

# 森林

# 科学

[特集]

森林の生物多様性

フォーラム

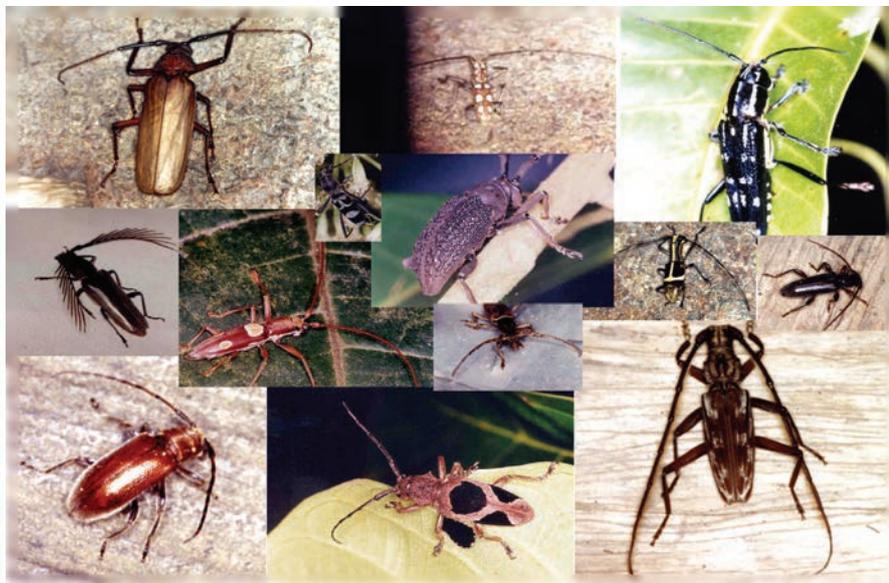
「森林学の過去・現在・未来」 (2)

シリーズ

森めぐり

白髪山林木遺伝資源保存林  
栗駒山

No. 63  
October 2011





効果持続期間 6年

# 確かな効果



効果持続期間

## 6年

松枯れ防止・樹幹注入剤

農林水産省登録・第22028号

## グリーンガード®・NEO Greenguard® NEO

瓶(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／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

グリーンガード、グリーンガード・エイトなら 効果持続期間 5年

## グリーンガード® グリーンガード®・エイト



ファイザー株式会社  
〒151-8589 東京都渋谷区代々木3-22-7  
03(5309)7283 GGwebPAH\_Japan\_PH@pfizer.com

グリーンガードホームページ

[www.greenguard.jp/](http://www.greenguard.jp/)

## 特集 森林の生物多様性

- 生物多様性の逆襲 2  
牧野 俊一
- 森林の生物多様性の価値 7  
尾崎 研一・滝 久智
- 脅かされる熱帯林の生物多様性  
—その現状と保全へのアプローチ— 13  
北山 兼弘・今井 伸夫・鮫島 弘光
- 生物多様性のための順応的管理 18  
藤森 隆郎
- 生物多様性条約 COP10 後の森林の  
生物多様性保全に関する国際的動向 23  
岡部 貴美子

森林科学 No.63

2011年10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：00190-5-50836

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：熱帯林の昆虫は生物多様性を象徴的に物語る。インドネシアからは約35000種のカミキリムシが知られているが、まだ名前の付いていない種も多い。  
特集「森林の生物多様性」より  
(2ページ)

### コラム 森の休憩室Ⅱ 樹とともに

森の匂いを感じる 25

二階堂 太郎

### フォーラム 「森林学の過去・現在・未来」(2)

2011年夏に想う —「森林・林業再生プラン」と林政研究 26

佐藤 宣子

「つなぎ」のない微妙なバランス 27

伊藤 哲

森林における今日的な窒素循環研究 大手 信人 28

森林学の魅力—学際性と応用性— 溝上 展也 29

### シリーズ 森めぐり

白髪山林木遺伝資源保存林 30

鳥居 厚志・奥田 史郎

栗駒山 32

池田 重人・若松 伸彦

### シリーズ 現場の要請を受けての研究

34 視覚障害者と協働して展開する森林ESD

モデルの開発

小林 修

### シリーズ 森をはかる

39 土壌のイオウ含有率をはかる

谷川 東子

### 解説

40 日本政治と森林～国際森林年に際して～

佐々木 毅

50 Information

ボックス

北から南から

## 生物多様性の逆襲

牧野 俊一 (まきの しゅんいち、森林総合研究所)

### はじめに

ある試算によれば地球上に現在生息している動物は約680万種だが、すでに記載されているのは(学名がついているのは)その約2割、140万種に過ぎない(Chapman, 2009; 図-1)。生物多様性の重要さと保全をいかに強調するにせよ、名前すら付いていない種が圧倒的多数では矛先も鈍る。では未記載種をすべて記載するにはどれくらいコストがかかるのだろうか。その試算をした人もいて、それによれば2630億ドル(約21兆円)とのことである(Carbayo and Marques, 2011)。

「意外に安い」と思われる方も多いのではなかろうか。少なくとも私はそうだ。何と比べるかにもよるが、たと

えば2010年における世界の軍事費の合計は1兆6300億ドル(約130兆円; Stockholm International Peace Research Institute, 2011)。たった1年間に地球上で費やされる、この膨大な軍事費の6分の1すらで、動物種をすべて記載する大事業が達成できるのである。もちろん上記の種数や記載費用は、幾重にも推定を重ねた上での値だし、動物以外の生物が入っていないのも問題だが、とりあえずそれはおことう。重要なのは、私たちが生物多様性の全貌を把握するのは、コスト的には決して無謀な企てではないということである。しかしその実現には、各国の政策決定者、意志決定者、そして私たちがそのことを理解しなければならない。

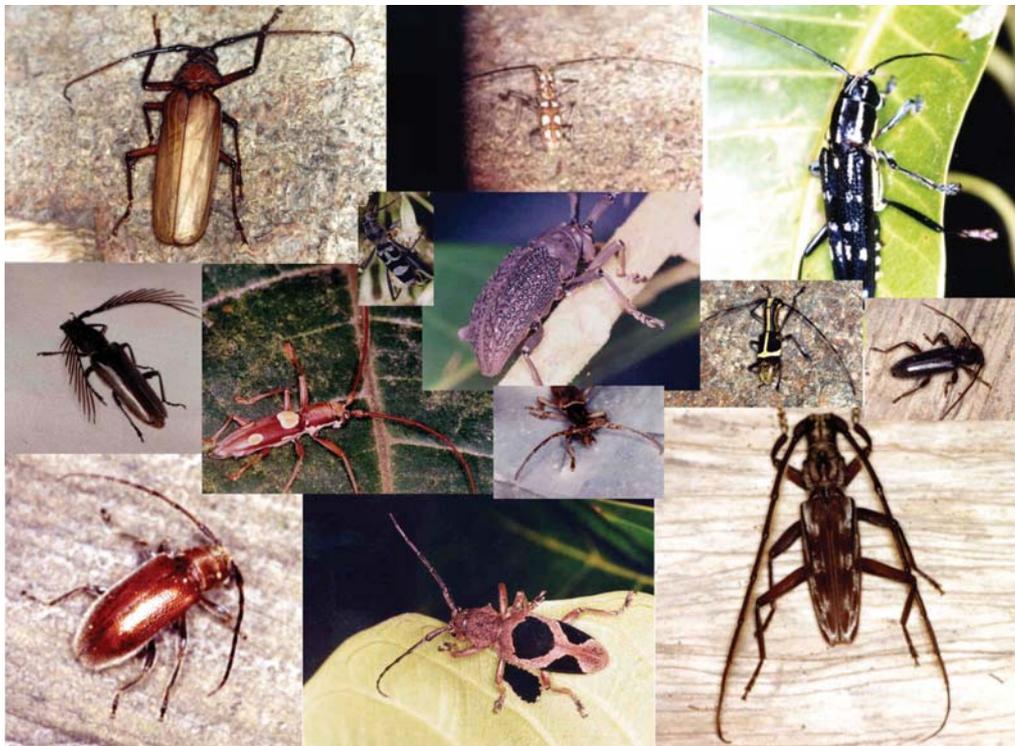


図-1 昆虫の多様性。東南アジアのカミキリムシの例。カミキリムシは世界から約35000種が知られているが、未記載種が多く残されている。(写真は森林総合研究所「インドネシア産カミキリムシ画像データベース」  
<http://150.26.105.86/I-longicorn/index.html> より)

## 生物多様性の日記念シンポジウム

「生物多様性の主流化」ということばを昨年10月に名古屋で開かれたCOP10あたりから良く耳にするようになった。人間活動の様々な局面において、生物多様性を意識しようということだが、実際のところ、生物多様性は私たちの生活の中にどれくらいの位置を占めるようになったのだろうか。COP10が国内で開催されたこともあり、その前後では各種メディアでもこのことば自体は連日使われていたし、書店に「生物多様性コーナー」が設けられているのを目にした読者も多かったと推測する。

しかし一方では、当初多くの人間を惹きつけた熱気や目新しさがしだいに色あせてきた感も否めない。特に日本では、COP10という一種のお祭りが終わり、さらには3月の大地震がもたらした1000年に一度という巨大津波や、原子力発電所事故という、まれに見る災厄に直面したこともあり、ともすれば「生物多様性の保全」の意義など見失われてしまいかねない。

しかし生物多様性は単なる流行語であってはならないし、それに対する私たちの態度や行動は人間の将来に大きな意味を持つはずである。国連では毎年5月22日を「国際生物多様性の日」と定め、世界各地で生物多様性に関する普及活動を促している（5月22日は、2000年に生物多様性条約本文が合意、採択された日である）。森林総合研究所は2007年以来、その主旨に賛同し、早稲田大学と共催でシンポジウムを開いている。生物多様性の日には毎年異なるテーマが設定されるが、本年のテーマは「森林の生物多様性」。おりしも2011年は国際森林年である。

私たちの今年のシンポジウムも、森林の生物多様性にスポットライトを当てることにした。生物多様性年にあたって出版された公式パンフレット（Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2010）では森林の生物多様性を考えるにあたって、三つの論点が掲げられている。「森林の生物多様性の価値付け」、「脅威と難題」、そして「森林の生物多様性への希望」。私たちもこれに対応し、「価値」「危機」「持続的な森林管理」をめぐって、それぞれの専門家に講演をお願いするとともに、今回の特集にも寄稿して頂いた。ここでは、この三つの点について簡単に紹介し、それら優れた論文への前口上としたい。

## 生物多様性の価値

生物多様性を守ることは何の役に立つのか？生物学者たちは、単なる個人的趣味や研究対象への愛着を宣伝するために、あるいは研究費を獲得し職を確保するために、無理矢理生物多様性の価値を作り上げ、それを市民に押しつけているのでないだろうか？—生物多様性を主流化するには、こういった疑念をまずは振り払う必要がある。

私たちが生物多様性を保全しようとするのは、それが人間の持続可能性を高めると考えられるからである。つまり生物多様性の価値とは、人間（私たちおよびその子孫）の存続可能性に貢献する、もしくは貢献する可能性がある価値ということだ。そうした価値をひっくるめて「生態系サービス」と名付け、守るべき実体として前面に押し出したことは、生物多様性保全にとってきわめて有効で説得的な方策だと思われる。ここで言うサービスとは、人間が単に生物個体として生存するために必要な食料や医薬品、大気や水といった物質的なものだけでなく、文化的・精神的な価値も含むとても広いものである。

しかし、希少な生物、あるいは現在まだ知られていない生物、さらには人間に害を与える生物にもサービスを期待できるのだろうか。それは今のところわからない、というのが正直な答えだろう。ただ、多様な生物を保全することは、貴重な建築や工芸品といった文化財を保存することとある意味で似ているが、重要な違いがそこにある。それは生物が絶えず進化する実体であるということだ。私たちが目にする生物やその群集は、絶えず進化しつつある生物の集まりの時間的一断面であるにすぎない。ある生物の絶滅は、単に一つの生物が地上からいなくなるばかりでなく、将来、その生物から派生するかもしれない新たな生物とそれによるサービスの可能性も断つということに他ならない。また、人間に害（負のサービス）を与える生物は、別なルートで正のサービスを与えており、私たちはそれをまだ知らないだけかもしれない。

このような、生物多様性は生態系が人間に与えてくれる多様な恩恵（サービス）を保全するために必要であるという考え方は、露骨な人間中心主義で、あまりに身も蓋もないと思われる方もいるかもしれない。尾崎・滝論文（本誌：7ページ）でも触れられているように、自然には固有の権利があり、人間には他のすべての生物を守る義務、責任があるという考え方には長い系譜がある

(ナッシュ 1990)。人間は生態系の中に組み込まれているが、その知能とテクノロジーによってその中で特別な位置を占めるようになってしまった。現在の人間ほど、他の生物に影響を与える生物はいない。生態系内の生息環境を大きく改変したり、それまでになかった生息環境を作り出す生物をエコシステム・エンジニアというが、そうした意味では、人間こそ地球の歴史上最強のエコシステム・エンジニアであろう。このことを自覚し、他の生物の管理人(スチュワード)となるという崇高な保全意識を否定するわけではない。

しかし、少なくとも現在においては、残念ながらそうした意識を地球上の多くの人と共有するのはとても難しい。自然に対する普遍的倫理の普及は遠い目標としひとまずおき、生態系サービスという功利的説明を、生物多様性の主流化にあたって最も有効な装置として当面は用いてゆくべきだろう。研究面でも、未知の点が多い多様性と生態系サービスとの関係をより説得的に明らかにすることが必要である。

### 危機

現在の森林の生物多様性を世界的に見れば、森林減少が最も大きな問題であることは論を待たない(生物多様性条約事務局 2010)。とくにアジア、南米、アフリカにおける熱帯林の消失や劣化は依然としてきわめて深刻だ。そのような中、北山氏は、東南アジア(マレーシア)の熱帯林の現状を冷静に見きわめ、低インパクト

伐採が生物多様性保全に与える効果とその限界について、貴重なデータをもとに詳しく述べるとともに、同時に乱伐が行われる社会的背景を踏まえ、その解決策を提言している(13 ページ)。

一方、日本では森林の生物多様性はどんな危機に瀕しているだろうか。日本の場合、国土に占める森林比率は約7割と大きく、過去40年間ほとんど変化せずに推移している。日本の森林の生物多様性に危機があるとすれば、一つは単一樹種(モノカルチャー)の人工林率が高いこと、もう一つは「過剰」利用ではなく「過少」利用がもたらす問題である(生物多様性総合評価検討委員会 2010)。

戦後の拡大造林によって、天然林の多くがスギやヒノキなどに置き換えられたため、1950年代には全国で約30%だった人工林率は1990年代には約40%以上となった。こうした人工林は基本的に一斉林(同一樹種、同一樹齢)なので、天然林に比べて環境が単調になりやすい。事実、単一樹種からなるこうした人工林では、多くの生物群で種の数と同齢の天然林より低いことがわかっている(牧野 2008; 図-2)。動物は直接的間接的に植物に依存するから、単一樹種のみが優占する人工林(モノカルチャー)では動物の種数も少ないのは当然予想されることである。また、種数がそれほど変わらない場合でも、種の構成は天然林と人工林とは異なることが多い。このように、拡大造林が局地的な生物相に強い影響を与えることは否定出来ないが、人工林の周辺に天然林が残存

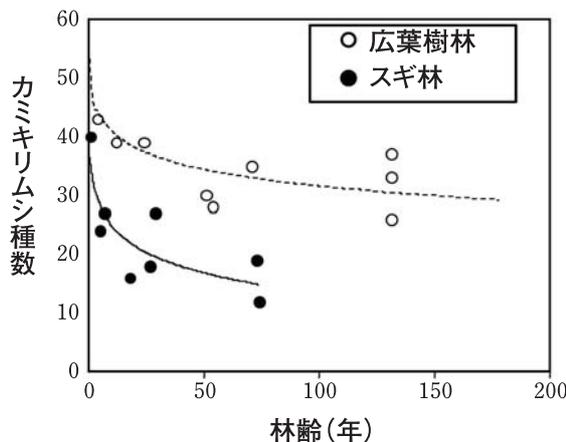


図-2 スギ林と広葉樹林での昆虫(カミキリムシ)の種数。非常に若い林齢をのぞき、スギ林のほうが、広葉樹林より種数が少ない。多くの生物で同様な傾向が見られる。(牧野 2008 を改変)

していれば、それらを含めたうえで景観全体としての生物多様性を維持することは不可能ではなかろう。ただし、言うまでも無いが、人工林面積があまりに増えるとうろした景観全体としての担保は難しくなる。

もうひとつの危機、過少利用とはなんだろう。日本ではいま、草地や若齢の明るい森林に住む種の減少が大きな問題となっている。川の氾濫や山火事のコントロールが安全な生活をもたらしたことは間違いないが、氾濫や山火事あとにできる開放地や草地を好む生物にとっては、生息地の減少を意味する。林業活動が活発になされていけば、明るい植林地や伐採地が一定の率で生じ、そうした生物にとって代替的な生息地を提供していた。しかし、林業活動が停滞するとそうした環境は減少する。こうした変化は実際に、生物相の変化となって表れている。たとえば鳥類で見ると、1978年と、それから約20年後の1997～2002年との間では、若い森林に生息する種群では全体として減少傾向が見られる一方、成熟した森林に生息するグループは増加している(Yamura *et al.* 2009)。これは近年の林業活動の停滞により若い森林が減少し、一方成熟した森林は増えていることが一因と解釈される。また、蝶類でも、近年衰亡の危機にあるのはおもに草原や若い林に住む種である(井上 2007)。

森林の過少利用は他にも影響を及ぼしている。現在急速に日本全土に拡大しつつあるナラ枯れはカシノナガキクイムシの繁殖に都合の良い、ナラ・カシ類の大径木の増加(老齢化)が拡大の一因とされている(小林・上田 2005; 黒田 2010)。つまり人間がこれらの木を使わず放置したために太い木が増え、それがナラ枯れの増加を招いたかもしれないのだ。ナラ枯れは直接、生物多様性の危機をもたらすわけではないが、激害を受けた林はもとのようなナラ林には戻りにくいことが最近明らかになりつつあるので、そうした意味では、群集構造の大きな変化をもたらすであろう。

地球規模では過剰利用に伴う森林減少や劣化が、森林の生物多様性にとって最大の危機であり、その重大性は広く知られていると思うが、過少利用も過剰利用ほど目立たないながら危機を作り出していることを認識しておきたい。

## 未来に向けた森林管理

森林は単なる木材の生産場所ではなく、多くのサービ

スを私たちに供給し続けている。この森林とそこに暮らす生物が私たちに与えてくれる生態系サービスを将来にわたって享受することができるのだろうか。もちろんその希望はあるが、私たちの今後の行動に大きく依存するのも確かである。

地球的規模から見れば、熱帯林の減少や劣化を減少し、食い止めることが最優先であるに違いない。「地球の肺」とも形容される大気の調整機能や炭素蓄積に果たす役割は言うに及ばず、未発見、未記載の生物が多数残されていると予想される熱帯林の重要性と、その損失の重大性は疑う余地がない。

一方、日本のように、森林面積そのものが維持されている場所では、熱帯林消失のような緊急性はないかもしれないが、将来にわたって安定した生態系サービスを期待するためには適切な管理戦略がやはり必要になってくる。2009年12月に出された「森林・林業再生プラン」においても、生物多様性を含めた「多面的機能の持続的発揮」が明確に謳われている。基盤、調節、供給、文化といった複数の生態系サービスを単独の林分だけで十分に満たすことはできないから、藤森論文(18ページ)が指摘するように、いろいろなタイプ(=役割)の森林を広域のなかでモザイク的に配置し、林分間の相互作用も含めて、全体としてベストミックスを目指すことが望ましい。

こうした相互作用の中には、景観全体として、ある機能を果たす生物を保持することも含まれる。たとえば倒木や立ち枯れ木など、いわゆる生物遺産についても、その保全に十全な配慮を払う必要がある。というのも腐朽木を餌としたり、生息場所としたりする生物は多数おり、彼らは植物遺体の分解に大きな貢献をしているが、管理された人工林だけでは生物遺産そのものが少なく、こうした生物の個体群維持が危ぶまれるからである(Spence 2001)。

生態系サービスの保全まで念頭に入れた森林管理にあっては、単に特定樹木の収穫だけを最適化するのではなく、エコシステムマネージメントと言われる、相互作用で結びつきあう生物全体に配慮した管理が必要である。むしろあらゆる生物の相互作用を組み込んだ管理システムは不可能であり、上で述べたベストミックスもそうだが、実効のあるエコマネージメントも、現状ではむしろ理念に近いものといえるだろう。今後の研究によって、理念を現実に近づけることを念じたい。

藤森論文に指摘されているように、森林生物の多様性

と生態系サービスの保全には、様子を見ながら少しずつ軌道修正するという「順応的管理」が今後の正しいあり方であることは否定しようがない。森林は、人間がアクションを起こしてから反応するまでに長い年月がかかる。順応的管理のサイクルを回すのは、したがってそう簡単ではない。しかし、私たちは今まで長い年月を掛けて森林の管理方法を改善してきた。決して不可能ではないはずである。

### おわりに

「生物多様性の逆襲」というタイトルは、いささか願望を含めた言い方だったかもしれない。やや力の弱った感のある生物多様性には、生態系サービスという武器を持たせて逆襲させ、主流化させることがぜひ必要なのではなかろうか。

生物多様性 (biodiversity) という言葉と概念を広めるにあたって大きな役割を果たした E.O. ウイルソンは、多くの人間が、生物多様性や生態系の劣化が自分や子孫の将来に悪影響を及ぼすと頭ではわかっているが、なかなか改善策を実行できないのは、私たちの脳が過去の進化の産物だからと言う。一般に生物は、自己や血縁者の生存や繁殖に不利な状況を避けるため、危険に対して恐怖や嫌悪の感情、痛みの感覚などのメカニズムを進化によって獲得している。しかしこうした危険回避のメカニズムは、短期的な見通しに基づいており、危機の到来が自己の生存期間と比べてあまりに遠いと、回避メカニズムはうまくはたらかない (Wilson 2002)。私たちはテクノロジーによって、他の生物に影響を与える力と、その結果を予測する方法を手に入れたが、予測される危険はどことなくよそ事に感じられてしまう。

この仮説が正しいかどうかはわからないし、テストもまた難しい。しかし人間が他の生物と同じく進化の産物であることは確かである。生態系サービスの「サービス」を、人間に対する自然の「奉仕」としてではなく「恩恵」としてとらえる姿勢がない限り、私たちが自然によって逆襲されてしまうだろう。

### 引用文献

Carbayo F, Marques AC (2011) The costs of describing the entire animal kingdom. *Trends Ecol Evol* 26: 154-155.

Chapman AD (2009) Numbers of living species in Australia and the World. 2nd edition. Report for the Australian Biological Resources Study, Canberra. (<http://www.environment.gov.au/biodiversity/abrs/publications/other/species-numbers/2009/pubs/nlsaw-2nd-complete.pdf>)

井上大成 (2007) 草地・森林の変遷とチョウ類の保全. *日草誌* 53: 40-46.

黒田慶子 (2010) 樹木講座 8: ナラ枯れと樹木の健康管理. *樹木医学研究* 14: 60-66.

小林正秀・上田明良 (2005) カシノナガキクイムシとその共生菌が関与するブナ科樹木の萎凋枯死: 被害発生要因の解明を目指して. *日本森林学会誌* 87: 435-450

牧野俊一 (2008) 森林タイプ・林齢と生物多様性との関係. (林業地域における生物多様性保全技術. 大河内勇編, 日本林業科学振興所) 17-34.

ナッシュ RF (1990) 「自然の権利」(松野弘訳, 1999) 筑摩書房.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2010) Forest biodiversity earth's living treasure. (<http://www.cbd.int/idb/doc/2011/idb-2011-booklet-en.pdf>)

生物多様性条約事務局 (2010) 地球規模生物多様性概況 3 版. ([http://www.biodic.go.jp/biodiversity/wakaru/library/files/GB03\\_booklet.pdf](http://www.biodic.go.jp/biodiversity/wakaru/library/files/GB03_booklet.pdf))

生物多様性総合評価検討委員会 (2010) 生物多様性総合評価報告書 (<http://www.biodic.go.jp/biodiversity/shiraberu/policy/jbo/jbo/files/allin.pdf>)

Spence JR (2001) The new boreal forestry: adjusting timber management to accommodate biodiversity. *Trends Ecol Evol* 15: 591-593.

Stockholm International Peace Research Institute (2011) Background paper on SIPRI military expenditure data, 2010. (<http://www.sipri.org/research/armaments/milex/factsheet> 2010)

Wilson EO (2002) *The Future of Life* (山下篤子訳「生命の未来」, 角川書店, 2003)

Yamaura Y, Amano T, Koizumi T, Mitsuda Y, Taki H, Okabe K (2009) Does land-use change affect biodiversity dynamics at a macroecological scale? A case study of birds over the past 20 years in Japan. *Anim Conserv* 12: 110-119.

# 森林の生物多様性の価値

尾崎 研一 (おざき けんいち、森林総合研究所 北海道支所)

滝 久智 (たき ひさとも、森林総合研究所 森林昆虫研究領域)

## 生物多様性とは

生物多様性条約によると、生物多様性とは「すべての生物の間の変異性をいうものとし、種内の多様性、種間の多様性および生態系の多様性を含む」とされている。つまり生物多様性は、「遺伝子（種内）」、「種（種間）」、「生態系」という3つの階層にみられる様々な多様性を含んでおり、言葉の意味自体が「多様」である。また、この言葉は対象や地域、空間スケールの異なる多様性も含んでいる。そのため、ある人はこの言葉から里山に残る身近な森の豊かさを、別の人は地球全体における熱帯林の重要性をイメージするかもしれない。その場合、生物多様性の価値として、前者はレクリエーションの場としての価値を、後者は希少生物の生息場所としての価値を重視するというように、生物多様性の具体的な中身に

よって、その価値のとらえ方も変わってくるだろう。

このように様々な意味を持つ生物多様性を理解する上で特に重要なこととして、以下の3点を挙げることができる。

- ①生物は非常に多様である。地球上には3,000万種以上の生物が生息すると言われるが、これらの種は数億年の進化が作り出したものなので、一度失うと復元しないだろう。
- ②人も含めたこれらの生物はお互いに関わり合いながら生きており、この生物間のつながりが生態系を作り出している。そのため生物多様性が損なわれると、私たちの暮らしにも大きな影響が出るだろう。
- ③様々な生物の存在は、生物間のつながりの多様性をもたらす(図-1)。つながりの多様性は、将来の環境変動

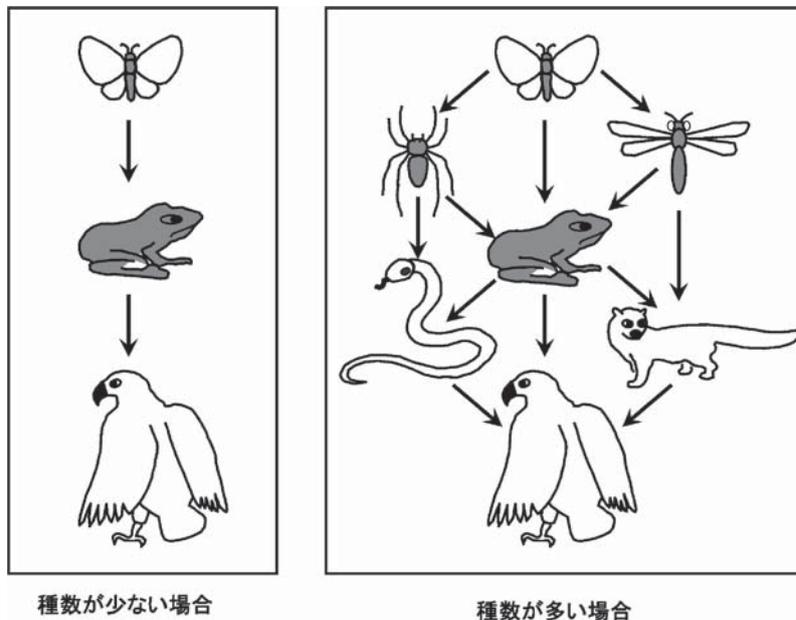


図-1 生物間のつながりの多様性。種数が少ない場合(左)は、環境変動によりカエルが絶滅すると、それを餌とする鳥も生存できないが、種数が多くつながりが多様な場合(右)は、他の餌をとることで生存することができる。

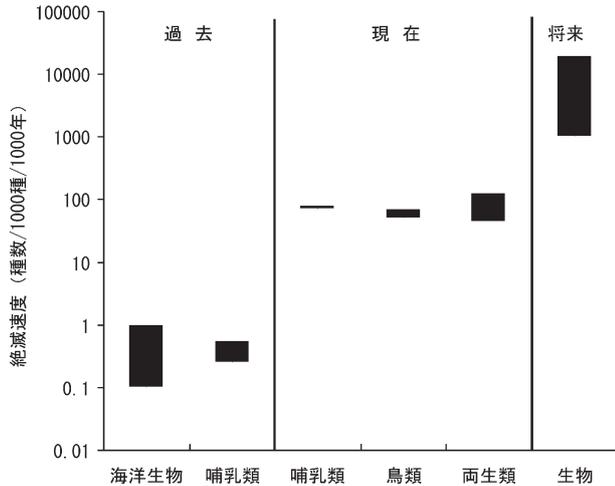


図-2 種の絶滅速度。過去は化石記録、将来は様々な技術による推定値。ミレニアム生態系評価(2007)を改変。

に対する生態系の回復に大きく関与するため、「自然の保険」として機能する。つまり、現在、我々に関係のないように見える種でも、生態系の中で重要な役割を担っている種が減少した場合に、これをバックアップする役割が期待できる。

数億年かけてつちかわれてきた生物多様性は、現在、急速に失われている。種の絶滅は過去にも起きている。たとえばその中には古生代末期(約2億5000万年前)のように、生物種の90パーセント以上が絶滅した時代もある。しかし、それと比べても現在の絶滅速度の方がずっと早いと考えられている。また現在の絶滅速度は過去の絶滅速度(5回の大量絶滅は除く)の1000倍以上であり、さらにこのままだと将来、絶滅速度はさらに速くなると試算されている(図-2)。実際、国際自然保護連合(IUCN)が作成したレッドリスト(2007年版)によると、全世界の魚類の37%、爬虫類の31%、両生類の30%が絶滅の危機にある。このような現状を受けて、昨年、名古屋で開催された第10回生物多様性締結国会議(COP10)では「2010年までに生物多様性の損失速度を顕著に低下させる」という2010年目標は達成されなかった、という結論に達した。

一方、日本ではこれまでに9万種以上の生物が記録されており、狭い国土の中に多くの種が生息していることがわかっている。これらの種のうち、陸生哺乳類の約4割、爬虫類の約6割、両生類の約8割が日本にしか

生息しない固有種である。しかし環境省レッドリスト(H18、19年版)によると、各生物群の13~36%の種が絶滅危惧種に指定されている。また2010年に環境省が発表した生物多様性総合評価では、森林生態系において、①人工林への転換等によって自然性の高い森林が減少した、②二次林や人工林の生態系の質が低下する傾向にあるため、長期的には森林生態系の状態が悪化する傾向にある、としている。以上をまとめると、我々は地球史上のどの時期よりも、急速かつ広範に生物多様性を衰退させていると言える。そしてこの衰退の原因として、生息場所の改変、乱獲、地球温暖化、環境汚染、外来種の侵入が指摘されている。

### 生物多様性の価値

生物多様性にどのような価値を見いだすかは、基本的に各人の価値観に基づく問題である。また、前述のように生物多様性のとらえ方によっても違うだろう。その中である程度共通する価値として挙げられるのは、「人も含めたあらゆる生物には地球上に存在する権利があり、今やその気になれば他の生物を根絶させる力をもった人間には、その力と引き替えに他の生物の権利を守る責務がある」という考えである。この責務のことをスチュワードシップと呼ぶ(エーリック・エーリック 1992)。しかし、人間以外の生物に権利を認める考えには、誰もが賛成するわけではない。

現在、最も広く受け入れられている価値は、生物多様性が人類の存続に欠くことのできない「生態系サービス」を生み出す基盤だというものである。ここで生態系サービスとは、生態系の働きの中で人間に利益をもたらすもの、つまり「自然の恵み」のことを指す。人は自然から食料や水の供給、気候の安定、洪水の抑制などの恩恵を受けることで生活している。2005年に国連環境計画(UNEP)がまとめたミレニアム生態系評価(2007)では、このような生態系サービスを供給、調整、文化的サービスと、それらの基盤となるサービスに分類した(図-3)。そして、さらにそれらを24のサービスに区分し、そのそれぞれについて地球全体での現在の状態を評価した(表-1)。その結果この内の15のサービス、すなわち60%が劣化しているか非持続的な方法で使われており、この傾向は将来さらに加速するだろうということが明らかになった。これらの24のサービスの内、生物多様性が直接関係していると考えられる7つを選んで表



図-3 ミレニアム生態系評価 (2007) による生態系サービスの分類

-1 に示したところ、これら7つのサービスの内1つを除いた全てが劣化していることがわかった。人類は、過去50年にわたって食料や木材、燃料の需要の増大に対応するために、歴史上かつてない速さで森林を農地にするといった生態系の改変を行ってきた。ミレニアム生態系評価は、この生態系の改変は一部の供給サービスを向上させ経済の発展をもたらしたが、その代償として他の多くのサービスが劣化したことを示している。

## 生物多様性の経済評価

これまで生態系サービスの多くは公共財とされ、その経済的価値が把握されてこなかった。例えば森林を農地に転換した場合、農業収益は経済的に評価されるが、森林による生態系サービスの多くは公共財なため経済的に評価されない。このような偏った経済評価が生物多様性の損失の原因の一つと考えられている。その反省にたち、最近、生態系サービスを貨幣価値に換算する研究が進められている。

その中で、国連環境計画が進めてきたプロジェクト「生態系と生物多様性の経済学 (TEEB)」では、数多くの生態系サービスの経済評価の原理と手法に関する研究、そして実際の経済評価を行った研究がまとめられている (<http://www.teebweb.org/>)。経済評価を行う場合、供給サービスのような直接的利用価値は市場価格が設定されているため、貨幣価値を測定するのは比較的簡単で

表-1 地球全体の生態系サービスの状態。一般的に過去50年の間に▲は向上、▼は劣化したことを示し、+/- は状況によって違うことを示す。特に生物多様性と関係するサービスを灰色で示した。ミレニアム生態系評価 (2007) を改変。

生態系サービス	区分	状態
供給サービス		
食料	穀物	▲
	家畜	▲
	漁獲	▼
	水産養殖	▲
	野生の食物	▼
繊維	木材	+/-
	綿、麻、絹	+/-
	木質燃料	▼
遺伝子資源		▼
生化学物質、自然薬品、医薬品		▼
淡水		▼
調節サービス		
大気質の調節		▼
気候の調節	グローバル	▲
	広域的・地域的	▼
水の調節		+/-
土壌浸食の抑制		▼
水の浄化と廃棄物の処理		▼
疾病の予防		+/-
病虫害の抑制		▼
花粉媒介		▼
自然災害の防護		▼
文化的サービス		
精神的と宗教的価値		▼
審美的価値		▼
レクリエーションとエコツーリズム		+/-

ある。一方、調節サービスや文化的サービスのような間接的利用価値、オプション価値、非利用価値は、一般的には市場価格がつけられないため貨幣価値の測定はもっと難しくなる。TEEB ではこのような価値についても経済評価する方法を紹介している。これらの方法を使った経済評価では、例えば、世界の森林の保護による温室効果ガス排出防止は3.7兆米ドル (300兆円) /年、昆虫による農作物の受粉は1530億ユーロ (18兆円) /年に相当する一方、世界の漁業資源は毎年500億米ドル (4兆円) ずつ減少していると計算されている。

TEEB ではこのような地球規模の評価だけでなく、地域レベルの経済評価を行った多数の事例研究を紹介している。これらの事例は、国や地方自治体の政策決定や、民間企業が生物多様性の保全活動を行う場合の意志決定に役立つ。ほかにも自然保護区の設定等の生物多様性保全にかかる費用と、それにより得られる利益を比較した

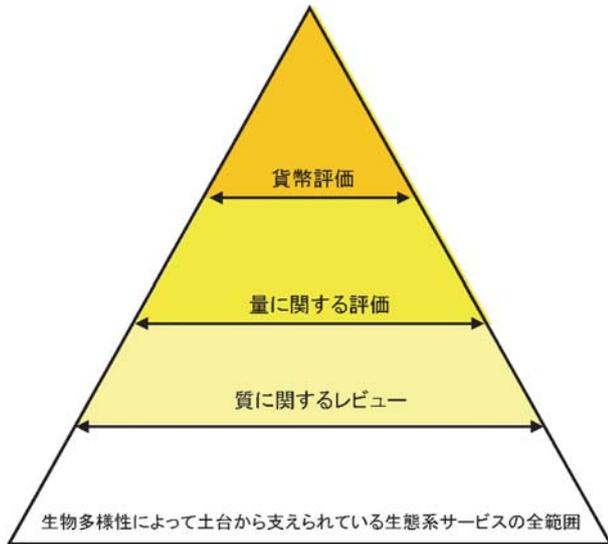


図-4 生態系サービスのうち経済評価できる範囲。  
European Communities (2008) を改変。

研究などがあり、それらによると保護区の設置や管理にかかる費用よりも、保護区がもたらす生態系サービスの価値の方がはるかに大きいという結果になることが多い。

一方で、生物多様性の経済評価には様々な問題が指摘されている。まず、生物多様性には未解明の利益があるので、現在、評価できるのは全体（図-4）の一部にすぎないという点である。また、生態系の変化は徐々に進行するようなものではなく、ある閾値（転換点と言う）に達すると急激な変化を起こすことが多い。通常転換点を予測するのは非常に困難で、今のところ生態系の回復力の低下や、転換点への接近といったリスクはほとんど評価することができない。つまり質的な評価であっても、可能なのは全体の一部なのである。そのうえ質的な評価が可能なものでも、貨幣価値の定量化に必要なデータを求めることができるのはさらにその一部分にすぎない。

これまで生物多様性の保全に関わってきた、多くの特にコアな人々にとって、自然は不可欠なものでありいわば無限の価値を持つものである。これは特に精神的、文化的な価値が重要視される場合に顕著であり、例えば「神聖な森」には貨幣価値以上の価値があると理解される。そのため、これまで生物多様性の保全活動を支えてきた人々にとって、生物多様性に金銭的な価値をつけることは困難で悩みの多い作業である。国や地方自治体、企業が生物多様性の保全を行う場合には、金銭に限らないが、



図-5 茨城県常陸太田市の中山間地で栽培されているソバ。ソバ畑の背後に森林がそびえる様子。

他の社会活動と保全効果を比較することが可能な基準があると分かりやすい。また現在、環境省等が進めている生物多様性を広く一般の人々にも理解してもらう活動（生物多様性の主流化）を推進するためには、生物多様性の経済的価値をアピールすることが有効なのは言うまでもない。

#### 森林の生物多様性がもたらす生態系サービス

森林には陸域の生物種の70%以上が生息しており、これらの多様な生物がもたらす、きのこ、山菜、薬用植物、野生動物の肉、装飾品をはじめとする産物は、森林の生物多様性がもたらす供給サービスとして理解しやすい。これだけでなく調整サービスについても、農林産物に対する病害虫の抑制や花粉媒介等には、森林の生物多様性が強く関わっている。特に農作物に対する花粉媒介サービスや病害虫抑制サービスについて、野外での実証研究が進んできている。たとえば茨城県のソバ畑で行われた研究では、周囲に森林や草地など昆虫の多い植生が豊富だと、花粉を媒介する昆虫の数が多く、結実率も高くなることが示された（Taki *et al.*, 2010）（図-5）。またコスタリカのコーヒー栽培では、栽培地の1,000m圏内にある森林からもたらされる花粉媒介サービスによって、生産量が約20%増加し、それによる経済的な利益は栽培地あたり約60,000米ドル（480万円）/年

にのぼると見積られた (Ricketts *et al.*, 2004)。

病害虫抑制サービスに関しては、東南アジアで熱帯林に隣接するアブラヤシ栽培地で鳥類を除去する野外操作実験を行ったところ、森林依存性の高い複数種の鳥がアブラヤシの害虫個体数を抑制しており、アブラヤシの害虫による被害を軽減していることがわかった (Koh 2008)。熱帯だけでなく温帯域の様々な作物においても病害虫抑制サービスの実証研究が進んでおり、それらの既存研究を統合してメタ解析を行ったところ、栽培地周辺に森林等の自然植生が存在することが天敵の増加と害虫の抑制、ひいては農作物の被害軽減につながっていることが明らかになった (Chaplin-Kramer *et al.*, 2011)。

以上の花粉媒介サービスや病害虫抑制サービスに関する研究は、森林を含む自然植生が病害虫の抑制や花粉媒介を行う多様な有用生物の生息地となっていることを示している。すなわち農業生産においては農地のみに注目するのではなく、周辺の自然生態系を含む複数の生態系間の相互作用に着目する必要があることがわかる。

このように、森林の生物多様性は様々な生態系サービスをもたらす一方で、森林に生息する多様な生物が人間に直接的もしくは間接的に不利益を及ぼすこともある。このような不利益は、生態系サービスに対して生態系ディスサービス (dis-service) と呼ばれる。例えばシカ、イノシシ、サル等の森林に生息する哺乳類が、個体数の増加により農地や保護区に進出し、農作物や希少植物を食い荒らして問題になることがある。このことは、ある生態系サービスを高めることによって別の生態系ディスサービスが増加する場合があることを示している。また生態系サービスの間にも、「精神的、宗教的価値」と「野生の食物」のように、ある生態系サービスを高めることが別の生態系サービスを低下させるというトレードオフがあることが知られている。

## 生態系サービスの定量化を政策に活かす

これまで述べたような、生物多様性のもたらす生態系サービスとその経済評価はそれだけで生物多様性の損失を防ぐものではない。次の段階として生態系サービスの評価を、政策が良い方向に向かうためのインセンティブに転換することが重要である。そのためには、自然科学と社会科学が結びついた体系的な方法論が必要である。このような方法論を構築する試みとして自然資本プロジェクト (Natural Capital Project) がある。これは、

スタンフォード大学とザ・ネイチャー・コンサーバンシー、世界自然保護基金 (WWF) が共同で行っているもので、生態系サービスを世界中の日常の意志決定に統合することを目的としている (<http://www.naturalcapitalproject.org/>)。このプロジェクトでは、生態系サービスを意志決定に結びつける枠組みを提案している (Daily *et al.*, 2009)。枠組みの5つの事象はループでつながっている (図-6)。まず、「意志決定」により「生態系」に何らかの影響を与える行動が生まれる。その結果、改変された「生態系」からは生物物理的要因により「サービス」が発生するが、これを把握するには自然科学的な知見が必要である。次に「サービス」は、経済学的手法により「価値」として定量化される。「価値」に関する情報は「制度や機構」の改革に用いられ、新たな「制度や機構」は利害関係者の「意志決定」のインセンティブとなる。またこれらの過程では政治や社会的な問題が大きく関与する。このように生態学、経済学、政治学など様々な分野の理論や情報を体系的に結びつけることにより、生態系サービスに関する情報を政策等の意思決定に活かすことがこのプロジェクトの目標である。

自然資本プロジェクトでは、さらに、生態系サービスを定量化しマッピングする InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs) というソフトウェア・ツールを開発し、公開している (Kareiva *et al.*, 2011)。この InVEST を用いた研究として、オレゴン州のウィラメット川流域をモデルケースとしたシナリオ分析などがある (Nelson *et al.*, 2009)。ここでのシナリオとしては、現状維持 (現状の政策をそのまま実施)、開発 (現状以上に市場の規制を

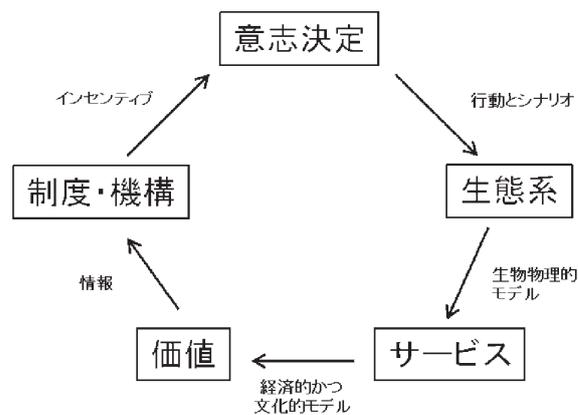


図-6 生態系サービスを統合した意志決定の枠組み。Daily *et al.* (2009) を元に作成。

緩和)、保全(現状以上に生態的・社会的・経済的に配慮)の3つを用いた。その結果、保全シナリオでは生態系サービスと生物多様性保全の間にほとんどトレードオフが生じなかった。さらには開発シナリオでさえも、炭素固定に関して支払い義務を課すような政策を用いることによって、農林産物等の生産物供給と生物多様性保全の間のトレードオフをより少なくさせることができた。このように、InVESTを用いて生態系サービスの変化を広域的に予測することで土地利用に関する意志決定を効果的に行うことができる。

### まとめ

生物多様性と生態系サービスは、今や人類の福祉と幸福を達成するための非常に重要なインフラ(基盤)だと認識されている。COP10で採択された「愛知目標」には、「遅くとも2020年までに、生物多様性の価値が..(中略)..国家勘定、または報告制度に組み込まれている。」ことが含まれている。この流れを受けて、生態系サービスの経済評価は、今後ますます盛んになるであろう。

一方生物多様性は現代に生きる我々だけでなく、将来の世代にとっても生存の基盤である。生物多様性基本法の前文には「我々は、人類共通の財産である生物の多様性を確保し、そのもたらす恵沢を将来にわたって享受できるよう、次の世代に引き継いでゆく責務を有する」と書かれている。現在、我々は石油等の大量消費により、かつてないほど豊かな生活を送っている。その上さらに将来世代が利用するであろう生物多様性までも失わせるようなことは、慎むべきであろう。

### 引用文献

- Chaplin-Kramer R, O'Rourke ME, Blitzer EJ, Kremen C (2011) A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecology Letters*: published online.
- Daily GC, Polasky S, Goldstein J, Kareiva PM, Mooney HA, Pejchar L, Ricketts TH, Salzman R, Shallenberger J (2009) Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Front Ecol Environm* 7: 21-28.
- ポール・エーリック, アン・エーリック (1992) 絶滅のゆくえ 生物の多様性と人類の危機. 新曜社.
- European Communities (2008) The economics of ecosystems and biodiversity: An interim report. Welzel+Hardt.
- Kareiva P, Tallis H, Ricketts TH, Daily GC, Polasky S (2011) *Natural capital: Theory & practice of mapping ecosystem services*. Oxford University Press.
- Koh LP (2008) Birds defend oil palms from herbivorous insects. *Ecol Appl* 18: 821-825.
- ミレニアム生態系評価 編 (2007) 国連ミレニアムエコシステム評価 生態系サービスと人類の将来. オーム社.
- Nelson E, Mendoza G, Regetz J, Polasky S, Tallis H, Cameron DR, Chan KMA, Daily GC, Goldstein J, Kareiva PM, Lonsdorf E, Naidoo R, Ricketts TH, Shaw MR (2009) Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Front Ecol Environm* 7: 4-11.
- Ricketts TH, Daily GC, Ehrlich PR, Michener CD (2004) Economic value of tropical forest to coffee production. *Proc Nat Acad Sci USA* 101: 12579-12582.
- Taki H, Okabe K, Yamaura Y, Matsuura T, Sueyoshi M, Makino S, Maeto K (2010) Effects of landscape metrics on Apis and non-Apis pollinators and seed set in common buckwheat. *Basic Appl Ecol* 11: 594-602.

# 脅かされる熱帯林の生物多様性

## —その現状と保全へのアプローチ—

北山 兼弘・今井 伸夫 (きたやま かねひろ・いまい のぶお、京都大学農学研究科)

鮫島 弘光 (さめじま ひろみつ、京都大学東南アジア研究所)

### 脅かされる東南アジア熱帯林

東南アジアの熱帯林減少は1970年代から問題とされてきたが、2000年以降はかつてない速度で推移し、現在は世界の熱帯林減少の中心であったアマゾン盆地をしのぐ勢いで森林が減少している。ここで東南アジア熱帯降雨林地帯の森林利用と生物多様性保護の現状について概観したい。Canadellら(2007)によると、2000年～2006年の熱帯地域における森林利用と土地利用起源の二酸化炭素排出量は1.5Gton/年であり、化石燃料燃焼を含む全排出量9.1Gton/年の16%に当たる。このうち、インドネシアとマレーシアの2カ国で、2000年の世界の森林利用と土地利用による二酸化炭素排出量の42.8%を占めている(WRI, 2007)。インドネシアやマレーシアを中心とする東南アジアの赤道熱帯はまさに世界の熱帯林減少の中心だ。1990年から2000年にかけての年間森林減少率は、インドネシアで1.5%、マレーシアで1.4%であった。この地域で最も森林減少が激しいとみられるボルネオ島では、2002年から2005年にかけての年間森林減少率は1.7%であった(Langner, 2007)。従って、ここ15年以上この地域では年間森林減少率が1.5%程で推移しているとみられ、この減少率が続くと2100年までには原植生の熱帯降雨林の90%が消失すると推測されている(Sodhi and Brook, 2006)。既に、インドネシアカリマンタン諸州では森林が消滅した跡に広大なチガヤの草原が広がっている。

このような森林減少に対して、保護機能を担う保護区の面積は限られている。東南アジアの赤道熱帯地域では、国立公園などの厳正な保護区の面積率が5%以下である。森林減少が激しいとみられるボルネオ島での厳正な保護区の面積は、マレーシア・サバ州で1.2百万ha、マレーシア・サラワク州で1.3百万ha、インドネシア・カリマンタン諸州で3.7百万haである。このなかには、

法規制や統治能力が低いために実質的に保護区の機能を失っている公園もある。また保護区の中でも、哺乳動物相が比較的貧弱な山地林が保存される一方で、哺乳動物相が豊富な低地熱帯降雨林では破壊が進行している。Curranら(2004)によると、1985年から2001年までのカリマンタン諸州の保護区内の低地熱帯降雨林は56%以上も減少してしまった。時には村落から離れた保護区でさえも森林伐採の対象になっていることが報告されている。

これに対して、木材生産の場として法的に指定されている自然性の生産林は非常に広い面積を占めている。ボルネオ島を例にとると、生産林の面積は3千7百万haにおよび(ブルネイを除く統計値)、島面積の約50%を占めている。これらの生産林は州政府などにより、永続的に木材の生産を保証するための法的な網がけがなされている森林で、Commercial Forest Reserveなどと呼ばれている。木材の生産現場は生産性の高い低地に設定されているため、中型・大型哺乳動物の生息地と重なっている。

### 劣化した熱帯降雨林と生物多様性

先に述べた森林減少率には土地利用や森林利用によって劣化する森林は含まれていない。統計上の森林の定義では樹冠率10%(場合によっては30%)が使われることが多く、これを下回ると森林減少と見なされる。一方、利用によって森林の樹冠率が減少しても10%を下回らない場合には、森林劣化と呼ばれる。統計上は森林と区分されても、実際にはかなり劣化した森林であることが多い。東南アジアの熱帯降雨林諸国で劣化した森林がどのくらい存在するのかその統計データはないが、恐らく原生林は限られた保護区にしか存在せず、ほとんどが劣化した熱帯降雨林だと思われる(図-1)。アマゾンの熱

帯降雨林の例では、森林劣化（森林減少ではない）に由来する炭素排出量は森林減少に由来する排出量の47%を占めていた（Asnerら 2010）。ボルネオ島北部のマレーシア領サバ州では劣化した森林のほとんどが生産林に存在していることから、他地域でも事情は似ていると思われる。インドネシアのカリマンタン諸州では保護区内でさえ劣化した森林が広がっている状態である。

これまではそのような劣化した熱帯降雨林の保護価値は低いと思われてきた。しかし実際に劣化した森林での生物相調査は極めて限られている。森林の生物多様性は一体どのようになっているのだろうか？最近になって、森林利用によって劣化した低地熱帯降雨林の研究報告が相次ぎ、そこに生息する生物群集の様子が次々に明らかになっている。

サバ州中央部のダノム・バレーで行われた低地熱帯降雨林伐採後の19年間の比較研究によると（Berryら 2010）、調査した11の生物群（樹木、哺乳動物、鳥類、両生類、チョウ、糞虫、アリなど）のうち、多くの生物群で、原生林で見つかる種の90%以上が伐採された森林でも見つかっている。種多様性を原生林と伐採林で比較すると、ほとんどの生物群では伐採林で低下する傾向にあったが、その差はほとんどが10%以下であったという。伐採は択伐方式で行われ、伐採によって53%の地上部バイオマスが失われていたので、かなり荒廃の激しい劣化した伐採林であったと言える。

やはりサバ州中央部で行われた研究によれば



図-1 択伐が繰り返されることによって劣化したマレーシア・サバ州の低地熱帯降雨林。伐採跡が開放し、陽が差し込むことによってツル性のパイオニアが密生している。（撮影 武生雅明）

（Edwardsら 2011）、択伐が1回行われただけでは鳥類相にはほとんど影響がなかった。鳥類群集の種組成は択伐が2回行われると変化してしまうが、絶滅の恐れのある鳥類は2度の伐採を経ても減少しなかった。驚くことに、鳥類と昆虫（糞虫）の75%以上の種が2度の伐採を経ても劣化した低地熱帯降雨林に生息できたようである。そのような頑強な生物種の分布パターンは哺乳動物でも確認されている。例えばサバ州では、絶滅危惧種であるオランウータン個体群の70%が木材生産の現場に生息しているとみられている。インドネシア側のボルネオでも似た状況を示し、オランウータン個体群の75%が生産林に生息している（Meijaard and Sheil, 2007）。その他に、これらの生産林に依存していると思われる絶滅危惧種には、バンテン (*Bos javanicus*)、アジアゾウ (*Elephas maximus*)、マレーセンザンコウ (*Manis javanicus*)、ボルネオヤマネコ (*Felis badia*) などが含まれる（IUCN, 2009）。

しかし、伐採が進行して、さらに大きく劣化した低地熱帯降雨林でも生物群集はあまり変化せずに頑強に生息しているのだろうか？一口に劣化した森林といっても森林内の環境は均一ではなく、伐採の強度や経過時間によって大きな空間的異質性が生じるが、生物はどのように劣化した森林に分布しているのだろうか？上述した研究では空間的な分布パターンが明らかにされていないし、大規模な劣化の影響も調べられていない。そこで、サバ州デラマコットにおける私たちの研究の一端を紹介し、劣化した低地熱帯林で実際どのように生物が分布しているのかを紹介したい。

サバ州のデラマコット森林管理区では、1995年から低インパクト伐採と持続的森林管理計画に基づく持続可能な森林伐採を行っており、次世代型の持続的森林管理のモデルとして世界的に注目されている。一方、それに隣接したタンクラップ森林管理区では、無秩序な森林伐採が2002年まで幾度となく繰り返され、森林が大きく劣化してしまった。私たちが調査した時点（2003年から2010年にかけて）では、南部にひどく劣化した森林が広がるというもの、明らかにデラマコット側で良好に森林が維持されていた。2002年の平均バイオマスを見ると、デラマコットでは178ton/ha（炭素換算）であり、隣接する大きく劣化したタンクラップ管理区では126ton/ha（炭素換算）であった（Imaiら 2009）。2つの管理区を足し併せた面積は約82,600haであり、

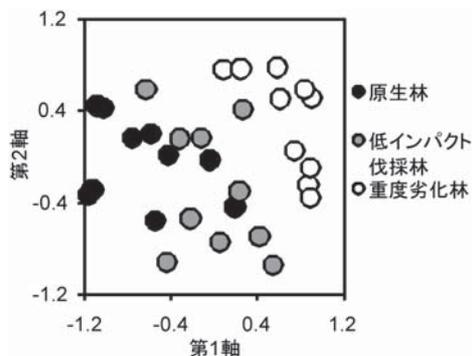


図-2 劣化度の大きく異なる3つの森林間での樹種組成の類似度解析。各森林に設置された2ha調査区を10個のサブプロット(50×40m)に分割し、サブプロット間の種組成の類似度を非計量多次元尺度構成法により解析した。

この広大な面積に様々な劣化度で不均一に広がる低地熱帯降雨林の生物の分布パターンを明らかにした。

デラマコットの原生林と低インパクト伐採林、隣接する管理区内の重度に劣化した森林にそれぞれ2ha調査区を設置し、樹木群集の調査を行った。劣化度の低い低インパクト伐採林は、原生林と同程度の樹種数を維持していた。重度に劣化した森林の樹種数は他の2つの森林よりも低かったが、その差はわずか18%であった。次に、森林間で種組成が互いにどの程度似ているのかを、多変量解析の手法を用いて調べた(図-2)。種組成が互いに似た森林ほど近くにプロットされる一方、互いに似ていなければ離れてプロットされる。原生林と低インパクト伐採林は互いに近接している一方、重度劣化林のみそれらから離れてプロットされていた。このように、劣化があまり進んでいない森林では原生林と似た種組成と高い種多様性が維持されているが、森林の劣化が進むと特に種組成に大きな変化が生じることが分かった。

哺乳類の分布パターンは、赤外線自動撮影カメラを森林管理区全域に設置することによって明らかにした。直径1kmのプロットをデラマコット森林管理区に20、タンクラップ森林管理区に9設置し、その中にランダムに選んだ12-15点にカメラを設置し、各種の平均撮影頻度を求めた。撮影頻度はその種の生息密度にほぼ比例していると考えられる。各プロットの調査努力量は983-1631カメラ日だった。スイロク(図-3a)のように、デラマコットとタンクラップでほとんど撮影頻度が変わらず、森林の劣化に対する耐性が高いと考えられる種も多

かったが、ホエジカ(図-3b)やマレーシベットのよう、デラマコットに比べタンクラップでの撮影頻度が著しく低く、森林の劣化に敏感と考えられる種もあり、デラマコットとタンクラップの種組成は有意に異なった。

以上に示したように、樹木群集や哺乳動物群集の種組成は森林劣化度(伐採によるバイオマスの減少で指標)に応じて明らかな違いがあった。ある種が存在できるかどうかという点のみから考えると、確かに劣化が進んだ森林であっても非常に多くの種が生息できるようである。しかし、生物群集の種組成(種のリストと各種の個体数などで表される量の関係)はむしろ森林劣化に対して敏感に反応を示すようで、原生林と似たような生物群集を維持するためにはできるだけ伐採影響を低減した方がよい。一方、個別の哺乳動物種の保護に関しては、種毎に伐採や劣化に対する感受性が異なるために大きな注意を要する。これはオランウータンやスイロクのように伐採や劣化に対して頑強な種と、ホエジカのように敏感な種が存在するため、1つの頑強な種のみを保護するような管理計画を立てると脆弱な他種が排除される危険性につながりかねないからだ。

## 保全・保護への現実的なアプローチ

以上に概観したように、現在インドネシアやマレーシアに広大に広がっている劣化した低地熱帯降雨林にはこれまで考えられてきた以上に多様な生物が生息しているようである。しかし、樹冠率100%近くのより原始的な森林から樹冠率10%近くの消滅一步手前の森林まで劣化度は大きく異なり、群集として生物多様性を見ると、生物多様性は劣化に対して敏感に反応している。従って、生物群集の機能を維持し森林生態系を健全に保つためには、できるだけ森林への影響を軽減させて劣化を回避するに越したことはない。さらに、私たちの研究から、一度劣化した森林が残存木の生長や更新によって回復すれば生物群集も比較的速く回復できることが示されており、劣化の回避だけでなく復元の努力も必要である。もっとも、どの程度の森林劣化の範囲内であれば、生物群集が回復できるのかはわかっていない。

厳正な保護区の面積が限られており、かつ多くの保護区が保護機能を失っている状況で、私たちはどのようにして脅かされる熱帯林の生物多様性を守っていくことができるのだろうか。そのためには、圧倒的に広い面積を持つ生産林の劣化抑止が最も効果的だと私たちは考えて

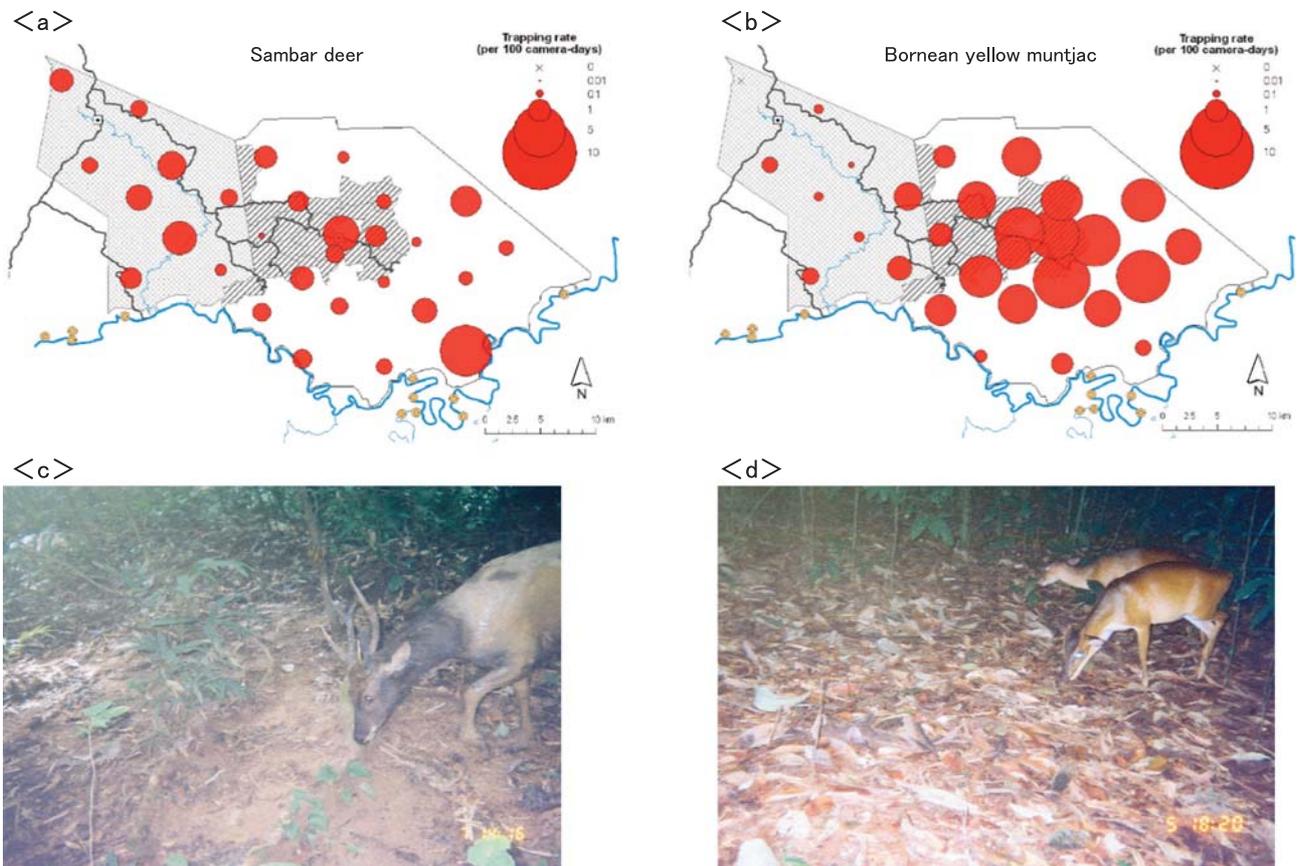


図-3 持続的森林管理が行われているマレーシア・サバ州デラマコット管理区（地図中白抜き部分と太い斜線部分）と破壊的な伐採が繰り返され劣化が進行したタンクラップ管理区（網掛け部分）におけるスイロク (a) およびホエジカ (b) の分布。円の大きさは各プロットにおける撮影頻度（カメラの稼働日あたりの撮影枚数）を示す。デラマコットの中の太い斜線部は1995年から現在まで低インパクト伐採によって伐採された地域。写真はそれぞれ、森林を歩くスイロク (c)、およびホエジカ (d)。(撮影 鯨島弘光)

いる。生産林は本来が再生可能な資源である木材を持続的に生産するためのシステムである。元々「持続性」を前提にして考えられたシステムであるが、伐採が許容量を超えて無秩序に行われてきたために本来の機能を果たすことができなくなっている。それを本来の管理方法に戻し、森林を維持することができれば生物多様性もある一定のレベルで保護できるはずだ。

伐採が無秩序に行われる要因としてガバナンスの低さと高い機会費用の2つがあるのではないだろうか。原生林が多く残り、従って面積当たりの木材資源が豊富な時代にはガバナンスの低さが森林破壊の主要因となっていたはずである。一方、現在のように木材資源が枯渇しかかっているような時代では、ガバナンスの低さよりも相対的に高い機会費用が天然性の生産林維持を妨げる要因となっている。木材による収入が低下しているため、

他の土地利用に森林を転換させた方が収入が増加するからである。それでは木材資源が減少している中で森林経営をどのようにして維持し、劣化した森林の回復を図りつつ森林を守っていけるのだろうか？そのためには天然性の生産林を維持できるような基準や経済的動機付けが不可欠であろう。木材生産の対象となる低地熱帯降雨林を維持する基準や経済的動機付けとして以下のメカニズムが考えられている。

(1) 低インパクト伐採と森林認証の組み合わせによる持続的森林管理の導入：これは現在サバ州のデラマコット森林管理区で成功している管理方法であり、持続的管理計画によって年間伐採許容量と伐採する林班を定め、厳格なガイドラインによって伐採現場での影響を低減する管理方法である。低インパクト伐採は高コストであるが、それを森林認証による木材市場へのアクセス改

善とプレミアム効果による木材単価の増加で補っている。デラマコットでは森林認証によって木材価格の上昇が見られているものの、一般的には価格上昇は見られず市場へのアクセスが改善されるにとどまっている。従って、このメカニズムは現在主に基準として働いている。

(2) REDD+ (発展途上国での森林減少・劣化に伴う温室効果ガス排出の抑制)による経済的動機付け(本誌第60号の特集を参照): REDD+は炭素に経済的価値を与えて炭素排出を抑制するメカニズムであるが、森林面積が維持されたり、面積当たりの蓄積が増加したりすることで、生物多様性の保護にも好ましい影響があると期待されている。

(3) 生態系サービスへの支払い制度(Payment for ecosystem services): 森林からもたらされる生態系サービスの受益者が、その対価を森林管理の現場に支払う制度。REDD+は熱帯林が持つ地球温暖化の緩和機能への支払いであるから、生態系サービスへの支払い制度の1つの形態と言える。

REDD+のような国際的規模の熱帯林減少・劣化の抑止策はやっとその制度が検討されたばかりである。仮に国際制度として実施されたとしても、劣化が進行して炭素貯留が希薄になった熱帯林では森林減少を抑止するのに十分なREDD資金を受け取ることができない危険性がある。また、熱帯林の生態系サービスを気候調節機能(炭素貯留)に限定している限り、生物多様性保全・保護への十分な対価を現場が得られない状況は変わらない。今後は、REDD+に生物多様性の価値を組み込んだ拡大版「生態系サービスへの支払い制度」を作り、熱帯林生態系サービスの受益者である世界の人々が保護に参加する必要がある。そのためには、生物多様性が様々な生態系サービスを支えている(本号、尾崎・滝 参照)ことを改めて認識する必要がある。

## 引用文献

Asner GP, Powell GVN, Mascaro J, Knapp DE, Clark JK, Jacobson J, Kennedy-Bowdoin T, Balaji A, Paez-Acosta G, Victoria E, Secada L, Valqui M, Hughes RF (2010) High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon. *Proc Nat Acad Sci USA* 107: 16738-16742.  
Berry NJ, Phillips OL, Lewis SL, Hill JK, Edwards

DP, Tawatao NB, Ahmad N, Magintan D, Khen CV, Maryati M, Ong RC, Hamer KC (2010) The high value of logged tropical forests: lessons from northern Borneo. *Biodivers Conserv* 19: 985-997.

Canadell JG, Le Quéré C, Raupach MR, Field CB, Buitenhuis ET, Ciais P, Conway TJ, Gillett NP, Houghton RA, Marland G (2007) Contributions to accelerating atmospheric CO<sub>2</sub> growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proc Nat Acad Sci USA* 104: 18866-18870.

Curran LM, Trigg SN, McDonald AK, Astiani D, Hardiono YM, Siregar P, Caniago I, Kasischke E (2004) Lowland forest loss in protected areas of Indonesian Borneo. *Science* 303: 1000-1003.

Edwards DP, Larsen TH, Docherty TDS, Ansell FA, Hsu WW, Derhé MA, Hamer KC, Wilcove DS (2011) Degraded lands worth protecting: the biological importance of Southeast Asia's repeatedly logged forests. *Proc Roy Soc B* 278: 82-90.

Imai N, Samejima H, Langner A, Ong RC, Kita S, Titin J, Chung AYC, Lagan P, Lee YF, Kitayama K. (2009) Co-benefits of sustainable forest management in biodiversity conservation and carbon sequestration. *PLoS One* 4: e8267.

IUCN (2009) IUCN Red List of Threatened Species, version 2009.1. ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org))

Langer A, Miettinen J, Siegert F (2007) Land cover change 2002-2005 in Borneo and the role of fire derived from MODIS imagery. *Glob Change Biol* 13: 2329-2340.

Meijaard E, Sheil D (2007) Is wildlife research useful for wildlife conservation in the tropics? A review for Borneo with global implications. *Biodivers Conserv* 16: 3053-3065.

Sodhi NS, Brook BW (2006) Southeast Asian biodiversity in crisis. Cambridge Univ Press.

WRI (2007) EarthTrends: environmental information. (<http://earthtrends.wri.org>) World Resources Institute (WRI), Washington, D.C.

# 生物多様性のための順応的管理

藤森 隆郎 (ふじもり たかお、元森林総合研究所)

## はじめに

われわれ人間はあくまで生物の1種であり、他の生物とともに生態系の中で生かされているものである。したがって我々人類の高い理念である「持続可能な社会の構築」のためには「持続可能な生態系の保全」が基本的に重要である。「生物多様性」という言葉が使われ出したのは1980年代の後半からであるが、その言葉が社会的に定着したのは、人類の生存基盤である生態系の保全のためには、生物多様性の保全が不可欠だという認識が高まったからである。本文ではそのような視点に立って生物多様性保全のための順応的管理について検討する。

## 生態系サービスと生物多様性

地球環境問題の反省の上に立ち、グローバル市場経済主義の行き過ぎを改め、持続可能な社会を目指すためには、地域ごとの生態系を重視した循環型社会の構築を目指すことが不可欠である。地域ごとの生態系を生かすということは、自然の姿が森林である日本では森林生態系の多面的機能を生かすことが大事だということになる。

生態系サービスというのは生態系の機能の中で人間の側から見た便益を指すものであり、森林生態系でいえば、(木材)生産、水土保持、保健文化、生物多様性の保全などの諸機能が代表的なものであり、これらを森林の多面的機能とも呼んでいる。その中で生物多様性保全機能はほかの機能とも強く関わるものである。水源涵養機能も生産機能も土壌構造の発達と強く関係し、土壌構造の発達は土壌生物相の豊かさと密接である。そして土壌生物の豊かさは植生の豊かさと関係が深い。森林生態系における生物多様性の大事な点はここにもある。

## 森林の構造の発達段階と機能の変化

森林の多面的機能や生物多様性を検討するには、森林は時間とともに構造がどのように変化し、それに伴い機能がどのように変化するかを知ることが必要不可欠である。求める機能ごとに目標とする森林の姿(目標林型)

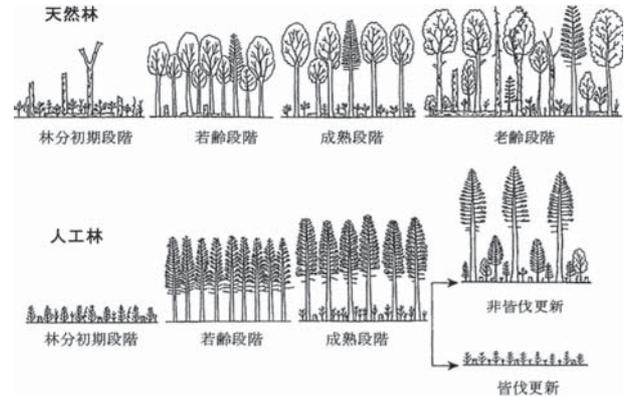


図-1 森林の発達段階 (藤森 1997)  
Franklin and Spies (1991) や Oliver (1981) などの文献を重視して描く

を定め、それに適した管理・施業を進めていくことが最も利口な森林との付き合い方だからであり、そのために時間方向の森林の構造と機能の変化を知っておくことが基本的に重要なのである(藤森 2006)。

構造の変化は「森林の発達段階」によって見ていくのが分かりやすい。図-1は大きな攪乱のあった後、大規模または中規模の攪乱がない状態が長く続いた場合、森林は一般にどのように変化していくかを、天然林と人工林について示したものである。天然林とは天然更新し、特に手を加えない(加わらない)森林、人工林とは植栽により成立した森林をいう。

図-1のように若齢段階は林冠が強く閉鎖して下層植生が目立って少ない状態の段階(10~50年生ぐらいに相当することが多い)、成熟段階は樹冠同士の間隙ができて林内が適度に明るくなり、下層植生の豊かな段階(50~150年生ぐらいに相当することが多い)である。なお、成熟段階で樹冠同士の間隙ができるのは、木が高くなるにつれて風による樹冠同士の摩擦が強まり、枝葉の先端が擦り落とされるようになるからである。

老齢段階(old-growth)はそれまで優勢木であった

木の中に衰退木、立枯れ木、倒木などが生じ、随所に随時に生じるギャップ(林冠に生じた孔)の履歴によりパッチ(周囲と構造が異なる部分)構造の発達した、構造の豊かな段階である(写真-1)。大径の立枯れ木などは、それらがないと生きていけない生物がいるために、老齢段階の森林は健全な森林生態系にとって代替の利かない重要なものである。人工林は木材の生産が目的であるから、大きな立枯れ木などが生じるのを良しとはしないので、成熟段階の途中までで回転させるのが普通である。

図-2は森林の発達段階に伴う機能の変化を示したものである。縦軸はそれぞれの線についての機能が相対的に高いか低いを示すものであり、お互いの線の上下には何の関係もない。5本の線は見やすいように、ただ上下に並べただけである。大事なことは、それぞれの線が時間(発達段階)とともにどのように変化していくかのパターンを読み取ることである。

5本の線を見て一目で分かることは、純生産量(速度)の線とその他の線の変化のパターンが全く異なることである。すなわち純生産速度は若齢段階で最大値を示すのに対して、生物多様性(ここでは哺乳類の種多様性)や水源涵養(ここでは河川への水流出量)などの機能は若齢段階で低くなっていることなどである。森林生態系の炭素貯蔵量の変化のパターンと生物多様性などの変化のパターンはよく似ていることに注目する必要がある。なお、図-2における生物多様性は、哺乳類の種の多様性を示したもので、生物種のタイプによって変化のパターンは多少異なるようである(例えば鳥類では林分初期段階では低い値から増加していく(Johnston and Odum, 1956))。しかし様々な生物種のタイプにおいて、若齢段階では生物多様性は低く、成熟段階と老齢段階では高いという大きな傾向はあるようである。機能の変化のパターンの特色を知ることにより、森林の多面的機能をどのように調和的に発揮させるかを考えていくことが大事である。図-2はその羅針盤として大事な役割を果たすものである。

## 森林の管理と施業の考え方

図-1と図-2を参考にして森林の管理と施業のあり方を考えてみよう。まず人工林について、量的生産だけから見ると平均成長量最多の伐期齢が好ましく、それは若齢段階から成熟段階に移行するあたりにある。だがそうすると、生物多様性や水源涵養機能の低い段階で森林



写真-1 老齢段階の天然林(屋久島の原生林)  
巨木の立枯れ木が散在していることに注目

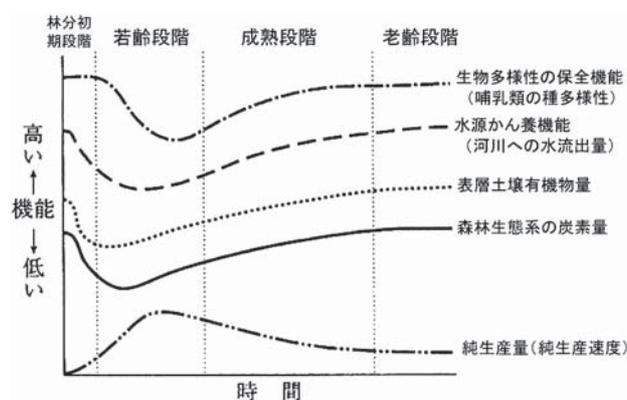


図-2 森林の発達段階に応じた機能の変化(藤森 2003)  
多くの文献を引用して描いたものである。上の4本の線は天然林または天然林の資料に基づく。一番下の線は人工林、天然林、天然林の資料を合わせて描いたもの。

を回転させることになり、森林の多面的機能の発揮から好ましいとはいえない。したがって生物多様性の保全などのためには、成熟段階の期間を長くとれる大径材生産の長伐期施業(図-3、写真-2)へ持っていくことが好ましいということになる。適切に管理された高齢の人工林は、構造の多様性が高くなり(鈴木ら 2005)、生物多様性の高くなることが示唆されている。そしてさらにできれば択伐林施業(単木状、群状、带状)によって回転させていけば生物多様性との同調性は高まる。そのためには優れた技術者の育成が不可欠である。

次に天然林について検討しよう。天然林は特に必要がない限り人手を加えないことを旨とするものであるから、多くの場合老齢段階についての議論となる。老齢段

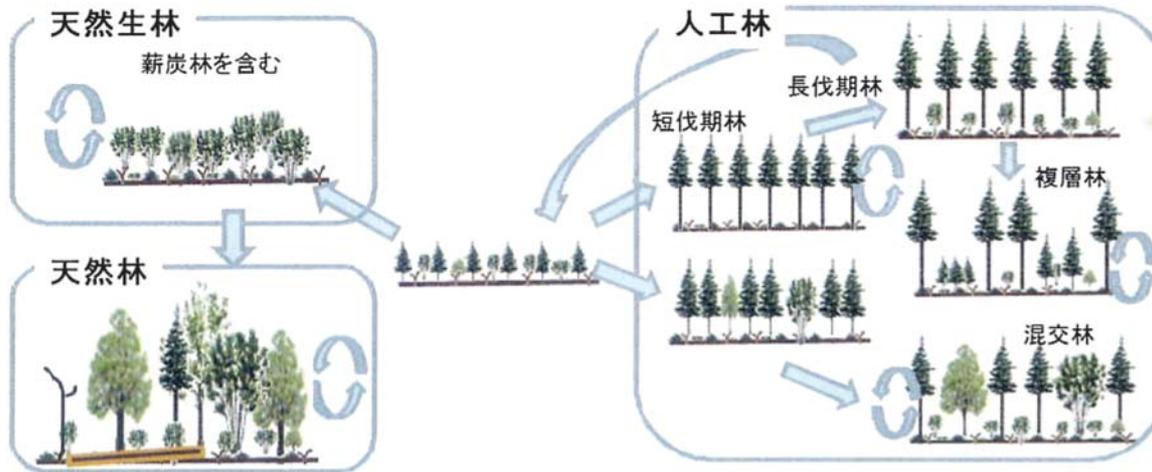


図-3 代表的な森林タイプ、目標林型、施業体系 (藤森他 2010)



写真-2 よく管理された成熟段階 (70年生) のヒノキの人工林

階の森林は自然攪乱によって随時、随所にギャップが生じ、ギャップ履歴によってパッチ構造が発達する。そのことは老齢段階の森林には林分初期段階、若齢段階、成熟段階に相当するパッチが含まれており、したがってある程度の広がりを持つ天然林を担保することは、多様なタイプの生物種の生存を可能にし、生物多様性の保全にとって大きな意味を持つものである。

図-1には天然林と人工林の森林の発達段階のモデルを示したが、その中間に天然生林(二次林と呼ばれていることも多い)がある。天然林と天然生林を区別することは大切である。天然生林は天然更新主体に更新する(した)が人手の加わる(加わった)ものである。天然生林には薪炭林や農用林などから大径の用材生産の対象となるものまでがあり、森林の発達段階のパターンは千差万別である。いわゆる里山と呼ばれるところの森林に薪炭

林、農用林由来の天然生林が多く、里山に特有の生物相を評価することも大事である。本来の里山の森林の特色はその地域に住む人たちの生活に密着した森林ということであり、ここではそれを生活林と呼ぶことにする。薪炭林や農用林は主に若齢段階の途中までで回転させ、下層植生や落葉を採取するなど、弱度の攪乱を頻繁に与えるものであり、攪乱依存種にとって好適環境である。

### ゾーニング

ここまでに森林タイプ(天然林、人工林、天然生林)ごとの時間方向の構造の変化(森林の発達段階)の視点から森林の取り扱いを検討したが、生物多様性の保全にとってはそれらの森林をどのように配置するかという、図-4のような面的広がりの中で配置の技術を検討することが不可欠である。この図には描かれていないが、河川生態系と森林生態系のように異なる生態系の移行帯であるエコトーンを重視し、溪畔林や河畔林などの保護、保全に努めることも重要である。エコトーンには、そこに特有の生物相があるとともに、エコトーンはその他の生物の多様性維持のためにも重要な場所だからである。

林業を産業として捉え、生産技術を追求していく対象となる森林を生産林と呼ぼう。生産林の主体は人工林である。生物多様性の保全や水土保持を第一に考える森林を環境林と呼ぼう。環境林の主体は天然林である。先にも述べたが、里山に多い普通の生活に密着した森林を生活林と呼ぼう。生活林の主体は天然生林である。機能目的によって目標とする森林の姿(目標林型)があるはずである。生産林の目標林型は人工林の成熟段階に、環境



図-4 配置の目標林型 (藤森他、2010)

林の目標林型は天然林の老齢段階に、生活林の目標林型は天然生林の若齢段階に多くがあるといえる。もちろんそれらの中間など様々なバリエーションはあるが、議論をわかりやすく進めるためには上述したくらいのレベルの区分が適切であろう。ゾーニングには森林所有者など地域の合意形成が必要であり、難しい問題が含まれるが、長い時間をかけてでも望ましい姿を目指して取り組んでいくことが必要である。ゾーニングを行うとともに、人工林においては、生物多様性との乖離をいかに小さくしていくかに配慮した施業を求めていくことが大事である。

## 森林の管理の課題と展望

人工林の施業においては、大径材生産を目指した長伐期施業、択伐林（複層林）施業、混交林施業（図-4）などが構造の多様性を高めて生物多様性との調和を図りやすい。だが集成材などの加工技術が進んだことなどにより大径材の価値が下がってきたことを理由に大径材生産に難色を示す人が多い。市場経済の下では消費者のニーズに合わせなければならないというが、目先の価値判断では持続可能な社会の構築は無理である。需要のニーズは10年、20年で変わるが、森づくりは少なくとも50年以上100年はかかる。ニーズにのみ合わせていたら地域社会にとって好ましいよい森はつくれな。大事なことは生産者、消費者、流域住民の「三方よし」、すなわち森林との付き合いに対する国民全体の賢さが必要である。

紙面の都合上説明は省略するが、大径材生産の長伐期

施業は、総合的に見て最も低コストで生産効率の高いものである。小、中径の間伐材はバイオマス利用、集成材の原木、大径材は無垢の材として構造材や内装材に使っていくという、新しい時代に応じた弾力性のある木の文化の再生こそ生物多様性の保全と同調していくものと考えられる。

イヌワシのような猛禽類の多くは、11月から翌年6月ごろまでにチェーンソーや林業機械などの騒音の影響を受けると繁殖行動が阻まれる（由井1999）。これだけの期間を制限されると林業活動は大きな制約を受ける。したがって猛禽類やクマゲラなどの絶滅を防ぐための観点からもできる限りのゾーニングは重要であり、林業活動を行う場合は活動時期に注意を払わなければならない。私有林に生物多様性の保全など公共的な目的のために天然林を維持したり、天然林を再生したりすることを求めるためには、そのようなインセンティブが生まれるような制度の整備が必要である。

生活林の再生には、本当の豊かさとは何なのかという生活様式を国民が見つめなおす必要がある。心身の健康やスローライフなど社会の価値観が変わらなければ生活林の再生は難しいだろう。本当に必要とするゾーニングは、あるべき社会を見据えた行動と結びつかなければならない。

生物多様性の保全のためにどのようにゾーニングをし、管理・施業を行っていくかは、様々な人たちの合意形成によってなされなければならない。合意形成は、常にどのような社会を目指していくかという大きなビジョン

を共有しながら、できるだけ科学的根拠に基づいて図られることが必要である。生態系については分かっていることが多いし、社会情勢、知識、技術力にも変化がある。したがってどういう森を目指し、どのようにゾーニングしていくかは仮説に基づくとところが多くあり、その計画を検証しながら適時修正していくというスタンスが必要であり、それが順応的管理と呼ばれるものである。生物多様性の保全は持続可能な社会をどのように構築していくかの大事な基準となるべきものである。

## 参 考 文 献

- Franklin JF, Spies TA (1991) Composition, function, and structure of old-growth Douglas-fir forests. In: Wildlife and vegetation of unmanaged Douglas-fir forests. USDA Forest Service General Technical Report PNW-GTR-285. 71-80.
- 藤森隆郎 (1997) 新たな森林管理—エコシステムマネジメント. 森林科学 21: 45-49.
- 藤森隆郎 (2003) 新たな森林管理—持続可能な社会に向けて. 全国林業改良普及協会.
- 藤森隆郎 (2006) 森林生態学—持続可能な管理の基礎. 全国林業改良普及協会.
- 藤森隆郎・石塚森吉・田内裕之・千葉幸弘 (2010) 目標林型と育林技術. (提案型集約化施業テキスト, 全国森林組合連合会) 7-50.
- Johnston DW, Odum EP (1956) Breeding bird populations in relation to plant succession in the piedmont of Georgia. Ecology 37: 50-62.
- Oliver CD (1981) Forest development in North America following major disturbance. For Ecol Manage 3: 153-168.
- 鈴木和次郎・須崎智応・奥村忠充・池田 伸 (2005) 高齢級化に伴うヒノキ人工林の発達様式. 日林誌 87: 27-35.
- 由井正敏 (1999) 鳥類の保護管理. (森林における野生生物の保護管理—生物多様性の保全に向けて. 藤森隆郎・由井正敏・石井信夫編著, 日本林業調査会) 125-146.

# 生物多様性条約 COP10 後の森林の生物多様性保全に関する国際的動向

岡部 貴美子 (おかべ きみこ、森林総合研究所森林昆虫研究領域)

## はじめに

CBD/COP10 から 1 年が過ぎようとしている。今、世界は生物多様性保全に関して、どのように動いているのだろうか。そして私たちは何を求められているのだろうか。本稿では、CBD を中心に、森林の生物多様性保全の今について概説する。

## 第 10 回生物多様性条約締約国会議 (CBD/COP10) とポスト 2010 年目標

生物多様性条約の目的は (1) 生物多様性の保全、(2) 生物多様性の構成要素の持続可能な利用、(3) 遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分 (外務省 HP より) である。3 つの目的のうち 2 つは明確に人の活動に焦点を当てており、この条約は本来人間の生物資源利用のための条約である。しかし温暖化と異なり、生物多様性の減少を私たちが肌で感じるのは難しい。また生物の多様性を守ることは、1, 2 種の特定の生物を守ることに比べて難しい気がする。理念は理解しても実行が難しいのが生物多様性の保全だ。そこで生物多様性条約は、具体的にどうすべきかという目標を設定した。これが 2002 年に作られたいわゆる 2010 年目標である。

CBD は「2010 年までに、“地球上のすべての生物の利益のために、そして貧困の緩和に貢献するために” 地球、地域、国において現在の生物多様性の減少速度を明らかに低減させる」ことを目標に掲げた。一般にはこれを 2010 年目標と呼んでいるが、2 つのことに注意したい。一つ目は、通常 “ ” 内の文言が省略されて使われることである。条約の目的 (3) にもあるように、CBD は経済に着目し、恩恵の公平な分配を強く意識しているのである。二つ目は、2010 年目標はこの一文だけではなく、事細かに対象やゴールが提示されているということである。目標達成を図るために 7 つの分野 (生物多様性の保全、持続的な利用の振興、脅威への取り組みな

ど) が設定され、それぞれに「絶滅のおそれのある種の状況に改善が図られる」などの目標が設定されていた。単に生物多様性の減少速度が小さくなったかどうかだけで、目標達成が評価されたわけではない。この 2010 年目標によって、CBD 加盟国が共通目標に向かって努力する基盤ができた。しかしながら、あまりにも短い時間、大量の細部目標、多くの国にとって資金不足という問題に加えて、目標達成の成否による利益や損失が明確でなかったことなどから、どれだけの国や地域が目標達成に邁進できたかは疑問である。

CBD においては COP9 以降、2010 年後の新たな目標としてのポスト 2010 年目標作りが現実化した。しかし 2010 年目標には長期的な目標を決め段階的に身近な目標を達成してゆくという考え方がなかったため、ポスト目標はあらためて一から作り直すこととなった。これに対してポスト目標には、2050 年までの中長期目標と 2020 年までの目標の 2 種類が作られたことは意義深い。ポスト 2010 年目標については、原文は生物多様性条約の HP で、日本語仮訳は [http://www.env.go.jp/press/file\\_view.php?serial=16471&hou\\_id=13104](http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=16471&hou_id=13104) で閲覧が可能である。現在、ポスト 2010 年目標は愛知目標 (Aichi biodiversity targets) と呼ばれている。この目標において、生物多様性の損失を止めるために効果的かつ緊急な行動を実施することがミッションとして明示され、5 つの戦略目標とそれらの下に 20 の目標が掲げられた。CBD 事務局はこれらの目標達成を評価するために、指標の開発を行っているところである。測定指標は COP11 までの間、SBSTTA (科学技術助言補助機関) で検討される。また COP10 では、遺伝資源の取得の機会およびその利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分 (ABS) に関する名古屋議定書も採択された。これは生物資源をもたらした国とそれを受け取った国の双方が、利益を公平に配分するための国際ルールである。

2011年7月にコスタリカが38番目の批准国となったが、議定書は合計50カ国以上が批准した日から90日後に発効されることから、未だ正式に発効されていない(2011年7月15日現在)。日本は2011年5月11日に本議定書を批准した。遺伝資源は医薬品などに利用され人は大きな恩恵を受けたが、一部の企業などが利益を独占し、遺伝資源の産出国への利益配分がなかったとして批判されている。この利益配分を巡って、議定書発効以前の利益に対しての遡及や大企業を有する米国が条約に加盟していないなどの問題が山積している。

ポスト目標の中で森林との関係が強いのは、「戦略目標B. 生物多様性への直接的な圧力を減少させ、持続可能な利用を促進する」と、「戦略目標C. 生態系、種および遺伝子の多様性を守ることにより、生物多様性の状況を改善する」の、2つの戦略目標である。この中には、「目標5: 2020年までに、森林を含む自然生息地の損失の速度が少なくとも半減、また可能な場合には零に近づき、また、それらの生息地の劣化と分断が顕著に減少する」、「目標7: 2020年までに、農業、養殖業、林業が行われる地域が、生物多様性の保全を確保するよう持続的に管理される」、「目標11: 2020年までに、少なくとも陸域および内陸水域の17%、また沿岸域および海域の10%、特に、生物多様性と生態系サービスに特に重要な地域が、効果的、衡平に管理され、かつ生態学的に代表的な良く連結された保護地域システムやその他の効果的な地域をベースとする手段を通じて保全され、また、より広域の陸上景観又は海洋景観に統合される」、などの林業や森林生態系に直結する重要な目標が含まれる。日本は次回のCOP11まで議長国として実務を担当するだけでなく、生物多様性保全に取り組む姿勢が各国に注目されている。

### 生物多様性保全と森林劣化の防止

気候変動や生物多様性の保全にとって森林減少が大きな問題として意識される中で、森林が完全に消失するだけでなく質的に劣化することの重要性も認識されるようになってきた。しかし森林劣化は質的な状態変化であるため定義があいまいにありがちで、各国際機関がそれぞれ少しずつ異なるとらえ方をしている。たとえば国連食糧農業機関(FAO)は「森林が提供できるグッス(木材など)やサービス(生態系サービス。保水など)の減少」としている。またCBDは劣化した森林を「グッス

やサービスの供給が減少し、限られた生物多様性しか維持できない森林」としている。国際森林研究機関連合(IUFRO)は「不適切な利用や管理による土壌や森林そのものへの科学的、生物的、物理的ダメージによって起こる土壌劣化や森林劣化は森林生態系の潜在的な生産力を減少させる」とし、このような状態を劣化した森林と捉えている。劣化の有無や程度(あるいは回復)を知ることが、森林管理において重要である。FAOは現在(7月15日時点)森林劣化をモニタリングするための指標選定を行っている。

森林劣化に直結し最近頻繁に取り上げられるのは、国連のREDD(Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation)プログラムである。これは途上国における森林減少や劣化による二酸化炭素の排出を削減しようとする取り組みである。森林減少や森林劣化だけでなく、保全や持続可能な森林管理、炭素貯留の増進なども取り組み加えたREDD-plusが提案され、REDDプログラムはバージョンアップした。CBDは生物多様性保全を森林減少や森林劣化の低減や防止のセーフガードと考えている。もし森林減少の抑制だけが一人歩きすると、原生林を伐採しその跡地を換金性の良い樹種や二酸化炭素吸収効率の良い特定の樹種の一斉林に転換することが、頻繁に起こりかねないからである。CBDは元々気候変動と生物多様性の関係を指摘してきたが、REDDプログラムとも連携し、生物多様性が地球環境保全の基盤であることを示そうとしている。

森林劣化は熱帯林だけの問題ではなく、酸性雨、気候変動、過度の伐採などによって世界各地で発生している。今後はモニタリングによって劣化の状況を監視し続けると共に、解決方法を開発してゆくことが重要である。特に、適切に生物多様性を保全すれば森林劣化が防止できるかどうかを明らかにすることが必要だろう。

### おわりに

森林の生物多様性を保全し地域で生態系サービスを利用することは、CBDの主旨の一つである。適切な利用は生物多様性そのものの理解にもつながるだろう。生物多様性保全に関する取り組み、研究はグローバルなスケールで急速に進んでいる。「見た目は森林、中身は空っぽ(empty forest)」にならないよう、森林生態系と生物多様性の保全を実践してゆかなくてはならない。

# 森の匂いを感じる

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)



夏の緑陰が続く樹々の下、濃厚な緑の匂いの中で微かに漂う甘い香り。突然に嗅覚を刺激してきたそれは、まさにザラメを熟しているかのような香りでしょうか。思わず周囲を見回し、お祭りの屋台でもあるのかと探してしまいます。しかし、ここは私の勤務する筑波実験植物園の森。そんなお店は出ていません。不思議なその匂いは8月初頭から出始め、遅くは1月ぐらいまで続きます。約半年という長さを考えると、どうやら花が出どころではないようです。そう、その正体はカツラの黄葉。地面に落ちている茶色い葉っぱの中のマルトールがその正体でした。カラメルの子の香りの主成分と同じものだそうです。どおりで綿菓子懐かしい思い出が浮かんでくるはず。そして夏の真ただ中にあっても、私の目の前にはうっすらと落葉の景色が現れ、秋の足音が聞こえはじめたような錯覚に陥ります。

植物園は何を目的に行く所?と問いかげがあった場合、植物の観賞をする所という答えが代表的かと思えます。加えて花が咲いているイメージがあるのではないのでしょうか。このようなニーズがあるので、多くの植物園では、四季を通じて花の群落が見られように趣向を凝らした植栽をしています。筑波実験植物園はというと、基本的にコレクションが目的で面積もそれほど大きくないので、株数を増やして花の勢いを見せることにあまり力を入れていません。その代わりといっはなんですが、当園には他ではなかなかないであろう植栽があります。それはゼロから作った35年生の人工の森です。常緑広葉樹林、常緑針葉樹林、暖温帯落葉広葉樹林、冷温帯落葉広葉樹林と、4つの植生を再現した区画からなっています。筑波実験植物園ならではと言える場所で、私が園内で一番好きな場所でもあります。来園者の方々に是非とも紹介したい区画なのですが、問題は短い滞在時間の中で伝えたいことを得てもらうのが難しいこと。そこでは、五感をじっくりと使って植生を感じる必要があるのです。

植物園に勤務するようになってある時、私は4つの森のそれぞれから発せられる緑の匂いの違いに気がつかしました。些細な発見だと思っていたのですが、それからというもの、ちょっとした匂いで過去に歩いたあちこちの森の景色を思い出すようになりました。無意識のうちに匂いと結

びついていた私の中の森や樹に関する部分が、植物園に来てから敏感になったのだと思います。以来、五感の中でもとりわけ嗅覚に意識を向けるようにしたところ、思いがけず四季の移り変わりが今までより感じられるようになりました。私が特に好きなのは、春から夏へ移り変わる時のコクサギの香りです。6月の終わりごろ、森の中に柑橘系のさわやかな香りが漂ってきたら、コクサギの新葉がしっかりと成長し、夏へ向けて旺盛に光合成を始めた合図です。そして森全体の蒸散による緑の匂いが薄くなったならば秋への変り目、地面の腐食の匂いに気づいたならば、そこはもう冬です。時として、匂いを通じて植物たちから情報が伝わってくるように思うことさえあります。常緑広葉樹林では、紅葉と落葉がないので見た目に季節の変化はありませんが、いざ嗅覚で一年を捉えてみると、四季が存在していることに気づきます。また、匂いは気分転換にも効果を発揮します。葉っぱや枝の香りをかぐのも私の楽しみで、リラックスしたい時はアブラチャンやヤマコウバシの枝を取りに行きます。なんとなく変化がほしいときはゴマキの枝、鳴を入れたい時はサンショウを採取です。さらにもう一発ほしいときはサンショウの実を噛み潰します。採りたてですから、それはもうガツンときます。

修学旅行の高校生を案内するときには、なるべく森の中へ連れて行きます。目を合わせず、何を話しても反応しない生徒が少なくないのですが、葉っぱや枝の香りを体験させると表情が変わります。そして自分たちから進んで森の匂いの違いを探し出そうとします。もしかしたら、五感を駆使して何かを感じる機会に飢えているのではないのでしょうか。そんなこともあり、当園の森は感受性を高める教育や癒しにも使えるのではないかという可能性を模索しているところです。

.....

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。

## 「森林学の過去・現在・未来」(2)

### 2011年夏に想う ―「森林・林業再生プラン」と林政研究

佐藤 宣子

(さとう のりこ、九州大学大学院農学研究院)

林政研究者にとって、政権交代後から始まった「森林・林業再生プラン」(以下、「プラン」と略)の議論、その後の森林法改正(2011年4月)と「森林・林業基本計画」(同年7月)は、現段階の主要な関心事である。「プラン」は森林科学全般に亘って様々な論点を提示した。その中で次の3点は、他分野との研究交流をはかりつつ、森林の将来像を見据えた林政研究の展開が必要だと思われる。本稿では、その3点を論述することで、「森林学の過去・現在・未来を語る」という企画・広報委員会からの要望に応えたい。

第1点目は、木材生産と森林の公益的機能との関係である。「プラン」は「10年後に木材自給率50%」を数値目標として、林業再生を強く押し出した。人工林資源の成熟とその歪な年齢構成、生長量の2割程度しか利用していない現状にあって、機械化の推進、人材育成、小規模所有者の団地化、木材の利用推進による林業再生は緊急課題である。しかし、林業再生は森林の公益的機能を高める十分条件ではない。「プラン」の主張は、戦後、生長量以上を伐採し、拡大造林を推進するために用いられた言説、林業生産が活性化すると森林の公益的機能が高まるという、いわゆる「予定調和論」と重なるものがある。木材生産目的以外の森林をいかに管理するのか、その政策研究が求められる。

第2点目は、日本林業の国際的な「立ち位置」の認識についてである。「プラン」では、「ドイツ並みの路網と効率的な作業システム」の確立を掲げており、①欧米の先進資本主義国では林業は産業として成立している、②ドイツ並に生産性を上げれば、日本林業も国際競争力を持つことが出来るという認識がある。しかし、これはアジアモンスーン気候の地震多発地帯に位置するという日本の風土条件や経済社会の歴史条件を無視したものである。紙幅の関係で詳述しえないが、次の事実は指摘しておきたい。一つは、ドイツと日本は森林率が異なり、ヨーロッパは条件不利地域における環境保全的な畜産に対する直接支払いが農山村への基本的な定住条件を高めていることである。森林・林業だけの限定した比較ではなく、社会背景を踏まえた国際比較が求められる。また、



T水産(株)所有の森林経営の調査風景(2011年8月、大分県佐伯市蒲江にて)



T水産(株)の山林状況(シカ害防止のため漁網を活用)

アジアモンスーン地帯の日本は、生物多様性に富み、目標樹種の林冠が閉鎖するまでの育成段階において、下刈りなど必要な労力投入量が圧倒的に多い(藤森 2006)。コスト高の最大の要因であり、下刈りをコスト化せず、草を資源化するような複合的な林地利用が模索されるべきである。アジアのアグロフォレストリーの経験を歴史段階に合わせた応用的な技術開発が求められよう。

第3点目は、地域社会の持続性という視点の弱さについてである。「プラン」では、山村地域の振興は雇用拡大という点に限定された議論に留まった。この点は現民主党政権の基本スタンス、例外なき自由化が求められるTPP(環太平洋戦略的経済連携協定)への参加を主張した前原誠司氏の発言、「GDP1.5%の一次産業のために98.5%の産業が犠牲になっている」に象徴される新自由主義的な立場と軌を一にする。しかし、2011年3月11日の東日本大震災と東京電力福島原子力発電所の事故が焙り出したものは何だったのか。国全体でGDP1.5%の農林水産業が地域経済にとって極めて重要であり、風土や文化、景観という暮らしのアイデンティティとも強く結びついているということではないだろうか。

以上、2011年の夏、「日本で最も美しい村連合」加盟の福島県飯舘村の行方を案じつつ、想ったことである。

(専門：林政学)

#### 参考文献

藤森隆郎(2006)『森林生態学～持続可能な管理の基礎～』全国林業改良普及協会、363ページ。

## 「つなぎ」のない微妙なバランス

伊藤 哲

(いとう さとし、宮崎大学農学部)

このシリーズに寄稿するに際して、修士課程を終える頃からずっと迷い続けている問題を突き付けられ、本当に困惑した。今さら急に答が出そうにないので、恥をしのんで自分の迷いを正直に晒すとともに、申し訳程度であるが、学会についても少し意見を述べたい。

### 私の専門：二重路線

私の専門は造林である。最初は卒業研究の植物社会学から入った。しかし、いわゆる自然植生など周りにほとんど見当たらないことに疑問を持ち、修士では二次萌芽林の生理生態を研究した。実践的研究ではなかったが、本人としては面白い発見が多々あった。同時に、大学院で竹下敬司先生から地位推定の授業を受け、林地のヘテロ性に対する極めて物理学的なアプローチに相当ショックも受けた。これが、自分の志向を「場の科学」としての林学にシフトさせるきっかけだったと思う。ほぼ同時期に東三郎先生の「地表変動論」に出会い、この二つが今も大好きな溪畔林研究へと導いてくれた。場の科学へのシフトには、M先生やN先生のスケール論も大きく影響した。重要な示唆を受けた先生4人とも砂防がご専門なのは何故だろうか。スケール論は学位論文をまとめた時に強く意識したはずだった。それでも、生態学の大先輩から「実験系と野外観察系の“つなぎ”部分が足りない」という指摘を受けた。あれからおおよそ20年、課題はまだ克服できていない。

就職して間もなく、技術系職員から「その研究は何に使うの？」と聞かれ、答えに窮した。異動を機にとりあえず人工林に手をつけ、生物多様性に関するあまり使えない論文をいくつか書いた。職を得て20余年、溪畔林を軸にした集水域管理という枠組みで、これまでの研究がやっと一つにつながりかけてきた気がする。思えば悠長かつ恵まれた話であり、これがなかなか許されない今の若手はある意味かわいそうだと思う。

ひと頃は、ピュアな生態学研究は生態学会などの他学会で、「実践っぽい」研究は林学会で発表するように分けた時期もあった。とある過激な研究会に引きずられたのも理由の一つだろう。しかし最近、元々基礎学問メインであったはずの他学会で管理議論が白熱したりするので、いよいよ自分の立ち位置がわからなくなってきている。自分自身で残念なのは、基礎研究と実践研究を使い分けられても、両者を“つなぐ”仕事がほとんどでき



ハルニレと格闘する筆者(2008年11月、宮崎市高岡の境川にて)

ていないことである。それでいて、今も二つの二重路線(生理・生態、応用・基礎)を両方捨てられていない。これは果たしてバランスが取れているのか。

### ケーススタディの評価

自戒を込めて「実践っぽい」と書いた。敢えて辛口で付け加えれば、ここ数年で再び増えてきた施策・管理関連の発表は、数理解析手法の新しさを除けば、ネット検索では目立たない昔の研究(たとえば竹下1964)の焼き直しや、結論が安易で実践に耐えうるのか疑問が残るものも結構あるように感じる。数十年周期で繰り返されるテーマも少なくない。これらの研究に意味がないと言っているわけではない。自己否定はしたくない。時間がかかり、地域性を伴う現象を扱わざるを得ない分野だからこそ、流行で終わらせないために必要な配慮があると思う。ひとつは、過去の貴重な蓄積にもう少し頑張っ て目を向けること。もう一つは、自分のデータの持つ個別性と普遍性を見極め、ケーススタディの限界を認識することである。さらに学会(誌)としては、この限界を許容して個別ケースの重要性を評価することが、個々の研究をつなぎ生かす上で大事だと考える。そのうち誰かが本格的にメタ解析をやって下さるのを期待している。

造林分野は学会誌掲載論文数でも大会講演数でも大きな比率を占める重たい分野である。一方、森林管理を考えると、造林は下請分野の一つであるとも思う。この下請という意味で、造林分野が他の分野(特に計画分野)に貢献できているかということ、これも疑問である。つながらない原因が何なのか、解決方法もまだ思いつかない。

### 学会への提案

研究者個人ではなく森林学が社会に貢献していく上で、森林学会という組織の役割は極めて大きい。この役割は、学会の定款にも明記されている。ただし、単に学会が存在するだけでは、組織的な社会貢献もなかなか実践できないであろう。これを改善し、学会と社会をつなぐために、重要な社会的課題に対応した専門委員会の設置を検討してもよいのではないかと考える。

(専門：造林学)

## 森林における今日的な窒素循環研究

大手 信人

(おおて のぶひと、東京大学大学院農学生命科学研究科)

### 森林溪流の水質と物質循環

森林には水質浄化機能があるといわれている。例えば代表的な大気汚染物質としてしばしばあげられる窒素化合物は、森林に雨や塵としてもたらされると、その森林の生産性が高ければ、溪流にはわずかしが流出してこない。これは、降下物としての窒素が、植物と土壤の間にある窒素循環の中に取り込まれ何度も繰り返し利用されるからであるが、例えば、森林がすでに老齢に達していたり、何らかの攪乱を受けていたりして、養分としての窒素をあまり必要としなければ、そうはならず溪流に窒素が流出してくる。

つまり、溪流にでてくる水は森林の健康状態を反映していて、森林の変化に呼応して溪流の水質が変わることができる。言い換えると、溪流水の量や質の特徴や変化の仕組みを理解するためには、森林生態系の物質循環の仕組みそのものを理解しなければならないということになる。

### 最近の森林における窒素循環の問題

近年、地球規模で大気からの人為的な窒素の固定量が増加していて、これの自然生態系に及ぼす影響が懸念されている。とりわけ森林生態系に対する影響はいろいろな面で注目されているが、1980年代の後半から、森林の「窒素飽和」という現象に関する報告が、北東アメリカやヨーロッパの諸国から行われるようになった。窒素飽和が生じている森林では、森林が、維持や成長のために必要とする量以上の窒素が大気降下物として供給されることによって、供給量に匹敵する流出がみられると報告されている。我が国でも、関東平野の縁辺部で、そうした現象が見られる。

北米やヨーロッパでの窒素飽和現象のメカニズムについては、この15年間、森林における物質循環研究の主要課題の一つとなってきた。溪流に土壤から流出していく窒素は、降下物が少ない森林では、冬季から春季に僅かに流出し、植物の成長期である夏季には流出しない。これは、植物による窒素の利用が活発になり、土壤中に流出すべき窒素が少なくなることと、夏季は植物の蒸散活動も活発で、土壤水や地下水が減少するため、土壤中の溶存物質が溪流まで運ばれにくくなるからであると説明

されてきた。

大気降下物による窒素の供給が増大し、窒素飽和に達すると、夏季にも余剰な窒素が溪流に流出するようになり、溪流水中の硝酸濃度が夏季でも低下しなくなる。それと同時に季節を通じて硝酸濃度が高くなってしまふ。これは、生態系が窒素循環を維持するのに必要とする量以上の窒素

が、利用されずに系外に流出していくからであるとみることができる。一般には、自然条件の森林生態系は窒素不足であると考えられていて、不足しがちな窒素供給に対応できるタイトな内部循環系を働かせている。しかし、外部からの利用可能な窒素の供給が急に増加したからといって、大きくこの仕組みを変えることはなく、必要でない過剰な窒素を、水系を通じて排出しているように見える。

### これからの窒素循環の見方

また、この過剰に負荷された窒素が生態系内の植物や微生物に利用されないで、そのまま系外に流出しているかということ、そうではないことも最近、窒素化合物の同位体比をトレーサーとして見る方法で明らかになってきた。森林生態系の内部、特に土壤内で、主に微生物による降下物中の窒素の利用が活発に生じているのだ。

こうした研究では、森林生態系における養分循環を正常系として考えるトラディショナルな研究から、人為的な攪乱に対するシステムレスポンスを考えるよりダイナミックな見方への方法論の転換が必要とされる。同時に、このダイナミクスの時間スケールも注意深く考える必要があり、短期間で起こる変化を捉える調査と、長期間の変化をとらえるモニタリングを併せて行っていくことが重要となると考えられる。

(専門：森林水文学)



融雪現象の調査(1993年6月、シェラネバダ山脈エメラルドレイクにて)

## 森林学の魅力—学際性と応用性—

溝上 展也

(みぞうえ のぶや、九州大学大学院農学研究院)

20年以上前のことになるが、“林学科”で学んでいたころのフィールド実習をよく覚えている。多種多様なメニューのなかで、植付けや間伐、樹種同定などの内容はある程度予想していたが、林道や砂防ダムの設計、そして、林家にお邪魔して聞き取り調査をすることまでは想像していなかった。宮崎県椎葉の奥山の、そして北海道足寄の大空のフィールドを経験することで、森林や地域の多様性を自然と意識するようになった。加えて、演習林の教職員や地元作業員の方々とも密に交流することができ、キャンパス内では得ることのできない社会性も感じることができた。林学の多くの専門分野にわたる(マルチディシプリナリな)知識や技術を効果的に体得できるメニューであった。しかしながら、異なる分野間の関連性やそれらの総合化、すなわち、学際的(インターディシプリナリな)側面を学生時代に意識した記憶は少ない。

“森林科学講座”の教員になったころ、某林業会社のフォレスターから、「小面積伐採を導入したいが伐採面積をどの程度にすればよいか」と尋ねられた。即答することができず、それまでの自分自身の研究と森林管理の現場とのギャップを痛感した。以前はあまり関心をもたなかった生産性・経済性の視点や、これらと植栽木の成長や生物多様性をも考慮にいれた総合的な視点の必要性を強く感じた。最近、林野庁の准フォレスター研修に参加する機会を得た。路網と作業システム、育林・伐採計画、ゾーニングなど、実に幅広いメニューが組まれており、唯一無二の現場での具体的な意思決定が求められる。自然科学から社会科学の要素までを統合する学際的思考が求められるフォレスターにとって、今の森林学がどれほど貢献しているのかが気になってきた。学際的な研究教育の必要性はいろいろとところでいわれているが、森林学においては他学科や他学部の門戸を叩くまでもなく、まずは隣の研究室との協働を開始することで、マルチディシプリナリからインターディシプリナリへと無理なく向かうことができると思う。

最近、東南アジアからの留学生と行動をともにする

機会が増えてきた。人々の暮らしと森林とのつながりがより密接な世界にふれることができ、“社会—生態システム”としての森林の持続性に興味を持つようになった。アジア

の森林問題や農村開発に関心のある大学院生のS君は面白い論文を見つけるといつもメールに添付して教えてくれる。Nature、ScienceやPNASといった一流といわれる学術誌からの記事も多い。その中で“社会—生態システム”に関する一連の論文がノーベル経済学賞受賞者(オストロム教授)らによるものであることを後になって知って驚いた。国内外の森林・林業の現場、あるいは、国際的議論が活発化している地球温暖化防止や生物多様性保全の現場だけでなく、アカデミズムの一流の現場においても持続可能な森林管理が注目されているようである。

“サステナビリティ学”が国内外を問わず台頭してきている。「国際社会が抱える喫緊の課題を解決し、地球社会を持続可能なものへと導く地球持続のためのビジョンを構築するために、その基礎となる新しい超学的な学術」と定義されている。東日本大震災以降、益々サステナビリティの視点が重要視されてくるだろう。林学は、100年以上も前から“保続”の原則を掲げてきたが、その伝統に胡坐をかいていても発展は望めないだろう。新しい衣装を身にまとい、国内外の様々な舞台にもっと積極的に出ていく必要がある。“社会—生態システム”としての森林・林業の持続性を学際的に探究する森林学の活躍の舞台は限りなく広いと思っている。

(専門：森林計画学)



带状択伐林での集材工程調査(2007年10月、宮崎県青井岳国有林にて)

# 白髪山林木遺伝資源保存林

鳥居 厚志・奥田 史郎

(とりい あつし・おくだ しろう、森林総合研究所関西支所)

高知県には「白髪山（しらがやま）」という山が2つある。一つは高知市から北東方向の香美市（旧物部村）にある山で、徳島県境の脊梁山脈から派生した尾根上のコブで標高1770m、もう一つは高知市からほぼ真北の本山町の山で、やや孤立峰的な姿で標高1470mである。どちらも登山対象として人気は高いが、前者はおもに落葉広葉樹に覆われているのに対し後者ではヒノキなどの針葉樹林が広がっており、その林相は大きく異なっている。本稿では後者の白髪山を紹介する。

白髪山の南側斜面一帯にはヒノキを主とする針葉樹天然林が広がっている。標高1,100m以上の急斜面には立ち枯れ状態の幹が多数林立していることから「白骨林」と呼ばれることが多い（図-1）。また標高1,000～1,100mの緩傾斜地（図-2）には巨木が多く分布しており、根上り状態の奇妙な樹形の大木が見られる（図-3）。付近一帯は四国森林管理局嶺北森林管理署が管轄する白髪山国有林であるが、この緩傾斜地から山頂にかけての約209haのエリアが1914年に学術参考保護林に指定され、その後林木遺伝資源保存林に指定された。四国では数少ない、まとまった面積のヒノキ天然林

である。

保存林分のうち、巨木の多い緩傾斜地で行なった林分調査の結果では、高木層はヒノキが優占し（本数で75%程度）、ツガが混交している。高木層の樹高は

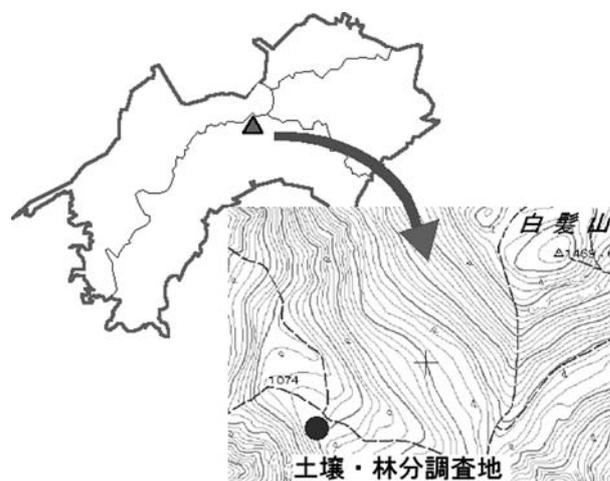


図-2 白髪山の位置図



図-1 白髪山の白骨林（酒井 武氏提供）



図-3 白髪山のヒノキの巨木

25 m に達し、太いものでは胸高直径は 80 cm を超えている。とはいえ、300 年以上と推定されている樹齢からみると必ずしも大きなサイズとは思えない。おそらく極めてゆっくりと成長してきたのだらうと想像できる。亜高木層はツガやヤマグルマが多くモミヤコナラも見られる。低木層はホンシャクナゲやシロモジなどの優占度が高い。地表には露岩や転石も多いが、土壌層の発達の良い場所にはスズタケが見られる。

ところで、この付近の山の同じ標高域では多くの場合落葉広葉樹林がみられ、このような針葉樹林が成立しているのは白髪山だけである。その成立には、どうやら地質や土壌が関係しているらしい。高知県の地質は、単純に言ってしまうと中生界の地質帯が東西方向に走っており、北から三波川帯、秩父帯、四万十帯である。白髪山付近は三波川帯に属し、いわゆる結晶片岸地帯である。ところが白髪山には蛇紋岩が分布している。一般に蛇紋岩地域の土壌はマグネシウムの含有率が高いなどの性質から特異な植生がみられる。生育障害を起こす樹種もあり、痩せ地や乾燥に強い針葉樹林が成立しやすいとされている。白髪山のヒノキ林もその一例と言えよう。白骨林の急斜面では、とくに蛇紋岩の影響が強いらしく、樹高が低く抑えられているように見える。

もう一つこの山の地面の下の特徴として火山灰層の存在を挙げることができる。緩傾斜地（図-2）で土壌調査を行ったところ、地表付近の黒褐色の腐植土層の間に挟まって灰色の層が見られた（図-4）。調べてみると、

どうやらこれは鬼界アカホヤ火山灰と呼ばれるものらしい。鹿児島県薩摩半島の南方、種子島の西方の海底には直径 20 km 前後の巨大なカルデラが存在する。硫黄島や竹島はその外輪山の一部とみなすことができる。このカルデラはおよそ 7,300 年前に巨大噴火を起こし西日本はもちろん東北地方にまで火山灰を降らせたと言われている。四国全域にも 10 ~ 20 cm の厚さで地表に火山灰が堆積したと推定されているが、そのほとんどは侵食され水底や凹地を除けばほとんど残っていない。四国の通常の山地斜面の土層中で観察できることは稀である。白髪山の土層中に残る灰色の層は、その火山灰の一部らしい。平坦な地形面で、かつ人為的な地表の攪乱などとも縁がなく原生状態が保たれてきたからこそ、遠く九州南海上の火山活動の痕跡を残していると考えられる。このヒノキ林がいつ頃成立したのか明らかではないが、あまり恵まれてはいない土壌条件の下で、倒木や折れた枯死株の上で更新した結果、根上がり状態の景観を呈するに至ったのだらう。奇妙な樹形の巨木に囲まれて、7,300 年前の火山活動に思いをはせてみるのも一興である。

## 参 考 文 献

山田 毅・吉永秀一郎ほか（2004）酸性雨等の森林生態系への影響モニタリング ―四国地域における高齢林分のモニタリング調査―，森林総合研究所研究報告 393, 409-437.

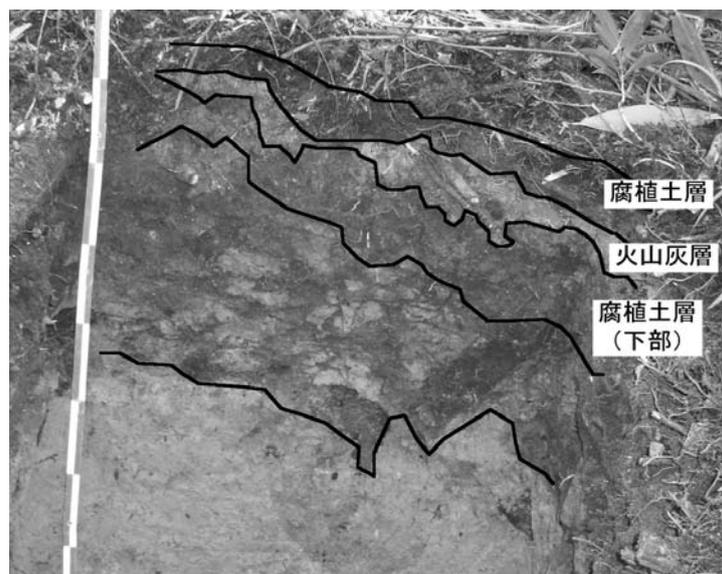


図-4 土壌断面中に見られる火山灰層

# 栗駒山

池田 重人・若松 伸彦

(いけだ しげと、森林総合研究所・わかまつ のぶひこ、東京農業大学)

栗駒山は岩手・秋田・宮城の三県が境を接するところにあり、東方地方の中央を南北に連なる奥羽山脈の、ちょうど中ほどに位置している。周辺にはブナを主体とする広大な森林が広がっており、一帯は「栗駒山栃ヶ山周辺森林生態系保護地域」に指定されている。これらの森林の多くは落葉広葉樹林であるが、山頂尾根の一部に亜高山帯針葉樹が分布している。ここでは、この亜高山帯のオオシラビソと山地帯上部のブナに焦点をあて、その成り立ちを考えながら、栗駒山の標高 1000 m よりも上に生育する森について紹介したい。

## 栗駒山のオオシラビソと亜高山帯域の植生

東北地方のほぼ中央に位置する栗駒山周辺では、山地帯と亜高山帯の境界は標高約 1100 ~ 1200 m 付近にある。しかし、この山域では、栗駒山西方の稜岳（まぐさだけ、写真-1）に亜高山帯樹種のオオシラビソがごく小面積で生育しているだけである（図-1、写真-2）。東北地方でみられるもうひとつの亜高山帯樹種であるコマツガは分布していない。栗駒山の近辺にオオシラビソが分布する山はなく、最も近い分布地は早池峰山、蔵王

山、月山などで、いずれも 100 km 前後の距離を隔てている。このように周囲から隔離された小面積の林分が、どのような過程を経てここにあるのか、非常に興味深い。

オオシラビソ分布地以外の亜高山帯の領域は、落葉低木群落やチシマザサ群落などで占められており、ところどころに風衝草原や雪田草原が広がっている。尾根筋などの一部にキタゴヨウが生育しているものの、そのほか

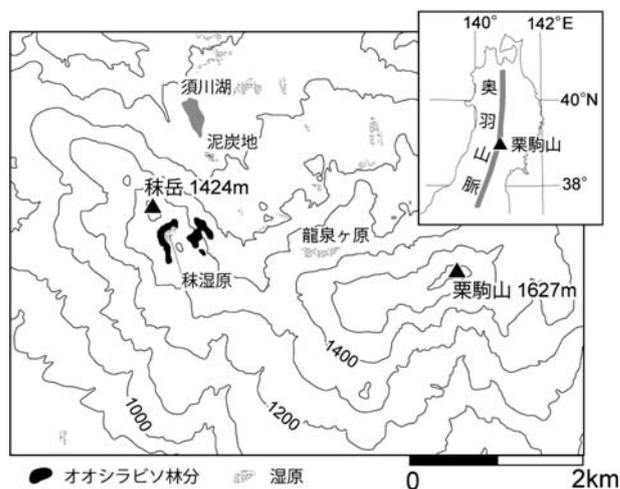


図-1 栗駒山周辺の概略図とオオシラビソ林分の位置



写真-1 須川湖からみた稜岳

湖の周辺や山の中腹の標高 1200 m 付近まではブナが優占する森林である。それより上部では高木がほとんど見られない。「泥炭地」は、湖対岸の山麓にある。



写真-2 稜岳からオオシラビソ林分を見下ろす

中央がオオシラビソ林分で、その向こうに稜湿原が広がっている。周囲には落葉低木群落、チシマザサ群落、雪田草原などがみられる。

に高木はほとんどみられない。また、栗駒火山は今も活動が続いており、周辺には火山荒原となっているところも多い。このように、亜高山帯域の植生が複雑なモザイクとなっているのに対して、山地帯ではブナが広く優勢となっている。

### 秣岳オオシラビソ小林分の変遷

秣岳のオオシラビソ小林分の変遷過程を花粉分析によって調べてみた。花粉分析とは、年代順に堆積した泥炭などに含まれている花粉の種類と割合を調べることにより、過去からの植生の変化を復元する手法である。秣岳にはオオシラビソ林分に隣接して秣湿原（仮称）があり（図-1、写真-2）、この湿原で泥炭を採取して花粉分析をおこなった。

泥炭中に挟まれている火山灰の年代を基準にして考えると、モミ属（オオシラビソに相当）の花粉は約6000年前以降わずかながら継続してみとめられ、その後、約1000年前以降にやや増加したことがわかった。前述のように、栗駒山の周辺にはオオシラビソは分布していないため、これらの花粉が周辺から飛んできたものとは考えにくく、秣岳のオオシラビソは少なくとも数千年前からこの地に生育していたものと推定している。

### 「泥炭地」で見つかった4000年前のブナの葉

須川湖南方の秣岳山麓に、「泥炭地」という直截的な名前が付けられた湿地がある（図-1）。山地帯上部の標高約1080m付近に位置し、湿地の周辺はブナが優勢している。その名のとおり厚く泥炭が堆積しているが、この泥炭は通常みられるミスゴケやヨシなどではなく、「ウカミカマゴケ」という蘚類の遺体が堆積してできたものである（写真-3）。ウカミカマゴケは強酸性の水域にも生育し、その泥炭は非常に堅い繊維状を呈するのが特徴となっている。

「泥炭地」のウカミカマゴケ泥炭を調べてみると、中から植物の葉などの遺体が大量に見つかった（写真-4）。とりわけブナの葉が多数を占めており、深さ350cm付近のブナの葉について放射性炭素年代を測定したところ、約4000年前という値が得られた。また、ここでも秣岳と同様に花粉分析を行った結果、下層から連続してブナ属の花粉が圧倒的な割合で検出された。これらのことから、「泥炭地」付近では、4000年前から現在までブナが優勢であったことが推察された。



写真-3 「泥炭地」の泥炭採掘跡地にある高さ3m以上の露頭  
ほぼ全層がウカミカマゴケの泥炭から成る。



写真-4 「泥炭地」の泥炭中から見つかった約4000年前のブナの葉

このように栗駒山上部の森は、山地帯と亜高山帯の境界付近にあること、亜高山帯樹種が特殊な分布を示すこと、火山地帯にあって泥炭湿原が広く分布すること、などの特徴を有することから、森林の変遷を調べる好適な材料を提供している。

### 文 献

栗野 馨・栗田 章（1964）秣岳におけるアオモリトドマツの分布について。第74回日本林学会大会講演集：176-180。

若松伸彦・菊池多賀夫（2006）奥羽山脈栗駒山に断片的にみられるオオシラビソ林の立地環境について。森林立地48: 33-41。

# 視覚障害者と協働して展開する森林 ESD モデルの開発

小林 修 (こばやし おさむ、愛媛大学農学部森林教育)

## はじめに

森林は木材の供給、生態系および生活環境の保全、保健休養機能の提供など多様な役割を担っている資源であり、一方で森林に関わる問題が深刻化する中、今後の持続可能な社会づくりのために必要不可欠な存在であると言えます。こうした中で、学習者が森林や森林資源について体験を通じてそのものもつ魅力や心地よさについて体感し、学習を通じて理解すること、そして最終的には森林とともに生活する意識を向上しながら個人のライフスタイルの変革につながる学習機会を提供することが以前にも増して重要になってきています。この学習機会を、筆者は持続可能な社会づくりにつながる森林教育、すなわち森林 ESD (Education for Sustainable Development) と称して、実践的に研究しています。森林 ESD は、持続可能な社会をつくるという観点から、社会を構成するすべての人に平等に提供されるべきものだと考えています。しかし、これまで実践されてきた学習機会の多くは、健常者を対象としたものがほとんどであり、障害者などに向けた機会の提供は決して多いとは言えません。この要因として、学習の場となる森林のユニバーサルな整備の遅れというハード面の問題と、企画内容や企画提供者の不足などのソフト面の問題があります。ハード面の整備については、林野庁が森林総合利用施設におけるユニバーサルデザインについて提唱しています (林野庁森林総合利用対策室 1999、太田ら 2001)。しかし、ユニバーサルデザインを導入した森林関連施設の整備はとても限られています。ソフト面については、日本自然保護協会により障害者との自然観察を進めていく上で指導者に必要な基礎知識や具体的な方法が提示され、活動の推進を促しています (日本自然保護協会 1998)。しかし、筆者がこれまで国内外の環境教

育実践者を対象に行ってきた聞き取り調査では、障害者を対象として展開している実践者は極めて少ないのが実状です。

筆者は 2001 年から、障害の中でも視覚障害に着目し、視覚障害者が参加することのできる森林 ESD プログラムの開発を行ってきました。視覚障害者については、これまで障害者自身とその家族さらに盲学校の教員などへの聞き取り調査から、視覚障害者が森林へ出向いて活動する機会が他の障害者に比べてとりわけ少ないことが分かっています (小林ら 2003)。特に、視覚障害者は幼少時代から初等中等教育の段階で、森林と触れる機会に乏しいことが分かっています。盲学校における理科教育では、光学顕微鏡 (細胞) の世界と生物集団 (森林・湖沼・自然の景観など) は、主として視覚で把握する世界であり、手で触れられる対象ではないため、把握することが難しいとされています (文部省 1986)。このため、盲学校などでは従来、森林を授業で取りあげるのは困難であるとして敬遠されてきた傾向があります。筆者が以前、盲学校で高校生を対象に実施した森林 ESD の際、校庭の庭園樹を使って樹木の全体像を触って観察 (触察) しました。そのとき、学生の一人が、それまで言葉でしか知らなかった葉や枝そして幹について、高校生になってはじめて認識することができたとの感想を聞き、たいへん驚いたことを記憶しています。

筆者の研究は、今後の森林と共にある持続可能な社会づくりのためには、社会を構成するすべての人が森林に関わる社会づくりに参画する必要があるとの立場に立ち、視覚障害者とともに持続可能な社会づくりを達成するための森林 ESD モデルを開発することを目指しています (小林ら 2003・2005、小林 2006)。さらに、本研究では、視覚障害者から森林 ESD の指導者を育成し、

視覚障害者を指導者として起用する森林 ESD のあり方を提示し、国内外に広く普及することを目指しています(青波 2008)。本報告では、筆者が視覚障害者と関わることになった経緯や、これまで開発してきた森林 ESD についてご紹介します。

## 視覚障害者との出会い

全国には、同じ障害を持つ障害者が集い、情報を交換しながら生活の向上につながる様々な活動を展開する障害者団体があります。視覚障害者についても、主として都道府県単位で設立されている公益法人としての視覚障害者協会があります。視覚障害者団体にはさらに、活動目的をしぼり特徴をもたせて活動する団体もあります。筆者が 2001 年から活動を共にしている全国視覚障害児(者)親の会(以後、親の会)もそのような団体のひとつです。親の会は、「障害を持つ子どもたちも、社会の中で一人の人間として重んじられた生涯を送ってほしい」という願いから、視覚障害者すべての課題を視野に入れた活動、特に代弁者を必要としている子供の卒業後の進路保障と教育・福祉施策拡充を中心に活動している団体です。親の会との出会いは、私自身多くの健常者の方々と同様に、障害者と直接関わる機会が限られていたときに、いくつかの偶然が重なって親の会が企画した森の中でのキャンプの講師を依頼されたことに始まります。依頼を受けて、五感を活用した森林体験アクティビティをいくつか携え、半日視覚障害者とその家族の方々との森の中で時間を過ごしました。アクティビティを進めるなかで、樹木の葉を手にした視覚障害者の方々の触覚の繊細さに驚きを覚えました。視覚障害者の方々が触察を通して次々と発見する事柄が、視覚のある者(晴眼者)にとって、とても新鮮だったのです(図-1)。こ



図-1 視覚障害者が触察を通じて樹木の観察をしている様子

のとき直感で、視覚障害者と森林 ESD を展開することで、晴眼者に森林を見る新たな視点を提供することができるのではないかと思います。

以後、関心のある学生とともに、これまで主として晴眼者を対象として実施してきた森林 ESD アクティビティを見直しながら、新たな森林 ESD 教材と学習プログラムの開発を行ってきました。その多くは、視覚障害者のみならず晴眼者も楽しみながら、学習することのできる形になっています。これまでに実施してきた企画は、20 以上にのぼります。

## 視覚障害者とともに展開する森林 ESD

筆者は、参加者の経験に対応して、in(森の中で)、about(森について)、for(森のために)という3つのステージに分けて森林 ESD を企画しています(全国林業改良普及協会 1998、全国森林組合連合会 2004)。森林体験機会の少ない視覚障害者を対象とするときには、はじめに森の中で(in)過ごしながらか、森林を体感する時間を十分に設けることが大切です。参加者が森の雰囲気慣れてから、森の様々なことに気づくアクティビティを通じて森についての知識を学ぶこと(about)や、林業体験(for)に移行します。筆者が実施する森林 ESD では、晴眼者も目隠しをして参加してもらいます。この3つのステージは、目隠しをして参加する晴眼者の森に対する恐怖心を和らげ、視覚障害者とともに効果的な企画の実施につながります。

筆者がこれまで実施してきた森林 ESD プログラムでは、参加者として、視覚障害者のみならずその保護者やガイドをはじめとする晴眼者にも必ず加わってもらうことを心がけています(図-2)。これまでの実践例から、視覚障害者と晴眼者とが森林の中で同じ時間と空間を共



図-2 森林 ESD イベントに参加する視覚障害者と晴眼者



図-3 案内ロープを使用して、林内を散策する参加者

有することにより、両者の理解（多くの場合、晴眼者による視覚障害者の理解）が促されることが分かっています。視覚障害者と晴眼者が、森林の様々なことならについて、感じたことや気づいたことについて意見を交換することによって、双方が新たなことを発見交換することも良く見受けられます。森林 ESD では、企画者が作成するプログラムの内容に加えて、参加者どうしの交流が企画内容に貴重なエッセンスを加えることも多くあります。

### In the forest ~ 森林を体感する活動

森の中で、森林を体感する活動を主眼においた企画としては、「森を感じよう！森とたわむれるお散歩ツアー」を実施してきました。ツアーでは、愛媛大演習林内の広葉樹天然生林と針葉樹人工林内の散策と広葉樹（ネムノキ）と針葉樹（スギ）の伐倒と触察とを組み合わせ、1) 樹木の立地状況（林地の2次元把握）、2) 樹木の高さ方向の形状（林地の3次元把握）、3) 構成樹種、4) 林床の歩行感覚の違いを体験することを目的としました（図-3）。参加者からは、生まれて初めて体験した伐倒作業への強い興味や関心、自然の状態に近い森林の中でも自らの力で楽しく安全に活動することができたことへの達成感を引き出すことができました。このことには、視覚障害者が主として盲学校の敷地内に設置されている寮と学校で生活の多くの時間を過ごし、積極的に公園や森林に出かける機会が少ないという事情も影響していると考えられます。晴眼者でもなかなか体験することのできない樹木の伐倒は、主として学校を中心として生活を送る視覚障害者にとっては、危機管理などの面から体験機会がより遠ざけられる傾向にあります。

### About the forest ~ 森林について学ぶ活動

これまで森林の中で実施してきた「触って、嗅いで、味わって、みんなでなろう！樹木ソムリエ」と、教室の

出題樹種	五感との対応	出題の有無	正答率(%)
スギ	触覚>嗅覚	出題	100
ヒノキ	触覚>嗅覚	出題	92
スノキ	味覚	出題	92
サンショウ	嗅覚>触覚	出題	96
モミ	触覚(痛い)	出題	83
ヤブニッケイ	嗅覚>触覚	出題	79
ヤマザクラ	触覚	出題	88
ヤマグワ	触覚	出題	75
カヤ	触覚(痛い)	出題	79
ヤブツバキ	触覚	出題	92
イヌザンショウ	嗅覚>触覚		
ウツギ	触覚		
ネムノキ	触覚		
センベルセコイヤ	触覚		
シロモジ	嗅覚・触覚		
クロモジ	嗅覚・味覚・触覚		
アカメガシワ	触覚		
ソヨゴ	触覚		
コナラ	触覚		
イヌガヤ	触覚(痛くない)		

図-4 企画「樹木ソムリエ」で観察した樹木の一覧と出題樹木の正答率



図-5 触察年輪教材

中で実施してきた「触察年輪教材の観察」は、ともに森林についての理解を深める森林 ESD 活動です。企画「樹木ソムリエ」では、午前中に触覚、嗅覚、味覚の特徴に着目して約 20 種の樹木の枝葉の観察を行い、午後に試験を行います。試験問題は 10 問とし、正解数により樹木ソムリエ、準樹木ソムリエ、ソムリエッグの認定証を授与します。ほぼ全員が正答率 70 % 以上の高い得点を取っています（図-4）。触察年輪教材は、細胞構造の把握や森林動態さらには気候変動などについて体系的に学習することを目的として開発しました（図-5）。教材は、

# 視覚障害者と協働して展開する森林 ESD モデルの開発

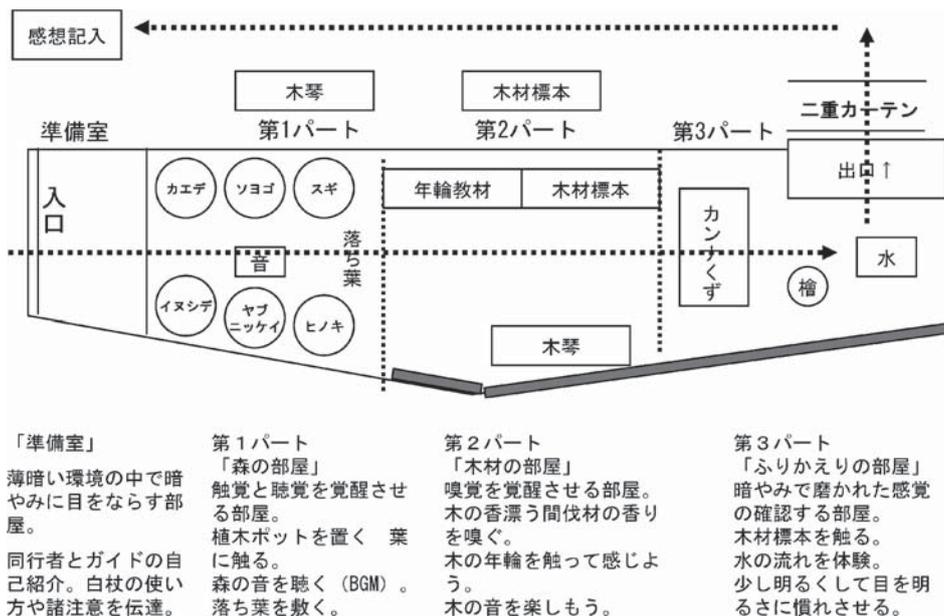


図-6 回廊型暗室「森の小道」のコンセプト図

針葉樹材（スギ・ヒノキ）、環孔材（クリ）、散孔材（ウリハダカエデ）の円板木口面にサンドプラスター処理を施し、年輪の凹凸を際立たせることにより作成しました。授業は、A) 樹木の外観を知る、B) 樹木内部のしくみと成長のしくみを知る、C) 樹木年輪から地球環境問題に関して知る、D) まとめという4つのステップで構成しました（小林ら 2003）。生徒は、的確に処理された触察年輪教材の観察を通して、年輪構造の特徴はもろんのこと、年輪数についてもほとんど誤差なく言い当てます。現在は、年輪幅の広狭を音に変換する手法を開発し、聴覚をとおして年輪幅の経年的な変動を知覚することのできる「聴覚年輪教材」の開発を試みています。

## For the forest ～森林のために

これまでに展開してきた森林 ESD においては、時に視覚障害者が持ち合わせている繊細な知覚能力に驚かされ、そのことが晴眼者に新たな観察の視点を提供することにつながることをしばしば見てきました。この経験から、視覚障害者が森林 ESD の指導者として森林のために活躍することのできる企画づくりをはじめました。その第1回目企画は、2007年に地元放送局の協力を得て、「ネイチャーセンスを磨こう！森の小道」として実践しました。当日は、屋内に設営した長さ9メートルの回廊型の暗室をつくり、森林に関する3つのテーマごとに区画をつくりました（図-6）。案内役として視覚障害者15名を迎え、約15分かけて晴眼者を暗室の中

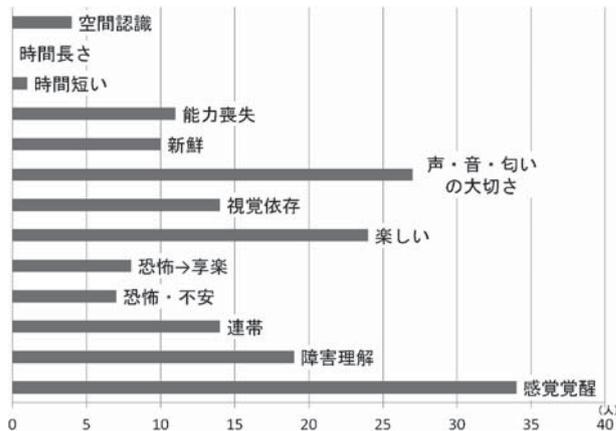


図-7 森の小道に参加した晴眼者のアンケート結果からみる企画の効果

に誘いました。森の小道を体験した晴眼者のアンケートからは、普段あまり意識して使うことのない視覚以外の感覚の覚醒感、視覚以外の感覚の大切さ、そして楽しさなどについて気づきがあったことが伺えます（図-7）。今後は、この活動を野外にも広げるための方策について検討していきます。将来的には、この取り組みを視覚障害者がガイド料を徴集して収入を得ることのできる仕事として発展させ、視覚障害者の特徴を存分に発揮できる新たな雇用の創出へと寄与していくことを考えています。

## おわりに

これまでの研究を通して分かったことがあります。それは、視覚障害者対象の企画や教材は、障害者はもちろんのこと、実は晴眼者にも非常に効果的であるということです。そして、なによりも、視覚障害者からの視点を通して、まったく新しい森の見方があることを知ることもになりました。森林とともにある持続可能な社会を構築する際には、視覚障害者からの視点が持続性を保つ上でとても大切であると考えています。現在、農業分野における障害者の就労を積極的に事業化する動きが、全国各地で始まっています（農福連携研究チーム 2011）。今後は、林業においても視覚障害者をはじめとする障害者が活躍することのできる場を増やすためのモデルを積極的に提案していきます。本文をお読みになって、この活動に共感いただける方は、ぜひともご一報下さい。

## 引用・参考文献

- 青波（2008）視覚障害者が指導者となるための森林教育プログラム。愛媛大学農学部森林教育研究室卒業論文。64pp.
- 太田猛彦、森林総合利用施設におけるユニバーサルデザイン手法のガイドライン作成委員会、林野庁（2001）森のユニバーサルデザインー自然を生かす 人を生かすー。245pp. 日本林業調査会、東京。
- 小林 修、馬越和可奈、鶴見武道（2003）視覚障害者向け樹木年輪学習教材の開発と利用。日本視覚障害理科教育研究会会報 22：3-7.
- 小林 修、大西祥子、馬越和可奈（2005）視覚障害者向け森林体験学習の事例ー誰もがたのしみながら参加できる森林体験学習機会の提供をめざしてー。日本視覚障害理科教育研究会会報 24：7-14.
- 小林 修（2006）視覚障害者とともに学ぶ森林環境教育。森林技術（2006年8月号）、773：8-12.
- 全国林業改良普及協会（1998）インストラクターのための森林・林業教育実践ガイド。198 pp. 全国林業改良普及協会、東京。
- 全国森林組合連合会（2004）森林環境教育をはじめようー森林環境教育事例集 事始め編一。63pp. 全国森林組合連合会、東京。
- 日本自然保護協会（1998）ネイチャー・フィーリングーからだの不自由な人たちとの自然観察。352pp. 平凡社、東京。
- 農福連携研究チーム（2011）農業分野における障害者就労と農村活性化に関する研究ー福祉施設の取組に着目してー。農林水産政策研究所レビュー 39：8-9.
- 文部省（1986）観察と実験の指導。147 pp. 慶応通信、東京。
- 林野庁森林総合利用対策室（1999）森林総合利用施設におけるユニバーサルデザイン手法のガイドラインー森林総合利用施設におけるユニバーサルデザイン手法検討会報告書一。68pp. 林野庁、東京。

## 土壌のイオウ含有率をはかる

谷川 東子 (たにかわ とうこ, 森林総合研究所関西支所)

### はじめに

イオウは生物の必須元素です。森林生態系では、イオウは主に大気からもたらされ、生物によって吸収・利用されたり土壌の化学的な反応によって取り込まれたりして、生態系内に保持されます。イオウが土壌を通過して水域に流出する際、電荷の関係で土壌養分などを伴って移動するため、イオウを蓄積する力がある土壌には養分枯渇を防ぐ機能が備わっているとされます。しかし土壌によって、イオウの蓄積能力には違いがあります。そこで土壌のイオウ蓄積能力を知るためには、どういった種類の土壌が、どのような形のイオウをどれだけ多く含んでいるか、という情報を多く集めることが必要です。今回は、アメリカ土壤学会編集「Methods of Soil Analysis」に記載され、世界で最も広く普及している Tabatabai による形態別イオウの含有率のはかり方をご紹介します。

### 全イオウ含有率のはかり方

全てのイオウ化合物を含む「全イオウ含有率」は、土壌に混酸を入れ、熱で溶かした後の溶液をフィルターで濾して適宜希釈し、溶液中のイオウ濃度を測定します。濃度の測定は、Tabatabai によれば Johnson & Nishita の蒸留装置 (写真) で測ることとされていますが、多くの研究者が ICP-AES で測定して求めています。この全イオウは有機態イオウと無機態イオウに分画されます。

### 有機態イオウ化合物のはかり方

有機態イオウは、エステル硫酸態 S と炭素 (C) 結合態 S 化合物 (C-bonded S) の 2 画分に分けられます。前者は Johnson & Nishita の蒸留装置に土を直接入れてヨウ化水素酸 (HI) を主体とする混酸を加えて蒸留し、得られた溶液中のイオウ濃度を比色法で測定して求めます。この蒸留法ではエステル硫酸態 S と無機態の硫酸イオンが計上されるた

め、硫酸イオンを別途測り、その数値を蒸留法で得られた値から差し引き、エステル硫酸態 S 含有率とします。エステル硫酸態 S は、その測定方法から

Hydroiodic acid-reducible S (HI-reducible S と略す) と呼ばれます。化合物としては、酸素 (O)、窒素 (N)、S など C 以外の元素を介して C と結合している S 化合物 (C-O-S, C-N-S, C-S-S\* ; \* 2 つ目の S が該当) に相当します。

C-bonded S は、Johnson & Nishita の蒸留装置を用いたエステル硫酸態 S 測定法に、ラニーニッケルを加えた方法で直接測定することもできますが、多くの研究者が全 S から他の S 成分を差し引いて求めています。化合物としては C と直接結合している S 化合物を指し、アミノ酸、脂質、スルホン酸などがこの画分に含まれます。

### 無機態イオウ (硫酸イオン) のはかり方

土壌中の硫酸イオンの測定法は、リン酸カルシウム溶液、塩化カルシウム溶液、水などを使って硫酸イオンを抽出しま

す。溶液の抽出能力によって、硫酸イオンの保持されている形態は吸着態、吸蔵態、沈殿態などに区分されます。その溶液中の硫酸イオン濃度は、イオンクロマトグラフィーを使って測られるのが主流です。分光光度計があれば、硫酸バリウム沈殿による懸濁法で測ることも、抽出液の種類によっては可能です。

### おわりに

土壌中のイオウ含有率測定法は、現在もまだ発展途中といえます。硫酸イオンの抽出法では、新しい抽出液が今もまだ提案され、これまで抽出しきれなかった硫酸イオンが抽出されるようになりました。その結果、従来の方法では硫酸イオン含量は過小評価であったことがわかってきました。有機態イオウの測定法には放射光分析など革新的な方法が取り込まれるようになり、従来の方法より解像度が高まることによってイオウ循環の詳細が解明されることが期待されます。

### 引用文献

Tabatabai MA (1996) Sulfur. In: Sparks DL (ed) Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods. SSSA book series 5, Madison, Wisconsin, 921-960.



写真 Johnson & Nishita の蒸留装置

## 日本政治と森林～国際森林年に際して～

佐々木 毅

(ささき たけし、(社)国土緑化推進機構理事長)

2011年6月12日(日曜日)、国際森林年(テーマ:人々のための森林)の国内サブテーマ「日本の森を活かそう!」をタイトルとする、森林総合研究所主催の公開講演会が、東京大学安田講堂で開催されました。この公開講演会では、森林総合研究所の研究者ほか各分野からの講演者による発表・パネルディスカッションに先立って、佐々木毅先生((社)国土緑化推進機構理事長、元東京大学総長)による記念講演「日本政治と森林～国際森林年に際して～」が行われました。政治学というご専門の立場から、明治以降の日本の森林と政治の関りの歴史について論じられた大変興味深いご講演であり、当日参加した聴衆の一人として私自身目が開かれる思いがしました。以下に掲載する論考は、当日のご講演をもとに、森林科学読者に向けて佐々木先生に執筆していただいたものです。読者の皆さんにも、日本の森林・林業の現在を新しい視点で見直すきっかけになればと期待します。

田中 浩(森林総合研究所)



### はじめに

本稿は、森林科学の読者の方々と森林や林業についての専門的な知見に乏しい人間との間の異業種交流と捉えていただきたい。明治以来の森林をめぐる政治的・経済的なドラマを社会科学、特に、政治学といった領域で育ててきた人間がどのような見方をするのか、本稿を通じて何か印象に残るものがあれば望外の喜びである。

### 1. 19世紀体制下の日本政治

政治の姿は一方で歴史とその環境によって大きく規定される。つまり、白紙の上に何かを書くような形では動かない。他方、それにもかかわらず、努力と工夫により事態を改善する余地も残されている。明治の日本は「ないないづくし」状態にあった。文明開化というスローガンにもかかわらず、万事外国から買ってくる以外に方法

がなかった。買うためには資金が必要であるが、それもまた潤沢に恵まれていたわけではない。「売るもの」がなければ買えないことになる。

福沢諭吉は名著『文明論之概略』において「今の世の中は、商売と戦争の世の中」とし、貿易について、「西洋諸国は物を製するの国にして、日本は物を産するの国」という規定を行なっている。つまり、前者は自力依存型、後者は天然自然依存型である。そして、一国の富は天然自然によって決まるのではなく、投入される人力の質量によって左右されると述べている。人力の質量は無限に展開可能であるのに対して、天然自然の与えてくれるものには自ずから大きな限界がある。後者は自らの人力を有効に活用することなく、さながら一定の手持ちの富を使い尽くす生活であり、蓄財の余地はない。かくして外国との貿易は「我国の損亡」ということになる。当時、

日本を訪れた西洋人が讚えたのが日本の美しい風景・景観（森林を含む）であったことはよく知られているが、そのことは日本の経済的な貧しさの裏返しと読むことができる。政府が依拠できる財源が圧倒的に地租であったこと、それと共に、手を加えられてきた森林は正に「産物の国」日本にふさわしい富の存在形態であった。大久保利通を初め、明治の有力政治家たちが森林の経営に大きな関心を寄せたのは、他に頼るべきものがなかった事情の反映とも考えられる。日本が「製物の国」になろうとする努力は非常な勢いで始まったが、その後の歴史が示すように、その成果を刈り取るにはなお多くの時間が必要であった。実際、「モノづくり大国ニッポン」というコンセプトは明治維新から百年以上経ってからようやく登場した。

もう一つの与件として考えなければならないのは当時の日本の置かれた国際的条件である。最も分りやすいのは、幕末に結ばれた西洋列強との間の不平等条約であった。これらの条約の中にはいわゆる治外法権と並んで関税問題が含まれていた。安政5年の日米修好通商条約によれば、木材を含む大部分の輸入品目が20%とされている。この当時、国内の物情は攘夷論が燃え盛り騒然としており、幕府は各所の開港延期と関税引き下げとを取引し続けた。その結果、慶応2年には輸入関税は更に従価5%に引き下げられたが、従量税となったため、税率は1%強~2%でしかなかった。日本は不平等条約の下、いわば自由貿易体制を強制されつつあった。明治政府は財源の確保と産業育成のため税権回復を旗印に掲げ諸外国と交渉を始めたが、そうした要求は列強によって無視された。その後、幾度にもわたる交渉が続けられたが、治外法権や外国人内地雑居などの問題とも絡み、世論の反発もあってなかなか見るべき成果をあげることができなかった。

第二次伊藤内閣（陸奥外相）において条約改正交渉はようやく一つの目的に到達し、従量税によって5%から40%までの8段階にわたって課税し、また、各国との間で協定税率を設けた（協定税率による輸入が輸入の過半数を占めた）。ただ、当時の輸入品の平均税率は8.4%となり、1割には達しなかった。また、輸出税は各国との協議を経て順次廃止された。日露戦争を挟んで協定税率を除く関税は引き上げられ、平均税率は10%を越えた。次いで明治政府は古い通商条約の失効を念頭に準備を進め、明治43年に関税自主権の回復にようやく漕ぎ

着けた。これに基づいて各国と新条約を締結したが、協定税率は双務主義に改められた。この改正により、平均税率は総輸入額では14%、有税品だけでは22%となり、それぞれ4%、6%引き上げられたが、諸外国と比較してかなり低率であったといわれる（米国の有税品平均税率は40%）。因みに木材は10%、特殊なものは15~20%、米・もみは23%、麦や大豆は20%であった。

こうしたことをくぐらせたのは、日本政治の置かれた厳しい状況を見極めるためである。19世紀中葉に実現した自由貿易体制はその世紀の後半には大きく変質し、ドイツやアメリカは高関税政策を採用して自国の産業をイギリスに対して保護した。ところがこうした趨勢とは逆に、明治国家はこの時期ほとんど関税自主権を奪われ、否応なしに自由貿易体制を強制された。これは多くの非西欧地域が植民地化され、あるいは、専ら西欧諸国の製品にとっての市場として位置づけられたことを意味する。殖産興業という旗印にもかかわらず、自国の産業育成を関税政策を駆使して推進するということさえ覚束なかった構造がここに見えてくる。そこには日本のような国が「製物の国」になるのを阻止し、「産物の国」に止めておくという列強の長期戦略が見えている。そして日本が慢性的に貿易の赤字に苦しんだことは容易に想像される。仮に「製物の国」になろうとする国があれば、列強は高い金利で金を貸し、その上前をはねることもできる。福沢は『文明論之概略』においてこの外債問題に早くも言及しているが、「製物の国」になることさえ容易でないとすれば、蓄財は不可能であり、金融面でも列強に対して従属的な関係に甘んじなければならなかった。正に国際的な権力構造が日本の政治を十重二十重に締め付けていたともいえる。国際金融システムの正会員の証とされたのが金本位制への参加であったが、その際の基金となったのが三国干渉による遼東半島還付に対する清国から報償金3000万両であった（因みに下関条約で清国から受け取った賠償金2億両は日本円にして3億6400万円であり、明治28年の歳入の4倍に相当する）。これによって日露戦争の際の外債募集が可能になったのであった。そしてポーツマス条約が賠償金なしに終わったことによって、外債と借金の借り換えが金融小国日本の姿になっていく。

明治時代の歳入を点検すると地租がその過半を占めたことはよく知られている。それに比べ森林収入は歳入の1%弱であったが、明治末年に至ると2%、大正になる

と3%といった具合に増加した。また、明治32年から大正10年まで23年間にわたって続いた国有林野特別経営事業は大きな成果を挙げたものとして評価され、国家財政に対しても少なからず貢献した。また、日本は明治から大正の前半にかけて木材の輸出国であり、中国向けの枕木・マッチの材料、インド向けの茶箱、欧州向けの家具材などがその主なものであった。輸入は唐木類や長大な米材などに限られ、出超が続いていた。

森林の広範な社会的機能に対する関心が高まる契機になったのは、明治40年、43年の関東地方などを襲った大規模な水害であった。ここに森林治水問題が浮上した。事実上、都市化が目覚ましい勢いで進行する中で、都市圏の生活インフラの脆弱性が浮彫りになり、収入増加を主たる関心とする森林経営のあり方が批判の対象となり、保安林制度などのあり方など森林の治水機能の重要性が議論的になった。勿論、水害問題の原因を辿っていくと、森林行政だけではなく、内務省の河川・砂防事業のあり方も問題にならざるを得ない。これは縦割行政に対する批判ともつながるが、世論の盛り上がりを受けて桂内閣は内閣の下に内務大臣を会長とする「臨時治水調査会」を明治43年10月に設置し、その結論を得て44年度予算が編成された。農商務省に割り当てられたのは治水事業予算の一割であったが、それと共に、政府の政策の対象はそれまでの国有林を念頭に置くものから、部落有林野や民有林を対象とするものへと拡大し始める。水害問題との対応において部落有林野の問題は最大の課題であったが、部落有林野は農山村経済にとって重要な意味と機能を持つ領域であり、農商務省内部において農務局との間で議論を巻き起こした。

日本の政治は藩閥政治から憲法制定を経て議会の開設、更には政党（民党）の登場というように、「立憲制」へとかなり早いスピードで動き出した。それは事実上の「民主化」のプロセスと見てよい。藩閥政治＝「有司専制」は内外環境が極めて厳しい段階に対応する政治体制であり、必要に応じて強権を以って民意を抑え込むことを辞さない政治体制であった。自由民権運動がそれに対抗する運動として民衆の自己主張を代弁し、世論の勢いが「有司専制」を徐々に突き崩していった。これを「民主化」の方向へと突き動かした決定的な要因として、日清、日露の二つの戦争があげられる。対外戦争への国民の大量動員には政治的な帰結が伴うというのは古今の政治の通則であり、戦争へは動員するが物は言わせないというこ

とには無理がある。ポーツマス条約に反対する日比谷公園などを中心に発生した大規模な焼き討ち事件は当時のリーダーたちに深刻な衝撃を与えた。明治末年の水害問題への対応にしても事実上の「民主化」の一つの現われのように見える。

## 2. 大正デモクラシーと利益政治

大正2年（1913年）の第一次護憲運動以降、「民主化」は政治の日常的なプロセスの中に入り込むようになった。これに続く内閣は首相が政党员ではないにしても閣僚の多くは政党のメンバーであり、政権が議会での特定政党の支持を得る体制が常態化した（因みに、明治憲法下では、予算が年度内に成立しない場合、次年度予算は前年度予算をそのまま執行することになっていた。大正4年、6年、9年など）。政党内閣としての実質を備えた原内閣が成立したのが大正7年9月であり、それに先立つ寺内内閣は米騒動という全国的暴動・抗議行動（検挙者数万、鎮圧のために出動した軍隊は10万）に対する責任をとって退陣した。「民主化」が生活問題、社会問題に新たな突破口を与えた事件であった。

政党政治の定着は利益政治の開花と結びついていた。「我田引水」ならぬ「我田引鉄」という言葉が用いられたように、諸利益はますます政治過程に参入してくる。参入するためには利益の組織化が必要で、各種林業・木材関係団体の組織化—全国山林联合会（大正13年）、日本木材業組合联合会（昭和2年）、全国薪炭組合联合会（昭和4年）、日本外材輸入協会联合会（大正15年）、大日本木炭協会（大正15年）—もこうした趨勢に沿うものと考えられる。そうした中で関税自主権の回復を背景に、経済状況に応じて関税問題にも焦点が当ることになった（大正8年、臨時財政経済調査会に關稅特別委員会を設置、同13年に關稅率改正委員会を設置）。また、森林行政についてみれば、森林火災国営保険制度の創設、林道その他林業奨励施設の設置、森林組合の拡大・充実など、それまでの国有林経営中心の体制からより広範な林業経営の保護へとリーチを広げていったことは明らかである。

また政党政治の定着と共に、政府が諸利益から超然とした立場に立ち、それを前提に諸施策を講ずる余地は少なくなっていた。明治時代にも山林局の人事への政治の側からの介入がなかったわけではないが、それはどちらかといえば個人的な介入であった。それに対して、政

権交代に応じて政党の介入が局長人事などに見られ、それに伴って政策の趨勢が影響される事態も生じた。戦後の官僚制と比べて、総じて局長などの任期が一般に長く、政策面でも実質的な意味を持っていたことは注目してよい。現在の政治主導をめぐる議論を考えると興味深いものがある。

第一次世界大戦は19世紀的世界の終わりを意味し、西洋列強の没落を尻目に形ばかりの参戦で「漁夫の利」を享受した日本の地位は「列強の末席」から、少し向上した。大戦中に貿易黒字がかつてなかったほど累積し、債務国から債権国になったことはその証であった。しかしその結果、過剰流動性が発生し、景気は過熱した。米価の暴騰と米騒動はそうした中で発生した。木材価格については住宅需要の増加という構造的な要因が加わった。大戦中は船腹不足のため移入・輸入がままならず、木材価格は戦終結後も価格は上昇を続けた。国民の最大の関心事である住宅問題に対する広範な不満と要望に応えるため、政府は自治体による公営住宅の建設促進、公営住宅建設に対する国有林の払い下げなどの施策をとった。このように原政友会内閣は住宅問題に起因する「民主化」の圧力に応答すべくさまざまな政策手段を動員した。そして、大正9年7月27日、政府は関稅定率法の改正による外材の輸入促進、それによる建築資材の需給ギャップの解消と価格の抑制を計った。これによって輸入材の大部分を占めていた米材に対する関稅は従価10%から無税となった。米材に加えて、日露戦争で領土に加えられた南サハリンや沿海州、更には北海道の北洋材がこの加熱した日本市場に殺到することになった。アメリカの太平洋岸の木材供給力が大戦中に飛躍的に伸長したこと、大戦終結によって船腹に余裕が出来、輸送運賃が大幅に下落したことなどがそれを更に加速した。

その結果、大正11年の木材輸入量は量・額共に前年の2.5倍に達し、特に北米材の輸入急増は目立った。外材輸入のピークは昭和3年であり、この段階で用材の国内自給率は50%程度に急落した。当然、木材価格は急落し、林業関係者は苦境に見舞われた。大正11年6月、大日本山林会・帝国森林会は木材関稅に関する建議を大蔵・農商務大臣に提出し、政府に対する働きかけを続けると共に、上記のような利益団体の組織化が行われた。大正15年の関稅改正は明治44年以来の体系的な関稅の見直しを行ったものであり、総じて全産業にわたって関稅の引き上げがなされ、農産物及び木材の関稅も引き

上げられたが、後者の稅率は大正9年以前の水準に程遠いものであった。その背景には、関東大震災によって新たな膨大な木材需要が生まれ、木材価格の上昇につながる施策に対する抵抗感があったこと、憲政会政權を背景に山林局長が引き上げに消極的であったことなどがあつたとされる。しかし、その際、木材の関稅については今後更に見直す旨の付帯決議が付けられたため、その後も論争は続いた。大日本山林会、帝国森林会、全国山林会聯合会、全国木材業聯合会、東京・名古屋の木材業組合などは関稅引き上げ運動を主導し、これに対して外材輸入業者、日本外材輸入協會聯合会、土木建築業者、京浜製材業者、日本自由通商聯盟などは関稅引き上げ反対を主張した。政府においても商工省は商工業保護の観点から引き上げに反対であり、大蔵省の旗幟も必ずしも鮮明ではなかった。昭和2年の政權交代により政友会政權が誕生し、それに伴って山林局長が交替し、路線変更が行われる可能性が高まったこと、関稅引き上げに対する主稅局の賛成を取り付けたことなど事態は新たな展開を遂げる。そして昭和4年の衆院関稅定率法改正特別委員会で関稅引き上げが可否同数・委員長裁決で可決され、本會議では民政党退席後に政友会の賛成多数で関稅引き上げが決定され、次いで貴族院で全会一致で可決された。この引き上げは国内材と競合する木材及びその製品に対し、従価15~30%の高率関稅をかけるものであつた。その結果、米材の輸入は三分の一程度に減少した。昭和6年には北洋材に関する関稅が引き上げられ、同8年には南洋材の関稅引き上げが実行に移された。

この時期、国内における二大政党制の定着が進む一方で、世界の大変動が進行していた。木材関稅引き上げが実現した昭和4年(1929年)にはニューヨーク株式市場の大暴落が始まり、19世紀以来の國際經濟秩序が重大な危機に遭遇し始めた。7月には田中政友会内閣が総辭職し、民政党的浜口内閣が成立した。この政權の最大の課題が金解禁政策であり、第一次世界大戦後金本位制から離脱していた日本がそれに復歸する政策がこの内閣の中心課題であつた。更に、この内閣はロンドン軍縮條約の締結を通して國際協調路線を確認しようとした。これ自身、明治以来の日本政治の基本路線の再確認に他ならなかったが、折悪しく金本位制に体现される「帰るべき國際秩序」が崩壊を始めたことは歴史の皮肉を越えた、日本政治の悲劇であつた。外に向かつて經濟を開くはずの政策が「台風に向かつて窓を開けた」と形容されるよ

うに、深刻な不況とデフレにつながった。昭和5年にアメリカは悪名高い高率関税法（ホーレー・スムート法）を成立させ、国際経済は貿易面でも開放体制へ決別を告げつつあった。昭和6年（1931年）は実に象徴的な年であり、イギリスが金本位制からの離脱を宣言して国際金融システムが崩壊に向かうと共に、満州事変が勃発した。浜口・若槻と続いた民政党政権は崩壊し、浜口・井上といった首相・蔵相経験者は相次いで暗殺された。そして代わって成立した犬養政友会内閣は半年もたずに5.15事件によって崩壊した。この年、英国は伝統的な自由貿易体制からの決別を宣言し、オタワ協定によって英連邦特惠関税制度の導入に踏み出し、いわゆるブロック経済体制へと踏み込んでいった。昭和7年の日本の関税引き上げはこうした流れの中で理解されよう。19世紀以来の国際政治経済体制は崩壊の危機に瀕したのであった。

### 3. 総力戦と統制経済

5.15事件によって政党内閣が終わり、挙国一致内閣（斎藤内閣）が誕生し、翌昭和8年がヒトラーの政権掌握で明けたように、世界は大きく全体主義に向けて舵を切った。アメリカではルーズベルトが大統領に就任し、経済的な危機と失業者の急増に対応すべく、ニューディール政策に踏み出した。日本は同年に国際連盟を脱退した。国際連盟や経済自由主義によって体现された古い自由主義体制はその支配的な地位を失い、それと共に日本政治も不安定化することになった。世界的に経済面でも統制や計画が市場重視に代わる主たる潮流になった。ドラッカーはこの現象を「経済人の没落」というキャッチフレーズで表現した。自由主義は最も評判のよくない古いイデオロギーに転落し、共産主義とファシズム双方から批判を受けた。19世紀が「自由主義の世紀」であったとすれば、20世紀前半は「自由主義の危機」を意味した。政治面言えば、複数政党制は自由主義の産物であり、それが一党独裁制、全体主義体制にとって代わられる傾向が顕著となった（因みに、総力戦も全体主義も20世紀が生み出した新しい政治概念である）。

「自由主義の危機」は日本の政党を直撃することになった。明治憲法は天皇大権を前提にしたさまざまな機関の割拠的体制であり、憲法上帝国議会の地位は他の組織と比べて並列的な地位を出なかった。軍部の統帥権独立はその代表的な例である。このように日本の議会制は元々

憲法上も不安定であり、基本的に運用に多くを依存してきた。対外的な危機感の高まりの中で政党は政治システム全体を統制する主役の座から滑り落ち、やがて全体主義全盛の時代の到来と共に大政翼賛会へと糾合されていった（昭和15年、第二次近衛内閣）。それに代わって台頭してきたのが、明治以来最もよく組織されてきた二つの組織、すなわち、軍部と官僚制であった。軍部は統帥権を武器に、官僚制は統制経済を武器にしたことは周知の事実である。

満州事変以来、内閣は軍に対する統制力を失い、逆にその圧力にさらされる結果となった。更に、その軍内部の派閥化が進み、絶えざる政治の迷走が始まった。迷走に終止符を打つことを期待されて発足したのが第一次近衛内閣であったが、この内閣は発足早々日華事変に遭遇し、中国戦線は拡大の一途を辿り、蒋介石政権を「対手とせず」という声明を行う一方で、国内では国家総動員法を成立させた（昭和13年）。実際、この内閣の果たした役割は突出していた。「国家総動員トハ、戦時（戦争ニ準ズベキ事変ノ場合モ含ム）ニ際シ国防目的達成ノ為、国ノ全カヲ最モ有効ニ發揮セシムル様、人的及物的資源ヲ統制運用スルコトヲ謂フ」ことから明らかなように、これは戦争準備に関心を持つ軍部と民間の諸活動への介入・規制による権限拡大を企図する官僚制との利害関心の一致を示すものであった。国家総動員法はそれ以後のさまざまな統制立法に根拠を与えるものとなった。そして、当事者の意識においては明治の自由主義と断絶するものとして、一連の統制は考えられている。森林は国際的な孤立と自給自足体制への傾向が深まる中で極めて重要な物的資源として、正に総動員の対象になっていった。これは明治以来、「保続」原理を掲げてきた森林行政の真価を問うものとなった。

総動員体制はそれまで民間や人々の自由に委ねられてきた活動領域を政府活動の枠組みに包摂する試みである。いわば利益政治の論理を逆手にとる試みであって、国家主導の論理によってさまざまな団体や組織の機能を変質させることを目的にする。それを得意とするのは技術官僚ではなく、事務官僚である。森林行政で言えば、民有林がその主たるターゲットになるのは当然であった。昭和14年に公布され、翌年から施行された改正森林法はその意味で注目される。先ず、国有林施業案制度を公有林・社寺有林を越えて森林の6割を占める50町歩以上の民有林の所有者にも義務付け、地方長官による

認可を課し、不作為の場合には地方長官による代執行を認めたことである。これは民有林には施業案制度の画一的な適用は不可能であるとのそれまでの見解を覆すものであった。また、それと並行して森林組合制度の抜本的な改革が行われ、組合の種類を施業直営組合と施業調整組合とに分け、市町村を単位とする強制設立の道を開き、全森林所有者の強制加入・出資制とすることによって抜本的な強化を計った（これによって森林組合数は、同法成立以前の二倍強に急増した）。同法は民有林を政府の統制下に置くことを明確に意図し、いわゆる時局の要請を背景にして成立したが、本来施業案が長期的な観点からする「保続」原理の貫徹を目論むものであったのに対し、時局が森林資源に要請するところは軍需に代表される増大する需要に応じた供給の確保であった。この専門技術的な合理性と時局の必要性との矛盾は早くから指摘され、やがて顕在化することになった。

政府の統制の対象はやがて施業から市場機構に及んだ。昭和14年の秋に発令された「用材生産統制規則」や「用材規格規定」などはその第一歩であり、当然のことながら商工省との権限争いを背景に進められた。昭和16年3月に交付された木材統制法は統制を担う国策機関として中央に「日本木材統制株式会社」（日本社）、都道府県に「地方木材統制株式会社」（地本社）を設立し、流通過程を統制しようとしたものであった。行政官庁は木材の売渡・生産・販売・輸移入業者に対し、日本社や地本社に売渡・委託販売を命ずることができるのみならず、使用者に対してもさまざまな制限を加える権限を付与した。昭和14年10月には国家総動員法に基づき価格等統制令が交付され、翌年には木材の販売価格の指定が始まった。

国際貿易関係が開放性を失い、国際的な孤立が深まる中で、日本政府にとって森林資源は唯一の自前の貴重な資源となった。昭和初期から木炭自動車・トラックが登場し、木炭や薪は日々の生活にとって死活的な意味を持つエネルギー源であった。昭和14年は木炭飢饉がいわれた年であり、木炭の増産政策と共に市場の統制が急速に進み始めた。木炭の販売価格の指定から始まり、直ちに配給制への移行が行われた。昭和15年には木炭配給切符の導入が始まり、木炭事務所および同出張所の設置によって配給体制の整備が行われた。同年の木炭需給特別会計法と山林局への木炭課の設置はそれを支えるインフラであったが、この特別会計の規模の大きさはこの事

業が極めて重要な役割を果たしたことを物語っている。エネルギー源としての森林について言えば、昭和18年頃から増産が始まった松根油がある。これについても価格規制が行われ、山林局に松根課が設けられた（昭和19年）。

総力戦の中でますます比重を高めたのが軍需であった。木製戦闘機「キ106」や大型木製飛行機などの作成といったエピソードは別にして、山林局から出された一連の局長通達は、「木材の生産を確保」という需要側の論理に立脚しながら崩壊的に施業案を見直していく姿勢を示していた。課題は「努メテ伐採予定量ヲ増加スル」ことに求められ、施業案はそれに従属すべきことが述べられるようになった。昭和18年、大政翼賛会は「軍需造船供木運動」を始め、並木や公園、境内などの木まで軍用材に供出要求し始めた。そうした中で山林局は施業案の「簡易化」から進んで遂には施行案および立木伐採計画に代えて、非常伐採計画を実施するように命令し、その結果、最大伐採可能量の達成が至上命題とされた。ここに民有林施業案編成は正式に停止された。こうした軍の増伐要求に対し、地方庁に実際は慎重に対応するという指導をしたことが発覚し、山林局長が左遷されたこともあった。また、軍が木材統制機構を無視して直接介入し、「兵力伐採」により木材の取得を指示するような事態も発生した。この傾向は本土決戦が叫ばれる中でますます頻発した（高知営林署長、入野松原を守る）。いずれにせよ、施業案の編成実施を任務とするはずであった森林組合は専ら増伐のための組織になり、所期の機能とは全く違った機能を課せられた。

国有林の場合、早くから増産体制が敷かれていたが、やがて保続原則への抵触が問題になる増伐が浮上した。そして保続原則を無視した「戦時増伐」「非常伐採」が政策担当者によって意識的に進められた。実際、国有林部門は民有林と比較して極めて明確に軍需用材の提供に大きく比重を置いていた。明治以来、保続原理の体現組織であった国有林が急速にその基本原理から乖離し、国有林の大増伐に邁進したことについては政治と森林との関係を考えさせるきっかけを与えてくれる。

政治の側から指摘できるのは、この時期の戦争観が明治時代のそれと大きく違って来たことをあげなければならない。19世紀の戦争観はいわば限定的・条件付戦争観とでもいうべきものであり、戦争は早晚領土や賠償金のやり取りで終結するものと考えていた。これに対して

20世紀が生み出した戦争観は総力戦であり、交渉による戦争の終結というよりも一方の戦力の徹底的な破壊しが戦争に終結はないという発想に基づいている。つまり、「負けた後の展望」というものが全く描けない、描こうとしないという態度が、20世紀の総力戦観念にはつきまとっていた。昭和20年には「負けた後の展望」を語ること自体が許されなかったかも知れないし、そもそもそうしたことを考えられなくなった人々で溢れていたかも知れない。未来の可能性を考える能力を失った政治からは焦土作戦しか期待できなかった。

#### 4. 戦後政治と林業謳歌の時代

戦後政治は占領軍の指示と国内の経済的・社会的混乱の中をのろのろと進み始めた。憲法の改正を初めとする政治制度の大改革は、大量の公職追放と人材の交代を伴いながら、何とか定着した。国民は物資不足と悪性インフレに苦しめられ、統制経済の背後でヤミ市場が膨張を遂げた。戦後史に一つの転機を画したのは昭和24年の第三次吉田内閣の成立とドッジラインの実施であり、これによって均衡・緊縮財政の実行と1ドル=360円という単一為替レートが設定された（それまでは品目に応じて複数の為替レートが採用されていた）。また同年末、不必要な統制の撤廃がGHQから指令され、完全に撤廃可能な品目の一つとされたのが木材であった（昭和25年1月1日から実施）。その後日本経済は外貨不足に悩まされながらも、朝鮮特需を経てやがて高度成長の軌道に乗ることになった。政治的には独立の回復（昭和27年4月28日）を経て、昭和30年、戦後の多くの政党が自民党と社会党の二つに合流し、いわゆる55年体制が成立した（二大政党制というよりも政権交代可能性のない1.5政党制）。

農地改革に見られるように、戦後改革はかねてからの改革案に実現の機会を与えた。山林局は昭和22年林野局になり、24年には林野庁になったが、この間、皇室財産を国有化するGHQの指令および新憲法の規定に従い、御料林の国有化が決定し、併せて、内務省の解体を契機に北海道国有林の農林省への帰属が決定し、いわゆる林政統一という明治以来の念願が成就した（昭和22年）。同時に、「国有林野事業特別会計」制度が実現し、国有林経営の体制が全て整い、27年からは財務事情の好転により、一般会計に繰り入れを始めた。26年の森林法改正では民有林に対しても政府が「森林計画」を

して責任を負う制度を導入し、同時に森林組合が任意加入の協同組合型の組織に改正された。

戦時中の乱伐を初め、戦後林政は多くの課題を抱えて出発した。劣悪な資源状態の中で当然に予想される膨大な戦災復興に比べねばならず、更には治山治水環境の整備や水源の保全に務めなければならなかった。そこで終戦直後から相次いで造林計画が樹立され、多くの補助・助成制度を活用して実行に移されることになった。愛林運動は戦前からあったが、昭和22年4月には森林愛護聯盟主催の復活第一回愛林日行事が東京の高尾の林業試験場浅川分場で開催され、当時の皇太子と共にGHQの林業部長などが出席した。戦前からの多くの活動・運動がGHQによって禁止された中で、この運動はGHQのサポートを得て早々と復活した点で注目される。翌年には「緑の週間」が復活し、両陛下を迎えての森林愛護聯盟等主催の第二回植樹祭が東京の青梅で開催され、この時もGHQの天然資源局長、林業部長が参列した。それ以後行幸啓は恒例となったが、昭和24年の箱根仙石原での第三回の植樹祭には5000人が参加し、米軍人やその家族が多数参加したといわれる。昭和25年1月に衆議院議長を委員長とする国土緑化推進委員会が設置され、これまでの森林愛護運動を継承し、より幅広い国民運動とすることが決まった。「緑の羽根」募金運動もこの年の4月に始まり、やがて緑化運動ポスター・標語コンクールへと範囲が広がった。植樹行事・全国緑化大会が甲府市で開催され、これが全国植樹祭の第一回大会とされている。この頃、緑は流行語になったといわれているが、「復興は国土の緑化から」というスローガンはこうした中央レベルでの動きを越える広がりを生み出した。これら一連の動きは、緑化が日本政府、GHQ、政党各派の間での「合意争点」として急速にその地位を固めたことを示している。昭和26年の衆参両院の「国土緑化推進に関する決議」はその現われであった。

木材需要は戦時中のピークである3000万 $m^3$ から戦後急落したが、国内には膨大な戦災復興需要があり、昭和26年にはこのピークを凌駕する需要が発生した。昭和27年の木材需要3510万 $m^3$ が高度成長を背景に36年には6070万 $m^3$ まで急増し、ほとんど国産材がそれを満たすことになった。このため木材価格は急騰し、昭和27年を100とした場合、昭和36年に他の卸売物価が102であったのに対して、木材・木材製品の価格は193に達した。この木材独歩高現象を背景にして林業

は空前の好景気に恵まれ、造林面積も戦前水準の3.5倍にまで拡大した。国有林の木材生産は昭和29年の洞爺丸台風での北海道の風害処理による生産量増加後も相次ぐ増産要請に見舞われ、昭和32年の国有林生産力増産計画などによって急増する需要に応ずるために計画的な増産を行うと共に、そのスピードを更に加速することになった。

日本政府にとって木材価格の高騰は大きな社会問題であった。需給ギャップを埋める常識的な政策は外材の輸入であり、昭和23年のフィリピン等からのラワン材の輸入が始まり、用途は合板で、輸出についてはアメリカ市場が大きな比重を占めた。米材についても輸入が始まった。当初は特殊材中心であったが、徐々に一般用途材であるベイヒ、ベイスギへと広がっていった。昭和26年5月にはGHQの主導で木材関税の大幅な引き下げが行われ、丸太については無税となった。この時期、忘れてならないのは日本の貿易が政府の強い規制の下に置かれ、特に、輸入については外貨割当制によるコントロールを受けていたことである。また、当時の日本は慢性的な国際収支の赤字に悩み、その輸入能力に事実上大きな限界があったことを忘れてはならない。従って、国内の需給ギャップが直ちに輸入の増加に即ち直ちに埋められる状況にはなく、昭和29年にはソ連材の輸入が始まるという形で、徐々に需給ギャップの調整が計られた。その間木材価格対策としての輸入の有効性には一定の限界があったと考えられる。それにもかかわらず、50年代後半日本経済の成長は着実に進み、GATTやIMF体制の下で確固たる地位を占めるために、それまでの貿易や関税に関する規制を大幅に取り払う自由化要求が海外から押し寄せるようになった。米材丸太および製品の輸入については昭和31年に自動承認制がとられたのはその一例である。

昭和35年1月、岸内閣は「貿易為替自由化促進閣僚懇談会」の設置を決め、いよいよ自由化問題に本格的に取り組み始めた。それと軌を一にしてフィリピン産ラワン材輸入に対し、自動承認制がとられ、翌年にはソ連材にも同様の措置がとられた。日米安保条約の改訂問題が決着した直後、先の閣僚会議は「貿易・為替自由化計画大綱」を決定し、3年後80%達成方針を決定した。同年12月、池田内閣は「国民所得倍增計画」を決定し、物価の安定に注力することになった。昭和36年1月、木材価格の高騰が経済閣僚懇談会で問題になり、内閣は2

月に「木材価格対策」を閣議決定した。ここでは国有林の増伐、輸入材の増加の他、造林その他の施策が加えられていた。5月には池田首相が木材価格の引き下げを指示し、木材価格問題は内閣の主要課題の一つになった。第二次池田内閣で農相に就任した河野一郎は直ちに林野庁長官に木材価格安定のための緊急対策の検討を命じた。これが8月に閣議了解された「木材価格安定緊急対策」であり、国有林の更なる増伐、民有林の減税措置付き増伐と共に輸入材の増加が掲げられていた。11月には木材価格の下落が確認され、併せて、米材などの木材の大量輸入が始まり、特に、米材は米ツガを中心に前年比400%の増加を見た。他の外材輸入も増加し、全体で前年比1.5倍となった。ここに外材による国内市場の席卷というその後の傾向が定着することになった。多くの人々が指摘する日本の森林の運命を左右する決定が正に政治によって行なわれたのであった。

ここでは二つの点を指摘しておきたい。第一は日本の高度成長とマイホーム政策、そして森林の関連である。高度成長が視野に入ってきた時、その労働の成果として国民が期待したのが何よりもマイホームであった（逆に言えば、政府は公営・賃貸住宅といった施策に対し興味を示さなかった）。その意味では住宅政策が持った意味は大きい。こうした背景で需要が急増し、需給ギャップが発生した時、政府に残されたのは供給を増やすことしかなかった。その際、注目すべきは外材の輸入障壁が早々と取り除かれていたにもかかわらず、何ゆえに昭和36年を契機にその急増が始まったかである。為替レートはこの間一定であったことを考えると、政府の輸入規制が事実上妨害していたことが考えられるが、米材については既に5年前に自動承認制に移行していたことから、やや説得性に欠ける。もう一つは日本の購買力の水準が経済成長で上昇し、「舶来モノ」を買える水準になったことが考えられる。仮に政府が需給ギャップの克服策として輸入増加を画策したとして、購買力がなければ輸入は現実味を持たない。自由化政策が機能したのはこうした前提が出来上がっていたからである。1ドル=360円時代の「舶来モノ」は確かに高価であったが、それを買える生活水準になったことがこの輸入の急増現象をとく鍵である。丁度そうした時期にぶつかったために、さながら日本市場に吸い込まれるように輸入が急増したのではないかと。

第二は、外材の大量輸入という、森林にとって重大な

政策が異論なしに、あるいは、そもそもほとんど議論なしに進められた政治的経緯についてである。この問題は他の農産物の輸入が猛烈な政治的抵抗に出会ったこと、なお出会っていることとの対比で注目される。国内に過剰な供給能力がある場合、輸入は必要がないし（価格を別にすれば）、雇用を守る観点からも市場の開放には抵抗が強い。木材については元々供給力に限界があり、その供給力を無理にでも大きくしろというのが当時の世論の動向であったことを考えると事態は違ったものにならざるを得ない。その上、国際的に貿易の自由化宣言をした内閣としては輸入に舵を切ることに躊躇はなかった。また、政治的に露骨な話をするならば、政治家にとって票の行方が関心の種であり、森林がコメと匹敵する票を自由にできたとは考えられない。当時の政策決定者が、昭和36年におけるそれなりに合理的な対応がその後どれだけ続き、どのような結果を日本の森林にもたらすかを認識していたわけではない。また、森林の多面的機能が十分に認識されていたという証拠も乏しい。従って、ある事情の下で合理的と思われた決定の持つ非合理性は後に見直し・修正される必要があったはずであるが、この国の民主政治の一つの問題点は正にこうした修正能力が低いということである。

##### 5. 森林の新たな公益的機能を求めて

市場開放に加えてニクソン・ショック（昭和46年）に伴う1ドル＝360円体制の崩壊と円高の進行は、外材の国内市場における比重をますます高めた。市場開放は確固とした国際ルールとなり、大貿易黒字国日本から貿易制限という選択肢は消えた。日本の木材輸入量の世界のそれに占める比重は顕著に上昇し、丸太においては5割を越えるまでになった。

その結果、日本の木材業界の動向が各国の経済社会に与える影響が大きくなった。アメリカは丸太の輸出制限政策をとるようになり、東南アジア諸国の中には自国の保有する資源の有効活用へと政策を切り替える傾向が出てきた（東南アジア木材生産者協会）。ナイロビで開催された「国連貿易開発会議（UNCTAD）」（昭和51年）は資源ナショナリズムの高揚と結びつき、石油を含めあらゆる資源の生産国と消費国とのそれまでの関係を大きく変えるきっかけとなった。

こうした外材の大量進出に対しては国内の林業界から輸入調整策がしばしば要請され、一時、外材取引税が検

討されたこともあったが、木材業界の反対で前進は見られなかった。二つの石油危機の際に再び木材価格の上昇が見られたが、全体として林業・木材業界は構造不況業種の様相を強めた。国有林野や事業特別会計も昭和50年度から大幅な赤字に転落した。産業政策面では、これまでは増大する木材需要にどう供給を応じさせるかが主題であり、その際、建築基準法（昭和25年）に見られるように不燃化に主眼を置き、非木質系の代替品の開発を奨励してきた。また、公共施設や都市計画区域では木造建築は厳しく制限されてきた。そのことは木材の利用範囲を狭める結果につながったが、今や供給力の過剰状態への対応に政策の軸足が変わらなければならなくなった。この政策の転換を促す契機になったのがアメリカとの貿易摩擦であり、相手側の主張を入れる形で建築基準法が初めて改正され（昭和62年）、その後、幾多の改正を通して木材利用の推進策がようやく講じられることになった。近時成立した公共建物木材利用促進法はその延長線上にある。

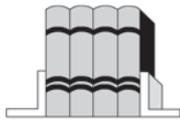
森林をめぐる経済活動が停滞する中で、森林の公益機能を重視することによってその政治的・社会的サポートを調達する動きが広がってきた。森林の持つ環境機能への広範な関心を促進するために、水資源を中心に受益と費用分担との調査検討が行われ、森林の機能評価と「森林造成基金」の設立が取り上げられるようになった。これは森林の維持・管理費用を都市が負担することについて一定の理解が得られつつあったことを示していた。昭和50年8月、林政審議会はその中間報告の中で水源税の検討を提言し、翌月、林野庁は水源税創設要求を決定した。これを機に林野庁と建設省との間で「霞ヶ関水盗り戦争」が勃発した。基本的には使用量に応じて1m<sup>3</sup>につき1円を課税するものであり、550億円の税収を見込むものであった。その用途は水源林の整備・間伐等に充てるものであった。これに対しては通産省、経団連、製紙・紙パルプ業界、電事連、日本水道協会などが反対を表明したのに対して、林業関係団体を中心とする水源税創設推進協議会が賛成運動を展開した。自民党税調はこれを「引き続き検討」という扱いにした。これが前回の国際森林年の出来事である。翌年、自民党建設部会役員委員会は林野庁・建設省の新税構想を一本化して「森林・河川整備税」を決定し、林野庁は直ちにその具体的な構想を示すに至った。自民党の政調建設・農林部会合同会議はこの新税推進本部を決定し、昭和61年12月、

自民党税調はこの新税の創設はしないことを決定するとともに、公共事業を治山治水事業に重点的に配分し、利水者からの拠出によって森林・河川の整備のための基金を作ることを明らかにした。その後、通産省を交えた三省の折衝によって森林整備は200億円に決定し、昭和63年、新たに設けられた(社)国土緑化推進機構の中に「緑と水の森林基金」が設置された(平成7年造成期間終了、目標達成率87.7%)。また、平成7年に成立した緑の募金法も森林整備等を念頭に置いたものである。

かつての公害問題以来、日本において環境問題は1970年代から関心の的になってきたが、それを国際政治の課題とした点で平成4年にリオデジャネイロで開催された「国連環境開発会議(地球サミット)」の持つ意味は大きい。折から宮沢首相は内閣不信任案に直面し、この重要な会議に出席する機会を逸したが、この出来事は日本政治の現実の一面を物語っている。地球サミットで唱えられた「持続可能な開発」の実現に向け、政府は翌年公害対策基本法に代えて環境基本法を制定した。地球温暖化問題を取り上げた京都議定書(平成9年)は、先進国の温室効果ガスの排出削減目標を具体的に定めると共に、そのために森林吸収源を活用することや排出権取引などを含む国境を越えた二酸化炭素削減量をやり取りするメカニズムを定めた。アメリカの議定書からの離脱といった政治的不安定にもかかわらず、日本政府が平成14年にこれを批准した最大の理由は森林吸収源活用において従来以上に有利な条件が認められたにあったと

いわれる。すなわち、義務的な削減目標6%のうち、3.8%を森林吸収源で賄うことが国際的に承認されたからである。政府の具体策はこれによって原発推進一本から森林整備による二酸化炭素吸収機能の充実にも重点を置くものとなった。これを受けて平成14年に「地球温暖化防止森林吸収源10ヵ年対策」が定められ、京都議定書の趣旨にかなう「森林経営」の実質的な内容の確定作業も行われた。森林の公益的機能はこうして環境問題への寄与という方向へ新たな展開を遂げることになった。従って、本来あるはずの森林の経済的機能を適宜生かした形で、この公益的な機能を果たすことが目下森林に課せられている課題である。

高度成長の中で日本政治は森林に脇役を押し付けてきたことは間違いがない。外材によって容易に代替できるものとして専らみなしてきたのかも知れない。それは戦時中のように森林を資源としてとことん使い切るのは対照的にピナイン・ネグレクトとでも言うべき態度であろう。その森林が国際政治を背景にその公益的な機能において急速に存在感を顕在化させたことは歴史の皮肉のように見える。しかし、森林の持つ公益的機能は目立たぬように果たすところに元来特徴があるように思われる。東日本大震災によって日本の環境対策のもう一つの軸足であった原発は大きな逆風にさらされている。それだけに日本の森林は国際森林年において、それにふさわしい脚光をもっと浴びて然るべきである。



## ブックス

シリーズ 日本列島の三万五千年  
一人と自然の環境史

## 第3巻 里と林の環境史

湯本貴和編／大住克博・湯本貴和責任編集、2011年3月、292ページ、定価4,200円（税込）、ISBN 978-4-8299-1197-6

## 第5巻 山と森の環境史

湯本貴和編／池谷和信・白水 智責任編集、2011年3月384ページ、定価4,200円（税込）、ISBN 978-4-8299-1199-0

森林と人との関係性について思いを巡らす醍醐味の一つは、時間スケールによって異なる諸相を見せる森林という対象の面白さである。かつて、農史学者である古島敏雄は、名著『土地に刻まれた歴史』において、古代から近代にわたる日本の景観形成の歴史から、国土開発の特質を見事に描出した。古島の著書はその専門に即し、農業生産と水利に重心を置くものであった。一方、長期の時間の中で変遷を重ねる森林もまた、そこに刻み込まれた歴史の中に、多くの事実が眠っている。古島の視角はここでもまた有用だろう。

その意味で、『シリーズ 日本列島の三万五千年一人と自然の環境史』と題する計6巻のうちの2つの巻が、人と自然の環境史の主題に森林を据えたことは慧眼である。第3巻『里と林の環境史』では近畿、第5巻『山と森の環境史』では東北と中部山岳地域の事例を中心に、森林と人との関係性を洞察した労作が並ぶ。各巻を貫く主旋律は前者が里山、後者が狩猟。そこに多彩な変奏が絡む。

著者の専門分野を、巻末の執筆者略歴を頼りに順不同に拾い上げてみれば、植物生態学、動物生態学、景観生態学、植生史、花粉学、日本中世史、日本近世史、

近世狩猟史、植生景観史、菌学、林学、民俗学、社会言語学、造園学、日本考古学、環境経済学、社会地理学、歴史地理学などなど。もっとも、著者自身の手によるだろう略歴の書きぶりだけを見ても、それぞれの書き手は、そもそも、こうした何々学といった枠を嫌い、横断的な知を志向しているように感じられる。2冊の魅力もまさにその点にあるだろう。

各章は独立しており、読者は各人それぞれの興味や関心に従い、頁をめくればよい。そうすれば、丹念な調査、研究に裏付けられた著者らの精緻な筆致によって、江戸時代の絵図の中に京都東山の変遷を知り、奥丹後の民家建築の中に里山そのものが息づくことを教えられる。あるいは、巻物の中に東北マタギの暮らしを垣間見、溢れるばかりの山菜の名前に、土地と結びつく暮らしの豊かさに気づかされる。評子も2冊を繙き、そうした時間を幾度も堪能した。

本来ならば、そうした読書の一つ一つを辿りながら、各章を詳しく論じることが有意義だろう。だが、そんな紹介頁数も無ければ、評子の能力も無い。窮余の一策として、残りの紙幅を使って、2冊に共通するユニークな点を3つ挙げる。

まず1つ目は、表紙と裏表紙を開いた途端に目に飛び込んでくる、頁一杯を使い作成された「環境史年表」。大胆にも、これらの年表は僅か4頁分の紙面に、当該地域における古代から現代までの、里と林、あるいは、山と森の歴史を、グラフなどを巧みに使いつつ描き出す。本書の描出しようとする世界の一大絵巻であり、ちょっとばかり壮観である。作成者の苦労が偲ばれる。

2つ目にユニークなのは、対象に据えた地域を思い切って絞り込んだ点。前に述べたとおり、3巻は近畿、5巻は東北と中部山岳地域に視座を置く。環境史という非常に壮大な時間スケールを対象とする本書にあって、あまり広くない、そ

こそ手頃な地域スケールに焦点を合わせるというこの目論見は成功している。

3つ目として、それぞれの巻の序章、終章の存在。本書のような試みは得てしてオムニバスの羅列に終わりがちである。本書では、様々な書き手による各章それぞれに興味深かったことは勿論だが、思い思いの方向にてんでに伸びる各章を、2冊の編者が序章、終章において束ねて結ぶ手際は読んでいて楽しい。最後に少しだけ、この点について感想を述べる。

第3巻の編著者である大住、湯本は、育林学、生態学を専門とするが、その関心は広く人文社会諸学問に及ぶ。資源生産の持続性について、資源管理と消費に関する外部性との関係、植生管理技術の有無との関係の仮説を提示し、サンプルの不十分さを断りつつも、各章の事例を使い論じた。こうした視点は、編著者の一人、大住の前編著『森の生態史—北上山地の景観とその成り立ち』（古今書院、2005年）と呼応し、意義深い。

第5巻序章で提示される方法論は、今後の山村研究に一つの方向を与えるものであろう。特定の生業に焦点を与えることの多かったこれまでの山村研究に対し、本書では体系化に力点を置いたと編著者である池谷、白水は述べる。特に、従来軽視されがちだった自然環境の側からの視点を山村研究に具体的に持ち込んだ点は評価されてしかるべきだろう。

自然科学と人文社会的知を切り結ぶ営為の重要性に対する指摘は、これまででも繰り返し語られてきた。しかしながら、そうした試みの意義を唱える多くの声とは裏腹に、実際に実り豊かな研究成果へと結実した例は、残念ながらそれほど多くはない。本書の意欲的試みが更なる知の沃野へとつながることを、横断的知の中に真理を模索する林学徒の一人として切に願う。

山本伸幸（森林総合研究所関西支所）

## シカと日本の森林

依光良三編、築地書館、2011年2月、226ページ、2,310円（税込）、ISBN 978-4-8067-1416-3C0045

終戦当時のシカの分布を復元してみると、分布面積は国土の10%足らず、現在の1/4にも満たない。小規模に散在する分布域はいかにも頼りなげで、当時シカの絶滅が危惧されたのもうなずける。以後50年以上、1990年代後半までメスジカの捕獲は厳しく制限され、保護増殖が図られてきた。ハンター数の減少や暖冬の影響もあったが、現在シカの自然増加率は多くの地域で年率20%に達すると思われる。数年で個体数が倍増する計算である。このため、個体数が一定水準を超えて倍増を続けると、あれよあれよという間にシカの食害が顕在化してくる。「そんな話をよそごとのよう」に考えていた四国でも今世紀に入りシカ食害は急速に深刻化してくる。その対策に追われながら、著者たちはこれからの森林とシカのあり方を世に問うていく。

三部構成の第一部では、シカの生息環境の変化が社会経済条件と関連づけて総括される。このような視点は生物被害全般を考える時にもきわめて重要である。昭和30年代に草原性のノネズミが大発生し造林事業に大きな打撃を与えたが、この現象は当時の大面積皆伐施業の展開と密接な関係をもっている。獣害を、単なる自然現象ではなく、林業に内在する問題として認識することが重要である。第二部では急速に進行する食害の現状とその対策が、NGO・NPO主体の地域ぐるみの運動や連携協働の活動とともに報告される。防護柵の設置は短期間に植生を回復させることができるが、シカ生息地の核心部で防護柵による植生保護には限界があり、個体数をどのように低減させていくか、を考える必要がある。会の

活動に狩猟者の経験と研究者の知見が加わり、具体的な捕獲戦略の策定に発展することを期待したい。第三部ではヨーロッパのシカ管理や日本の先進事例を参考にしつつ、これからのあるべきシカ管理が提言される。市民の参加する協働型シカ管理組織はこれからのあるべき姿であるが、それを定着させるためにも植生回復と個体数管理を徹底して実行する専門スタッフの育成と組織を運営する基金の設立が重要と思われた。

本書の示唆する内容は多岐にわたるが、ここでは以下の二点を強調したい。

第一に、シカ害が虫害や病害と大きく異なるのは、シカの取扱い方が現行法制度の中に細かに規定されている点であるが、このことがシカ管理の発展を図る上で支障となる場面が多くなっている。地方分権が進み地域化するシカ問題に、国が果たす役割として個体数低減に向けた大胆な規制緩和が求められている。

第二に、明治以降シカ不在の中で確立した日本の近代林業が、これから長く続くであろうシカ高密度時代にどのように順応していくか、シカ問題はすでにシカを担当する研究者と行政担当者の対応すべき域を超え、林業界全体に問題解決のためのイノベーションを求めているとも言えよう。

小泉 透（森林総合研究所）

## 日本産花粉図鑑

三好教夫・藤木利之・木村（片岡）裕子著、北海道大学出版会、2011年3月、852ページ、18,900円（税込）、ISBN 978-4-8329-8198-0

近年、地球温暖化や生物多様性の問題への関心の高まりから、過去の植生および気候を復元する研究や花粉送粉者特定する研究など、花粉を用いた研究の必要性は増してきている。一方で、これま

で出版された花粉形態に関する専門書の多くは、属レベルでの同定に主眼を置いた記載に留まっており、種レベルまで参照可能な花粉図鑑の登場が求められている。

本書は岡山理科大学で長年にわたり教鞭を執られた三好教夫博士と、三好研究室の卒業生である藤木利之博士と木村裕子博士によって、同大学での花粉研究の集大成としてまとめられた。207科794属1305種におよぶ花粉写真を収録しており、特に多くの走査型電子顕微鏡写真を掲載している点でおそらく世界初の花粉図鑑である。

研究対象にあわせて異なる状態での花粉写真が収録されている点も特徴的である。例えば、化石花粉と空中花粉の分析では前処理の方法が異なり、花粉の大きさや見え方が異なることが知られている。その点に関して、花粉分析の定法で処理を行った花粉および無処理の花粉、両方の状態の現生花粉写真が掲載されており、処理方法による大きさの違いについても記されている。また、化石花粉の走査型顕微鏡写真および花粉症原因植物花粉の光学顕微鏡写真がそれぞれ独立した章で提示されており、特に化石花粉や空中花粉を対象にしている研究者にとっては使いやすい構成になっている。

本書の後半は花粉の解説篇になっており、豊富な記載によりそれぞれの属種の特徴を捉えることが可能である。巻末の検索表篇はその多くが属レベルでの区分に留まっていることから、まだ十分に完成されたものとは言えないが、これは今後の研究進展を期待する点である。とはいえ、本書に掲載されている写真および記載を活用することにより、種レベルの研究に迫れる可能性が大きく増したと言える。本書が今後の花粉研究に与える影響は大きいと考えられ、花粉を研究対象にしている人すべてにとって必携の書となるであろう。

志知幸治（森林総合研究所）

## 大震災から木質バイオマス発電を思う

澤口 勇雄 (さわぐち いさお、岩手大学農学部、東北森林科学会会長)

2011年3月11日の東日本大震災が襲った、マグニチュード9.0の大地震、巨大津波、福島第1原子力発電所事故は、科学技術文明を盲信する現代社会に対し、歴史上稀にみる自然からの警鐘だった。東北森林科学会の主要地である岩手、宮城、福島で多くの方が亡くなられ、被災を受けられた。東北森林科学会として会員の被害についての取り纏めては行っていないが、被害の大きさからして多くの方が何らかの影響を受けていると思うと、誠に切なく心からお見舞い申し上げたい。また、多くの日本森林学会会員に、ご心配やお励ましをいただいたことに、この場を借りて感謝申し上げる。

自然があたかも人間に復讐するかのよう、度々繰り返される自然災害であるが、今回のスケールは尋常ではなかった。そうは言っても、喉もとすぎれば熱さを忘れるで、ボヤボヤしていると未曾有の経験も忘却の彼方になりかねず、多くの提言は実らず、もとの鞘に戻りかねない。そうさせないためにも早い段階でしっかりとした復興の方策を示し、一刻も早く実行に移さなければならない。鉄は熱いうちに打たなければ名刀にならないのである。

福島原発事故は原発の安全神話を崩した。エネルギー政策の抜本的見直が行われることは必至だ。何れ、長い時間をかけて、地熱、風力、太陽光、バイオマスなどの再生可能エネルギーへの転換が行われると予測されるが、我が国のエネルギー需要量や産業構造、国民生活の安定などから考えて、短期間にエネルギー転換が果たせないことも明らかだ。数十年オーダーでの転換になるかも知れない。

現在日本の電力供給の60%が天然ガスを中心とする化石エネルギー、原子力

30%、再生可能エネルギー10%で、再生可能エネルギーの内訳は水力8.3%、地熱0.2%、太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギー1.4%とされている。原発からのエネルギー転換を短期に図ろうとすると火力(天然ガス)によることが現実的とされているが、我々の注目は木質バイオマスの行方であろう。

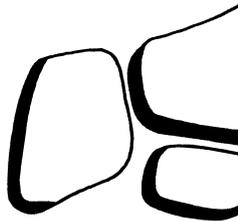
バイオマス発電に関しては、地球温暖化防止のためのCO<sub>2</sub>排出量削減、カーボンニュートラルの視点から進められてきた。IPCC(気候変動に関する政府間パネル)は、発電方式の違いによる温室効果ガス排出削減効果において、原子力とバイオマスと比較した場合、バイオマスに軍配を上げていた。バイオマス発電はエネルギー供給における、CO<sub>2</sub>削減の切り札的役割を担う可能性を秘めているのだが、日本では全く旗色が悪い。

米国エネルギー情報統計局(2009)によると、原子力発電の代替エネルギーコスト予測として、天然ガスが最も安く百万ワット時当たり79.3~139.5US\$、次いで石炭が100.4~129.3US\$とされている。再生可能エネルギーでは、バイオマスが最安価で111.0US\$、水力119.9US\$、風力149.3US\$、地熱256.6US\$、太陽光396.1US\$と続いている。ちなみにこの報告書では原子力は119.0US\$とされている。米国と日本では発電の条件が違うので、このコストを一概に日本で用いることはできないが、コスト的にはバイオマス発電は極めて優位にあることが伺える。

バイオマス発電には、廃棄物系や栽培作物系などいろいろなものがある。木質バイオマスには少し難しい問題があることはよく言われている。木質バイオマスでも製材残材や建築廃材の利用は比較的容易だが、問題は未利用間伐材や未利用

端尺などの林地残材である。林地残材を見る度にただただ朽ち果てていく姿に心が痛む。岩手大学演習林では、スギ林の間伐をハーベスタ造材しているが、曲がりが多いこともあって、そのうち半分以上が林地残材として捨てられている。50年生近い造林木がそのまま捨てられているのを見るに付けて、バイオマス発電へ

## 北から



毎木調査といえば森林学・林業に携わる方にとっては基本中の基本ですね。区画を設定して樹木の直径や樹高を測る。ときには大径木に抱きついたり、小径木の多さにうんざりしたり、樹種に悩

の思いが強くなる。木質バイオマスで我が国の膨大な電力需要を全て賄うことはもちろん不可能であるが、東北地方のような森林資源に恵まれ、人口も希薄なところでは、その可能性が大いに秘められており、私の専門分野である森林利用(林業工学)を通じて少しでも貢献できればと思いを馳せている。

基本的なことが意外と知られていないようです。

我々は毎年一般の方をまじえて毎木調査を続けています。場所は富山市有峰<sup>ありみね</sup>。そこは標高1,000m～1,500mの高原にひろがる県立自然公園で、大きな有峰湖を囲むように山地帯の森が広がっています。この調査は2002年に開設された「有峰森林文化村」(村長 梅原猛氏)のイベントのひとつです。

話は2004年の春まで遡ります。当時の文化村係(助役)のN氏らが森林研究所を訪れ、「有峰の森林をもっと知りたい・カシナガで里山のミズナラが枯れ始めている・有峰まで来たらどうしよう・手をこまねいているしかないのか・有峰の森を知る企画は？」といった提案と問いかけがありました。ちなみに彼は林業技術者ではありません。そのような議論の中から、とりあえず実態調査→固定調査区→みんなで毎木調査と思いついたのでした。

有峰湖周辺の林道は斜面下部のいわゆる溪畔林沿いに開設されています。周辺には①ダム建設時の資材置き場跡地に一斉に更新したヤマハンノキ二次林、②約70年前に植栽されたカラマツにミズナラ・シラカンバ・トチノキ等が侵入した混交林、③トチノキを主とする大径の原生林などが生育し、それぞれの特徴を有して見るべきものがあります。これらを辿ると遷移の進行が見えてきます。そこでアプローチも考慮して林道沿いに3つの調査区を設定しました。面積は半日でゆったり終わられるように①では452m<sup>2</sup>、②と③では1000m<sup>2</sup>としました。これらを毎年1区ずつ測定し、3年で一巡します。

実際の調査では常連さんもおられますが、顔ぶれは一定でないので、まずは調査法の説明から始まります。野帳・ラベ

ル付け・胸高直径測定とそれぞれ担当を決めて、さあ測定です。みなさん、手法・道具などに興味津々です。輪尺や直径巻尺、測高機など普段は目にしませんから。測定後すぐにデータをインプットして、サイズや蓄積の増加、本数の変化などを検討します。成長量とそれに伴う炭素貯留量なども換算してみると、ちょっとだけエコな気分になります。

ちなみにもうひとつ、一枚の写真からえられる情報も貴重です。有峰を訪れる人は、その美しさや荘厳さに惹かれて、たくさんの写真を撮っていることと思います。それらのほとんどはどこにも公表されずに埋もれていきます。個人で楽しんでいただくにはそれで充分なのですが、資料として長期的に活用するとなると組織的に管理していく必要があります。その管理を文化村で行うことにしたのでした。

これらは①「愛着の森—調査編」(固定試験区での毎木調査：現在は「一木を測り続けて森を知る編」と②「愛着の森—対話編」(個人が対象木や景色を決めて写真等で定期的に記録し、データ等は文化村で管理する)として実り、紆余曲折もありましたが、2004年から現在まで8年間にわたって続いています。

7年目の昨年(2010年)には、少しマンネリ化してきたため、規模は小さいですが、シンポジウムを開催しました。そのなかでは、調査はおもしろいので続けよう、調査だけにとどまらず自然解説なども組み入れてほしいといった要望などが出されました。やはり、一般の方にはマニアックな調査だけでは物足りない部分があるようです。たかだか1000m<sup>2</sup>以下の調査区1カ所でモニタリングとは大げさですが、続けることと普及することで、いずれ何かがわかってくるのではないのでしょうか。

## 南から

日本森林学会支部だより

やんだりしながらも、やり終えたときには貴重なデータとともに達成感が得られます。はっきりいって私は毎木調査が好きです。しかし、これだけ森林に関心が高まった今でも、一般の方々にはこんな

## 有峰の森の記録

長谷川 幹夫 (はせがわ みきお、富山県農林水産総合技術センター森林研究所)

# 森林科学 64

予告

## 特集

### 森を歩く

森めぐり

アメリカ西海岸の森林で Forest Engineering に触れる (仮)

50周年を迎えた東京農業大学分収林 (仮)

森林科学 64 は 2012 年 2 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	高橋 興明* (経営/森林総研)
	壁谷 大介* (造林/森林総研)
	藤田 曜 (動物/自然環境研究セ)
	清水 貴範 (防災/森林総研)
	谷脇 徹 (保護/神奈川県自然環境保全セ)
	井上真理子 (経営/森林総研)
	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)
	菅原 泉 (造林/東京農大)
	吉岡 拓如 (利用/日本大)
	斎藤 秀之 (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)
	相浦 英春 (中部支部/富山県森林研)
	芳賀 弘和 (関西支部/鳥取大)
	津山 孝人 (九州支部/九州大)

(\*は主事兼務)

## 編集後記

本号の特集「森林の生物多様性」はいかがでしたでしょうか。本特集は、2011年5月に開催されたシンポジウム「地球の恵み 森林の生物多様性—その価値と危機—そして希望—」に基づいています。シンポジウムの演者を中心に、生態系サービスの経済的評価 (尾崎・滝)、熱帯林における森林の持続的利用と生物多様性保全 (北山ら)、生態系サービス発揮を目的とした森林管理手法 (藤森)、生物多様性保全に向けた国際的な動向 (岡部)、といった内容で最新の研究トピックを交えて解説していただいています。

特集の冒頭で牧野氏が触れているとおり、CBD/COP10が名古屋で開催された昨年 (2010年) と比較して”生物多様性”は、巷ではいささかトーンダウンしているのではないのでしょうか? しかしながら、生物多様性存亡の危機は熱帯林を中心として現在も進行中の課題であり、多様性保全への関心はその場限りの流行で終わらせて良いものではありません。本特集が生物多様性について再考する契機になってくれればと思います。

とはいいいながらも「生物多様性」は、植物生態学を専門とする私自身にとって扱いにくいテーマの一つでした。というも、私の乏しい知識の範囲では、多様性のもたらす複雑系の解明が可能かどうか不明であるため、また生物多

様性を扱う際に避けて通れない“保全”が、基礎科学として扱いにくいと感じているためでもあります。そのため、自分の研究テーマを考える際にもついつい単一の種を対象にしがちでした。しかしこの認識を改めねばと感じさせられる出来事がありました。とあるスイス人の生態学者と話したときのことで、彼は以前日本を訪れたことがあり、その際に森林総合研究所内にある国産材の展示標本を見て、その多様性の高さに深く感銘を受けたそうです (最終氷期に氷河に覆われていたヨーロッパでは、森林の種多様性が日本ほど高くないそうです)。そして彼に「あれだけ多様性の高い森林を研究対象とするのだから、単一の種だけでなく多くの種に目を向けなければもったいない」と指摘されたのです。存在することが当たり前な環境に生きていると、その重要性に気づかないことが多々あります。手遅れになるまえに、生物多様性にももう少し目を向けておく必要があると反省した次第です。

最後になりましたが、慣れない編集作業を進めるにあたり多くの方々にご協力頂きました。この場を借りて深く御礼を申し上げます。

(編集主事 壁谷大介)

## 「森林科学」への投稿について

### 「森林科学」投稿規定

(2009年3月26日改定)

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解読、記録は4ページ以内、研究トピックス、読者の声、その他は2ページ以内とする。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ページ数の1.5倍まで認め、超過分は著者の負担とする。
5. 投稿原稿は執筆要領にしたがい作成し、電子メールまたは郵送で提出する。郵送で提出する場合は、オリジナル原稿(1部)を書留便で送付する。
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)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

(2009年3月26日改定)

#### 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ページに1つの図(イラストを含む)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

**解説・記録・研究トピックス**：以下を別紙①～⑤にそれぞれ記載する。①表題、著者名、所属先、原稿種類名、別

刷数(希望する場合のみ、50部単位)、連絡先(住所、電話番号、FAX番号、電子メールアドレス)、②本文、③引用文献(必要な場合のみ、目安として最大10点程度まで)、④図、表、⑤図の説明

**読者の声・その他**：以下を別紙①～④にそれぞれ記載する。

①表題、著者名、所属先、原稿種類名、連絡先(住所、電話番号、FAX番号、電子メールアドレス)、②本文、③図、表  
**ブックス**：紹介する印刷物の書誌情報(書名、編著訳者名、総ページ数、出版社名、発行地、発行年、定価、付与されている場合はISBN)、本文、紹介者名、紹介者連絡先(住所、電話番号、FAX番号、電子メールアドレス)

#### 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。

図、表の表題にはそれぞれ通し番号(図-1、表-1など)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。

手書き原稿も受け付ける。手書きの場合は400字詰め原稿用紙(A4版、縦型横書き)に黒ペンで書き、図表や写真などの扱いは慣例に従う。

#### 5. 引用文献

引用文献は必要最小限とし、アルファベット順に記載する。本文中での引用はアルファベット順で記載した通し番号で(1)、(2)、(3)のように引用するか、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。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。単行本の場合は総ページもしくは引用ページを記載する。記載例は「日本森林学会誌執筆要領」を参照のこと。

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 高橋與明

〒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 029-829-8314

Fax 029-873-3799

e-mail tomokun@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)

安価な LAI 観測が可能なプラントキャノピーアナライザー

# CI-110

(シーアイ 110)

CID社製のCI-110は、森林内での上空を撮影する画角150度の魚眼レンズとCCDカメラ搭載の安価(従来製品の半値以下)なプラントキャノピーアナライザーです。本体を草木の下で持ちながら、接続した専用ターミナルでリアルタイムの高解像度魚眼イメージを撮影できます。

任意のタイミングで静止画をキャプチャし、そのまま画像の葉面積指数(LAI)や光量子(PAR)解析が可能です。

イメージをキャプチャした後、付属のソフトウェアで太陽光線の透過係数を、天頂角と方位角のグリッド数(設定可)により算出します。

専用タブレットPCはGPS内蔵で測定した位置情報も記録されます。



専用タブレットPC

## スウェーデン製 成長錐 (インクリメントボア)



Haglof(ハグロフ)社のインクリメントボア(成長錐)は成長・年輪・樹齢を高精度で測定できます。70年以上の歴史を持つ世界中で使用されている信頼ある森林調査用器具です。



長さ	価格(税込)	長さ	価格(税込)
10cm	15,561 円	60cm	48,174 円
20cm	18,669 円	70cm	78,855 円
30cm	21,567 円	80cm	82,740 円
40cm	24,738 円	100cm	92,505 円
50cm	41,202 円		

コア径は 5.15mm と 4.3mm (長さ 60cm 以上は 5.15mm のみ) 極太タイプ (コア径 10mm・12mm) も取り扱っております。