を専門とする実業学校が生まれた。近代日本の夜明けの時代、沸き上がっていた教育への渴望が奇跡を成し遂げたといえよう。

学校創立の由来を解き明かす資料は、旧木曾山林高校

跡地（木曾青峰高校新開キャンパス）にある**木曾山林資料館**の資料にみられる。校友会（注2）発行『校友会報』などから創立当初の教育を読み解いてみる。

『木曾山林学校々友會報』—林学は観察の学問である

学校設立の翌年に発行された『木曾山林学校々友會報』（第1号）には、初代校長・松田力熊が巻頭に「林業の方面より観察したる森林教育」を書いた。教育方針として、専門の学科を学ぶにあたり関係の深い普通学を課さねばならぬこと、実習に重きを置かねばならぬこと、修学旅行の必要なることをあげ、「林学は観察の学問である」の言葉は、木曾山林学校の魂として今に伝わる。

教育方針の背景には、松田が農科大学林学科時代に本多静六らから実践的に教えを受けた教育の影響が見える。

初めて作られた教科書『林学通論』

教育方針の1番目として普通学が設定されたが、専門科の学習には課題があった。教科書が全くなく、教師たちの大学で勉強したノートや、ドイツ林学の原書等を参考に授業を進めたという話がある。資料館には、当時のドイツ語の原書が約30冊ある。

最初の林学教科書『林学通論』（明治40年）は、本多静六により執筆された。本多は、その後も精力的に実



写真-1 『校友会報』



写真-2 実業学校用の林業教科書（明治時代）

業学校用に作成し、やがて本多の弟子たちが分担執筆し、本多が監修するようになった。資料館には、実業学校で使われた林業の教科書が残っている。大学の先生が、中等教育（高等学校）の教科書作成を40年近くも継続的に行った事は、現在も学ぶべき姿勢であろう⁵⁾。

3 週間にわたる大修学旅行の実施

教育方針3番目の修学旅行は、学則にも明記された。2年生は、吉野林業を目玉に、奈良、大阪、京都、滋賀、愛知等の関西地域をまわり（約2週間）、3年生は、静岡（伊豆の御料林）、東京（林業試験場、駒場の東京大学農学部）、千葉（東京大学清澄演習林）、日光東照宮、浅間山麓カラマツ林（間伐試験地）等を見学した（約3週間）。

修学旅行の記録は、1日ごとに分担した生徒が書き、『校友會報』等に掲載されている。新しい事物に接して生徒らが受けた感動が、生き生きと語られている。

演習林実習で“山林魂”を培う

教育方針2番目（実習に重きを置く）の具体的な場が、資料館の眼前に広がる約58haの演習林で、資料館と並ぶ林業遺産の目玉である。林業遺産の審査では、林相に対する質問があったが、林相上の顕著な特徴はないものの、伝統と歴史の息吹を今に伝える場となっている。

演習林は、学校創立の翌年4月にいち早く開設された。薪の採取や木曾馬の飼料採集地として使われていた入会地を、生徒・職員らで植林し、ヒノキ林に育てたもので、現在も実習で活用されている。

いつの時代でも、生徒たちは、林業の実務的な経験をほとんど持っていない。その生徒たちが、体を通して林業の何たるかを実習によって学ぶことは、理屈を超える重要性がある。特に、木曾山林学校の伝統を引き継ぐ演習林では、生徒たちは、同級生と共に汗を流しながら、諸先輩方が育て引き継いできた森林の中で、時間の流れを林相の履歴の中に見だし、林業の意義を体感できる。

卒業生に演習林実習での思い出を聞くと、多くが「地拵えのときの巻き落とし作業」（注3）と答える。大勢で力を合わせた山仕事で、“山林魂”の源を培っている。また、演習林1林班下部の長い谷筋は、雨が降る度に小石がズルズルと滑るのであるが、年齢差がある卒業生でも、異口同音に「オレたちは1林班の植林をやった」と誇らしげに語る。その谷筋は、平成に入った頃にやっ

と苗木が活着し、何十年にもわたった生徒たちの力で、ようやく森林らしくなった。演習林は、林業の専門教育の生きた記録であると共に、同窓生の心の中にも生きている。

演習林は、高校生たちの“山林魂”を培い、今日に続く教育活動の中で価値が見いだせる場といえる。

木曾山林資料館を見たい方に

木曾山林資料館は、同窓生の協力で一般に公開されている。演習林には、尾根を挟んだ城山国有林とあわせて、一般市民のハイキングコースも設定されている。

見学の際は、あらかじめお問い合わせ下さい。

木曾山林資料館（木曜9:30～16:30、入館無料）

電話：0264-22-2007（木曜日のみ）

<http://kisanrin.org/>

e-mail:sanrin4236@mopera.net

注

（注1）同年認可の林科は、新潟県立農林学校（現、加茂農林高校）、愛知県立農林学校（現、安城農林高校）、大分県立農林学校（現、日田林工高校）で、島根農林学校農林科（現、松江農林高校：1900年）もある。

（注2）校友会は、生徒・卒業生・教職員の三者で構成されていた。『校友會報』は、『岐蘇林友』と名前を変え、164号（大正末期まで）が刊行された。

（注3）灌木や枝を斜面に水平方向にそろえ、大勢で斜面の下に向かってめくるように落とす（まぐる）こと。

引用文献

- （1）井上真理子・大石康彦（2013）戦後の高等学校における森林・林業教育の変遷と今後の課題。日林誌 95：117-125.
- （2）片山茂樹（1962）林業教育史。山林 935：30-45
- （3）長野県木曾山林高等学校（2001）『山靈生英傑』木曾山林高校創立100周年記念誌。長野県木曾山林高等学校。
- （4）塩谷勉（1986）林業教育の始まり。林業経済 451：1-6
- （5）山口登（2014）木曾山林学校の草創期に本多静六が果たした功績。日本森林学会大会学術講演集 125：177

動物を育て、人を育てる有峰の森

赤座 久明 (あかざ ひさあき、現富山県自然博物館ねいの里、元県立高校教員)

はじめに

有峰は富山県南東部の、北アルプス薬師岳西側の山麓に位置する高原の盆地である。中央を常願寺川支流の和田川が流れ、水力発電用の有峰ダムが造られている。標高約 1000 m の有峰湖（ダム湖）の周囲には広大な自然林が残されていて、尾根筋にはオオシラビソ、コメツガ、クロベの針葉樹林、斜面にはブナ、ミズナラ、谷筋にはトチノキ、サワグルミの広葉樹林が見られる。有峰湖を囲む広大な自然林を、多くの人に紹介し、親しんでもらうために富山県が中心となって 2002 年に有峰森林文化村が組織された。ここで紹介する「ありみね高校生学びの森」は、有峰森林文化村と富山県高等学校教育研究会生物部会の教員が連携して実施している事業で、春、夏、秋の 3 回、延べ 5 日間をかけて行う、有峰湖周辺の生物調査活動である。2004 年に始まった活動は今年で 12 回となり、これまでに 250 人以上の生徒が参加した。調査は観察対象に応じて、植物班、動物班に分かれて行い、更にテーマごとに数人のグループに分かれて少人数で実施する。ここでは、私が生物部会の一員として担当してきた動物班の中の哺乳類調査の内容を紹介する。

哺乳類相の調査

有峰の森に生息する哺乳類相を観察記録することを目的に、1 日の調査活動の中に、直接観察調査、痕跡調査、捕獲調査を組み合わせる哺乳類の生息情報を集めている。運が良ければ、子ども連れのクマが道路脇の石を転がしてアリを食べている様子をバスの中から見ることができるが、多くは、糞や食痕、足跡などの痕跡調査が中心となる。このような調査を 12 年間続けた結果、ニホンジネズミ、カワネズミ、ヒメズ、ニホンザル、キツネ、タヌキ、ツキノワグマ、テン、アナグマ、イノシシ、カモシカ、アカネズミ、ヒメネズミ、スミスネズミ、ニホンノウサギの 15 種の生息を記録した。特筆すべき動物としては、2007 年に有峰では初めて観察記録されたイ

ノシシがある。以前は富山県内に生息情報が無かったイノシシであるが、2007 年頃から里山周辺での農業被害が顕在化した。現在では県内全域で生息するようになった動物であるが、人の住んでいないブナ、ミズナラ林でも確実に生息数を増やしていることが分かった。

ネズミの捕獲調査

生きたままの哺乳動物を間近でゆっくり観察するために、シャーマントラップと呼ぶ生け捕りワナを使用した捕獲調査を続けている。生徒一人が 2 個のトラップを定点の森に設置し、翌朝回収する。トラップの設置場所は大木の根元や倒木の脇が良いといった簡単な事前説明をするが、最後のアドバイスは「ネズミの気持ちになって場所を選びなさい」である。このアドバイスは生徒達の印象に残るようで、翌朝回収したトラップにネズミが入っていなかった生徒は、次回こそネズミの気持ちに近づこうと想いを巡らせている様子が面白い。捕獲したネズミは生きたまま一旦持ち帰り、その日の夜の室内実習で体重や、外部形態の計測作業を行い、種を同定する。

捕獲数の多いアカネズミの捕獲率（捕獲数／設置したワナ数 × 100）の経年変化を調べると、2006 年から 2013 年までの 8 年間で、捕獲率が 1 年ごとに増減を繰り返す傾向のあることが分かってきた。一部に例外は有るのだが、2006 年、2008 年、2010 年、2012 年などの偶数年は捕獲率が大きく、2007 年、2011 年、2013 年など奇数年は小さい。ネズミの捕獲率は、その森のネズミの生息数を反映しているであろうから、偶数年は森に生息するネズミの個体数が多く、奇数年は少ないことになる。この個体数変動の要因をうまく説明できる資料が、富山県森林研究所によって収集されている。同研究所では、ツキノワグマが秋に食物を求めて人里へ出没する可能性を予測するため、県内のミズナラ林で、着果状況を調査している。この調査によると、有峰の森のミズナラの着果状況は 2010 年、2012 年などの偶数年が悪

ミズナラの豊凶とアカネズミ捕獲率の関係

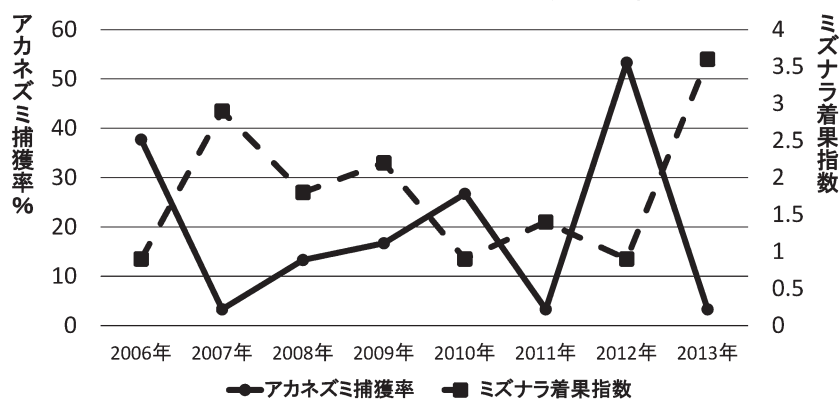


図-1 ミズナラの豊凶とアカネズミ捕獲率の関係

ミズナラの着果指数は、50 cm 枝あたりの、平均的な着果数である。アカネズミの捕獲率は、有峰猪根平でトラップ 30 個を一晩設置した時の捕獲数を基に算出した。

く、2011年、2013年などの奇数年が良いという結果であった。ミズナラの着果が悪い偶数年にはネズミの生息数が多く、着果が良い奇数年にはネズミの生息数が少ないという、一見矛盾した関係のように思われるかもしれないが、ネズミの捕獲調査は8月に実施し、ミズナラのドングリが林床に落下するのは10月である。したがって10月のドングリの落下量は、翌年の8月の捕獲調査結果に反映されると考える。ドングリの豊作年には、秋から冬にかけて豊かな食物条件の中でネズミたちは生きることができ、越冬個体も多く、それが翌年の個体数増加につながっているのであろう。

おわりに

ドングリの生産量とアカネズミの生息数が、1年間のタイムラグを伴って増減を繰り返す様子は、被捕食者と捕食者の個体数変動の関係をよく表していて面白い。同じ方法で何年も捕獲調査を続けているからこそ見えてくる自然の姿である。参加する生徒の多くは1年限りの調査を行い去って行くのだが、調査結果はリレー競技のバトンのように年度を越えて次の年の生徒に受け継がれていく。そして、有峰の森での野外調査の経験が生徒の自然観を豊かなものにしていくのを感じる。最後に、ある年に参加した生徒の感想文の一部を引用してまとめたい。「動物園のネズミを見たり、ハムスターを飼ったりしたこともあるのですが、野生のネズミはより活発



写真-1 痕跡調査の様子

ですばやくて、なんだか全力で生きている感じがしました。こうして徐々に長い間生物と触れ合って、改めて生物が好きだと思いました。」

有峰の森は多くの動物を育て、そこで学ぶ若者を育てている。

引用文献

- 公益社団法人富山県農林水産公社編（2014）第10回ありみね高校生学びの森実施報告書、公益社団法人富山県農林水産公社
- 富山県（2014）ブナ、ミズナラ、コナラ着果状況調査結果、富山県

木質バイオマスと森林保護

小林 正秀 (こばやし まさひで、京都府森林技術センター)

シリーズ
うごく森 27

1. はじめに

日本人は植林を習慣としてきた世界でも希な民族であり、木の利用と森を守ることのバランスに配慮してきた¹⁾。温暖で降水量も多く、木の成長も早いため、戦後植栽された人工林資源は充実し、森林蓄積量は増加している。ところが、木材を大量に輸入するようになり、木材自給率が20%を下回った時期もある。熱帯雨林や北方林の崩壊に目をつむってひたすら安い木材を求める日本人のことを「他国の森林を破壊して自国の森林を温存している」と勘ぐる人もいる。実際に、増加した森林資源を使わないことは罪深い。なぜなら、木質バイオマスの代わりに化石燃料を使うことは、二酸化炭素(CO₂)濃度を一方的に上昇させるし、CO₂の吸収源である森林を破壊することも温暖化を助長するからである。

林業作業の安全を祈願するため、愛宕山頂に鎮座する神社に参拝したが、その道中は荒れていた。マツ枯れやナラ枯れによる枯死木が散乱し、人工林では倒木が放置されている。神社関係者は「森が放置され、土砂崩れが起こりやすくなった。洪水の度に河川が修繕されるが、森の整備を優先すべきだ」と語った。木の利用と森林保護とのバランスの崩壊を実感する人は、山が崩れていくことと地域が崩れていくことを重ね、心を痛めている。

本稿では、木の利用が森林保護につながることを知っていただくため、ナラ枯れによる枯死木をエネルギーとして活用する木質バイオマスの「うごき」を紹介する。

2. マツ枯れとナラ枯れの原因

マツ枯れは、マツノマダラカミキリ(以下カミキリ; 図-1)が、北米から侵入した線虫を運搬することで発生する。ところが、「虫は関係ない。大気汚染が原因だ」と主張する人が増え、論争になった。そこで、線虫が主因であることを誰の目にも明らかかな形で証明するため、カミキリをマツ健全木に放してマツ枯れを再現した²⁾。この実験の論文では「主因(直接の原因)、誘因(被害

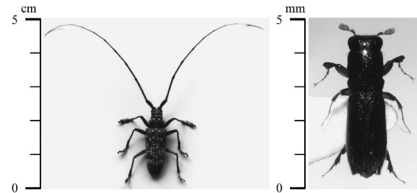


図-1 マツノマダラカミキリ(左)とカシノナガキクイムシ(右)

を助長する要因)、素因(樹木の感受性)」に分けて考えれば、原因をめぐる対立は緩和されると指摘し、大気汚染が誘因である可能性は否定しなかった。ただし、筆者は、マツ枯れの最も重要な誘因は、木質バイオマス利用の減少だと考えている³⁾。日本では、1962年の原油輸入自由化をきっかけに、家庭で使うエネルギーが薪炭から石油・ガス・電気に置き換わった。この燃料革命以前は、雑木は燃料とするために伐り出されて林内は明るかったが、燃料革命以降、雑木は伐り出されなくなり、陽樹のマツは被圧されて弱った。また、マツ枯れ木も放置され、多数のカミキリが脱出するようになった。

ナラ枯れは、カシノナガキクイムシ(以下カシナガ; 図-1)による物理的破壊と、この虫が木に持ち込む病原菌(ナラ菌)が主因である。このことは、カシナガを健全木に接種してナラ枯れを再現することで証明済みである⁴⁾。マツ枯れを含む世界四大樹木病害は、外来種の病原体に対して抵抗力のない在来種の木が枯れる被害である。ナラ枯れも、その惨憺たる被害状況から、カシナガは外来種だと疑われた。しかし、ナラ枯れは江戸時代にも発生しており⁵⁾、DNA分析の結果もカシナガが在来種であることを支持した⁶⁾。カシナガが古くから日本に生息していたのに、なぜ、ナラ枯れは1980年代以降に拡大したのだろうか。山村で暮らす筆者は、森林利用の減少が、竹林の拡大や獣害など、あらゆる森林被害に関与していることを実感してきた。ただし、これを根拠に「薪炭林の放置によって大径木が一斉に増えたことがナラ枯れの誘因だ」と主張しても、それは憶測にすぎない。

そこで、この仮説を検証するための研究を行った。ナラ枯れが最初に発生した場所を調査した結果、かつての薪炭林を火元に、そこで発生した倒木（伐倒木や風倒木）を利用して増えたカシナガが大径木に攻撃している実態が浮き彫りになった。また、カシナガの生態を解明するために飼育した結果、カシナガはアリのような共同生活をしており、大きな巣が形成できる大径木ほど繁殖に適していることが判った。こうした研究結果を総説⁷⁾として発表し、薪炭林放置説は支持を受けた。ただし、薪炭林と里山とが混同され、里山放置が原因だと主張する人が増えてしまった。「里山放置が原因ならば、どうしてナラ枯れは奥山で多発するのか」との疑問が生じたのは、かつての薪炭林は奥山に多く、ナラ枯れは奥山でも多発しているからである。里山という言葉には、どこことなく魅惑的な響きがあり、多用されるが、いささか乱用気味だと感じているのは筆者だけではない。里山という言葉を広めた四手井綱英先生も「里山とは農用林をさし、薪炭林は里山ではない」と指摘されている⁸⁾。

総説⁷⁾では、夏の高温・少雨がナラ枯れを助長している可能性を肯定した。しかし、2012年は、夏が暑かったにもかかわらず、被害量は全国的に減少した。そこで、気象条件とナラ枯れの被害量との関係を統計解析した結果、冬の最高気温が高いほど、また、春の降水量が多いほど被害量が増加する傾向が認められた⁹⁾。1980年代以降、クリの凍害も頻発しているが、この被害は、冬とは思えないほど気温が高い日にクリの木が水を揚げて耐凍性を失い、その後、低温に曝されることで発生する¹⁰⁾。ナラ枯れも、似たような現象によって助長されている可能性がある。また、カシナガの活動時期である6～7月の気温が20℃以上の日数が多いほど被害量が増加する傾向も認められた。カシナガは20℃以上の日に大量に飛翔し、そうした日にカシナガによる集中攻撃を受けた木が枯れる。このため、温暖化によってカシナガが飛翔可能な日が増え、集中攻撃が生じやすくなったことも被害を助長している可能性がある。

3. ナラ枯れの防除法

ナラ枯れの誘因は、①大径木の増加、②枯死木の放置、③温暖化である。これら3項目は、木質バイオマス利用の減少が助長していることから、木質バイオマス利用はナラ枯れの根本的な解決策になり得る。実際に、江戸時代には、枯死木を薪炭として利用することで被害を抑

えると同時に収益も得ていた⁵⁾。1949年版の森林家必携でも、防除法として、老衰木や倒木の利用と、餌木誘殺（餌木丸太にカシナガを攻撃させ、餌木ごと焼却する方法）があげられている。しかし、こうした対策は、木質バイオマスの代わりに化石燃料に頼るようになった現代では実施が困難になっている。そこで、さまざまな防除法が提案されてきたが、マツ枯れと同様に、薬剤による防除法が主流である。例えば、幹に殺菌剤を注入してナラ菌の樹体内での蔓延を防ぐ予防法や、立木や丸太にフェロモン剤を設置してカシナガを誘殺する駆除法が試されている。筆者は、薬剤による防除法にも取り組みながら、薬剤に頼らない方法の開発を模索してきた。トウモロコシ由来のシートを幹に被覆してカシナガの攻撃を防いだり、シイタケ菌を枯死木に植菌してカシナガを兵糧攻めにしたり、カシナガの脱出孔を爪楊枝で封鎖してみた。他にもいろいろやってみたが、効果が高かったのは、シートを幹に被覆する方法であった。この方法は、下鴨神社など、多くの現場で成果を収め、韓国では防除法の主力になっている。この他に、ペットボトルの先端部を重ねたトラップ（以下PT）や、これを改良したカシナガトラップ（以下KT）による防除法も開発した¹¹⁾。次項では実際の防除活動を紹介する。

4. 宝が池公園でのナラ枯れ対策

京都市左京区の宝が池公園では、2010年に初めてナラ枯れが確認され、その年の枯死本数は158本であったが、2011年には497本に拡大した。この公園は、京都議定書が採択された京都国際会館に隣接するため、木質バイオマスの普及も兼ねて餌木誘殺を実施した。2012年、コナラとアベマキを伐倒して長さ1.25mの丸太を作成し、これを52本積み重ねた餌木ブロックを14箇所に設置した。そして、餌木に飛来するカシナガを捕獲するためにPTを16基ずつ配置した（図-2左）。その結果、約16万頭が捕獲できたが、514本が枯れ、枯死本数は増えてしまった。そこで、2013年は、餌木ブロックを新たに12箇所に設置し、PTとKTを交互に配置した結果、約20万頭が捕獲できたが、それでも60本が枯れた。被害を抑えられなかったのは、餌木の量が20m³未満と少なかったためであるが、大量の餌木を用意することは困難であり、用意できたとしても餌木の処分も難しい。2012年、公園内で餌木を炭にしたが、「煙たい」などの苦情が多く、許可を得て始めた炭

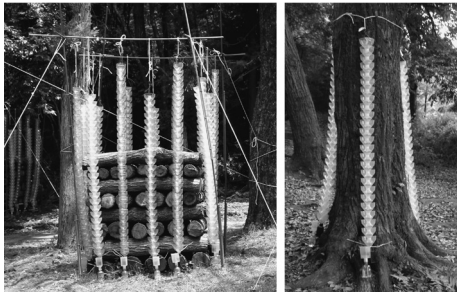


図-2 餌木 (左) と立木 (右) に設置したトラップ

焼きは中止に追い込まれた。しかたなく残りの餌木は薪にしたが、成虫になって分散する前に薪にせねばならず、急いで薪にする作業は重労働であった。ちなみに、その作業を友人が撮影して YouTube にアップした動画は、「薪割り」で検索するとトップに出てくるのでご覧あれ。

宝が池公園での餌木誘殺では、労力に見合う成果は得られなかった。一方、公園から南西に 3km ほどの船岡山では、木の幹に PT や KT を吊すだけの方法 (図-2 右) で多数を捕獲し、被害をほぼ完全に抑えていた¹²⁾。そこで、2014 年は、宝が池公園内の大径木 50 本に PT と KT の合計 150 基を設置した結果、総捕獲数は 52 万頭に達し、枯死木は発生しなかった (ナラ枯れは、発生から数年後には終息に向かうが、5 年で枯死本数がゼロになることはない)。この方法は、薬剤を使わず、危険な作業も伴わないため、誰でも実施できる。木質バイオマス利用が根本的な解決策であることには変わりはないが、それが実施困難な現場で採用され、2015 年は石清水八幡宮周辺で 110 基の KT で 110 万頭以上を捕獲し、被害を抑えている。

5. 木質バイオマス利用の必要性

農山村は、燃料革命、輸入自由化などによって食料やエネルギーの供給源としての役割の多くを失った。農林業に携わる人が減り、マツ枯れやナラ枯れが増加し、竹林も拡大し、シカが集落内を闊歩するようになった。地方創生は喫緊の課題だが、木質バイオマスの普及は、多くの問題を解決するきっかけになり得る。木の利用は荒れた森林を整備することにつながり、森林被害や災害の軽減に寄与し、川も綺麗になる。地域での雇用が増え、人口減少に歯止めがかかり、農山村でも人が豊かに暮らせる社会を取り戻すことにつながるだろう。

日本の食糧自給率が 40% 程度であることは知られているが、エネルギー自給率がわずか 4% であることはあ

まり知られていない。日本は、エネルギー供給を止められたら、直ぐに干上がってしまう脆弱な国であり、原発依存から脱却できないのもエネルギー自給率の低さが影響しているはずである。再生可能エネルギーの普及は、エネルギーを海外や原発に依存する危うい状況からの脱却にもつながるため、東日本大震災後に注目を高めた。2012 年に固定価格買取制度が施行され、経済的にもペイするようになり、大型の木質バイオマス発電所の建設が始まっている。ただし、大型であれば、原料を集める範囲が広くなり、最初は近場から原料が調達できても、やがて原料が不足し、輸入することになりかねない。そうなるのであれば、エネルギー自給率は向上しないし、CO₂ 排出削減効果も失われる。また、熱電併給 (コージェネレーション) でない施設では、電気に変換する際に発生する熱が利用されず、木が持つエネルギーの 7 割以上が捨てられてしまう。発電所に関しては、小型化と熱利用の向上が求められる。また、家庭での木質バイオマス利用も進まなければ、バイオマス利用先進国に肩を並べることはできない。

6. 木質バイオマス利用を普及するために

家庭での木質バイオマス利用が進まないのは、不便なことや、火災の心配だけではない。自国の木を使う利点に気付いていない人が多いこともその要因だろう。

東京電力の所有林でナラ枯れが発生した際、「枯死木をエネルギー利用すべき」と進言した。この提案は関係者に届き、東京の本店に招かれた。ビル内に入ったとたん大きな揺れに見舞われた。この 2011 年 3 月 11 日の地震によって、残念ながらその話を進められる状況ではなくなった。しかし、ドイツでは、この地震による原発事故後、原発廃止が決定し、彼の地でそれ以前から利用が進められていた木質バイオマスは重要性を増した。日本でも、再生可能エネルギーへの関心は高まったが、太陽光や風力に比べ、木質バイオマスに対する期待は低い。木質バイオマスは、太陽、水、木、土があれば再生でき、なにより生成過程で CO₂ を吸収するが、こうした利点を理解する人は少ない。木質バイオマスが普及したドイツでは、国民の理解が大きかったのであろう。日本でも、森林・林業への理解を深める取り組みが必要であり、学校林などの森林での作業を義務教育に取り入れてはどうかと考えている。

宝が池公園で餌木誘殺を実施している際、隣接する京

都国際会館に木質バイオマスボイラーを導入したらどうなるだろうかと考えた。実現すれば、燃料を宝が池公園から供給することで、ナラ枯れが抑えられるだろう。また、京都議定書が採択された施設でCO₂排出削減を実践する意義も大きいだろうと。この考えに、施設管理者は賛同してくださったが、「木を燃やしてもCO₂が出ますよね」などの疑問を抱く人もあり、関係者全員の賛同を得ることは困難であった。それよりも、エネルギー消費量が大きすぎると、木質バイオマスに転換できないことも浮き彫りになった。試算の結果、京都国際会館では、年に162億kcal（一般家庭の約2千軒分）ものエネルギーを消費しており、この量は、宝が池公園（96ha）で持続的に供給できる木質バイオマスのエネルギー量の30倍以上に相当した。木質バイオマスを普及するためにも、省エネの取り組みは重要である。

故郷の美山町でナラ枯れが発生した際、「枯死木をチップにし、町が経営する温泉施設にチップボイラーを導入して重油の代わりに使うべき」と進言して実現した。美山町は都会に近く、木質バイオマスにとって好立地である。しかし、2006年に市町村合併で吸収された南丹市では、木質バイオマスの取り組みは思い描いていたほどは進まなかった。一方、木質バイオマス先進地と呼ばれる地域はどうであろう。北海道の下川町は、合併を検討する中で、木質バイオマスによる自立の道を選択し、環境未来都市に選定されるなど注目を集めている。岡山県真庭市は、合併後も木質バイオマスに力を入れている。地域を再生させる切り札として、木質バイオマスを推進しているのだ。

木質バイオマスが普及しない最大の要因は、担い手不足かもしれない。ナラ枯れに関する講演会は増えたが、現場で作業する方の参加は減っている。口とペンを動かす人が増えても問題が解決しないからであろう。木質バイオマス利用も、口やペンを動かしても意味がないと考え、祖父が植えた木を、父と間伐し、林内作業車で運び出し、ペレット工場に持ち込んだ。その結果、間伐であってもそれなりの収入が得られた。しかし、急斜面での作業は危険も多く、このままでは担い手は増えないと感じた。木質バイオマス先進地を視察する人は増えている。しかし、「百聞は一見にしかず」の格言には続きがある。「百見は一考にしかず」、「百考は一行にしかず」、「百行は一果にしかず」と続く。木質バイオマスを普及するた

めには、見るだけでなく、よく考えて実行し、成果を挙げる担い手を増やす必要がある。そのためには、急傾斜や悪路でも安全に作業できる労働環境が必要だ。ガンダムのように乗り込んだ人を守ってくれる林業機械を開発して欲しいと方々に訴えているが、これが実現すれば、日本はバイオマス先進国に肩を並べるのではなく、一気に追いつき、地方創生も達成できるであろう。

7. おわりに

合併を選択した美山町は、その後、人口減少が加速し、筆者が通った140年以上の歴史を持つ小学校の廃校が決定した。また、実家から30km圏内に位置する大飯原発が、震災後に日本で初めて再稼働した。森に存在する豊富なエネルギーを使わず、化石燃料や原発に頼り、ナラ枯れが拡大した。同時に、地方の疲弊は限界を超え、故郷で暮らしたいと願う若者ですら、都会で暮らさざるを得ない状況に陥っている。このような社会では、木質バイオマスの普及は難しい。こうした思いを抱えて原稿を書いたため、表現が厳しくなったかもしれない。この原稿を読んで心が動き、「自国の木を使わねば」と考える方が増えれば幸いである。

本文を著すにあたり、大勢の方から有益な助言を賜った。記して厚くお礼申し上げる。

引用文献

- (1) タットマン・コンラッド（熊崎実訳）（1998）日本人はどのように森をつくってきたのか。築地書館
- (2) 小林正秀・野崎 愛（2007）森林防疫 56:211-223
- (3) 小林正秀（2013）森林の利用による森林保護。山林 1553:18-27
- (4) 小林正秀ら（2008）森林防疫 57:264-276
- (5) 井田秀行・高橋 勤（2010）日林誌 92:115-119
- (6) Shoda-Kagaya E et al. (2010) BMC Ecology 10:21
- (7) 小林正秀・上田明良（2005）日林誌 87:435-450
- (8) 四手井綱英（2006）森林はモリやハヤシではない。ナカニシヤ出版。
- (9) 小林正秀ら（2014）樹木医学研究 18:95-104
- (10) 堀本宗清・荒木斉（1999）農業気象 55:25-32
- (11) 小林正秀（2013）JATAFF ジャーナル 1(5):23-28
- (12) 小林正秀ら（2014）森林防疫 63:11-21

近赤外光で木材の材質をはかる

渡辺 憲 (わたなべ けん、森林総合研究所)

はじめに

日本の森林資源は量的に充実し、木材を積極的に使う時期を迎えています。平成23年に見直しが行われた「森林・林業基本計画」では平成32年の木材自給率50%を目指すこととしており、公共建築物の木造化や木質バイオマスのエネルギー利用など全国で国産材利用が推進されています。

国産材の用途として最も利用量が多いのは、建築部材や家具などの製材品ですが、近年の消費者ニーズの高まりにより、寸法安定性に優れ、強度性能の明確な製材品が求められるようになってきました。一方で、製材品の原料となる木材はもともと森林に生育していた樹木なので、木材の品質には大きなばらつきがみられます。そこで、木材の品質を担保するために、その材質を非破壊的に測定する技術開発が行われてきました。本稿では、木材の非破壊測定法のひとつである「近赤外分光法」について、木材の密度測定を例にご紹介します。

近赤外分光法とは

近赤外光は波長800 - 2500nmの電磁波で、赤色の可視光線に近い波長を持ちます。家電用のリモコンや携帯電話の赤外線通信などに利用されており、人体への影響が非常に小さいのが特徴です。近赤外光を対象物に当てると、対象物に含まれる化学成分の分子振動によって特定の波長が吸収されます。木材ならびにその主要成分であるセルロース、ヘミセルロース、リグニンをそれぞれ抽出して近赤外スペクトルを測定した結果が図-1になります(渡辺ら、未発表)。各成分に特有の吸収バンドがみられ、木材のスペクトルはこれら(+水のスペクトル)を重ね合わせたものになると考えられます。ただし、近赤外領域の光の吸収は中赤外領域に比べて微弱であるため、目視では確認することのできない吸収バンドが多数存在します。そこでスペクトルデータを解析するとき、スペクトルに微分などの前処理を施すことによって吸収バンドを強調した後に多変量解析を実施することが慣例的に行われています。このように近赤外スペクトルには複数の成分の情報が含まれており、これらのスペクトルから統計的手法を用いて対象物の品質に係

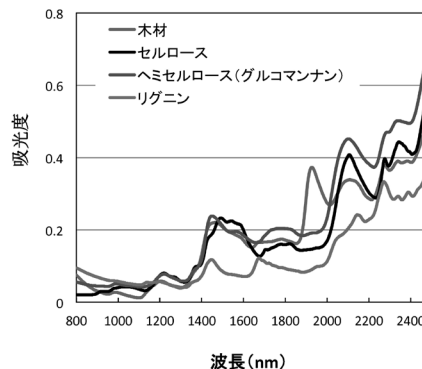


図-1 木材、セルロース、ヘミセルロース（グルコマンナン）およびリグニンの近赤外スペクトル

わるいろいろな情報を抽出・解析するのが近赤外分光法です。

木材の近赤外スペクトル測定方法

木材から近赤外スペクトルを測定する方法は、①透過法、②拡散反射法、③インタラクタンス法の3つに分けられます(図-2)。透過法では光源と検出器が木材を挟んで反対側に位置し、木材を透過した近赤外光を検出器で検出します。ただし木材の厚さが数ミリメートル以上になると近赤外光がほとんど透過しないため、厚い木材には適用できません。拡散反射法は木材の近赤外スペクトル測定に最もよく利用されており、光源と検出器が木材に対して同じ側に位置し、木材表面もしくは表面近くの内部で拡散反射された光を検出器で検出します。木材に接触せず測定できるのが特徴です。インタラクタンス法は拡散反射法と同様、光源と検出器が木材に対して同じ側に位置していますが、光源と検出器を木材に接触させるため反射光は検出されず、木材内部で透過・反射・散乱を繰り返して検出器に到達した光を検出します。インタラクタンス法によって測定される近赤外スペクトルは、木材の成分に加えて内部の組織構造に大きく影響を受けるのではないかと考えられます。

以上のように、近赤外分光法の利点は木材をあるがままの状態でも測定可能なことです。ただしどの測定法においても、近赤外スペクトルから直接得られる情報は木材表面層(深さ数ミリメートル)に限られます。したがって、

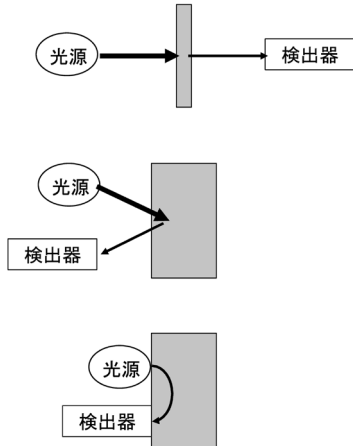


図-2 木材の近赤外スペクトルを測定する方法。上段は透過法、中段は拡散反射法、下段はインタラクタンクス法の模式図を表す。

断面の大きな木材を対象とする場合には、用途に応じて近赤外分光法を適用可能か判断しなければなりません。

木材の密度測定方法

木材の密度は強度と密接に関係しており、木材を利用する上で重要な性質です。たとえば密度が高いと、木材は硬く強度が高いという傾向があり、反対に密度が低いと、柔らかく強度は低い傾向があります。理科の授業で「物体の密度は、重さを体積で割って求める」と教わったことと思いますが、木材の含水率は通常ばらばらなので、密度を公平に比較できるように「含水率を0%または12%の状態にして測定する」ことになっています。含水率を一定に揃えるには時間がかかり、場合によっては含水率を揃えること自体ができませんが、近赤外分光法を使うと含水率を揃えなくても迅速に密度を測定することが可能です。

まず始めに、密度が既知の試料を用意してその近赤外スペクトルを収集し、多変量解析によってスペクトルの吸光度と密度との関係を表す検量線を作成しておきます。このとき含水率や材質のばらつきに対して堅牢な検量線を作成するために、心材・辺材・未成熟材の試料を用いて含水率を変化させながら近赤外スペクトルを収集するのがポイントです。次に、密度を知りたい木材（ここではスギ板材）を用意して、片側の木口面から近赤外スペクトルを測定し（図-3）、あらかじめ作成しておいた検量線から密度を推定しました。その後、木材を全乾

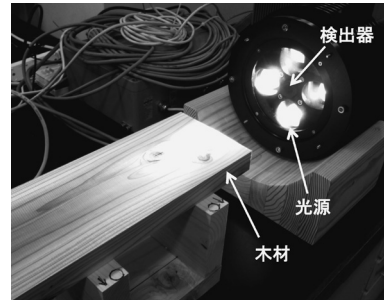


図-3 スギ板材の密度測定の風景。右上の4つの光源から近赤外光が木材の木口面に照射され、拡散反射した光を中央の検出器が検出。

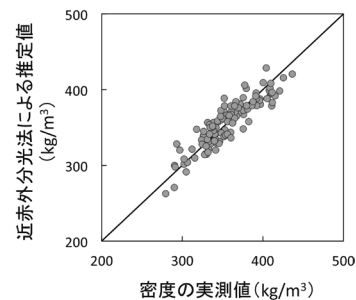


図-4 スギ板材の実測密度と近赤外分光法によって推定した密度との関係

にして密度を実測し、検量線による推定値と比較したところ、近赤外分光法によって密度を高精度で推定することができました（図-4）。

おわりに

近赤外分光法を用いて木材や木質材料の性質を非破壊評価する研究報告は近年増えており、密度以外にも様々な木材の性質を迅速かつ正確に測定可能であることが明らかになっています（たとえば、土川、2011）。筆者らの研究グループではこれまでに密度に加えて含水率、成長応力、乾燥応力の定量評価や、水喰い材の判別、木彫像の樹種識別などに近赤外分光法を応用してきました。近い将来、これらの研究成果が木材加工の現場で応用、実用化され、品質・性能の明確な製材品の供給に貢献することを願っています。

引用文献

土川 覚, 木材工業, 66, 430-435 (2011)

石灰石鉱山開発と生物多様性を 結びつける取り組み

松木佐和子 (まつき さわこ、岩手大学農学部)

上田未央子 (うえだ みおこ、アジア航測株式会社)

1. はじめに

国内外の企業による生物多様性保全の動き

企業が生物多様性の保全に取り組む動きは、世界の流れからすれば当然のことと言えます。2006年に開催された生物多様性条約COP8においても、企業が生物多様性の保全において重要な役割を果たすことや、その仕組みを作ることが国際的に合意されています。海外企業においては、事業活動による生物多様性への影響回避、軽減にとどまらず、「生物多様性オフセット」と呼ばれる代償策や追加的な保全の取り組みが進んでいます。日本においても、2008年6月施行の「生物多様性基本法」で企業の取り組みを推進させるための法的整備が行われた後、2009年8月には「生物多様性民間参画ガイドライン」が公表されています（企業が取り組む生物多様性研究会、2010）。しかし実際には、取り組みが行われている事例は必ずしも多くなく、一般の人がそれを知る機会も限られています。

日本における石灰石鉱山開発の現状

本報告で取り上げる石灰石鉱山事業の特徴として、石灰石は天然資源の少ない日本では稀に見る生産量を誇っていることがあげられます。平成2年には米国、中国に次いで世界第3位となっています（牧・松本、2000）。また石灰石の鉱床は北海道から沖縄まで広く分布しており、日本各地で石炭や金属類など数多くの鉱山が閉山していく中で、現在も稼行中の石灰石鉱山は日本におよそ242件（平成27年4月鉱山保安統計年報：経済産業省）あり、さらに新たな鉱床の開発も求められています。

2. 現場の要請

新たな石灰石鉱山開発と既存鉱山閉山後の課題

1875年（明治8年）に国内初のセメント工場が作ら

れて以来、石灰石は戦後の荒廃した国土復興に貢献するとともに、日本の経済社会の発展と国民の生活向上に大きく寄与してきました（牧・松本、2000）。セメント国内需要はバブル経済終盤の1990年度に86,286千tとピークを記録した後、長期に渡って減少傾向にありました。しかし、東日本大震災の復興需要や防災・減災工事が進められた結果、現在需要が回復し、さらに2020年の東京オリンピック・パラリンピックの整備事業にむけて増勢・安定基調が見込まれています（セメント協会HP）。そのような中で、国内で現在稼行しているいくつかの石灰石鉱山は可採鉱量の限度が近づいており、鉱山の開発が必要不可欠となっています。

石灰石鉱山の開発は、山を覆っている植生および表土を剥がして石灰岩を露出させて採掘を行うことから、一定規模の自然破壊を伴います。また、石灰石を採掘する際には製品にならない低質な石灰石や不要な表土や岩石が副産物として出るため、これを埋め立てる捨石集積場も必要となります。採掘跡地や捨石集積場は、鉱山閉山後も鉱山会社によって崩壊等が起きないように整備・管理し、植栽などによって森林再生を行う義務があります（採石法および森林法）。

石灰石鉱山事業者が発起人となって立ち上げた生態系保全対策検討会

2008年5月、国内外で石灰石鉱山開発を行っているセメント会社（A社）は、コンサルティング会社（B社）、大学や県の研究者、地元自治体、地元森林組合に依頼をし、新たな鉱山開発に伴う自然破壊の軽減と周辺環境の保全について話し合う「生態系保全対策検討会（以下、検討会）」を立ち上げました。現在、大規模な土地改変を伴う鉱山開発においては、環境アセスメントを実施し、必要に応じて保全措置を行う事が必要となっています。

しかし企業自らが、鉱山と周辺環境の保全のために、積極的かつ長期的な視野で検討会を立ち上げたこのような取り組みは、国内においては稀な例と言えます。

生態系保全対策検討会から派生した部会とその活動

検討会の活動は、既存鉱山や開発予定地の視察から始まり、鉱山開発に伴う様々な課題について年1～3回の話し合いが持たれています。検討会の話題の中心は、鉱山周辺の生態系のアンブレラ種であるイヌワシを初めとする希少猛禽類の保全のための取り組みについてです。構成員全員が集まる検討会に加え、それぞれの課題をより具体的に検討するため、猛禽類作業部会、狩場創出作業部会も立ち上げられ、鉱山周辺の各所において調査・研究および年に数回の報告会が持たれています。猛禽類作業部会では、希少猛禽類の生息・繁殖状況のモニタリング調査および営巣地の環境改善のための取り組みについて検討しています。狩場創出作業部会では、希少猛禽類の主要な餌動物であるノウサギなどの小動物の生息地調査や、猛禽類の狩場として有効な場所の創出を目的とした取り組みを行っています。

3. これまでの取り組み例

ここで、筆者が主に関わっている狩場創出作業部会での取り組みを紹介します。狩場となるような環境の創出は、希少猛禽類にとどまらず周辺の自然生態系全体にとっても重要です。このことは、近年、日本森林学会や日本生態学会においても「里山生態系や半自然草原の生物多様性保全機能」として頻繁に取り上げられています。**狩場創出を目的としたアカマツ林伐採とその木質バイオマス利用の検討**

既存の鉱山および新たな鉱山の開発予定地周辺は、森林がその地域の約90%を占める農林業の盛んな地域です。しかし昭和56年当時の植生図からは、かつてこの地域の比較的標高の高い緩やかな尾根部一帯には、ススキなどの草地や放牧地が広がっていたことが分かります。従って、そのような場所で草原性の植物やそれを利用する小動物が生息し、猛禽類も狩場として利用していたことが推察されます。

伐採跡地はイヌワシの狩場として機能する可能性が高いため(由井2007)、林業が盛んなこの地域では、人工林などの伐採跡地や新植地が、現在の狩場となりうる数少ない場所となっていることが推測されます。このため、地元自治体や森林組合が行っている通常の伐採に加

えて、鉱山開発事業社自らが、狩場創出を目的とした森林伐採を行い、伐採された樹木を地域の木質バイオマスとして利用できないか、という検討が行われました。伐採実験では、町有林となっているアカマツ天然更新林を対象とし、その伐採、搬出、木質バイオマス利用までにかかる費用対効果を検証しました。その結果、現時点では搬出コストなどの問題から採算ベースに乗るものではないことが分かりました。しかし、近年この地域で侵入が明らかになったマツ枯れ対策なども含めて実施し、国や県の補助を得ることができれば、実現できるのではないかと個人的には考えています。

狩場創出を目的とした捨石集積場の緑化試験

先に述べたように、石灰石鉱山には捨石集積場が造成されます。この集積場は通常、谷を埋め立てる形で山頂付近まで堆積が行われ、堆積が完了した斜面や山頂付近にできる平地は崩壊しないように押し固めた後、排水等の適切な管理をしながら緑化することが義務づけられています。これまで、集積場には貧栄養でも生育するアカマツの植栽や、ススキや牧草、メドハギなどの低木類や草本の種子が混合された法面用の緑化資材が吹き付けられてきました。土壌の安定化や緑化という面では、これでも十分なのかもしれません。しかし、周辺生態系との連続性や生物多様性保全という面から考えるとどうでしょうか?集積場の周辺にはコナラを主体とする落葉広葉樹林が広がっています。将来的には、この落葉広葉樹林と同じような植生に還っていくことが理想的なのかもしれません。ところが、我々のチームが行った集積場土壌の分析によると、植物の成長に必要な窒素やリンの濃度は非常に低く、一方で石灰石の主成分であるカルシウムを多く含み、pHも8程度と森林土壌の通常値よりも高い値を示していました。また、集積場平坦部では、土壌硬度や透水性など物理的土壌条件も植物の成長にとって悪条件であることが確認されました。今後、森林土壌と呼べる表層土壌が蓄積するまでには、数百年単位の年月が必要となるでしょう。また、この地域はニホンジカ(以下、シカ)の生息密度が高く、せっかく植栽した樹木が食害を受けるという問題があります。かつて、事業者によって集積場平坦部に様々な落葉広葉樹が植栽されましたが、ケヤマハンノキの一種を除いて全て枯死しました。しかし狩場創出作業部会では、樹木が育ちにくい、言い換えれば草原が維持されやすいこの特殊な環境は、猛禽類の狩場を造成・維持していくにはむしろ好

石灰石鉱山開発と生物多様性を結びつける取り組み

適な条件であると考えました。

我々が集積場で最初に行ったのは、一年生草本やススキなどがまばらに生え、ノウサギの生息が全く確認されることの無かった集積場に、隣接のコナラ二次林で採取した森林の表層土壌を客土し、さらにシカが侵入しないための柵を設けて、植生の回復を試みる試験です。客土も柵設置も行わない「無処理区」、柵設置のみ行った「防護柵区」、客土のみを行った「客土区」、客土も柵設置も行った「客土+防護柵区」の4条件で、出現する植物の種類と被度を数年間に渡って調べました。その結果、客土区には様々な種類の郷土種が出現しました。興味深いことに、出現した植物は現在のコナラ二次林の構成種とは全く異なり、タニウツギ、ヤマハギ、クマイチゴ、モミジイチゴなどの低木類や、今では希少となった植物も含む様々な草本類など、高木性樹木が遷移してくる以前に見られたと考えられる草原性の植物が多く出現しました。しかし2年も経つと、シカ柵で囲わなかった客土区は、シカの食害に耐性を持つワラビやイネ科草本など限られた種類の植物に覆い尽くされ種数は減少しました。無処理区では、ススキが穂をつけるまでに成長したり、アカマツやヤナギ、ケヤマハンノキなどいくつかの本木が成長するといった変化が見られましたが、植物の種類に防護柵区との違いは認められませんでした(図-1, 2)。

また別の試験では、狩場創出のために有効であると考えた本木苗木を、様々な形で土壌改良した集積場に植栽する試験を行いました。その結果、ヤマハンノキは集積場の土壌改良を特に行わなくても良好な成長を見せた上、シカの食害を全く受けないこと、タニウツギの成長

は遅いものの枯死する個体はほとんど無く、冬期には苗木に近づくノウサギの姿と食痕が確認されました。その一方で、アカマツの苗木は他の苗木と比較すると根付きが悪く、シカの食害被害も大きい事が分かりました。

以上の結果から、集積場ではアカマツ苗木の植栽や法面緑化資材の吹き付けを一律に行うのではなく、埋土種子を含む森林表層土の客土や、集積場でも生育可能な苗木の植栽をシカの食害に留意しながら行うことが大切と言えます。このような緑化をパッチ状に行うことで粗放的な草原環境を維持し、小動物の住処を作ると同時に猛禽類の狩場として有効な植生とすることが可能になると考えます。これらの調査結果を、現在緑化の進んでいない既存の集積場や、新たに造成される集積場の緑化計画に反映させたいと鉱山事業者も述べており、今後の取り組みが期待されます。

4. 今後の課題と展望

検討会では、様々な立場の人が様々な観点からこの地域の生物多様性保全に有効と思われるアイデアを提案し、実施されて来ています。実際に、これまで10年近く成功していなかったイヌワシの巣立ちも、ここ数年間確認されるようになりました。また、行った狩場創出の有効性を明らかにするためのモニタリング調査も行われています。しかし、これらの取り組みを事業者が継続的に行っていくためには、その取り組みが評価される仕組みが法的にも、社会的にも必要だと考えます。現在の日本において、生物多様性保全の取り組みに真剣な企業が、そうでない企業よりも優遇される措置はほとんどありま

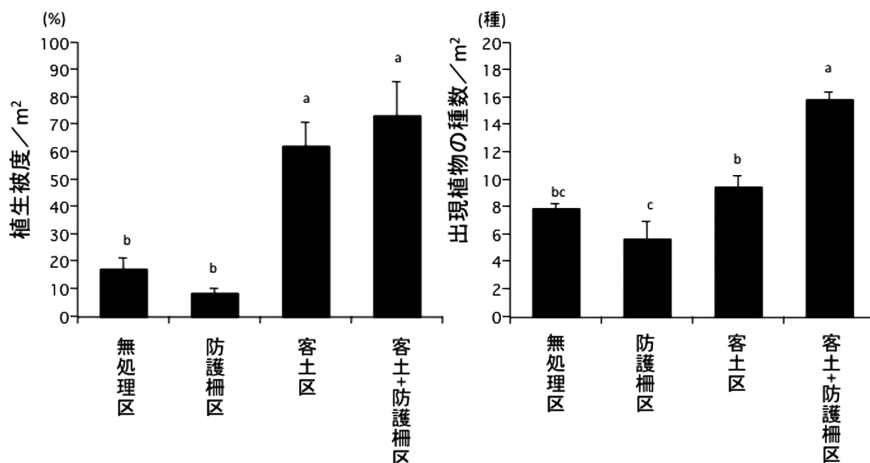


図-1 各区画の植生被度および出現植物の種数 (アルファベットの違いは $p < 0.05$ の有意差を示す)

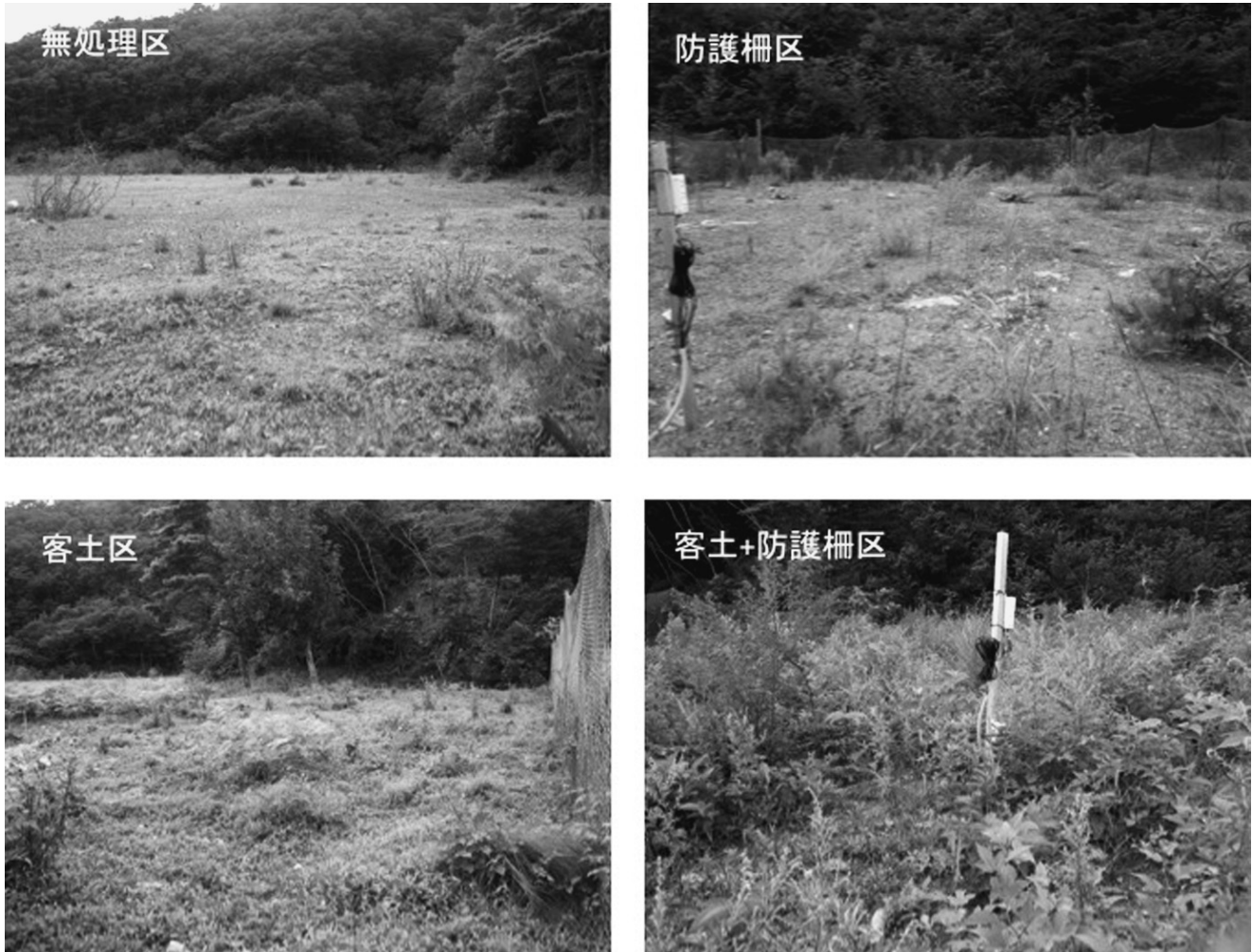


図-2 試験開始から3年目の各区画の状態 (2011年8月)

せん。また、もう一つ大事なことは、生物多様性保全に有効と思われたアイデアが実施された後、その経過をモニタリングし、有効性を検証した上で、必要な時期に修正していくシステムが必要不可欠だと考えます。自然生態系は常に変化するものであり、ある時点で有効だった措置がそのまま恒久的に有効であることは無いと考えるべきで、そのステージに応じて、一歩先を見越した臨機応変な対応が必要となるのです。

本編では、企業が研究者や地域組織と協力しながら地域の生物多様性保全に取り組むための体制づくりを手探りの中から構築し、どのような活動が行われてきたかを紹介しました。しかし、取り組みはまだ試験段階のものがほとんどで、実際に取り組みが功を奏するかは今後検証されるべきものです。このような事例が契機となり、

今後様々な分野で生物多様性保全のための多様な主体による連携の輪が広がって行くことを願っています。

引用文献

企業が取り組む生物多様性研究会 (2010) 企業が取り組む「生物多様性」入門, 足立直樹編, 日本能率協会マネジメントセンター

セメント協会 HP <http://www.jcassoc.or.jp/cement/1jpn/jc5.html>

牧 裕一郎・松本仁之 (2000) 石灰石鉱業の現状と課題, 地質ニュース 547: 23-35.

由井正敏 (2007) 北上高地のイヌワシ *Aquila chrysaetos* と林業, 日本鳥学会誌 56(1):1-8.

記録

日本森林学会大会 高校生ポスター発表の講評

中村 太士 (なかむら ふとし、中等教育連携推進委員会 委員長)

1. 講評

昨年の埼玉県大宮で開催された第125回日本森林学会大会に引き続き、本年北海道大学で実施された第126回大会でも、高校生ポスター発表が実施されました。札幌での開催ということもあり、当初より発表件数も少なくなるのではないかと予想していたのですが、25件に上る発表申し込みを得たことは、大会実行委員会として、中等教育連携推進委員会の委員長として、大変うれしく思いました。会場まで来てくださり、一生懸命発表してくれた高校生の皆さん、それを陰ながら応援し時にアドバイスもされていた引率の先生方、そして残念ながら会場に足を運ぶことができなかったもののポスターを作成して送ってくださった高校生の皆さんと先生に、深く感謝の意を表します。岩見沢農業高等学校の皆さんには、会場設営も手伝っていただきました。心より御礼申し上げます。

今年の参加高校も、北海道から熊本まで全国にわたり、高校生が先生と相談しながら自ら考え、自ら行った様々な地域研究活動を知ることができ、感銘を受けました。札幌での開催でしたので、北海道の高校生の発表が多いのが特徴的でしたが、これも地方で実施する日本森林学会大会の良い面と思われまます。これをきっかけにして、北海道の高校生と北海道の森林学会会員との交流が進むことを期待したいと思います。

ポスター会場には、掲載写真にあるように常に多くの学会員が訪れてくださり、高校生に様々な質問と意見を述べてくれました。時に、質問に窮して、仲間や先生に相談する姿は、微笑ましいものでした。

発表内容は、希少種の保全や、鳥や両

生類、トンボ、土壤動物、菌根菌を指標として地域環境の変化を探ろうとする保全系の研究、生徒が森林の管理・施業に実際に関わり、今後の施業を検討する実習的な研究、樹木やササ、キノコなどの栽培・加工・利用技術、木育に関する研究、その他にも樹木種の萌芽や根張り、花粉散布、ボルネオ泥炭湿地林の研究など、多岐にわたりました。

昨年も内容の多彩さ、完成度の高さに驚きましたが、今年も引けを取らない内容で、興味深い研究発表に、聴衆者一同、感心しました。審査員の評価もある程度絞られ、学生が自ら考え調査研究を実施し、結果・考察、提言に結びつけた以下の5つのポスターに賞を授与しました。

昨年同様、最優秀賞・優秀賞ポスターは、森林科学の特徴である基礎と応用、実践を網羅するように選出しました。そのため、森林を取り巻く様々な現象の因果関係を解明し、具体的な提言をした研究から各賞1件、林業を中心に実践的な取り組みを報告した内容から各賞1件を、採択しました。

最優秀賞を受賞した北海道札幌旭丘高等学校の「生物多様性を守るために」は、トンボを指標として生物相豊かな雨水調整池を造成していこうというプロジェクトです。審査者の高い評価は、トンボ相の多様性と抽水・浮葉植物との関係のみならず、池の周辺の森やエコトーンの植物など、周囲の環境にも注目して生活史とともに検討した点にありました。もう一つの最優秀賞である高知県立高知農業高等学校の「木材加工の技術習得—ハンドカットログハウスの技法—」は、残念ながら会場での発表はなされなかったものの、生徒自らが高知県産材を使って、チェーンソーとグラインダーを駆使し、

丸太を1本1本丁寧に仕上げながらログハウスを組んでいく姿がポスターに映し出され、そのがんばりに高い評価を受けました。

優秀賞を受賞した北海道札幌啓成高等学校の「早春の野幌森林公園におけるアライグマ (*Procyon lotor*) によるエゾサンショウウオ (*Hynobius retardatus*) の捕食状況」は、2011年～2014年の環境調査、エゾサンショウウオの被食痕調査および自動撮影カメラ調査により、エゾサンショウウオが北海道で急激に分布を拡大しているアライグマによって捕食されていることを突き止めました。動画撮影にも成功しており、その狩猟さや奇妙にこすり洗う姿を多くの聴衆が食い入るように見ていました。もう一つの優秀賞は、北海道旭川農業高等学校の「木の大切さを伝えよう—木育教室スタート!—」で、家具作りで有名な旭川の地名を生かして、学生たちが木育教育を実践しました。木製のネームプレートやキーホルダーが展示され、その実践模様だけでなく「かわり指標」なるものを使って、その効果も分析していることが高く評価されました。

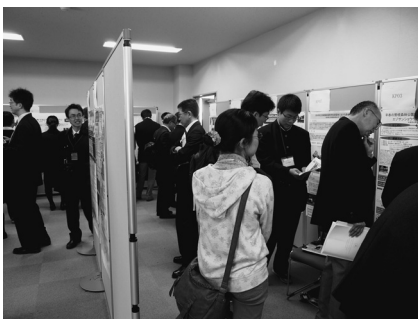
今年の学会長特別賞は、自作の花粉採取装置を作り、スギ・ヒノキの花粉飛散量とその方向について連続観測を行った獨協埼玉中学高等学校の「自作花粉採取装置による連続観測及び飛散源の推定」が選ばれました。自ら工夫して花粉採取装置を作った点と、その精度を実験によって確認した点、さらに連続観測結果を気象庁の風向・風速データやスギ・ヒノキ林の広域分布と関連して説明した点が評価されました。

今回の高校生ポスター発表は、日本森林学会としては2度目の試みであり、昨

年の経験を生かしながら、広報や実施方法を検討してきました。おかげさまで、地域の高校を中心に非常に興味深い学生らしい研究成果が数多く発表され、ほっとしました。特に今回は札幌で行われたということで、北海道の高校から、北海道の自然環境の保全、外来種問題、木育、ササの利用など、北海道らしい発表がたくさん行われたことは大変良かったと思います。さらに、多くの学会員が高校生ポスター会場に足を運んでくれて、ポスターそのものの内容に対する質疑応答のみならず、ポスターの改善すべき点や、調査・解析方法、結果の解釈、将来の方向性などについて助言してくれました。高校生たちがうなずきながら喜んでいた姿が印象に残っています。

今回もWEBによる発表申し込みはうまくいかず、最後まで件数が決定できず、大会実行委員会の方々にはご迷惑をおかけしました。次年度に向けて反省点を整理し、次年度の日本大学での大会に向けて改善していきたいと思っております。

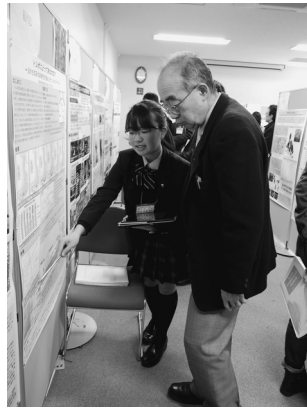
最後に、長時間にわたり、ポスターの前で汗をかきながら一生懸命、わかりやすく発表してくれた高校生の皆さん、そして旅費の関係で会場発表はできなかったものの、ポスターを作成し、大会会場に郵送してくれた高校生・教員の皆さん、さらにポスター印刷や会場設営にご尽力いただいた大会実行委員会の皆さんに、心から感謝申し上げます。また、一般会員の皆様におかれましては、さらなる飛躍をとげる高校生ポスター発表の開催に、今後ともご支援ください。



2. 受賞校の感想

1) 北海道札幌旭丘高等学校

生物部 部長 宇久村三世



本校生物部は、2009年からトンボ相の調査を行っています。春から秋の毎週末に3-6ヶ所で調査すること6年、合計で28種16,168個体の成虫を採集しました。大変な活動ですが、先輩が積み上げてきて下さった貴重なデータを途切れさせまいと、ここまで続けてきました。さらに、2014年度は約3haの沼全体を対象とした植生調査も行いました。

これらの調査で集めたデータを分析することが、かなり頭を使う行程でもあり、様々な発見がある行程でもあります。初めは樹木よりもトンボがメインとなる構成でしたが、大会直前に作成したグラフから「樹木の重要性」を発見し、森林学会にぴったりの内容にまとめることができました。事前に提出した要旨とは全く異なる内容の発表となりましたが、最優秀賞を受賞することができ、最後まで分析を続けて良かったと思います。また、伝えたいことを理解してもらえるように、グラフの選択、色分けの仕方、目を引くイラストの作成など、「見せ方」を工夫しました。当日、ポスターの前でパソコンを使用したのも、「どう見せるか」を試行錯誤した結果です。

全国大会ということもあり、この研究をどう評価していただけるのかを楽しみにしていました。森林が専門の方々からどのような質問を受けるか予想がつかず、少し緊張もしていました。しかし、この研究の重要性をとともよく理解して下さり、今後の活動へのアドバイスもいただくことができました。

将来、この研究が生物多様性の保全・向上に役立つものとなるよう、2015年度も研究に励み、多くの場で発表してい

きたいと思います。

最後に、この研究を支えていただいた多くの方々に、改めてお礼申し上げます。

2) 高知県立高知農業高等学校

森林総合科3年 小島志郎

この度、最優秀という素晴らしい賞を頂き、先輩方から受け継いできた実践が評価されたことに何より嬉しく思っています。

今回は木材加工の技術習得を軸に、普段学んできたことや成果を分かりやすくまとめることを意識して構成を考えました。私たちの学校は125haという広大な演習林を有しており、年に延べ3週間ほどの宿泊を伴う実習を行っています。木材の伐り出しは7月下旬から11月上旬にかけて、断続的に行われます。特に夏場の実習は、1年のうちで一番過酷です。演習林実習では毎朝5時半に起床し、朝食の準備から自分達で行います。そして、洗い物や準備を済ませた後、8時ピッタリに現場に出発します。時間に厳しかったため、1分でも時間に遅れると先生から厳しいお叱りが待っていました。現場に着くと、そこからは分業で、「伐倒・造材班」「集材班」「運材班」に分かれて作業を行います。土場まで集められた材は、市場用と教材用に分けて活用します。この時期は、進路活動も並行していたので、夜は遅くまで面接対策や筆記対策、また教科の学習を行い、身も心もへとへとでした。このように、大変な苦勞をして伐り出した木の市場価格や赤字経営の現実を知れば、徒勞感さえ感じます。このままでは将来的に林業に就きたいとは思わないのではないか。そう考えた先輩



方は、代々受け継がれてきた木を大切に扱うこと、加工技術の習得と向上を図ること、木材に自分達の手で付加価値をつけ普及させることを目標に、以降様々な取り組みを行ってきました。

今回のポスターで、私たち森林総合科の実践がより多くの方々に伝わっていただけで幸いです。後輩達のより一層の活躍を期待しています。

3) 札幌啓成高校科学部

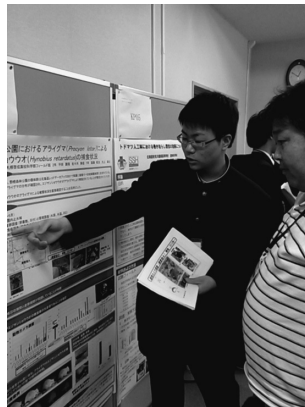
フィールドチーム2年大上迪士・遠藤昭太

私たちが行っている研究は、平成23年から先輩たちが始め、それを受け継いできたものです。この研究が今回このような賞を取れて大変うれしく思います。

今回、森林学会に参加・発表するという貴重な機会をいただき、ありがたく思います。また、実際の研究者のポスター発表や、同じ生物系の研究を行っている他校の生徒たちの発表を見ることができ、大変勉強になったと実感しています。それぞれの学校の生徒たちがさまざまに工夫を凝らしたポスターとすばらしい発表で、今後科学研究をしていく中での良い参考になったと思います。私たちの発表では、大学の先生方や研究者の方に発表することもあって、緊張しましたが、自信を持って自分たちの研究の魅力を伝えることができたと思います。勉強になることがたくさんあり、とても充実したポスター発表になりました。

私たちの研究は、早春の野幌森林公園で起きている外来種のアライグマによる、北海道固有種のエゾサンショウウオ被害の状況を調査し保護につなげていくことを目標としています。私たちの高校が野幌森林公園にとっても近いこともあり、4月から6月にかけて、毎日2つの調査地へ行き被食痕の回収、産卵状況の確認、各種環境データの計測などを行ってきました。1つの調査地においては動物カメラによる撮影も行いました。大変な面もありますが、近年アライグマによる在来種や農作物の被害が問題視されており、その一部の被害状況のデータを取得し、解析、考察する、とてもやりがいを感じる活動です。今後も森林学会で頂いたアドバイスを生かしながら、この研究を継

続していきたいです。



アライグマによるエゾサンショウウオ捕食写真
(赤外線動画のキャプチャー画像)

4) 北海道旭川農業高等学校

森林科学科3年 前澤 匠

この度高校生ポスター発表において、優秀賞を受賞したことを聞き、班員一同とても喜んでます。私の所属する森林資源活用班では、4年前から「地域の人に木の魅力を再認識してもらい、木の町「旭川」を盛り上げたい!」と考え、木工ワークショップを実施してきました。昨年度は特に子供達に地元林産業への理解を深めてもらおうと、「木育」活動を実践してきました。

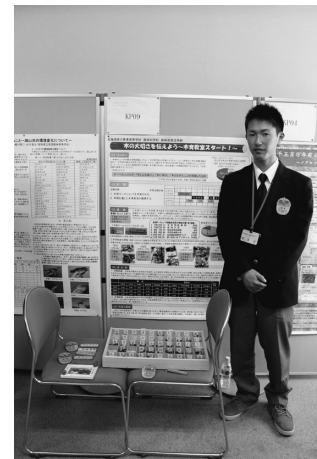
木育ワークショップでは、材料の準備や初対面の方々とのコミュニケーションなど苦労した点がたくさんありました。しかし、仕上がった木製キーホルダーを手にした子供達の笑顔を見るとやって良かったなと思いました。また地元幼稚園との木育交流学習会は、1年間担当園児を決めて4回実施しました。普段接することのない園児との交流は、最初不安で

したが、回を追う毎に互いの性格も理解でき、充実した交流になっていきました。

これらの木育活動を振り返ると、子供達にただ木に親んでもらうのではなく、それをサポートする高校生と子供達の積極的な関わりが重要で、そのことでより意義のある木育になっていく気がしています。

今回の高校生ポスター発表では、私自身とても緊張しながら、自分達の活動をどうわかりやすく伝えたらよいか悩みながら発表しました。しかし聴衆者が真剣に聴いてくださり、さらに質問やアドバイスもいただき、自分の伝えたいことは伝えることができたかと思っています。またこのことを通じて今後の改善点を考える良い機会ともなりました。次年度も是非参加させていただきたいと思っています。

最後になりますが、私達の活動にご協力いただいた全ての方々、加えてポスター発表にご支援ご指導いただいた多くの皆様に心より感謝申し上げます。本当にありがとうございました。



5) 獨協埼玉中学高等学校

近藤駿矢・原 智宏・大竹優也

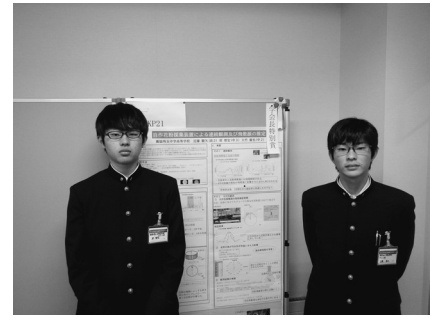
今回、私たちは初めて日本森林学会の高校生ポスター発表に参加させて頂きました。他校の方々の研究にも多く触れることができ、大変貴重な体験ができました。また、今回頂いた学会長特別賞は私たちにとって大きな励みになりました。本ポスター発表での質疑応答では多くの方々から今後の研究を行っていくにあた

り大変有益なご意見・ご指摘を頂くことができました。

私たちが発表させて頂いた研究では、自作した花粉採集装置を用いて2014年2月上旬から5月上旬までの約3か月間、スギ・ヒノキ花粉等の空中花粉について飛散量と飛散方向についての観測を行いました。このようにして観測したデータを基にして気温の変化が花粉飛散量に与える影響や、本校（埼玉県越谷市）に飛散する花粉の供給源となる森林の場所の

推定に取り組みました。本研究を行うにあたっては、プレパラートの表面に付着した花粉を顕微鏡を用いて観察し、付着した花粉の個数、種類を数えていくなどの地道な作業を繰り返しました。研究を行う際の大変さを知るとともに、新しく何かを発見することの喜びも感じることができました。

今後はこの発表会で学んだことを活かし、本研究をより一層深化させられるよう頑張っていきたいです。



「森林科学」への投稿について

「森林科学」投稿要領

(2015年3月26日改訂)

1. 投稿できるのは日本森林学会会員および「森林科学」購読者のみとする。ただし筆頭者以外の共同執筆者および依頼による記事の執筆者についてはこの限りではない。
2. 原稿は、解説、記録、研究トピックス、読者の声、その他とし、和文とする。
3. 原稿の採否は編集委員会が決定する。
4. 原稿の長さは原則として、すべてを含む刷り上がりが解説、記録は4頁以内、研究トピックス、読者の声、その他は2頁以内とする(1,500字/頁を目安とする)。
5. 投稿原稿は執筆要領にしたがって作成し、電子メールで提出する。
6. 著者校正は原則として初校に限り、誤植の訂正にとどめる。
7. 解説・記録・研究トピックスの著者は別刷50部を希望により無料で受け取ることができる。無料分以上(50部単位)およびpdf別刷りを希望する場合は、著者の負担とする。
8. 原稿の送付および編集についての問い合わせは森林科学編集主事あてとする。
9. 著者は最終原稿を提出する際に、著作権譲渡承諾書を提出しなければならない。

著作権規定

(2009年3月26日改定)

1. 本会の刊行物への掲載が受理された記事、論文等の著作権は、本会単独あるいは本会の定める出版社と共同で、本会に帰属するものとする。
2. 著者に許容される権利については、刊行物ごとに別に定める。

「森林科学」執筆要領

(2015年3月26日改訂)

1. 原稿の書き方
専門分野以外の読者が理解しやすいように、図表や写真を多くし、わかりやすく、簡潔な表現を用いる。図にできる場合はなるべく表を使わない。目安として、少なくとも1頁に1つの図や写真を入れるようにする。
2. 投稿原稿の種類
解説：特定の研究テーマや話題に関する解説
記録：シンポジウムや研究会の記録
研究トピックス：プロジェクトや国際共同研究、特徴ある研究の紹介
読者の声：読者の意見や主張
ブックス：書評、出版物の紹介
その他：上記以外の内容についての投稿。編集主事まで問い合わせること。
3. 原稿の形式
原稿の種類に合わせて、以下の内容をそれぞれページを分けて記載すること。
①投稿連絡票(表題、著者名、所属先、原稿種類名、連絡先(住所、電話番号、電子メールアドレス))、②本文、③引用文献(「解説」・「記録」・「研究トピックス」で必要な場合のみ。最大10点を目安に。)、④図表、⑤図表の説明、⑥紹介する印刷物の書誌情報(ブックスのみ。著者・出版社・出版年・頁数・価格・ISBN。)

4. 原稿の体裁

原稿は電子メールに添付しての提出を基本とする。ファイル形式などの詳細については編集委員会が定める「原稿執筆ガイドライン」を参照のこと。

図表の表題にはそれぞれ通し番号をつけ、1点ごとに別ファイルとする。各ファイルには筆頭著者名と通し番号を含む分かりやすい名前を付ける。

5. 引用文献

引用文献は必要最小限とする。本文中での引用は、①引用順に(1)、(2)、(3)のように上付きの通し番号を振る、②該当人名に(年号)あるいは事項に(人名 年)をつけて引用する。混用はしないこと。引用文献の記載は、①では通し番号順、②ではアルファベット順に行う。誌名の略記法は和文の場合は慣例により、欧文の場合は Forestry Abstracts にならう。巻通しページがある場合は巻のみとし、ないときは巻(号)を併記する。

<引用文献記載例>

a. 雑誌の場合

笠井美青・丸谷知己(1994)山地河川における立木群による土砂の滞留機構. 日誌 76: 560-568

Ochiai Y, Okuda S, Sato A (1994) The influence of canopy gap size in soil water conditions in a deciduous broad-leaved secondary forest in Japan[†]. J Jpn For Soc 76: 308-314

b. 書籍の場合

Levitt J (1972) Responses of plant to environmental stresses. Academic Press

渡邊定元(1994)樹木社会学. 東大出版会

c. 書籍中の場合

小林繁男(1993)熱帯土壌の瘦悪化.(熱帯土壌・真下育久編, 勝美堂). 280-333

Wells JF, Lund HG (1991) Integrating timber information in the USDA Forest Service[†]. In: Proceedings of the Symposium on Integrated Forest Management Information Systems. Minowa M, Tsuyuki S (eds) Japan Society of Forest Planning Press. 102-111

[†] 紙幅が足りない場合は、タイトルの省略を認める。

原稿の送付および編集についての問い合わせ先は下記あてとする。

森林科学編集主事 加賀谷 悦子

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1

森林総合研究所

企画部研究企画科

Tel 029-829-8114

e-mail eteshoda@ffpri.affrc.go.jp

学会事務についての問い合わせ先

一般社団法人 日本森林学会

〒102-0085 東京都千代田区六番町7

日本森林技術協会館内

Tel/Fax 03-3261-2766

http://www.forestry.jp/

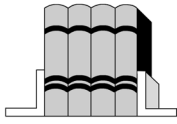
(日本森林学会)

http://www.forestry.jp/publish/ForSci/

(森林科学)

複写をされる方に：☒ 学協会著作権協議会へ複写権委託済み

許諾・連絡は、〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3F 学協会著作権協議会 (Tel./Fax 03-3475-5618)



ブックス

地図でわかる樹木の 種苗移動ガイドライン

津村義彦・陶山佳久編、文一総合出版、
2015年6月、170ページ、5,940円（税込）、ISBN978-4-8299-6524-5

キーワードは「遺伝的地域性」。

1980年代から染色体やDNA配列から種内の遺伝的な変異型の分布の解明が進み、そこに保全生態学の隆盛もあり、地域に固有の遺伝的な特徴を守ることへの意識が進んできた。生物のDNAには、その種、集団、家系の歴史が刻まれており、それを人の勝手に乱すことはならぬというのがその考え方であり、固有性を乱すことはひいては地域の集団の適応度の低下を引き起こす可能性があると言われる。

昆虫の研究でDNA解析をしてきた私には、遺伝的観点からの地域集団の保全はいくらかなじみがあったが、その考えに賛同する部分と大げさだと感じる部分があった。一度乱してしまうと戻せない歴史的な時間スケールで形成されてきたものへの畏怖と、「クヌギなんて全国でほぼ遺伝的に均一になるぐらい移動を重ねてきたという話だけれど、裏山でたくさん大きくなっているよ」という乱暴な実感の間を行ったり来たりしていた。遺伝的地域性を核として、実際の樹木の種苗移動に関する指針を示した本書は、私にとって一つの明快な解答であった。

本書は2部構成となっている。前半には種苗移動を無軌道に行ってはいけない理由が丁寧に示されている。日本の樹木の遺伝的地域性はどのように形成されてきたのか、現在の遺伝的研究はどこまで進展しているのか、遺伝子攪乱（遺伝的な地域性を乱す個体の導入）はどのようなことを引き起こすのかが記されている。特に、力点が置かれているのが、遺伝子攪乱の脅威を伝えることである。前半の最後に掲載されているブナの実例をあげての遺伝子攪乱の検証の項目は、通常のガイドラインのような本の構成で

は、内容がspecific（詳述的）すぎて用いられなかっただろう。このような項目をあえて前段に入れていることに、読者の理解と共感を得るための仕組みが感じられた。

後半は種苗移動ガイドラインであり、日本に生育する主要樹木についてその遺伝的地域性が解説されている。全ページカラーで、それぞれの樹木の写真とDNAタイプの分布図が示され、非常にわかりやすく、見ていて飽きない。各樹種の解説の最後に種苗移動のガイドラインが示され実用性が高い。森林に手を加える全ての人が、本書のデータを植樹の際に参考にできるだろう。また、各項目の筆者はその樹木にいい意味でこだわりと愛着を感じながらDNAの研究を進めてきた第一線の研究者たちなので、行間ににじみ出る温かな樹木へのまなざしも本書の魅力を高めている。

本書は樹木の遺伝的研究が研究の枠組みを超えて社会へと大きな影響を持つ、エポックメイキングなものとなるだろう。少なくとも、遺伝的多様性の保全について、長い間、賛同と懐疑に揺れていた研究者にその重要性を腑に落ちさせる、そんな強い力を持つ本であることは保証する。

加賀谷悦子（森林総合研究所）

絵でわかる樹木の育て方

堀 大才著 講談社 2015年3月 223
ページ、2,484円（税込）
ISBN978-4-06-154776-6

講談社サイエンティフィクの「絵でわかる」シリーズの新作である。タイトルは「樹木の育て方」だが、内容は樹木の「管理」に関する本である。「育てる」というのは著者らしい思いのこもった言い換えであろう。

現在一般的に行われている樹木管理は、樹木の生理や構造に関する理解が不十分なままに、慣習的あるいは人間側の都合により行われている場合が少なくない。たとえば街路樹において、電線や標識の邪魔にならないように大量の枝を

一度に切り詰めたり、甚だしいときには断幹をするような「剪定」がそうである。そのような管理によって、樹木の健康が損なわれ、結局は人間の生活に悪影響を及ぼす事態を招くことも多々ある。本書には、樹木の健康をできるだけ損ねることなく「育てる」方法が記されている。

本書は、内容的には大きく3部に分けられる。2章、3章では樹木の生理、構造、病害に対する反応など基礎的内容について、4章から7章までは土壌改良、樹形誘導と剪定、不定根誘導、移植など個別の樹木の管理に関する具体的方法について、8章から10章までは、街路樹、平地林、海岸林等の集団としての樹木の管理について図説している。最も紙面を割いているのは7章「樹木の移植」である。主に山林や公園、庭園などの比較的サイズの大きな樹木の移植を対象として、事前調査、時期、根回し、堀取り、運搬、植え付けについて丁寧に解説されている。そのほとんどが根に関する内容であることから、改めて樹木にとっての根の重要性を認識させられる。

著者によると、本書は「樹木の管理に関わる事項を網羅的に記したものではなく」、樹木医である著者が「問題意識をもって取り組んできた課題」に焦点を絞ったものだという。しかしながら通読すると、樹木の構造、生理等の基礎知識から、街路樹や公園の樹木の管理にあたっての重要なポイントが分かりやすく図説され、「管理」全体をバランスよく知ることができる内容となっている。

ちょうど森林科学の前号（74号）「森の休憩室II」に樹木医でもある二階堂氏による「街路樹を考える」が掲載されている。街路樹は、身近にあって恩恵を受けつつ一方的に管理する対象であり、私たちは時に複雑な思いで対峙する。是非あわせてご覧頂きたい。

太田祐子（森林総合研究所）

東北における森林動物管理の 拠点作りを目指して

江成 広斗 (えなり ひろと 山形大学農学部)

北から



イノシシやニホンザルによる農作物の食害、クマによる人身事故、ニホンジカによる不可逆的な森林攪乱。このような森林棲の大型獣による被害のニュースは、今日ではもはや珍しいものではなくなりました。この状況は東北地方でも同様です。しかし、大型哺乳類の生態研究や保護管理を専門とする人材は極めて不足しています。そこで、広がりを見せつつある昨今の森林動物問題の解決を目指した研究や人材育成を期待され、2013年に山形大学に奉職する機会を得ました。赴任から1カ月も経過しない頃から、各地の行政から鳥獣対策関連の問い合わせは絶えず、それらの対応に意匠惨憺の毎日です。

地域貢献の一環として携わっている現場レベルの森林動物管理(鳥獣対策)のノウハウは、都市近郊で過ごした学生やポストク時代に現場での実践を通じて学びました。しかし最近、こうしたノウハウの限界を痛感しています。その理由は集落の「質」の違いにあると最近では考えています。森林動物の管理や対策を集落ぐるみで進めるために、住民相互に合意できる「目標」を設定する寄合がしばしば開催されます。まだ若手の営農者が比較的多い都市近郊の集落では、相互の意見交換を通じて(時には感情的な主張が飛び交いながらも)、対策の目標像が議論されていきます。しかし、人口減少と高齢化が顕著な東北地方の農村集落では、同様の寄合が催されても住民の参加率が際立って低いことがあります。また、たとえ参加者を確保できても、ファシリテータ役の行政担当職員以外、誰も積極的に議論に参画しない現場もよく目にします。農業被害額に関する統計データをみる限り、こうした集落において、森林動物による被害が「深刻な社会問題として受け止められていない」わけではなさそうです。それでは何がこの消極的姿勢の原因なのでしょう。森林動物の管理や対策の最終目標は、言うまでもなく被害問題が発生する以前の生活や生業の回復です。しかし、この目標は、たとえ森林動物による問題が

生じなくても、急速に進みつつある人口減少や高齢化により困難になりつつあります。すなわち、「何を目標に森林動物の管理や対策をすべきか」について、集落住民が主体的に考えることが難しくなっている現況が消極的姿勢の原因ではないかと私は考えています。

日本における人口減少や高齢化は、少なくとも今後数十年間は「不可逆的」なトレンドであり、こうした変化に起因する社会問題(上記のような森林動物問題も含む)は、今後より一層状況は悪化することが予想されます。全国の中でも最も人口減少率の高い地域が分布する東北地方では(1位:秋田、2位:青森、3位:山形)、人口減少や高齢化を前提とした新たな「仕組み」作りがいち早く求められています。残念ながら、主に欧米で形作られてきた従来の野生動物管理の分野では、このような「仕組み」はこれまでほとんど議論されてきませんでした。全国規模の人口減少(即ち、年々深刻さを増す担い手不足)と増加する森林性哺乳類。こうした新たな構図のもとで、現実に取りうるオプションの模索と提示という「新たな挑戦」が今求められています。

2014年末、幸運にも、この「新たな挑戦」に大学から重点支援を受けられました。山形大学先進的研究拠点(YU-COE)形成支援事業「人口減少社会適合型野生動物管理システム創生拠点」の立ち上げです。現在は、人口の更なる減少と、一方で生じる森林動物の分布拡大や個体数増加が、私たち社会、そして生態系にどのようなリスクをもたらしうるのかに関する包括的な評価を開始しました。また、リスクの軽減や回避のために求められる社会制度の在り方に関する議論にも着手しています(この一部は、2014年度から開催している東北野生動物管理研究交流会でも紹介しました)。挑戦はまだ緒に就いたばかりです。大学内外の研究者、行政、民間業者のご支援を頂きつつ、着実かつ迅速に成果に結びつけていきたいと思っております。

スギ挿し木苗の温室植栽実験

平田 令子 (ひらた りょうこ、宮崎大学農学部)



梅雨が明けて暑さが厳しく空気も乾いてきた8月頭に、久しぶりに温室の状況を見に行った。私が勤務する宮崎大学キャンパスの片隅、広い農場を抜けた先にその温室はひっそりと建っている。キャンパス内にあるので研究室から近く便利だが、歩いて行くにはやや遠い。とはいえ車で行くほどでもない。この中途半端な距離が災いし、存在を知ってから温室へ足を運ぶことはほとんどなかった。いざ実験に使うことになってからも、いろいろ準備が必要であるものの、なんとなく足が遠のいたままであった。

だが距離が何であろうと、実験を始める前に見に行っておかなくてはならない。聞けば雑草が生い茂って大変なことになっているらしい。そこでしょうがなく自転車で温室へと向かった。農場を抜けて温室へつながるその道は、そのまますぐに山の方へと続いている。見ると温室周辺には、しばらく使われていなかったために雑灌木が生い茂っていた。このまま手入れをしなければ、いずれ山に飲み込まれてしまうだろう。放棄地という言葉がぴったりである。

もちろんこのままでいいはずはない。造林鎌や下刈り機、チェーンソーなど危なっかしいものを手に、研究室の皆で手入れを始めた。日差しを直に浴びながら暑い中で行う作業はどう考えても楽しいものではない。来年からは授業の一環に学生達にここで下刈り実習をさせようかなどと思いつつ、数日間働いた。普通のデスクワークより健康的かもしれないと毎日の労働を諦めとともにポジティブに受け入れ始めたころには、実験の準備も整い注文していた苗木も到着した。

今回実験に用いるのは挿し木のスギ裸苗とコンテナ苗である。コンテナ苗は、たくさんの育成容器(キャビティ)を一体成型したマルチキャビティコンテナで作られたものだ。コンテナ苗は根鉢が形成され培地ごと植栽できる

ため、一般に裸苗よりも活着がよく、夏季植栽も可能とされている。今回の実験はその検証が目的である。実は昨年9月にも両方の苗を山に植栽して活着の状況を調査したのだが、その時は植栽直後に雨が降ったためか、活着はいずれの苗もほぼ同じという結果になった。そこで今回は温室内に両方の苗を植栽して土壌の水分条件をコントロールし、水をやらずにいつまで耐えられるかを比較した。

植木鉢に土を詰め、研究室の皆で手分けして苗木を植えていった。簡単な作業のはずなのだが、温室での作業にあまり慣れていないためか、暑さのためか、はたまたキャンパス内という中途半端な手近さに油断して準備不足を招いたためか、植え付け作業はいろいろ手間取った。それでもなんとかその日のうちに無事に植え付けを終え、植木鉢の配置等も決めて作業が終わった。実験施設らしくなってきた温室を後に、疲労感と安心感を抱いてそれぞれ研究室に引き上げたときには日も傾きかけていた。

もちろんこれで一安心とはいかず、実験を始めた以上は途中で休むわけにはいかない。お盆休みだろうが何だろうが、乾燥に耐える苗木の状態を記録してデータにしないといけない。学生たちは帰省やアルバイトで姿を消し始めた。教員も夏季一斉休業ということで、大学に来て仕事をしていることが見つかりでもしたら怒られるに違いない。植え付けのタイミングを間違ったとやや後悔しながら、あまり目立たないように温室に行き、日々データを取り続けた。暑い中の温室通いは体力の消耗も著しいが、ありがたいことに苗木も少しずつ枝先から枯れてきた。苗木がいつまで耐え続けるのかを調べるのが実験の目的だったが、データを取る人間の方がいつまでもつかも試されているようだ。

森林科学 76

予告

特集

樹木と森林(もり)の病気を科学する — 樹木病害研究の最前線 — (仮)

森林科学 76 は 2016 年 2 月 発行 予定 です。ご 期待 ください。

本会 は、複 写 権 の 行 使 に つ い て、下 記 の 一 般 社 団 法 人 学 術 著 作 権 協 会 に 委 託 し て い ま す。本 誌 に 掲 載 さ れ た 論 文 の 複 写 を ご 希 望 の 方 は、公 益 社 団 法 人 日 本 複 写 権 セ ン タ ー (一 般 社 団 法 人 学 術 著 作 権 協 会 が 社 内 利 用 目 的 の 複 写 に 関 す る 権 利 を 再 委 託 し て い る 団 体) と 包 括 的 許 諾 契 約 を 締 結 さ れ て い る 企 業 等 法 人 の 社 員 に よ る 社 内 利 用 目 的 の 場 合 を 除 き、日 本 森 林 学 会 が 複 写 に 関 す る 権 利 を 委 託 し て い る 下 記 の 団 体 か ら 許 諾 を 受 け て 下 さ い (社 外 領 布 用 の 複 写 は 許 諾 が 必 要 で す)。電 子 的 複 製 に つ い て も 同 様 で す。

一般社団法人学術著作権協会
107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F
info@jaacc.jp <https://www.jaacc.jp/>

お知らせ

- ・「森林科学」では読者の皆様からの「森林科学誌に関する」ご意見やご質問をお受けし、双方向情報交換を実践したいと考えております。手紙、fax、e-mailで編集主事までお寄せ下さい。
- ・日本森林学会サイト内の森林科学のページでは、創刊号からの目次がご覧いただけます。また、バックナンバー（完売の号あり）の購入申し込みもできます。
- ・56号以降については、森林学会会員の方は別途お送りするパスワードでオンライン版をご利用になれます。パスワードに関するお問い合わせは編集主事へどうぞ。

森林科学編集委員会

- 委員長 太田 祐子 (森林総研)
委員 加賀谷悦子* (昆虫/森林総研)
松浦 俊也* (経営/森林総研)
小川 泰浩 (防災/森林総研)
江口 則和 (保護/愛知県森林・林業技術セ)
山田 祐亮 (経営/日本森林技術協会)
橋本 昌司 (土壌/森林総研)
平野悠一郎 (林政/森林総研)
磯田 圭哉 (育種/森林総研)
田中 恵 (土壌・造林/東京農大)
斎藤 仁志 (利用/信州大)
田中 憲蔵 (造林/森林総研)
宮本 敏澄 (北海道支部/北海道大)
松木佐和子 (東北支部/岩手大)
逢沢 峰昭 (関東支部/宇都宮大)
松浦 崇遠 (中部支部/富山県森林研)
長島 啓子 (関西支部/京都府立大)
川崎 章恵 (九州支部/九州大)
(*は主事兼務)

編 集 後 記

今回の特集では、日本各地及びアメリカにおける森と水・河川を結びつけた取り組みが詳細に取り上げられています。コーディネーターの泉桂子さん(岩手県立大)をはじめとした7名の方々によって、「流域と森林」をめぐる多様な関わりや様々な論点が提起されており、非常に充実した内容となっています。

森林の水源涵養機能をはじめ、水を維持管理するにあたっての森林の重要性は、既に社会に幅広く認識されてきました。例えば、日本の地方自治体で導入が進んでいる森林環境税は、そうした重要性認識の表れであると考えられます。その一方で、森林をどのように経営・管理すれば持続的・効果的な機能発揮が担保できるのかは、多くの地域で依然として試行錯誤の下にあり、また社会的な認知や共通理解もそこまで得られていないように思われます。森林環境税の効果的な使い道は何なのか、研究成果や社会ニーズを踏まえた保安林の指定や管理はどうあるべきか、その担い手や財源をどのように確保していくかといった問いは、こうした試行錯誤の具体的な表

象と捉えることもできます。

今回の特集では、流域と森林をめぐる物質循環等の科学的な知見はもちろんのこと、水源林や魚附林の経営・管理にあたっての制度設計(行政体系、財源確保、ゾーニング、権利関係、人材育成等)の推移や、現状の事例の紹介を通じて、上記の点に踏み込んでいます。

すなわち、流域と森林の持続的・効果的な管理に向けて、どのような望ましい方向性があり得るのが、各論を通じた共通の目的となっているように思います。各地でこの課題に取り組まれている方々は、是非ご一読頂き、ご自身の活動の現況と照らし合わせてみてはいかがでしょうか。そこから得られる広がりや、今回の特集の狙いの一つにもなっています。

さて、森林科学では、特集の内容を随時募集しています。今後、取り上げて欲しい内容等が有りましたら、是非編集部までご連絡下さい。

(編集委員 平野悠一郎)

効果持続期間
7年

7年先の確かな未来を

確かな効果

豊富なデータが裏付ける確かな効果で
皆様の信頼に応えてきた
グリーンガード・NEOは
7年間の薬効期間という
新たな時代の夜明けを
迎えました。



松枯れ防止樹幹注入剤

グリーンガード®・NEO

Greenguard® NEO

農林水産省登録：第22028号

グリーンガードホームページ

www.greenguard.jp/



必ずラベルに記載の使用方法・安全使用上の注意を
よく読んで使用してください。

農林水産省登録第22028号

松枯れ防止ノ樹幹注入剤

グリーンガード®・NEO

Greenguard® NEO 90ml入

製造番号および最終有効年月は底面に記載

「林業遺産」 選定事業について

日本各地の林業は、地域の森林をめぐり人間の営みの中で編み出され、明治期以降は海外の思想・技術も取り入れつつ、大戦期の混乱を経て今日に至るまで、多様な発展を遂げてきました。

日本森林学会では、学会100周年を契機として、こうした日本各地の林業発展の歴史を、将来にわたって記憶・記録していくための試みとして、「林業遺産」選定事業を2013年度から開始しています。

各年度ごとに、林業発展の歴史を示す景観、施設、跡地等、土地に結びついたものを中心に、体系的な技術、特徴的な道具類、古文書等の資料群を、林業遺産として認定しています。

会員の方々はどなたでも推薦できます。非会員の方も、該当される地区の林業遺産地区推薦委員等を通じて応募することができます。

詳細情報については、学会ウェブサイト「林業遺産」をご参照下さい。

<http://www.forestry.jp/activity/forestrylegacy/>



林業遺産
ロゴマーク



日本森林学会

The Japanese Forest Society Since 1914