



森林

科学

[特集]

広がるタケの生態特性と
その有効利用への道

[第2特集]

第120回大会イブニングセミナー

シリーズ

森の危険な生物たち

日本に未定着の危険な外来生物

うごく森

森林火災と違法伐採：動く現実

現場の要請を受けての研究

廃菌床を再利用したヤマブシタケの栽培技術の開発

No. 58
February 2010



コンパス測量が大きく変わる



精度証明書付 トゥルーパールス360° **TruPulse 360°**

- 1 デジタルコンパス内蔵レーザー距離計
- 2 重さわずか 220g
- 3 個別精度証明書付
- 4 単三電池 2 個で作動
- 5 傾斜地でも精度を維持



メジャー不要のコンパス測量システム

専用ソフトウェアのご使用により、現場での精度確認が可能になります。立木位置図作成にも最適です。

仕 様

測定範囲	距離 0 ~ 1000m まで 傾斜角 ±90° 12.7(L) x 5(W) x 8.9(H) mm	重量	220g
方位測定範囲	0 ~ 359.9 度	通信	RS232, (※TruPulse360B のみ Bluetooth 接続可能)
測定モード	水平距離、斜距離、高度角、高さ測定、対辺測定	望遠鏡倍率	7 倍
ターゲットモード	標準、短距離、長距離、連続、フィルタ(反射板)	レーザータイプ	不可視レーザー FDA による安全基準 クラス 1
精度	距離 ±30 cm (反射板使用時) 高度角 ±0.25 度 方位角 ±1°	マウントネジ	1/4-20 メス
サイズ	12×5×9cm	防水防塵	耐衝撃・防水・防塵 IP54
		ディスプレイ	スコープ内の LCD ディスプレイ
		電源	単三電池 2 個 (7,500 測定、Bluetooth 使用時 6,000 測定) または CRV3 1 個 (15,000 測定、Bluetooth 使用時 12,000 測定)



森林用MSAS対応 高精度DGPS

林業のための最新高精度森林用 DGPS 受信機

SXBlue II GPS は高精度 CrescentGPS ボードを採用した、GIS データ収集用 DGPS 受信機です。

精度 60cm(2DRMS) 林業用 DGPS 受信機として最高精度本受信機はバッテリー内蔵でわずか 464g

通信ポートは Bluetooth、シリアル、USB と 3 タイプ標準装備

SBAS 対応森林用 DGPS 受信機

SXBlue II

SXBlue II 仕様	
SBAS (MSAS・WAAS・EGNOS)	標準
RTCM (精度 20cm 2DRMS) L1RTK (精度 5cm 3DRMS) 2/10/20Hz 出力	オプション



<http://www.gisup.com>

株式会社ジーアイサプライ
〒071-1424 北海道上川郡東川町南町 3 丁目 8-15
※社屋新築移転いたしました
TEL 0166(73)3787 FAX 0166(73)3788
info@gisup.com

フリーダイヤル カタログ請求・お問合せは

0800(600)4132

特集 拡がるタケの生態特性とその有効利用への道

- タケは里山の厄介者か？ 2
鳥居 厚志・奥田 史郎
- モウソウチクは里山林の炭素吸収・貯蔵
および有機物分解にどのような影響を
もたらさうるか？ 6
小林 剛・多田 壮宏
- 竹林は植物の多様性が低いのか？ 11
鈴木 重雄
- 竹資源の新たな有効利用のための竹林施業 15
柴田 昌三
- 竹利用のキーは伐出のコスト 20
伊藤 崇之・村上 勝・谷山 徹

森林科学 No.58

2010年2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 中村 松三

発行人 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：若い稈、老齢の稈が入り交じる
典型的なモウソウチク林
(本文11ページ参照)

第2特集 第120回大会イブニングセミナー 24

水町 衣里 / 相川 高信 / 井鷲 裕司 / 比屋根 哲 /
勝山 正則 / 舘野 隆之輔 / 吉岡 崇仁 / 山中 典和 /
富田 基史 / 森 章 / 稲垣 善之 / 牧 大介 /
鳥居 厚志 / 兼子 伸吾

コラム 森の休憩室Ⅱ 樹とともに
人に伝える 31
二階堂 太郎

シリーズ 森の危険な生物たち
〔最終回〕 日本に未定着の危険な外来生物 32
吉田 剛司

シリーズ 現場の要請を受けての研究
廃菌床を再利用したヤマブシタケの 36
栽培技術の開発
高島 幸司

シリーズ うごく森

40 森林火災と違法伐採：動く現実
中田 博

シリーズ 森をはかる

44 カミキリムシで森林環境の自然度をはかる
榎原 寛

45 森林の土石流緩衝機能をはかる
立木の引き倒し抵抗力の測定
北原 曜

46 Information
北から南から
ボックス

タケは里山の厄介者か？

鳥居 厚志・奥田 史郎

(とりい あつし・おくだ しろう、森林総合研究所四国支所)

竹をとりまく状況

大型のタケ類は西日本の里山地域を中心に分布するが、近年竹林の放置とその拡大現象が顕著である(写真-1)。日本の山野に生育する大型のタケは、おもにモウソウチクとマダケであるが、とくにモウソウチクの拡大傾向が著しい。モウソウチクは中国からの導入種、マダケは日本の在来種という違いはあるものの、現在みられる竹林はどちらの種でも、ほぼ人為的に植栽されたものである。ご存じの通りモウソウチクはおもにタケノコ栽培のために、マダケはおもに竹材生産のために植えられたもので、これらが自然に拡大するという事態は、おそらく誰も予想していなかっただろう。

タケはもともと「栽培種」「畑作物」という位置づけなので、肥培によるタケノコの発生数やサイズ、栄養価などへの効果や、密度管理によるマダケ稈の太さのコントロールなどの試験が散発的に行われたことはある。しかし、タケを生態系の構成要素と捉える視点は、従来ほとんどなかった。そのためタケに関しては、生態的・生理的な基礎データの蓄積が極めて乏しく、それが竹林の拡大問題への対応を困難にする一因となっている。たとえば、平均的なモウソウチクの群落のバイオマスはどのくらいか、マダケと比べてどうかといったもっとも基本

的なデータさえほとんどなかった。あるいはタケの利用を促進しようとしても、どのくらいの資源量があるのか竹林面積に関する統計は十分ではなく、また伐採搬出のコストなども全く不明であった。

そのような状況の中、この10年ほどの間に各地でタケ研究に着手する動きが見られ、徐々にではあるが、タケの生態的特性や利用に向けた施業に関する知見が得られつつある。本特集「拡がるタケの生態特性とその有効利用への道」では、まず本稿でタケの研究動向などを総括的に紹介し、次稿以降で最前線の研究者が各論を述べる。特集記事内で「タケ」「竹林」という言葉は、主としてモウソウチクに関する記述であると考えていただきたい。

竹林の分布拡大とメカニズム

竹林の拡大は、かなり以前からじわじわと進行していたと思われるが、検証的な研究が行われたのは比較的最近になってからである。鳥居・井鷲¹⁾は京都府南部での竹林の拡大現象を解析し、以下のような考察を行った。

- ・平地・都市域では都市化の影響で竹林の消滅・縮小がみられるものの、丘陵地から山地にかけて竹林は概ね拡大している(図-1)。
- ・拡大の要因は2つ。1970年代の半ばまでは人為的に



写真-1 放置されて荒れた竹林 (高知県、2005年 著者撮影)

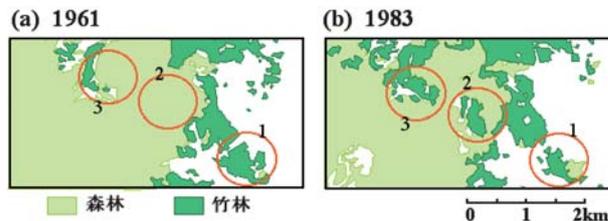


図-1 京都府南西部の竹林の拡大状況
両年の図の右側の白抜き部分は平地で市街地。1961～1983年の間に、1のマール内のように平地の都市域では竹林は減少しており、2, 3のマール内のように丘陵地、山地の斜面では拡大している。

タケノコの栽培面積を拡げていたが、それ以後は自然の分布拡大と推定できる。

多くの竹林が放置されるに至った社会背景として、タケノコの輸入自由化（1970年代）による価格の暴落、タケノコ農家の高齢化・後継者難、竹材の代替材の普及などが考えられる。

また、竹林だけでなく、周囲の二次林、人工林、耕作地にも人手が入りにくくなったという事情がある。木材の輸入自由化による材価の低迷、薪や腐葉土の需要減少、農村の過疎化などの状況が、里山全体の放置を招いた。その結果、竹林とそれに隣接する植生は、自然の生態的競争にさらされることになる。Isagi & Torii²⁾ は京都府南部の竹林拡大がみられる地域で、タケの稈高と隣接する二次林の主林木の樹高を比較し、おおむねタケの方が高いという結果を得ている。これは、生態的競争の現場において、光の獲得という面でタケが有利であることを示している。

タケは地下茎を周囲へ伸ばし、地下茎からタケノコを発生させて分布を拡げてゆく。タケノコは地下の貯蔵養分を使って伸長するので、暗い林床でも一人前のサイズまで成長することができる。すなわちタケは、春から夏の間に樹木の背丈を追い越し、樹木よりも高いポジションに枝葉を展開して空間を占有する。タケの被陰下になった樹木は成長に十分な光を得ることができず、次第に衰退してゆくと考えられる。現に、自然に拡大した竹林内には立ち枯れ状態の樹木がしばしば観察できる。逆に、竹林よりも群落高の高いヒノキ林内などでは、タケが順調に生育できず枯死している状況が観察されている³⁾。

このように、タケは元々植栽されたものであること、社会状況の変化に伴って放置されるようになったこと、生態的競争の場では、周囲の樹木などよりも有利な特性を持っていることなど社会的（人為的）要因と生態的（自然的）要因の両方が組み合わさって拡大に至っていることがわかる。

分布拡大に適 / 不適な条件と拡大の速度

先に述べたように、タケは元々タケノコの収穫などのために植えられたものである。植栽の手間を考えれば、わざわざ不便な山中に植えるはずはなく、当然集落や耕作地の周辺を選んだはずである。また、収穫の利便性から、急傾斜地よりも平坦地や緩傾斜地を選んだはずであ

る。そのような事情から竹林の分布は段丘面や丘陵地に多い¹⁾。しかし現在では、段丘や丘陵地から山地斜面へ分布が広がっている。それでは、地形や土壌の条件からみて、タケの適地 / 不適地とはどのような場所だろうか？

京都府、滋賀県、奈良県で竹林の分布拡大の有無や拡大速度の大小と、地形などの立地条件との対応関係を調べた報告がある^{3), 4)}。それによれば、斜面の傾斜度や方位、土壌条件にはあまり関係なくタケは侵入し、隣接する植生（土地利用）の影響が大きいようである。すなわち、隣接する植生が樹高の高い森林の場合はタケの侵入が阻まれ、樹高が同程度以下の森林や荒れ地、耕作地などの場合には拡大しやすいという傾向である。これは、光の獲得競争のうえでの有利 / 不利という理屈と矛盾しない。ただし急傾斜地では、拡大の速度が遅くなるという報告⁵⁾もある。経験的には、極端に土壌層が薄い場合や過湿な場合にはモウソウチクは侵入していないように見受けられるが、そのような場所を除いて幅広い立地環境条件での生育が可能であると考えられる。

それでは、竹林はどのくらいの速度で拡大を続けているのだろうか？ 京都府周辺で調べた結果では、フィールドにおける観測でも、空中写真からの判読でも、分布フロントのシフト距離は1年間でざっと2-3mという結果が出ている²⁾⁻⁴⁾（図-2）。ただしこれは何カ所も測定した平均値であって、最大では7-8mに達する。これとほぼ同様のオーダーの数字は四国や九州でも報告さ



図-2 モウソウチク群落の拡大速度（模式図）
199X ~ 200X 年の間に図の右→左方向へ拡大
分布フロントの移動距離 = 拡大したゾーンの面積 / 群落の幅
分布フロントの移動速度 = 移動距離 / 経過年数

れており、おおむね「一桁メートル」と考えて間違いはないだろう。

この「1年で2-3m」というのは対策を考える時、解釈の難しい数字である。国土全体から見れば、竹林面積はもともと日本の全森林面積の1%にも満たない。しかも西日本の里山地域に集中している。奥山にはあまりタケは分布していないので、100年経っても分布のフロントは数百m移動するだけであり、国土を覆い尽くすわけではないし、緊急性もさほど大きくはないと解釈されがちである。一方、個人レベルでみると、隣家からタケに侵入され自家の耕作地や庭にタケが林立しているとしたら迷惑この上ない状況である。この個人レベルと広域レベルのギャップも、タケ対応の具体案が出にくい理由のひとつであろう。

マダケやハチクも拡大するのか？

マダケは日本の在来種であるとされているが、現在天然分布と考えられる群落は確認できず、実際に生育しているマダケのほとんどは植栽されたものと考えられる。稈高、稈径ともモウソウチクよりもやや小さいサイズとはいえ（モウソウチクは最大25m、20cmに、マダケは20m、15cmに達する）、山野で純群落を形成しているほか、河川敷などに大群落がみられる。しばしばモウソウチクとマダケが隣接している場合があるが、とくにモウソウチクがマダケを枯らしながら拡大しているようには見えない。

鳥居ほか⁶⁾は、マダケの生態と拡大様式に関して香川県で空中写真の判読と現地調査を組み合わせる調べ、以下のような傾向を見出している。

- ・モウソウチクに比べて、マダケは稈サイズのばらつきが大きい。とくに群落の縁では稈サイズが小さい。
- ・モウソウチクはほとんど純群落を形成するが、マダケは純群落を作ることもあれば、他の樹木と混生して二次林内で亜高木層を占めることもある。
- ・空中写真の判読ではマダケ群落は抽出し辛い場合がある（とくに樹木と混生している場合、写真-2）。
- ・以上の結果として、モウソウチクの拡大は把握しやすい（図-2）が、マダケは拡大が起きているも不規則で拡大速度などを判断しにくい（図-3）。

ハチクについては、もともと分布面積が少なく、あまり大きな群落がないので極めて情報が少ない。島根県の石見銀山遺跡周辺では、鉱山や集落で使う資材としてハ

チクを多く植栽したらしく、現在多くのハチク群落がみられる。放置されたハチクの地下茎や稈によって遺跡の一部が破損するなどの問題が出ている（写真-3）。

ところでマダケに関しては、西日本各地で天狗巣病による群落の衰退現象が報告されている⁷⁾。今のところ、天狗巣病によって群落全体が完全に枯死するのかがどうかは不明であるが、仮に枯死するとすれば日本のマダケは消滅の危機にあると言え、今後の動向を注視する必要がある。



写真-2 空中写真でのタケ群落の抽出
モウソウチク（右）は純群落を形成するので、パターンがほぼ一様になる。樹木と混生するマダケ（左）は、サイズも小さくパターンが不規則で抽出が困難な場合がある（2000年撮影、香川県庁提供のオルソ空中写真の一部）。

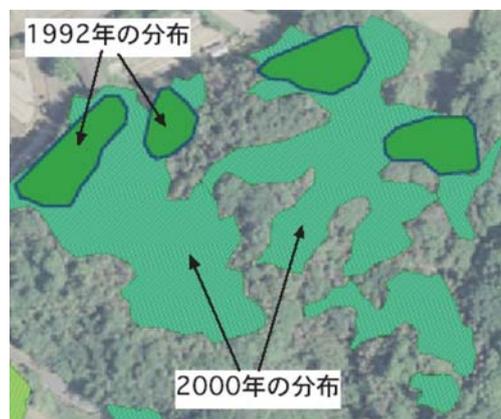


図-3 マダケの拡大様式の特徴
マダケの混生群落は写真2のように空中写真で判別しにくいので、結果的に見かけ上の拡大パターンが不規則になりやすい。この図の例では1992年の分布が把握しにくかったために、2000年に忽然と新しい群落が出現しているように見える。

なぜ厄介者扱いされるのか？

竹林の拡大を防ぐための方法はおもに3種類で、a) 伐る、b) 地中に金属やプラスチックの板を埋設して地下茎を遮蔽する、c) 除草剤の利用などである⁸⁾。当然のことであるが、伐採しても翌春にはまたタケノコが発生する。経験的には、数年続けて伐採すると発量は少なくなるようであるが、伐採の継続を怠れば再生するので、息の長い対応が必要である。地中の遮蔽板は一定の効果が認められるが、素材の耐久性によって効果の持続性は変わってくる。また板の埋設には多大な労力・資金を要するので、個人レベルの対応には限界がある。除草剤の散布は、竹林の一部または全てを枯死させる確実な方法である。多種の薬効成分の薬剤で効果が認められているが、今のところ林業用として認可されているものは1種類だけであり（日産化学工業のラウンドアップハイロード）、使用方法の制限もある（稈に穴を開けての注入）。また、除草剤の使用は周辺環境への影響に配慮する必要があり、仮に悪影響がないとしても心理的な抵抗感もあろう。ユニークなところでは、牛の放牧によってタケノコを除去するという試みもあり好結果を得ている。

以上のように、幾つかの方法は竹林の拡大防止に効果がある。しかし技術的に可能であっても簡単に実行できるわけではない。いずれの方法でも労力や資金を誰が提供するのかという根本的な問題がある。隣家の地所から自家へタケが侵入してきたとしても、基本的にはタケの除去や補償を請求する術はない。住民から自治体への陳情なども少なくないが、竹林対策は簡単に実現するものではない。税金の使途として必ずしも優先順位が高いわ



写真-3 石見銀山遺跡周辺に繁茂するハチク（島根県大田市、2008年）

けではないからである。

住民の生命や財産が脅かされているか、不特定多数に不利益をもたらすかなどの判断基準からみて、竹林拡大の影響は不明な点が多い。斜面崩壊や水資源など森林の水土保全機能の面からみて、竹林は他の樹種の森林と比べてどのような特徴を持つのか研究ニーズは高いが、対応は順調とは言い難い。保安林整備や里山再生などの事業の一環として竹林に手を入れている例もあるが、基本的に単年度予算であり根本的な解決に結びつかか疑問である。竹林は、迷惑を被っている住人だけでなく「対策の重要度の判断が難しい」という別の面で自治体にとっても「厄介者」となっているのが現実である。

本特集では、このあと竹林の現存量と炭素集積、植物の多様性、有効利用のための竹林施業、利用のネックとなっている伐採搬出コストについて述べる。

参考文献

- 1) 鳥居厚志・井鷲裕司（1997）京都府南部地域における竹林の分布拡大。日本生態学会誌 47：31-41.
- 2) Isagi Y. & Torii A. (1988) Range expansion and its mechanisms on a naturalized bamboo species, *Phyllostachys pubescens*, in Japan. Journal of Sustainable Forestry 6：127-141.
- 3) 鳥居厚志（2002）空中写真を用いた竹林の分布拡大速度の推定（II）一奈良県天香具山における事例一。環境情報科学論文集 16：375-380.
- 4) 鳥居厚志（1998）空中写真を用いた竹林の分布拡大速度の推定（I）一滋賀県八幡山および京都府男山における事例一。日本生態学会誌 48：37-47.
- 5) 林加奈子・山田俊弘（2008）竹林の分布拡大は地形条件に影響されるのか？ 保全生態学研究 13：55-64.
- 6) 鳥居厚志・奥田史郎・酒井 敦（2005）竹林の分布拡大パターン 一モウソウチクとマダケの比較一 日本生態学会大会講演要旨集 52：237.
- 7) 橋本佳延・服部 保・岩切康二・田村和也・黒田有寿茂・澤田佳宏（2008）タケ天狗巣病による西日本の竹林の衰退。保全生態学研究 13：151-160.
- 8) 林野庁（2004）林業普及情報活動システム化事業「森林生態系に配慮した竹類の侵入防止法と有効利用に関する調査」報告書。47-66.

モウソウチクは里山林の炭素吸収・貯蔵 および有機物分解にどのような影響を もたらしうるか？

小林 剛・多田 壮宏 (こばやし つよし・ただ まさひろ、香川大学農学部)

国内の里山林における竹林の面積の拡大と景観の変化が注目されるようになって久しい。自治体やマスコミはこの現象を「問題」としてとらえ、対策を図ったり報道をくり返してきた。実際に、里山林の「竹やぶ化」による景観の荒廃と森林の管理・利用のし難さの助長は、多くの農業や森林施業に関わる人たちを悩ませている。いくつかの研究は、タケ類の優占による林内環境の悪化や生物多様性の低下を報じている（例えば Isagi and Torii, 1998, Touyama *et al.*, 1998, Suzaki and Nakatsubo, 2001）。また、農耕地周辺の竹林の発達を介し、イノシシなどの哺乳動物の行動圏の変化が引き起こされ、農作物に多大な被害がもたらされている地域も少なくない。その一方で、竹林が拡大することによって生じる生態系のはたらき（機能）や我々に対するサービスの変化は、十分に理解されているとは言い難い。例えば、竹林が拡大することによって森林の水源涵養機能や土砂災害防止機能が低下することがしばしば危惧されているが、明快な実証とそれに基づいた竹林の取り扱いの指針は未だ得られていないように思われる。本稿では、竹林の炭素吸収、貯蔵および有機物の分解過程に注目し、竹林の機能の評価を試みた研究例を紹介する。

森林は地球上の生態系における主要な炭素吸収・貯蔵源の一つである。森林を構成する巨大な植物たちは、光合成によって大気中の二酸化炭素（CO₂）を吸収し、炭素化合物を合成して植物体に蓄積している。それらの量は地球上の生態系の光合成生産の約 50%、炭素現有量の約 90%に達する（Begon *et al.*, 1999）。このことから、森林の活発な活動と発達が、温室効果ガスの一つである大気中の二酸化炭素の濃度を抑制するはたらきを発揮することが期待されるようになってきている。一方、森林は多量の植物遺体（リター）を生産し、それが地表面に

蓄積して土壌動物や微生物によって分解される過程において、いくつかの温室効果ガスを放出することも知られている。このことから、森林が必ずしも炭素の吸収源や地球温暖化の抑止力とならないという見解も生じている。そこで、筆者らは西日本の香川県のモウソウチク林を対象として、竹林がこの地域の炭素吸収・貯蔵および分解量をどのように変化させうるのかについて調査・解析した。その成果は未だ十分とは言えないが、これまでの結果の概要を記すとともに、それに対する忌憚ないご意見をいただきたい。

香川県における竹林面積の拡大とその要因

香川県は温暖・少雨で特徴づけられる瀬戸内式気候（地中海性気候）の下にあり、土壌には保水性や栄養分に乏しいマサ土が広く見られる。かつての香川県においては、これらのような条件の下でも生育が良好となりやすいアカマツが里山林の大半を占めていた。しかし、1970年代以降、いわゆる「マツ枯れ」によってマツ林は劇的に衰退した。これと並行して、エネルギー利用や産業構造の変化によって里山林の利用停止や管理放棄が進み、竹材の取得やタケノコ生産のために導入・植栽されていた竹林も放置されるようになった。この地域の本来の植生の姿は、主に常緑広葉樹林（シイ・カシ林）と考えられている。しかし、気候・土壌および過去～現在の強度の土地利用などが制限要因となり、マツ枯れ後の森林の遷移は常緑広葉樹林へ順調に推移しているとは必ずしも見なすことができない。とくに顕著なのが、里山林におけるモウソウチク（*Phyllostachys pubescens*、中国大陸からの移入種）、マダケ（*P. bambusoides*）およびハチク（*P. nigra* var. *henonis*）などのタケ類の分布域と面積の拡大である。環境省の自然環境基礎調査の結

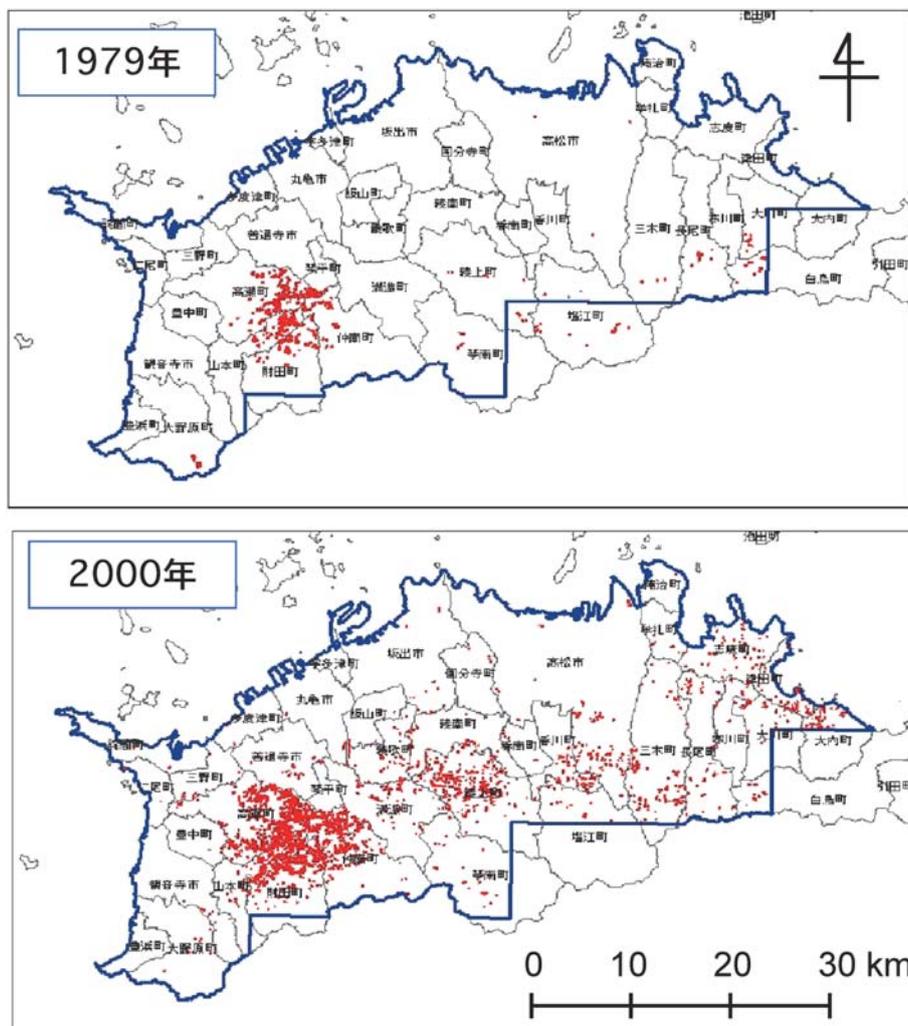


図-1 植生図（環境省）から作成した香川県における竹林分布と面積の変遷
赤く塗りつぶした箇所が竹林を表す。1970年代末から2000年にかけて、竹林として識別されるようになったパッチの数が激増している。青線の枠は解析に用いたメッシュ範囲を表す。

果（植生図）から、1970年代末～1990年代末の竹林の分布と面積を表してみると、この約20年の間に竹林の面積は3倍以上に増大していた（図-1、小林ほか2004）。タケ類は種子繁殖を行うことは稀であり、竹材やタケノコ生産のために新たに植栽される機会も近年はほとんどなくなっていることから、かつて人為的に植栽されたタケ類が栄養繁殖（タケノコの発生をともなうクローン成長）によって専有面積を急速に拡大した結果と考えられる。それを裏付けるように、香川県における竹材とタケノコ生産はそれぞれ1970年代および1980年代以降に激減している（香川県農林水産統計年報）。森林を形成する多くの樹木は、林冠木に成長し林分内で優占するようになるまでに数十年から数百年の時

間を要すが、タケ類はタケノコからの伸長によって数週間でそれを可能にする。マツ枯れ跡地や放棄畑などの開放地はタケノコが発生・定着しやすい場所であり、稗（かん：タケ類の主茎）やタケノコが採取されず放置されれば、タケ類は短期間で里山を埋め尽くし、地域の風景を変える。

香川県におけるモウソウチク林分の構造と機能の調査

香川県高松市西植田町（香川県立公洲森林公園ドングリランド内、図-2・図-3）のモウソウチク侵入林分に10m四方の調査枠を複数設け、毎木調査と林内微環境の測定を行ったところ、香川県の里山二次林においても



図-2 香川県高松市内における郊外の景観（高松市西植田）
かつてのアカマツ林は衰退し、広葉樹林に遷移することなく竹林化している里山林が多く見られる。



図-3 調査地（高松市西植田ドングリランド）には、本文中で紹介した調査区以外に林冠アクセスタワーを設置した調査区も設けている。このタワーを活用してモウソウチク林冠部の微気象や個葉光合成などの測定も行っている。

モウソウチク優占度の増大にともなって、1) 林内光強度と土壌の水、炭素・窒素含有量の低下、2) 植物相（とくに草本層）と動物相（アリ以外の昆虫相・鳥相）の多様性の低下が生じていることが分かった（小林ほか 2004）。比較対照として、モウソウチク純林、アラカシやクヌギなどからなる広葉樹林、侵入したモウソウチクを除去した広葉樹林などにも調査枠を設け、2003 年以降現在まで毎木調査、リターフォール量・リター分解速度の調査および各種の林内微環境の調査などを継続して行っている。それぞれの林分の調査枠ごとに、2008 年 12 月時点での地上部現存量を推定した。ここで、モウソウチクの推定には、同月の毎木調査で得られた胸高断面積を、奥田ほか（2006）の数式を用いて乾物量に換算し、さらにその値を Isagi *et al.* (1997) のモウソウチク植物体中の炭素濃度の記載に基づいて炭素量に換算するという手順を用いた。同様に、広葉樹についても隅田（1993）の数式と一般的な広葉樹の植物体中の炭素濃度の値を用いて推定した。

モウソウチク林の地上部現存量

上記林分での調査の結果、モウソウチクが侵入または優占する林分の地上部現存量は随伴する広葉樹その他の

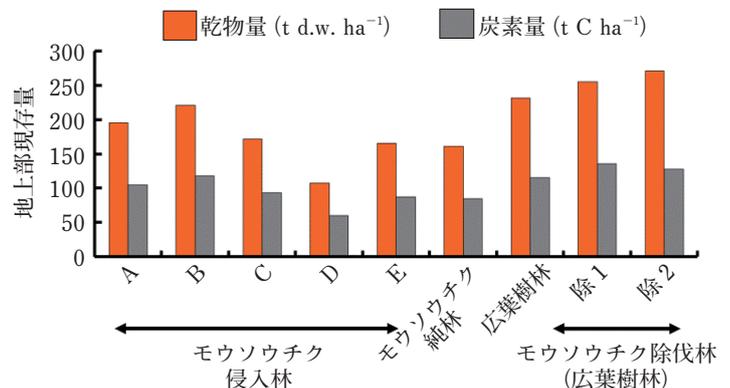


図-4 高松市西植田（ドングリランド）における里山二次林の地上部現存量（推定 2008 年）

樹木の現存量を合わせても、モウソウチクを欠く林分より小さい傾向にあることが分かった（図-4）。このとき、モウソウチクの稈の新規加入数、現存量および相対成長速度は、1) 広葉樹の相対成長速度の低下や枯死を導く一方で 2) 林分全体の現存量や相対成長速度に貢献しない傾向がともなっていた。また、モウソウチクの優占度が高いときほど、モウソウチクの相対成長速度は低かった。以上のことから、モウソウチクの侵入と優占は、この地域の森林の炭素吸収量や貯蔵量を抑制していることが示唆された。モウソウチクの急速な侵入と成長は、短期的にはマツ枯れ以降の森林の炭素吸収量や保持量を

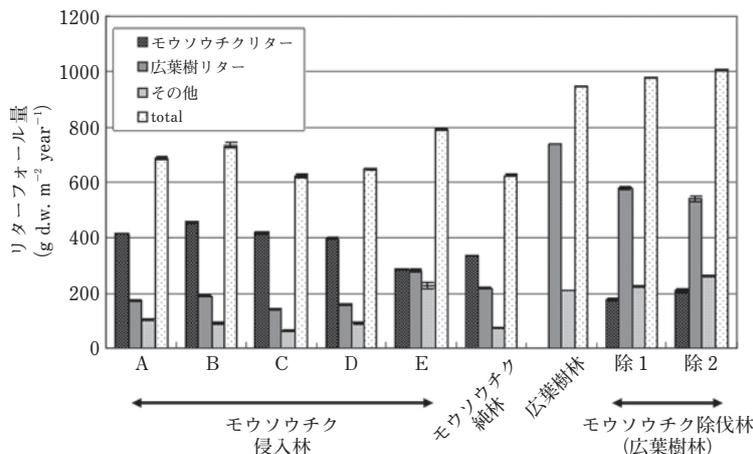


図-5 高松市西植田（ドングリランド）における里山二次林内のフィンリター生産量（2006年から2007年にかけてのリターフォール量）エラーバーは標準誤差を表す（n = 4）。

補償している可能性があるものの（後述）、その高い競争能力と密度効果によって、長期的には広葉樹林への転換や森林の炭素吸収・貯蔵能を低下させる可能性がある。タケ類の稈が中空の構造となっているという形態的な特性は、タケ類が樹木より小さな現存量で林内の空間を占有することに寄与しているかもしれない。タケ類の稈は林冠木を形成するような大型の樹木の幹よりも寿命が短い、死亡した稈によって生じた空間をクローン成長によって再び占有することが可能だろう。

モウソウチク林のリター動態

森林の重要な炭素貯蔵の場として地下部がある。リターに由来する有機質土壌と植物-菌根菌からなる根系の持つ炭素量は、地上部に匹敵するかときに上回ることもさえる。しかし、筆者らの調査林分では、モウソウチクの優占度が高いときほど土壌中の炭素濃度は低くなる傾向が見いだされた。リタートラップ法によってフィンリター（葉や小枝の枯死体）のリターフォール量（リター生産量）を見積もってみると、モウソウチクの優占する林分で小さい傾向にあることが分かった（図-5）。このとき、林分あたりのリター生産量に正の貢献をするのは広葉樹の優占度であり、モウソウチクの優占度はリター生産量に影響を持っていなかった。さらに、リター中の炭素濃度は、モウソウチクに由来するリターで低い傾向が見いだされた。地表面でのリターの分解速度をリターバッグ法によって求めてみると、リター中に占める

モウソウチク由来のリターが多いときほど分解速度が低くなっていた。リターの分解速度は土壌の含水率と正の相関があったが、モウソウチク優占林分では土壌含水率が低い傾向にあった。以上のことから、モウソウチクの優占はリターを介した地表への有機物の供給を減少させることが示唆された。モウソウチクリターは炭素濃度だけでなく窒素濃度も低い傾向にあり、土壌動物や微生物による利用価値が低いと考えられた。モウソウチクは落葉や落枝を形成する前に、資源を植物体中に回収することによって効率よく成長している可能性がある。タケ類のこのような生活史戦略が、林内の物質循環に対して抑制的に作用している可能性は興味深い。

香川県の森林の炭素量に対するモウソウチクの影響

香川県内の竹林が、モウソウチク林またはアカマツ林または常緑広葉樹林だと仮定し、それぞれの地上部炭素現存量を求めた（図-6）。筆者らが調査したモウソウチク林の毎木調査の結果に対し、前述と同じ方法でモウソウチク林または広葉樹林として炭素現存量を算出し、それにランドサットTMデータから求めた香川県における推定竹林面積（3987 ha、小林ほか 2004）を乗じた。同様に、アカマツ林としては Tanabe *et al.* (2003) の数式を用いている。このようにやや乱暴な推定ではあるが、モウソウチク林はかつてのアカマツ林よりも大きな炭素量を保持していることが分かる。このことから、竹林のバイオマスは意外と大きく、マツ枯れ後の森林の

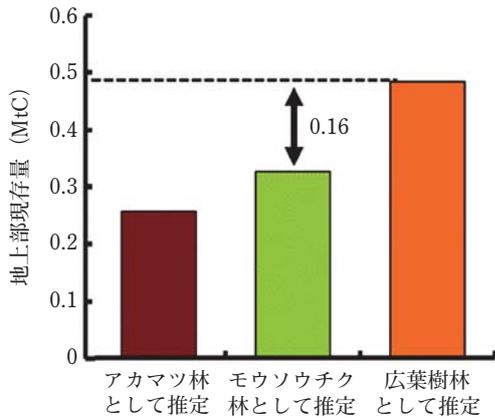


図-6 香川県の竹林 (2000年のランドサットTMデータから推定) に占める地上部炭素現存量 (推定貯蔵量)

機能の回復に重要な役割を果たしている可能性が示唆される。一方、上述してきたように、この地域の本来の植生である広葉樹林よりも炭素貯蔵量は少ない。ここでは地下部の炭素量を合算できてはいないものの、リター生産や分解過程を考慮すると、地下部の貯蔵する炭素を加味しても竹林の炭素貯蔵能は潜在的な自然植生ほど大きくはない可能性が高い。なお、広葉樹林としての推定値とモウソウチク林としての推定値の差 (0.16 MtC) は、適切に管理されたスギ林の炭素量 (林野庁) の 940 ha 分に相当する。

おわりに

竹林の機能の理解には多くの課題が残されているとともに、地域の森林の変遷とその原因をどのようにとらえるかによって竹林に対する評価は異なるだろう。竹林の拡大の社会的な背景にはおそらくエネルギー・食糧問題があり、生物学的にはマツ枯れを引き起こしたマツノザイセンチュウの侵入や過去のモウソウチクの導入などの外来種問題を含んでいる。そして、森林の生物相・機能評価とそれに基づいた森林の維持管理には、多様な価値観と学問分野を総合した体系的・総合的な取り組みが必要であることを我々に再認識させてくれる。我々がどのように森林と付き合い、どのように竹林の拡大を促してきたのか。タケを「問題」とする前に見つめ直さねばならない「問題」は多いはずである。

香川県、どんぐりネットワーク、香川大学の皆さまを

はじめとする調査・解析にご理解・ご協力くださった方々に、この場を借りて深く御礼申し上げます。

参 考 文 献

Begon, M. *et al.* (1999) Ecology (3rd. ed.), Blackwell [堀 道雄 監訳. (2003) 生態学. 京都大学学術出版会].

Isagi, Y. *et al.* (1997) Net production and carbon cycling in a bamboo *Phyllostachys pubescens* stand. *Plant Ecology* (formerly *Vegetatio*), 130: 41-52.

Isagi, Y. and Torii, A. (1998) Range expansion and its mechanisms in a naturalized bamboo species, *Phyllostachys pubescens*, in Japan. *Journal of Sustainable Forestry*, 6: 127-141.

香川県
http://www.pref.kagawa.jp/kankyo/midori/tikurin/3_riyou/3_riyou.htm

小林 剛ほか (2004) 竹林の侵入・拡大による森林への影響に関する研究・研究報告書 (香川大学農学部). 香川県.

奥田史郎ほか (2006) タケの地上部現存量を簡易に推定する. 森林総合研究所 平成 18 年度研究成果選集: 42-43.

林野庁
http://www.rinya.maff.go.jp/seisaku/sesakusyoukai/19hakusyo/h_2.pdf

隅田明洋 (1993) 二次林における階層構造の解析. 名古屋大学農学部演習林報告, 12: 31-145.

Suzaki, T. and Nakatsubo, T. (2001) Impact of the bamboo *Phyllostachys bambusoides* on the light environment and plant communities on riverbanks. *Journal of Forest Research*, 6: 81-86.

Tanabe *et al.* (2003) Biomass and net primary production of a *Pinus densiflora* forest established on a lava flow of Mt. Fuji in central Japan. *Journal of Forest Research*, 8: 247-252.

Touyama, Y. *et al.* (1998) Myrmecofaunal change with bamboo invasion into broadleaf forests. *Journal of Forest Research*, 3: 155-159.

竹林は植物の多様性が低いのか？

鈴木 重雄 (すずき しげお、立命館大学)

はじめに

拡大を続けている竹林 (Okutomi *et al.*, 1996 ; 鳥居・井鷲 1997 など)、そこで植生の構造、植物の多様性はどのように変わっているのだろうか。ここでは、タケ (主にモウソウチク) が広葉樹林に侵入して、竹林へと変化していく中で、植生構造がどのように変わっているのかに焦点を当ててみたい。竹林の拡大に伴う植生構造の変化は、主に広葉樹二次林から成る里山林が豊富に有しているとされる生物多様性が失われるということで、広く問題視されている。確かに多くの竹林は、密な葉群をもつタケが林の上層を覆ってしまうことにより、図-1 のように暗く、植被もまばらな林床しか持っていない。

かつて、マダケ林を中心に研究を進めた沼田 (1962) は竹林が遷移の途中相であると想定し、竹林は、時間の経過とともに、林内で広葉樹が成長することにより、広葉樹林に遷移すると考えていた。しかし、空中写真を用いてここ 40 年間の竹林分布の変化を各地で調査した著者の経験から、竹林が他の植生に変化することは稀であり、一度、広葉樹林に侵入したタケが竹林を形成し、それが長年維持されている場所は多いことが分かってきた。



図-1 林床にほとんど植被がみられないモウソウチク林 (広島県竹原市にて筆者撮影)

では、一度竹林になってしまうと他の植生に変わりにくい竹林の拡大は、生物多様性や植生構造へどのように影響を及ぼしているのだろうか。意外なことに、樹林地へのタケの侵入が植生構造に与えた影響についての研究は、金沢市における瀬嵐ほか (1989) や、兵庫県における山口・井上 (2004) に見られるに過ぎない。これは、竹林が純然たる「自然」の植生でないと研究者が回避したことと、先にあげた遷移の途中相であるとの見方が原因であるように思える。しかし、竹林の拡大が生態系へ与える影響を推定するためには、竹林化による植生構造の変化が植物の多様性へどのような影響をもたらしているか明らかにすることが必要である。そこで、筆者が中国地方で行った調査 (その結果の一部は、鈴木・中越 (2008) で発表) を中心に、モウソウチクが広葉樹二次林に侵入する過程で、その植物相に与える影響を概観したい。

調査の方法

広葉樹林へのタケの侵入に伴ってどのような植生変化が起こるのか、一つの調査プロットでその変化を追跡しようとする、いくらタケの侵入速度が速いといっても、少なくとも十数年の歳月がかかってしまう。それでは現実的でない。そこで、島根県、広島県のモウソウチク林とそれに隣接する広葉樹林に設置した 27 か所の調査区で、高木層、亜高木層、低木層、草本層に分けて被度と各層に出現した植物種の記載、優占度の目測を行った。同時に、プロット内の全生存竹稈の胸高直径を計測し、これより算出した胸高断面積合計をそのプロットの竹林化進行度として解析を進めた。また、高木層と亜高木層でタケと広葉樹がどの程度、競合しているかによって竹林 (高木層・亜高木層にモウソウチク以外存在しない)、混交 A (モウソウチクと広葉樹が混在し、モウソウチクが高木層に達している)、混交 B (混在しているがモウソウチクは亜高木層にとどまる)、広葉樹林 (モウソウチクが亜高木層にも達していない) に分けて、出現植物種の傾向も明らかにした。

階層構造の単純化

図-1からも分かるように、竹林の階層構造は、極めて単純である。このような状況は、竹林化前の階層構造の発達した雑木林からは想像もつかない状況である。これは調査結果にも表れた。図-2は27調査区においてモウソウチクの胸高断面積合計と各層の被度との関係を示したものであるが、モウソウチク胸高断面積合計が大きくなるにしたがって、高木層の被度は大きくなるものの、他の層の被度は軒並み低下し、最終的に亜高木層は消滅していた。

その場所の極相となる樹種の多くは、自らの樹冠下で、次世代の幼木を育てる必要がある。しかし、タケの場合には、地下茎でつながったタケノコを自らの林冠で生成した養分で育てれば済むわけである。このため、全ての光が高木層で遮られてもタケの更新には支障がなく、階層構造が成立する余地は限られてしまう。よって林内には、モウソウチクの強い被陰にも耐えることのできる種がまばらに点在する図-1のような状況になってしまっても不思議ではないと言える。

竹林化で残る種・消える種

では、モウソウチクの被陰にも耐えることのできる種や、逆に被陰に弱い種は、どういった種だろうか。瀬嵐ほか(1989)の研究では、竹林で残りやすい植物種は、ヤブコウジ、ジャノヒゲなど常緑で耐陰性の強いものや、サルトリイバラ、ミツバアケビなどのつる植物であるとしている。

今回行った調査の結果、低木層において、ほとんどの種がモウソウチク林化の進行に伴って、出現しなくなっ

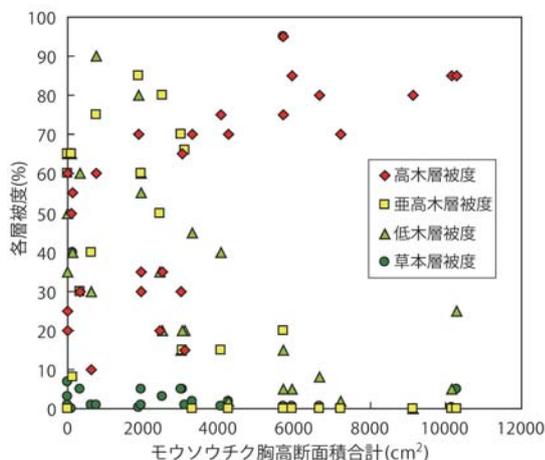


図-2 モウソウチクの侵入に伴う各層の被度の変化

ていた。明るい二次林を代表するようなアセビ、ソヨゴ、ヤマツツジ、コガクウツギ、ネジキなどだけでなく、照葉樹林の林床で多く見られ、耐陰性の強い、ヒサカキ、ネズミモチ、ヤブツバキ、アオキなども出現頻度が低下していた。わずかに、ナンテンとチャノキだけが竹林になるに従って、出現頻度をやや上げていた。草本層では、この傾向は薄らぐようであるが、コシダ、ヤマツツジ、コガクウツギなど明るい広葉樹二次林を代表する種の出現頻度の低下が顕著であった(表-1)。一方、ツタ、ク

表-1 林の状況による草本層への出現頻度の違い

	竹林	混交A	混交B	広葉樹林
アラカシ	III	V	III	V
ヤブコウジ	III	V	III	IV
ヒカゲスゲ	III	IV	III	IV
サルトリイバラ	II	III	IV	II
フジ	III	II	II	IV
テイカカズラ	III	II	III	IV
ヤブラン	II	III	II	II
チャノキ	IV	I	III	II
ヒサカキ	III	III	II	II
ヤマウルシ	II	IV	II	-
コシダ	I	II	II	V
ツタ	III	II	III	-
マンリョウ	II	IV	II	-
ナワシログミ	II	II	II	-
チヂミザサ	II	II	I	II
ベニシダ	I	II	II	-
シロダモ	-	III	II	II
トウネズミモチ	I	II	II	-
シシガシラ	I	I	II	II
ヤマノイモ	I	II	II	II
ナンテン	I	II	II	-
ヤブツバキ	II	I	II	-
ヤマツツジ	-	II	I	IV
ヤブムラサキ	I	III	I	-
クサギ	II	II	II	-
カエデコロ	-	II	II	-
コナラ	I	II	I	-
ミツバアケビ	I	II	I	-
アオキ	II	II	-	II
ヤブニッケイ	II	-	I	-
コガクウツギ	-	I	II	II
アカメガシワ	II	I	-	-
サンカクヅル	I	I	I	II
アセビ	I	I	II	-
ネズミモチ	II	-	I	II
スイカズラ	I	I	II	-
ジャノヒゲ	I	I	I	-
シュロ	I	I	I	-
クリ	II	I	-	-
クズ	II	-	I	-
イヌツゲ	I	II	-	-
ソヨゴ	I	I	I	-
タラノキ	II	-	I	-
コシアブラ	-	I	I	II
タカノツメ	II	-	I	-
エゴノキ	II	-	I	-
クロキ	I	II	-	-
ヘクソカズラ	I	-	II	-
ツルアリドウシ	-	II	-	-
コックバネウツギ	-	I	I	II

27調査区のうち3調査区以上で見られた種のみ抜粋。
(I : 10~20%、II : 20~40%、III : 40~60%、IV : 60~80%、V : 80~100%)

ズ、テイカカズラなどのつる植物、ヒサカキ、ヤブツバキ、アオキなど耐陰性の強い常緑広葉樹の実生は、多く存在していた。また、チャノキ、アカメガシワ、タラノキなどの先駆的樹種は竹林内に生じた小規模のギャップなどに見られたものの、林縁など光条件に恵まれた場所以外では、成長する事が難しいようで、低木層ではその出現頻度が低かった。

このように竹林化に伴って、広葉樹二次林に生育していた光要求度の高い林床植物が減少し、耐陰性の強い低木や草本が残存するという傾向が確認できた。一方、竹林のみで典型的に見られる種群は存在しておらず、広葉樹林にモウソウチクが侵入する事は、特に光要求度の高い林床植物と、林冠で競合する高木種を減少させ、植物種多様性にはマイナスの影響しかもたらしていないといえる。

植物の多様性の低下

では、竹林に出現する植物の多様性を、多様度を示す Shannon-Wiener 指数から比較してみよう。27 調査区のモウソウチク胸高断面積合計との関係を示したのが、図-3 である。この結果は、モウソウチクの胸高断面積合計の増大に伴って、指数が低下、すなわち植物の多様性が低下していることをはっきりと示していた。

ここまでみてきたように、広葉樹林へのモウソウチクの侵入は植物多様性の衰退をもたらし、ひいては生物の多様性にもマイナスの影響を与えていることが分かる。また、これらの結果は、金沢市（瀬嵐ほか 1989）や兵庫県（山口・井上 2004）で報告されたものと同じ傾向を示しており、竹林の拡大による生物多様性の衰退が各地で進行していると推察される。

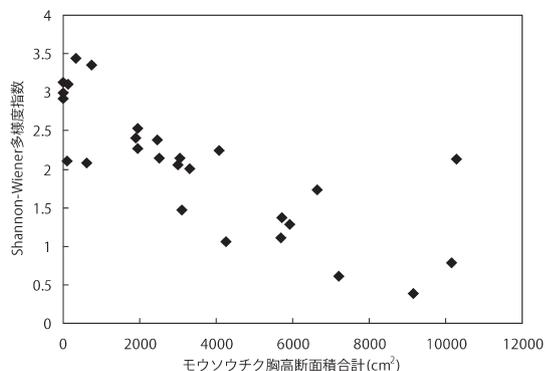


図-3 植物の多様性とモウソウチクの胸高断面積との関係

植物の多様性への伐採の効果

このようにモウソウチク林化してしまった元広葉樹林において、どのようにすれば生物多様性が高まるのだろうか。筆者は島根県大田市で活動している NPO 団体緑と水の連絡会議と共に、モウソウチク林の伐採実験を継続的に行っており、そこでの伐採後の植生構造の変化を観察してきた（鈴木ほか 2008）。

皆伐を行った場所では、伐採直後より、草本・木本の実生の発芽や、ナンテン、チャノキなど根茎が残存していたとみられる株の成長により、一時的に出現種数の増加がみられた（図-4、図-6）。しかし、翌春以降はこれらを覆うように矮小化したモウソウチク稈が高密度で発生した。これによって伐採区は次第に被陰され、伐採3年後には、伐採されずに残っていたアラカシまでもが被陰されるに至った（図-5）。この間、出現種数は、次第に減少していった（図-6）。このことから、1度伐採しただけでは、モウソウチクの旺盛な成長によって、そこを広葉樹林に戻すことは困難で貴重な埋土種子を浪費



図-4 伐採翌年の伐採地
矮小化したモウソウチク稈の間に多くの帰化種を含む1年草が侵入した（筆者撮影）。



図-5 3年後には急速に成長したモウソウチクが他種を被陰するにいたった（筆者撮影）

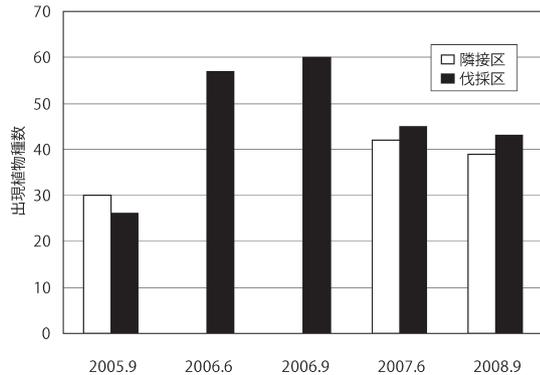


図-6 伐採後の伐採区と隣接区の出現植物種数の変化
伐採は2005年9月の調査直後に行った。

するだけに終わってしまう可能性が高い。

一方、調査区内での伐採は行わなかったものの、皆伐地に隣接しているために、林床が明るくなった調査区では、アカメガシワ、キイチゴ類など先駆的樹種の実生が多数確認され、出現種数も急激に増加した。このことから、モウソウチク林化による植物種多様性の低下は、林冠の鬱閉による林内の光環境の低下が主な原因であると推測される。このため、竹林を間伐などによって林床まで光が差し込む環境にすれば、植物の多様性も担保され、生物多様性もある程度は回復することが見込まれる。

おわりに

このように、全国各地で進行しているモウソウチク林の拡大により、侵入された植生の植物種の多様性が大き

く損なわれていることが分かってきた。その原因は、高木層に厚く広がるモウソウチクの葉群による被陰であると考えられ、林内に光が差し込むように間伐を施すことで、幾分、生物多様性の衰退に歯止めがかかることも示唆される。

引用文献

- 沼田 真 (1962) 竹林の生態学. 日本生態学会誌 12: 32-40.
- Okutomi, K., Shinoda, S. and Fukuda, H. (1996) Causal analysis of invasion of broad-leaved forest by bamboo in Japan. *Journal of Vegetation Science* 7: 723-728.
- 瀬嵐哲央・丸真喜子・大森美紀・西井武秀 (1989) 竹林群落の構造と遷移の特性—雑木林の竹林化—. 金沢大学教育学部紀要 (自然科学編) 38: 25-40.
- 鈴木重雄・中越信和 (2008) モウソウチク稈密度の増加が植物種数に及ぼす影響. *Hikobia* 15: 185-192.
- 鈴木重雄・菊池亜希良・中越信和 (2008) モウソウチク稈の除去後に再生した植生の構造と種組成の変化. *景観生態学* 12(2): 43-51.
- 鳥居厚志・井鷲裕二 (1997) 京都府南部地域における竹林の分布拡大. 日本生態学会誌 47: 31-41.
- 山口 修・井上升二 (2004) モウソウチクを主とするタケ類の里山林への侵入と照葉樹林への参入. 兵庫教育大学研究紀要 24: 81-94.

竹資源の新たな有効利用のための竹林施業

柴田 昌三 (しばた しょうぞう、京都大学フィールド科学教育研究センター)

はじめに

南西日本を中心とする地域で竹林の管理放棄が問題とされるようになってから久しい。管理放棄は1980年代の竹材生産の減少に端を発した。これは1970年前後に全国規模で起こったマダケの開花枯死による一時的な竹材供給バランスの崩壊によるところもあると考えられるが、他の木材生産と同様に、生産者の高齢化、海外からの安価な竹材輸入の増加と竹材価格の低迷、竹材加工技術そのものの海外輸出に伴う海外製竹製品の輸入量の増加、などが影響するところが大きいと考えられる。1990年代には、海外からの筍製品（主に水煮筍）の輸入が急増し、国内の筍生産が急減した。すなわち、竹林からは竹材と筍という二種類の大きな収穫物があつたが、その両方の生産が衰退していったことになる。特に、筍生産の減少は、江戸時代初期に中国大陸から導入されたとされるモウソウチク林の管理放棄につながったことから、これに伴う竹林の荒廃と周辺への拡大は、日本独自の植生に影響を与える問題として、「竹林拡大」という言葉を広める結果となった。

我が国には230種あまりの竹類が存在するとされている(鈴木 1978)。そのうち、約3分の2は、稗の成熟後も竹の皮(稗鞘)が落ちない(宿性の)ササ類とされるもので、日本の自然植生においては林床植生あるいは里や草原の植生を構成する。残りの約3分の1が竹の皮が稗の成熟後に落ちる(早落性の)タケ類とされるものである。今回の特集で対象となっている竹は、我が国に存在するタケ類の中では最も大型になる、モウソウチク、マダケ、ハチクの3種である。ここでは、これら3種の竹からなる竹林の施業について考えてみたい。

管理されなくなった竹林は今…

過去数十年の間に、放置された竹林は自然のままに推移してきた。竹林面積の変化を、農林水産省統計の森林面積に関する資料と林野庁の業務資料の二つの統計資料

から見ると、かつては全国の竹林のほぼ9割が管理・経営されている竹林であったことがわかる。しかし、1980年代以降、管理・経営竹林の面積は減少の一途をたどり、現在では全竹林面積の3分の2程度が管理を受けていない竹林となっている(図-1)(柴田 2001、柴田 2003)。

管理されなくなった竹林はどのような状況にあるのであろうか。管理が放棄された竹林では、枯死竹の割合が増加し、それらが倒伏、斜上することによって、人が入ることもままならないような状況になる。竹林拡大に関する過去の報告をみると、その様相にはいくつかのパターンがあるようである。その違いは、竹の種によって異なる傾向が見られる。我が国に存在する竹の中で最大級になるモウソウチクは、多くの場合、周辺植生よりも樹高が勝ることが多いため、植生に侵入し、雑木林や人工林に覆い被さるようによび占めていくことが多い。そのため、本来は樹木で構成されていた森林がモウソウチクの純林に近い植生に推移している例が多く見られる。モウソウチクは比較的乾性の立地においても侵入していくことがあり、「山を登る」といった表現で、その拡大が報告されることもある。

一方、マダケやハチクは周辺樹林と比べて、樹高にそ

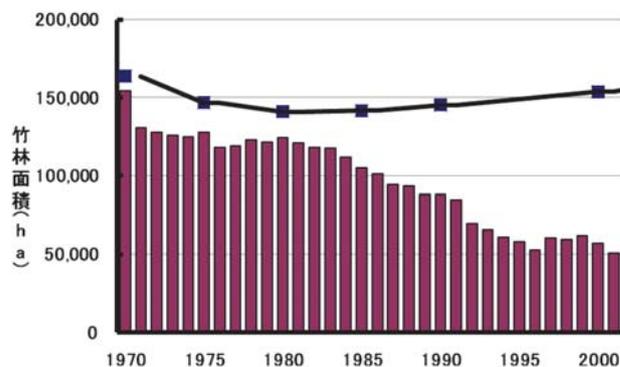


図-1 日本の全竹林面積(折れ線グラフ:農林水産省統計)と管理・経営竹林面積(林野庁業務資料)の変化

れほど大きな差がないことが多く、周辺樹林内の中高木層を占めるような形で植生を広げていくことが多い。その結果、大面積にわたって林冠構造を変化させるような例はそれほど多くない。また、橋本ら(2008)が報告しているように、管理の喪失によってテングス病が蔓延しており、これによって、自ずから衰退傾向にある竹林が多くなっている。現在、管理されていないマダケ林やハチク林では必ずといっていい確率でテングス病が確認できるため、今後もこの2種が旺盛な成長力を持って、拡大を続けていく可能性は低いように思われる。

いずれにしても、現在の我が国の大型竹類主要3種の竹林はいずれも、多くが管理されず、荒廃していることに加えて、周辺土地利用(人工林や里山などの樹林、休耕農地、溜め池等)に対する影響も拡大している。このことが、現在では大きな問題としてとらえられているのである。

竹林に対して従来行われてきた管理方法

これまで日本人は竹林をうまく管理してきた。竹は滅多に花が咲かない。このことは、他の植物に対して人間が行ってきたような交配による品種改良が、竹に対しては不可能に近かったことを意味する。その結果として、日本人は野生の竹をそのままの状態でもコントロールする技術を培ってきた。管理放棄による竹林の拡大は、言うならば、竹を従来の野生状態に解き放ったことに起因しているともいえよう。

日本人が竹林とうまく伍するために培ってきた管理技術とは、大まかに言うと密度管理である。竹材生産を目的とする場合には、竹材として最も適した質を持つ4~5年生の稈が秋に伐採収穫される。そのため、これより老齢の稈は、収穫期に枯死稈と同時に処理される。理想的に維持されている竹林では、秋に伐採された稈と同数の稈が翌春仕立てられ、余剰に出てきた筍は食用に供される。現在に至るまで、竹材として最も有用な竹はマダケである。管理放棄されたマダケ林では、稈密度は10,000~20,000本/haの密度になるが、管理されている竹林では、生産される稈の太さに応じて、5,000~12,000本/ha程度に維持される。マダケのように細工性に優れた稈は得られないことから、丸竹としてしか利用できないモウソウチクにおいても、筍生産との組み合わせによって農業利用が行われてきた。竹材と筍両方の利用を考える場合には、4,000~5,000本/ha程度の



図-2 管理竹林
管理された竹林は、明るく、整然としており、枯死稈は存在しない。

密度で維持される。モウソウチクの場合にも、放置されると、10,000~12,000本/ha程度の高密度になる。

また、モウソウチクでは、筍生産に特化した竹林管理も行われてきた。その技術は、関西地方と関東地方で独自に発展し、それぞれ京都市、および目黒式と呼ばれている。いずれの管理においても密度管理が行われ、2,000~3,000本/haという低密度に維持される。京都市では密度管理に加えて、春に稈の先3分の1ほどを切り落とす「先止め」(京都市では「裏止め」と初冬の客土が行われる。目黒式では夏~初秋に根伏せと呼ばれる地下茎管理が行われる。目黒式はほとんどみられることはなくなったが、京都市は現在でも全国各地の筍産地で行われている。

現在の竹林を管理の有無や履歴から分類すると…

管理が行われている竹林は、少なくなったとはいえ、現在も存在する。竹林拡大が問題視されるようになった今世紀初頭、竹をよく理解しない一般社会は、竹の存在そのものを否定するような考え方をもちかけた時期があった。竹林拡大を最も顕著に見せた種がモウソウチクであったこともあり、導入植物イコール帰化植物という図式のもとに、その存在そのものを否定しようとしたの



図-3 放置竹林
枯死程が倒伏、斜上し、入る隙もない。
この写真を撮影した場所は図-2に近接する
場所で、放置後3年しか経っていない。

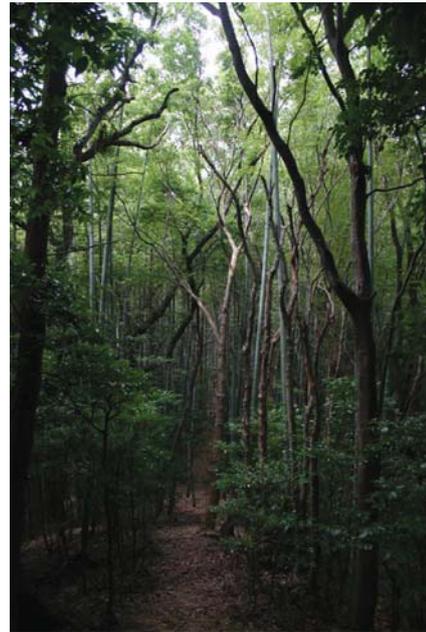


図-4 木竹混交林
この写真は竹が侵入しつつある最前線
である。この段階であれば、もとの植
生に戻すことは比較的容易である。

である。その結果として、竹林撲滅論が世の中に蔓延し、すべての竹林が悪者にされた。その中で、「竹林退治」を要請された行政は、全国で15万haを超える竹林面積の広さにため息をついたのである。

しかし、竹林のすべてが周辺に侵入・拡大しているわけではなく、現在も管理されている竹林が多くあるのは自明である。そこで著者は2005年に、真に竹林拡大等による植生の衰退を招いている竹林、すなわち、本当に対策を講じるべき竹林を見いだすために、竹林を4つのカテゴリーに分類することを提案した。提案したカテゴリーは、管理竹林、放置竹林、拡大竹林、木竹混交林である。このうち、管理竹林は管理が行われている竹林であり、ことさら取り立てて問題視する必要はない(図-2)。放置竹林はかつて管理されていた竹林である。少なくとも一定の期間、竹林として維持されていたため、管理の再開によって、もとの竹林に再生することが可能となることから、これもそれほど問題視する必要はない(図-3)。

問題となるのは拡大竹林と木竹混交林(図-4)である。前者は、もともと竹林ではなかった場所が竹林化してしまった場所であり、後者はそのように変化しつつある場

所である。本稿での定義に従えば、現状で荒廃して見える竹林には、放置竹林と拡大竹林があることになり、過去の土地利用履歴を知ることの必要性を示している。このような視点から現在の竹林をみると、もとの植生を変化させてしまった竹林はそれほど多くはないことがわかる。このような竹林は多く見積もっても全国で1万ha程度ではないかと筆者は考えている。

竹資源は現在どのように捉えられているのか

竹材生産を目的としている管理竹林からは文字通り、竹材が生産される。筍生産を目的としている管理竹林からも、やはり管理の過程において、竹材は生産される。しかし現在、竹産業のみならず農林水産業における従来のような竹材利用は少なくなっている。そのため、現在では、有用な資源とするために新たな用途を開発しようとする動きが急である。

新用途を模索する分野は主に、農業分野と工業分野である。農業分野では、竹のチップ化による堆肥としての利用や畜産業における敷料(家畜の寝床に敷かれる資材)への利用、家畜への飼料としての利用などが模索されている。また、エネルギー源として石油資源に頼らない農

業生産を模索している地域もある。工業分野においてもエネルギー源としてのさまざまな利用が模索されている。発電事業における混焼の試み、バイオガス発電の試み、バイオエタノールの開発の試みなどが挙げられる。工業利用としては、このほかにも、竹炭や竹酢液としての利用（土壌改良材などの農業利用から薬剤にいたるまでの広範囲にわたる）、繊維としての利用（紙資源、衣料原料、ナノ繊維など）、抽出物としての利用（殺虫剤、消毒剤など）などがある。

工業利用を中心とする新たな利用においては、原料の供給が問題となる。従来の竹材利用においては、最も質の高い材料が得られる秋の収穫だけで需要を満たすことができた。しかし、現在、新用途を開発しつつある分野からは、通年の原料供給を求められることが多い。これが満たされない場合には、せっかく開発された新用途技術の原料は輸入材によってまかなわれてしまうことになり、目的とは異なる結果となってしまふ。竹林からの原料供給を一年間を通じて行う考え方はこれまでなかったことから、今、日本では新たな竹林管理方法を模索することが求められている。

新たな竹林施業として考えられる手法

現在、竹材を新たに利用しようとする際の竹材供給システムを構築する必要があり、そのためには様々な、これまでにない手法を考えなければならない。工業利用を考えると、生産された材に高い品質が求められることはあまりない。それよりも一年を通じた供給体制の確立が必要なのである。しかし、日本の竹林は多くが民有林であり、その単位面積も数アール程度であることが多い。さらに、それらの竹林は散在していることが大半である。竹林の拡大によって散在していた竹林が一つの竹林になることも数多く報告されているが、それでもそれぞれの面積は小さく、なおかつ、そのようにして成立した竹林は土地所有境界が明確にならないことから問題をはらむことが多い。ここでは主にモウソウチクを対象とした竹林施業方法を考えてみたい。

竹林から年間を通して原料を収穫するためには、これまでにない手法の開発が必要である。竹の植物としてのフェノロジーを考えると、通常、出筍がみられる前後の時期には、竹林施業は望ましくない。地下部で筍が大きくなり始める時期には、重機が竹林内に入ることはできない。また、出筍した竹が成熟するまでの期間も、新稈

を傷つける可能性が高いことから施業が入ることは避けたい方がいい。すなわち、通年施業とは言いながら、竹林の持続的生産を考えるとときには、少なくとも春から初夏にかけての時期は施業を行いたくないのである。この数ヶ月には施業を控え、なおかつ、年間必要とされる収穫量を得るための施業方法が求められている。

前述の竹林のカテゴリーから考えると、管理竹林からは、竹材あるいは筍を生産する施業の流れの中で、秋しか資源を得ることはできない。放置竹林には、新たな資源生産を前提にした、新規の管理計画を持ち込むことが可能である。拡大竹林は、竹林として維持するのか、もとの土地利用に戻すことを前提とした植生管理を行うのかによって、竹資源の収穫方法は変わるであろう。前者であれば、放置竹林と同様の管理が行える。後者であれば、竹林の皆伐も視野に入れることができるが、竹林からもとの植生への回帰を考えるのであれば、防災面での問題も考えると年数をかけた植生回復が必要であることから、段階的な竹資源の収穫が求められるであろう。木竹混交林では、侵入されつつある植生の保護が最大の目的となることから、竹の皆伐による資源利用が可能となるであろう。

一方、施業効率を上げるためには、できるだけまとまった施業ができることが望ましい。すなわち、竹林の団地化とそこへの効率的な作業道の設置が必要となる。竹林の多くが民有林であることを考える時、各所有者間の調整を行う必要性は高い。個人情報に関与するこの作業を行い得るのは各地方自治体しかない。

竹資源が存在するそれぞれの土地の団地化、それらを効率的に結んでいく作業道計画、一年のうちできるだけ長期間にわたって竹材を収穫できる生産計画などが新たに構築されていくことによって、新たな竹資源利用が可能になると考えられる。現在、いくつかの自治体で、市民活動団体による竹林整備活動も視野に入れた様々なマニュアル書が公開されつつある（図-5）。

おわりに

一度は社会の患者とまで酷評された竹林が、今や再度、貴重な資源として見直されようとしている。残念ながら、この見直しは林業分野から産み出されたものではない。竹資源の新用途はさまざまな分野で開発されつつある。他の木質資源とは異なる特性を持った竹は、以前とは異なる視点に立つことにより、貴重な植物資源となる可能

性がある。

竹林は生物多様性の面からも、優れた潜在性を秘めている。「竹やぶは雀のお宿」と言われてきたように、竹林は鳥類の集まる空間でもある。竹林土壌を調査した報告（尾崎・柴田 2005）には、竹林土壌には周辺植生から持ち込まれる鳥散布種子が埋土種子として豊富に含まれていることが述べられている。竹林は、豊かな生物多様性を提供する可能性を持っていることがわかる。

荒廃竹林への再管理に関する知見は、徐々に得られつつある（阿部・柴田 2009 など）。これらの知見を踏まえた上で、より効率的な荒廃竹林の管理方法は生み出されて行くであろう。日本の竹林が持つ植物としての特性

と所有形態に関する特徴についてはすでに述べたとおりである。このような事実を踏まえて新たな施業管理方法を考えることは、竹の新用途開発の流れにさらなる勢いをつけることになる。新たな竹林施業の模索は、これまでの日本の歴史の中でも、世界の竹林施業においても、行われたことがないものである。このような施業方法の開発が完成したとき、日本の竹資源は再び、代わるものがない資源として注目されることになるであろう。

引用文献

- 阿部佑平・柴田昌三（2009）天王山における放置モウソウチク林の林分構造と整理伐後3年間の動態，日本緑化工学会誌 35(1)：57-62.
- 橋本佳延・服部 保・岩切康二・田村和也・黒田有寿茂・沢田佳宏（2008）タケ類天狗巣病による西日本の竹林の衰退，保全生態学研究 13(2)：151-160.
- 尾崎健一郎・柴田昌三（2005）拡大した竹林における埋土種子と散布種子の構成，第116回日本森林学会大会講演要旨集.
- 柴田昌三（2001）タケ；小方宗次・柴田昌三共著「ネコとタケ（現代日本生物誌9）」，67-160，160pp，岩波書店.
- 柴田昌三（2003）モウソウチクと日本人，日本緑化工学会誌 28(3)：406-411.
- 柴田昌三（2005）里山の再生・竹林をどう考える，グリーンエージ，376（2005年4月号），4-7.
- 鈴木貞雄（1978）日本タケ科植物総目録，学習研究社，東京，384pp.



図-5 大阪府から発行されたボランティア向けの竹林管理のマニュアル書

竹利用のキーは伐出のコスト

伊藤 崇之 (いとう たかゆき、森林総合研究所)

村上 勝 (むらかみ まさる、山口県農林総合技術センター)

谷山 徹 (たにやま とおる、愛媛県農林水産研究所)

増えすぎた竹林の縮小または拡大防止を図るためには、持続的な伐採による管理が必要です。伐採によって多くの竹材が発生するため、これをうまく利用することができれば竹林の整備も進むものと期待されます。利用を促進するためには、効率の良い作業で低コストに竹材を生産することが必要ですが、竹の伐出(ばっしゅつ：伐採して搬出すること)作業にはまだ分からない点が多く、例えば使用器具・機械や作業方法についてはスギやヒノキなどの木材生産用のものをそのまま流用して大丈夫なのか、また生産性や作業コストはどのくらいかなどについて調査された例はこれまでほとんどありませんでした。

最近になって、竹伐出の試みが各方面で行われ、コストの試算も徐々に行われてきています。本稿では筆者らのグループがこれまで行ってきた竹伐出試験とそのコスト試算をもとに、竹伐出作業の現状や問題点、今後の展望などについて整理したいと思います。

1. 竹の伐出作業で使用される機械

従来の竹伐出作業は、ナタや鋸による伐倒・枝払い→結束→道端まで人力引出し、という流れで行われてきました。竹は中空で木材に比べて軽いため、このような人力中心の作業が可能となっています。また、一般的に1回当たりの伐採量が小さく機械化に馴染まないことや、用途によっては機械によって竹表面に傷がついて商品価値が下がることを避けたことも理由にあると考えられ、現在でもこのような人力中心の作業は多くの地域で行われています。しかし、軽くて人力作業が可能といっても1本あたり数十キログラムもある竹を扱うのは重労働であり、また生産性を高めて出材量を増加させるためにも伐出作業の機械化が望まれています。最近では竹伐採専用の機械も開発されていますがまだ普及には至っておらず、現在は主に木材伐出用の機械を流用する形での機械化が模索されています。

その機械化の方法は、チェーンソーによる伐倒→全竹集材(枝や葉が付いたままで集材すること)→玉切り(一定の長さに切り揃えること)→枝払いまたはチップ化という手順で行われることが多いようです。まず伐倒や玉切りで使用されるチェーンソーですが、刃数の多い竹用ソーチェーン(図-1)を装着することによって、硬い竹表面に食い込みやすくなり切断を容易に行うことができます。次に、全竹の集材では主にウインチが使用されます。竹の引き出しには300～800kgf程度のけん引力があれば十分ですので、ポータブルウインチ(図-2)や林内作業車(図-3)付属のウインチが使用可能です。特に林内作業車は竹稈を運搬することにも使用できるため非常に便利で、竹伐出に適した機械であると言えます。また、規模が大きく集材距離が長い場合にはスイングヤーダ(図-4)も使用されます。スイングヤーダは油圧ショベルに2個のウインチを装備したもので、材の引き出しだけでなくワイヤロープの竹林内への引き込みも動力により行えるため、生産性ととも省力効果も高い機械です。しかし比較的大型の機種(引張力1,500～2,500kgf)が多く、竹に対しては出力が過大でコスト高の原因となります。最近では間伐用に比較的小型の油圧ショベルをベースマシンとした機種(同1,000～

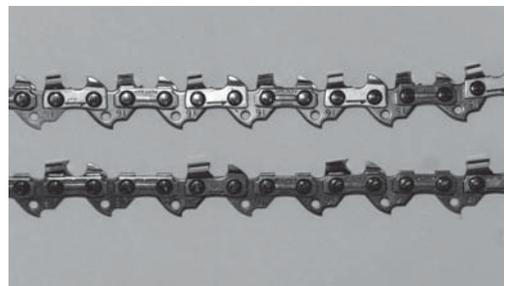


図-1 林竹用ソーチェーン(上)と通常のソーチェーン(下)
竹用ソーチェーンは全てのコマに刃が付いている。

広がるタケの生態特性とその有効利用への道

1,500 kgf) が登場していますので、このような小型の機種を使用すると、生産性を確保しながらコストを抑えることができます。運搬に関しては、枝葉の付いた部分をそのままトラック等の荷台に積載するとかさ張って効率が悪いので、枝払いがチップ化を行って減容化（かさ減らすこと）します。枝払いにはナタや鋸が使われる



図-2 ポータブルウインチ



図-3 林内作業車



図-4 スイングヤード (左) とグラップルローダ (右) による集材作業

場合が多いようです。もしチェーンソーを用いるとすると、バーの先端を枝の根元に当てることとなりますが、竹の枝は硬く食い込みにくいのでキックバック（ソーチェーン駆動力の反動でバーが跳ね上げられること）が発生しやすく危険度が高いだけでなく、上手に枝の根元を切断することが困難です。チップ化については、竹は木材に比べて細いため、主に小型～中型（出力 10～30kW、図-5）のチップ化機が使われます。竹は硬くてしなるといった材質上、チップ化機の損耗が激しい、内部で詰まりやすいなどの問題点があり、程度は機種によって異なりますがこれらの対応が能率やコストの重荷となっています。しかし近年では竹対応をうたった機種が次々に発表されていますので、近い将来このような問題も少なくなるものと考えられます。なお、稈部（樹木の幹に対応する部分）のチップ化は先端に近い枝葉の付いた部分に比べ格段に時間がかかる上、かえってかさが増えるので、現場ではチップ化せずに稈のまま搬出するのが効率的です。この他に、竹材の移動や積み込み用にグラップルローダ（図-4）を使用する現場も多く、省力化に効果を上げています。

2. 作業方法

竹林は密度が高いうえ、しなりが大きく互いに交錯しているため、抜き切りでは伐倒時にかかり竹（伐倒時に他の竹に引っ掛けて倒れないこと）が発生しやすく、その処理に多大な労力を要します。また集材時にも残っている竹の間を縫うように引っ張り出さなければならないため手間が大きく、ともに能率を下げてしまいます。これに対し帯状伐採ではかかり竹の発生が大幅に低減されるとともに、伐倒後は帯状の空間が開いて集材も容易となるため、能率の向上とコストの削減に大きな効果があ



図-5 チップ化によるチップ化作業

り、機械を使用した伐出作業に適しています。その反面、大きな空間を空けることは収穫後の再生に悪影響を与える恐れがあり注意が必要です。帯幅は広いほど能率が向上し、コストに対するスケールメリットも発揮されますが、再生力は弱くなると考えられます。再生力を損なわずに効率的な作業を行うことができるような、最もバランスが良い帯幅を見つけることも課題のひとつとなっており、現在帯状伐採跡地において再生量の追跡調査を行っているところです。

一方、竹林からの樹種転換などを目指し、持続的な竹材利用を必要としない場合には皆伐（対象区域内の竹をすべて伐採すること）を行います。皆伐後に多く発生する細い竹を刈払い、これを何度か繰り返すことで竹を駆逐することができます。

3. 生産性とコスト試算

筆者らが行った竹伐出試験の結果について紹介します。概要は表-1の通りです。この試験では枝払い作業の省力化のため枝葉の付いた部分の処理にチップを使用しています。また、比較のため作業は伐倒～集材～造材～チップ化までとしていますので、実際にはこれにトラック運搬などの生産性およびコストを上乘せする必要があります。

愛媛県では主に傾斜地での帯状伐採を行い、帯幅は5～10mと広めに設定しました。林地傾斜がおおむね20度を超えると伐倒した竹が自然滑落しますが、これを利用して下げ荷では集材機械を省略しています。地面に一定間隔で伐倒した竹を横に置くことにより材の滑落を助ける工夫も行っています。20度以上の上げ荷では、逆に滑落を防止するために、ロープで伐倒する竹の根元を固定するなどの手間を必要とします。動力による集材が必

要な場合には林内作業車のウインチを使用した単線循環式により集材を行っています、これは輪になった1本のロープをエンドレスドラムと呼ばれる鼓状のドラムで循環させ、ロープに竹をくくりつけて運ぶものです(図-6)。

茨城県では平坦地での帯状伐採を行い、帯幅は3mと狭く設定しています。けん引にはポータブルウインチを使用し、チップ化もできるだけ小型のチップを使用することとしました。最も機械力を使用していないシステムとなっています。

山口県では竹の駆逐を目的にした皆伐作業を行いました。比較的大面積で出材量も多く、集材はスイングヤーダ、チップも大型の機種を使用し、最も機械力を活用したシステムです。

生産性を横軸に、生産コストを縦軸に設定してそれぞれの作業を配置したものを図-7に示します。地形条件や作業方法が様々なので、生産性およびコストにも幅があります。生産性は0.7～3.8wet-t/日であり、労働生産性に換算すると0.2～1.2wet-t/人日で、木材生産と比べると非常に低い値となっています。これは、竹が中空構造で体積の割に軽いということが最も大きな原因であると考えられます。コスト試算の結果は6,000～46,000円/wet-tで、かなりの高額となってしまいました。当然ながら生産性が低いとコストが高くなるという傾向が見られます。

個別の値を見ると、最も高い生産性を示したのは皆伐で、伐採量が大きく、大型機械を多く投入することにより高い生産性を実現しています。反面、他の方法に比べ生産性当たりのコストが高い傾向にあります。これは高価な大型機械を多く使用したために機械損料の割合が総コストの55～70%と多くなったためです。ちなみに他の方法では比較的小型の機械を使用しているため、機

表-1 竹伐出試験の概要

	自然滑落	単線循環	平坦地	皆伐
現場所在地	愛媛県	愛媛県	茨城県	山口県
作業方法	帯 (5～10m)	帯 (5～10m)	帯 (3m)	皆伐
傾斜	急	緩～急	平坦	緩～急
集材方向	下げ荷	上げ荷・下げ荷	—	上げ荷・下げ荷
伐倒	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー
集材	—	林内作業車ウインチ (単線循環式)	ポータブルウインチ	スイングヤーダ
使用機械	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー
造材	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー
粉碎	チップ (中型)	チップ (中型)	チップ (小型・中型)	チップ (大型)
その他	—	グラップル (中型)	—	グラップル (大型)



図-6 単線循環式による集材作業

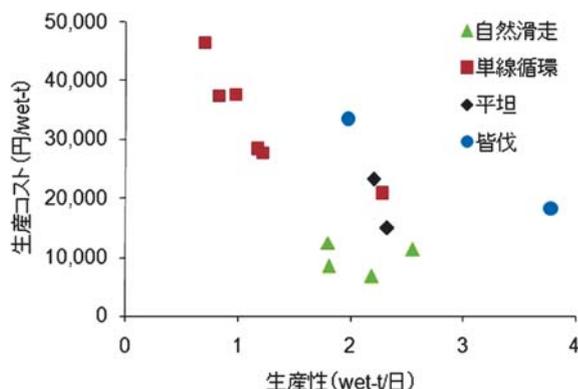


図-7 竹伐出作業の生産性とコスト

機械損料は総コストの約20%前後となっています。機械を多く使用するシステムの場合には、生産性を上げないとかえって高コストになってしまいますので、機械間の連携を高めて効率的な作業が行えるよう常に配慮する必要があります。

次に、自然滑落を利用した方法では、集材機械を使用しておらず伐倒と同時に集材がほぼ完了することからコストが最も低くなりました。生産性も今回の中では高い方です。この方法が使用できるのは限られた条件下のみですが、唯一10,000円/wet-tを下回る例があるなど、利用できるならば非常に合理的で有望な作業方法と言えるでしょう。

単線循環式については最も生産性が低くコストが高い結果となりました。これは集材が傾斜地での作業となったこと、竹を引っ張るロープの速度が遅かったことなどで集材生産性が低くなったためです。上げ荷については滑落防止の手段を講じる必要があったことも原因として考えられ、傾斜地での作業の困難さを表しています。一方で平坦地では集材作業も容易であるため、あまり機械を使用しないシステムであるものの比較的高い生産性と

なりました。集材に機械を使用している分自然滑落よりも若干コスト高となっています。

工程別に見ると、いずれの作業方法においても生産性・コストともにチップ化が最も全体に対する影響が大きいことがわかりました。特に自然滑落と平坦地ではコスト全体の約50%を占めています。単線循環式においては集材でもコストがかかっているため比率こそ低いものの、生産量あたりの費用は他と変わりません。しかも、チップ化を行うのは枝葉の付いている部分のみで、重量ベースで生産量全体の30~50%程度ですから、いかにこの工程が低効率・高コストであるかがわかつて思います。したがってチップ化のコストを下げるのが全体のコスト低減に非常に効果があり、そのためにはできるだけ高効率なチップを導入して生産性を向上させることが必須です。ただし、前述のとおり既存の機種には竹のチップ化に向いているものとそうでないものがありますので、チップの選定は慎重におこなわなければなりません。

なお今回の結果からは帯幅による生産性の違いを検討するまでには至っていませんが、筆者の感覚では、3m幅では伐倒時に少しでも方向がずれるとかがり竹が発生してしまうため、伐倒生産性を向上させるためには倍の6m程度は必要であると感じました。

4. おわりに

今回、いくつかの方法で竹伐出作業を行い、その生産性やコストを分析しましたが、現状ではまだまだ生産コストは高く、安価なバイオマスエネルギー用などを想定しては残念ながら利用できるレベルではないことがわかりました。ただし、今回は伐出費のみで試算を行いました。竹は伐採しても自然に再生し、しかも他の植物に被圧される心配がないため、木材のような再生林および育林の費用が不要となります。このため中長期の収支全体で考えると違った結果になるかもしれません。いずれにしても、竹伐出における機械化の試みはまだ始まったばかりです。木材と同じような作業を行ってはいは軽量の竹に競争力は生じませんので、適切な機械作業方法の検討や竹専用機械の開発などを通して竹独自の低コスト化の取り組みを今後とも続けていくことが必要です。一方で、竹独自の販路を開拓し、竹の性質を生かした付加価値の高い利用方法を開発することも望まれます。竹資源の利用促進と竹林の再生には、コスト削減と用途拡大の両面から対策を進めることが重要であると考えます。

第120回大会イブニングセミナー

第120回日本森林学会大会公開セミナー

I. はじめに

井鷲 裕司 (京都大学)

京都大学を会場として行われた第120回日本森林学会大会では、「イブニングセミナー」を2009年3月27日(金)17時から2時間にわたって催した(図-1)。日本森林学会大会としては新たな試みとなるイブニングセミナーを行うには、二つの目的があった。

一つは、様々な切り口で森林に関心している方々が同じ場に集い、自由に議論す

る場を提供する事である。当然の事であるが、森林に関わっているのは、研究者や行政の担当官、森林所有者だけではない。自然保護に関わるNPOや植林活動を行う企業、ボランティア団体など、非常に多様な人や団体が関わっている。これらの人々や団体が、特定のテーマのもとに気楽に一つの場に集まり、交流や議論をしてはどうか。この様な思いから、

イブニングセミナーに関しては、学会員以外の方にも発表や参加をオープンにし、更に、イブニングセミナーだけの参加であれば、学会大会参加費は徴収しない事とした。

もう一つは、学会大会に参加する研究者の間で、新しい技術や解析法などを互いに学び合う場を作るということである。現在の学会大会は、主に、新しい知見を発表し、それに対して検討や議論を行う場、そして、それを通して新たな知見を知る場として機能している。しかし、それだけではなく、既知の情報であっても、研究者として理解し、自らの研究に活用したいと望んでいる技術や知識(最近の例では、ベイズ法など)があるはずであり、その様な場を提供する事も学会大会の機能として重要である。

イブニングセミナーにおいて実施された企画は、学会員から募集したが、最終的に7つのテーマのセミナーが実施された。現場で活動をされている方や行政関係者の参加が必要なテーマや、学際的な研究テーマなど、通常の日本森林学会大会参加者だけでは解決できない問題を扱うものもあった。セミナーの演者にも、森林学会に所属していない研究者や大学や研究機関の研究者ではない人などが招かれていた。他分野の専門家を招くことによって、普段の学会とは違った切り口で活発な議論が行われたようである。7つの企画の具体的な内容を、各コーディネーターから報告する。



図-1 イブニングセミナーのある会場の風景。

Ⅱ. 7つの企画の報告

1. 「森林環境教育」研究で論文を書こう

比屋根 哲 (岩手大学)

学会誌上でイブニングセミナーの企画をみたとき、私は他の学会でよく開催されている自由集会のようなものだと思います。それならば、これまでの大会発表の枠組み(テーマ別セッションやテーマ別シンポジウム)では参加できなかった今回の企画も受け入れられると思い立ち、エントリーすることにした。本企画は「森林環境教育をテーマに論文を書こう」という、やや不純な動機を想像させるタイトルにしたが、そのねらいは次のとおりであった。

イブニングセミナーの大きな趣旨には、異分野交流や研究者以外の様々な関係者との交流の機会を持つことで、森林科学の新たな展開を試みることがあったと思う。私が開催したのは、このねらいの前段階として、そもそも森林科学の研究者(学生を含む)のなかで森林環境教育に関心を持ち、これを研究として捉える人々がどれだけいるのか、そのポテンシャルを探りたいと思ったからである。

本企画の呼びかけでも書いたが、森林環境教育は森林科学の1つの分野としての地歩を固めてきたと思われる反面、刊行された論文はまだまだ少ないのが現状である。一般に、論文の少なさは研究のポテンシャルの低さを意味する。学会の中でも大切だと認められている分野なのに、なぜ研究成果が出てこないのか。ひょっとすると、そもそも森林環境教育を研究することに無理があるのか。この点でよく聞かれるのは、「森林環境教育は面白い課題だが、なかなか論文にならない」、「どうすれば研究(論文)になるのかわからない」という関係者の悩みの声である。

そこで、森林環境教育に関心のある研究者が集まって、森林環境教育研究の現

状と課題、研究の歩み、研究対象や研究方法、論文作成上の留意点等を話題にしながら、森林環境教育の研究を前進させるための意見交換、情報交換の場を提供したいと考えたわけである。呼びかけでは研究者だけでなく教育実践者も含めていたが、事前の宣伝が足りず、結果として森林学会会員内でのアナウンスにとどまった。

セミナーでは、前半に以下のとおり3名が報告し、後半は自由に意見交換、情報交換する形式ですすめた。

1. 森林環境教育研究の歩みと研究の課題—森林環境教育の広がりを見わたして—

(森林総合研究所多摩森林科学園 大石 康彦)

2. 研究の視点と手法

(東京大学富士演習林 山本 清龍)

3. 論文作成上の留意点—「環境教育」編集委員の経験から—

(岩手大学大学院連合農学研究科 比屋根 哲)

結果的に、他の会合とバッティングしたこともあったが、当日は25名前後が集まり、主として若手の研究者から論文にする方法等について質問が出され、これに報告者および参加者が答えるというやり取りを中心に進行した。細かい内容は省略せざるを得ないが、以前から感じていたことを含めて個人的な印象を述べると、森林科学関係者がこれまでいろんな形で取り組んできた森林環境教育の実践活動を、どのようにすれば研究成果(論文)に結びつけることができるか、というのが大きくて切実な課題のように思われた。教育実践の研究をいかにすすめるかは環境教育の分野でも大きな課題となっている。今回のセミナーでは「妙案」を見出すことはできなかったが、今後の課題の一端を明確にできたことは1つの成果と考えている。

2. 森林流域環境と人間社会のつながりの理解にむけて

勝山 正則 (京都大学)

館野 隆之輔 (鹿児島大学)

吉岡 崇仁 (京都大学)

本企画では4件の発表と総合討論を通して森林流域と人間社会の関係について考えることを目的とした。森林に期待される多様な環境保全機能に対する期待は高まる一方であるが、一般社会においてその実情は十分理解されていない。例えば林業経営を目的とした森林伐採を考えても、流域内、とくに下流に住む人々にとっては好ましくない環境改変であると捉えられてしまうことが多い。ここには「研究成果の社会への還元」という課題があり、これが本セミナーを企画した動機の一つであった。なお、本セミナーの報告は館野ら(2009)に詳しいので、そちらも参照いただきたい。

発表は牧田邦宏氏(鹿大農)「国内林業の現状と森林の改変(林業生産)と森林流域環境との調整のための人材養成」、勝山正則(地球研)「森林-河川-湖沼生態系における環境変動予測モデルの構築と適用」、大川智船氏(京大人間・環境学)「住民の環境意識理解のためのシナリオアンケート手法の開発:北海道朱鞠内湖集水域をフィールドに」、谷内茂雄氏(京大生態研)「農業濁水問題を事例とした流域ガバナンス研究について」、の4件が行われた。これらを通して指摘されたのは、「当事者(利害関係者)間の相互理解の必要性」であるが、各発表においては主役となる当事者が多様であった。勝山および大川氏の発表からは自然科学者と社会科学者の相互理解の必要性が指摘された。事例として、総合地球環境学研究所研究プロジェクト「流域環境の質と環境意識の関係解明」(<http://www.chikyu.ac.jp/idea/>)において住民の環境意識を問うシナリオアンケートの設計と実施に関する報告があったが、ここでは自然科学者がシミュレーションモデルを用いて予測した環境変化を、社会科学者が作製するアンケートに変換・翻

訳する時に生じた問題が示された。例えば「物質 X が Y ppm 変化する」という予測結果を、アンケートでは住民が設問を理解できるように、物質 X の意味と Y ppm の変化の意味（大きいのか、小さいのか）とを説明する必要に迫られた。さらには、シミュレーションモデルを万能のものとして捉えがちな社会科学者の要求に、自然科学者が応えきれず十分な情報を提供できないという苦労話もあった。枚田氏の報告では現代の日本林業が抱える問題の一つとして、木材生産機能と森林環境保全の両方の立場を理解した森林管理者の育成が課題としてあげられた。ここでの当事者は森林の所有者、人材育成を担う大学などの教育機関、および一般住民である。また、谷内氏の報告では流域マネジメントにおいて、流域内に分散する多様な問題認識を持った当事者がコミュニケーションを通じてお互いを理解することが不可欠であると指摘された。

このように、本セミナーでは森林学会の会員自身も当事者となり、従来学会には直接関わらない社会とのつながりを考えていく重要性が指摘されていた。

参考文献

舘野隆之輔・勝山正則・吉岡崇仁 (2009) 森林流域環境と人間社会のつながりの理解にむけて. *森林技術* 806 : 26-27.

3. 乾燥地の砂漠化と緑化を考える

山中 典和 (鳥取大学)

砂漠を含む乾燥地は、全陸地面積の40%以上を占め、そこには世界人口の約3分の1にあたる20億人近くが暮らしている。この乾燥地で生じている最も深刻な環境問題が砂漠化である(図-2)。砂漠化とは、「乾燥地における土地の劣化」を意味し、食糧や燃料の不足、飢餓や栄養不足に苦しむ人の増加などを招いている。これは全世界をあげて取り組むべき課題であり、日本も無関心ではいけない問題である。

緑化は砂漠化に対処する有効な手段の一つであり、日本からも多くの植林ボランティアが海外に出て活動している。乾燥地の緑化に対する人々の意識は近年高まってきているが、本来樹木が生育できない砂漠に植林をして緑地を創造しようと考えている人が多いのもまた事実である。

乾燥地の緑化に対する考え方は多種多様であるが、今回は“砂漠化した土地の生態系修復”という観点から乾燥地緑化を考える一つの機会としてイブニングセミナー「乾燥地の砂漠化と緑化を考える」を開催した。セミナーでは、まず、コーディネーターの山中が「乾燥地とはどういうところか?砂漠化とは何か?」というテーマで、乾燥地と砂漠化の概況を紹

介した。続いて岡山大学大学院環境学研究所の吉川賢氏より「乾燥地緑化の技術—持続可能な生態系修復に向けての課題—」というテーマで、砂漠化対策としての緑化の意義や乾燥地の自然を理解し、持続可能な緑の修復を行うことの重要性について報告があった。

最後に、鳥取大学農学部の山本福壽氏より、「乾燥地に生育する樹木の生理生態的特性—乾燥地で適地適木を考える—」のテーマで報告があった。造林の基本である“適地・適木”の考え方は、乾燥地緑化でも一番の基本であることを、樹木の耐乾・耐塩性メカニズムの説明を通じて紹介された。

セミナーは、森林学会会員のみならず、学生や、乾燥地の現場で植林活動を行っている方々、それに乾燥地に関心を持っていた一般の方々など、多種多様な方々の参加を得て幅広い議論を行うことができた。今後も、機会を見つけて乾燥地緑化に関する議論の場を設けて行きたいと考えている。

4. 森の姿をいかに解き明かすか—階層ベイズによる統計学的モデリング入門—

富田 基史 (東北大学)

複雑な生態的プロセスを柔軟にモデル化して解析できることから、多くの森林科学研究者が階層ベイズに関心を持って



図-2 砂漠化の最前線。左は風食の現場(中国・毛烏素沙地)、右は水食の現場(中国・黄土高原)。このような砂漠化した現場をどのように修復するかが課題である。

いる。このような背景を受けて本企画では、階層ベイズの基本的な考え方と応用例を参加者に紹介し、自らの研究に役立ててもらふ足がかりとすることを目的とした。

この企画を実行するにあたって筆者(富田)は、森林科学分野において先駆的に階層ベイズに取り組んできた、名古屋大学の玉木一郎氏・仁科一哉氏、北海道大学の飯島勇人氏(いずれも所属は当時)とともに、「階層ベイズとは何なのか」「どうやったら森林科学研究者に階層ベイズを理解してもらえるか」といった課題をまず議論した。その結果、教科書的な説明や事例紹介だけでなく、基礎となる統計モデルの解説や階層ベイズを使ったデータ解析の一連の流れを実演することとした。

本企画の前半は「基礎編」と題して、富田・玉木が基本的な解説をした。まず富田が、プロセスモデルの構築や尤度の導出など、通常は意識しないが階層ベイズを理解するうえで不可欠な統計モデルの基本的な考え方について説明し、これらの基礎を踏まえてベイズ統計・階層ベイズの考え方を解説した。次に、モデルを構築してから結果を解釈するまでの一連の過程を、架空の例題を用いて玉木が実演した。ここでは、ソフトウェアの使い方をただ解説するだけでなく、データを得てからモデルを構築するまでの手順や推定結果の表現方法なども紹介した。

後半は「応用編」と題して、飯島・仁科が実際の研究例を紹介した。飯島は針葉樹実生の発芽数にあたる環境要因の影響を、場所ごと・年ごとのランダムなばらつきを明示的にモデリングすることによって、高い精度で推定した例を紹介した。また仁科は、斜面における N_2O フラックスの時空間変動にあたる物理的要因の影響を、要因間の相互作用とばらつきの空間自己相関を考慮したモデルによって推定した例を紹介した。いずれの例においても、従来の手法に比べてモデルの当てはまり・結果の妥当性において改善が見られ、複雑な生態のプロセスの推定における階層ベイズの有効性が示

された。

当日は会場に入りきらないほどの聴衆が訪れ、階層ベイズに対する関心の高さをうかがわせるものであった。ただ、バックグラウンドが多様であったことから、演者らの意図は十分には伝わらなかったかもしれない。説明の仕方や集会の規模など、今回の反省点を今後の類似の企画に生かしていければと思っている。

本企画では新しい試みとして、スライドと実演に用いたデータ・スクリプトを数日前にウェブサイト(<http://motoshi.tk/bayes2009/>)にて公開し、参加者が講演を聞きながら参照できるようにした。当日にスライドのコピーを持っている聴衆は期待していたよりは少なかったが、これらのファイルは現在までに200-500回ほどダウンロードされており、参加者へのフォローアップにはなったと考えている。

なお、本企画で使用したスライドなどは今後もしばらくはウェブサイト(<http://motoshi.tk/bayes2009/>)にて公開する予定である。

5. 森林科学はどのように社会に関わるか?—130年目の森林学会を考える—

水町 衣里(京都大学)

相川 高信(三菱UFJリサーチ
&コンサルティング株式会社)
森 章(横浜国立大学)

本企画では、森林管理の現場において、様々な立場の人々が、情報を共有し、ともに問題の解決にあたるために、どのようなアプローチが求められるかということ、国内外の事例を紹介しつつ、議論を行った。コーディネーターの3名を含む4名の演者による話題提供を行った。

演者の1名は、矢作川森の健康診断実行委員会代表の丹羽健司氏である。矢作川森の健康診断実行委員会は、矢作川流域の人工林をフィールドとして、2005年より活動を開始した団体である。市民、森林ボランティア、自然観察愛好家、研究者と一緒に人工林の森林モニタリングを行い、森林の整備をする上で、一番重要な「情報」を作るという活動を行っている(図-3)。

本企画のコーディネーターでもある横浜国立大学の森章からは、海外の事例紹介が行われた。カナダ・ブリティッシュコロンビア州では、州の森林管理局、国立公園管理局、州立公園管理局、大学等



図-3 第5回矢作川森の健康診断に参加した人々の集合写真。この回の参加者数は270名だった。

研究機関が、地域住民、先住民、土地所有者を始め、NPO、NGO、環境保護団体などと協力することで、森林の施業や自然公園の管理が行われている。「多くの立場の人々の合意を得なければ、森林施業や自然公園管理が行えない制度」になっていることが紹介された。当地では、科学的研究で明らかにされたことが、森林施業にかかわる政策決定や自然公園の管理計画などにすぐにフィードバックされる体制（順応的管理）になっている。また、スウェーデンでは、生産性一辺倒ではない多面的、多機能的、持続可能な林業を行う試みが全土で行われている。また、当地では、森林管理に関わる様々な立場の人々（政策決定者、大学等研究機関の研究者、NPO、林業企業、その他森林所有者など）が一同に介する会議がある。この会議は、森林行政に関わる機関が主催するもので、年に2-3回開催され、約300人が集う。最新の研究結果を共有し、幅広い人脈作りがなされている。

本企画の会場には、文系の大学生、京都府の職員、モデルフォレストに関わっている企業の方などの姿があった。セミナー終了時に参加者が書き残したアンケートには、「森林に関わる活動を各自良いと思ってやっているが、意外に横のつながりがないのではないかと。森林学会の存在自体も今回のイブニングセミナーに参加して初めて認識した。」という記述が見られた。様々な立場から森林に関わっている人が、有機的なつながりを持つことは大切である。

6. ヒノキ林の間伐—研究の視点、実務の視点—

稲垣 善之（森林総合研究所）
牧 大介（株式会社トビムシ）
鳥居 厚志（森林総合研究所）

いかに世の中に役に立つかが森林の研究には求められる。しかし、研究者が取り組んでいる研究が直接個別の問題解決に役立つことは少ないというのが実感である。たとえば、研究者が現場に役立つこ

とを明らかにしても、現場に十分に伝わるとは限らない。実際には実務と研究の間には大きな乖離があると感じる。この乖離をなくすためには、実務と研究の間で話し合いをすることが第一歩となるだろう。今回のセミナーでは、実務に携わっている牧大介氏から、研究者に対する率直な意見を聞き、研究の在り方について議論した。

ここで牧氏について簡単に紹介したい。牧氏はアマタ株式会社持続可能経済研究所で、森林組合、自治体などと連携して森づくり支援事業を推進している。2009年からは新しく株式会社トビムシを立ち上げ、森林整備のためのファンド「共有の森ファンド」をスタートさせた。個人的な話であるが、牧氏と私（稲垣善之）は、大学の同じ研究室で机を並べていた。私は研究の道に進み、牧氏はシンクタンクに就職した。牧氏の活躍はうわさで聞くことはあっても、なかなかじっくり話す機会はなかった。牧氏なら、研究と実務が連携していくための道筋を示してくださると期待して今回のセミナーを企画した。

研究の視点として、森林総研四国支所の野口麻穂子氏は、間伐後の下層植生の発達は、間伐強度、間伐前の植生、周囲の天然林の配置などの影響を受けることを報告した。また、研究者は現場に対して、現象がおこる仕組みを示すことが重要であると指摘した。森林総研の三浦寛氏は、林野庁の森林資源モニタリングにおける土壌侵食度の評価について報告した。京都大の中西麻美氏は間伐による雄花生産量の変化を報告した。雄花抑制機能だけでなく、木材生産、水土保持とのバランスを考慮することが重要であると指摘した。

牧氏は実務の視点から、研究者に対して「現場に仮説を提示してほしい」と問いかけた。現場と研究が一体となって仮説の検証を繰り返すことが重要であり、現場で解決すべきことの中に良い研究テーマがあることを指摘した。牧氏の指摘は、事業プロデューサーとして様々な課題の解決方法を探る彼自身のスタイル

そのものであると感じた。牧氏のような形で森林に関わる人が増えてくれば、研究を必要とする現場も増えてくるだろう。今回のセミナーを第一歩として、現場の問題解決につながる研究が発展することを期待したい。

7. 里地里山の森と草原—半自然草原の現状とその保全・再生に向けて—

兼子 伸吾（京都大学）

伝統的な土地利用システムのもとで維持されてきた里地里山は、雑木林・草地・畑地・水田・ため池などの多様な植生・景観を含む環境である。里地里山のさまざまな環境で生産される農産物は人々の生活の糧となり、里地里山に生育する様々な生き物は、暮らしに彩りを添えてきた。しかしながら、里地里山の多様な植生・景観は、近年の伝統的な土地利用の放棄や社会経済的な状況の変化によって、消滅の危機にさらされている。なかでも、採草・放牧・火入れなどによって維持されてきた草原は、その面積を大きく減らしてきた。草原や疎林の管理放棄や植林地等への転換といった土地利用の変化は、社会経済的な状況の変化により進んできたものであり、農業形態の変化や高齢化等のやむを得ない背景も多い。その一方で、里地里山に残されてきた草原を、かつての生活の糧を得るための場としてだけでなく、草原に関わる生物や文化など、かけがえのないものを守るための場としてとらえ、草原の維持・再生を進める活動も各地で広がりつつある。

本企画では、里地里山における森林と草原の伝統的な機能や関わりを振り返るとともに、絶滅危惧植物からみた里山の現状と問題点、各地で行われ始めた草原の保全や再生の事例について4人の演者が発表を行った。これらの発表を通して、里地里山における半自然草原の現状を広く知ってもらおうと同時に、いかにして草原を保全し、そこにはぐくまれてきた生物や文化を後世に伝えていくかについて参加者と共に議論を行った。参加者から

は「草原の再生の必要性について、もっと林業関係者にアピールしても良いのではないか。」といった意見や「草原を再生する際に必要な植林地の皆伐に要するコストをいかにして減らすか」といった

点についての貴重なコメントも寄せられた。

里地里山は森林や草原等の一見全く異なる植生や景観を含む環境である以上、その環境を効果的に保全していくために

は、様々な植生・環境をフィールドとする研究者や行政、NGO・NPO等の関係者間で緊密な連携が求められる。本企画がそのような連携のきっかけとなれば幸いである。

Ⅲ. イブニングセミナーを振り返る

水町 衣里 (京都大学)

相川 高信 (三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社)

1. はじめに

近年、様々な学会^{*1}で、学会員以外の人々の参加を得ようとする試みがなされている。これまでも、多くの学会が、公開講演会といった形で、学会員ではない人々に対して窓口を開いていた^{*2}。最近では、社会へのチャンネルを増やす、または、広げる傾向にある。

例えば、日本植物生理学会大会(2005年より実施)や日本農芸化学会大会(2006年より実施)などでは、高校生による研究発表の場を設けている。全国から研究成果を発表する高校を募集し、学会員との交流も促している。日本植物生理学会では、学会期間中に、高校生を対象としたサイエンスカフェ^{*3}も行っている(徳富 2009)。これから進路を選択する高校生に、各々の分野に興味を持ってもらいたい、選択肢の一つとして

考えてもらいたいという学会運営側の期待が強く現れた企画である。

また、高校生に限らず誰でも参加をすることができるサイエンスカフェを開催しはじめた学会もある。例えば、日本海洋学会(2008年より実施)は、学会の会期中に、大会の開催地域で開催している。また、日本農芸化学会(2006年より実施)や日本気象学会(2006年より実施)などは、年に複数回開催されている。このような活動が始まった理由は、学会によって様々だが、学会員が取り組む研究テーマをより多くの人に知って欲しいという目的は、ほとんどの学会が共通して持っているようだ。

では、森林科学の分野ではどうだろう。社会と研究者コミュニティをつなぐ窓口として、学会はどのような場を提供しているのだろうか。ここでは、主に、第

120回日本森林学会大会期間中に開催されたイブニングセミナーを取り上げながら、森林科学の分野において、研究者コミュニティが今後どのように社会と関わって行けばよいのかを考えたい。

2. 日本森林学会大会において開催されたイブニングセミナー

日本森林学会のホームページに掲載されている「日本森林学会の紹介」には、「1914(大正3)年に創立された、森林・林業を総合的に扱う日本で唯一の学会です。環境の維持増進と林産物の供給などの森林の価値や機能に関する研究の発展に努め、国民ひいては人類の生活・文化の向上に貢献しています。」という記述がある。「森林・林業を総合的に扱う」ためには、普段学会に集まっている研究者以外にも様々な人々が関係してくるということは容易に想像できる。例えば、森林組合の職員など森林の整備に関わる現場技術者、政策を考える政治家や行政の担当者、環境教育や観光のフィールドとして森林を利用している人、森林ボランティアとして間伐作業等を行っている人、普段直接は森林に関わらないかもしれない下流域の都市に住む人、テレビや新聞などのマスメディアを通じて情報を発信している人…しかし、普段の研究活動や学会内のセッションでは、なかなかこれらの人々と出会うことはない。同じ学会に参加をしている人同士でも、専門分野が少し違っただけで、議論をする時間を持つことは難しい。

今回のイブニングセミナーでコーディネーターを務めた人々からは、「研究者ではない立場から、研究に期待することを述べてもらったことが有意義だった。」「林業の現場に関わっている人たちから

*1 本稿では「学会」という単語を、主に、学会員が研究の成果などを発表する場つまり「年会」や「学会大会」の意味で用いている。

*2 日本森林学会(2005年までの名称は、日本林学会)は、1983年に初の市民向け公開シンポジウム「21世紀に向けての森林・林業」を開催して以来、様々な公開シンポジウムを実施してきた。

*3 サイエンスカフェとは、科学技術の分野で従来から行われている講演会、シンポジウムとは異なり、

科学の専門家と一般の人々が、喫茶店など身近な場所でコーヒーを飲みながら、科学について気軽に語り合う場をつくらうという試みである。一般市民と科学者、研究者をつなぎ、科学の社会的な理解を深める新しいコミュニケーションの手法として、世界で注目されており、日本においても各地で新たな試みが始まっている。(日本学術会議 HP < <http://www.scj.go.jp/ja/event/cafe.html> > の記載事項より抜粋)

意見を聞き、研究に役立てたい。」「セミナーを企画したことで、社会学など他分野の研究者の考え方に触れることができた。」という意見が聞かれた。普段は、全く別の視点で森林に関わっている人々が同じ場所に集まり、お互いの意見を聞くことで、今後の研究や活動に生かしていくものが得られたのだと思う。

また、複数のコーディネーターやセミナーの参加者が、「研究の成果を社会に還元したい」という思いを持ってイブニングセミナーに参加していた。その思いは、「現場で実践に、研究成果を使って欲しい」「研究結果を施策に反映させて欲しい」「研究成果を使ってもらえるようなコミュニケーションをとりたい」「日本森林学会が、研究の成果を社会に還元する活動を支援できるような学会であって欲しい」といった言葉に現れている。研究成果を現場に反映させるためには、研究テーマが現場で求められているものであること、もしくは、研究成果が現場でも使える形で提供されることが必要になる。今回のイブニングセミナーのような場は、異なる分野の人々が解決すべき課題を共有するために、重要であると考えられる。

3. 社会の中で研究を位置づける

これまで、政策を決定したり、ある問

題を解決しようとしたりするときには、研究者や行政が中心となって判断を下すということが行われてきた。これは、「専門家が判断を下すので、正しい選択が行われているはずである。」という前提があって成り立つものである。専門家(研究者)は、正しいとされる情報を行政に提供することが求められていただけだった。しかし、最近では、専門家以外の様々な立場の人々と意見を交換しながら、最適な政策、最適な解決方法を探ることが、求められるようになってきた(例えば、小林 2005)。専門家が発信する情報を政策決定者が全て吸い上げ、適切な判断がなされることが理想なのかもしれないが、現実的ではないからである。大学や研究機関に所属する研究者は論文という形で研究結果を発信するが、実務担当者まではなかなか届かないということも実態である。

スウェーデンの場合、行政機関と大学や研究機関の連携が密に行われている。その一例として挙げられるのが、行政の担当官が専門的な知識を学ぶための研修の講師を、若手研究者が務めているということである。こういったつながりがあることで、共同で研究しやすく、研究成果が政策に生かされやすいということがあるのだろう。また、専門家側も、積極的に、研究成果を政策決定者や森林所有

者に伝える工夫を凝らしている。英語で出版された論文も、スウェーデン語で簡単にまとめ直し、リーフレットとして配布している。大学や研究機関に所属している専属の編集者が、アドバイスを行うことで、文章はより読みやすくなり、そして図や表も理解しやすいようにレイアウトされる。森林所有者が購読する新聞にも、研究成果が積極的に掲載されている。海外での情報共有の仕組みをそのまま日本に当てはめることは無理かもしれないが、学ぶべき仕組みは多い。

日本では、自分たちの一歩外側の人たちの考え方を知ることができる場、少し違った立場から共通する問題に取り組んでいる人びととつながることができる場がまだ限られていると強く感じる。政策形成や、計画策定、実際の森林管理、モニタリング、普及啓発活動等の場面において、様々な立場の人々の協働が必要である。そのような機会を提供することのできる学会であって欲しいと願う。

参考文献

- 小林傳司 (2005) 科学技術とガバナンス、*思想* 973 : 5-26.
 徳富 哲 (2009) 広報委員会だより、*日本植物生理学会通信* 105 : 11-13.

森の休憩室 II 樹とともに その6

人に伝える

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)



私はつくば植物園で現場管理をするかたわら、来園者の園案内も業務として行っています。申し込みの多くは、つくば研究学園都市の研究所を巡るツアーの団体さんと、修学旅行の中高生です。その他、小学生などを対象にした授業などの教育普及にも関わらせてもらっています。そもそも私が植物園に来た当初の目的は、園案内などの教育普及をやりたいという理由からでした。私の大学卒業後の経歴として一番長く続いているのは、造園関係の仕事ではなく自然案内や教育普及です。学生時に森林インストラクターという言葉を知り、なぜかそこに惹かれました。そしてその後、ある経験をしたのですが、それが未だに私の中で大きな魅力を保ちながら原動力の一つになっているのです。

25歳の大学を卒業してで無職だった私は、妻が留学していたイギリスへ行きました。約1ヶ月の滞在期間中、景色が美しいという理由で湖水地方へ小旅行をしました。現地は自然豊かな場所ですぐに気に入ったのですが、その広さと見所の多さにどこをどのように巡れば良いのかわからず、インフォメーションセンターで紹介された2時間程度のバスツアーに参加することにしました。集合場所につくと10人程度が乗れる赤い小型のバスがあり、客は私たち日本人のほか、幾つかの国の人が集まっていました。運転手兼案内人の中年太りの男性が陽気に振舞いながら出迎えると、彼はグレーのベレー帽を取って、剥げた頭を撫でながら自分のことを“ジェームス・ボンド”と名乗りました。私たち全員はこれでいっぺんに和み、軽快に出発となりました。残念ながら細かい案内や解説はあまり記憶に残っていません。英語が良く分からなかったからかもしれませんが、それほど細かく一生懸命説明はしていなかったような気がします。思い出されるのは、始めから終わりまで明るい雰囲気の中で包まれていたことです。案内人は運転しながら軽快にしゃべり、鼻歌を始め、突然大きな声を出します。私たちはみんなニコニコしていました。そしてツアーの最後の方に、おそらく一番のビューポイントであろう丘の上で私たちはバスから降ろされました。“ジェーム

ス・ボンド”は遠くの方を指差し、その景色がどれほど素晴らしいかを説明しました。その後、もう一度私たち一人一人に近づいては同じことを話し始めました。それまで陽気だった彼でしたが、声を落として真剣な眼差しでその景色を説明します。彼は私が英語を理解していないことを知っていたと思います。しかし私の目を見ながら真剣に話をしました。理由は分かりませんが、私にはその景色のすばらしさ、彼が伝えたいことが身にしみました。そして彼の何かに、自分が今体験している何かに、大きく感動しました。でも、その時はそれが何なのかは分かっていませんでした。

私は後に念願の森林インストラクターとなり、案内に携わるようになって10数年が経ちました。いまだに自分の未熟さを恐れ、知識に頼り、テクニックを求め、難解で分かりづらい案内から抜け出せずにいます。しかしここ数年、一番大切なのは心なのだとということにやっと辿りつきました。“ジェームス・ボンド”が案内の中で終始大事にしていたのは、ただ純粋に楽しい雰囲気だったのだと気づいたからです。様々な人種、言葉の壁、それらを越えられる大切なものとしてそこに気を配っていたのだと思います。そして、案内や自然解説は教えるものではなく共感させるものであるということ、その共感心は心を動かす作用を伴うべきなのだと考えるようになりました。イギリスの湖水地方で彼が私に伝えたかったことは、彼自身がその景色に感動しているという事実、それだけだったのではないかと思うのです。あの時私の心は気づかずとも、そのシンプルで骨太な気持ちに動かされたのではないのでしょうか。

著者プロフィール

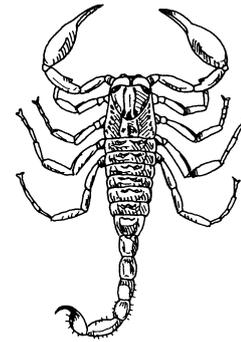
二階堂太郎：1970年生まれ。山形大学農学部林学科修士課程修了。新潟市の株式会社らう造景（旧 後藤造園）に勤務。現在は筑波実験植物園の非常勤職員として植物管理部門に所属。樹木医、森林インストラクター。



〔最終回〕 日本に未定着の危険な外来生物

吉田 剛司

(よしだ つよし、酪農学園大学環境システム学部)



はじめに

シリーズ「森の危険な生物たち」も、今回をもって最終回を迎える。これまで多くの動植物が紹介され、観察に顕微鏡を必要とする寄生虫から、農業被害のみならずヒトへの被害も懸念されるイノシシまで、多様な分類群の大小様々な生物が紹介された。このシリーズでは、日本にも危険な生物が生息していることが紹介され、国内で重軽傷、さらに死に至る原因となる危険な生物は、トリカブトや毒キノコなどの有害植物に多く、さらに昆虫類、毒毛虫類、ヤマビルなどの小動物であることが示された。本シリーズでは、森林生態系に生息する危険な生物に対する警鐘を鳴らしつつ、注意深くこれら危険な生物と接すれば、被害は十分に軽減できることが紹介された。

ではシリーズの最後に、今回は日本には未定着であるが潜在的に危険な生物として外来生物を取り上げる。実際にはウィルスや寄生虫などを含めると、未知数の未定着外来生物が危険であることは間違いない。既に国内に定着したアライグマ (*Procyon lotor*) も、さらに古い時代より定着しているドブネズミ (*Rattus norvegicus*) も外来生物で、人間にとって危険となる要素を多く含む生物である。しかし今回は未だに国内に定着していないものに対象を絞り、中でも侵入の可能性が高く、国内の生態系に定着することが懸念される危険な外来生物として、ヒアリ (*Solenopsis invicta*) とサソリ類 (Scorpiones) を中心に紹介する。さらに、これら人間の生命や健康に危害を加える外来生物にも、これまでの報告と同様に小動物が多いことを考慮し、今後の防除の在り方について概説する。

世界的な脅威となった大型アリ —ヒアリ—

ヒアリ (アカヒアリ) は、南アメリカ原産の体長 2 ~ 6mm の攻撃性が非常に強いアリである。その極めて強い攻撃性により、他の節足動物や爬虫類、さらに

小型哺乳類までも集団で攻撃し捕食する。例えばフロリダ州の事例では、草原生態系にパッチ状に残存する広葉樹林帯にヒアリが侵入したことによって、希少な昆虫類や陸産貝類の個体数が激減した (Wojcik, *et al.*, 2001)。またヒアリの大型哺乳類への影響も報告されており、直接的な咬刺による致死、さらに咬刺によって衰弱し捕食者に捕まりやすくなる間接的な影響も報告されている (Wojcik, *et al.*, 2001)。Allen *et al.* (1997) によれば、ヒアリの駆除に成功した地域では、若齢オジロジカ (*Odocoileus virginianus*) の個体数が増加した研究成果が報告されている。

ヒアリは、熱帯アジア域や太平洋の島嶼国に侵入したのみならず、アメリカ合衆国やニュージーランドなど温帯域にも侵入し定着した実績がある。被害の状況として、まず顎で噛みつかれた後に、腹部の先端部にある毒針で



写真-1 敵の侵入に対し一斉に攻撃してくるヒアリ (撮影地：台北)

巣にペンを差し込めば、僅かな時間のうちに働きアリ達が咬みつき、毒針を刺し込もうとしてくる。



刺される。例えば、巣を何かの拍子で素足のまま踏むようなことがあれば、多数の働きアリに攻撃を受けてしまい恐ろしい事態になると推測できる（写真-1）。もし刺されれば、アルカロイド系の毒によって非常に激しい痛みを覚え、アレルギー反応を引き起こす。既に台湾やアメリカではヒアリの侵入により莫大な被害が発生しており、多大な時間と資金を導入した駆除作業が進められている。アメリカでは、ヒアリの刺咬によるアナフラキシーショックが原因で80人以上の死亡が報告されている（自然環境研究センター 2008）。筆者が台湾の担当局にてヒアリ防除の現場を視察した際に、その脅威を実際に確認する機会があった。本シリーズにおいて、「皮膚炎を起こす甲虫類」の筆者である岸本氏に同行したが、その際に岸本氏はおそらくヒアリ咬刺による犠牲となった数少ない日本人となった（写真-2）。

ヒアリは、攪乱された環境（道路際、駐車場、空き地など）を好むために、森林生態系での被害が大きく取り扱われていない。しかし、日本との物資の流通や人の交流が活発な台湾やアメリカなどからヒアリが日本へ侵入する経路は無数に存在する。おそらくヒアリの初期侵入は、空港や港湾など木材や資材など混入しやすい輸入物資が頻りに往来する場所となるであろう。初期侵入地にアリ塚を形成した後に、そこから分布の拡散が発生する。日本の森林で定着すれば、登山者や作業者にとって非常に大きな脅威になることは間違いない。

意外と知られていない毒サソリの侵入

世界には、約 1,500 種のサソリが確認されており、



写真-2 ヒアリ刺咬によって腫れあがった腕
(撮影地：台北)

日本国内にも八重山諸島にヤエヤマサソリ (*Liocheles australasiae*)、さらに沖縄と小笠原にはマダラサソリ (*Isometrus maculatus*) が分布する。この2種の毒性は極めて弱いようだが、国内での流通物資に混ざって、これらのサソリが遠く離れた本州で発見されることが稀にある。以前、中国地方の資材置場からサソリが発見され騒動になった際に、筆者が写真にて確認したところヤエヤマサソリであった。騒ぎ立てるほどの事件でないにも関わらず、サソリの発見は大騒ぎになってしまいがちである。その背景として、2004年に外来生物法（特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律）が施行される以前は毒サソリの飼育を規制する法的な規制がなく誰でも自由に飼育できた。よって、飼育下から逃げ出した個体がマンションのベランダで見つかるなど、猛毒の危険なサソリが発見される事件が報道されていた。ヤエヤマサソリが発見されたのは、関係機関を含めて社会がサソリ発見のニュースに極めてナーバスになっていた時期であった。

ところが一方で毒サソリは、実際にペットの逸脱のみならず木材や資材に混入して日本国内に侵入することが多い（写真-3）。少し特殊な事例では、2006年に衣料品店でジーンズを試着した女性が、中国産輸入ジーンズに混入していたサソリの刺傷を原因として入院したケースもある。さらに中国では、滋養強壯の食材としてサソリを食する習慣があり、国内の中国食材店でもサソリが販売されていた時期もあり、これらのサソリも決して頻繁ではないが、国内に侵入した事例はある（写真-4）

サソリの尾端には、毒針があり、 α -サソリ毒、ティ



自然環境研究センター

写真-3 南アメリカより輸入物資（コーヒー豆）に付着して国内に侵入したと考えられるキョクトウサソリ科に属するサソリ



ティウストキシン等のサソリ毒を有しており、猛毒のサソリによる刺傷を原因とした死亡者の報告例はメキシコ、北アフリカなどに多い（環境省外来生物対策室HP）。世界では約25種のサソリが猛毒として知られており、なかには刺傷を受けた後7時間以内に死に至ることもあるという猛毒種も存在する。ただし、その他のサソリの多くにはヒトに対する殺傷能力はなく、刺されても弱い痛みだけを感じる程度の刺傷も多い（Polis, 1990）。全てのサソリが危険であるわけではないが、毒性の強いキョクトウサソリ科に属するサソリは十分に危険な生物であり、今後も物資に混入して国内に侵入する可能性がある。

猛毒サソリが、以前はペットショップ、インターネットなどで販売されており、多くの飼育個体は野生の採集個体であった。マニアにとっては、危険な生物ほど魅力があるらしく、一時期は毒性の強いサソリほど高値で流通していた。このように危険な動物を安易に流通させる販売や飼育も大きな懸念材料であるが、それ以上に愛玩目的と称して国外からの野生採取個体を流通させるのは、生態系保全の観点からも決して望ましくないことでない。

動物愛護管理法の「危険な動物」が危険なのか？

日本に未定着の生物で危険な動物は、ヒアリやサソリ、その他にはゴケグモ類のような節足動物が中心で

ある。ところが危険な外国産の動物として、トラやワニをイメージすることが多い。知り合いのアフリカの野生動物保護管理を担当するレンジャーは、アフリカゾウほど危険な動物はないと断言していた。しかし、動物園やテレビの画面で見る機会の多い大型な危険動物は、様々な輸入規制のみならず、飼育に対しても高いハードルがある。多くの野生動物が、動物愛護管理法の規定に基づいて特定動物（危険な動物）に指定され、飼育に都道府県知事または政令市の長の許可が必要となっている。哺乳類、鳥類、爬虫類に含まれる約650種の脊椎動物は特定動物（危険な動物）に指定されている。

これら特定動物が日本の森林に簡単に定着することは考えられない。特定動物には、本当に危険である動物も多く指定されているが、イメージのみが先行して、決して特定動物に分類されるべきでない動物も多い。また特定動物に指定されたことにより、遺棄される個体も増えた。例えばワニガメなどは動きも鈍く特別に危険でない動物だが、大量に遺棄されたことにより頻繁にマスコミで取り上げられる時期があった（写真-5）。このような外来の危険動物に対しては、行政による規制なども重要であるが、まずは真摯な飼育愛好家とモラルが不足している飼育者の区別を明瞭にすることが重要である。



写真-4 国内の衣料品量販店で発見された中国原産の *Lychas mucronatus* と思われるサソリ
食用としても輸入されていたが、これは大量の中国産物資に混入して侵入したと考えられる。



写真-5 上野不忍池にて遺棄されたワニガメに対する注意看板

無理に近づく、口元に手を近づけるなどしなければ、ワニガメは決して危険な動物でない。本当に危険な生物を認識するべきであり、度を越した啓発行為はマイナスにもなる。



本当に危険な外来生物の対策

ヒアリも毒性の強いサソリ（キョクトウサソリ科）も、現在は外来生物法による特定外来生物に指定されており、輸入、販売、飼育、譲渡などが厳しく規制されている。特定外来生物を意図的に国内に放逐して、人間の生命や健康を脅かす事件は起こらないであろう。ただし、隣国の台湾でのヒアリの惨状を目にすれば、決して呑気にしていられる状況でない。さらに、ヒアリのみならずサソリのような動物が、厳しい水際の検疫を乗り越えて、非意図的に国内に侵入してくる。これらの侵入には、木材輸入の原産国、さらに輸入経路も深く関わっており、林業や木材に関係する人間にとって無視できるものでもない。

ヒアリやサソリのような小さな危険動物は、既に本シリーズで取り上げられた生物と同じく、あまり一般的にはその存在を知られず、国外で外来化した経緯に至っては、その侵入経路さえ明らかではない。シリーズ最終回で、これまで取り上げてきた生物をもう一度振り返ると、「森の危険な生物たち」に対する最大の対策は、対象となる生物のことを理解することであり、いつでも、誰で

も、どこでも危険な生物と直面する可能性があることを常に意識しておくことであろう。

引用文献

- Allen, C. R., Demarais, S. and Lutz, R. S. (1997) Effects of red imported fire ants on recruitment of whitetailed deer fawns. *J. Wildl. Manage.* 61: 911-916.
- Polis, G. A. (1990) Introduction. Pages 1-9 in G. A. Polis, editor. *The biology of scorpions.* Stanford University Press, Stanford, California.
- 自然環境研究センター（2008）日本の外来生物. 479pp, 平凡社, 東京.
- Wojcik, D.P., Allen, C. P., Brenner, R. B., Forys, E. A., Jouvenaz, D. P. and Lutz, R.S. (2001) Red imported fire ant impact on biodiversity, *American Entomologist*, 47(1):16-23.

廃菌床を再利用したヤマブシタケの栽培技術の開発

高畠 幸司 (たかばたけ こうじ、富山県農林水産総合技術センター森林研究所)

はじめに

ヤマブシタケ (*Hericium erinaceum*) (写真-1) は、サンゴハリタケ科サンゴハリタケ属のきのこで、ブナ、ナラ、カシなどの広葉樹の立ち枯れ木に地上 1～2 m の高いところで発生する材を白っぽく腐らせる白色腐朽菌です。きのこ全体の形状は倒卵形、扁球形などの球塊で、ヒダの代わりに長さ 1～5 cm の先の尖った針が^{すずかけころも}無数に垂れています。山伏が衣の上から着る篠懸衣の胸に付ける飾りに似ていることからヤマブシタケ (山伏茸) と言われています。

ヤマブシタケの乾燥品は漢方薬 (猴頭^{ほうとう}) として取り扱われ、消化不良、神経衰弱、胃潰瘍に効能があり、さらに子宮頸がん細胞増殖阻害物質、花粉管発芽成長阻害物質、免疫機能調節成分、抗腫瘍多糖類、レクチンなどの薬用物質の存在が報告されています¹⁾。

研究の背景並びに経緯

典型的な過疎地であり豪雪地帯である富山県南西部の南砺市利賀村で昭和 50 年代後半からマイタケ栽培に取り組み、白色系マイタケの生鮮品と乾燥品を出荷し続けているきのこ生産法人があります。しかし、マイタケの市場単価が低くなり収益性が低下したため、新たな栽培きのこを探索していました。そこで、機能性成分に富む健康によいきのこととして注目されているヤマブシタケを紹介したところ、マイタケに加えてヤマブシタケ栽培が平成 13 年頃よりスタートしました。

ヤマブシタケの普及を図るには大きな課題が二つあります。一つは、きのこの肉質が海綿状であるため気中の水分をスポンジのように吸収して含水率が高くなり、日持ちが悪いことです。このことは、遠隔地でヤマブシタケを大量生産しても容易に本県に移入できないので地産



写真-1 楷木 (コナラ) から発生したヤマブシタケ

地消の観点ではプラスに作用します。もう一つはきのこの味が苦いことです。高齢者や成人は苦味を楽しむことができますが、若年層や幼児には嫌われます。子供に受け入れられないと一般家庭の需要は極端に低下します。一方で、きのこ栽培用のブナオガコ (ブナ材をおがくず状に粉碎したもの) の確保は年々厳しくなっており、生産現場からマイタケ廃菌床の適切な処理方法並びに有効利用について研究開発の要請がありました。この様なことを背景に、富山県森林政策課では「ヤマブシタケ」を特産化して広く普及させることにより県民の健康を増進することを目指して「健康と元気もり森事業」を平成 15、16 年度に実施しました。森林研究所では生産コストを軽減する栽培技術の開発、苦味の少ないヤマブシタケの栽培を担当しました。

廃菌床の再利用

本県で廃菌床処理が課題になりつつあったマイタケの培地組成はブナオガコと米糠のみで、正常に発生したマイタケ廃菌床は、肉眼では雑菌の混入は認められません

廃菌床を再利用したヤマブシタケの栽培技術の開発



写真-2 菌床栽培でのマイタケの発生状況 (左) と瓶から排出されたマイタケ廃菌床 (右)



対照区：置換割合 0%



置換割合 25%



置換割合 50%



置換割合 75%



置換割合 100%

写真-3 プナオガコをマイタケ廃菌床で置換して栽培したヤマブシタケの発生状況

でした (写真-2)。ヤマブシタケの菌床栽培はヒラタケの瓶栽培に準じて栽培でき、比較的容易に子実体 (きのこ) を形成します。また、栽培に用いるオガコは広葉樹材が適していますが、スギ、エゾマツでも子実体を形成することから培地材料の選択幅が広く、廃菌床でも利用可能であろうと推測しました。また、エノキタケ栽培の場合では正常に発生した後の廃菌床には子実体形成促進物質が含まれ、発生不良を起こす種菌を正常化することが報告されています²⁾。

そこで、ヤマブシタケ菌床栽培において菌床培地のプナオガコをマイタケ廃菌床で置換して栽培試験を行いました³⁾。栄養材はフスマを用い、培地基材と栄養材の混合割合は1:1 (W/W) としました。高圧蒸気滅菌し、純粋培養の種菌を植え付けました。プナオガコをマイタケ廃菌床で置換しても、発生する子実体はプナオガコの

み (対照区) で発生した子実体と同様に針の長い正常な子実体を形成しました (写真-3)。プナオガコをマイタケ廃菌床で置換することにより子実体収量は増加しました。子実体収量は、マイタケ廃菌床の置換割合 75%、100% で最大となり、プナオガコ単独区 (置換割合 0%) に比べて約3割増加しました。このように、マイタケ廃菌床を多く使った方が増収効果があり、プナオガコを完全に置き換えてもよいことが明らかになりました (図-1)。

さらに研究所でマイタケ廃菌床を用いて試験栽培したヤマブシタケは苦味が軽減されているように感じました。しかし、生産現場ではマイタケ廃菌床で栽培しているにも関わらず、苦味は一向に改善されませんでした。種菌、培地組成が同じにも関わらず、何故、発生した子実体の食味が異なるのか、検証しましたところ、生産現

廃菌床を再利用したヤマブシタケの栽培技術の開発

場では廃菌床を排出した翌日に使用していましたが、森林研究所では排出後一週間経過してから使用していました。排出された廃菌床は時間の経過と共に変質した可能性があります。そこで、マイタケ廃菌床の堆積処理と子実体収量、苦味との関係を検討しました^{3), 4)}。マイタケ廃菌床を 15℃、25℃で 4～6 週間堆積処理して栽培すると子実体収量が堆積処理しなかった場合に比べて約 2 割増加することが明らかになりました。ブナオガコに比べると約 5 割もの増収効果がありました。また苦味については、マイタケ廃菌床を 15℃で 1 ヶ月間堆積処理して栽培したヤマブシタケを官能試験に供した結果、堆積処理した廃菌床で栽培したヤマブシタケは苦味が軽減されていることが明らかになりました。食品の栄養成分において遊離アミノ酸は食味に大きく影響します。遊離アミノ酸含量を測定し、苦味を呈する遊離アミノ酸含量を算出したところ、ブナオガコに対してマイタケ廃菌床で栽培したヤマブシタケでは含量が半減し、ブナオガコとマイタケ廃菌床を半々で栽培したヤマブシタケではブナオガコとマイタケ廃菌床の中間の値となりました(図-2)。生産現場でもマイタケ廃菌床を 1 ヶ月間堆積処理して使用するようになり、苦味を軽減したヤマブシタケを提供できるようになりました。

マイタケ以外のシイタケ、ナメコ、エノキタケ廃菌床についても検討したところ、シイタケ、ナメコ廃菌床はマイタケ廃菌床と同様にブナオガコの代替材として利用でき、エノキタケ廃菌床は不適であることが明らかになりました^{5), 6)}。

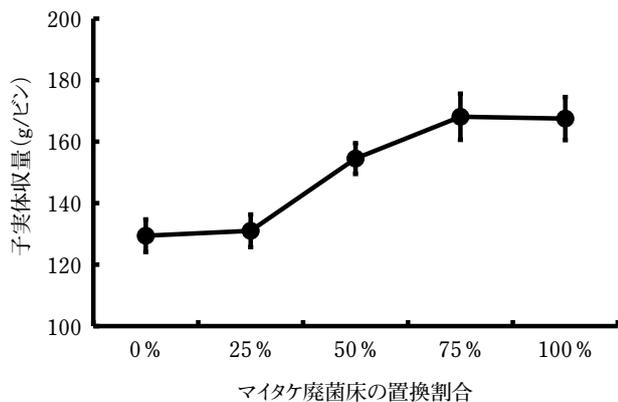


図-1 ヤマブシタケ菌床栽培におけるブナオガコに対するマイタケ廃菌床の置換割合と子実体収量との関係

ブナオガコでヤマブシタケを栽培し、収穫後に排出される廃菌床もヤマブシタケ菌床栽培に利用可能であろうことは容易に予想されます。それでは、ヤマブシタケ廃菌床が何度繰り返し利用可能なのでしょう？このことについて検討したところ⁷⁾、1 回目の廃菌床で最も収量が多くなり、2 回目、3 回目になるにつれて収量は低下しました。2 回目まではブナオガコ培地より収量が多くなりましたが、3 回目ではブナオガコと同程度の収量となり、発生した子実体は脆弱で日持ちが悪くなりました。以上のことから、ヤマブシタケ廃菌床は再利用、再々利用までが可能であることが明らかになりました。

おわりに

富山県森林政策課では消費者にヤマブシタケを普及するためにレシピ集の作成に取り組み、(社)富山県栄養士会に協力をお願いしました。当初、苦味の強いヤマブシタケでは家庭料理に不向きと敬遠されましたが、ヤマブシタケの苦味が軽減されると積極的に協力して頂くことができ、調理レシピ集が作成されました(写真-4)。

きのご類の特産化には、安全・安心で安定生産が前提ですが、消費の促進、ブランド化を進めるには、生産現

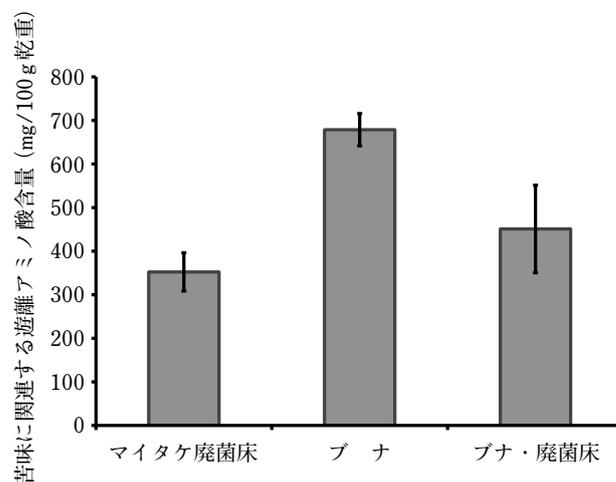


図-2 異なる培地基材で栽培したヤマブシタケ子実体の苦味に関連する遊離アミノ酸含量
マイタケ廃菌床：15℃で1ヶ月間堆積したマイタケ廃菌床
ブナ：ブナオガコ
ブナ・廃菌床：15℃で1ヶ月間堆積したマイタケ廃菌床とブナオガコを1：1の割合で混合した培地基材



写真-4 ヤマブシタケのレシピ集 (富山県森林政策課作成)

場・行政機関・研究機関が一体となって協力することが不可欠と考えられます。マイタケ廃菌床利用によるヤマブシタケ栽培はその一例となったと言えるでしょう。

参 考 文 献

- 1) 水野 卓 (1992) ヤマブシタケ. キノコの化学・生化学 (水野卓・川合正充編著). 学会出版センター. 東京. pp.307-312.
- 2) 馬替由美・大原誠資 (2003) 平成 15 年度研究成果選集. 森林総研. 54-55.
- 3) 高島幸司 (2008) 日本きのこ学会誌. 16. 149-154.
- 4) Takabatake, K., Sasaki, H. and Sugahara, T. (2005) MSA/MSJ Joint Meeting. Hawaii. p.201.
- 5) 高島幸司 (2007) 中部森林研究. 55. 197-198.
- 6) 高島幸司 (2009) 日本きのこ学会誌. 17. 81-85.
- 7) 高島幸司・五十嵐圭日子・鮫島正浩 (2008) 木材学会誌. 54. 327-332.

森林火災と違法伐採：動く現実

中田 博

(なかた ひろし、国際協力機構)

シリーズ
うごく森 12

動く森林

その道に詳しいはずの方々からお話をうかがって、「あれっ??」と思うことが皆さんにもあるのではないかな。多くの場合、その原因は「調査した時点と現在の状況が異なるから」である。世の中の移り変わりは早く、森林とて例外ではない。状況は動いている。

動く森林火災

森林火災を例に挙げよう。「インドネシアの森林火災」といえば、その煙のすさまじさからお隣のシンガポールやマレーシアも影響を受けている。空港が閉鎖されたり、一般市民が呼吸障害を起こすこともある。しかし、ひとくちに「インドネシアの森林火災」と言っても、主因は時代と主に変遷して来た：

1990年代：パームオイルの大規模な火入れ地ごしらえ

1996年+α：異常気象とガバナンスの大混乱

2000年代：閉鎖伐採コンセッションでの小農による火入れを伴う農地開墾や地ごしらえ

このように、原因は動いており、状況も様々である。一方、「森林火災」というと、鬱蒼とした熱帯降雨林が

燃えている様子を想像される方が多いのではないかな？実は、「森林火災」とは呼ばれているものの、本当に森林が燃えていたのは「1996年+α」くらいのもので、後は森林以外を燃やした「野火」である。意外と実態は知られていないように感じる。

JICAがインドネシアで実施した「森林火災予防計画プロジェクト」では、スマトラとカリマンタンを対象として土地利用区分別のホットスポット（衛星情報を活用して検出された火災発生地）を分析した（図-1、図-2）。土地利用区分別面積のうち、森林としてホットスポットの統計を取っているのは「(天然林)生産林(HPH)」,「(人工林)産業造林(HTI)」,「(天然林)保護林」及び「(天然林)保安林」であり、これらは国土面積の45%程度を占めている。森林以外の土地は、オイルパーム等の「農園」、並びに小農の土地・農園等への転換予定林及びジャワ島などからの移住地を含めた「その他の土地」に分類している。森林部分で検出されたホットスポット数の割合の推移については、東カリマンタン州で広大な森林が焼失した1998年には、森林部分からのホットスポット発生が60%をも占めたが、1999年以降は概ね40%前後で推移している。一方、森林以外の農地等からの発生数は約60%にもものぼる(井上2004)。ここでもう一つ注意しなければいけないことは、HPHのかなりの部分が農地化しており、土地利用区分上は森林でも、実態はすでに農地化している事実である。

概ねインドネシアの「森林火災」と呼ばれる現象は、本来違法な野火を取り締まれていけば、毎年起ることはないと言える。一言で言えば、ガバナンス問題と言える。

動く違法伐採

類似の問題に、「違法伐採」がある。ところで皆さんは「違法伐採」という言う言葉を聞いて何を想像されるだろうか？私が感じている範囲では、一般に「違法に



写真-1 森林火災跡地 (写真は SCKPFP 提供)

Percentage of hotspots by land use

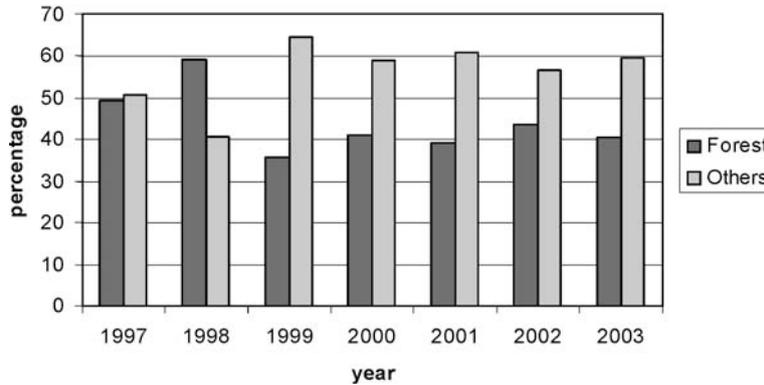


図-1 土地利用区分ごとのホットスポットの割合

Percentage of hotspots by land use in detail

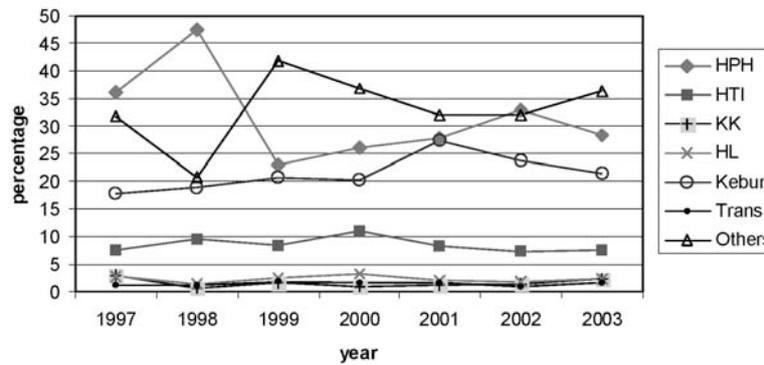


図-2 詳細な土地利用区分ごとのホットスポットの割合

HPH：(天然林) 生産林；HTI：(人工林) 生産林；KK：保護林；HL：保安林；
Kebun：農園；Trans：転用予定林；Others：その他

木を切ることすべて」と解釈されている。

「違法伐採」という日本語訳が混乱の原因の一つになっているが、そもそもイギリスの環境 NGO などが持ち出し、ブレア首相が G8 に持ち込んだオリジナルは “illegal logging” であり、いまでも英語での表現はかわっていない。“logging” だから「違法な加工用の丸太の生産」であり、本来最も問題視されるべき「森林の非森林への違法な転用」は含まれていない。

林地の転用も、アマゾンの一部で報道されているような大規模な商業目的の農牧地開発もあれば、土地なし農民が食うに困っての農地転用もあり、様々である。これらは木材生産を主目的にしていないので、“illegal

logging” ではない。

もうひとつ世界の森林減少の主因のひとつである「生活のための燃料用の違法な薪炭用材の収穫」も除外されているのが一般的なケースのように思われる。日本のマスコミや開発関係者などに用語使用の乱用がみられるが、「問題解決」のためには、「問題」を定義しなければならない。憂慮すべき事態である。

ここでは、2000 年前後のインドネシアでの違法伐採の実態を紹介する。主に私の知る限り公表されていない調査結果をご紹介するのが最も実態をわかりやすく伝えられると思い、出典を明記しないことを依頼者にご了解いただいた。違法伐採に関する研究・調査は無数に行わ



写真-2 後ろに見える山が地元住民により農地に転用された熱帯降雨林。違法伐採 (Illegal logging) 跡地ではない。



写真-3 チェーンソーによる違法 (伐採) 材の製材加工 (写真は SCKPFP 提供)

れて来たが、実態をまとめた数少ない報告は政治的な理由で公開されるに至っていない。

これも未だに公開されていないものと理解しているが、2001年の秋頃にまとめた当時のインドネシアの実態を理解するのに興味深い調査結果があった。一部要約すると：

- ① 共和国の法律では「違法伐採材」となる丸太やその加工品も、99年の地方分権化以降大きな権限を持った県 (Kabupaten) の制度上は「合法材」となるケースが多く、「違法性」の判定が困難である。
- ② 林業省が天然林の年間許容伐採量としていた 500～2000 万立方メートルに対し、産業・貿易省が許認可した木材産業の加工能力は年間 8000 万立方メートルであった。
- ③ ミドル建ての債務をかかえる関連企業は、キャッシュフローを捻出するため、許認可を受けた上限まで加工していた。
- ④ 違法に生産された丸太の約 9 割はインドネシア国内で一次加工されていた。
- ⑤ かなりの違法に生産された丸太の一次加工は認可を受けた製材所で行われず、チェーンソーによる切削が行われていた。

その他、調査関係者との非公式な面談を通じて、我々外国人専門家の共通認識になったことの一部に、

- 1) 「違法伐採」の原因 (Underlying Causes) の多く



写真-4 違法 (伐採) 材の人力による運材 (写真は SCKPFP 提供)

はインドネシア国内のガバナンス問題に起因していること

- 2) 違法丸太生産量は合法とされているものの 3～15 倍以上であろうと推測されること
- 3) アジア通貨危機に伴う木材産業の債務問題とガバナンス弱体が違法伐採を加速させたこと
- 4) 違法材市場の加工歩留まりは合法材市場より遥かに低いこと

マクロで見ると、一般に報道されていたように、「違



写真-5 可搬式の製材工場

法材は丸太のまま舟で海外に持ち出され、巨大市場で合板などに加工される」という実態でもなかった。また、「取り締まり」だけでも問題は解決しないことも明白だった。一方、①～⑤を解決すれば「違法伐採問題」のかなりの部分はインドネシア国内で解決できないわけではないことになる。

残念ながら、ご想像いただける通り、解決は簡単なものではなかった。「違法伐採」は動的現象だった。例を挙げると、

- (1) 取り締まりの前提となる「共和国」と「県」の法律の整合性を持たせようとしても、国会が新しい「県」の設立を次から次に承認し、気がついたら県の数が増え、400を超えていた。このひとつひとつと法律の突き合わせをするのは大変な作業である。
- (2) その間にも、県知事などが新たな許認可を続けた。
- (3) ホットスポットが頻繁に移動する。

最後に、違法材の国外持ち出しの「動的実態」をご紹介します。

報道されていたものは船積みされて国外に持ち出される違法材が主流であったが、陸送もかなりあったと言われている。プラコーサ林業大臣が丸太を禁輸にしたこともあり、さすがに丸太のまま堂々と国境を越えていた訳でもない。国境付近で単板に加工され、各種許可証とともにかなりの量が国境を越えていたと言われている。

これら単板工場の特徴は、「可搬式の装置」、「プレハブで設置・撤収・移動が容易な建物や高めの塀」であった。

ホットスポットと噂されてから数ヶ月後に私がEU関係者に同行し現地入りした時には、すでにかんがりの単板工場は引越済みだった。それでも単板を積んだトラックぐらいは国境にわんさかいるかと思いきや、なんと国境のチェックポイント共々の引越だったらしい。その頃には可搬式の製材工場しか残っていなかった。どうも、2～3ヶ月単位で動いていたようだ。

インドネシアの違法伐採問題の根源はどちらにあるかということで、違法伐採の起っているインドネシアと違法材を買っているとされているマレーシアが時々陰悪な関係になるが、この国境問題を見るにつけ、お互い内なる共謀者がいないとできないだろうと思われる。

インドネシアを離れて5年になるが、おそらく違法伐採の実態も森林火災同様変わってきていることと思う。

センセーショナルな報道の目立つ「森林火災」や「違法伐採」ではあるが、インドネシアなどでは、実は解決への道は、共和国政府と地方政府の法律や制度に整合性を持たせるなどの地道な作業なのかもしれない。一方で、状況は刻々移り、解決策も変わって行かざるを得ない。

注：内容は筆者個人の見解であり、(独)国際機構(JICA)の公式見解ではない。

カミキリムシで森林環境の自然度をはかる

槇原 寛 (まきはら ひろし、森林総合研究所)

カミキリムシは種類が多く、現在世界で推定 37,000 種、日本でも 760 種が記録されている。そして、樹木の生死の状態に応じて食害する種が異なり、樹種を特定する種も多い。そのため、森林に生息しているカミキリムシを知ることで森林環境を把握できる。

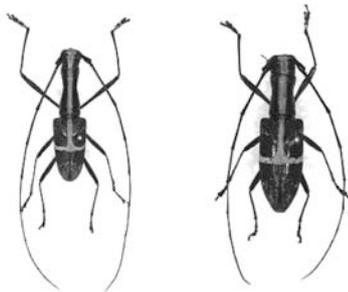
熱帯降雨林

1998 年インドネシア東カリマンタン州では大規模な森林火災が発生した。筆者は火災前後、東カリマンタン低地林でカミキリムシ相の調査を行い、天然林と焼けた後の荒廃林に生息する種を知ることができた。長期に亘る調査の結果、優占種(指標種)が異なることが明らかになった。

○天然林の指標種: *Gnoma vittaticollis* (写真-1); *Gnoma longicollis*; *Amechana nobilis*; *Epicedia trimaculata*; *Parepicedia fimbriata*; *Acalolepta dispar*; *Pterolophia fimbriata* etc.

○荒廃林の指標種: *Pterolophia crassipes* (写真-2); *Sybra propinqua*; *Rondibilis spinosula*; *Ropica marmorata*; *Xenolea tomenntosa* etc.

この結果をもとに、インドネシア各種森林で、そこに生息しているカミキリムシ相を調べれば、人工林を含め森林の自然度を測ることができる。これを推し進めることにより他の熱帯地域でも森林環境を計ることは可能である。

写真-1 天然林の指標種 *Gnoma vittaticollis*写真-2 荒廃林の指標種 *Pterolophia crassipes*

日本の森林

森林の人為的な攪乱の歴史の長い日本では、インドネシアで行った方法で環境指標種を探しだすことは難しい。しかし、日本ではカミキリムシ各種の生態的な情報や分布記録も豊富である。そこで、これらの情報を元に異なる森林環境の代表的な指標種を紹介する。

○自然度の高い森林の指標種

○ヨコヤマヒゲナガカミキリ *Dolichoprosopus yokoyamai*: プナ生木のみを加害する日本で唯一の種である。従って天然プナ林の指標種といえる。

○キベリクロヒメハナカミキリ *Pionia discoidalis*: 本種は苔むした老大木の幹に産卵し、成虫は大木からんでいるイワガラミの花を特に好んで訪花する。そのため、このような条件を満たしている自然度の高い森林でしか生存できない。

○フタモンサビカミキリ *Ropica caenosa*: 本種は沖縄島北部および南部の知念半島と沖永良部島大山頂上部にしか生息していない。これらの地域は比較的森林が好条件で残されている。

○人為的な攪乱の入った森林環境の指標的な種

○ゴマフサビカミキリ *Ropica loochooana loochooana*: 前述のフタモンサビカミキリと対照的な種であり、分布は重ならない。本種は沖縄島南部で森林が破壊された地域の林地、宮古島群

島、南北大東島(人為的な侵入)に生息している。

○ゴマダラカミキリ *Anoplophora malasiaca*: 柑橘類や街路樹の害虫として著名で、自然度の高い森林内にも生息しているが探すことは困難である。食樹が広範囲で生木加害のため、衰弱木の多い人為的な環境に適応するようになったと思われる種である。

日本の森林には上記の種以外にも数多くの森林環境を反映するカミキリムシがいる。どの森林にどのカミキリムシが生息しているかを知ることで、森林環境の自然度を測ることができる。

参考文献

槇原 寛 (2007) シラホシカミキリ族、ヒゲナガカミキリ族。日本産カミキリムシ。(大林延夫・新里達也編)、東海大出版会、東京。

槇原 寛 (2007-2010) 熱帯のカミキリムシ (1-8)。海外の森林と林業。



写真-3 自然度の高い森林の指標種ヨコヤマヒゲナガカミキリ♀, 26mm(左)とキベリクロヒメハナカミキリ♂, 9.5mm(右)



写真-4 フタモンサビカミキリ♀, 10.2mm(左)とゴマフサビカミキリ♂, 8.6mm(右)

森林の土石流緩衝機能をはかる 立木の引き倒し抵抗力の測定

北原 曜 (きたはら ひかる、信州大学農学部森林科学科)

はじめに

森林には土石流の勢いを林帯で抑える土石流緩衝機能(図-1)を持つことが以前より知られている。例えば、昭和20～40年代には実際の土石流跡地を調査し、どのような樹種や森林の状態が好ましいのかなど多くの報告がされている。しかし、力学的検討は不十分である。力学的な実験としては、立木引き倒し実験が必要不可欠であるが、立木の引き倒し抵抗力が立地条件(土質、土壌水分など)や林況(樹種、胸高直径など)によりどのように異なるのか未解明なことが多い。林業工学分野では、木材搬出のために、支持木の引き倒し抵抗力実験が行われているが、最大の抵抗力を得るために根元に力が加わる方法で測定されている。しかし、土石流流体力は地上1～3m程度に作用点があり、これまでの資料を直接には使えない。

力づくで引き倒し抵抗力をはかる

実験方法は、土石流の作用点を考慮し立木の地上1mにワイヤーを巻き付け、重機あるいはチルホールを用いて力づくで引き倒すだけである。重機と立木を結ぶワイヤーには、50～100kN用の引張り型荷重変換器(ロードセル)を挟む。重機は、車重10～20ton程度の油圧ショベルやブルドーザなどを使い、バケットなどに付いたフックにワイヤーを掛け、車体をバックさせて荷重を得る。荷重変換器からの信号はインターフェイスを介してパソコンに0.1秒ごとに記録される。牽引方向は、対象とする立木を直に引っ張ると危険なので、滑車を間に挟み間接的に引っ張る。



図-1 風倒跡地で発生した崩壊土石流をスギ林帯が停止させている
(兵庫県朝来市、平成21年豪雨災害)

牽引は1分間に10kN程度の速度で行う。牽引すると徐々に荷重が増大していくが、この下降が始まったらすぐ荷重を解除する。最大抵抗力が記録される時の立木の傾きは10～20度程度であり、折れたり根から抜けたりすることはない。ただし、胸高直径が10cm以下では立木が柔らかすぎるため倒れてしまうことが多く、最大抵抗力が測定できない。

なお、急速に除荷するとワイヤーのよりが元に戻らず危険であるので、緩やかに行う。チルホールの場合は負荷除荷が緩やかなので問題はあまり無いが、荷重をかける際にチルホールのバーを引く時と戻す時で荷重が波形になる場合があるので、できるだけなめらかに牽引する。

最大抵抗力はバラツキもあるので、1樹種1ヶ所あたり20本程度引き倒す必要がある。図-2に実験結果の一例を示す。このスギの場合、最大抵抗力は胸高直径の3乗に比例し直径20cmで30kN(約3ton)もある。間伐を行った森林は胸高直径が大きくなるので、非常に強くなると予想される。

全体を通じて、この実験は荷重がトン

単位であるため非常に危険で、ロードセルの最大荷重やワイヤーの太さ、あるいは重機の大きさ、そして作業員やパソコンの位置など、くれぐれも注意してかからないと災害を招く。

立木引っ張り実験を数本行ったあと、対象とした立木を伐倒する。これは対象木の樹高や枝下高を正確に知るための計測と、さらに奥の立木を引っ張るために行う必要がある。

最近、土石流に対し森林は流木災害になるという負の評価がされることがある。間伐遅れの針葉樹人工林は確かに流木災害を助長している面があるが、一方で大径木になると土石流流路上にありながら土砂や流木を押し止している例もよく見られる。これらのことから、森林を最初から無視あるいは危険視するのではなく、土石流緩衝機能を発揮させ流木災害にならないような森林施業はどうあるべきかを追求し、土石流に対し安全安心な森林造成を行うべきと考える。

参考文献

- 深見悠矢・北原曜・小野裕(2008)立木引き倒し試験による森林の土石流緩衝機能の力学的評価, 中部森林研究, 56, 283-286.
深見悠矢・北原曜・小野裕ほか(2009)スギ・ヒノキ・カラマツ・コナラ立木の引き倒し抵抗力, 中部森林研究, 57, 195-198.

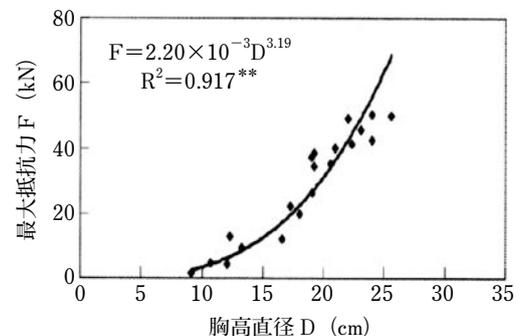


図-2 スギの胸高直径と最大引き倒し抵抗力の関係(深見ほか2009)

私と山武林業、サンプスギ

遠藤 良太 (えんどう りょうた、千葉県農林総合研究センター森林研究所)

千葉県の北半分には、ニンジン、落花生、スイカなど様々な品目の生産が盛んな北総台地が広がっています。標高20～30mの台地の多くは畑として、小河川沿いに発達した小さな谷津は水田として利用されています。森林は台地と谷津をつなぐ斜面を中心に点在するにすぎず、森林率20%ほどの純農村地帯が形成されています。私の勤め先である千葉県農林総合研究センター森林研究所は、この北総台地に位置する旧山武町にあります。この地域は北総台地の中であって、森林率42%、しかも人工林率が90%を超える特異的な土地利用がなされ、「山武林業地」と呼ばれています。現在、林業が盛んな地域とはいえませんが、江戸への木材、建具の供給、九十九里漁業地への木材、燃料(鯛を煮て綿花栽培の肥料が作られた)の供給地として、江戸時代には林業地として大いに発達しました。

山武地域には、樹齢200年以上と推定される、胸高直径90～100cmを超えるスギの巨木が残る森が点在しています。これらスギの巨木について、森林総合研究所や林木育種センターの協力でDNAを調べたところ、さし木で増殖された可能性の高い個体が多く見つかりました。また古い文献にも、江戸時代にはさし木が行われていたことが記載されており、当時さし木林業が成立していたと考えられています。九州を中心とした西日本で発達してきたさし木技術が、遠く離れた関東の、ほんの小さなこの地域でこつぜん姿を現したのでしょいか……。

約20年前に山武地域の巨木の森に出会い、また森林、林業の研究に携わるようになり、「今から200年以上も前に山武地域でさし木技術が成立したのは何故

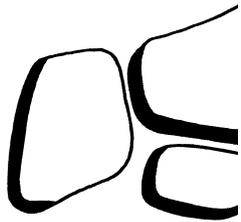
だろう……」、当時の農村の社会構造、経済、流通状況、知識や技術がどのように伝播したのかなどをこつこつ調べることで、この問いに対する答えを少しでも解き明したい、山武林業の歴史に足跡を残せたらなあと思秘かに考えるようになりました。現実的には、地方の小さな研究機関では、業務としてこのような研究に携わることは不可能です。したがって、この地域で先駆的に林業に関わってきた古人たちに思いを馳せる時間は残念ながら持てませんが、この問いについて答えを考えることは、退職後のささやかな楽しみに思っています。

さし木技術の成立を紐解くような研究はできませんが、山武地域に残る巨木集団を千葉県の貴重かつ有用な林木遺伝資源として活用を進めることは、林木育種を担当している私にとって重要なテーマの一つです。サンプスギはこの集団から地域の篤林家たちによって選抜され、先輩諸兄により広められてきました。通直、完満、発根性が高い、心材が淡い赤色など林業的に多くの優秀な形質を備えているうえ、雄花着花性も極めて低く花粉症対策からも有用なクローンです。しかし、スギ非赤枯性溝腐病への感受性が高く、県内のほとんどのサンプスギ林で病徴が発現、その被害が甚大なため、現在ではサンプスギを植林する森林所有者はほとんどいません。そんな状況ですが、サンプスギの優秀な形質を受け継ぐ品種を待ち望んでいる地域の森林所有者は多いのではないかと考えています。

このためには、スギ非赤枯性溝腐病に対する抵抗性の評価手法を確立する必要がありますが、病原菌であるチャアナタケモドキを成木に接種してもすぐに枯死に至らないため、手法の開発が進みませんでした。現在、当研究所の菌類担当研

究者により、苗木段階での接種方法、接種後のチャアナタケモドキ菌糸体量や抵抗性物質であるポリフェノールの定量方法の研究が進められています。近い将来、苗木への接種試験から本病に対する抵抗性を評価できる可能性が期待されています。評価手法が確立されると、サンプスギと精英樹の交配家系やサンプスギと遺

北から



試験研究機関から11年ぶりに森林・林業行政機関に異動し2年目が終わろう

伝的に近縁な山武地域の巨木集団からの早期選抜が可能となり、サンプスギのDNAを引き継ぐ品種を開発することも夢ではありません。林木育種研究に携わるものとして、地域の人たちに愛され利用される品種を開発できる機会に出会えるとすれば、これ以上うれしいことはありません。

者っぽい役人から見た森林・林業と森林科学について感じるままを述べたい。

私が所属する愛媛県の地方事務所は宇和海に面した四国西部にある。管内南東部には戦後拡大造林によるヒノキ大規模林業地、北部には中小の国産材加工流通業者が分布しており、県内有数の林業(国産材加工流通業を含む)地域となっている。この地域では、他の国内林業振興地域と同様、戦後造林地からの木材の生産と加工流通、未利用木質資源の用途開発などを通じて雇用と経済の振興を図っており、ほぼすべての活動に行政(補助事業)が深く関与している。

戦後林業は、工業の発展に伴う都市人口の急増と、樺太を失ったパルプ業界の国内各地への進出等による木材需要の高まりで木材価格が一時的に高騰したことに林業界がすっかり舞い上がり、この復興景気に支えられた木材需要が永続するとの誤認から始まったと言われている。実際、当時の造林樹種はスギやヒノキなどに限られ、造林方法も植栽一辺倒であり、長期市場経済を考慮した計画的な伐期設定もなかった。

林業とは何か。答えはさまざまであろう。2001年の林業基本法改正のポイントは、これまでの木材生産主体から将来にわたり森林の機能を持続的に発揮させるための森林管理・経営重視への転換であり、基本的な課題は森林の管理・経営を担う林業の育成、木材産業の体質改善や森林、林業、木材産業を通じた総合的な施策とされている。行政は森林組合の合併や木材の生産から加工・流通までの一貫した木材供給体制の整備を推進しており、公共施設などに地域産材の使用を促す補助事業も導入されている。しかしこれらは従前施策の拡大延長であり、その中心には森林施業の担い手すなわち林

業事業者が置かれている。この森林政策は林業という経済活動の活性化によって間接的に良好な森林を守ろうとしているように見えるが、森林に木材生産以外の価値を求めるのなら、その目的に沿った新たな森林管理指針が必要ではないのだろうか。

良好な森林とはどのような森林か。国際的には、持続可能な森林(生態系)管理の重要性が認識されており、生態系を基準とした概念が定着している。例えば東南アジアの熱帯林では、森林資源と生態系の破壊が進んでおり、荒廃した生態系の実態把握と修復が急務となっている。日本は、戦後、森林の修復や拡大造林を推進し、他国の森林資源を消費することにより、人工林の木材蓄積量を自然に増やした。しかし戦後造林の目的は、木材需要への対応だけではなく、国土緑化すなわち森林の修復でもあったのではなかったか。手入れが行き届かず林床植生の消失した人工林に気は感じられず、その地域本来の森林とはあまりにもかけ離れている。頻繁な手入れを要する針葉樹人工林を造成したことで林野は地域本来の植生遷移とは大きく異なる方向に進んでしまった。

高度に人工林化した地域では、失われた自然森林の代替機能を人工林に求めたい。しかし森林機能をすべての人工林に求めることは非現実的である。森林科学に基づくゾーニングと森林生態学に基づく森林の遷移誘導が求められる。森林科学者と行政や森林技術者のコミュニケーションは重要だが、現場適用に耐える科学的森林技術はまだまだ足りない。豊かな森林を守り育てる森林技術の発展に貢献する森林科学の充実が求められる。

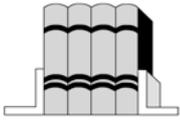
南から

日本森林学会支部だより

森林・林業の現場と森林科学

稲田 哲治 (いなだ てつじ、愛媛県南予地方局産業経済部八幡浜支局森林林業課)

としている。コラム担当者からの執筆依頼ではテーマ指定はなかったので、研究



ブックス

森林管理の理念と技術 —森林と人間の共生の道—

山田容三著、昭和堂、2009年10月、
225ページ、3,150円（税込）、ISBN
978-4-8122-0945-5

私は、北大の伝統講義である森林美学の林道開設に係わる部分については、これまで、昭和50年刊行の上飯坂実著の森林利用学序説にその根源を求めてきた。そこに、「哲学なき森林政策に終止符を。百～二百年の計をもって森林を持続的に管理するため理念から技術面まで体系的にまとめる。」とある本書が登場した。森林管理の4つの視点を述べている。その内容は、1) 生態系と生物多様性の保全、2) 森林管理にスタンダードはなく現場を重視する、3) 森林に係わる人間の立場を重視、4) 化石燃料への依存以来、失われた森林との関わりを再構築することが示されている。さらに、ポイントとして森林に於ける伐採行為は自然破壊ではなく、森林管理の一環であることを世間に理解してもらうこと、が挙げられている。これらの実行のために、本書は10章が示され、森林管理の破綻、生態系の重視と環境倫理の視点、日本の自然思想を基礎に人間の関わりと森林管理の理念がまず紹介されている。次に理念を具体化する方策として、森林のゾーニング、森林管理の基盤整備と作業法が説かれている。そして、調査と評価を通じて森林を再び客観視し、森林技術者養成と本書の訴える森林との新しいつながりが論述されている。筆者は林業工学の中でも労働科学を専門に森林環境人間学

の創造を目指してきた。自然保護の思想が至るところに刻まれており、環境倫理学の鬼頭秀一が説く「切り身」「生身」の議論が骨格をなす。ご一読をお勧めする。

小池孝良（北海道大学農学部）

ツキノワグマ —クマと森の生物学—

大井 徹著、東海大学出版会、2009年11月、264ページ、3,360円（税込）、ISBN978-4-486-01854-4

人間とのトラブルが各地で起き、度々メディアなどでも取り上げられるツキノワグマであるが、その生物学を体系的に扱った書籍は、これまでにほとんど出版されていない。その意味で本書は、久しく待ち望まれたツキノワグマの科学大全ともいえるものである。著者の大井氏は、日本の各地で長年ツキノワグマの研究や管理に取り組んでおり、さらにアジアや北米などのクマの研究者ともネットワークを構築している。また近年はツキノワグマに関する研究成果が日本各地でやっとなら文化されつつあることから、著者がどのように、それらの知見を紡いだのか、期待してページをめくった。

本書は総246ページの読み応えのあるボリュームで、全9章と付録から構成されている。第1章はクマ類に関するQ and A形式になっており、読者の続章への興味を引く仕掛けがされているほか、付録部、参考文献欄、注釈もとても充実している。第2章以降では、日本のツキノワグマについて現在までに分かっていることを体系的に網羅しているほか、第9章ではツキノワグマと人間生活の軋轢事例の要約と、共存に向けての課題を整

理している。特筆すべきは、ツキノワグマという種を、他のクマ類や、またさらには他の食肉類の中で位置づけるために、ツキノワグマに近縁のアメリカクロクマを中心とした他の7種のクマ類や食肉類の先行研究事例を豊富に示している点である。第2章以降には、私自身の今後の研究課題に対しても多くの示唆が含まれており、メモを取り、参考文献を孫引きしながらじっくりと読み進める楽しさを味あわせてくれた。記述内容についての厳密な再現性が求められる科学論文とは異なり、一般書である本書では、著者の挑戦的な仮説が随所に散りばめられている。例を挙げれば、第2章のツキノワグマとヒグマの歴史的分布域の変遷過程の再現や、第5章のツキノワグマの必要エネルギー量の推定などである。著者は、ツキノワグマ研究は開拓者精神溢れる若者の挑戦を待ち受けていると冒頭に述べているが、本書はその動機付けとして十分に魅力的な内容となっている。

ひとつだけ気になったのは、「はじめに」の項で、著者は2004年と2006年のクマの大量出没を、「異常出没」とあえて括弧書きで強調している。「異常」の意味は、第5章ではじめて、人間の側の理論であるとさりげなく種明かしがなされているが、読者の誤解を招かないように第1章のQ and Aあたりに入れても良かったかも知れない。もっとも、本書の内容の魅力からすれば、読者はきちんと最後まで読了するであろうが。

本書は、クマに興味を持つ初学者のみならず、現在森林性哺乳類の研究や保全に関わっている人たちが、森林学全般に関わる人々にもぜひ読んでいただきたいお薦めの本である。

山崎晃司（茨城県自然博物館）

編集委員会からのお知らせ

日本森林学会は（社）森林・自然環境技術者教育会 JAFEE の技術者継続教育 CPD（Continuing Professional Development）に協力することとなり、そのための教育課題の一部として森林科学の記事を利用していただくことで合意しました。JAFEE の CPD 受講者は森林科学を購読するなどして入手し、それを教材とすることになります。

「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説、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 明間民央
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1
森林総合研究所
森林微生物研究領域
Tel 029-829-8245
Fax 029-873-1543
e-mail akema.tamio@fpri.affrc.go.jp

学会事務についての問い合わせ先

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/contents/publish/outline.html>

(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)

森林科学 59

予告

特集

広葉樹林への誘導の可能性 (仮)

うごく森

マツ枯れ防除の最前線 (仮)

記録

私たちの生活と京都議定書

—財団法人林学会シンポジウム—

新連載：森めぐり

森林科学 59 は 2010 年 6 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	中村 松三	(森林総研九州)
委員	明間 民央*	(保護/森林総研)
	田中 憲蔵*	(造林/森林総研)
	丸岡 英生	(動物/自然環境研究セ)
	黒川 潮	(防災/森林総研)
	田中 格	(造林/山梨県森林総研)
	宮本 麻子	(経営/森林総研)
	橋本 昌司	(土壌/森林総研)
	宮本 基杖	(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)
	森本 淳子	(北海道支部/北海道大)
	大谷 博彌	(東北支部/山形大)
	戸田 浩人	(関東支部/東京農工大)
	相浦 英春	(中部支部/富山県森林研)
	古川 泰	(関西支部/高知大)
	作田耕太郎	(九州支部/九州大)

(*は主事兼務)

編集後記

今号の特集は、「拡がるタケの生態特性とその有効利用への道」という企画でお送りしました。読者の皆様、お楽しみいただけたでしょうか。

本特集では、5名の執筆者の方々それぞれに、竹林を取り巻く現状や分布拡大のメカニズム、タケの生態的側面としてバイオマスや生物多様性、施業面から見た竹林の特性、そして竹材伐出作業の現状や問題点について解説をいただきました。タケにまつわる諸所の問題を明らかにし、生態面、施業面から見た今後解決すべき課題が理解できる充実した内容になっているのではないのでしょうか。

ところで先日、モウソウチクの故郷である中国を訪れタケに関する様々な供給・文化的サービスに触れる機会に恵まれました。普段は日常生活の中で、タケを見る機会などめったにありませんが、かの地では道端にさりげなくおかれている椅子や机といった家具類に、レストランの雰囲気作りのための内装に、緑に恵まれた周囲の景観と調和する公共施設の外装に、某世界遺産における代表的な観光スポットでのレジャー（川下り筏）に、稈や根元部分を使った多種多様な工芸品・生活雑貨などに、至る所でタケが利

用されており、その用途の広さ（生活との密着度合い）、数の多さに目を見張りました。人口、文化、歴史など、タケと人間の関係は中国と日本においては大分違ったものではありますが、生態的側面のみではなく、文化的側面からタケを捉えてもまたおもしろい姿が見えてくるのではないかと感じました。

森林科学の編集委員を拝領してもうすぐ満2年の任期が終了します。在任中に発行される最後の特集となりました「タケ」を担当するにあたりまして、初めての編集担当に一抹の不安を抱えつつ、何事も経験と思い引き受けさせていただいた次第です。不慣れたためなかなか難しい場面もありましたが、関係者各位の温かいご協力、ご尽力のおかげで何とかこなすことができました。本号をコーディネイトしていただきました森林総合研究所の鳥居氏はじめ執筆者の方々、年末の忙しい時期にも関わらず査読を快く引き受けて下さりました査読者の方々に、この場を借りまして厚くお礼申し上げます。

(編集委員 宮本 麻子)

安心・安全な 樹幹注入式の松枯れ防止剤 グリーンガード® ファミリー Greenguard® Family



だから
安心です！

グリーンガードファミリーは、樹幹注入剤で唯一、
原体・製品ともに「普通物」「魚毒性A類」に属していますので、
安心してご使用いただけます。



新登場

松枯れ防止・樹幹注入剤

グリーンガード®・NEO

Greenguard® NEO

Pfizer ファイザー株式会社
〒151-8589 東京都渋谷区代々木 3-22-7

松枯れ防止に関するホームページ

www.greenguard.jp

森と緑と木の領域にサイエンスビジネスを展開する

りんしん

- 林業科学技術振興賞を若手研究者と研究支援功労者に差し上げています。
受賞候補者の推薦は、毎年1月公募しています。
- 森林・林業、木材産業の研究・技術情報のサービス業務を行っています。
- 土壌、植物体、木酢液などの分析、木材、菌類、昆虫などの鑑定をします。
- 各種調査、コンサル業務、講師派遣、イベントの企画協力をお受けします。

お役に立つ図書を出版しています(出版目録をお送りします)

有用広葉樹の知識——育てかたと使いかた(普及版) B6判 514頁/定価6000円(税込み、送料別)

哺乳類による森林被害ウオッチング——加害動物を判定するために

森林総研鳥獣管理研編、関東中部林試連絡協議会協力 B5判 31頁/定価1200円(税込み、送料別)

ウッドチップ新用途—こんなに役立つ木のチップ A5判 200頁/定価2500円(税込み、送料別)

木の家づくり—(財)林業科学技術振興所編—(発行:海青社) 四六判 275頁/定価1980円(税込み、送料別)

わかりやすい林業研究解説シリーズ

No. 111 大河内勇編 他5名共著 林業地域における生物多様性保全技術
A5判 1500円(税込み、送料別)

No. 110 桜井尚武 他16名共著 長伐期林の実際—その効果と取り扱い技術—
A5判 1500円(税込み、送料別)

No. 109 杉村 乾 他9名共著 森林の役割評価とその適正配置—新たな森林計画のための
ガイドブック— A5判 1500円(税込み、送料別)

No. 108 石井克明 他12名共著 組織培養法を用いた優良樹木苗の生産—森林の多様性保全
と遺伝資源の保存のために— A5判 1500円(税込み、送料別)

No. 107 加藤正樹 他6名共著 森林と溪流水質 A5判 1500円(税込み、送料別)

財団法人 林業科学技術振興所

<http://www.rinsin.or.jp/>

本 所 ☎ 03-3264-3005 ファックス 03-3222-0797 筑波支所 ☎ 029-828-5895 ファックス 029-828-5895
〒102-0072 東京都千代田区飯田橋4-7-11 〒305-0047 茨城県つくば市千現2-1-6
カクタス飯田橋ビル8F つくば研究支援センターC棟B5号室
E-mail info@rinsin.or.jp honsho@rinsin.or.jp E-mail tsukuba@rinsin.or.jp