ISSN 0917-1908

JAPANESE FOREST SOCIETY 1914

森林科学

［特 集］

ヨーロッパ林業の最前線
―組織・制度に焦点をあてて―

シリーズ
森めぐり

シンガポール　ブキティマ自然保護区
種多様性に富む照葉樹林
―宮崎大学田野フィールド（演習林）―

現場の要請を受けての研究

三重県大台町における人工林の立地環境評価に基づく森林管理

No. 68
June 2013

森林科学 68
contents
2013.6

特集 ヨーロッパ林業の最前線―組織・制度に焦点をあてて―

欧州における私有林経営の組織イノベーション 2
岡　裕泰

欧州における森林と林業、そして木材貿易の展望 3
立花　敏

ドイツの林業・林産業における近年の動き 6
堀　靖人

オーストリアの林業・林産業における近年の変化 9
―日本との比較を通じて―
久保山　裕史

スイスの林業・林産業における近年の動き 13
石崎　涼子

スロバキアの森林・林業と共有林 16
大田　伊久雄

フィンランドの２つの森林所有者共同組織 20
山本　伸幸

スウェーデンの森林政策 23
―「非規制的森林政策」はなぜ機能するのか？―
柿澤　宏昭

森林科学　No.68
2013 年 6 月 1 日発行

領　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：スイスの首都ベルン近郊のエンメンタール地方の森林。農家が所有する小規模な私有林が多いが、木材の共同販売体制を強化している。特集「ヨーロッパ林業の最前線―組織・制度に焦点をあてて―」より（13 ページ）

シリーズ　森めぐり
シンガポール　ブキティマ自然保護区 26
田中　憲蔵

種多様性に富む照葉樹林 28
―宮崎大学田野フィールド（演習林）―
髙木　正博

コラム　森の休憩室Ⅱ　樹とともに
緑陰 30
二階堂　太郎

シリーズ　うごく森
食べ尽くされた森でさらにふえるシカ 31
高橋　裕史

シリーズ　現場の要請を受けての研究
35 三重県大台町における人工林の立地環境評価に基づく森林管理
長島　啓子

シリーズ　森をはかる
39 空を背景にして葉量の変化をはかる
久米　篤

41 Information
ブックス
北から南から

ヨーロッパ林業の最前線―組織・制度に焦点をあてて―

欧州における私有林経営の組織イノベーション

岡　裕泰（おか　ひろやす、森林総合研究所）

ここ数年、日本における森林・林業政策の改革論議の中で、ドイツ、オーストリア、フィンランドなど欧州の技術や制度・政策が頻繁に引き合いに出されている。生産性の高い先進技術だけでなく、制度・政策面においてもこうした諸外国の事例について比較検討することは、新たな制度改革や政策を考える上できわめて有用なことが多い。そんな中で、本特集の執筆者たちは、2011年度から「私有林経営における組織イノベーションに関する国際比較」という科研費の研究プロジェクトを行っている。そこでは多くの先進国社会に共通する問題である私有林所有者の不在村化や、丸太販売先である木材加工業の大規模化等に対応した中小私有林経営の組織イノベーションともいえる森林組合などの共同組織の形成や、その連合体の形成について、さらには公私の役割の見直しによる行政改革の動きについて、その歴史と最新の動向を調査・分析している。また森林所有者と素材生産（伐採）業者、森林組合などの仲介者、および木材加工業・製紙業といった森林セクターの主体間の木材取引を巡る需給調整や価格交渉を含む諸関係についても調査・分析を行っている。

欧州では各国政府資金による研究プロジェクトの調整を行う「欧州科学技術協力のための政府間枠組：European Cooperation in Science and Technology（COST）」という制度があるが、そのプロジェクトの1つとして、「森林セクターのためのイノベーションと開発政策の統合」に関する研究協力プロジェクトが2006年から2010年まで行われた。COST Action E51と呼ばれている。欧州科学技術協力の中でAction Eは森林・林業・林産業に関する研究プロジェクトとなっており、これはその分野の51番目のプロジェクトである。われわれの科研のタイトルもこの欧州のプロジェクトに触発されたものである。その主要成果の1つはCOST事務局からインターネット上で無償提供されている[1)]。そこでは森林セクターでのイノベーションに影響を与える林業政策、森林産業政策、イノベーション政策、農村開発政策、地域開発政策、持続可能な開発政策、および再生可能エネルギー政策の7つの政策分野について政策レベルでの分析結果が示されている。もう1つの主要成果は、森林セクターの現場におけるより具体的な事例をふまえて、生物多様性、二酸化炭素吸収、レクリエーションなど森林の公益的機能に関わる外部経済効果に対して必要な支払いが行われるための制度的イノベーションと、小規模生産者の提携やバイオマスエネルギーを含む木材価値連鎖に関するイノベーションについて精査したもので、CABIから出版されている[2)]。

本特集ではこうした成果をふまえながら、欧州諸国の森林・林業が直面している問題の現状とそれに対応するための変革あるいは伝統維持の実態について、特に組織や制度に焦点をあてて紹介したい。とくにドイツ、オーストリア、スイスの林業・林産業における各主体間連携を含む近年の動向、スロバキアの共有林経営、フィンランドの育林部門と林産部門の2つの森林所有者共同組織、最小限の規制で資源・環境を保全するスウェーデンの森林政策を取り上げる。その中から日本の林業が直面している問題解決のヒントが得られれば幸いである。

引　用　文　献

1）Rametsteiner E., Weiss G., Ollonqvist P, Slee B.（Eds）（2010）COST Action E51. Policy Integration and Coordination : the Case of Innovation and the Forest Sector in Europe. COST Office 199pp. http://www.cost.eu/library/publications/10-15-Policy-Integration-and-Coordination-the-Case-of-Innovation-and-the-Forest-Sector-in-Europe

2）Weiss G., Pettenella D., Ollonqvist P., Slee B.（Eds）（2011）Innovation in Forestry : Territorial and Value Chain Relationships CABI 319pp.

欧州における森林と林業、そして木材貿易の展望

立花　敏（たちばな　さとし、筑波大学）

はじめに

欧州主要国は、1990 年代より持続可能な森林管理と木材利用へ向けた取り組みを先駆けて展開し、世界各国をリードしてきた。世界の森林面積が減少する中にあって、欧州の森林面積は 1990 年代、2000 年代ともに増加しており（FAO 2011）、安定した森林管理が行われてきたと考えられる。

本稿では、こうした欧州における近年の森林や林業、木材貿易を地域性に注目し、また日本と対比させつつ概観する（表 –1、図 –1 参照）。

森林資源

2010 年における欧州（ロシアを除く）の森林面積は 2.1 億 ha であり、1,000 万 ha 超の森林を有する国は、スウェーデン（約 2,820 万 ha）、フィンランド（約 2,216 万 ha）、フランス（約 1,595 万 ha）、ドイツ（約 1,108 万 ha）、ノルウェー（約 1,007 万 ha）の 5 カ国である。日本より森林面積が多い国は、スウェーデンだけである。

土地面積に対する森林の割合（森林率）は、欧州全体では 32％であり、日本の半分に過ぎない。国別にみると、森林率が日本を上回るのはフィンランド（73%）とス

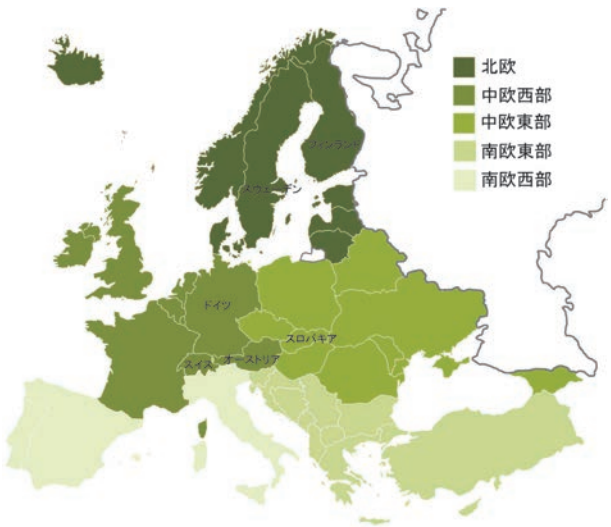


図 –1　欧州の地域区分（UNECE/FAO(2011) State of Europe's Forests 2011, p.13 をもとに加工・加筆して作成）

表 –1　欧州における 2010 年の森林・林業の概要
（＊正の値は純輸出（輸出超過）、負の値は純輸入（輸入超過）を意味する。UNECE/FAO (2012) The European Forest Sector Outlook Study II 2010-2030 より著者作成）

	単位	北欧	中欧西部	中欧東部	南欧西部	南欧東部	欧州
森林面積	百万 ha	69.3	36.9	44.0	30.8	29.9	210.9
森林率	%	52.1	26.4	26.8	34.8	23.1	32.2
1 人当たり森林面積	ha	2.18	0.15	0.29	0.27	0.25	0.31
生産林面積	百万 ha	54.5	34.4	33.9	24.8	21.3	168.9
1 ha 当たり森林蓄積量	m^3/ha	117	227	217	81	140	155
1 ha 当たり年間成長量	m^3/ha	4.6	7.8	5.6	3.3	5.9	5.4
炭素固定量	百万トン	3,115	3,410	3,988	1,082	2,038	13,632
森林伐採量	百万 m^3	181	172	114	29	17	513
木材販売額	百万ユーロ	4,979	7,941	2,596	703	1,524	17,743
生物多様性などのための保護林	百万 ha						38.4
私有林率	%	71	62	12	72	16	50
国内総生産に占める森林部門の割合	%	2.2	0.8	1.6	0.8	0.7	1.0
森林産業部門の従事者数	1,000 人	346	925	879	582	406	3,138
丸太換算 1 人当たり木材消費量	m^3	3.0	1.5	0.8	1.0	0.7	1.2
丸太換算純貿易量 (*)	百万 m^3	103	–49	5	–36	–16	8

ウェーデン（69%）で、オーストリアは47%、ドイツ、スイス、フランスは3割前後となっている。

UNECE/FAO（2011）によると、現存森林の67%が天然更新したものであるが、その割合はスイス（82%）、フィンランド（72%）、スウェーデン（62%）、スロバキア（59%）、ドイツ（52%）のように国により幅がある。また、伐採後の森林の更新について、2005年のデータをみると、フィンランドでは約8割、スウェーデンで7割以上、スロバキアでも約2/3が植栽や播種による人工更新であるのに対して、ドイツでは半分程度、フランスでは約3/4、スイスでは約9割が天然更新である。ここからは、北欧等における人工更新率の増加も読み取れる。

人口1人当たり森林面積は、北欧が2.2haで際立って多い。欧州全体での平均値は0.3haであり、世界平均の0.6haに比べると半分程度である。中欧や南欧の多くの国は0.2～0.3ha程度であり、日本の0.2haと大きな差はない。

森林の齢級構成は、20年生までが約24%、21～40年生と41～60年生と61～80年生がそれぞれ15%余り、81～100年生が10%余りを占めている。若齢が幾らか多いものの、齢級構成に偏りは少ない点が日本とは異なる。

1ha当たり森林蓄積量は、中欧で多く、北欧、南欧では少ない。中欧の蓄積量は、日本よりha あたり40～50m^3も豊富である。森林蓄積量の差異を生む一因となっていると考えられるのが、1haあたりの年間成長量の違いである。中欧西部の1haあたり年間成長量は7.8m^3と高いが、北欧は4.6m^3、南欧西部は3.3m^3と低い。

木材生産の対象となる生産林面積は、欧州全体としては森林面積の80%を占めている。生物多様性などのための保護林は4,000万ha近い面積である。

欧州の私有林率は平均すると50%であるが、北欧と南欧西部が70%を超えて高く、中欧西部でも62%と比較的高い。逆に、中欧東部と南欧東部はそれぞれ12%、16%と低い。こうした所有形態の違いは林業活動に少なからず影響を与えることとなる。

森林産業部門

林業や紙パルプ製造業、製材・木製品製造業を含む欧州の森林産業部門では、特に重要な位置を占めているのが北欧と中欧である。

まず、森林産業部門の国内総生産（GDP）に対する貢献（2010年）をみると、欧州では1.0%であり、日本の0.65%に比べて高い。地域別に見ると、北欧における貢献が2.2%と最も高く、中欧東部も1.6%ある。その他の地域でも0.7～0.8%と、日本よりも若干高い。

森林伐採量をみると、北欧が最多で1.8億m^3であり、それに中欧西部の1.7億m^3、中欧東部の1.1億が続き、南欧は少ない（写真-1）。一方、木材販売額でみると中欧西部が約79億ユーロと最も高く、北欧が約50億ユーロ、中欧東部が約26億ユーロとなっており、これら3地域で欧州全体の販売額の87%に達する。

森林産業部門の従事者数は、約314万人であり、中欧に多く、北欧に少ない。この従事者数と森林伐採量や木材販売額との関係を考慮すると、北欧においてより林業生産性が高く、南欧はやや劣ると考えられる。

国連欧州経済委員会の林産物統計によると、欧州における用材生産量は2003年の4.3億m^3から2007年の5.1億m^3へ増加し、2008年のリーマンショックを契機に2009年に4.3億m^3まで減少したものの、2011年には4.8億m^3まで持ち直した。用材生産量が2011年に5,000万m^3を超したのは、スウェーデン（7,210万m^3）、ドイツ（5,614万m^3）、フランス（5,504万m^3）、フィンランド（5,077万m^3）の4カ国であり、オーストリア（1,870万m^3）は日本と同程度の生産量である。欧州の木材生産量のうち約7割は針葉樹材である。

欧州の木材生産において特筆すべきは、安定した量を保っていることである。例えば、2000年代にスウェーデンでは7,000万m^3、フィンランドでは5,000万m^3、オーストリアでは2,000万m^3、スイスでは500万m^3を上下

写真-1　オーストリアのシュタイヤーマルク州における伐採現場（2010年7月、石崎涼子氏撮影）

する生産量を維持している。ドイツでも年によって例外はあるものの、概ね 5,000 万 m^3 台を維持している。また、スロバキアのように木材生産量が増加している国も少なくない。

木材の消費と貿易

欧州における丸太換算 1 人当たり年間木材消費量は 1.2 m^3 である（Timber Database 2012）。日本におけるその量は 1970 年代前半に 1.0 m^3/ 年であったが、近年では 0.5 ～ 0.6 m^3/ 年に減少しており、欧州は日本と比べて約 2 倍の木材を消費している。その量は、北欧で 3.0 m^3/ 年、中欧西部で 1.5 m^3/ 年と多く、その他の地域は 0.7 ～ 1.0 m^3/ 年であるが、いずれの地域も現在の日本の消費量を上回っている。

欧州における 2010 年の丸太換算純貿易量は約 800 万 m^3 の輸出超過であったが、地域によりその内容は異なる。北欧と中欧東部はそれぞれ約 1 億 m^3 と 500 万 m^3 の輸出超過であり、中欧西部と南欧西部と南欧東部はそれぞれ 4,900 万 m^3、3,600 万 m^3、1,600 万 m^3 の輸入超過である。欧州では、林産物に関して地域内の貿易を主にしながら、ロシア等から原料を輸入し、製品をアジアに輸出する構造となっている。また、アフリカ等からの南洋材輸入は減少傾向を辿ってきた。

丸太消費量が多い国は、スウェーデン、ドイツ、フィンランド、フランス等であり、2000 年代半ば以降に、スウェーデンは概ね 7,000 万 m^3 超を、ドイツ、フィンランド、フランスは 5,000 万 m^3 超となっている。これらの国では木材産業が発展していることから、丸太の需要も多い。例えば、フィンランドはロシアからの丸太輸入が多く、2000 年代以降に数百万～千数百万 m^3 の輸入超過となっており、スウェーデンやオーストリアでも同様に数百万 m^3 の輸入超過が続いている。ドイツも 2008 年までは丸太輸出の方が多かったが、2009 年以降は輸入超過となり、その量は 2010 年以降に 400 万 m^3 を超えている。そして、これらの諸国で加工された木材製品や紙製品の多くは輸出に向けられている。他方、フランスやスロバキア、スイスは丸太輸出の超過が続いている。フランスでは、2000 年代半ばに百数十万 m^3 の輸出超過であったが、2009 年以降にその量は 411 ～ 591 万 m^3 に達している。スロバキアやスイスは 100 万 m^3 前後の輸出超過である。

おわりに

このように欧州の多くの国では、持続可能な森林管理を推進しながら保続的に木材生産・利用を進めてきた。UNECE/FAO（2012）をもとにすると、2030 年に向けて森林面積が数％、森林蓄積量は 2 ～ 3 割増加すると見込まれる。そして、森林蓄積量や 1 ha 当たり年間成長量の増加に伴って森林伐採量も増えていくと予測される。需要面では、今後木材製品は安定して推移し、木質バイオマスは増加する可能性が示されている。

欧州では 2013 年 3 月に木材規制が発効となった。これは、違法伐採材やその製品の貿易に対抗すべく、第 1 にそれらが EU 市場に最初に入る時点で取り締まること、第 2 に輸入する EU 内の取引業者に対して自らのサプライチェーンにおいて追跡可能とすること、第 3 にそれらの供給者と顧客に関する記録を残すことを主要な義務としている。森林認証の展開や木材規制の導入により、欧州では持続可能な森林管理や木材利用の推進が一層進むと期待される。

そして、欧州の木材貿易に関しては、合法性や持続可能性の確かな木材の輸入を進めつつ、アジアを初めとする国際市場へ木材製品を輸出する方向性が強まると考えられる。

引　用　文　献

UNECE/FAO（2012）The European Forest Sector Outlook Study II 2010–2030

UNECE/FAO（2011）State of Europe's Forests 2011

FAO（2011）Global Forest Resources Assessment 2010

UNECE/FAO TIMBER database 2012

ドイツの林業・林産業における近年の動き

堀　靖人（ほり　やすと、森林総合研究所）

はじめに

日本林業の再生の姿としてドイツ林業がモデルの 1 つとされている。ドイツでは、日本と同様に先進工業国でありながら、木材生産を増やし、林業および木材関連産業は成長産業として位置づけていることがその理由である。図 –1 は 1980 年代以降の日本とドイツの木材生産量の推移を示している。ドイツの森林面積は 1,100 万 ha で日本の人工林面積（生産林とみなされる）とほぼ同じである。1980 年代においては日本とドイツの木材生産量はほぼ同じであった。しかし、1990 年代半ば以降、ドイツの木材生産量は増加傾向を示し、逆に日本の木材生産量は減少をたどっていく。1990 年代以降は経済のグローバル化の波が押し寄せ、それが深化していった。日本とドイツの木材生産量の動向は、グローバル化の波にうまく乗ったドイツと、乗りきれなかった日本との明暗を示している。

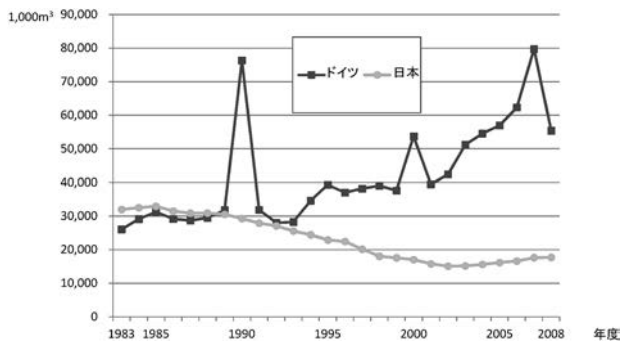


図 –1　日本とドイツの木材生産の推移（1983 ～ 2008 年）（日本のデータは農林水産省木材需給報告書各年度版、ドイツのデータは BMELV　Holzmarktbericht 各年度版より作成）

ドイツにおいて木材生産量が増加した理由は、林道網の整備や林業の機械化が進んだことにのみ求められるわけではない。より重要な点としてドイツ木材産業の展開があげられる。結論からいえば、ドイツの木材産業のグローバル化への対応、すなわち、木材産業とりわけ製材業における生産集中化と針葉樹製材への特化により製材業が国際競争力をつけたことがあげられる。ドイツでの林業の展開は、木材産業の構造変化があって、木材供給側である林業がその変化に適応するという形で進んだといえよう。以下では、ドイツ林業の生産拡大を支えた木材産業とその構造変化とそれに対する供給側の対応について述べる。

ドイツ製材業における構造変化

ドイツでは、生産される木材が幹材、産業用材、燃材の大きく 3 つに分けられる。幹材は主に製材工場で用いられ、産業用材は主にパルプや木質ボードの原料として用いられる。燃材はエネルギー利用である。この中で最も高い価格で取引されるのは幹材である。表 –1 は、ドイツの主要な木材産業の木材消費量を示している。これによると木材消費の大半を製材工場が占めていることがわかる。価格が高い幹材を大量に消費する製材工場の存在は、ドイツ林業にとって非常に重要である。

ドイツの製材工場は年々その数を減らしている。1970 年には製材工場は約 5,500 工場であった。しかし、1980 年には約 3,500 工場となり、90 年には 3,000 工場を下回り、2000 年には 2,000 工場強となった [1)]。工場数が減少傾向にある中、製材工場の生産量は図 –2 で示したように 2000 年から急激に増加している。より少

表 –1　ドイツの主な木材産業別の木材消費量（2010 年）

単位　1,000m³

	製材工場	単板工場	パルプ工場	削片板工場	繊維板工場	合板工場
木材	27,564	168	6,763	4,911	5,260	64
工場残材	0	0	3,787	11,474	5,663	0
合計	27,564	168	10,550	16,385	10,923	64

資料　BMELV（2011）Holzmarktbericht 2010

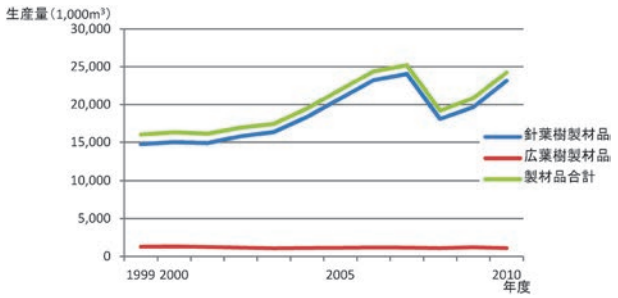


図-2　ドイツの針葉樹・広葉樹別製材品生産量の推移
(BMELV Holzmarktbericht　各年度版より作成)

数の製材工場でより多くの生産が行われており、生産集中化が進んでいることがわかる。製材業全体の生産量が減少もしくは伸び悩んでいる日本の事情とは大きく異なっている。

ドイツの製材業の生産量が急増している理由として、ドイツ製材業が国際競争力をつけて内需向け産業から輸出産業へ変化したことが考えられる。この間、とりわけ生産量を伸ばしたのは針葉樹製材であり、広葉樹製材は伸び悩んでいる。ドイツ製材業は針葉樹製材に特化することで、競争力をつけていったと考えられる。

このことは山側の木材生産にも影響を及ぼしている(写真-1)。ドイツの木材生産の中で針葉樹材、とりわけ主に製材に用いられる針葉樹幹材の占める割合が高まる傾向にある。2007年の木材生産量に占める幹材の割合は61%に達しており、ドイツ林業の主力樹種であるトウヒに限ると同割合は73%に達している[2)]。幹材の方が産業用材や燃材よりも高い価格で取り引きされていることから、幹材生産がドイツ林業を支えているといえる(写真-2)。

木材産業の需要構造の変化に対する木材供給側の対応

製材工場数の減少と大型工場への生産集中化は、木材の供給側にも影響を及ぼした。

以前は、森林所有者は個別に木材を販売していた。製材用材(幹材)に関しては、森林所有者は自分で製材工場と価格交渉して、工場に直接販売するのが一般的であった。産業用材については仲買人が各森林所有者と価格の交渉を行い、仲買人が製紙会社などに木材を販売していた。しかし、このような形態では、価格の設定が個々まちまちであること、個々の森林所有者が販売する木材の量は少量なため価格交渉の上で不利であること、木材販売に多大な労力を要することなど、森林所有者にとって不利益が多かった。

他方、製材工場側にとっても、少量の木材を個々の森林所有者とそれぞれ契約して購入するのは手間がかかり、おのずと価格は低く抑えられがちであった。こうしたお互いの不利益は、製材工場の生産規模と取引量が大きくなる中でますます顕著になったと考えられる。

ドイツ製材業の生産集中化にともない、木材供給側は大量の木材を安定的に供給する必要が高まった。しかし、ドイツの森林の所有構造も日本と同様に小規模で分散的なままである。地域密着型の森林官をもってしても施業箇所の団地化や共同施業といった形で木材をまとめて生産することはむずかしい。そこでドイツの木材供給側がとった対応は木材販売の共同化であった。森林所有者が協同組合を作り、協同組合が窓口になって、組合員の木材を大規模な製材工場に販売するやり方である。供給側の協同組合と需要側の製材業など木材産業が販売量、規格と価格を協議して、協定にもとづいて木材取引を行う。協同組合は、供給単位を大きくすることで需要者との協

写真-1　シュバルツバルトの林道端の土場(2012年3月著者撮影)

写真-2　シュバルツバルトのトウヒ林(2008年11月著者撮影)

議を有利に進めることができ、その成果は組合員に還元される。

ここでいう森林所有者の協同組合とは、ドイツ連邦森林法に規定されている森林経営組合（Forstbetriebgemeinschaft：FBG）である。これは日本の森林組合法の施設森林組合とほぼ同じであることから便宜上、森林組合とする。ドイツの森林組合も小規模生産者である森林所有者の経済的な不利益を克服するための協同組合で、木材販売を行うことを重要な任務の 1 つとしている[3)]。なお、ドイツの多くの州では民有林の木材販売を森林官が有料のサービスとして実施することができる。しかし、各州有林改革が進む中でこうしたサービスが継続的に行えなくなりつつあるようだ。

ドイツの森林組合は、2003 年には 1,723 組合で増加傾向にあるようである。1 組合当たりの組合員数はおおよそ 200 名弱で、1 組合当たりの組合員の森林面積は 2,000 ha 前後である。2003 年には森林組合の組合員所有森林面積が 315 万 ha であり、ドイツ全土の私有林と団体有林面積が約 698 万 ha であることから私有林と団体有林面積の 45％を森林組合がカバーしていることになる[4)]。

現在のドイツ木材産業における生産集中化はいっそう強まり、上記のような森林組合の規模では大規模化した製材工場と向き合うには不十分である。そのため森林組合を組織化した林業連合が各地に設立されている（写真–3）。これら林業連合では、年間数十万 m^3 の原木を取扱うにいたっている。

写真 –3　木材販売を行っている林業連合のスタッフ（2011 年 2 月著者撮影）

おわりに

日本では、小規模分散的な所有と生産構造を克服するために施業箇所の団地化や施業共同化に向けた施策が長年行われてきた。しかし、なかなか実績はあがっていない。ドイツの木材産業の展開とそれに対する林業側の対応は、生産過程での共同化・協業化よりも流通過程の共同化の方がより効果的であることを示唆している。

新生産システムモデル事業による一連の施策や製材業の国際競争の激化によって、日本の木材産業と木材流通の構造が変わりつつある。こうした川下の変化に適応した川上および、川中の施策を考えることが必要であることをドイツの事例は示している。

注および引用文献

1）VDS（ドイツ製材協会）の業務資料より。堀　靖人（2010）ドイツ.（世界の林業―欧米諸国の私有林経営―. 日本林業経営者協会編. 日本林業調査会）57–98. 参照 .

2）VDS（2008）Jahresbericht 2007/2008.

3）連邦・州政府は、森林組合の設立のため 2 種類の助成（初期投資と運営資金）を行ってきた。2007 年には新しい助成として森林組合が組合員（森林所有者）の木材を取りまとめて販売する場合に助成を行う木材集荷奨励金（Mobilisierungsprämie für Holz）が加わった。木材集荷奨励金は 10 年間にわたり支給される。ただし、上記の運営資金の助成金と重複して受給することはできない。木材集荷奨励金は、森林組合を通して小規模森林所有者の木材をまとめて有利に販売することを連邦・州政府が重要視していることのあらわれである。

4）堀　靖人・久保山裕史・石崎涼子・平野均一郎（2013）ドイツにおける新しい森林組合―イザール・レッヒ森林組合の設立とその意義―. 林業経済研究 59（1）: 45–54.

オーストリアの林業・林産業における近年の変化

―日本との比較を通じて―

久保山　裕史（くぼやま　ひろふみ、森林総合研究所）

はじめに

オーストリアは、森林面積の割合が多く、地形が比較的急峻であることから、これまで日本との類似性が指摘されてきた。一方、日本の丸太生産量が 1970 年以降、急激に低下してきたのに対して、同国では 1,000 万 m^3 強から 1,800 万 m^3 前後へと増加している。この背景を探ることは、日本林業の再生を考える上で非常に役立つと考えられることから、両国の比較分析を行った。

林業の概況

オーストリアは、北方四島を加えた北海道にほぼ等しい大きさであり、森林率が 47％（日本 67％）、私有林が森林の 70％（日本 58％）と高いことは類似点といえるが、私有林の所有規模は 20 ha 未満が 33％（日本 66％）とやや大きい。また、伐出効率や出材量に影響する森林の平均蓄積は日本の 1.3 倍あり、林業に適した傾斜の緩やかな森林面積の割合は日本よりも高い。日本と大きく違うのは、林道密度が 45 m/ha と日本（14 m/ha）の 3 倍以上であり、その規格（幅員 4 m 以上、耐荷重 40 tf）が異なることである [1)]。

林業が盛んな理由は、これらの好条件とともに、効率的な伐出作業システムが普及しているため、高い立木価格が実現されていることが一因であると考えられる。図 -1 は、製材用丸太に関する立木価格と丸太供給コストの内訳を比較したものである。オーストリアでは、丸太価格が 1 万円 /m^3 以下 [2)] にもかかわらず、5,000 円 /m^3 弱の立木価格が手元に残る計算となった。この試算には、出材量の 22％を占めるタワーヤーダの伐出コスト 28 ユーロ /m^3 を用いたが、最も一般的な方法は、写真 -1 の農業用トラクターを利用した集材方法であり、出材量の 44％を占め、コストは 25 ユーロ /m^3 ということである。農林家が自伐する際にこの方法を用いているが、日本では高出力トラクターはあまり使われておらず、路網も発達していないため、類似の取り組みは困難であると考える。

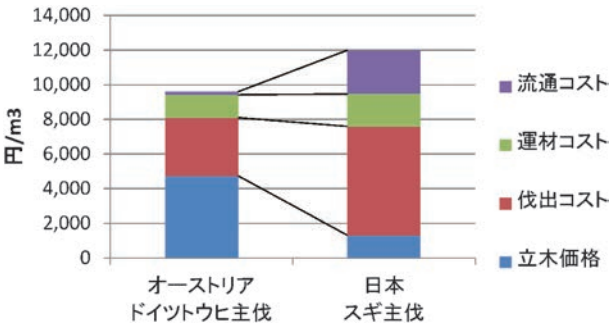


図 -1　丸太価格に占める各種コスト比較
（オーストリアの立木価格は、丸太価格（STATISTICS AUSTRIA）、シュタイヤーマルク州農林会議所配付資料の伐出コスト等から推定し、日本については、木材需給報告書のスギ中丸太価格、林野庁（2009）平成 19 年度素材生産費等調査報告書におけるスギ皆伐の伐出・運材コスト、現地調査による流通コストから推定した）

写真 -1　一般的に見られる農業用トラクターに取り付けたウインチを活用した集材の様子
（2010 年 7 月著者撮影）

一方、日本の場合、伐出コストが 2 倍と高く、丸太の流通コストが余計にかかっていることから、丸太価格が高いにもかかわらず立木価格は 2,000 円 /m^3 にも届いていない。立木価格が低い結果、補助金が出ても再造林費用すらまかなえず、とても主伐には踏み切れない状態にあると推察される。しかし、九州や東北では山土場からの直送を行っている事業体も多く、3,000 円 /m^3 前後の

立木価格は実現されていることから、オーストリアの森林面積あたりの素材生産量が日本の６倍を超えていることの説明としては十分ではなかろう。そこで、次に、オーストリアの林産業界について見てみよう。

林産業の概要

オーストリアの2011年の素材生産量1,870万m^3の内、製材用材1,040万m^3、紙・パルプ・ボード用材320万m^3、燃材510万m^3となっている[3)]。また、戦後一貫して、同国の製材品生産量に対する輸出率は60～70％を維持しており、同国における製材業界の強さを示している。その背景には、森林資源が豊富な割に国内市場が小さい（人口800万人強）ことや、８カ国に囲まれているという地理的状況下で、早くから競争力向上による他国の市場開拓を進めてきたことなどがあったと考えられる。国民一人あたりの所得水準がドイツと同じとなり、1976年に、オーストリア・シリングがドイツマルクと連動するようになったことは、製材輸出にはむしろ不利に働いてきたと考えることができる。

図-2に示したオーストリアの製材生産の推移から、1970年代の終わり頃にチッパーキャンターの普及が始まって以降、１工場あたりの製材品生産量が急拡大し、1990年代のプロファイリングによる高速製材ラインの普及がさらにそれを後押ししていることがみて取れる。製材生産における技術革新は、圧倒的な生産性の向上をもたらし、競争力強化を通じた海外市場開拓を促進すると同時に、原木需要の拡大をもたらしてきた。

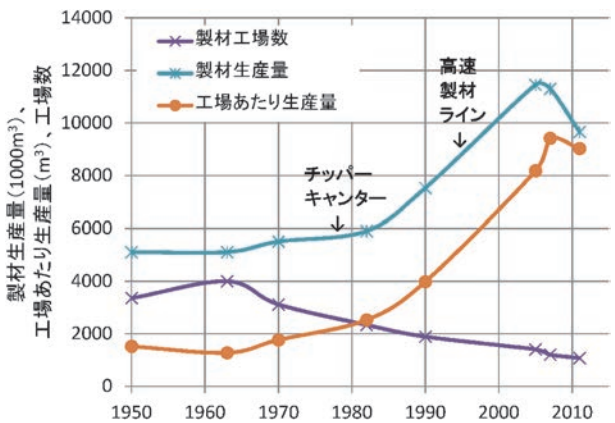


図-2　オーストリアの製材生産の推移
（久保山他（2012）オーストリアにおける丸太の生産・流通構造の変化について、林業経済研究 Vol.58 No.1 より再掲）

図-3に示した両国の丸太の生産と輸入の推移からは、先述の技術革新の結果、オーストリアでは丸太生産量と同時に丸太の輸入量も増加したことがわかる。これに対して、日本では丸太の生産・輸入ともに低下してきた。それは、輸入丸太を利用する製材工場でさえも輸入製品に太刀打ちできずに加工量を減らしてきた、すなわち競争力を失ってきたことの表れともいえよう。

この点に関して、日本の製材業界の状況を示した図-4を見ると、製材生産量は工場数と比例して減少しており、１工場あたりの製材生産量に変化が見られず、規模拡大があまり進んでいない。両国の製材品価格の内、原料費とそれ以外の費用について図-5に示したが、原料費はそれほど変わらないのに、日本の場合、原料以外のコストが非常に大きくなっていることがわかる。これは、製品

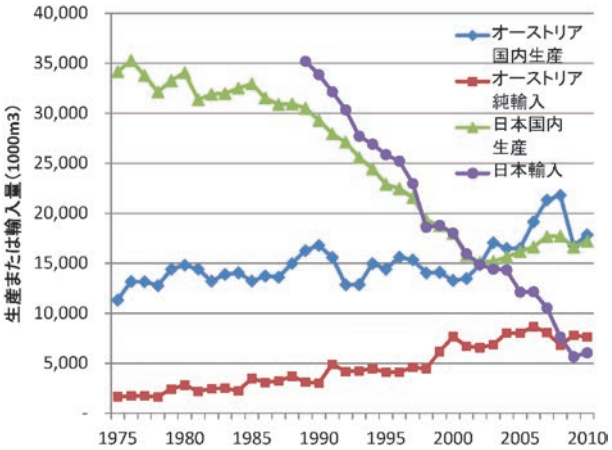


図-3　丸太の生産・輸入の状況
（UNECE（2010）Forest Products Production and Trade Database、農林水産省統計部（2012）木材需給報告書より作成）

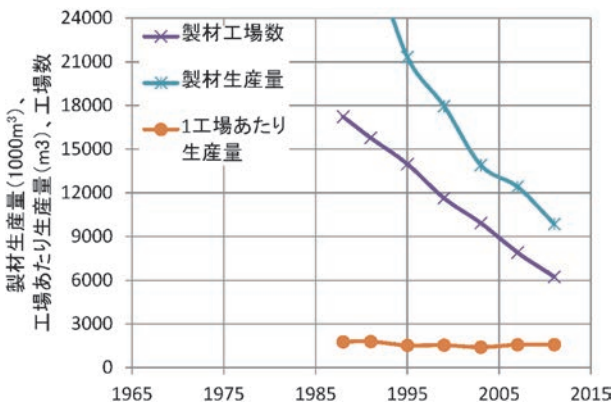


図-4　日本の製材生産の推移
（農林水産省（2012）木材需給報告書より作成）

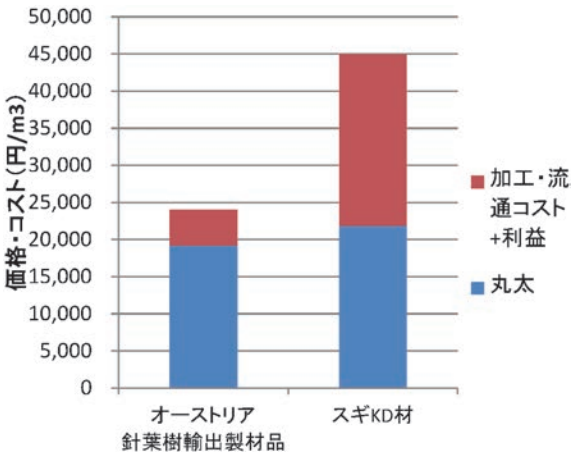


図-5　製材品のコスト構造比較
（Eurostat、農林水産省（2012）木材統計より作成）

1 m^3 あたりの人件費や減価償却費、維持管理費等に大きな違いがあるためである。日本の製材工場数は今後も減少していくものと思われるが、規模拡大等によって競争力を強化し、製材生産量の減少を反転させていくことが望まれる。

オーストリア林業・林産業における主な変化の概要

オーストリアでは、規模拡大に加えて、他国に先駆けた革新技術の導入によって製材業界の競争力が向上するとともに丸太需要の拡大がもたらされている。これからいえることは、イノベーションは川下発であったということである。もちろん、戦後に重点的に整備された林道・作業道や、丸太販売が森林所有者の重要な収入源となってきたことなども大きな要因といえるが、特に近年は、川下にあわせて川上にもイノベーションが起きているものと考えられる。

1980 年代に年間原木消費量が 30 万 m^3 を超す規模の製材工場が増加し始めると、取引単位の小さな中小規模森林所有者は、そうした大規模工場との取引において、不利な立場に立たされることとなった。これに対して連邦中央の農林会議所（LK）では、個別の所有者の丸太販売のとりまとめ等を目的とした林業協同組合（WV）を立ち上げ、各州における中小規模森林所有者の組織化を開始した。その当時、シュタイヤーマルク州では、中小規模の森林所有者が丸太の共同販売等を行う地区林業組合（WWG）がいくつかの町村をまたがって設立されていたが、1990 年にそれらを結集して州全体を束ねる州林業協同組合（WV-stmk）が設立された。

林業協同組合は、林業所得の向上と林業支出の削減を目的としていることから、成長量の割に伐採量の少ない中小規模森林所有者の活性化に役だっており、主要な林業政策課題である丸太供給量の拡大にも整合的であることから、その設立には 5 年間補助金が支給されている。筆者らの調査結果から、林業協同組合の役割は、共同販売による有利な価格形成および迅速な代金支払いもさることながら、最も重要な役割は、確実な丸太販売代金の回収であることが明らかとなった[4]。図-2 からもわかるように、1990 年以降、製材工場数は半減しており、多くの工場が淘汰されてきたことがわかる。中小工場の倒産だけでなく、大規模工場の倒産・再生も珍しくなく、そのような場合でも森林所有者に丸太販売代金が支払えるように、保険をかけている。また、共同販売事業を積極的に展開するために、公益性の高い農林会議所とは別に林業協同組合が設立された上で、さらに、組合の丸太販売部門は有限会社（GmbH）化されている。

川下の大きな変化として、もう一つあげておかなければならないのは、木質バイオマスエネルギー利用の拡大である。元々、薪利用が盛んであったが、1980 年代に石油価格の上昇を背景としてチップボイラーを用いた地域熱供給が各地に広がった。その後、2003 年に再生可能電力の固定価格買取制度（FIT）が本格的に導入されたことによって熱電併給施設（CHP）が急増し、2000 年以降丸太換算で 400 万 m^3 分の需要拡大がもたらされた。

木質バイオマスの内訳は、ストーブ等における薪・ブリケット利用が丸太換算で約 780 万 m^3、チップは地域熱供給等で 610 万 m^3、CHP で 430 万 m^3、ペレットはボイラー等において 130 万 m^3 となっており、合計で 1,950 万 m^3 にも上っている[5]。これらの供給源は、製材工場等からの鋸屑・チップが約 560 万 m^3、バークが 270 万 m^3、森林からの燃材が 720 万 m^3（二次流通・輸入を含む）、低質材を主とする林地残材 390 万 m^3 となっている。この数字からも分かる通り、製材工場系の残材がバイオマスエネルギー供給の 40％を超えており、高い競争力を誇る製材業界がバイオマス供給でも大きな役割を果たしている。大型の製材工場では、熱電併給施設を持っており、工場内に熱や電気を供給するだけでなく、地域に熱や電力を販売するとともに、鋸屑やプレーナー屑を用いてペレットを生産しているところも多い。また、ある製材工場のバークは、工場渡しの販売単価が 11 ユーロ / 層積

m^3（約 8 円 / kg -dry）とチップの販売単価 16 ユーロに近い水準となっており、製材製品だけでなく、バイオマスや熱（電力）販売収入が経営を支えているものと推察される。

2000 年以降のバイオマス供給拡大を支えたのは、製材生産拡大に伴う工場残材供給増と、森林からの供給拡大であった。林地残材は一般的に林道端でチップ化されると同時にコンテナー投入され、トラクターやトラックで輸送される。2008 年時点の調査結果によれば、林地残材チップの販売価格は 15 ～ 16 ユーロ / 層積 m^3 となっており、製紙用の背板チップ価格とほぼ同じ水準となっている。実際、バイオマス利用が拡大した結果、薪の価格が上昇しており、それにつられてパルプ材の価格も若干上昇してきている。前出の農林会議所や林業協同組合は、木質バイオマスのエネルギー事業展開あるいは森林系バイオマス供給の拡大を先導し、低質材の新たな需要先の拡大に成功した結果、パルプ材価格の向上を実現し、森林所有者の所得向上に寄与してきたということができる。

まとめ

オーストリアでは、連邦有林や大規模山林所有者は、基盤的な丸太供給者として成長量の 80％前後の伐採を行ってきたが、近年、川下発のイノベーションによって丸太需要がさらに高まってきた。これに対して、中小規模森林所有者からの供給量は総量こそ大きいが、成長量の 50％程度しか伐採しておらず、その活性化が林業、林産業、行政の共通の課題となり、具体的な取り組みが実施されてきた。このうち、最も顕著なものとしては、前出の林業協同組合による森林所有者の組織化を通じた取り組みをあげることができる。

その他の取り組みとしては、林業・木材・紙・パルプ産業協力プラットフォーム（FHP）の取り組みをあげることができる。FHP は、川上側の農林会議所や林業協同組合、農林業経営者協会と川下側の商工会議所木材産業部会、同製紙産業部会、製紙産業協会によって組織されている。そして、川下から川上までが一体となって、国内の丸太供給の拡大に向けて供給構造の改善策を協議してきた。その成果の一つに、丸太の取引の標準化を進めるための「素材流通規則」の改訂があり、これによって取引結果の IT による共有化が進み、取引の透明化が進展した。

もう一つ、大手林産企業による丸太確保へ向けた取り組みについて述べておく。老舗の MM 社の事例であるが、丸太需給の引き締まりに対応するべく、集材専門子会社を企業内分社化し、中小規模森林所有者への営業を強化している。林業協同組合よりも迅速な代金支払い等のサービス向上によって丸太を確保するとともに、所有者の自伐が冬場に集中することから、出材量が偏るのを避けるべく立木購入の拡大に努めていた。

この他にもいくつかの変化が起きているが、いずれにしても、川下発のイノベーションに川上が対応あるいは対抗するというものであった。日本においても、既に、合板産業の地域材利用の拡大や製材工場の規模拡大によって、一部の地域では、森林組合系統等による共同販売や林産企業の集材事業強化等のイノベーションが起きつつある。しかし、オーストリアでは林業意欲の高い森林所有者と林産企業が直結している（所有者は販売先と販売結果を知っている）のに対し、日本の多くの場合は、森林所有者と林産企業との間に立木を購入した伐出業者等、あるいは丸太を扱う原木市場等が介在することによって情報が寸断されているという違いがある。森林所有者と林産企業との間の取引の透明性を高めることによって、林業の魅力を高めていくことが今後の日本林業の復活には不可欠であると考える。

注および引用文献

1）白井裕子（2007）オーストリアの林道整備．森林利用学会誌 22(3)：205–210.

2）オーストリアにおける丸太材積の推計方法は、日本の末口二乗法より 5％ほど少なく計算される可能性が高いことも考慮に入れる必要がある。

3）素材生産量や利用方法の内訳は Lebensministerium（2012）Holzeinschlag2011 を用いた。

4）久保山裕史・堀　靖人・石崎涼子（2012）オーストリアにおける丸太の生産・流通構造の変化について―シュタイヤーマルク州の小中規模林家を中心として．林業経済研究 58(1)：37–47

5）Austrian Energy Agency（2013）The Basic Data Bioenergy 2012 による。黒液の利用は除いた。

スイスの林業・林産業における近年の動き

石崎　涼子（いしざき　りょうこ、森林総合研究所）

はじめに

アルプスを代表とする山岳観光が有名なスイスには、牧草地と森林が折り重なる景観や木の家、木製の土産品といったイメージも強い。だが、その森林を舞台として営まれる林業やスイスの林産業については、あまり知られていない。

国境を接するドイツやオーストリアに対してスイス林業の陰は薄いが、スイスにおける木材生産量は森林面積あたりで年間 4 m^3/ha を上回っており、1 m^3/ha を切る日本と比較すると木材生産は遥かに活発である。その木材生産量は長期的に概ね安定した量を維持している。一方、スイス・フランを通貨とするスイスは、ユーロ圏に浮かぶ孤島のような状態にあり、為替変動の影響を日本よりもダイレクトに受けざるを得ない環境もある。

本稿では、こうしたスイスの林業と林産業の概況と近年の動きをみていきたい。

森林資源と林業

スイス連邦の面積は九州より若干大きく（4.1 万 km^2）、人口は約 770 万人と九州の人口の 6 割ほどで、うち 2 割が外国人である。公用語はドイツ語、フランス語、イタリア語、ロマンシュ語と 4 語ある。国内には国際機関の本部も多く置かれているが、スイスが国際連合に加盟したのは 2002 年と最近であり、欧州連合（EU）には現在も加盟していない。

スイスの森林面積は 125 万 ha で森林率は 31％である。南部にそびえるアルプス山脈の山岳地と両裾の山々、北部にあるジュラ山脈と両山脈に挟まれた高地で 5 つの地域に区分される（図 –1）。主要な大都市が位置するミッテルラントは、起伏が概ね緩やかで、針葉樹と広葉樹が半々、林業の機械化もある程度は進展している（写真 –1）。ミッテルラントの森林は、森林面積では 2 割弱だが、国内で生産される木材の 36％を産出しており、森林面積あたりの木材生産量は 8 m^3/ha と他地域より目立って多い。森林の半分近くが私有林であり、スイス国内ではアルプス前山と並んで私有林の多い地域である。一方、アルプスの森林は、大部分がトウヒ等の針葉樹で、8 割以上がコミュニティ等の所有する公共有林である。山岳地のため、架線集材が一般的だが（写真 –2）、資材運搬用ヘリコプターが往来する傍らでヘリコプター集材も行われている。多くの観光客で賑わうアルプスの村の脇の森林の中でも、日常的に木材が生産され続けている（写真 –3）。

図 –1　スイスの地域区分
（Federal Statistical Office (2010) Forestry in Switzerland を参考に著者作成）

写真 –1　ミッテルラントの森林（2011 年 7 月著者撮影）

写真 –2　アルプスの伐採跡地（2011 年 7 月著者撮影）

写真 –3　アルプスの村と森林（2011 年 7 月著者撮影）

木材生産と林産業

木材生産量は、長期にわたり概ね 500 万 m^3 前後と安定している。例外が大規模な風害時で、特に 2000 年は嵐ロターによる大風害で木材生産量が前年の倍に跳ね上がり木材価格は暴落した。丸太や木材製品の近隣国との輸出入も盛んである。特に多いのが製材用丸太の輸出で、2000 ～ 06 年頃までは国内で生産された製材用丸太の 4 割ほど、最高の年で 6 割近くが輸出されていたが、ここ数年の輸出量は 2 ～ 3 割ほどとなっている。

スイスには、ドイツやオーストリアにあるような年間の丸太消費量が 100 万 m^3 規模の巨大な製材工場は存在しない。だが、2000 年代に入ってから年間丸太消費量 10 万 m^3 以上の大規模製材業者が増え、2000 年代後半には製材用丸太の 3 ～ 4 割を消費するようになった。2012 年現在、年間丸太消費量が 10 万 m^3 以上の大規模な製材業者は 5 社で、工場はいずれもミッテルラントかアルプス前山に立地している。

写真 –4　アルプスの大規模製材工場跡地（2012 年 12 月著者撮影）

一方、アルプスには、現在稼働中の大規模製材工場がない。2007 年にオーストリア資本の製材業者によって丸太消費のキャパシティが 60 万 m^3 ともいわれるスイス最大級の製材工場が建設されたものの、為替変動の影響を受け僅か数年で経営が悪化し破産した。現在は機械一式が売却され、土地と建物だけが残されている（写真 –4）。現在その土地を所有するのは別のオーストリア資本の製材業者だが、営業再開を検討しているものの、ユーロ安・フラン高のため見送っているという。

連携による木材供給体制の強化

製材工場が大規模化する一方で、山側では森林所有者の組織化や組織間の連携といった取り組みが拡がっている。事例として多いのは、木材販売の共同化である。一方、施業や経営の共同化や組織化は、連邦や州で助成プロジェクトが用意されているものの、実際に大規模に行われた例はルツェルン州（石崎他 2011）などに限られている。

木材共同販売の一例として、ミッテルラントに位置するベルン州エンメンタール地方で設立された有限会社ブフラ・ホルツ（Bufra-Holz）を紹介しよう。この地域は、首都ベルンから車で 30 分ほどの農業地帯にあり、森林は比較的平坦、多くは零細所有の私有林であり、公共有林もあるが面積は小規模である。ブフラ･ホルツは、木材マーケティングを強化・拡大するために、2 つの地域の森林所有者団体を母体とし、さらに近隣の未加入森林所有者も加えて、2004 年に設立された。木材マーケティングの強

化にあたり、まず求められたのは有限責任の安定的な法人形態だった。ロター風害の発生以後、製材工場の大規模化が進み木材取引の規模が一挙に拡大する一方で、製材工場の淘汰なども激化し、取引におけるリスクも高まっていた。実際、ブフラ・ホルツ設立の翌年には、ベルン州の州レベルの森林所有者組織がイタリアの業者との木材取引で多額の負債を抱え、破産する事態に陥った。こうした市場の荒波を身近に感じるなかで、組織体制の整備が急務とされたのである。

有限会社といっても、木材マーケティングを担当するマネージャーであるクリスティアン氏の自宅一室がオフィスとなっており、有給職員はクリスティアン氏1人、それも農業との兼業である。会社設立に際しては、この地域を管轄するベルン州森林庁第6森林部の森林技師から技術的な支援を受けるとともに、州森林庁から設立初期（4年間）限定の助成を受けた。ブフラ・ホルツが販売する木材は年間3～4万 m^3 で、これらの木材を製材であれば11業者に販売している。そのうち10万 m^3 前後の大規模な製材業者5社に対しては、単独では販売量が少ないため、ベルン州内の5つの木材共同販売組織と連携して木材共同販売ネットワーク（Berner Holzvermarkter）を設立し、一体となって交渉して協定価格を設定し、少しでも有利な条件で木材が販売できるよう取り組んでいる。（写真–5）

こうした地域レベル、州レベルでの木材販売の共同化は、スイス各地で広がっており、複数の州をまたぐ広域ネットワークを築く例もある。

写真–5　ブフラ・ホルツのマネージャー（左）と州の森林技師（2011年7月著者撮影）

おわりに

スイスのいくつかの木材販売組織を訪ねた際、日本との違いとして何より感じたのは、そのシンプルさである。組織といっても人員や設備は最小限に抑えられている。基本的に木材販売手数料等でまかなえる範囲内でしか人員と従業時間を確保できないのである。というのも、政府助成は設立初期に限定されるなど、助成期間後の経済的な自立が前提とされている。政府担当者は、やるもやらぬも所有者次第というスタンスである。必要だと実感されたことだけが行われる。スイスの林業は、そうしたシンプルな対応で、国境を越えた資本や木材、人の激しい動きのなかを生き抜こうとしている。

引　用　文　献

石崎涼子・堀　靖人・久保山裕史（2011）スイス・ルツェルン州における小規模私有林の経営改善と政府による支援策．林業経済研究 57(2)：30–39.

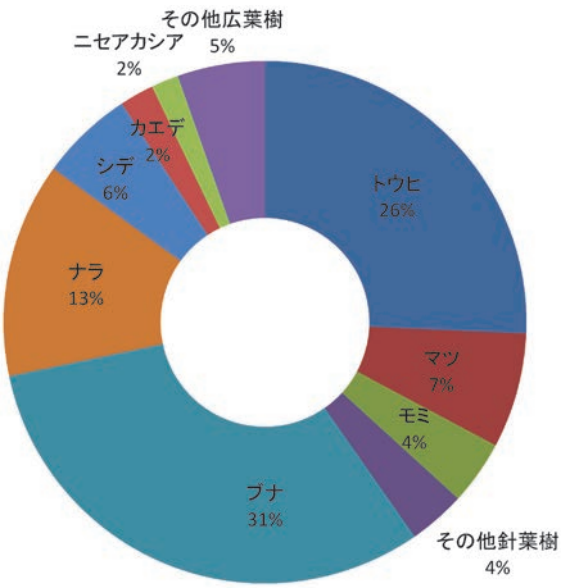
スロバキアの森林・林業と共有林

大田　伊久雄（おおた　いくお、愛媛大学）

はじめに

スロバキア共和国は面積4.9万km^2、人口545万人で、北にポーランド、東にウクライナ、南にハンガリー、そして西ではオーストリアとチェコとに国境を接する内陸国である。森林面積は202万haであり、森林率は41.1％とヨーロッパ諸国の中ではやや高い部類に入る。国土に平野部は少なく、首都ブラチスラバのある南西部ドナウ川沿いの地域を除いては、丘陵と山岳が大半を占めている。

民族としてのスロバキア人はこの地に住んで1000年を超える長い歴史を持つが、独立国となったのは1993年と極めて新しい。中世にはマジャール人のハンガリー王国の支配下にあったが、オスマン帝国がブダペスト地域を占領した16世紀から18世紀まではブラチスラバがハンガリー王国の首都であった。第1次世界大戦後にチェコ人と連携してチェコスロバキアとして独立を果たすが、第2次世界大戦の動乱を経て戦後はソビエト連邦の強い影響下で社会主義国となった。こうした歴史を考えると、2004年にEUに加盟し2009年にユーロ導入を果たした現在のスロバキアは、宿願叶って建国に邁進する青年期にあるといえよう。

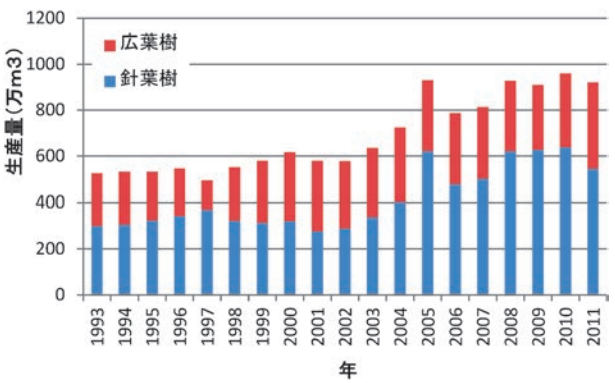


図−1　スロバキアにおける森林樹種構成
（Forests in Slovakia (2009) Ministry of Agriculture of the Slovak Republic より作成）

森林資源と林業

スロバキアは広葉樹天然林が豊富で、全森林面積の約60％が広葉樹林である。隣国のチェコやポーランドでは森林の大半が針葉樹林であることと比べると、大きな特徴である。樹種別面積割合は図−1に示す通りで、広葉樹ではブナとナラ、針葉樹ではトウヒが多い。木材生産量は図−2に見るように近年伸びている。特に独立後10年を経た2003年頃から針葉樹を中心に生産量が拡大し、ここ数年は1,000万m^{3}に迫りつつある。我が国の1/10以下という森林面積を考えると、この数字は決して小さくはない。

ただし、スロバキアの木材生産において特徴的なのは風倒被害や虫害にかかる整理伐が過半数を占めるという問題である。例えば2008年の数字では、木材生産量948万m^{3}のうち612万m^{3}が整理伐であった。そのため、近年の年間伐採量は年間成長量に近づいており、許容伐採量を超えるという指摘がなされている。ただ、一定量の整理伐は予め木材生産の計画量に組み込まれているという事情もあり、生産量の安定化に繋がっている。写真−1はタトラ山脈における風倒被害跡地の様子である。



図−2　スロバキアにおける木材生産量の推移（1993-2011）
（FAO (2013) FAOSTAT より作成）

写真 –1　風倒被害林の整理伐跡地（2012 年著者撮影）

もう一つの特徴としては、齢級構成の平準化である。図 –3 に示すように、1 齢級（1–10 年生）から 10 齢級（91–100 年生）にわたって 15 万 ha 近辺のかなり均等な面積水準で分布しており、林齢の分布としては極めて良好な平準化が達成されているといえる。このことは、長年にわたり成長量を考慮した伐採を伴う適正な森林管理が続けられてきたことを示している。なお、スロバキアにおける皆伐上限面積は 3ha である。

また、森林の豊かさは多様な野生動物種にも反映されている。数種のシカのほかムフロンやシャモアといった草食獣に加え、クマ・オオカミ・リンクス・ヤマネコといった肉食獣の種数も多い。生息数のモニタリングを通した野生生物管理が行われている一方で、シカやイノシシを中心としたハンティングも盛んに行われている。

所有形態の特徴

スロバキアの森林所有形態をみると、独立直前の 1990 年においては、国有林が 92%、集団農場林が 8% であり、私有林は一切存在していなかった。こうした形態は国民財産の国有化を行った旧東欧の社会主義国家では一般的に見られたものであったが、体制転換後の私有化路線（主として林地返還）によって、現在では表 –1 のような森林所有形態になっており、公的所有と私的所有とがほぼ同面積となっている。国有林は 40.2% と大幅に減少しているが、これ以上の私有化は予定されておらず、約 81 万 ha という現状の面積で安定する見通しである。ただし、所属不明の森林については、今のところ国有林を管理する国営企業が管理を行っているが今後徐々に私有化（所有者の特定）が進められることになっている。

国有林に次ぐ面積となっているのが、森林面積の 1/4（約 52 万 ha）を占める共有林である。後述のようにスロバキアにおいて共有林という森林管理の形態は、古い歴史を持つと共に新しい可能性を秘めたものということができる。これに対して個人所有の森林は 13%（約 26 万 ha）と比較的少なく、スロバキアにおける相対的な重要度は低い。

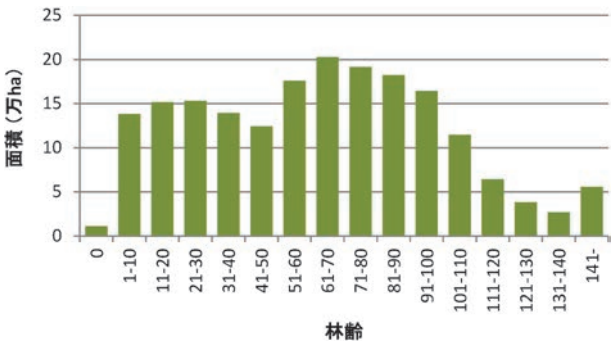


図 –3　スロバキアにおける林齢区分別森林面積の分布（Green Report (2009) Ministry of Agriculture of the Slovak Republic より作成）

スロバキアにおける共有林

スロバキアにおける共有林の歴史は、18 世紀半ばまで遡る。オーストリア・ハプスブルグ帝国時代の 1769 年、マリア・テレジアは、それまで領主が持っていた森

表 –1　スロバキアにおける所有形態別森林面積（2008）（Forests in Slovakia (2009) Ministry of Agriculture of the Slovak Republic, FAO (2010) Global Forest Resources Assessment 2010 Country Report Slovakia より作成）

所有形態	面積（万 ha）	
国有林	81.1	40.2%
地方自治体有林	19.6	9.7%
共有林	51.6	25.6%
教会林	6.1	3.0%
個人有林	26.2	13.0%
集団農場林	0.4	0.2%
所属不明	16.5	8.2%
合計	201.7	100.0%

林における薪や木材の使用権の一部を農奴にも認める法律を制定した。平野部ではこの森林使用権は個人に分割して与えられたが山間部では集落に対して与えられることが多く、これが共有林の起源となった。オーストリア支配下のハンガリー王国内でも同様の制度改革が行われたので、当時ハンガリー領であったスロバキアでも同制度が導入された。この共有林はウルバース（Urbars）と呼ばれた。19 世紀に入って農奴の解放が行われると、共有林の所有権（使用権だけでなく）も集落に与えられた。

その後、ウルバースの制度は、第一次世界大戦後に建国されたチェコスロバキアにおいても引き継がれた（ただし、ハプスブルグ帝国圏外だったチェコにはもともと共有林というものが無かった）。しかし、第 2 次世界大戦後の社会主義化に伴ってこの制度は廃止される。そして、1989 年の体制転換後に再びスロバキアのウルバースは復活し現在に至る。林地返還に際して個人有よりも共有の森林が多くなった背景には、政府が私有化を進めるに際して煩雑な区割りや境界問題に関わりたくなかったことと、将来の林業生産を考えたときに小規模分散的所有をできるだけ避けたかったという政策的な配慮があったようである。

現在のスロバキアでは、ウルバースは 1995 年の土地組合法（Act on Land Association）によって規定されている。ウルバースには法人格を持つものと持たないものの 2 種類が存在する。前者は設立および解散方法、管理運営組織、意志決定方法、事業活動等について法律に基づく活動が義務づけられており、後者と比べて持ち株を所有する住民にとっては権利・義務関係が明確となる。

ウルバースはスロバキア国内に約 3,000 存在し、その平均面積は 200 ha 弱である。小さいものは 30 ha 程度から大きいものでは 5,000 ha 程度までであるが、100 ha 以下のものが多い。経済活動は一般に規模が大きいほど盛んであり、以下に示すヒベ（Hybe）の場合は国内最大規模の優良事例といえる。

ヒベ共有林の事例

ヒベはスロバキア北中部ジリナ県に属し、ポーランドとの国境をなすタトラ山脈の南麓に位置する人口 1,500 人の小さな村である。この村のウルバースは 5 カ所に分散した合計 4,400 ha の森林と 700 ha の牧草地とから成っている。林地は村域外にも位置しているが、それは歴史的にこの村の人々が近隣の村から購入して拡大させたためである。森林はウルバース管理組織が直接経営しているが、牧草地に関しては近隣の農民に貸与して収入を得ている。樹種構成としては、トウヒ 75%、モミ 5%、ブナ 5%、カラマツ 5%、その他（カエデ・マツ・カバ等）10%となっている。

ウルバースの共同所有者は 902 人であり、うち村内居住者は 341 人、村外者が 561 人である。所有権は持ち株（share）制度となっており、人によって持ち分は異なる。例えば、運営委員長のブコビエンスキー氏は総数 1 万 3,728 株のうち 79 株を所有している。株は相続されるが、売買も可能である。ただし、共同所有者の同意が必要なため部外者に流れることはほとんど無く、所有者間あるいはウルバースが直接購入する場合が多い。ヒベでは法人であるウルバースが 630 株を所有している。

ウルバース管理組織は、運営委員会とその下の 4 つの部から構成される。運営委員会は 9 名体制で 1 人を除いて共同所有者であり、5 年に 1 度の選挙で選ばれる委員長だけは専従職員となっている。運営委員会は月 1 回開催され、ウルバースの運営全般の意志決定を担っている。ヒベ･ウルバースは地元経済への貢献が認められ、2011 年に大臣賞を受賞した（写真 –2 参照）。

4 つの部とは、管理部・森林部・技術部・製材工場であり、それぞれ 3 名･5 名･8 名･14 名の職員を抱える。運営委員長とあわせて総職員数は 31 名である。森林部の 5 名はいずれも高卒レベルのフォレスターであるが、

写真 –2　大臣賞を手にするヒベ・ウルバースのブコビエンスキー運営委員長（2012 年著者撮影）

そうした専門職員を雇用することは法律で義務づけられている。職員は総て地元の出身者で、特に 2000 年に操業を開始した製材工場（1 万 m^3 規模）は、付加価値の創出とともに地元雇用への貢献が大きな目的であった。

ヒベ・ウルバースにおける年間の木材生産量は 2 万 m^3 程度であるが、2011 年はバークビートルの被害が出て 7 万 m^3 伐った。この年のトウヒ丸太の平均販売価格は 64 ユーロ（約 8,000 円）/ m^3 であったが、これは全国平均より 20％程度高かった。販売先は主として地元の製材工場であるが、インターネット入札で外国にも 30％程度は流れているという。また、木材・製材販売の他にハンティングライセンスからの収入もあるが、全体の収入からみればわずかである。さらに、所有林のうち 900 ha はタトラ国立公園の保護地域に指定されているため整理伐を除く木材生産活動は行えないが、管理計画を履行するという契約のもとで国から補助金を得ている。ウルバースにおける 2011 年の総収入は約 860 万ユーロ、経費を差し引いた収益は 130 万ユーロで、ここから 19％の事業税を除いた分が純利益であった。林業によってかなり儲かっていることがうかがえる。

おわりに

このように、スロバキアの共有林は企業的な活動を積極的に行っており、地元経済への貢献も小さくない。全国に約 3,000 あるというウルバースはスロバキアの森林の 1/4 を占める規模であり、経済的にも社会的にも非常に重要な役割を担っている。旧東欧諸国では私有林における林業経営は概して未発達であるが、スロバキアにおけるウルバースのような事例には興味深い可能性を感じることができる。我が国の事情と比較して考えるならば、入会林という旧慣に起源を持つものでありながら先進的森林組合のような企業性をもって地域経済貢献が達成されるビジネスモデルといえようか。

フィンランドの 2 つの森林所有者共同組織

山本　伸幸（やまもと　のぶゆき、森林総合研究所関西支所）

はじめに

近年、フィンランド林業は CTL（短幹集材作業システム）をはじめとした機械化林業システムや、日本向け欧州材輸出の担い手であるストゥーラエンソなどの大型林産企業体の国として、日本でも注目を集める。しかしながら、その屋台骨を支える森林所有者共同組織に 2 つの異なる系譜のあることは、存外知られていない。

フィンランドにおいて、個人有林は国産材生産量の 8 割弱を産出するなど、国内林業に占めるウェイトは大きい。その一方、会社有林が中心で一つ一つの所有規模がまとまっている隣国スウェーデンと異なり、フィンランド個人有林は平均所有規模 24 ha とさほど大きくない。1960 年代後半から森林所有者の高齢化や不在村化が進む点は日本と同様である。小規模所有構造を課題とする点で、フィンランドと日本は類似する [1]。

同国のこうした林業構造の中で、個人有林への積極的な働きかけを担う森林所有者共同組織の役割は極めて重要である。フィンランドの森林所有者共同組織は、林業、林産業の発展とともに、19 世紀後半以降、徐々に形づくられてきた。本稿では、まずフィンランド森林セクターの概況を簡単に紹介した後、フィンランド森林所有者共同組織の典型である、森林管理組合とメッツァ・グループについて述べたい [2]。

森林セクターの概況 [3]

フィンランドの林地面積は 2,620 万 ha（森林は 2,026 万 ha、他に灌木地、湿地など）で、国土面積の 77％（森林は 60％）を占める。森林の所有面積比は、個人有林 60％、企業有林 9％、国有林 26％、その他 5％の内訳である。

北緯 64 度あたりを境に国土を南北に 2 等分した森林地帯区分が良く用いられるが、当然ながら、南部の平均成長量が高く、森林蓄積も多く分布する。したがって、林業生産も南部に集中して個人有林が多く、北部には保全地域など国有林が多く分布する（写真 –1）。同国の重要な輸出産業である紙パルプ、製材などの木材関連産業も、資源分布に従い、南部に集中して立地する。

写真 –1　フィンランド中南部の個人有林と所有者（2010 年 3 月著者撮影）

2011 年のフィンランド国内木材消費量は 7,064 万 m^3、うち用材が 6,164 万 m^3、燃材が 900 万 m^3 である。用材の 6 割がパルプ、4 割を製材・合板が占める。1990 年代以降の木材消費量増加局面では、国内生産を補うようにロシア材を中心とした輸入材が増加し、2000 年代半ばには 2 割を越す比率となった。しかし、ロシアの木材輸出高税率化によって 2000 年代後半から輸入は減少し、2011 年の国内用材消費量のうち輸入材は 13％である。したがって、近年は国内森林資源の重要性が増す一方で、自ずと資源への利用圧も高まっている。

森林管理組合

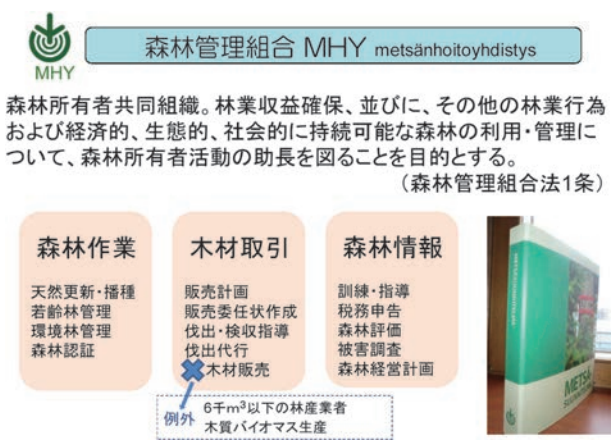
不在村森林所有者の多いフィンランドにおいて、それを支援する専門家集団である森林管理組合（Metsänhoitoyhdisty、略称 MHY）は、日本の森林組合

改革のモデルとして近年よく取り上げられる[4]。確かに、個別法である森林管理組合法を根拠として半官半民の性格を有し、ほとんどの私有林をカバーするこの組織は、日本の森林組合と類似する部分も多い。

図–1 は森林管理組合の業務内容の一覧だが、森林作業、木材取引、森林情報の大きく 3 分野を守備範囲とする。特徴的なのは木材取引において販売計画や伐出代行は行うが、地域振興に直結した小規模地場業者、木質バイオマス業者への例外を除き、木材販売にタッチすることは法的に認められていない点である。この点は系統共販や自前の林産工場を持つ日本の森林組合とは異なる。

政府補助金も受けず、木材販売事業にも大きく制約のある森林管理組合の運営資金は、森林管理サービス料と森林管理賦課金（Metsänhoitomaksu）によって賄われている。森林管理賦課金は、若干の例外を除き 4ha 以上（ラップランドでは 12ha 以上、オウル 7ha 以上、オーランド諸島 2ha 以上）の全ての森林所有者から、税務部局を介して強制徴収されることが森林管理法に規定される[5]。所有者は森林管理組合から脱退自由だが、森林管理賦課金免除の要件は厳しく、脱退後も支払い義務が継続される場合も多い。

1980 年代半ば以降、自伐の減少に伴う伐出サービス増加を主因として、森林管理組合運営資金に占める森林管理サービス料の割合が増加している。また、森林管理組合が制定された 1950 年以降、森林管理賦課金が森林管理組合の既得権益であるとの批判は繰り返されており、最近も賦課金のあり方を見直す法改正の動きがある。こうした資金構造の変化によって森林管理組合の性格も今後大きく変わっていく可能性がある。



図–1　森林管理組合 MHY の業務概要

メッツァ・グループ

メッツァ･グループ（Metsä Group）は、2012 年にメッツァリート・グループから改称し、組織体制も改めた。協同組合法を根拠とする協同組合メッツァ・フォレストが中核となり、複数の加工部門林産企業を従えた巨大木材産業グループである。素材生産を担う（協）メッツァ・フォレストと、その持ち株会社であるメッツァ・ティッシュ（紙部門）、メッツァ･ボード（板紙部門）、メッツァ･ファイバー（パルプ部門）、メッツァ・ウッド（製材部門）を中心に、30 カ国の関連会社によって構成され、林産企業世界ランキングで十指に数えられるほどである（写真–2）。

中核組織である（協）メッツァ・フォレストは、3ha 以上の森林を所有する 13 万世帯の組合員によって構成される。組合員所有面積計 530 万 ha の森林を、全国 15 地域に分割、配置された地域事務所で組合員の森林管理を担い、素材生産を行う。少し古いが 2009 年の値では、素材生産量 2,400 万 m³ のうち 6 割がフィンランド国内の組合員所有林、3 割が国外、そして残り 1 割がフィンランド国有林から伐採され、その殆どがグループ林産企業へ供給された[6]。

ここで改めて強調しておきたいのは、現在まで、なおグループの中心は協同組合であり、少なくとも制度上はグループ企業の実権は組合員である国内の森林所有者の掌中にあるということである。ところで、戦後の 1951 年に制定された第 3 次森林法以降、日本の森林組合もまた協同組合である。メッツァ・グループが森林組合と大きく異なるのは、川下の流通・生産部門を組織化し、所

写真–2　メッツァ・グループの森林管理システム（2010 年 3 月著者撮影）

有者組織が出口までも掌握している点にある。メッツァ・グループの森林管理サービス資金の源泉は、川下部門の市場競争力に求められる。

ソ連崩壊後の2000年代以降、メッツァ・グループは海外生産拠点を増やし、次第に国内森林資源のウェイトを減らしつつある。このことは、メッツァ・グループの国際的林産企業としての性格を強める一方で、あえて森林所有者協同組合であり続ける意味を失わせつつあるとも言える。グローバル化の荒波の中、メッツァ・グループが将来的に森林所有と連携を保ち続けるか、所有の軛からの自由を選択するかは不透明だ。

おわりに

森林・林業再生プランの森林組合改革論議では、公共事業依存体質を脱し、森林管理サービス料を主財源とする森林所有者協同組織として生まれ変わることが謳われた。しかし、それを可能とする制度のあり方が、資金構造まで含めて仔細に議論されたわけではない。フィンランドの2つの森林所有者共同組織は、それぞれ公的賦課金と市場の中に資金調達源を求めてきたが、いずれも必ずしも安定したものではない。超長期の時間を不可分とする森林資源に対し、資本制社会の中で安定的に資金を調達しつつ、如何に適切な森林管理を続けていくか。この古今東西どこにも模範解答のない困難な問いに、私たちはこれからも挑み続けねばならない。

注および引用文献

1）Harri Hänninen（2010）Finnish family forest owners. Metla資料

2）本稿のもう少し詳しい内容は、山本伸幸（2011）フィンランドにおける森林所有者共同組織の性格を巡って．林業経済研究57（2）：1–8.、山本伸幸（2010）フィンランドにおける林業所得税制改革．日本大学経済学部経済科学研究所紀要40：136–143．を参照されたい。

3）Metla(2012)Metsätilastollinen vuosikirja 2012.

4）相川高信（2010）先進国型林業の法則を探る．全国林業改良普及協会210pp. など。また志賀和人(1995)民有林の生産構造と森林組合－諸外国の林業共同組合と森林組合の展開過程．日本林業調査会：129～192.、柿澤宏昭（2006）フィンランドにおける森林政策の転換と地域森林認証制度（生物多様性保全と環境政策―先進国の政策と事例に学ぶ．畠山武道・柿澤宏昭編著、北海道大学出版会）．277～320．も参照。

5）森林管理負担費は立木価格によって毎年変更されるが、2011年度の場合、基本税22.30EURに所有面積に応じた加算（オーランド諸島では面積加算はなく14.63EURの一定額を加算）で決定される。森林所有者のうち最大負担したものの管理負担費は955.80EURであった（Verohallitus（2012）Metsänhoitomaksu vuodelta 2011）。

6）Metsäliitto Annual Report2009および現地取材の聞き取り結果。

スウェーデンの森林政策

―「非規制的森林政策」はなぜ機能するのか？―

柿澤　宏昭（かきざわ　ひろあき、北海道大学）

はじめに

スウェーデンは 1993 年に森林法の抜本的改正を行い、伐採許可制から届出制へと非規制的な政策体系へ転換し、森林所有者等への積極的な普及教育活動－「緑の森林キャンペーン」と森林組合による認証の取り組みによって環境保全型林業を定着させたと評価されてきた（土屋 2006）。しかし、緑の森林キャンペーンは時限的な取り組みであり、人員削減によってスウェーデン林野庁は指導普及サービスを展開することが困難となってきている。また、森林組合も南部地域のソドラ以外の森林組合は必ずしも積極的に認証に取り組んでいるとは言えない。それでは、非規制的森林政策の中で無秩序な森林伐採が進んでいるかといえば、そうした状況にはない。「非規制的」といわれる森林政策の中身を改めて検証してみたい。

森林法体系で所有者に求められていること

森林法体系において所有者に求められていることについて整理すると以下のようになる。まず 0.5 ha 以上のすべての主伐に対して 6 週間前までに届け出を行うことが義務付けられている。伐採届出のフォームは詳細なものであり、渓流・湿地や古い居住地や農地跡などの存在状況、希少種の存在状況、伐採を行うにあたって枯損木などの残置方針、土壌・水環境への配慮方針などを記載し、地図情報とともに提出されることを求められている（写真 –1）。

次に具体的な森林管理行為であるが、森林法において所有者に対して伐採後の更新が義務付けられている。

さらに、森林法規定をもとにした規則によって以下のように規制を行い、所有者へ配慮を求めている。

1）資源の持続性確保を目的とした規制：50 ha 以上の所有者に対しては、主伐の最大面積の制限など、資源の持続性を確保するための規制を課している。また、一定の林齢（地位級･樹種によって異なるが 45–100 年程度）になるまでの主伐は禁止されている。

写真 –1　伐採に際して枯損木を残して生物多様性を高めることは一般的に行われている（スウェーデン南部クロノベリ県　2011 年 11 月筆者撮影）

2）自然環境・文化遺産保護を目的とした規制：水辺域に対して 10–15m 程度の緩衝帯を残置することを義務付け。このほか脆弱な生態系・価値ある文化遺産への配慮、希少な動植物相への配慮、過大な主伐を行なわないことなど、環境や文化遺産への配慮を詳細に求めている（写真 –2）。

なお、価値の高い広葉樹林、北部の山岳林に対しては伐採許可制を導入しているほか、自然保護法体系の下で保護区に指定されている森林は禁伐であるが、民有林における指定面積はわずかである。

以上のように非規制的森林政策への転換といっても、最低限の規制は確保されているほか、望ましい森林管理の方向性について政府規則に書き込まれているのである。

許可制に近い伐採届出制の運用

伐採届出は年間約 5 万 5,000 件提出されており、このうち木材生産以外の伐採届出は約 3,000 件となって

写真 –2　昔の居住地なども文化遺産として保全を要求される（スウェーデン南部クロノベリ県　2011 年 11 月筆者撮影）

いる。伐採届出は約 6 割がネット上で行われ、文書提出のものもあわせて電子化され、林野庁のデータベースにインプットされる。データベースでは既存の GIS（地理情報システム）情報を基に届け出情報を自動チェックにかけ、問題がある、あるいはありそうな届け出を抽出して、この情報を各林野庁地方組織に知らせている。

林野庁地方組織では、データベース上の情報および、地域で把握している情報などを勘案して伐採届出のチェックを行い、必要な場合には現地調査を行う。2011 年度において現地調査を行った件数は約 4,300 件であった。

以上のようなチェックを基に林野庁地方機関は伐採届出への対応を決定し、通常は届け出がそのまま認められるが、更新確保や自然環境保全などのため何らかの措置が必要な場合には助言を付して認める。年間約 3,000 件の届け出に対して助言が付加されるが、このうち更新確保に関わるものが 2,000 件、自然環境保全に関わるものが 1,000 件となっている。

また、違反した場合に罰金を科せられる更新方法の条件付けを行うものが 150 件、同じく違反した場合に罰金が科せられる自然環境・文化遺産保護のための伐採差し止めは年間 50 件程度行われている。最終的に違反が確認され罰金支払いを命じられたものが 10 件程度となっている。

このように伐採届出制といっても実際には許可制に近い運用が行われている。

伐採届出制を支えるデータ・モニタリングシステム

以上のような伐採届出の運用を支えているものはデータ・モニタリングシステムである。

林野庁では GIS 上にデータベースシステムを構築しており、資源内容のほか、配慮すべき環境や文化遺産の位置・内容、保護区をはじめとするゾーニングに関わる情報などが集約されている。この中には森林内で特に重要な生態系の情報がある。これは 1993 年森林法改正にあたって、環境保全を確保するために生物多様性保全上重要な森林の場所を特定することが必要であるとの方針の下、国内の全森林を対象として行われたアセスメントによって明らかにされたものである。現在 8 万 1,600 か所 38 万 500 ha が登録されており、法制度上保護の義務は課せられていないが、伐採届出に関わる助言を行う上では重要な情報となっているほか、森林認証の取得の際にはその保護が求められている。なお、付言しておくと、重要な生態系のアセスメントを行ったのは 1990 年代であるが、その後も内容の見直しや指定地域の見直しを定期的に行っており、情報を常に最新・最善のものにしていくための努力が続けられている。

このように、森林に関わる GIS データベースが構築されていることが、伐採届出のチェックを迅速かつ根拠に基づいて行う上で重要な役割を果たしている（写真 –3）。

次に指摘しておくべきことはモニタリングシステムである。

伐採届出が行われた場所に対する更新状況などの

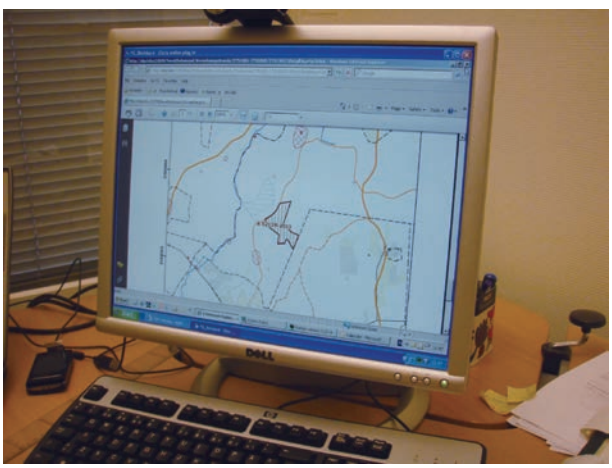


写真 –3　伐採届出は GIS データベース上でまずチェックされる（スウェーデン南部ヨンショーピング県 2011 年 11 月筆者撮影）。

チェックを毎年約 5,000 件抽出して現地調査を行っている。

また、衛星写真を基にして、伐採が届出通りに行われているのかについても全国にわたって毎年チェックを行っている。1990 年代後半に開発したシステムによって、画像データの比較から皆伐地を抽出し、先に述べた伐採届出で提出された伐採予定区画との整合性をチェックするほか、重要な生態系への配慮状況や、更新状況などをチェックしており、問題把握に努めている。これは事後調査であるために、問題行為を事前に止めることはできないが、誰がどこで、どのような問題行為を起こしているのかを把握することができ、抑止的な効果を持つとされている。

以上述べてきたように、非規制的とされてきたスウェーデンの森林政策は実質的には伐採許可制に近い内容を持っており、また水辺域など最低限の規制内容を持っている。また伐採届出制を実質的に支えているのは、生物多様性にかかわる詳細なデータの蓄積、GIS ベースのデータベースの構築、さらにはリモートセンシングなどを活用した効率的なモニタリングシステムであった。

伐採届出制という点でスウェーデンと日本は共通した林政の仕組みをもっているといえるが、ミニマムルールの設定、データ・モニタリングシステムの構築において大きな格差がある。日本において伐採届出制の形骸化や森林の適切なコントロールを行う上での実効性の無さがしばしば指摘される。これに関わって市町村森林行政体制の強化や専門的人材育成が進められているが、問題はそこだけにあるのではないことをスウェーデンの事例は示している。現場で使えるデータの蓄積とそれを活用できるシステム、そしてリモートセンシングなどを活用したモニタリングシステムなど、政策を支える基本的なインフラを再構築する必要があるといえる。

環境配慮に関する近年の取り組み

最後に近年のスウェーデンにおける森林環境保全にかかわる取り組みについて付言しておきたい。

前述のように林野庁の人員削減が行われてきたため、林野庁への聞き取りでも日常的なアドバイスはほとんど不可能とされている。現在、EU の農村振興政策の一環として所有者に対して生物多様性に配慮した管理、木質バイオマス活用、水質保全などの研修コースの提供が行われているほか、個別指導も行っているが、人員の増員が行われているわけではなく、抜本的な改善が行われているわけではない。また、森林所有者と協定を結んで生物多様性など環境に包括的に配慮した森林管理を進めるプログラムを開始しているが、参加者はわずかにとどまっている。

こうした中で環境保全にかかわる特筆すべき取り組みは、南部地域を管轄する最大の森林組合ソドラによる FSC 認証の取り組みである。ソドラはこれまでも PEFC 認証に取り組んでいたが、欧州市場での地位を確保するためには FSC 認証が欠かせないと認識し、2010 年度より FSC 認証を組合員に積極的に働きかけている。2011 年現在組合員所有面積のうち、75％は PEFC、55％は FSC を取得している。このように、行政による普及教育機能は大きく低下したが、森林認証を通した森林環境保全の取り組みは着実に進んでいるといえる。

こうした点で、森林行政によるミニマムの確保と、民間ベースの自主的な取り組みが支えあって森林環境保全が行われているという基本構造に変化はないが、指導普及に関しては森林組合の役割が大きくなっているといえる。ただし、森林組合が取り組む認証活動もその基本には林野庁が作成しているデータベースがあることを忘れてはならない。

引　用　文　献

土屋俊幸（2006）スウェーデンにおける生物多様性保全と森林管理 .（生物多様性保全と環境政策．畠山武道・柿澤宏昭編、北海道大学図書刊行会）．259–277

シリーズ
森めぐり ⑲

シンガポール　ブキティマ自然保護区

田中　憲蔵（たなか　けんぞう、森林総合研究所）

はじめに

シンガポールで森林調査をしていると言うと「シンガポールに森なんてあるの？」と決まって聞かれます。この国はガーデンシティーと呼ばれるだけあって街中に緑地が点在していますが、森林率はわずか5％程度です。実際、多くの観光客が訪れる地区に森林は無く、森林が無いと言うイメージが定着しています。

シンガポールは、東京23区よりやや広く（700 km^2）、ほぼ赤道直下に位置する島国です。年間を通じ気温の変化が少なく、豊富な雨量に恵まれています。約170年前には、ほぼ全島がフタバガキ科樹木の優占する熱帯雨林に覆われていましたが、イギリスによる農園や都市開発により、急速に伐採が進みました。1860年ごろにはブキティマ山頂を除く周辺は完全に伐採され、元の植生の99％が国土から失われました。1883年に辛うじて残った熱帯雨林がブキティマ自然保護区（標高164 m、N1°21′, E103°46′）として保護されました（写真–1）。今では保護区の周囲は高速道路や宅地になり、面積わずか164 haの孤立林になっています。その内、原生的な熱帯雨林は約70 haで、残りは伐採後に再生した二次林です。

ブキティマの動植物とレクリエーション利用

過去200年に渡る開発で、植物種の26％、594種がシンガポールから絶滅したと考えられています。ブキティマにはシンガポールに現存する植物種の約半数、840種ほどが記録されています。原生的な林分では樹高40 mを超える巨木が林立し、典型的な低地フタバガキ林を観察できます。林冠を構成するのは、フタバガキ科、マメ科、カンラン科の樹木が多く、主なフタバガキ科樹木として*Dipterocarpus caudatus*や*Shorea curtisii*などが生育しています。しかし、多くの樹種で母樹が少なく、*Shorea ochrophloia*や*Dipterocarpus tempehes*などは3個体のみが確認されており、個体群の存続が危惧されています。

ブキティマでは多くの動物も観察することができます。既にトラなどの大型哺乳類は絶滅していますが、カニクイザルなど26種の哺乳類が生息しています（写真–2）。また、サイチョウなど大型の森林性鳥類も姿を消しましたが、小型鳥類や爬虫類は豊富です（写真–3）。

ブキティマにはトレールが張り巡らされており、自由

写真–1　山頂付近にフタバガキ林が見える

写真–2　樹木の幹に潜むヒヨケザル

写真 –3　おとなしいが毒をもつヨロイハブ

に散策することができます。健康を第一に考えているシンガポール人が朝からジョギングを楽しんでいます（写真 –4）。また、ビジターセンターの展示館では、ジオラマや標本から森林の機能や生物多様性を学ぶことができ、環境教育の場としても利用されています（写真 –5）。

ブキティマでの研究活動

研究活動も活発で、シンガポール国立大学や南洋工科大学などが古くから調査を行っています。1993 年には 2 ha の長期モニタリングプロットが設置され観測が続いています。これらの研究から、マレーシアの熱帯雨林に比べ、樹木の面積当たりの種数が半分以下で、枯死率も高いことや、隣接する二次林へは種子散布や実生定着が制限となって、原生林樹種が 50 年経っても侵入できないことなどが明らかになっています。また一部の樹種では、稚樹の更新が進まず、絶滅の恐れが高いと考えられています。

さらに、外国からの移入種の問題もあります。原生的な林分への侵入は少ないのですが、山頂付近の林床には南米から園芸植物として持ち込まれたヘリコニア（*Heliconia* sp.）やディフェンバキア（*Dieffenbachia amoena*）が侵入し、稚樹の更新を阻害している可能性があります（写真 –6）。また、林縁には南米原産のセクロピア（*Cecropia pachystachya*）やブラジルゴム（*Havea brasiliensis*）が見られます。二次林にはアフリカ原産のカエンボク（*Spathodea campanulata*）が侵入し、大群落を形成しています。これらの移入種がブキティマの森林生態系にどのような影響を与えるのか今後調べる必要があるでしょう。

写真 –4　整備された林内のトレール

写真 –5　ビジターセンターでの環境教育

写真 –6　林床を覆うディフェンバキアとヘリコニア

一方、ブキティマの森の多様性などを維持しようとする明るい動きもあります。例えば、コシダに覆われて荒廃した林分にフタバガキなど原生林樹種を植林する試験や、高速道路を跨ぐ緑の回廊を設置し、近くに残る別の森林とつなぐ計画が立てられ、成果が期待されています。

シリーズ
森めぐり ⑳

種多様性に富む照葉樹林
—宮崎大学田野フィールド（演習林）—

髙木　正博（たかぎ　まさひろ、宮崎大学農学部）

宮崎大学農学部附属フィールド科学教育研究センター田野フィールド（演習林）は、太平洋に面する宮崎平野の西端の丘陵地に位置します。面積は約 500 ha で標高は約 100 m から 300 m の範囲にあり、標高差は小さいのですが谷が複雑に入り組んだ急峻な山地です。森林面積の約半分がスギやヒノキの人工林であり、残り半分が一般に照葉樹林とよばれるシイやカシの仲間が多い林です。田野フィールドの照葉樹林は、この土地が宮崎大学の所有になる 1937 年より以前は里山として定期的に伐採されていたようですが、現在はそのような利用がなされていないため、学術的には天然性常緑広葉樹二次林と呼ばれます。

そのように成立してから最も古くて 90 年程度の森林からなる田野フィールドですが、数多くの希少な、植物はもちろん動物や菌類が生息している大学演習林です。維管束植物は 567 種（一部植栽を含む）もの生育が確認され、標高の変異幅や面積規模を考えると極めて種数の豊富な森林といえます。

田野フィールドで最も古い照葉樹林の一部が、生物多様性センターの「モニタリングサイト 1000」プロジェクト（http://www.biodic.go.jp/moni1000/index.html）のコアサイトとして指定されています。森林調査サイトは全国で 40 カ所あり、基本的に面積 1 ha の調査プロットの毎木調査を毎年もしくは 5 年ごとに行っています。この 40 サイトのうち、最も調査対象樹種（胸高周囲が 15 cm 以上）の種数が多いのが田野フィールド（演習林）の 66 種です。国内の照葉樹林というと、昨年（2012 年）7 月にユネスコエコパークに登録された同じ宮崎県の綾町の照葉樹林が有名です。この綾の照葉樹林にも森林総合研究所九州支所が管理しているモニタリングサイト 1000 森林コアサイトが設定されていますが、調査対象種数は 30 種と田野フィールドの半分です。田野フィールドにおける種数が多い理由として、狭い面積でも地形が複雑なことと、林齢が 90 年程度なので先駆性の樹種が枯れずにまだ残っていることがあげられます。

田野フィールドには、ここが世界最大の自生地ではないか、といわれる希少植物が自生しています。

ハナガガシ（*Quercus hondae*）は九州南部および四国にのみ自生している常緑ブナ科の木本で絶滅危惧 IB 類（近い将来における野生絶滅の危険性が高い）に選定されています。ですが田野フィールド（演習林）内にはいくつかの個体群が確認されています（写真 –1）。宮崎大学農学部の伊藤哲教授らの研究成果によると、ハナガガシは土壌水分条件の良い条件を好みます。そのような地形は樹木の成長に適していて人工林に転換されたために、ハナガガシにとっての生育地そのものが失われてきたことが絶滅が危惧されている原因と考えられています。しかし田野フィールドでは、教育研究資源としてハナガガシの生育適地も含めて様々なタイプの森林が維持管理されてきたために、現在では世界におけるハナガガシの分布中心地域と位置づけることができます。

ヤクシマラン（*Apostasia nipponica*）も絶滅危惧 IB 類に選定されているラン科の植物です。名前の由来である屋久島では最近見かけることができないそうです

写真 –1　谷底にびっしりと生えるハナガガシの実生

が、田野フィールド（演習林）内ではまとまった数からなる個体群が確認されています。ヤクシマランはラン科にもかかわらず花の外見がほぼ放射相称であり（写真–2）、ラン科の中でも原始的な特徴を有しランの祖先といわれています。このような分類学的な位置づけは明らかにされつつありますが、一方で生活史や個体群動態などの生態学的なことは全く分かっていません。そこで現在、田野フィールド（演習林）では、約 200 個体からなる個体群の追跡調査を数年にわたって行っています。また国立科学博物館と共同で人工播種試験なども行っています。

他にも国内では宮崎県中部でしか生育が確認されていないキリノミタケ（*Chorioactis geaster*）（絶滅危惧 I 類）（写真 –3）というキノコ、マルバテイショウソウ（*Ainsliaea fragrans* var. *integrifolia*）やムカゴサイシン（*Nervilia nipponica*）（ともに絶滅危惧 IB 類）、里山では取り尽くされてしまっているエビネの類、宮崎県の県の鳥に指定されているコシジロヤマドリ（*Syrmaticus soemmerringii ijimae*）（準絶滅危惧）などが確認されています。これらの研究に携わる学外の研究者からも、これらの貴重な生物を保護するために、生育環境である森林生態系すなわち田野フィールド全体を保全していくことが要望されています。

写真 –2　ヤクシマランの花（南谷忠志・宮崎大学農学部客員教授提供）

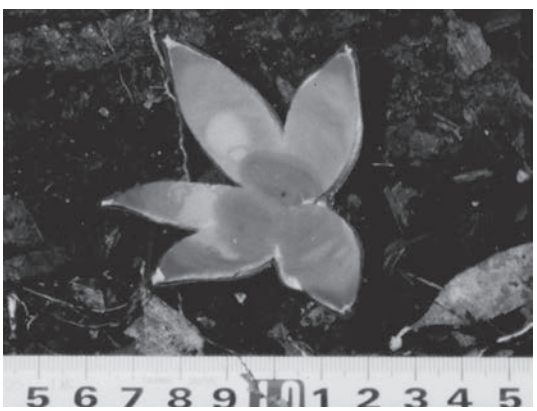


写真 –3　キリノミタケ

森の休憩室 II
樹とともに　その 16

緑陰

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）

「それではみなさん、この緑陰（りょくいん）の下に集まってください。」私が植物園案内で良く使う言葉です。その漢字が頭に浮かばない人や、特に子供たちには、「木陰（こかげ）のことですよ！」と少々説明が必要になるのですが、これをきっかけに話題を展開できるので好んで使用しています。樹木による影は、子供だったら遠足や運動会のお昼、大きくなったならば散歩の休憩やスマホのチェックなど、人生を通じて数えきれないくらい利用するものですが、それが緑の葉っぱの集まりから作り出されていることを意識する人は少ないでしょう。せっかく植物園に来たのですから、その影が出来ている意味を知り、植物達の光を得るための苦労に意識を向けてもらえればと思っています。

４月上旬から５月中旬まで、植物園の各所にある池や流れでは大量の藻が発生します。毎日網ですくって取り除くのですが、翌日には元通りかそれ以上になり、その繁殖力に手こずります。５月下旬頃には収まるのですが、その理由は空にあります。冬が終わり周囲の落葉樹が緑の葉を展開するまでの暖かい春のひととき、地面に降り注ぐ太陽の光を藻が独り占めしていたのです。同時期の林床も同様で、空が明るい間はスプリングエフェメラルを始め、ホトケノザやムラサキケマン、ヒメオドリコソウなど多くの草本が競うように花を咲かせます。しかし、林冠が閉鎖されて森の中が暗くなると勢いは静かになっていきます。常緑樹林下に至っては年間を通じてさらに薄暗く、下層植生は貧弱なので園内管理で除草作業を必要としません。大きい植物の被圧下に生きるもの達の生活に意識を向けると、彼らの世界では他者よりも丈が低いことがいかに光合成に不利なのかが分かります。樹木の影を表す「木陰」には、木漏れ日の下で人々が談笑しているようなシーンが似合いそうですが、その「木陰」には、エネルギー生産のための緑葉の影と、戦いの武器としての緑葉の影の二面があり、植物達が繰り広げている戦略がまさに投影されているのです。「緑陰」はそれらをイメージさせる、うまい単語ではないでしょうか。

他者の成長を妨害するほどの影ですから、夏の林冠下は周囲よりもマイナス５度と涼しく、居場所として快適です。しかもその林冠は、壊れれば自己修復して再び閉鎖するすごい仕組みを備えています。動物や昆虫たちは、日差しから守られた穏やかな空間を住みかとし、植物と共に進化してきました。では人間はと言うと、森や林の太陽光を緩和する機能を利用して住まうというのが得意ではないようで、緑陰に囲まれた住居は別荘地以外ではあまり見かけません。事実、文明の歴史は、森を切り開き更地を造成して家を建てることでした。そして現在は屋根にソーラーパネルを載せ、さらに電力を購入してクーラーをつけています。では、林冠下で生活をしたらどうなるでしょうか。おそらく、夏は涼しいけれどやや暗いので、昼間でも灯りをつける必要がありそうです。もし周りが落葉樹ならば、冬は明るくなるので暗いのは半年だけかもしれません。常緑樹ならば夏の陽射しはより遮られるでしょうが、冬はとても寒そうです。他にも、湿度の問題や周辺に棲む動物や害虫のことなど色々ありそうですね。でもですよ、火星へ移住することを本気で計画している記事などを見るにつけ、森や林の中で緑陰を生かした住宅街を作ることは出来そうな気がしてなりません。私がモヤモヤとイメージしているのは、スターウォーズエピソード６で、小熊みたいなイォーク族が樹上に作り上げていた家々にインフラ整備がなされたものです。まあ、売りに出されたとしてもきっと高価で私は住めないとは思いますが、家に近接した高木の剪定や危険木の伐採、樹木の治療など、未来版庭師としてお手伝いをさせてもらう事はできると思います。私の将来の働き口の確保にも繋がるので、どなたか早急に実現させて下さるよう、よろしくお願いします。

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。

食べ尽くされた森でさらにふえるシカ

高橋　裕史
（たかはし　ひろし、森林総合研究所関西支所）

シリーズ うごく森 20

はじめに

近年ますますニホンジカ（以下シカ）が、森林の世代交代や遷移の進み方、そこに生息する生物の群集構造や景観の変化を大きく左右する存在となっている。植食動物であるシカが植物を食べることはあたりまえであって、その影響をすなわち被害と表現するにはためらいもあるが、生じている問題の深刻さから、シカによる採食の影響全般をここでは被害とよぶことにする。

シカによる森林被害、とりわけ天然林における被害は、主には採食を通じて、植物個体の生育や死亡などミクロなレベルから、群集構造や景観などマクロなレベルまで、また高木の生育段階でみれば種子から成木に至るまで、空間的、時間的ともに非常に広範囲に及んでいる。たとえば、実生や萌芽の採食による更新の停滞、枝葉の採食による生育の阻害や生枝下高の上昇（いわゆるブラウジングラインの形成）、角こすりや樹皮の採食（剝皮）による樹幹の損傷や通道組織の破壊、これらにともなう腐朽や枯死、林床植物から高木層までシカが好む種（嗜好種）の減少と好まない種（不嗜好種）の増加、高木層の衰退による草地化、下層植生も含めた衰退による裸地化などである。具体的かつ詳細な事例は、たとえば地域生態系への影響を多面的にとらえた報告（井上ら 2008 ほか；柴田・日野 2009）、植生の変化を介した動物の生活史への影響に着目した報告（柴田 2008 ほか）、各地の事例を横断的に俯瞰した報告（本誌 No.61 特集、小泉 2011 ほか）など、すでに多くの報告があるので、それらを参照されたい。

このように、シカによる森林被害の実態が、各方面の研究から明らかになってきているが、近年になって、これらの被害の先に、新たな事実があることが報告され始めている。かつては、増え続けているシカも、餌となる植生が無くなれば個体数が減少すると思われていたが、実際にはそのような場所でもシカの個体数は減少するどころか増加している場合もあるのだ。本稿では、そのようなシカによる植生への影響が顕在化し、シカの餌となる植物がほとんどなくなってしまったように見える森で、シカはどのようにうごくのか、またシカが森のうごき方にどのように影響しうるのかについて考えてみたい。

落葉を食べるシカ

シカが過度に増加したことにより採食被害が植生の回復スピードよりも早く進むと、餌となる植物が少なくなり、個体数を減らすと考えられてきた。ところが、シカが自らの採食によってその生息環境を劣化させた後、一時的に個体数は減るにしろ、環境が回復しないまま生息数が再び増加する例が出てきた。つまり、餌となる植生がないにもかかわらず、シカが増えているということになる。これはいったいどういうことであろうか。

洞爺湖中島でもそのような状況が観察された。筆者らは、餌植物がなくなった後にシカが何を食べて増えたのかを把握するため、1990 年代に自然死亡したシカの胃内容物組成比を調べた。その結果、約 60–80% が広葉樹の落葉であることが明らかとなった（図–1、Takahashi and Kaji 2001）。胃の中から出てきた広葉樹の葉は、それだけではシカが採食したときに落葉だったのか樹冠にあったのかは断定できない。しかし洞爺湖中島では、すでにシカが届く高さに枝葉がほとんど残っていなかったこと（Miyaki and Kaji 2004）、同時期に行った直接観察で地表に落ちていた広葉樹の葉を摂取していた（Takahashi and Kaji 2001）ことから、落葉と判断することができた。また落葉といっても冬でなければ枯れて落ちた葉とは限らず、芽吹いてから枯れる前までに風などで落ちる緑の葉が大半を占めていた。くわえて、以前には見向きもせず、不嗜好種と考えられていたハイイヌガヤもよく利用するようになっていた（図–1）。このように、シカはおそらく生息環境の中で利用しやすい餌から利用しているにすぎない。つまり、一見

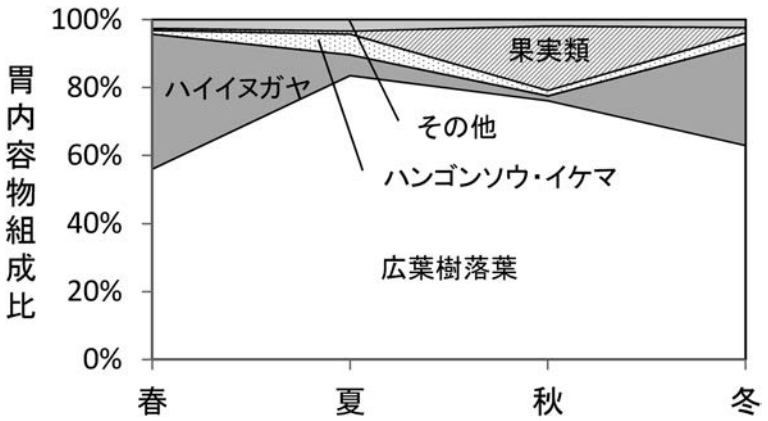


図 –1　洞爺湖中島において 1990 年代に自然死亡したニホンジカ胃内容物組成比（%）の季節変化．Takahashi and Kaji（2001）より作成．

採食する植生が無いように見えても、まだまだ食料はふんだんにあったのだ。

他地域でもシカが落葉を利用している例が報告されている（表 –1）。どの場合にも、分析方法の制約から、分析対象とした個体にとっての餌全体に占める落葉の量や重要さは必ずしも明確ではないが、どのような状況で落葉への依存性が高まるのか、傾向を探ることはできる。

ちなみに胃内容物組成の場合、死後あまり時間のたっていないシカの第一胃内容物を採取し、その組成比から餌品目の重要性を評価している。死亡する前の数日間に採食した餌が評価対象となる。一方 Gleaning とは「拾い集める」の意味であり、サルが樹上で採食したり移動したりする際に落とした葉や枝、ときにサルの糞をもシカが拾い食いする状況を指している。落穂ひろいのようなイメージといえばよいだろうか。この行動がどの季節に多く発生するか、観察時間中の発生頻度として評価されている。採食時間配分は、特定の個体を継続的に観察し、その間にみられた行動の時間比をもって重要性を評価する。

これらの事例で落葉への依存性は、他の餌資源の量と質が低下する時期、とくに冬に高まる傾向にあり、洞爺湖中島や屋久島西部地域では通年にわたって落葉が主食となっていた。また共通する背景として、下層植生や森林構造に強度の影響が表れているにもかかわらず、シカは高密度を保っていた。ただし屋久島は照葉樹林帯であり、その暗い林床ではもともと生育する植物量が少ないのであって、シカが林床植物を食い尽くしたとは限らない。

落葉への餌の転換は、急激に生じるわけではないようである。嗜好性の高い樹種の実生が減少するにつれて、落葉落枝に転換していくことが指摘されている（Koda and Fujita 2011）。これらの事例の他にも、近年の自動撮影装置の普及によって、定性的に落葉を利用している証拠が各地で得られつつある。落葉が注意を払うべき餌資源であることは、海外でも認識されてきた（Ditchkoff and Servello 1998, Tremblay *et al*. 2005）。シカが落ち葉をいくら採食しても、そのこと自体が植物体に直接ダメージを与えることはなく、採食した痕跡も残らないため、通常の調査ではなかなか気づかない。実際には、程度の差はあれ植食動物による落葉の利用は普遍的な可能性がある。

落葉利用の先にある懸念

餌の質と量の関係は、一般に良質なものは少量しかなく、低質なものは大量にある（高槻 1991）。シカが採食した落葉は枯れ葉とは限らないと前述したが、枯れ葉は、膨大な量が供給されるだけでなく、質的にもそこそこであるらしいことがわかってきた。すなわち、シカの体生長に必要な栄養価（タンパク質）は不充分であるが、生存に必要なエネルギー量は満たしていたのである（Oikawa *et al*. 2011）。これは、ある期間、シカの餌が落葉、それも枯れ葉だけに限られたとしても、成長や繁殖は抑制されるが生き延びることを意味する。さらに、シカが低質な餌を摂取すると、反芻時間を長くすること

表 –1　ニホンジカによる落葉採食の例

地域	林相	分析方法	依存時期	出典
北海道洞爺湖中島	落葉広葉	胃内容物組成	通年	Takahashi and Kaji (2001)
宮城県金華山	落葉広葉	gleaning 発生頻度 [1]	主に春	Tsuji *et al.* (2007)
神奈川県丹沢山地	落葉広葉	採食時間配分	冬から春	牧野・古林 (1997)
鹿児島県屋久島西部	常緑照葉	採食時間配分 [2]	通年	Agetsuma *et al.* (2011)

[1] サルが落とした枝葉などをシカが拾う「落穂ひろい」（gleaning）行動の発生頻度
[2] 落穂ひろい行動を含めて採食に費やした行動時間の割合

写真 –1　土を掘って灌木や多年草の根をかじるニホンジカ　北海道支笏湖畔

によって消化を補償するため、1 頭が摂取する餌量は栄養価の高い餌を摂取するときに比べて小さくなるという興味深い実験結果が報告されている（Oikawa *et al.* 2011）。つまり、シカが少量の良質な餌を食べ尽くしても、低質だが膨大にある餌を利用することによって生息できる頭数は増える可能性がある。シカによる影響は、餌条件の劣化だけでは、長期的に軽減が期待できるとは限らない。

一方、林床の落葉層がなくなると、地表が露出し、土壌流出の引き金となる。積雪地帯では局所的にでも積雪の無いところが生じると、シカが落葉層を除去（採食）した後に、地面を掘り返し、植物の根をかじる状況も見受けられる（写真 –1）。シカは積雪の少ない場所に集中して越冬する傾向があり、このような状況が加速することも考えられる。

ひとたび植生が衰退してしまえば、その成立過程の生育環境とは変わってしまうことから、影響を受ける前の状態への植生の復元は困難になることもある（Akashi 2009）。土壌流出の場合には植物の生育基盤そのものが失われてしまうため、植生を回復させることはさらに難しくなる。回復困難になる前に過密なシカから逃れるためのレフュージア（避難場所）として、防護柵に限らず捕獲圧も含めて局所的なシカの完全排除も考えてよい時期に来ているのではないだろうか。

おわりに

これまでみてきたように、シカは自らが生息環境を改変し劣化させた餌条件のもとでさえ、新たな餌資源を開拓して個体数を増やすほどの適応力を備えている。各地で深刻化する森林被害の喫緊の対策として、増えすぎた個体数を減らすための捕獲技術開発や体制づくりに重点がおかれている。しかし、そもそも個体数を不用意に増やさない、良質な餌を与えないような施業や森林管理が模索されるべきであろう。

引 用 文 献

Akashi N (2009) Simulation of the effects of deer browsing on forest dynamics. Ecological Research 24 : 247–255.

井上みずき・合田　禄・坂口翔太・藤木大介・山崎理正・高柳　敦・藤崎憲治（2008）「ニホンジカの森林生態系へのインパクト―芦生研究林」企画趣旨．森林研究 77 : 1–4.

Ditchkoff SS, Servello FA (1998) Litterfall: an overlooked food source for wintering white-tailed deer. Journal of Wildlife Management 62 : 250–255.

Koda R, Fujita N (2011) Is deer herbivory directly proportional to deer population density? Comparison of deer feeding frequencies among six forests with different deer density. Forest Ecology and Management 262 : 432–439.

小泉　透（2011）拡大するシカの影響．特集　深刻化するシカ問題―各地の報告から．森林科学 No.61 : 2–3.

Miyaki M, Kaji K (2004) Summer forage biomass and the importance of litterfall for a high-density sika deer population. Ecological Research 19 : 40–409.

Oikawa M, Kurokawa Y, Furubayashi K, Takii A, Yoshida Y, Kaji K (2011) How low quality foods sustain high density Sika deer (*Cervus nippon*) population in heavily grazed habitat?: comparison of intake, digestibility and feeding activities between the deer fed high and low quality food. Mammal Study 36 : 23–31.

柴田叡弋（2008）ニホンジカによる被害は森林での生物間相互作用を明らかにする．特集ニホンジカによる森林の変化が昆虫類に及ぼす影響．日本森林学会誌 90、313–314.

柴田叡弋・日野輝明編著（2009）大台ケ原の自然誌．東海大学出版会 300pp.

Takahashi H, Kaji K. (2001) Fallen leaves and unpalatable plants as alternative foods for sika deer under food limitation. Ecological Research 16 : 257–262.

高槻成紀（1991）草食獣の採食生態．（現代の哺乳類学．朝日　稔・川道武男編、朝倉書店）．119–144.

Tremblay J-P, Thibault I, Dussault C, Huot J, Côté SD (2005) Long-term decline in white-tailed deer browse supply: can lichens and litterfall act as alternative food sources that preclude density-dependent feedbacks. Canadian Journal of Zoology 83 : 1087–1096.

シリーズ

現場の要請を受けての研究㉑

三重県大台町における人工林の立地環境評価に基づく森林管理

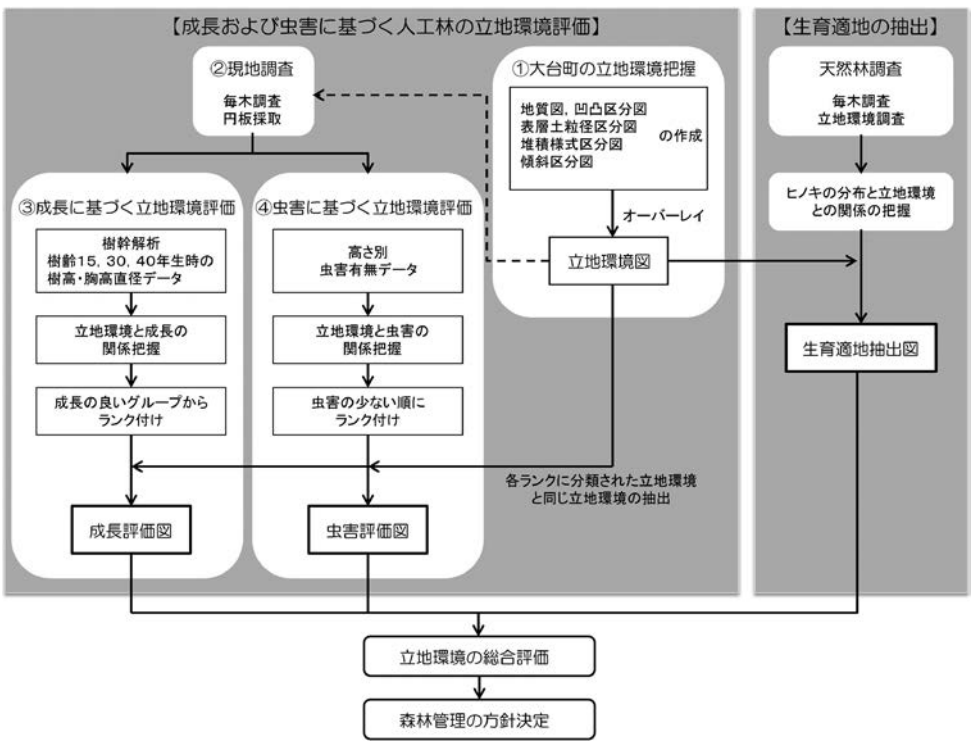
長島　啓子

（ながしま　けいこ、京都府立大学大学院生命環境科学研究科）

1. はじめに

三重県大台町は三重県の中南西部に位置し、総面積（36,294 ha）の 90％以上を山林が占めた地域です。民有林は 27,989 ha で、うち 59％（16,500 ha）が人工林です（三重県環境森林部 2011）。近年の林業不振の影響を受け、全国同様、管理が十分に行われていない現状に直面していました。全国的に長伐期に移行する傾向が見られる中（遠藤 2006）、大台町にある宮川森林組合は町に対して、地域の林業の正常化・活性化には、地元の森林組合が中心となって、長伐期施業を視野に入れながら森林の立地環境に応じた地域林業の方向性を探る必要があると提案・要望を申し入れました。これを受け、大台町は平成 22 年度に「次世代に引き継ぐ森林づくりモデル事業」、平成 23、24 年度には「次世代に引き継ぐ森林づくり事業」を実施しました。

本事業は、立地環境に応じ適地適木を図ることによって森林の多面的機能を最大限に発揮させ、あわせて人工林の経済性の向上を目指したものです。つまり、スギ、ヒノキの適地を GIS（Geographic Information System：地理情報システム）を用いて詳細に把握した上で、適地において施業を実施し、不適地では広葉樹林などへと転換することで森林価値の最適化を図るというものです。特に、長伐期施業に適した場所を選定するために、林地生産力の高い立地環境のみを評価指標にするのではなく、三重県で発生が認められ、材価に影響を与えている穿孔性害虫スギノアカネトラカミキリの材質劣化被害（以下、虫害）の少ない場所や、樹種本来の生育適地と解釈される天然林の成立環境を総合的に評価することを目標としました。しかし、これらの基礎となる各樹種の生育適地や虫害と立地環境との関係は十分把握されていませんでした。このため、京都府立大学森林計画学研究室では、平成 22 年度より 24 年度まで、大



図－1　森林管理の方針決定に向けた立地環境評価の流れ

台町の事業を受託した宮川森林組合との共同研究により、人工林の立地環境についての基礎資料を整備し、これらを活用した立地環境評価を踏まえ、今後の森林管理方針を決定するための考え方を整理しました。

2. 人工林の立地環境評価の流れ

今後の森林管理の方針決定に向けた立地環境評価は、成長および虫害に基づく人工林の立地環境評価と、天然林調査に基づく生育適地の抽出という大きく 2 つの流れから構成されています（図 –1）。既存の各種地理データと現地調査結果を GIS により解析することで、成長評価図および虫害評価図と生育適地抽出図を作成し、これらの総合評価から森林管理の方針を決定します。宮川森林組合と森林計画学研究室の役割分担は、表 –1 に示した通りです。なお、本事業はスギ・ヒノキの両者を対象に研究を行っていますが、今回は紙面の都合上、ヒノキの例を紹介します。

表 –1　研究推進の上での役割分担

	宮川森林組合	京都府大
【成長および虫害に基づく人工林の立地環境評価】		
①大台町立地環境把握		
各立地環境の図の作成	○	
図のデジタル化		○
GIS による立地環境図の作成		○
②現地調査		
毎木調査	○	
円板採取	○	
③成長に基づく立地環境評価		
樹幹解析	○	
立地環境と成長の関係把握とランク付け		○
成長評価図の作成		○
④虫害に基づく立地環境評価		
高さ別虫害有無データ	○	
立地環境と虫害の関係把握とランク付け		○
虫害評価図の作成		○
【生育適地の抽出】		
天然林調査	○	○
ヒノキの分布と立地環境との関係の把握		○
生育適地抽出図の作成		○

3. 成長および虫害に基づく人工林の立地環境評価

①大台町の立地環境の把握

大台町の人工林（民有林）が分布している地域の地質図、地形（凹凸）区分図、表層土粒径区分図、堆積様式区分図、傾斜区分図を GIS でオーバーレイし、立地環境図を作成することで、対象地の立地環境を把握しました（図 –1）。傾斜区分図は GIS により DEM（Digital Elevation Model：数値標高モデル）から作成し、その他の区分図は、現地踏査と地形図判読により宮川森林組合が 1 ／ 5,000 の地形図に色分けして作成したものをデジタル化しました（図 –2）。

②現地調査

①の立地環境図をもとに、専有面積が大きい立地環境（地質・凹凸区分・表層土粒径・堆積様式・傾斜の組合せ）から順に並べ、上位からの累積面積が対象地域の 70% に達するまで立地環境を抽出しました。そして、抽出された立地環境をすべて含む人工林 5 地区 104 地点において、毎木調査（樹高・胸高直径）を行いました（写真 –1）。また、各地点において優勢木・介在木・劣勢木の 3 本（全地点で合計 312 本）を伐倒し、樹幹解析のための円板を採取しました。

③成長に基づく立地環境評価

採取した優勢木・介在木・劣勢木 3 本の樹幹解析により、各調査地点における樹齢 15 年、30 年、40 年時の平均樹高および胸高直径を算出し、同じ立地環境を示した調査地点をまとめ、立地環境ごとの樹齢 15 年、30 年、40 年時平均樹高・直径データを整備しました。このデータを用いて立地環境と成長の関係を把握するために、同じ成長傾向を示す立地環境をクラスター分析によって分類しました（土田ら 2012）。これにより、ヒノキは 4 区分され、大台町の人工林が分布している地

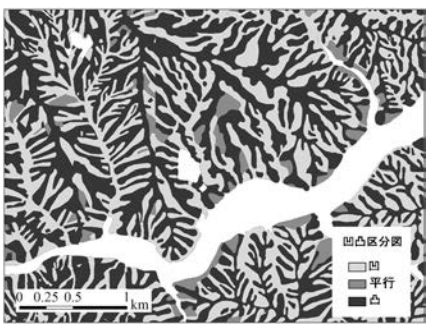


図 –2　宮川森林組合が作成した地形（凹凸）区分図（デジタル化済み）の例

写真 –1　大台町の人工林における現地調査風景

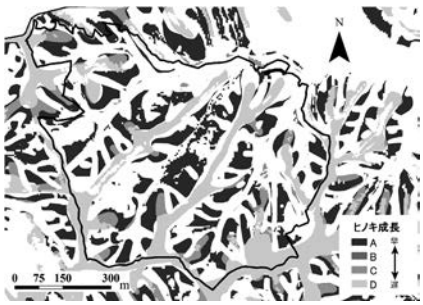


図 –3　成長評価図（大台町内の一部を拡大）

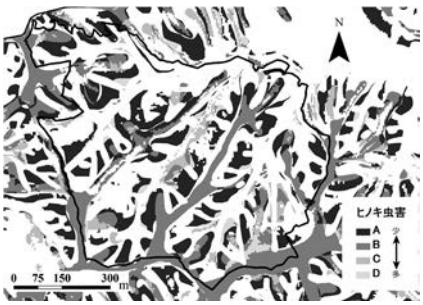


図 –4　虫害評価図（大台町内の一部を拡大）

域を対象に GIS で色分けしました（図 –3）。

④虫害に基づく立地環境評価

樹幹解析のために採取した円板について、虫害の有無を高さ別（L：0.2 ～ 3.2 m、M：5.2 ～ 9.2 m、H：11.2 ～ 15.2 m）に確認し、立地環境と高さ別の虫害出現傾向との関係を把握しました。立地環境と虫害出現傾向に一定の関係があることを確認した上で（長島・土田 2013）、最も経済的価値が高い一番玉の位置に該当する高さ L（0.2 ～ 3.2 m）を対象に虫害のランク付けを行い、GIS で色分けをしました（図 –4）。

4. 天然林調査に基づく生育適地の抽出

奈良県吉野郡の吉野熊野国立公園大台ヶ原のヒノキ天然林において毎木調査（樹種・樹高・胸高直径）を行う（写真 –2）とともに、大台町で把握した立地環境である地質、地形（凹凸）、傾斜、堆積様式、表層土粒径を各調査地点で記載し、ヒノキが優占する場所の立地環境を把握しました。その結果、ヒノキが凸地形・残積土・粘土質の場所に分布している傾向があることが確認されたことから（土田ら 2011）、同様の立地環境を大台町において抽出しました（図 –5）。

5. 森林管理の方針決定にむけて

一連の作業により得られた立地環境に基づく成長評価図（図 –3）、虫害評価図（図 –4）、生育適地抽出図（図 –5）を比較すると、生育適地で虫害は比較的少ないが成長が遅い場所、成長は良いが虫害が多い場所などを視覚的に把握できます。また、地形や既存の路網からの距離から、各地の今後の路網開設の可能性を示すことができます。これらを総合的に評価することにより表 –2 で例示したような考え方で施業方針を決定します。

これらの方針に基づいた森林管理はすでに始まっています。平成 22 年度に設定したモデル地区では、評価結果をもとに施業計画を立て、虫害が多く間伐を繰り返しても森林価値が上がらないと判断した場所において群状間伐を行いました。平成 24 年度には群状間伐が実施さ

写真 –2　奈良県大台ヶ原におけりヒノキ天然林調査の風景

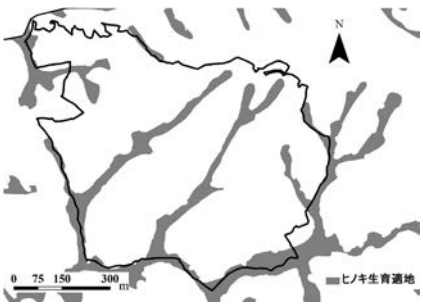


図 –5　生育適地抽出図（大台町内の一部を拡大）

表 –2　森林施業を決定する上での考え方（例）

生育適地	虫害	成長	路網開設の可能性 ※	施業方針
○	少ない	—	○	定性間伐で長伐期施業
○	やや多い	—	○	定性間伐で長伐期施業。間伐時の虫害状況を見て，伐期を再検討
△	やや多い	良好	○	定性間伐，短～中伐期施業
△	やや多い	良好	△	定性間伐，短～中伐期施業
×	多い	良好	○	定性間伐，短～中伐期施業
×	多い	—	○	群状間伐，広葉樹などへ転換
×	多い	—	×	当面現状維持。将来路網整備が行われたなら，群状間伐，広葉樹などへ転換を考える

※ 既存の路網からの距離や地形をもとに経験的に評価を行った際の路網開設の可能性を示した。

写真 –3　大台町のモデル地区における群状間伐後の広葉樹植栽地
シカの食害を避けるため、80 ～ 120m^2 ごとに防鹿柵で区切った区画内に植栽を行っている。

れた箇所を広葉樹林に転換すべく、防鹿柵内に広葉樹の植栽も行いました（写真 –3）。これは、シカの食害が認められる環境下での広葉樹林の再生を行うと共に、将来的に広葉樹の利用を念頭に置いています。また、収穫周期の異なる樹種を植栽し、林地の持つ経済性の改善も目指しています。

6. おわりに

今回紹介した３カ年の事業では、立地環境と成長および虫害の関係を解析した上で、対象地域内の成長・虫害の評価を行うという、いわゆるポテンシャル評価が完了した状況にあります。これらの評価は現在、大台町の市町村森林整備計画を策定するための取り組みへと発展しています。今後、市町村森林整備計画の策定にむけて、事前の評価と実際に施業を行った場所での結果を比較する検証作業が必要となります。また、市町村森林整備計画では、施業の結果を踏まえ立地環境評価を順次更新し、市町村森林整備計画の見直しに反映させる、「順応的な管理」が重要となります。「順応的な管理」の実現には立地環境を視覚的に評価することができる GIS の利用が不可欠です。森林組合は立地環境評価に向けた一連の作業の担い手であることから、GIS 技術を習得し向上していくための支援システムづくりが今後の課題となります。

引　用　文　献

遠藤日雄（2006）経営面からみた長伐期施業の可能性（長伐期林を解き明かす．全国林業改良普及協会編，全国林業改良普及協会）．33-56.

三重県環境森林部（2011） 森林・林業統計書．三重県環境森林部　106pp.

長島啓子・土田遼太（2013）三重県大台町におけるスギノアカネトラカミキリ被害と立地環境および成長との関係．第 124 回日本森林学会学術講演集 125：P1-134.

土田遼太・長島啓子・高田研一・岡本宏之・田中和博（2011）奈良県大台ヶ原におけるヒノキ天然林の立地環境解析．第 62 回応用森林学会研究発表会研究発表要旨集 81：501.

土田遼太・長島啓子・岡本宏之・高田研一・田中和博（2012）三重県大台町における長伐期施業適地の抽出：成長および虫害と立地環境の解析．第 123 回日本森林学会学術講演集 CD-ROM：Pa156.

シリーズ 森をはかる その52

空を背景にして葉量の変化をはかる

久米 篤（くめ あつし、九州大学農学部附属北海道演習林）

1. はじめに

葉面積指数（LAI）は、通常、植生群落の単位地表面積（例えば1 m^2）あたりの葉の投影面積の総和として定義される。LAIのほかに、半表面積指数（HSAI；単位地表面積あたりの葉の実際の表面積の半分）も、植生の放射吸収量、光合成・蒸散量、植生の炭素吸収能力などを示す重要な指標として広く利用されている[1)]。HSAIとLAIは平坦な葉では等価であるが、針葉樹の針葉などではかなり異なる。

LAIは対象植生の葉を刈り取ること、すなわち、対象区画に存在する全ての葉の総面積から求められる（刈取り法）。この方法は原理的にもっとも単純で、正確でもあるが、測定対象の破壊を伴い、人的労力の負担も大きい。そのため、群落の光学的性質から非破壊的にLAIを推定する様々な方法が提案されている。

伝統的な方法は、群落を通って地面へ透過する放射の測定値から導くものである（Li-Cor 2000、Sunscan、Sunfleck Ceptometer、群落下層での全天写真など）。これらの透過放射の測定値は、植物群落内の適当な放射- 伝達モデルに基づいて逆計算され、LAIや葉面の角度分布（LAD）などの値を得るために利用される。晴天日に林内で光合成有効放射（PAR）センサーを移動させながら測定し、PAR強度分布から葉の密集度などを推定してLAIを推定する方法（TRAC; 3rd Wave Engineering）もある。これらの方法における問題点は、実際に測定されているのが植物面積指数（PAI；単位地表面積あたりの葉と枝の投影面積）であること、そして自動的な連続測定が難しいことであった。

2. 可視放射と赤外放射

ほとんどの植物の葉は波長400-700 nmの可視域の放射（PAR）をほぼ吸収し、光合成を行う。一方、700-1000 nmの近赤外域の放射（NIR）は利用されず、ほとんどが透過・反射される（図-1）。このような緑葉独特の分光特徴を利用すると、葉量を推定するための指数が得られる。群落からの反射放射を利用した代表例としては、正規化差植生指数（NDVI）がある。これは、近赤外域と赤色域の反射率の差分をそれらの合計で割ったもので、PARとNIRの反射率（それぞれρ_{PAR}、ρ_{NIR}）に置き換えても概ね適用可能であり、その場合は次のような式になる。

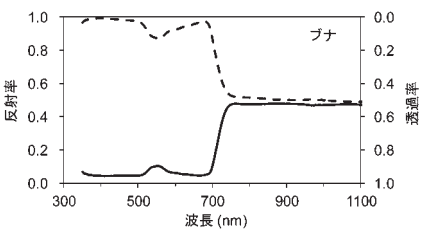


図-1 ブナ個葉の分光反射率（実線）と分光透過率（破線）の測定例

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{PAR})/(\rho_{NIR} + \rho_{PAR})$$

ここで、$\rho_{NIR}+\rho_{PAR}$は波長範囲400-1000 nmにおける平均反射率の2倍の値になる。この因子で割ることで、方位に依存するような照射条件の差異の影響を軽減し、対象範囲全体でより良い条件で指数を求められる。

分光反射放射の強度比から計算されるLAIに関連する植生指数（NDVIやその改良指数）は、衛星リモートセンシングから圃場における観測まで広く用いられているが、実際の測定には様々な制約がある。例えば、図-2に示すように、群落の葉量が増えて葉の積み重なりが増えると、群

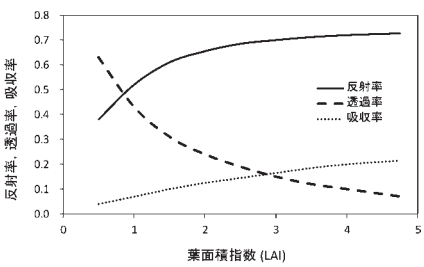


図-2 群落の葉面積指数と入射放射の反射率、透過率、吸収率との関係の模式図

落表面からの反射率は飽和して、あまり変化しなくなる。そのため、重なり合いの多い葉群や群落では、反射率によるリモートセンシングの精度は低下する。加えて、植生表面からの反射率を利用する場合、その背景となる下層土壌からの反射が大きく影響し、対象範囲の裸地土壌の割合、土壌の性質や水分状態、さらにササなどの下層植生の有無によってNDVIが大きく変動してしまう。

3. 透過放射のNIR/PAR

透過放射のNIR/PARを利用する場合には、反射放射と

比較して、2 つの利点がある。1 つは図–2 に示すように、透過放射はLAI の増加に対して飽和しにくいこと、もう1 つは、下から植生を見上げた場合、その背景は土壌ではなく天空となり、NIR/PAR の比率が、季節や気象条件によらず極めて一定に保たれているということである（図–3）。これは、一定の背景色のもとに、葉量の変化を計測する天然の測定室であるとも考えられる。

とはいうものの、実際の植生構造は複雑で、入射する放射特性も気象や太陽高度、地形によって大きく変化するため、林床におけるNIR/PAR の瞬時値は、天候や林冠と太陽の位置関係によって大きく変化する。しかし、1 日の放射量を積算した場合、太陽の位置変化によって林冠の特性が平均化され、林内でライントランセクト測定したのと類似の効果が得られ、その場所固有の光環境を安定的に示すことが予想される。実際、植物群落内における陽斑（直達日射に近い明るい部分、サンフレック）の面積の合計は相対照度に比例し、葉あるいは測定装置が絶えず動かされることによって陽斑を伴う光が十分に平均化されるならば、晴天日の相対照度は曇天における値とほぼ同じになることが理論的に説明されている[2]。

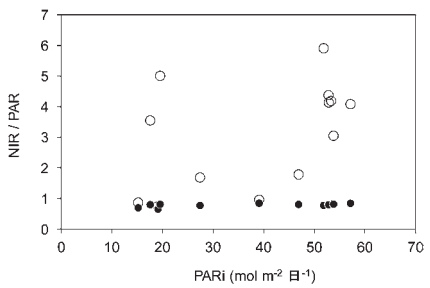


図 –3　光合成有効放射（PAR）と近赤外放射（NIR）の 1 日の積算値同士の比。○ 林床、● 林冠上。横軸は 1 日の入射 PAR 積算値で、夏の晴れた日ほど大きくなる。

4. 透過 NIR/PAR 法の落葉広葉樹林での検証

このような植生と透過放射のNIR/PAR の関係がLAI の推定に適用可能であるかどうかを確かめるために、林冠のLAI の季節変化が正確に測定されているJaLTER 高山サイトの落葉広葉樹林[3]で、林冠タワー上と林床で分光放射計によってNIR とPAR の測定を行い、LAI の季節変化との関係を出葉前から落葉後まで追跡した[4]。林冠上の観測では、NIR/PAR は日中を通じて光量子比で0.83 程度の値を示し、天候や季節によらず変動は小さかった（図–3）。植生下の林床におけるNIR/PAR の瞬時値は、1 年の間では 1 ～8 程度までの値をとり、林冠が閉じた時期には1 日の間に2 ～4 程度の幅で変動していた。季節的なNIR/PAR の変化は林冠の葉量増減にともなって生じていた。一方、1 日の間の変動は樹冠構造の不均一性によって生じており、それに雲量変化が影響していた。このようなNIR/PAR の日内変化の影響は、NIR とPAR の日積算値から比を求めることでほぼ解消できた（NIR/PAR 比の瞬時値を平均すると、陽斑の影響が過小評価され、大きな誤差を生じることに注意）。日積算値から求められた林床のNIR/PAR の対数とLAI の間にはR^2=0.97、また、林床のNIR/PAR とPAR の群落透過率の間にはR^2=0.96 という高い相関関係があった[4]。これらの結果は、林床にNIR ·PAR センサーを設置し、年間を通じて測定することで、その植生のLAI や葉によるPAR の吸収率の変化を連続的に推定できることを示している（図–4）。

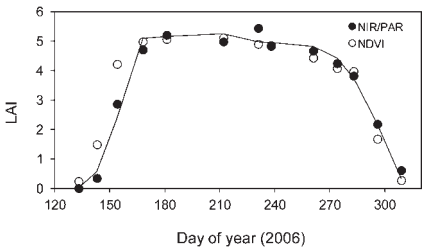
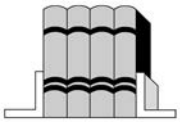


図 –4　ブナ－ミズナラ落葉広葉樹林（高山サイト）における LAI の推定結果。●は透過放射の NIR と PAR の 1 日の積算値の比、○は反射放射の 3 日間平均 NDVI、実線は樹種別のシュート動態と落葉量から求められた LAI。横軸は通日。NDVI の計算には 841–876 nm と 620–670 nm の波長を利用。

群落透過放射のNIR/PAR は、原理的に葉内のクロロフィル分子の吸収に応じて変化する指標であり、クロロフィルが含まれていない枝や幹などの影響を受けにくい。一方、多くの常緑針葉樹の針葉では、NIR の吸収率が高いため、落葉広葉樹とは違った関係を示す。また、NIR/PAR は、群落のLAI よりもPAR の吸収率とより直接的な関係がある。このような林冠と天空の光学的性質は、新しい森林観測の手段として活用できるだろう。

引用文献

1）Campbell & Norman（1998）生物環境物理学の基礎 第 2 版　森北出版（久米他訳）
2）Monsi & Saeki（1953）Jpn J Bot 14 : 22–52
3）Nasahara *et al*.（2008）Agric For Meteorol 148 : 1136–1146
4）Kume *et al*.（2011）J Plant Res 124 : 99–106.



ブックス

森づくりの心得
―森林のしくみから施業・管理・ビジョンまで―

藤森隆郎著、全国林業改良普及協会、2012年12月、353ページ、3,675円（税込）、ISBN978-4-88138-283-7

書評子は役職柄、森林施業に関する研修講師を依頼されることが増えてきた。2年前からは准フォレスターの外部講師、昨年からは森林施業プランナーのステップアップ研修の講師も務めるようになってきた。受講生の中には、林業機械の扱いが上手な者、小規模な森林所有者を巧みに取りまとめた経験のある者など、みなそれぞれ得意技がある。しかしながら、「森づくり」の技術やビジョンとなると、合格点を与えられる受講生がほとんどいない。残念ながらそれが事実である。だが、それも無理からぬことではあろう。なにしろ森林の姿や履歴は地域によって様々であるため、機械の使い方のように単純にマニュアル化することが難しいのである。

本書は、そのような状況を憂えた著者が、森づくりの原理と原則を、平易な文章でまとめあげたものである。しかも300ページ以上もある大著である。本書を手にするとズッシリと重い。まるで聖書のようである。そう、本書はまさに、森づくりを考える上で現時点での最良のバイブルとでも言うべきものである。

著者は長いこと、いろいろな場で森づくりの講義を担当されてきた。しかし、講義時間は長くても2～3時間である。著者が考える森づくりを100%伝えるには、この時間で足りるはずがない。聴いた受講生は胃の腑に落ちた気がせずに消化不良だったろうし、著者も伝えきれないもどかしさを常に感じていたはずである。本書は、そんな著者が思いの丈をぶつけて一気呵成に書き上げたものと推察する。この分厚さでありながら、勢いがあって読みやすいという事実は、そうでなければ説明がつかない。

本書は4部構成で、全22章からなる。その中でもっとも紙数が多く割かれているのは、第III部「森づくりの技術」の第5章「間伐技術」である。これこそ、まさに著者が講義でいつも懸命に伝えようとしている核心であり、その真骨頂ともよべる部分である。間伐技術にかぎらず、本書全体を通じて根底に流れるものは森林生態学に基づく考え方であり、具体的なキーワードは長伐期施業、目標林型、将来木施業などに集約される。もちろん、たとえば長伐期施業も将来木施業も施業の中のオプションでしかない。しかし、著者は生態学的な知見を踏まえて、木材を収穫するという現実的なニーズと公益的機能を発揮させるというニーズを両立させうるものとして、自ら考える理想としての森づくりを読者にぶつけてくる。森林施業の現場に携わる技術者には、少なくとも第II部と第III部だけでも、熟読玩味してほしいと願う。

本書のすごいところは、最新の生態学上の知見を何気なくさらっと織り込んでいることである。著者は貪欲に新しい知識を集め、森づくりに応用できることはすべて吸収していることが伺える。だがもちろん、著者一人で最新の成果をすべてフォローするのは不可能である。たとえば、本書では樹木のバイタリティーの指標として樹冠長率を強調しているが、折も折、2013年3月に岩手大学でおこなわれた森林学会では、高齢林では形状比がもっともよい指標ではないかという講演や、樹冠幅がもっとも妥当な指標ではないかという講演など、樹冠長率に否定的な見解もいくつか報告された（書評子が考えるに、樹冠長率は寿命の長い樹木のある一時期においてのみ有効な指標なのではないだろうか）。また、同じ時期に静岡で開催された日本生態学会では、日本の温帯域の潜在自然植生は照葉樹林あるいは落葉広葉樹林であるという、本書でも述べられているこれまでの常識を、根底から覆すような発表もみられた。このように、森林生態学の知識は日々更新され、新しいものに塗り替えられている。著者が本書で提示する森づくりの原理・原則も、これからもまだまだ発展すべきものである。

冒頭にも述べたとおり、書評子も森づくりの講義を行う中で、受講生に言いたいことを伝えきれないもどかしさを感じている。ゆえに、自分で教科書を作らなければ！と考えていたところである。しかし、そのためには、本書を含む著者の一連の著作群を超えなければならない。これは相当にシンドイ仕事になりそうだが、なんとかやり遂げてみたいものである。なぜなら、こうして仕事を前の世代から引き継ぎ、そして次の世代に継いでいくことは、寿命の長い樹木の生態を研究するものの務めであろうから。

正木　隆（森林総合研究所）

森の端での生活を終えて

嶋瀬　拓也（しませ　たくや、森林総合研究所北海道支所）

4年前の春、つくばの本所から札幌の北海道支所に転勤してきた際、支所の敷地内にある宿舎（場内官舎）に入居した。宿舎は樹木園と隣り合わせにあり、その奥には広大な実験林が広がる。生活空間が一挙に森林に近づいた。というより、森の端に住まいがあった。

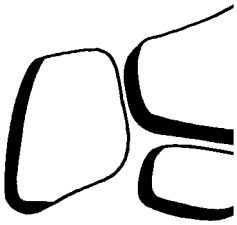
入居した4月の初めは、冬の間、建物の隙間という隙間を埋め尽くして寒を凌いでいたカメムシたちが、一斉に活動を始める時期のようだった。そのまま外に出てくれればいいものを、室内に入り込んでくるものも多かった。その方面に無頓着な私は少し鬱陶しいくらいですんでいたが、大の虫嫌いの妻は毎日悲鳴を上げていた。森の端はまた、毎朝街へと繰り出していくカラスたちの一大ベッドタウンでもあったので、まだ小さな子を抱える身としては、巣作りから巣立ちまで気が気ではなかった。

とはいいながら私は、ここでの生活をけっこう楽しんでいた。北国の春は、午前3時になるともう明るい。家族を起こさないようにそっと寝床を抜け出し、まっすぐ向かえば5分の道のりを、樹木園、実験林を経由して、毎朝1時間かけて出勤した。十数年ぶりの北海道で、すっかり忘れてしまっていたこちらの樹種を思い出そうと張り切っていた、ということもある。図鑑と双眼鏡を携え、樹木園で名札付きのものを一通り眺めたあと、実験林で一人“樹種識別実習”を繰り返した。本業に支障が出ても困るので1時間と決めていたが、どの季節もそれぞれ違った魅力があり、ずっと歩いていたいといつも思っていた。芽吹きから落葉まで、様々な樹種の様々な姿を見て歩き、最初の冬を迎える頃には、道内で目にする主だった高木類は頭に入っていたと思う。職員の通行の便よりヒタキの子育てを優先する支所長の影響もあり、鳥もいくらか覚えた。

このような環境の恩恵というか、刺激を一番強く受けていたのは、実は子供たちだったかもしれない。彼らの傍らにはいつも森林があり、生活の一部といってもよさそうなほどだった。一度、何かの理由で長女を激しく叱ったことがあったが、叱られた彼女は、家を飛び出すと一直線に樹木園へと向かい、そこで一心不乱に枝葉をかき集め始めた。私は、大型獣のねぐらのようなものができあがっていくのを、ただ遠巻きに眺めていた。気が済むのを待ってなだめすかし、何とか連れ戻したが、本気でそこに住むつもりだったらしい。後に彼女は、モンタナマツの株立ちの中に立派な秘密基地を建設している。家の中には置いておけないほどの宝がそこに隠してあるのだと、あるときこっそり教えてくれた。長男坊は怖がったので、思い出らしい思い出はないが、こちらで生まれた次男坊は平気というか、けっこう気に入っていたようで、天気のいい休日にはよく2人で出かけた。ひたすら肩車をせがまれるのには参ったが、時折頭上から歓声が聞こえてきた。歓声の理由がわからないこともあったが、彼にだけ感じ取れる何かがきっとあったのだろう。

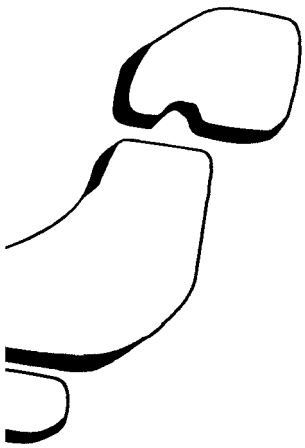
この春、その宿舎を離れることになった。子供たちの学校のこともあったので、芽吹きも待たずに出てきてしまったが、最近、ふと当時を振り返らせる出来事があった。新居での生活物資を揃えるため、次男坊を連れてホームセンターに出かけた折、店のペットコーナーにいた子犬たちを見て、2歳になる彼が「キツネ!」と叫んだのだった。彼にとって、飼い犬よりもキタキツネの方がよほどなじみ深かったのだということに、そのとき改めて気づかされた。そういえば、子供たちがいつも親しんでいたのは、犬や猫ではなく、キタキツネであり、エゾシカであり、エゾリスだった。煩いくらいの鳥の鳴き声に毎日囲まれてもいた。私自身も、

北から



平成23年1月、宮崎県と鹿児島県の県境に位置する霧島山系の新燃岳が

そしておそらく子供たちも、あまりに身近すぎてはっきりと自覚することはなかったが、森の端での生活は、私たちの中の案外深い部分にまで浸透していたのかもしれない。



南から

日本森林学会支部だより

平成 23 年 1 月の新燃岳噴火による森林被害

山川　博美（やまがわ　ひろみ、森林総合研究所九州支所）

52 年ぶりの爆発的噴火を起こし、風下側にあたる火口の南東側を中心に大量の火山噴出物が堆積しました。この噴火によって、新燃岳の火口から直線距離で 50 km 以上離れた宮崎市や日南市でも多量の火山灰が降り堆積しました。宮崎空港では、滑走路に火山灰が積もったことから滑走路が一時閉鎖されました。

今回の新燃岳の噴火活動によって、新燃岳周辺の森林植生は火口南東側を中心に樹木が枯損するなどの被害が出ました。いま、私達の研究グループでは、新燃岳火口から南東側約 3 km に位置する高千穂河原周辺で固定プロットを設置し、植生の被害・衰退や回復について調査を行っています。高千穂河原周辺は、元々、アカマツが優占しミズナラやイロハモミジなどの落葉広葉樹が混交するアカマツ林が広がっていました。しかしながら、降灰方向の真下に位置し噴火の影響の大きかったエリアでは、優占種であるアカマツが最も強いダメージを受け、ほとんどの個体が枯死に至りました。いっぽう混交する広葉樹は、比較的ダメージの大きかったアオハダやカナクギノキなどと、ミズナラやタンナサワフタギなどのように比較的ダメージの小さかったものがあって、樹種によって噴火による影響は異なりました。しかしアカマツと比較すると被害の程度は小さく、噴火後 1 年目には樹冠が透け衰退気味だったものの、現在では多くの個体で樹勢が回復しています。そのため今後は、アカマツが枯死したエリアでは落葉広葉樹が優占する林分へと遷移すると考えています。霧島山系を代表する植物のひとつであり花の時期に観光客を賑わすミヤマキリシマも、高千穂河原周辺では多くの個体で枝先が枯れましたが、噴火に負けず新しい芽をだし、再び花を咲かせています。

霧島山系はアカマツ林やミヤマキリシマ群落だけでなく、ノカイドウなどの種々の固有種や多種多様の植物群落を擁しています。こうした多様な自然景観は、過去の噴火からの時間による遷移段階の違いと捉えることができます。また、今回の新燃岳の噴火では火山灰の堆積が主でしたが、噴火の規模やタイプによって森林や樹木に対する被害が異なり、その違いによっても様々な群落が形成されていると考えられています。霧島山系は記録が残る西暦 742 年からだけでも 60 回もの噴火を繰り返し、最近では 300 年前の新燃岳、100 年前の御鉢、50 年前の新燃岳と噴火が起こっています。霧島山系はこのように火山噴火が繰り返されるなかで、地域的に貴重な森林生態系を維持してきたのです。

ところが、今回の噴火ではこれまでの噴火後の植生回復と大きな違いがあるようです。それは、シカの食害です。近年、霧島山系の周辺では、シカの生息頭数が増加しており、1 平方キロメートルあたり 50 頭を超える地点もあります。そのため、すでに林床ではタンナサワフタギやウリハダカエデなど、シカの嫌いな植物が目立っています。更新のための前生稚樹が、不嗜好性の樹木に偏っているのです。また、実生の発生についても、堆積した火山灰による更新阻害に加え、せっかく更新した実生がシカに食べられる可能性があります。今後、噴火後の遷移が進むなかで、後継樹の更新に問題が生じる可能性が懸念されるのです。今後は、これらの要因を踏まえながら、新燃岳噴火後の植生回復について見据えていきたいと思っています。

Coming Next !

森林科学 69 予告

特集

ササのユニークな生態とその管理・利用（仮）

森めぐり

奄美大島の亜熱帯照葉樹林（仮）

函南原生林―照葉と夏緑広葉の森林帯境界の森―（仮）

森林科学 69 は 2013 年 10 月発行予定です。ご期待ください。

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　田中　浩（森林総研）
委　員　宮本　麻子*（経営/森林総研）
菊地　賢*（遺伝/森林総研）
藤田　曜（動物/自然環境研究セ）
北村　兼三（気象/森林総研）
谷脇　徹（保護/神奈川県自然環境保全セ）
笹川　裕史（経営/日本森林技術協会）
橋本　昌司（土壌/森林総研）
都築　伸行（林政/森林総研）
磯田　圭哉（育種/森林総研林育セ）
橘　隆一（防災/東京農大）
吉岡　拓如（利用/日本大）
田中　憲蔵（造林/森林総研）
宮本　敏澄（北海道支部/北海道大）
白旗　学（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/京都府大）
加治佐　剛（九州支部/九州大）
（*は主事兼務）

編　集　後　記

本号の特集記事は、「ヨーロッパ林業の最前線―組織・制度に焦点をあてて―」です。

特集の狙いは、森林・林業・林産業に関する政策において先進的な取組が多いとされる欧州各国の事例を比較検討することで、我が国の森林・林業政策や林業組織の改革に関するヒントを見いだそうとするものです。執筆陣と内容の詳細については、コーディネータの岡裕泰氏と石崎涼子氏に全て一任させていただきました。両氏には原稿依頼や調整を丁寧に行っていただき、本当に感謝しております。この場をお借りして、お礼申し上げます。

今回は欧州の森林・林業・林産業に詳しい 8 名の方々に執筆していただきました。執筆者の皆さんは、科研費「私有林経営における組織イノベーションに関する国際比較（H23 ～ 25）」に参画されています。限られた紙面のなかで、各国の森林・林業の概況や林産業の現状、またそれらに関わる政策や関連する組織の動きについて、簡潔にまとめていただきました。もっともっと伝えたい事は沢山あったかと思いますが、紙面の都合上割愛せざるを得なかったところがありました。せっかくの機会ですので、書き足りない分を『森林学会誌』の方にも、どしどし投稿願います。

さて、欧州林業に全く詳しくない私ごときが感想を述べるのも何ですが、思いついたことを少しだけ述べさせていただきます。各国で部分的には共通する点がありますが、それぞれの国の歴史に基づいた社会経済条件と地位や地理による空間条件の影響を受け、様々な試行錯誤の後に独自の政策や組織を策定し、また現在も常にそれらを見直す試行錯誤が続けられているように見受けられました。我々が取り組むべきは、こうした他の国々の置かれた歴史的・空間的条件を相対化し、我が国日本で「何ができるか」を提示することだろうと思います。「日本では森林の成育条件や社会・経済条件が違うからムリだ！」というのは簡単です。しかし、本当にムリなのでしょうか？我々は林業のイノベーションについて限界まで追求し続けて来たでしょうか？森林組合や民間の事業体に行くと、言葉では「厳しいねえ～」と言いながらも、諦めずにイノベーションに向けた挑戦を続けている方々に出会います。我々の研究が、現場の皆さんの挑戦に少しでも役立てるように肝に銘じたいと改めて感じました。

（編集委員　都築　伸行）

「森林科学」への投稿について

「森林科学」投稿規定

（2012 年 12 月 20 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）。解説と研究トピックスについては、やむを得ない場合は規定頁数の 1.5 倍まで認め、超過分は著者の負担とする（目安として、モノクロ：¥10,000 ／頁、カラー：¥20,000 ／頁）。
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、本会単独で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

（2012 年 12 月 20 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. 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「原稿作成の目安」を参照のこと。（URL http://www.forestry.jp/publish/files/Shinrin_Kagaku_Guideline.pdf）

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、年号）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。単行本の場合は総頁数もしくは引用頁を記載する。

＜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．日林誌 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 497 pp.

渡邊定元（1994）樹木社会学．東大出版会 450 pp.

c. 書籍中の場合

小林繁男（1993）熱帯土壌の痩悪化．（熱帯林土壌．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　宮本麻子
〒 305–8687　茨城県つくば市松の里 1
森林総合研究所
森林管理研究領域
Tel 029–829–8315
Fax 029–873–3799
e-mail asakom@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）

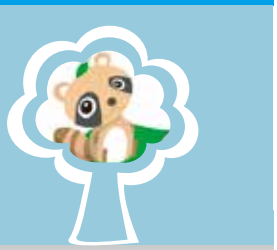
複写をされる方に：Ⓡ　学協会著作権協議会へ複写権委託済み
許諾・連絡は、〒 107–0052 東京都港区赤坂 9–6–41 乃木坂ビル 3F 学協会著作権協議会（Tel./Fax 03–3475–5618）

街路樹、公園樹等の正確、迅速な腐朽診断を実現！

「ぽんっ」と叩いて即座に診断。

ー 打撃音樹内腐朽簡易診断装置 ー

ぽん太



○今まで樹木医などの専門家でしか判断できなかった打診音を客観的な数値で評価できます。
○多くの大学や協会からも推薦をいただいています。

樹種を選び、周長を計測・入力、あとは「ぽんっ」と5回叩けばOK。

① 機種の選択

測定する樹種を選択します。樹種ごとに値が異なりますので、正しい樹種を選んで下さい。
※下記の14樹種に対応しております。(H23.10現在)

・アオギリ　・プラタナス　・クロマツ
・イチョウ　・トウカエデ　・アカマツ
・クス　・モミジバウフ　・スギ
・ケヤキ　・ユリノキ　・ポプラ
・サクラ　・ヒノキ

今後、随時樹種を追加します。
追加した場合は、無料でアップデートいたします。

② 直径の入力

メジャーで直径を測ります。

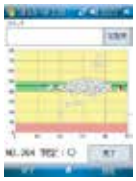
測った直径を入力します。
数値の入力は指でできます。

③ 打診音の計測

胸高の位置を、専用のハンマーでリズミカルに手首を使って5回打撃します。

④ 判 定 結 果

今まで測定したデータとともに、今回測定した結果が表示されます。緑の範囲にはいっていればおおむね健全です。黄色、赤の範囲では精密診断を要します。



片手で持てるコンパクトさ。優れたコストパフォーマンス。

ぽん太
価　　格：189,000円
重　　量：306.5ｇ
外形寸法：
　縦　144.2mm
　横　82.2mm
　重量 306.5g

専用打診ハンマー
価　　格：1,680円

最適な打撃音を出します。

データ分析・帳票用印刷プログラム
(Windows用)
価格：48,300円

開発・製造・販売

詳しくはコチラ．．．
ワールド測量設計　検 索

株式会社ワールド測量設計

〒699-0631　島根県出雲市斐川町直江4606-1
TEL：0853-72-0390　URL：http://www.world-ss.co.jp/
TEL：0853-72-9130　メール：ponta@world-ss.co.jp