

森林技術



《論壇》ニホンジカの来た道
— DNAによる系統分類／玉手英利

《特集》シカの好ききらい
石橋暢生／森 一生／末續 野百合／明石信廣

●会員の広場／関 憲一郎 ●報告／吉田美佳
●若手の皆さんへ(中)／渡邊定元

2013 No. 858



街路樹、公園樹等の 正確・迅速な腐朽診断を実現！

ぽん太



打撃音樹内腐朽簡易診断装置

安全！早い！軽量！
客観的に診断できます！！

◆ぽん太

〔防塵・防滴構造：IP65準拠〕

価格 189,000円

重量 約306.5g

外形寸法

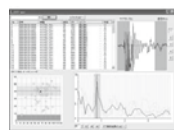
82.25×144.25×29.30(mm)

◆専用打診ハンマー

価格 1,680円

◆データ分析・帳票印刷プログラム

価格 48,300円



専用ソフトで帳票
印刷が可能。わか
りやすい！



本装置の開発に当たって島根県中山間地域研究センター・一般社団法人日本樹木医会島根県支部・島根大学・東京大学・一般社団法人街路樹診断協会のご協力・ご指導をいただいております。
本装置は島根県中山間地域研究センターにより発明された「樹幹内診断方法及び装置」(特許第4669928号)を使用しています。



開発・製造・販売

株式会社 ワールド測量設計

〒699-0631 島根県出雲市斐川町直江4606-1

TEL: (0853)72-0390 FAX: (0853)72-9130

http://www.world-ss.co.jp/ E-mail: ponta@world-ss.co.jp

詳しくはコチラ・・・

ワールド測量設計

検索

※平成15年度林野庁[林業労働災害防止機械・器具等開発改良事業]による開発商品

MAGICAL FORESTER マジカルフォレスター #003・#004

- ▶ 測量業務、保線業務にも好適な一足
- ▶ 2足以上のご注文は送料サービス

着脱が簡単にできるファスナー付き

#003

開口部広く、着脱が更に
簡単になった新形状ファ
スナーを採用。



1 撥水加工

撥水加工を新たにアッパー及び
ペロのナイロン布部分に採用。
通気性はそのままに、水をはじ
き、汚れが付きにくくなりました。

2 樹脂製アイレット

スムーズな締め付け調整可能
な樹脂製アイレットを採用。

3 とにかく軽い

#003は片足645グラム
#004は片足635グラム
の軽量化に成功！



#004

6 優れた運動性

足首の屈曲、ふくらはぎ部
分の筋肉の動きを阻害し
ない伸縮性素材を使用。
足首が自由に曲がり、斜面
での体勢の確保が容易。
丸太や岩の上でもすべり
にくい。

4 天然皮革でしっかり補強

つまづき、当り傷などで傷みやすい爪
先部分を天然皮革で補強。

5 地下足袋の感覚を活かした 大地をしっかり掴むスパイクソール

ピンの本数を増加し、更なる強度アップも
図りました。

マジカルフォレスター#003・#004

カラー：ブラック

サイズ：24.5～28.0cm (27.5cm有り)

用途：山林作業 測量 保線区

▼お問い合わせ・お求めは下記、日本森林技術協会までご連絡下さい。

一般社団法人 日本森林技術協会

〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地

販売係 TEL 03-3261-5414 FAX 03-3261-5393

URL <http://www.jafta.or.jp>

※記載内容の仕様及び外観は、改良のため予告なく変更されることがありますのであらかじめご了承下さい。

発売元 ⑤ 株式会社 丸五 <http://www.marugo.ne.jp>

本社/〒710-1101 岡山県倉敷市茶屋町1680

TEL: 086-428-0230 FAX: 086-428-7551

東京営業所/〒104-0031 東京都中央区京橋1-17-1 昭美京橋第2ビル2階

TEL: 03-3566-6105 FAX: 03-3566-6108

大阪営業所/〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原5丁目1番28号新大阪八千代ビル別館4F号室

TEL: 06-6396-8610 FAX: 06-6396-8612

森林技術 No.858 ——— 2013年9月号

目 次

論 壇	ニホンジカの来た道ー DNA による系統分類	玉手英利	2
特 集	シカの好ききらい		
	九州におけるシカの好き嫌いー植物・餌や場所・行動ー	石橋暢生	8
	徳島県でシカが避ける植生, 好む植生	森 一生	12
	尾瀬でシカが食べている植生	末續 野百合	16
	エゾシカが好きな木, 嫌いな木ーエゾシカによる餌植物の選択性	明石信廣	20
緑のキーワード	ギガピクセルパノラマ	古橋大地	24
連 載	新・誌上教材研究 13 子どもにすすめたい「森」の話 津波被害を軽減するー森林の多面的機能 (3) ー	山下宏文	25
会員の広場	林業事業体の設備投資の諸要素を統合的に 理解するための研修用教具の作成	関 憲一郎	26
報 告	スウェーデンにおける枝条残材 (GROT) 収穫の手引き 前編 GROT の概念と計画, 林内運搬	吉田美佳	32
統計に見る日本の林業	素材生産の動向	林野庁	35
特別寄稿	若手の皆さんへ (中) 防災水源かん養路網の一般化への道 環境保全・公益性を踏まえた経済林経営システムの構築	渡邊定元	36
本の紹介	森林経営再生のためのグローバル時代の森林経営改革論 冬芽でわかる落葉樹 419 種の検索〔改訂版〕	竹内公男 吉村 勉	40 40
木々と復興通信	FSB 工法住宅 森の貯金箱	高橋幸男	41
ご案内等	森林・林業関係行事 7 / 新刊図書紹介 24 / 木の建築フォーラム 34 / 協会からのお知らせ 42 / 日林協アーカイブの創設について (予告) (45)		



〈表紙写真〉

『尾瀬ヶ原に現れたニホンジカ』(尾瀬ヶ原電宮付近)
服部恵子氏 (環境省片品自然保護官事務所) 撮影

尾瀬ヶ原では、日中にニホンジカが湿原に現れることは少ない。しかし、この個体は木道上の人間の存在を気にしつつも平気で草を食んでいた。尾瀬では現在、関係機関が連携して調査や捕獲に取り組んでいる。
(撮影者記)

ニホンジカの来た道

— DNA による系統分類

山形大学理学部生物学科 教授

〒990-8560 山形市小白川町1-4-12

Tel 023-628-4620 Fax 023-628-4625

E-mail: tamate@sci.kj.yamagata-u.ac.jp



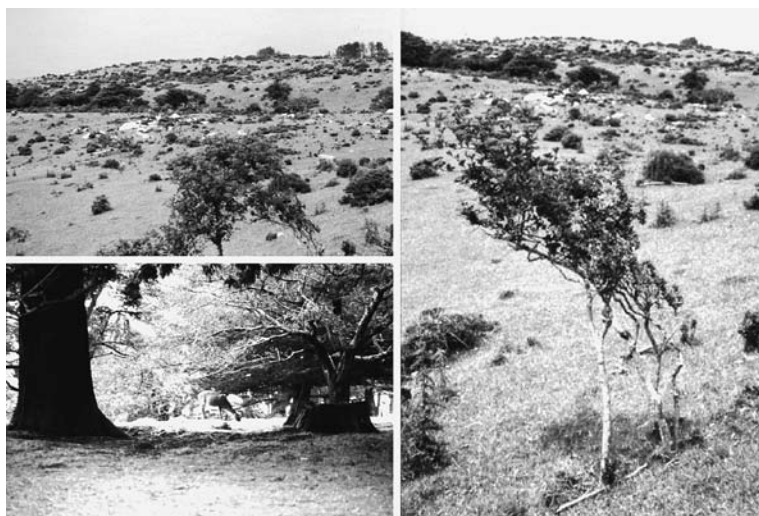
たまたてひでとし
玉手英利

1954年、仙台市生まれ。東北大学理学研究科博士課程修了。理学博士。1989年に石巻専修大学理工学部助教授、1999年に同教授、2003年から現職。専門は生態遺伝学。2009年度～2011年度には、環境技術開発総合推進費による研究プロジェクト「クマ類の個体数推定に関する技術開発」のサブテーマを担当。

●はじめに

日本の野生鳥獣による農作物被害は金額にして約226億円(平成23年度)に上るが、その中でニホンジカによる被害は83億円と最も多い。シカ(ニホンジカを含むシカ科動物の総称)は植食性で、様々な種類の植物を旺盛に採食する。そのため、シカの

増加が著しい地域では、森林の更新が妨げられて草地化が進行したり(写真①)、樹皮食により樹木が枯死するなど、森林に対する深刻な影響が生じている。また、高山植物や希少



▲写真① ニホンジカが高密度で生息する金華山島の景観

宮城県の牡鹿半島沖にある金華山島では、ニホンジカによる被食圧が高いため、森林更新が妨げられ、草地化が進んでいる。写真左上は、草地化が進んだ金華山島西部の通称「シカ山」の状況。左下は林床の状態。右は被食によって樹形がほうき状になったガマズミ。

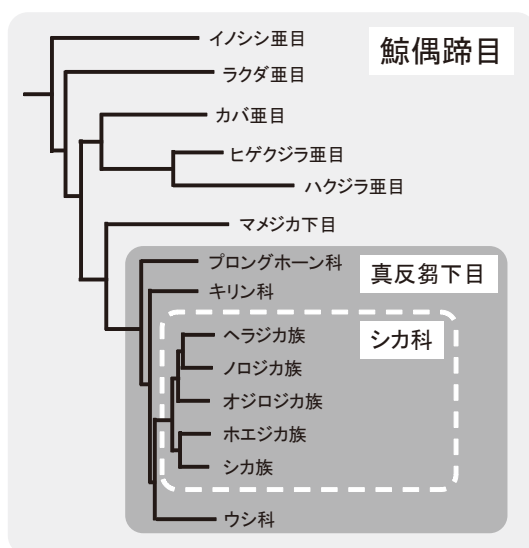
種の植物への食害も問題となっている。ニホンジカの有害駆除による捕獲数は、平成13年以降毎年増加しており、平成22年度は全国で36万頭に達した。一方で、地域によっては天然記念物に指定された個体群や、宗教的理由で長年にわたり保護されてきた個体群も存在する。ニホンジカは、駆除と保護が共に求められる動物として「自然と人間の共生」の困難さを象徴する存在と言える。本稿では、DNA分析により明らかになってきたシカ類の進化の道筋をたどり、ニホンジカという生き物を理解する手掛かりとしたい。

●シカとはどのような動物か

最近のDNAを用いた系統分析によって、シカの進化の過程が明らかになってきた（図①）。分類学上、シカはウシなどと共に足に4本または2本という偶数の指がある偶蹄類というグループに属する。興味深いことに、クジラ類は偶蹄類のカバなどと共通の祖先から進化したことがDNAデータで示され、それと整合する化石データも得られている。そのため、現在では、偶蹄目と鯨目に属する動物群をまとめて、^{くじらぐうてもく}鯨偶蹄目（Cetartiodactyla）と呼ぶようになった。

鯨偶蹄目には、クジラやカバをはじめ、フタやペッカリー、ラクダなど多様な種が含まれるが、最も種数が多いのはシカやウシなどの反すう動物である。反すう性（一度飲み込んだ食物を、再び口の中に戻して噛み直すこと）の獲得は、植食動物の進化における大きな出来事で、これによって硬い繊維の多い植物を長時間かけて消化し、消化管内微生物による発酵で効率的に栄養化できるようになった。

反すう動物（真反すう亜目）の祖先は、もともとは森林に住む単独生活者で、木本の葉や種子・果実など栄養に富む餌を食べる小型の植食動物だったと考えられている。分子データでは、シカ科とウシ科の祖先が漸新世前期（約3300万年前）に分かれ、その後、中新世前期（約2000万年前）から鮮新世、更新世にかけて数回にわたり地球が寒冷化した時期に、爆発的に種が多様化したことが示されている。森林性の祖先種のなかで、寒冷化によって拡大した草原へと進出したグループの一部が、ニホンジカをはじめとする現在のシカ科動物として進化した。草原で得られる餌はより栄養価が低いグラミノイド（イネ科などの草本）になるため、消化管が大きくなり体サイズ



▲図① シカの系統進化

DNAデータに基づく最近の研究で明らかになったシカの進化の過程を示す系統樹。文献¹⁾に基づき主要な分類群のみを表示した。

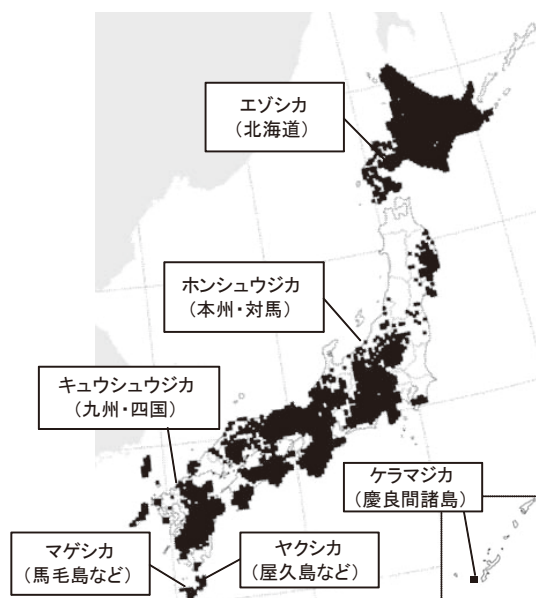
は大型化した。草原のような開けた環境で、捕食者への防衛や繁殖機会を増やすための戦略として、群れを形成するようになったと考えられる。さらに、捕食者から逃げるため、速く走り、すばやく方向転換ができるように後脚の骨の構造が変化した。また、群れの中で繁殖をめぐるオスの競争が激しくなり、角の大型化が進んだ。このような生息環境に適応した形態や生態の変化をへて、シカは低質な餌でも繁殖できる逃げ足が速い動物として進化したと言える。

図①に示すように、シカ科は5族²⁾に分かれ、体重が300～800kgにも達する大型のヘラジカ族、中型のノロ族、北米大陸に渡ったオジロジカ族、移入種として問題になっているキョンが属する小型のホエジカ族、ニホンジカやアカシカが属するシカ族のそれぞれで、枝角の形や体サイズなど形態的にも多様化が進んでいる。

●エゾシカとヤクシカは同じ種

ニホンジカは日本だけでなく中国、ベトナム、ロシアの極東地域に広く分布しているが、すべて *Cervus nippon* という単一の種とされており、さらに地理的分布や形態学的な特徴により14の亜種に分けられる。現在、広く受け入れられている大森司の分類³⁾では、日本列島に生息するニホンジカは、エゾシカ、ホンシュウジカ、キュウシュウジカ、ヤクシカ、マゲシカ、ケラマジカの6亜種に分けられる(図②)。なお、過去には対馬諸島のニホンジカを別種とする説や、大陸と北海道のニホンジカを同一亜種とする説が唱えられたこともあり、古い図鑑などでは記載が異なるものも見られる。エゾシカは雄成獣の体重が100kgを超えるが、ヤクシカなど南日本の亜種では50kgを超える個体は少ない。このように、ニホンジカの亜種間では形態や生態に大きな違いが見られる。

著者らはニホンジカの地域変異に興味をもち、その遺伝学的背景を探るために、日本各地のニホンジカについてミトコンドリアDNA(mtDNA)の分子系統解析を行った。その結果、意外にもニホンジカは北海道から本州の近畿地方及び四国東部までの北日本集団と、本州の近畿以西、四国西部、九州(対馬や屋久島、種子島など島嶼部を含む)まで分布する南日本集団とに、大きく二分されることが示された(図③)^{4) 5)}。この2集団が分岐した時期は約30～50万年前と推定され、南日本集団は大陸のニホ



▲図② 日本列島に生息するニホンジカ亜種の分布地図
環境省自然環境局生物多様性センターが作成した動物分布図集のニホンジカ分布に、亜種の地理分布を重ねて表示した。亜種名は大森司(1986)³⁾に準拠した。

DDBJに登録されたニホンジカ各亜種のmtDNA調節領域の塩基配列を基に最小進化法で作成した分子系統樹。ニホンジカはそれぞれ、南日本、北日本、中国に生息する3集団に大きく分かれる。スケールバーは進化距離を示す。系統樹の枝（ノード）上の数字はブーツストラップ確率を示す（70%以上を表示）。

ンジカに系統的により近いことも明らかになった。

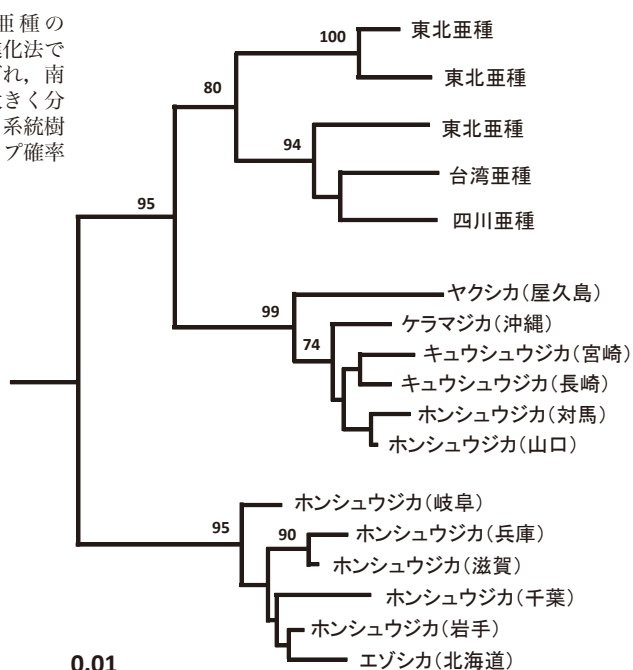
日本に現在生息するニホンジカが、なぜ2系統に分かれているのか、その理由はまだ明らかでない。更新世以降、大型動物が日本列島に渡来するためのルートとなる陸橋が形成された時期は複数回あり、移動ルートも北方あるいは朝鮮半島からと複数あったことが分かっている。同様にニホンジカも2系統が大

陸で分かれた後で、それぞれが異なる時期や経路で日本列島に渡来したのかもしれない。また、最終氷期に起こった広葉樹林の縮小によって2系統の地理的分断が進んだ可能性も考えられ、今後の研究課題となっている。

形態的特徴や地理的分布に基づく亜種の分類は、DNAによる系統分類とは必ずしも一致しなかった。ホンシュウジカ亜種は、mtDNAでは単一のグループにならず、北日本と南日本の2集団を含んでいた。キュウシュウジカ亜種に区分される四国のシカは、DNAデータでは四国東部が北日本集団、四国西部が南日本集団に属することが分かった。別種にされたこともあるツシマジカは、南日本集団のホンシュウジカと系統的に近かった。一方、ケラマジカの起源は薩摩藩が琉球に導入したキュウシュウジカだと考えられてきたが、DNAデータからもキュウシュウジカに近縁であることが裏付けられた。以上の結果は、日本に生息するニホンジカの亜種が、系統的には複雑に分かれた集団であることを示している。

●分布を拡大するニホンジカ

山形県では1919年（大正8年）を最後に、ニホンジカは捕獲されなくなり、絶滅したと考えられる。このようなシカの局所的絶滅は北海道をはじめとして全国各地で起こったが、その原因は明治維新により藩の猟場が開放されたことと、猟銃が普及したことで、乱獲が進んだためとされる。シカは積雪が深い場合は容易に捕獲されるの



▲図③ ニホンジカ亜種の系統学的関係を示す分子系統樹

出典：佐藤ら (2013)⁶⁾ の図 2 を一部改変。

▲図④ 山形県に出没したシカ個体の出自

のかを知ることができる。分類学は、森林技術とは一見、無関係のように見えるが、野生生物の生息調査では、対象生物の種同定や、個体の移動・分散の推定などで分類・系統解析の技術が利用されている。最近では、自治体の試験研究機関や環境関連分野の企業が自ら DNA シーケンサーを備えて、生態調査等で DNA 情報を利用する例も見られるようになってきた。ニホンジカの分布拡大をはじめとする様々な問題に対処し、日本の森林の持続的利用を進めるために、本稿で紹介したような分類学的知識と技術が役立つことを期待している。

[完]

《注と引用文献》

- 1) Hassanin et al. (2012) Pattern and timing of diversification of Cetartiodactyla (Mammalia, Laurasiatheria), as revealed by a comprehensive analysis of mitochondrial genomes. *Comptes Rendus Biologies* 335 : 32-50.
- 2) 族 (Tribe) は、科 (Family) よりも下位で、属 (Genus) よりも上位となる分類階級。ニホンジカは、鯨偶蹄目、真反芻下目、シカ科、シカ族、シカ属に分類される。
- 3) 大森司紀之 (1986) ニホンジカにおける分類・分布・地理的変異の概要. 哺乳類科学 26 : 13-17.
- 4) Nagata et al. (1999) Two genetically distinct lineages of the sika deer, *Cervus nippon*, in Japanese Islands : comparison of mitochondrial D-loop region sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 13 : 511-519.
- 5) Tamate et al. (1998) Mitochondrial variations in local populations of the Japanese sika deer, *Cervus nippon*. *Journal of Mammalogy* 79 : 1396-1403.
- 6) 佐藤 真ら (2013) 山形県で確認されたニホンジカ (*Cervus nippon*) の出自—ミトコンドリア DNA 多型に基づく推定—. 哺乳類科学 53 : 131-137.

森林・林業関係行事

●鉄道林と本多静六（鉄道林創設 120 周年記念シンポジウム，第 37 回全国育樹祭記念行事）

生きた樹林の力で自然災害から線路を守るユニークな防災設備，鉄道林が，わが国初の林学博士であり，「日本の公園の父」として名高い本多静六の提唱によって初めて設けられてから，今年で 120 周年を迎えます。これを記念し，森林科学や造園学，防災などの専門家をお招きして，多岐にわたる話題でご講演いただく予定です。

＊日 時：2013 年 9 月 25 日（水）10:15～17:15／9 月 26 日（木）10:15～17:15

＊場 所：鉄道博物館（さいたま市）鉄博ホール

＊費 用：鉄道博物館への入館料のみでシンポジウムに参加できます。

＊交 通：大宮駅からニューシャトルで鉄道博物館（大成）駅下車すぐ。

＊問合せ：（公財）東日本鉄道文化財団（Tel 03-5334-0623 Fax 03-5334-0624）

●2013 森林・林業・環境機械展示実演会（第 37 回全国育樹祭記念行事）

一堂に会するという言葉が，一種壮観さをもちながらこれほどピッタリとくる催しは，そうざらにはないように思えます。機械との出会いもさることながら，志を同じくする皆さん，かたやユニークな発想をお持ちの多くの人々との出会いこそが，本催しの最大の魅力なのかもしれません。

＊日 時：平成 25 年 11 月 17 日（日）9：00～16：30／11 月 18 日（月）9：00～15：00

＊場 所：埼玉県熊谷市妻沼西 2 丁目 妻沼西部工業団地内（株）エイチワン社有地

＊交 通：JR 高崎線の籠原駅南口から会場まで，20 分間隔でシャトルバス運行予定（所要約 20 分）

＊問合せ：埼玉県森づくり課機械展示実演会担当（Tel 048-830-4325）

（一社）林業機械化協会（Tel 03-5840-6217）

九州におけるシカの好き嫌い

～植物・餌や場所・行動～

石橋暢生

九州森林管理局 保全課
TEL 096-328-3546 FAX 096-353-1965



九州においては、近年、ニホンジカ（以下、「シカ」という。）の生息密度が適正頭数の6倍近くになっていることや、生息域が拡大していることに伴い、シカの食害による深刻な農林業被害が発生するとともに、森林生態系や生物多様性の変質・劣化が進んでいます。

このため、九州森林管理局では、シカ被害対策のために、シカの生息・行動等調査や捕獲手法の開発・実証試験等様々な取組を行っています。本稿では、これらの取組の中で分かった、九州におけるシカの好きな、あるいは嫌いな植物・餌や場所・行動について紹介します。

シカの好きな植物、嫌いな植物

シカが餌として好む又は嫌うと考えられる植物が分かることにより、シカの食圧がどの程度かかっているのかを把握することを目的に、九州森林管理局では「シカの好き嫌い植物図鑑」を作成しました。職員が国有林に行く際に、これを携行して、シカによる被害状況の把握に活用しています。

ここでは全て紹介できませんが、シカが好きな植物として、草本類ではイタドリ、カラムシ、クズ等、木本類ではアオキ、イタヤカエデ、スズタケ等、シダ類ではゼンマイ等があり、嫌いな植物として、草本類ではイラクサ、ススキ、バイケイソウ等、木本類ではアセビ、クスノキ、ユズリハ等、シダ類ではイワヒメワラビ等があります。

シカが増え、シカが嫌いな植物だけが残って優占してくると、シカの生息密度が高いということが推測できます。また、好きな植物が多いと、まだシカの生息密度は低いということが推測できます。なお、シカの好みについては、個々の地域での生息（密度）状況や採餌環境等により、若干異なってくると考えられますので、地域でのシカの嗜好性を観察し、それぞれの地域にあったシカの生息密度を推測できような指標となる植物を見つけていただければと考えます。

シカの好きな餌、嫌いな餌

箱わなや囲いわなでシカを捕獲するには、シカが好む餌でわなに誘い込む必要があります。また、くくりわなでは、捕獲効率をあげるためにわなの近くに餌を置くこともあります。このため、シカが好む餌を調べることで、シカ以外の動物を誘引して錯誤捕獲するこ

とを避けるために、シカなどの動物がどのような餌を好むのか種類別に餌を置いて調査をしました。この結果は表①のとおりです。シカが好んで食べる餌としては、牛の飼料となる牧草を乾燥させたヘイキューブや焼酎糟を混ぜたヘイキューブ、アオキであることが分かり、しかもシカ以外の動物はほとんど食べないようです。この調査で確認されたシカ以外の動物としては、イノシシ、タヌキ、ウサギでした。

アオキ等シカが好きな植物が手に入れば一番良いのですが、好きな植物はすでに食べられて無い場合もありますので、入手のしやすさで、ヘイキューブを誘引用の餌として使用しています。

シカの好きな場所、行動

シカが好んで利用する餌場や休息場、水場などを知り、また、どのような行動をしているのかを把握するために、平成 22 年度から、シカに GPS 発信器がついた首輪を取り付けた調査を行っています。この調査でシカが好む場所や行動等が分かることによる効果的・効率的な捕獲手法の検討も行っています。

この調査では、シカの動きが集中している箇所があれば好んで利用している場所である餌場または休息場として、また、線状で移動していればシカが好んで移動に利用している経路として推定し、地形や植生図との照らし合わせや現地調査をして特定しました。

この結果、餌場、休息場とそれらをつなぐ移動経路の位置関係から、次の 4 つの行動パターンに分類しました (図①)。

- ①森林定住型 : 山腹の森林内で、餌場と休息場を兼ねた行動圏を持つ。
- ②森林内移動型 : 山腹の森林内で、餌場と休息場が行動圏内で分散している。
- ③森林・農地移動型 : 山腹の森林内を休息場として利用し、山裾の畑地や水田、牧草地等を餌場として利用する。
- ④農地周辺利用型 : 山裾の畑地や水田、牧草地等を餌場として利用し、その周辺の森林を休息場として利用する。

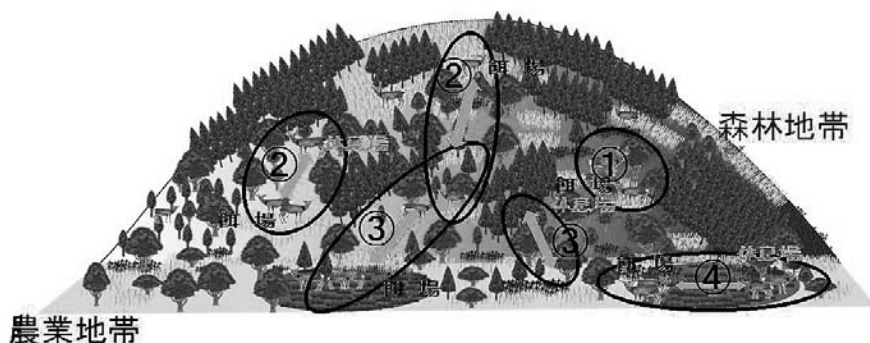
ただ、各行動パターンに分類したシカは、その行動パターンしか行動しないという訳ではありません。森林定住型のシカは、平均約 50ha の森林内に餌場と休息場を兼ねた行動圏を持っていますが、時期や環境等何らかの要因により、餌を求めているうちに餌場と休息場が少しずつ離れていき、尾根を通過して縦方向に移動して拡大すると森林内移動型となり、森林に隣接した農地を餌場として利用するようになって、休息場の森林との間を行き

▼表① 平成 23 年度霧島山地域における誘引餌の効果

餌の種類別	シカの採餌率%	シカ以外の動物の採餌率%
ヘイキューブ	68	15
ヘイキューブ (焼酎糟混ぜ)	58	9
アオキ	68	0
牧草	10	43
とうもろこし (2 種混合飼料)	0	75
濃厚飼料 (全酪育成後期)	0	70
濃厚飼料 (全酪育成前期)	0	75
濃厚飼料 (ニューメイクスター)	0	70
米ぬか	0	66
にんじん	0	21
岩塩	0	0

注) シカの採餌率 (採餌回数 / 確認回数)。率が高い方が良い。

シカ以外の動物の採餌率 (採餌回数 / 確認回数)。率が低い方が良い。



来するようになれば森林・農地移動型となり、さらに農地と森林がモザイク状になっている場所で農地周辺のみを利用するようになれば農地周辺利用型となります。

一例として、霧島山地域で平成23年10月に捕獲してGPS首輪を取り付けた個体番号23NIM01（雄1才）の平成24年5月までの行動（約7ヶ月間）を見てみます。

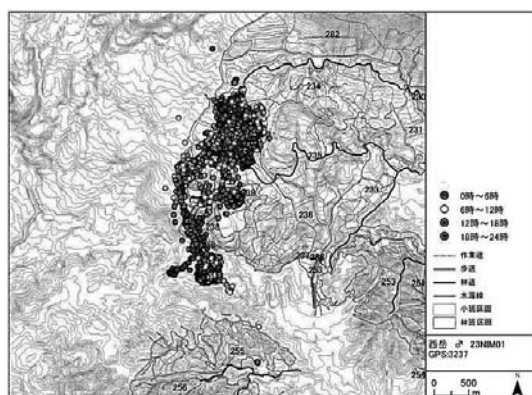
図②は23NIM01の全位置データで、約400haの行動範囲となっています。

この中から3月のある1日の動きを抽出し、植生図と合わせたのが図③です。

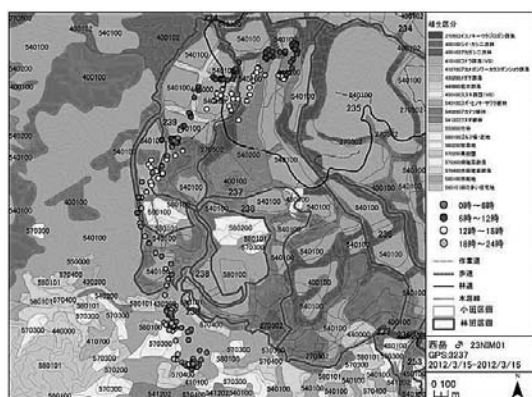
これによると、午前には図の上端にある山腹の照葉樹林地やアカマツ植林地を休息場として利用し、午後は図の中間にある牧草地まで南下し、さらに深夜には図の下端の牧草が栽培された棚田のところまで南下しています。深夜から早朝は、逆に休息場である森林まで戻っています。1日で往復4km以上、標高差300m以上移動しています。

このような動きは、調査開始からしばらくの間は、休息場に近い図の中間にある牧場や牧草地との間を往復していましたが、3月には、とうとう国道223号を越えた牧草の棚田まで行っています。

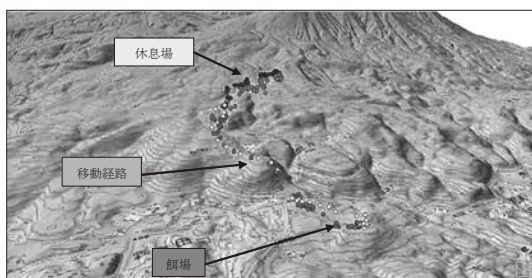
このように、休息場の森林と餌場の農地間を移動する行動パターンを森林・農地移動型として分類しています。



▲図② 23NIM01の全位置データ



▲図③ 23NIM01の平成24年3月15日～16日の移動状況



▲図④ 図③の位置データを鳥瞰図に載せた移動状況



▲写真① 図④の休息場



▲写真③ 図④の餌場

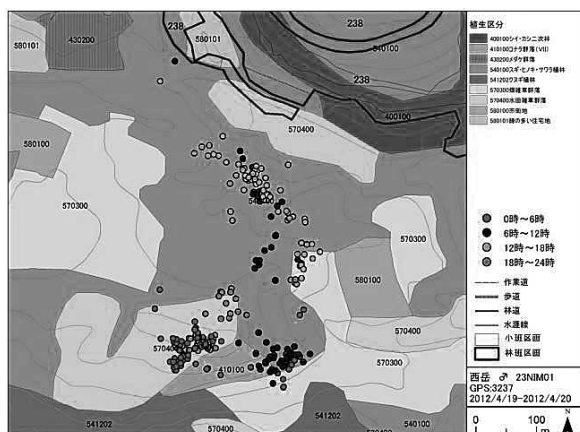
◀写真② 図④の移動経路

この行動をより分かりやすくしたのが図④です。これを見るとどのような地形を利用していたのかが分かります。

写真①～③は、現地で確認した休息場、移動経路、餌場の様子です。

写真①の休息場は、平坦な照葉樹林地で、日当たりが良く、明るい場所を休息場として選んでいました。写真②の移動経路は、スギ林と照葉樹林の中を縦に移動しています。写真③は、餌場となっている牧草が栽培された棚田が広がる農地でした。

なお、このシカは、4月には図⑤のような動きをしていました。これまでの休息場である山腹の森林まで戻らずに、移動先の餌場に隣接するスギ・ヒノキ・サワラ植林地を休息場として利用する食と住が隣接する農地周辺利用型の行動パターンになっていました。行動を変えた理由としては、狩猟期間が3月15日で終わったことや、シカにとって栄養価の高い牧草の芽吹き時期だったことなどが考えられます。



▲図⑤ 23NIM01 の平成 24 年 4 月 19 日～20 日の移動状況

おわりに

増えすぎたシカによる被害対策のために、いかに効果的・効率的にシカを捕獲し、個体数管理をしていくかということで、このような調査をしています。シカとの共存のためにも、もっとシカの好き嫌いを知る必要があると考えるところです。

(いしばし のぶお)

徳島県でシカが避ける植生，好む植生

森 一生

徳島県南部総合県民局 保健福祉環境部
〒774-0011 阿南市領家町野神 319
TEL 0884-28-9858



はじめに

ニホンジカは草食動物であり，ササ・草本類・木本類・樹皮・枝・落葉・農作物など，非常に豊富な食事メニューを持つことが知られています。また，季節や地域ごとで採食頻度の高いものが異なる上，同じ地域・季節であってもその頻度は容易に変化します。

そのため今回は徳島県のことを広く，一般的に論じるのではなく，自分が実際に調査をした地域の状況から「徳島県でシカが避ける植生，好む植生」の一部について紹介します。

自然林（剣山山域）における樹木及び草本類の摂食状況調査結果

徳島県の南西部に位置する剣山^{つるぎさん}は四国第二の高峰であり，その山頂に近い周辺部は，シコクシラベ，ウラジロモミ，キレンゲショウマといった亜高山性植生が見られます。また，その下部の冷温帯域にはブナ等を主体とする豊かな落葉広葉樹林もあり，多様な動植物が複雑に関係した環境が形成されています。しかし，平成16年頃より，それまではほとんど生息していなかったと思われるニホンジカの個体数が増加し（推定生息密度は10～20頭/km²），その貴重な自然植生に様々な影響が現れ始めています。その影響について平成18年から平成23年にかけて樹木（低木～高木），草本類に関してその被害（摂食）状況を調査しましたので，その結果からどのような嗜好性がうかがえるかを探ってみました。

1. 樹木の剥皮

樹木の剥皮被害はニホンジカ特有のもので，カモシカは剥皮被害を起こさないことから，その被害状況はニホンジカの樹木への嗜好性に直結した現象だと言えます。樹木は全周囲剥皮をされてしまうとその多くは枯れてしまい，森林全体に与える影響は非常に大きいものがあります。剥皮被害状況調査の結果と森林がどのように変わっていったのか，そしてそこから推測される嗜好性の特徴について述べてみます。

1) 調査プロットの設定及び調査方法

調査は剣山山頂周辺（区域1）及び剣山山頂から西へ直線距離で約10km離れた三嶺^{みうね}の徳島県側北斜面（区域2）の2カ所で行いました。調査プロットは両区域とも登山道沿いに約50m間隔で，登山道を中心に上下50m幅4mのラインをとることより設定しました。調査の対象とする樹木はDBH（胸高直径）3cm以上の樹木全部とし，樹種，DBH，

剥皮被害の有無、その程度等について記録しました。

2) 調査結果

①区域 1

設定した 23 プロットライン内においては 19 科 38 種が記録され、立木個体数は総数で 748 本、胸高本数（胸高位置での樹幹数）は総数 1039 本で、本数割合の上位 5 種はコメツガ、ナナカマド、オオカメノキ、イシツチミズキ、ナンゴクミネカエデでした。平成 18 年度から平成 19 年度にかけての調査結果によると調査対象木全体で約 40%の被害が見られました。

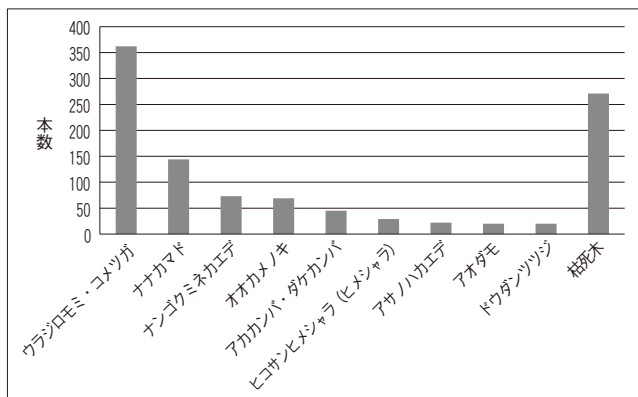
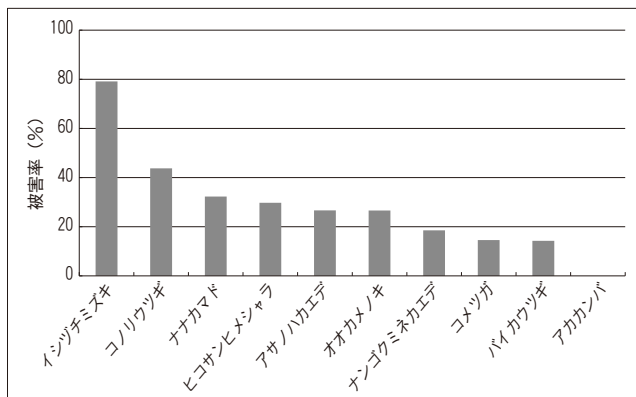
（樹種による違い）

樹種ごとの被害状況を図①に示しました。イシツチミズキ、コノリウツギ、ナナカマド、ヒコサンヒメシャラが 30%以上の高い被害率を示し、特にイシツチミズキに至っては 80%という非常に高い被害率を示し、ほとんどのものに被害が見られ、当地域においては、嗜好性の高い樹種と言えます。また、剥皮は DBH15cm 以下の小径木が多く、特に 10cm 以下のものへの被害が多いという特徴も見られました。

（平成 23 年度の追跡調査）

H18～H19 年度に設定した調査プロットと同区域内、同手法により調査をし、被害状況や森林の状況の変化を把握しました。調査対象木は 16 科 39 種、胸高本数 1094 本で、その被害率は枯死木を含めると約 42% であり、被害規模については H19 年度から同地域において、ほとんど拡大は見られませんでした。しかし、H18 年の調査時には調査対象木本数の上位を占めていたイシツチミズキは今回調査対象木にはなく、変わって枯死木本数が上位を占め、森林の状態としては大きな変化が見られる結果となりました（図②）。その後はヒコサンヒメシャラへの剥皮が頻繁に見られるようになり、他樹種への移行傾向

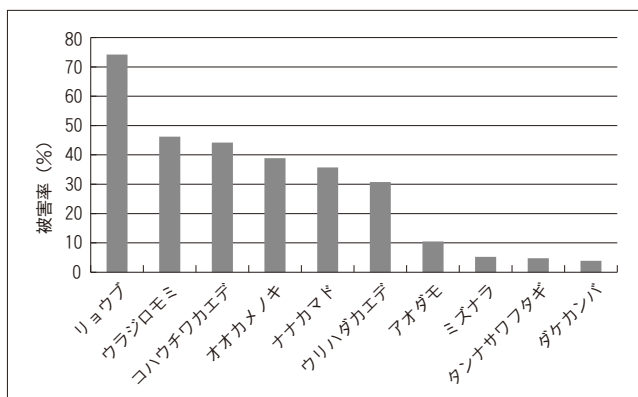
▲図① 樹種別被害率（区域 1）



▲図② 樹種別本数（区域 1）

も見られました。この調査区域では早期に防護ネット等被害対策を実施したことと嗜好性の高い樹木が一通り被害を受け枯死したことにより樹木被害は小康状態を保っています。しかし、この区域以外ではマユミ、ゴヨウマツ、ダケカンバ（アカカンバ）等に激しい被害が発生している箇所が報告されています。特にダケカンバは最近特にその被害が目立ち始めています。

②区域 2



▲図③ 樹種別被害率 (区域 2)

ここでの対象調査本数は 701 本、DBH 本数は 826 本であり、主要 10 種類の樹木剥皮状況を示したものは図③のとおりです。ウラジロモミ、リョウブ、コハウチワカエデが 40 %以上の高い被害率を示し、特にリョウブは非常に高い被害率（70%以上）で、当地域においては、嗜好性の高い樹種といえます。区域 1 で嗜好性が高いイシツチミズキが消滅していったのに比べ、リョウブの場合は剥皮に対する耐性が高く、枯死す

るものは少ないといった傾向も見られました。樹種ごとの直径階別被害状況について、リョウブ、コハウチワカエデは剣山と同様に小径木への剥皮が多い傾向が見られましたが、この地域では森林の主要構成樹種であるウラジロモミについては大径木への剥皮が数多く見られました。特に根部への被害が多いのが特徴で、樹幹部への被害としては認識されにくいのですが、根部の剥皮は樹幹部への被害に移行する前兆である場合が多く、後に樹幹部への加害が急激に増加する可能性が高いと言えます。

2. 草本類

この地域において、シカ防除ネットに絡んで死亡したシカ個体、捕獲柵により捕獲した個体などの第一胃から内容物を回収し、胃内容物のタイプを、落葉広葉樹葉、針葉樹葉、樹枝、樹皮、グラミノイド、双子葉草本、種子・果実、その他に区分して、各内容物タイプの割合を求めるといった調査を実施しました。採取時期は 10 月から 11 月のみで、年間を通してのデータではありませんが、その結果、ササ等グラミノイドが双子葉草本や木本の葉よりも高い割合を示しました。個体を回収した山頂稜線部にはミヤマクマザサの群落があり、GPS を利用した行動域調査によるとかなりの割合で稜線部を利用しており、この利用結果は嗜好性よりも周囲の食物環境を反映しているものと思われます。特に餌資源の乏しい冬季にも安定した餌を供給しているササへの依存度はかなり高いものと思われます。徳島県希少野生生物にも指定されているキレンゲショウマは現在、防護柵によって守られているため復活してきていますが、かつては消滅の危機を迎えるなど嗜好性は高い草本と言えます。逆にシカ被害が目立ち始めた頃から、急速にその勢力をのばし始めたトリカブト（シコクブシ）、カニコウモリ、テンニンソウなどは不嗜好性の植物と言えます。

考察

この地域での嗜好性の特徴は以下のとおりです。

1. 樹木

①もともと嗜好性の高い樹種

- 1 ミズキ（イシツチミズキ）（*Swida controversa*）
- 2 リョウブ（*Clethra barbinervis*）

3 コハウチワカエデ (*Acer sieboldianum* Miq)

4 ウラジロモミ (*Abies homolepis*)

②最近、嗜好性が高くなったもの

1 ダケカンバ (*Betula ermanii*) 注 1)

①に挙げた樹種はこの地域に限らず嗜好性の高い樹種ですが、イシツチミズキのように特に嗜好性の高いものは地域から消滅することがあります。ダケカンバについては調査初期に全く摂食されておらず、少なくとも嗜好性の高い樹木ではないと判断していましたが、ここ2～3年で急速に摂食率が上がってきたものです。また、今回実施した調査区域ではありませんがゴヨウマツ、マユミにも剥皮が目立ちます。樹木剥皮は小径木に多い傾向がありますがコメツガ、ウラジロモミ、ゴヨウマツは大径木にもその被害が目立ちます。

2. 草本類

ササについては嗜好性が高いというだけでなく、利用環境に占める割合が高く、冬季においても安定して利用できる数少ない餌資源という要素も大きいと思います。草本類については、嗜好性の高いものは人知れず消滅してしまうものも多く、嗜好性の高いものを知ることは以前の植生状況を把握していなければ難しいものがあります。対して嫌いなものは摂食圧が少ない上に、今まで被圧してきた植生が過度の摂食によってなくなり、その結果忌避性の高い植物の生育条件も好転し、それまであまり見られなかったのに、目に見えてその姿が増加していきます。この区域では次の3種にその特徴が見られます。

1 トリカブト (シコクプシ) (*Aconitum*)

2 カニコウモリ (*Parasenecio adenostyloides*)

3 テンニンソウ (*Leucoscepttrum japonicum*)

これら3種はトリカブトのように毒性があるものもありますが、全く食べられないわけではありません。しかし、他の草本類に比べると嗜好性が低く、その結果下層植生としては最も繁茂傾向が目立つ結果となっています。しかし、防護柵の中と外では明らかに生育する密度が異なりますので、忌避植物といえども摂食圧の影響を全く受けていないわけではないことがわかります。

おわりに

調査した地域以外でも樹木ではアセビ、草本ではマツカゼソウ等が忌避傾向のあるものとしてよく見かけます。また、ニホンジカの生息密度が高い森林内でも、ミツマタが摂食を受けずに残っている姿をよく見かけることから、ミツマタをシカにとっての忌避植物と位置づけ、徳島県の林業地である那賀町^{な かつ}において、林間にミツマタを植栽して「シカと共生するミツマタの森づくり」として、試験的に取り組み始めた林業研究グループがあります。食事メニューの豊富なニホンジカにとって、摂食対象とならない植物はアセビくらいのものであるという認識がありましたが、アセビに匹敵するような忌避効果が認められれば防除措置の不要な林産物として、その価値は高まります。これまでの調査で得られた結果から、ニホンジカの嗜好性は地域、時期、環境に左右されて変化します。今迄摂食されなかった樹木、草本が突然摂食対象になることもありますので、ミツマタの忌避効果についても長期間の追跡調査が必要になると思います。

(もり かずお)

注 1) 剣山に生育するのは変種であるアカカンバが多い。

尾瀬でシカが食べている植生

末續 野百合

環境省片品自然保護官事務所
〒 378-0415 群馬県利根郡片品村鎌田 4010-1
TEL 0278-58-9145



尾瀬におけるシカ被害

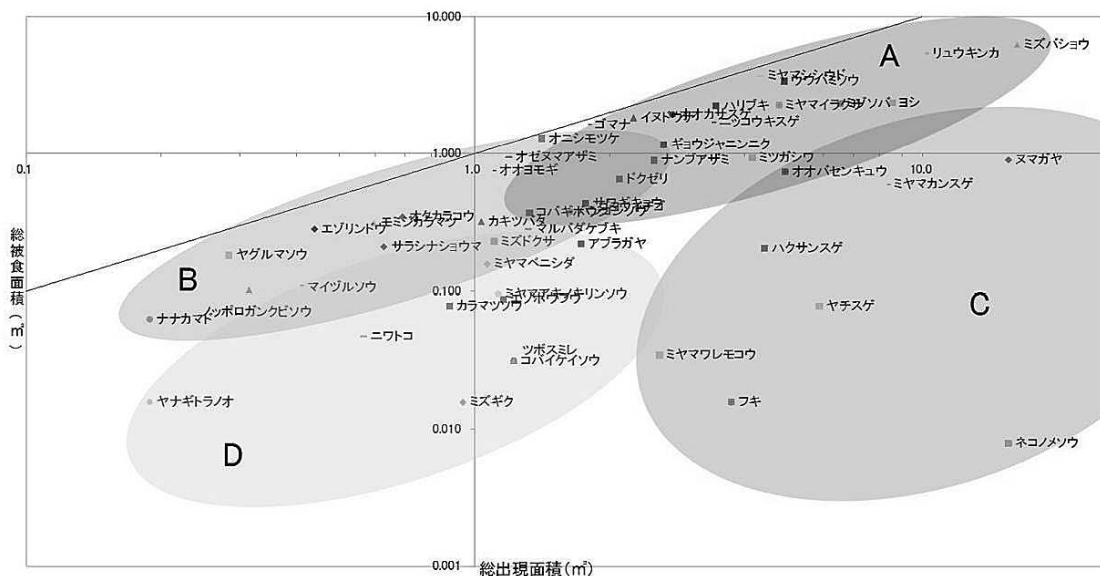
群馬、福島、新潟の3県にまたがる尾瀬は、本州最大の高層湿原である尾瀬ヶ原、只見川の源流にあたり噴火によりせき止められてできた尾瀬沼、これらを取り囲む至仏山と燧ヶ岳という二つの百名山を擁し、会津駒ヶ岳、田代山、帝釈山とともに尾瀬国立公園に指定されています。豊かな自然景観に恵まれ、年間30万人を超える人が訪れます。

その尾瀬において、本来は生息していないと考えられていたニホンジカ（以下、シカ）の生息が確認されたのは1990年代の半ばのことです。その後、採食や泥浴びのためにシカが湿原を掘り起こして生じる湿原の裸地化や、植物の葉や花を食べてしまうなどの植生への被害が顕在化したため、環境省では、2000（平成12）年に「尾瀬地区におけるシカ管理方針」を策定し、本管理方針に沿って、テレメトリー調査（発信器装着による個体追跡調査）やDNA解析によるシカ移動経路把握調査、空中撮影および現地調査による植生被害のモニタリング調査等を実施するとともに、他機関に先駆けて尾瀬の核心地周辺においてシカの捕獲を実施してきました。しかし、周辺地域における捕獲を継続しているにもかかわらず被害は拡大する傾向を示したため、被害防止対策の更なる推進に向け、2009（平成21）年に管理方針を全面的に見直した新たな管理方針「尾瀬国立公園シカ管理方針」を策定し、尾瀬の核心域を含めた捕獲の実施や、効果的な捕獲方法を検討するための調査の充実に取り組んできました。

尾瀬でシカは何を食べているのか？

尾瀬においてはシカの生息が確認された当初から、シカが根を掘り起こして食べるミツガシワや、新芽や開花直前の花、種子なども食べるニッコウキスゲへの被害が懸念されてきました。ミツガシワは、以前はあった群落が見られなくなったそうです。またニッコウキスゲについては、昨年度の開花状況が良くなかったことから、シカによる被害ではないかとマスコミなどにも大きく取り上げられました。

ニッコウキスゲやミズバショウのように、湿原の広範囲で花が咲き、それを楽しみに多くの観光客が訪れるような植物は観光資源として重要であり、そうした種への被害には大きな関心が寄せられています。しかし実際には、それ以外の林内に生育する植物や目立た



▲図① 被食が確認された植物の総出現面積と総被食面積

ない植物も食べられており、専門家からはハリブキなどが林床でかなり減ったとの指摘もされていました。

環境省では、実際にシカが多く食べている植物は何なのかを把握するために、平成 23 年度に調査を行いました。その調査の概要をお伝えしたいと思います。

シカの食性を把握するためには、植物の全体量と被食量とを把握する必要があります。しかし尾瀬地域は広大であり、全域で植物量および被食量を把握することは不可能であることから、シカによる食害が確認された場所をランダムに選び、そこでの傾向を把握することとしました。

調査は、踏査調査により食害が確認された箇所、原則として直径 2 メートルの円形のプロットを設置し、各プロットにおいて、出現した植物種、種ごとの高さ、被度 (%), 被食があった部位 (根、芽、茎、葉、花茎、花、樹皮)、被食があった種については被食率 (%) を記録する方法としました。季節による偏りを避けるため調査は 5 月下旬から 10 月中旬までの間に 7 回行い、湿原に 47 箇所、林内・林縁部に 45 箇所の調査プロットを設置しました。

調査プロット内で出現した植物は蘚苔類も含め計 282 種であり、そのうち被食が確認されたのは 78 種でした。被食部位は葉が最も多かったものの、新芽や茎に食痕が見られるものもありました。ニッコウキスゲは被食部位が多岐にわたり、時期に応じて新芽、葉、花茎、花 (つぼみ) に食痕が見られました。

本調査で食害が確認された植物について、プロット内の出現面積 (各プロットの面積 × 被度) および被食面積 (出現面積 × 被食率) の全プロットの合計値を算出し、植物種ごとの総出現面積を X 軸に、被食面積を Y 軸に示したのが図①です。なお、データの偏りを避けるため、出現したプロットが 3 箇所以内であった植物種は除外しています。

▼表① 被食植物の分類

区分	説明	シカの食性タイプ
グループA	尾瀬に比較的多く生育し、かつ被食が多く見られ、尾瀬のシカにとって重要な食料源になっていると考えられる。	選択的に被食
グループB	グループAの種のように多くは生育していないが、シカの目に留まれば高い確率で被食される種	
グループC	グループA・Bの種と共に生育しているため採食行動の際に随伴的に被食されている種	非選択的に被食
グループD	生育量がグループA・Cより少なく、選択的に食べられる種もあれば随伴的に食べられる種も含まれるグループ。	中間的、不明

現地の状況をふまえ、表①の通りおおまかに分類しました。グループAおよびBに含まれるハリブキ、イヌドウナ、ミヤマシシウドなどは出現量に対して多く食べられており、シカが積極的に選択して食べていると考えられます。そのうち、尾瀬に比較的多く存在するグループAの種は、シカにとって重要な食料となっていると考えられます。他方で、出現量が多いものの採食量がそれほど多くないヌマガヤ、ハクサンスゲ、ヤチスゲなどは積極的に食べられているものではなく、グループA・Bの種とともに生育しているため、シカがグループA・Bの種を採食する際に随伴的に食べられていると考えられました。

今後の尾瀬に生育する植物量が変化するにつれ、これまで食べなかったものも食べるようになるなど変わっていくことも考えられるため、この調査で把握できたシカの食性が必ずしも「シカの好ききらい」を示しているとは限らないものの、この調査により現在の尾瀬においてシカがよく食べる植物が何であるかを把握することができ、今後の調査の基礎資料としても活用することができると考えています。

尾瀬でまだ食べられていない植物は？

尾瀬や栃木県の日光を含む地域に生息する個体は一体的な「日光利根地域個体群」とと

▼表② 尾瀬において被食か？確認されていない種（抜粋）

科和名	属	種名	奥日光被害種	尾瀬被害種	尾瀬植物リスト
バラ科	Agrimonia	キンミズヒキ	○	—	○
バラ科	Aruncus	ヤマブキショウマ	○	—	○
バラ科	Malus	ズミ	○	—	○
カタバミ科	Oxalis	コミヤマカタバミ	○	—	○
セリ科	Angelica	アマニウ	○	—	○
セリ科	Sanicula	ウマノミツバ	○	—	○
セリ科	Tilingia	シラネニンジン	○	—	○
イワウメ科	Schizocodon	イワカガミ	○	—	○
ツツジ科	Menziesia	コヨウラクツツジ	○	—	○
ツツジ科	Rhododendron	コメツツジ	○	—	○
ツツジ科	Rhododendron	ハクサンシヤクナゲ	○	—	○
ツツジ科	Rhododendron	レンゲツツジ	○	—	○
ツツジ科	Tripetaleia	ミヤマホツツジ	○	—	○
ツツジ科	Vaccinium	クロウスゴ	○	—	○
キク科	Artemisia	ヒトツバヨモギ	○	—	○
キク科	Cirsium	トネアザミ	○	—	○
キク科	Cirsium	ノアザミ	○	—	○
キク科	Hieracium	ミヤマコウリナ	○	—	○
キク科	Saussurea	シラネアザミ	○	—	○
キク科	Senecio	キオン	○	—	○
キク科	Synurus	オヤマボクテ	○	—	○
ユリ科	Lilium	クルマユリ	○	—	○
ユリ科	Streptopus	タケシマラン	○	—	○
カヤツリグサ科	Carex	タテヤマスゲ	○	—	○
カヤツリグサ科	Carex	ヒメスゲ	○	—	○
ラン科	Orchis	ハクサンチドリ	○	—	○

図①中に $X=Y$ の直線をひいています。この線に近い種は出現量に対して多く食べられており、遠い種は食べられている量が少ないことになります。明確な境界はひけないものの、出現量と被食量、

らえられています。これまでのテレメトリー調査により、春から秋にかけて尾瀬にいるシカが日光地域で越冬することも分かっていますが、シカが食べている植物には若干の違いがあるようです。

表②は、尾瀬に生育する植物¹⁾のうち、奥日光において被食が確認されている種²⁾と、尾瀬において環境省調査により被食を確



▲写真① 尾瀬ヶ原，燧ヶ岳（7月）



▲写真② 尾瀬ヶ原，下の大堀（7月）

◀写真③ 尾瀬ヶ原，見晴（7月）

認した種とを比較したもの（一部抜粋）です。奥日光では食べられていても、尾瀬においては食害が確認されていない種があることが分かります。こうした違いがある理由としては、奥日光と尾瀬におけるその種の生息量の違いや、シカの生息密度の違いが考えられます。シカ生息密度が高い地域では、食べられる植物をほぼ食べてしまい、特定の不嗜好性植物が非常に多く見られる場所もあるようですが、現在の尾瀬はそうではなく、シカにとって「まだ食べるものがある」状態なのかもしれません。そうであるとすれば、尾瀬においてシカの生息密度が今以上に増したり、これまで食べていた植物が減少し餌資源として不足するようになった場合には、これまで食害が確認されていない種も食べられるようになるかと予想されます。

＊

環境省では、食害状況のモニタリング調査を平成23年度から実施しています。尾瀬の広い範囲で調査ルートと調査対象種を設定し、調査ルート上の生育本数と被食本数を記録し、経年で比較をするというものです。食性調査などでは把握ができなかった「シカの採食による被害の多さ」の変化を定量的に把握していくことが目的です。調査対象種は、前述の食性調査の結果をもとにシカがよく食べている種を選定しました。また、被害状況の今後の変化を把握するため、尾瀬ではまだ食べられていない種を調査対象種に加えることを検討しています。

調査結果は関係機関にも共有し、対策に役立てていきます。今後も、尾瀬におけるシカ被害の現状をとらえ、被害の低減に努めていきたいと考えています。

（すえつぐ のゆり）

《参考文献》

- 1) 菊池・須藤，永久の尾瀬，上毛新聞社（1991）
- 2) 長谷川順一，栃木県の自然の変貌 自然の保全はこれでよいのか（2008）

エゾシカが好きな木，嫌いな木

ーエゾシカによる餌植物の選択性

明石信廣

北海道立総合研究機構 林業試験場
Tel 0126-63-4164 Fax 0126-63-4166



はじめに

全国各地でニホンジカが増加し、植生への影響が問題となっている。ニホンジカのなかでも大型の亜種エゾシカが生息する北海道も例外ではなく、近年は積雪の多い地域でも生息密度が高まりつつある。そのため、植栽した樹木に対する食害が多くなり、森林に関わるさまざまな立場の方から、「シカが食べない木はないか」という問い合わせが頻繁に寄せられる。しかし、シカの餌選択は単純ではないらしく、簡単な回答は用意できていない。シカは樹木の枝葉や樹皮を食べるが、枝葉と樹皮では食べやすさや樹木への影響が大きく異なり、区別して考える必要がある。シカが植物を食べるのは当然のことであるから、すべてを「食害」と呼ぶには異論があるかもしれないが、ここでは樹木を育てる立場から、それぞれ「枝葉食害」「樹皮食害」と呼ぶことにする。エゾシカがどのように餌を選択して食べているのか、これまでにわかってきたことを紹介する。

樹皮食害の選択性

樹皮の食害は、幹の全周を剥がされると枯死につながる。森林の構造をつくっている大径木を枯死させることもあり、林業被害だけでなく、生態系や景観への影響も大きい。多



▲写真① 樹皮を食べられたオヒョウ
(2006年，三笠市)

剥皮部分の色の違いから、毎年繰り返し食害を受けていることがわかる。

くの樹木が樹皮を食べられると目立ち、その痕跡は長期間残るため、多くの調査が実施されてきた。例えば、知床半島で選択性の高い樹種として、オヒョウ、ハルニレ、オオバボダイジュ、アオダモ、イチイ、ノリウツギ、ヤマグワが挙げられている（阪部ら1998）。オヒョウは他の報告でも最も選択性の高い樹種とされており（例えば、安井ら2002，鈴木ら2011），エゾシカが最も好む樹種と言えるだろう（写真①）。他の樹種も、森林のなかで樹皮食害が目立つものであり、選択性が高いと考えられる。

空知地方の天然林における調査では、ツリバナが選択的に食害を受け、4年間で30%以上が枯死し



▲写真② 同じ年に隣接して植栽されたヤチダモ（左）、ミズナラ（中）、ハルニレ（右）
植栽後6年でヤチダモの平均樹高は260cmに達したが、ハルニレは75cmにとどまっている。

た（明石・南野 2008）。高木になる樹種ではないが、この例は短期間で樹種構成が大きく変わる可能性を示している。

一方、選択性が低い樹種については、多くの報告で一致して挙げられている樹種は少なく、ある調査地で食害が確認されなくても、別の調査地で頻繁に食べられている例もある。そのなかでも、しばしば選択性が低いとされている樹種として、ウダイカンバやシラカンバが挙げられる。

枝葉食害の選択性

植栽後数年間の幼齢林や天然林の稚樹などは、枝葉を食べられることが問題となる。多少なら食べられても新たな枝を伸ばして成長することができるが、繰り返し食べられると樹高成長ができず、枯死してしまう。シカの密度が非常に高い地域では、シカの届く高さ以下の枝葉はすべて食べられて稚樹が消失し、「採食ライン」が形成される。

枝葉の食害の選択性については、定量的な比較が報告された事例は少ない。樹皮の食害に比べ、一つの地域のなかで複数種を比較できるような調査が難しいためだろう。北海道全体の幼齢人工林においてエゾシカの食害を調査した結果から、針葉樹よりも広葉樹、針葉樹のなかでもトドマツやアカエゾマツなどの常緑針葉樹よりもカラマツが食害を受けやすいことが明らかになっている（明石 2009）。筆者らは、複数種の広葉樹が植えられた植栽地において食害状況を調査し、8種の広葉樹について選択性を評価した（明石ら 2012）。選択性が最も高かったのはハルニレで、ミズナラ、シラカンバ、アオダモ、ダケカンバは中程度であった。ヤチダモとケヤマハンノキの食害は少なく、イヌエンジュにはほとんど食害が観察されなかった。エゾシカを選択性と樹高成長特性の違いから、植栽木の樹高成長は数年で樹種間に大きな差が生じた（写真②）。

ハルニレはエゾシカの選択性が高く、繰り返し枝葉を食べられるが、生残率は高い。シラカンバやダケカンバ、ヤチダモは選択性が低く、食害がなければ樹高成長も早い。食害を受けた場合には生残率がハルニレよりも低いようだ。また、イヌエンジュは食害が少ないといっても、エゾシカにまったく食べられないわけではなく、食害を受けたという報告も入っている。森林で優占種になる樹種ではなく、木材としても用途が限られるため、広くイヌエンジュの植栽を薦めるわけにもいかない。

エゾシカの好き嫌いが生じる理由

エゾシカは餌をどのようにして選択しているのだろうか。積雪地である北海道では、利用可能な餌資源が季節によって大きく変わる。春から秋には、多様な草本や樹木の葉を食べることができるが、積雪とともに、餌のなかで常緑であるササが占める割合が高くなる。さらに積雪が多くなり、ササが利用できなくなると、主に樹木の枝葉や樹皮など木本類に依存するようになる（南野・明石 2011）。選択性が高いとされる樹種でも、夏季に樹皮を食害されるのは稀であり、エゾシカの生息密度が非常に高い地域を除けば、夏季にはササにも食痕がみられない。ササや樹皮は、その季節に利用可能な資源の中で、最も好まれる餌として選択されていると考えられる。

樹皮も枝葉も選択性が低かったイヌエンジュは、内樹皮にアルカロイドを含むこととの関係が示唆されている（小島ら 2006）。また、樹種の選択性に関係する要因として、樹皮の物理性（Ando *et al.* 2004）や灰分、リグニンなどの内樹皮成分（小島ら 2006）との関係が考えられている。しかし、選択性をもたらす原因は十分に明らかになっていない。

洞爺湖中島では、1957 年以降に人為的に導入されたエゾシカが増加して植生に著しい変化をもたらした（梶 1993, 2006）。オヒョウは 1980 年頃に剥皮を受けて多くが枯死した。ハイイヌガヤとクサギは、当初はあまり食べられずに増加したが、クサギは 1983 ～ 1984 年に食べられるようになり、その後消失した。次いで、ハイイヌガヤが食べられるようになり、2003 年までに消失した。このような選択性の変化は、エゾシカによる餌の選択が



▲写真③ 洞爺湖中島の中央草原（2009 年）
ハンゴンソウやフッキソウなど限られた植物だけが生育している。

相対的なものであることを示している。現在の洞爺湖中島はハンゴンソウのみが目立つ状態である（写真③）。最終的に生き残って優占する樹木がなかったことは、この地域にはエゾシカが食べない樹木は存在しないことを示唆する。

洞爺湖中島では嗜好性が低いと考えられてきたハイイヌガヤだが、東京大学北海道演習林では、調査した全個体に剥皮が確認されている。一方、ここではハルニレに剥皮がみられない（鈴木ら 2011）。このように、エゾシカの選択性には地域による違いがある。

シカが高密度に生息する地域であまり食べられずに残る植物は「不嗜好植物」と呼ばれてきた。実際には、嗜好性の高い植物から嗜好性の低い植物まで連続的である。これらの利用可能な資源のうち、何がエゾシカに餌として認識されるかは、植物の特性だけで決まるのではなく、群れごと選択性に違いが生じることが、地域による選択性の違いとして現れていると考えられる。

おわりに

平成 24 年度には北海道全体で約 14 万 3 千頭のエゾシカが捕獲され、ようやく増加が食い止められつつあるが、なお 59 万頭が生息していると推定されている。エゾシカの嗜好性が高い種の減少が懸念されるだけでなく、後継樹が消失した地域では、森林そのものの持続性も危ぶまれる。シカは森林を主な生息地としており、森林・林業の関係者が総力を挙げて、シカの捕獲に取り組むなど、問題の解決に当らねばならない。「シカが食べない木はないか」という問いに対しては、シカが食べない木はないが、植栽地の環境や植栽目的を考慮しながら、食べられにくい木や多少食べられても成長できる木を選ぶのが良いのではないかと考えている。

（あかし のぶひろ）

《引用文献》

- 明石信廣（2009）幼齡人工林におけるエゾシカ食害の発生状況とエゾシカ生息密度指標との関係．日林誌 91：178-183.
- 明石信廣・南野一博（2008）空知地方におけるエゾシカの生息状況と森林への影響．光珠内季報 152：10-13.
- 明石信廣・雲野 明・秋本正信・寺澤和彦（2012）広葉樹植栽地におけるエゾシカの樹種嗜好性と樹木の反応．森林防疫 61：16-21.
- Ando M, Yokota H, Shibata E（2004）Why do sika deer, *Cervus nippon*, debark trees in summer on Mt. Ohdaigahara, central Japan? Mammal Study 29：73-83.
- 梶 光一（1993）シカが植生をかえる：洞爺湖中島の例．「生態学からみた北海道」（東 正剛・阿部 永・辻井達一編）242-249. 北海道大学図書刊行会，札幌.
- 梶 光一（2006）高密度化がエゾシカに及ぼす影響．「エゾシカの保全と管理」（梶 光一・宮木雅美・宇野裕之編）43-62. 北海道大学出版会，札幌.
- 小島康夫・安井洋介・折橋 健・寺沢 実・鴨田重裕・笠原久臣・高橋康夫（2006）エゾシカの樹皮嗜好性と小径樹幹の内樹皮成分との関係．日林誌 88：337-341.
- 南野一博・明石信廣（2011）北海道西部におけるエゾシカの冬期の食性と積雪の影響．哺乳類科学 51：19-26.
- 阪部智子・矢部恒晶・矢島 崇・渋谷正人・高橋邦秀（1998）知床半島岩尾別地区におけるエゾシカ越冬地の樹木被害．北大演研報 55：113-122.
- 鈴木 牧・藤原章雄・鴨田重裕・前原 忠・齋藤暖生・松井理生・井口和信・梶 幹男・鎌田直人（2011）エゾシカ低密度生息域の天然生林における剥皮発生リスク要因：シカの生息地利用特性と樹木個体の特性に基づく分析．日林誌 93：213-219.
- 安井洋介・折橋 健・小島康夫・寺沢 実・鴨田重裕・笠原久臣・高橋康夫（2002）エゾシカに対する樹皮嗜好性試験．積雪期における野外試験．日林北支論 50：79-81.

緑のキーワード ギガピクセルパノラマ

ふるはしたい ち
古橋大地

マップコンシェルジュ 代表取締役

お持ちのデジタルカメラが、100,000 万画素、つまり 10 億画素になるとしたらどうでしょう？

人間の肉眼が持っている画素数は色を感じるセンサーで約 650 万、明暗を感じるセンサーで約 1 億 2,000 万といわれています。つまり、10 億画素というデジタルカメラが存在するとなると、それは人間の肉眼を超えた膨大な情報を記録する技術になります。この原稿を執筆している 2013 年 8 月現在、高級な一眼レフカメラがようやく 5,000 万画素に届くかどうかのレベルで、まだ人間の肉眼を凌駕したとはいえません。けれど、例えばもっと一般的な 1,000 万画素のデジタルカメラで 100 枚の写真を撮影してつなぎ合わせたらどうでしょう。10 億画素になりませんか？ このような発想で、デジタルカメラの向きとシャッターを自動的（場合によっては手動）に制御し、数百枚もの人間の肉眼を超える超高解像度のパノラマ写真を撮影し、処理する技術を「ギガピクセルパノラマ」と呼びます。

例えば、GigaPan（ギガパン）と呼ばれる技術は、このギガピクセルパノラマを手軽に撮影するための自動雲台デバイスです。普段使っているデジカメと三脚とギガパンさえあれば、それらを組み合わせて撮影したい場所へ置いておけば、これで、ギガパン側が勝手にカメラの向きを変え、それぞ

れの向きでシャッターボタンを押し込んでくれます。撮影時間は枚数によりますが、10 分～30 分くらいが標準。撮影後は、数百枚の写真を PC に取り込み、スティッチ（つなぎ合わせ）ソフトでパノラマ写真に仕上げます。インターネット上には gigapan.com や 360cities.net、Google Views などギガピクセルパノラマを共有するプラットフォームを活用することで、世界中へ情報発信をすることができます。

ギガピクセルフォトが森林でどう役に立つでしょうか？ ひと言でいうならば、「フィールド調査の効率化」です。すでに技術は人間の肉眼能力を超えています。しかも、ギガパンのような全自動デバイスを用いると、その撮影時間に、人間は別の調査作業を現地で行えます。撮影された画像には、短い現場作業では気づけなかった多くの情報が記録されています。しかもパノラマですので見落としが非常に少ない。さらに、インターネットに公開することで、超高解像度のパノラマ写真を分析する世界中の頭脳へとつながります。まずは騙されたと思って、以下の六本木ヒルズ屋上で撮影されたギガピクセルパノラマを堪能してください。時代はいよいよ人間の能力を越えようとしています。

<http://360gigapixels.com/tokyo-gigapixel-roppongi-hills-mori-tower/>

○どんぐりハウス 3.11生活復興支援プロジェクト 編著：杉本洋文 発行所：東海大学出版会
(Tel 0463-79-3921) 発行：2013.4 B5判 92頁 定価：本体 2,000 円＋税

○放射線安全取扱の基礎 [第三版増訂版] アイソトープから X 線・放射光まで 編：西澤邦秀・飯田孝夫 発行所：名古屋大学出版会 (Tel 052-781-5027) 発行：2013.5 B5判 212頁 定価：本体 2,400 円＋税

○木材科学ハンドブック (普及版) 編：岡野 健・祖父江信夫 発行所：朝倉書店 (Tel 03-3260-0141) 発行：2013.7 A5判 460頁 定価：12,600 円 (税込)

○野生動物の行動観察法 実践 日本の哺乳類学 著：井上英治・中川尚史・南 正人 発行所：東京大学出版会 (Tel 03-3811-8814) 発行：2013.8 A5判 200頁 定価：本体 3,200 円＋税

子どもにすすめたい「森」の話
— 1冊の本を通して —

津波被害を軽減する ～森林の多面的機能(3)～

やました ひろ ぶみ
京都教育大学教授 山下 宏文



●なかだえり・作絵
●発行 汐文社（二〇一一年）
●対象 小学校低学年から

『奇跡の一本松 大津波をのりこえて』

二〇一一年三月十一日の東日本大震災による大津波の災禍は、まだ記憶に新しい。岩手県陸前高田市も津波によって大きな被害を受けたが、そこで一本の松が生き延び、「奇跡の一本松」として地域の人々の心の支えとなった。この一本松は、高田松原と呼ばれた七万本もの松があった海岸林の一本だった。一本松はその後、地域の人々の懸命な手当の甲斐なく、衰弱が進み枯れてしまった。しかし、地域の人々の願いにより一本松のレプリカが製作され、現在もその場から地域の復興を見守っている。

この絵本は、津波に襲われたときの一本松の様子や心情を想像するとに体の弱っていく一本松に、「あんたが見てきたごとをおせえてけろ」と昔のことを尋ねる。

高田に松原ができたのは三四〇年以上も前のことだった。浜の東側は、高田村の立神浜と呼ばれていた。浜から続く平野は、海からの潮風やヤマセの霧やもやのため、農作物が育たなかった。そこで菅野全之助という商人が、「浜に松

を植えれば、田畑を風や塩害、飛び砂から守れるに違いない」と松を植え始めた。植えては枯れるの繰り返しであったが、全之助はあきらめることなく植え続けた。その思いは子や孫に受け継がれ、やがて松は大きくなり、荒地地は豊かな田畑になった。

立神浜に松が植えられてから五十年くらい後、浜の西側にも役人であった松坂新右衛門が松を植え始めた。一本松もこの頃植えられた。こうして、浜は東西二キロに広がる立派な松原になっていった。

しかし、村が豊かになってきた頃を見計らうように地震と津波が襲ってきた。そのつど、松原は被害を受けつつも村人の命を守った。村人も松を植え直した。昭和三十五年の大きな津波の後には、波よけの堤防などもつくった。しかし、時がたつにつれて、津波の怖さや「高台に住め」という古くからの教えは忘れられていった。そこを東日本大震災による大津波が襲ってきたのである。

人々は思い出した。先祖の苦勞や教え、そして松原とともに生き

てきたことを。人々は一本松とともに、再び地域の復興に歩み出したのだった。

この絵本に登場する高田松原の海岸林は、白砂青松百選に選定される美しい松原であるとともに、飛砂防備保安林や潮害防備保安林にも指定される海岸防災林であった。海岸防災林は、飛砂、風害、潮害などの災害を防止・軽減する機能をもっており、地域の生活環境の保全に重要な役割を果たしている。今回の大規模な津波では、海岸防災林に甚大な被害も生じているが、一方で、海岸防災林が津波のエネルギーを抑えたり、到達時間を遅らせたり、漂流物を捉えたりすることにおいて重要な役割を果たしたことも明らかになっている。こうしたことから、今後の海岸防災林については、飛砂、風害等の災害防止機能に加え、津波に対する被害軽減効果も考慮した復旧・再生が検討されるようになった。

海岸林のもつ防災機能への着目や、これまで以上に重要となっていることに留意したい。

林業事業体の設備投資の諸要素を統合的に理解するための研修用教具の作成

長野県佐久地方事務所林務課 普及係

Tel 0267-63-3154 Fax 0267-63-3195 E-mail: seki-kenichiro@pref.nagano.lg.jp

関 憲一郎

1. はじめに

長野県では、森林所有者の皆様が大切にしている森林の管理や整備を共同して森林組合や林業事業体等と十分打合せしていただくことを提案し、説明会（現地調査、山見）を開催しています。

しかし、現地調査や山見を行うことによって、森林整備の必要性を理解することはできても、「路網」や「森林の集約化」の必要性については、なかなか難しいようです。林業の機械化や国の造林補助金の制度（森林管理・環境保全直接支払制度）の背景も考慮すると内容が複合的、重層的であり、説明側もポイントを絞って説明することが困難で、わかりやすく簡潔に説明した例はあまり見当たりません。

また、森林所有者が、林業事業体の取組みについて理解をもっと深めることができれば、森林経営委託契約が締結しやすくなり、ひいては「森林の集約化」（団地化ともいいます。）をいっそう進められるかもしれません。

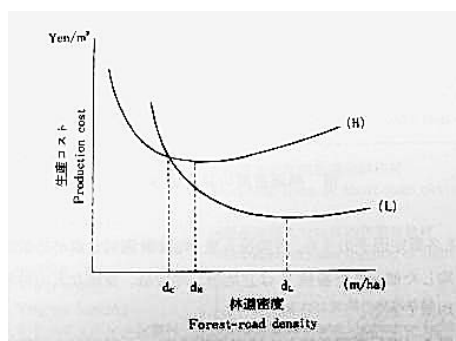
さらに、「林業機械の導入」や「路網の設置」行為そのものは、事業体にとって「費用（コスト）」に当たる要素です。どこで「収益」が発生し、どこで「コスト削減」が実現しているのか、一連の流れの中で説明する必要があると筆者は考えました。そこで、路網の設置をテーマにしたコストグラフの模型^{注1)}を工夫し、研修会の教具^{注2)}として使用してみました。ここでは、その試みを報告します。

2. 研修用教具の作成

(1) 目標の設定（路網設置作業を想定した南方理論による説明の検討）

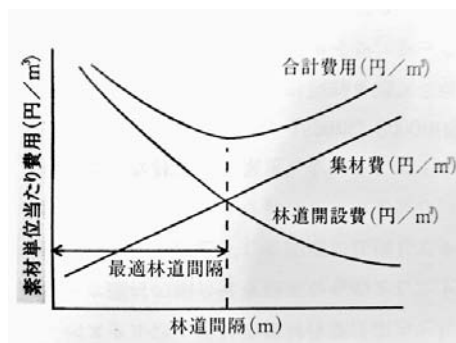
低コスト林業が行われる一連の過程をわかりやすく説明するために、まず筆者は、南方ら⁴⁾による「複合路網密度算定の概念図」に着目しました。これは、林道の規格による集材システムの比較と組み合わせについての適正密度について論じるために用いられたも

のですが、路網密度（横軸）と集材生産等コスト（縦軸）の関係が明確であるため、筆者は路網の設置と集材コストの説明に応用できると考えました。



▲複合路網密度算定の概念図（南方ら，1985）

次に、筆者は Matthews³⁾ の「最適林道間隔模式図」に着目しました。これは、生産コスト（縦軸）を①林道開設費と②集材費の合計としているもので、ほとんどの林道関係の教科書^{5～9)}に、林道と低コスト林業との関係で掲載されているものです。これは、二つのコストは集材距離（横軸）に応じて異なった性質をもつため、最適値が存在するというものであり、筆者は路網の設置と集材コストの説明に、その「グラフによる表現方法」を参考にできると考えました。



▲最適林道間隔模式図（Matthews .D.M,1942）

注1) 搬出間伐のコスト（路網設置のコスト、搬出コスト等）は、現地の地形や既設路網の状況により変わる。このため、コストのグラフにおいては具体的な数値を示すことは最小限にとどめ、最適解（optimum solution、本稿では最適な最も安いコストのこと。）がどのように決定されるのかに主眼をおいた。

(2) 説明するためのグラフの根拠となるコスト算出式の導出

Matthews³⁾ は、一定条件下のトラクタ集材等を考慮し、集材費 (C_I) と林道開設費 (C_c) のトータル (和) (C_t) が最小となる林道間隔を求めました。集材費は林道間隔 (D) に比例し、林道開設費は林道間隔に反比例します。つまり、林道のない森林内に林道を開設することによって集材距離は減少し、集材費用の節減が可能になります。しかし、林道の開設がある程度までいくと林道の費用がかさみ、全体として費用節減効果がなくなります。

この合計費用は、路網密度と平均集材距離の換算式¹⁰⁾を踏まえると、次のように表すことができます。

$$C_t = C_I + C_c = a \times D + b/D \cdots \cdots (1) \quad (a, b \text{ は定数})$$

$$\text{ここで, } d = D/4 = 2500(1 + \eta)/S \cdots \cdots (2)$$

(d: 平均集材距離 (=D/4), η : 迂回率, S: 路網延長)

また, $\delta = S/A \cdots \cdots (3)$ (δ : 路網密度の定義の式)

(δ : 路網密度, A: 区域面積)

(2) 式および (3) 式を (1) 式に代入して整理すると,

$$C_t = 10000(1 + \eta) a \times A / \delta + b \times A / \{10000(1 + \eta)\} \times \delta$$

ここで, $10000(1 + \eta) a \times A = a'$,

$$b \times A / \{10000(1 + \eta)\} = b' \text{ とおくと,}$$

$$C_t = a'/S + b' \times S \cdots \cdots (4)$$

(右辺第1項は集材費, 第2項は林道開設費 (路網設置費))

よって Matthews 理論に基づき、南方らの示す集材費は路網密度に反比例し、路網開設費 (路網設置費) は路網延長に比例することを導くことができました^{注3)}。

(3) グラフをわかりやすく説明するための研修用教具の作成

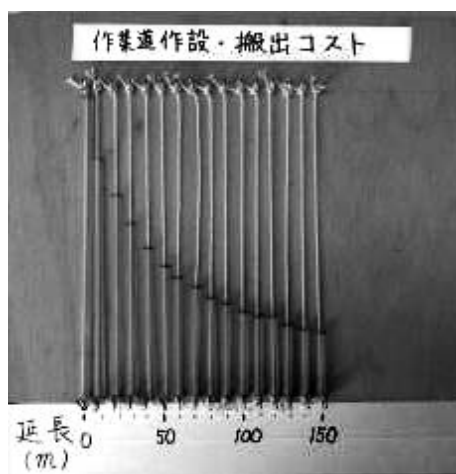
導出した式を表すためのグラフをわかりやすく説明するために、筆者はベニア板とストロー等を使用して、次のように作成しました。

3. 教具の使用法

研修用教具の使用法を以下に示します。また、使用状況は次の写真のとおりです。

(1) ストローの棒グラフ

ストローは、路網が整備され延長が増えるにしたがって、集材費がだんだん減ることを意味し、その下がり方は路網延長に反比例する傾向にあることを示して



▲作成した教具 (グラフを手で動かすことにより、コスト削減の諸条件がわかるツールとして作成。ベニア板、ストロー、金具、タコ糸により簡単に作成できる。)

います。

例えば、ストローで10本の棒グラフをつくり傾向を見ることは、10パターンの路網整備による経費の簡単な試算結果を可視化して表現していることになります。

(2) 割り箸による直線グラフ

割り箸による直線グラフは、路網の整備延長が長くなるのに比例して路網設置費が増えることを意味します。

また、直線グラフの傾きが急になるほど、路網を設置する単価が高くなることを示します。

直線グラフの傾きを変えることにより、路網を設置する単価が変わります。

例えば、事業体の中の路網作設のオペレータが研修を受講したり経験を重ねることで、路網を設置する単価を縮減することをグラフの傾きにより表現することができます。

(3) トータルコストのグラフ

手で割り箸 (路網設置費) を持ち、ストロー (集材費) を押し上げることにより、トータルコストが変わっていくことを表現することができます。

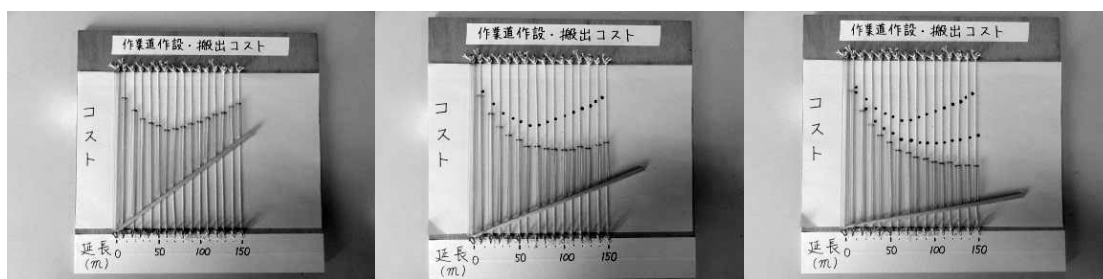
トータルコストは、導出した式を見てわかるとおり、正比例のグラフと反比例のグラフを足し合わせたものですが、この教具を使用すれば簡単にイメージすることができます。

4. グラフによる説明方法 (実践編です！)

(1) トータルコストの表示ができます。

ストローと割り箸のグラフを組み合わせることによって、集材費と路網設置費の合計となるトータルコストを表現します。

注2) 教具の作成にあたっては、高等学校数学科の授業 (二次方程式とそのグラフの関係) においてわかりやすい教具を作成した例 (文献¹¹⁾) があり、有効な手段であるため参考にした。

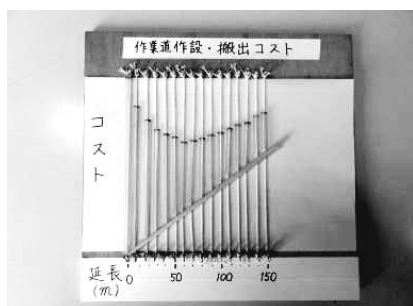


▲路網設置費（割り箸）を組み込んだ教具

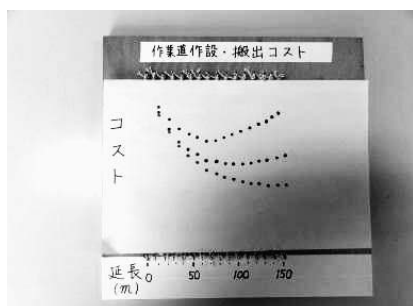
また、これは、横軸が路網延長となっているグラフを使用して、Matthews が示した次のことを表現していることになります。

「すなわち、林道のない森林内に林道を開設することによって集材距離は減少し、集材費用の節減が可能になります。しかし、林道の開設がある程度までいくと林道の費用がかさみ、全体として費用節減効果がなくなります」。

そして、このグラフにより、一定条件下における集材費と林道開設費の和（トータルコスト）が最小となる路網延長を求めることができます。



▲トータルコストの最小点（路網を設置していくと集材コストも下がるから、トータルコストも下がる。ただし、路網を設置しすぎると設置費用がかさんでくる。）



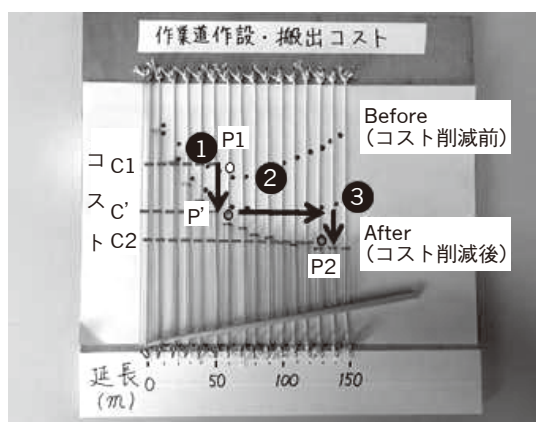
▲コストの最小点は、路網設置コストの単価（割り箸の傾き）に応じて変わる性質がある。

(2) 路網設置単価とトータルコストの関係を理解できます。

つまり、低コスト林業へ向けてのコスト削減の過程

を表現できるので。

トータルコストのグラフにおいてコストの最小点は、路網設置コストの単価（割り箸の傾き）に応じて変わる性質があります。これは、次のようにコスト削減がC1からC2へ減少する過程を、以下に示す①から③までのように表現できることになります。



▲グラフによりトータルコストの削減の過程を表現した例（割り箸を移動することで、路網の作設コストの最低点（最適値）がP1からP2へ移動し、トータルコストがC1からC2へ削減された例。棒グラフ＝ストロー：集材コスト、直線グラフ＝割り箸：路網設置コスト。この場合、P1からP2へ移動するためには、①～③の3つの過程が連続して起きる必要がある。）

《トータルコスト削減の過程について》

ある林業事業者が一定の森林において行うトータルコスト削減の過程について、前の図を用いて説明します。

① P1からP'までの移動…路網の設置コストの削減
トータルコストはC1からC'まで削減

路網を設置するには、建設機械により特殊な盛土方法等一定の技術力や実務経験が必要になります。このため、森林組合や林業事業者では、重機オペレータの技術の向上に取り組んでいます。重機オペレータが技術力や経験を積み重ねることによって同じ路網でも安く設置することにより、トータルコストをC1からC'へ削減できるようになります。

注3) 南方らの示した「主要生産費関数」⁴⁾は1ha当たりの延長（すなわち路網密度）によりCtを整理しているが、本稿で提示した教具では単に「延長」と表示し、1haの森林を想定しつつ、路網の延伸とコストの削減効果の関係をわかりやすく説明するよう配慮した。

② P'から P2 までの移動…その 1：路網の延伸，森林の集約化

トータルコストは C'のまま変わらず

上記①により重機オペレータが技術力や経験を積み重ねることによって，そのオペレータに路網の設置をある程度まかせて，林内に路網を延長してみます。一人ひとりの森林所有者が零細で複数いる場合などは，「森林の集約化」により，当該事業体が一括して当該森林の管理を受託しておくことは，そのための前提条件になります。

③ P'から P2 までの移動…その 2：路網をつくったおかげで集材コストが削減

トータルコストは C'から C2 まで削減

上記①及び②により，路網が林内に整備されたおかげで，高性能林業機械（プロセッサやフォワーダ等）がより林内に入りやすくなり，集材コストが下がり，トータルコストを C'から C2 へ削減できるようになります。このことは，集材のためのフォワーダやプロセッサのオペレータの負担減にもつながります。

《コスト削減要素の整理について》

上記の結果を整理すると，路網設置及び集材のトータルコストの削減は，以下の要素が複合的に組み合わさって実現することがわかります。

- (ア) 高性能林業機械の導入と積極的な活用，
- (イ) オペレータ等の人材の育成，
- (ウ) 路網の設置，延伸，
- (エ) 森林の集約化

そして，これらの諸要素が全てそろわないと，トータルコストの削減は実現できない，といえます。

《トータルコストのカーブの形状について》

トータルコストのカーブは，コスト削減前（Before）と削減後（After）とを比較すると，削減後のほうがトータルコストの最小点付近でフラットになっていることがわかります。これは，オペレータの路網作設技術が向上し，路網が延伸していく段階においては，最適な路網密度（単位面積当たりの路網延長）の値については，あまり厳密さを追求しなくてもよいことが示唆されると考えられます。

5. 開発した教具の使用例

(1) 林業事業体や森林組合の職員を対象とした研修会

この教具を使用した研修会を，平成 25 年 1 月 11 日に，佐久地方事務所林務課で主催した管内の事業体等の担当者を対象にした「路網作設研修会」で使用しま



▲高性能林業機械のプロセッサ
(事業主体：(有)須江林産)



▲高性能林業機械のフォワーダ
(事業主体：南佐久北部森林組合)

した。これは，午前中に路網に係る基準や既設作業道の検証についての説明を行い，午後，森林の集約化した団地（佐久市片倉団地）を視察するものでした。受講生からは，「路網についての技術を深めたい」，「低コスト林業とのかかわりがわかった」との声が聞かれました。

(2) 大口の森林所有者を対象とした森林集約化説明会

この教具を使用した森林集約化のための説明会を，平成 24 年 11 月 8 日に，佐久市大沢財産区事務所で行いました。当初は，財産区の管理区域に固執して，個人有林のことや集約化に関心をもってもらえないこともありましたが，この教具を使用して，集約化の必要性について説明を行ったところ，だんだんに理解を深めていただくことができ，平成 24 年 12 月 14 日には，大沢財産区と大沢地区 6 区の区長が集約化について話す機会を設けることができました。平成 25 年 5 月現在，継続して，集約化のための調査を行っているところです。

6. グラフを使用した研修会の可能性と課題

(1) 林務行政全般に対する理解を深められる可能性

このグラフによる説明により，林業の低コスト化において，「路網整備」「機械化」「担い手育成」「森林の



▲林業事業体や市町村の職員を対象とした研修会



▲大口森林所有者（大沢財産区）に対して行った現地調査（現地だけでなく、事業体の取組みについて理解してもらえるよう配慮した。）

集約化」がどれも不可欠な要素であることを、短時間で示すことができます。筆者は、これらで説明できる要素と従来行っていた現地調査で説明できる要素とを「長野県森林づくり指針」²⁾の具体的な施策の展開方向に当てはめ、下表のように整理しました。

これによると、下記に示す15項目の「展開方向」のうち、現地調査で説明できるものは7項目あるものの、偏っていることがわかります。一方、グラフによる説明は、ふだん林業に関心のない住民にはわかりに

くい林業事業体の取組みのエッセンス（4項目）を示すことができます。さらに、「関連事項」（搬出した間伐材の出口対策等3項目）を合わせると、これらは現地調査による説明項目を補完していることがわかります。

このような関連性を明示することにより、事業体や森林所有者だけでなく、自治体等の職員が林務行政全般について理解を深めるための一つの手がかりになるのではないのでしょうか。

▼長野県森林づくり指針²⁾における施策の展開方向等の説明項目と、教具を使用した説明項目の比較表（根拠法令：長野県ふるさとの森林づくり条例（森林づくり指針）第9条、基本方針：みんなで支える ふるさとの森林づくり）

指針の 目指す姿	項目	具体的な施策の展開方向等	A: 従来の取組み	B: 新たな説明の試み	A及びBにより説明 できた項目
	No.		現地調査	設備投資やコスト についての理解	
みんなの暮らしを守る 森林づくり	1	地域の合意形成	○		○
	2	実効性の高い森林計画の策定	○		○
	3	適切な森林整備の推進	○		○
	4	針広混交林化の推進	○		○
	5	災害に強い森林づくりの推進	○		○
	6	主伐・更新の促進による林齢の多様化	○		○
木を活かした力強い産業づくり	7	森林施業の集約化		◎	○
	8	高密度路網整備		◎	○
	9	機械化		◎	○
	10	担い手育成		◎	○
	11	安定的な原木・製品供給体制整備		○ 関連事項	○
	12	公共事業、住宅、バイオマス等木材需要の拡大		○ 関連事項	○
森林を支える豊かな地域づくり	13	森林の適正な管理のため仕組みづくり、人づくり		○ 関連事項	○
	14	交流を軸として地域の活性化			
	15	野生鳥獣による農林業被害対策	○		○
項目数合計	15		7	7	14

(2) 作業班のチームワークについて理解を深められる可能性（フォワーダ等による搬出作業を想定した Matthews 理論による説明の検討）

筆者は、この教具を作成する基になった Matthews 式（上記（1）の式）についてもグラフを作成しました。この場合、割り箸により可変的な表現が可能となる直

線グラフは、集材コスト（プロセッサやフォワーダによる作業のコスト等）を意味します。

これにより、上記の（3）式によるグラフで示したように、コスト削減の過程を3段階で説明すると、一例として次のようになります。

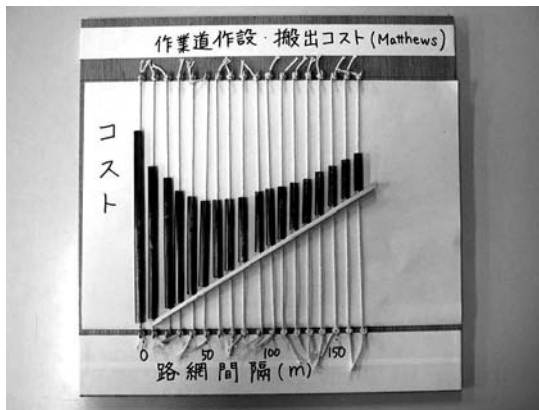
①研修により、プロセッサやフォワーダのオペレー

タの技術が向上すると、集材単価を下げることになる。

②'オペレータの技術力が向上すると、若干路網から遠い距離の丸太も集材できるようになる。

③'路網間隔がある程度遠くても集材できるようになると、路網をあまりきめ細かく設置してもらわなくてもコストの削減が可能になる（路網を設置するオペレータの負担減につながる）。

このようになる理由は、皆さんがご自分で考えてみてください。



▲ Matthews 理論に則して作ったコストのグラフの模型（横軸を路網間隔として作成した例。この場合、棒グラフ（ストロー）が路網設置コストを、直線グラフ（割り箸）が集材コストを表していることに注意する必要がある。）

また、上記①～③並びに①'～③'の考察（例）を全体的にまとめると、次のようなことも言えるのではないだろうか。

それは、路網設置のための重機オペレータと集材のためのプロセッサやフォワーダのオペレータはお互いにパートナーのような関係にあり、それぞれの技術を向上させ、チームワークをよくすることで、共通の目標である搬出間伐におけるトータルコストの削減につながるということです。

(3) 課題

課題としては、研修会においてこのようなグラフを効果的に利用するために、研修内容と時間の配分のバランスをどのように取るか、検討の余地があると思われる。

7. おわりに

間伐作業等を広範囲で一括して効率的に行い、森林所有者の金銭面の負担をできるだけ少なくするために

は、零細で分散した個々の所有森林の施業を共同して集団的に取りまとめる「森林の集約化」が必要不可欠になります。

一方で、森林所有者にとって、林業事業体は森林経営委託契約の相手となる存在であり、集約化を進めるためには、森林所有者が林業事業体の持つ課題や取り組み内容について、一定の理解を持つことは重要であると筆者は考えました。

この教具は、多少の準備で、林業事業体の中の「作業班」における目標の共有と役割分担の必要性についても示すことができます。これは、これまで述べてきたような、このグラフから読み取ることのできる様々な知見が搬出間伐の機械化はもとより、設備投資全般における本質的な共通項を表現したものだからともいえます。

今後も、森林所有者や地域の皆様と情報の共有¹⁾だけでなく、パートナーシップの関係¹²⁾を築くことを目標にして、林務行政から地元への情報提供や、地元の理解を十分に得た森林整備の遂行に役立てていきたいと思ひます。（せき けんいちろう）

《参考文献》

- 1) 岩崎忠夫『住民参加論』、第一法規出版、1～412、1984
- 2) 長野県林務部『長野県森林づくり指針』、2010
- 3) D. M. Matthews, Cost Control in the Logging Industry. 1～374, McGraw-Hill, New York, 1942
- 4) 南方 康, 酒井秀夫, 伊藤幸也「複合的路網の整備目標」東京大学演習林報告, 81～96, 1985
- 5) 上飯坂 実『森林利用学序説』、地球出版、1～181、1971
- 6) 上飯坂 実『現代林学講義 5 林業工学』、地球出版、1～180, 1990
- 7) 上飯坂 実, 神崎康一『現代の林学 2 森林作業システム学』、文永堂出版、1～292, 1990
- 8) 小林洋司『森林基盤整備計画論 林道網計画の実際』、日本林道協会、1～205, 1997
- 9) 澤口勇雄ほか『林業技術ハンドブック』、全国林業改良普及協会、1391～1400, 1998
- 10) 酒井秀夫『作業道 理論と環境保全機能』、全国林業改良普及協会、1～281, 2004
- 11) 森 毅, 新海 寛ほか『高等学校の基礎解析』、ちくま学芸文庫、1～576, 2012
- 12) Sherry R. Arnstein, A Ladder of Citizen Participation, AIP Journal, 1969

スウェーデンにおける 枝条残材（GROT）収穫の手引き

前編 GROT の概念と計画，林内運搬

東京大学大学院農学生命科学研究科
森林利用学研究室 Tel 03-5841-5497

吉田美佳

●はじめに

日本でも木質バイオマス利用の機運が高まり、枝条残材の有効利用と林地への養分還元が課題となっています。枝条残材の収穫は、土壌中の微量元素の流出という環境的な課題や、樹木の病原菌とも関係します。病原菌は機械の運転室内に入り込み、運転環境とも関係してきます。ここでは、P. Persson : Working in harvesting teams, work environment, quality, production を参考に、2回に分けてスウェーデンにおける林地残材の収穫指針について紹介し、わが国における今後の指針作りの参考に供したいと思います。今月号では、GROT の概念と計画や、GROT の林内運搬に関しての情報をお送りします。

●“GROT”とは

GROT とは、燃料用の枝条・梢端・根株などの残材を指す言葉で、スウェーデン語で枝条と梢端を意味する Grenar Och Toppar の省略形です。日本でいう枝条

残材を指しますが、燃料用に収穫されて初めて GROT と呼ばれます。ハンマーミルタイプのチップパーで生産されるピンチップ利用は GROT 利用の範疇には入らず、切削タイプのチップパーで生産する切削チップ利用を目的としています。

● GROT 収穫計画のチェックポイント

GROT 収穫を計画する際にチェックすべき項目を表①にまとめました。プランナーはこれらの事項をよく考慮し、林地条件に沿って計画を立てなければなりません。一方で、オペレータもこれらの事項を熟知し、林地条件ごとに異なる作業方法があるということを理解していなければなりません。

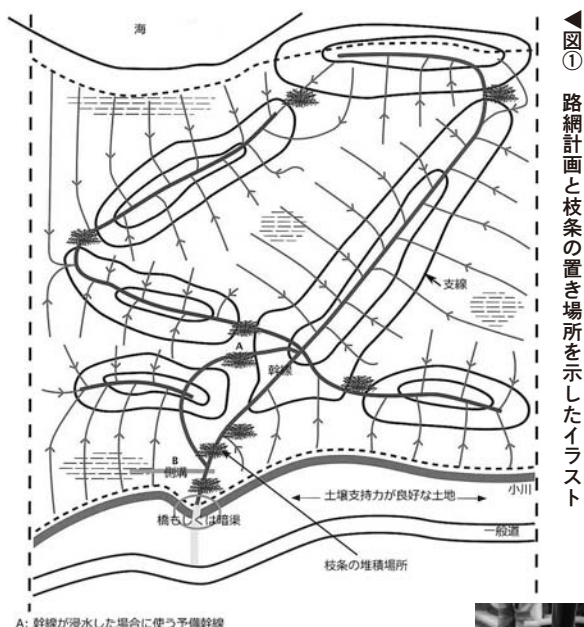
● GROT の林内運搬

まずは適切な機械の選択をします。GROT 運搬に使用されるフォワーダは、スウェーデンでは一般に 10～12t サイズです。グラップルは専用グラップル（図②）を使い、容量・チェーンソーの有無を考慮します。

▼表① GROT 収穫計画のチェック事項

計画	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 土壌支持力・土壌栄養バランスの低下を図にして考慮すること（図①）。 ✓ 泥炭・地衣類のある森林を避けること。 ✓ 伐採現場から残材体積で 100m³ の GROT が収穫できるところを選定すること。 ✓ チップパー規格外の GROT の取り扱いを設定すること。 ✓ 夏季は火災のリスクがあるので収穫の可否を検討すること。 ✓ 3t/ha の灰を 10 年以内に林地に還元する方法を設定すること。
土場・走行路・運搬	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 走行路上に GROT を敷き、路面の維持とわだち掘れの防止に努めること。 ✓ 繰り返し走行を避けること。 ✓ 排水設備を適切に設定すること。 ✓ 生産性を維持するため走行路は 500m 以内にすること。 ✓ 土場スペースの確保が必要な場合は掘削を行うこと。
収穫	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 年間 GROT を土場で乾燥すること。 ✓ 北向きにある現場や土場での乾燥は避けること。 ✓ 下層植生がある場合は刈ってから収穫を行うこと。 ✓ GROT の保護（カバーリング）を必要に応じて行うこと。 ✓ 乾燥させるため、GROT 堆積の土台を C.D 材で作ること。 ✓ 金属部品の紛失時に備えて部品には目立つカラーリングを施すこと。 ✓ 同じ土場に丸太を堆積する場合は土場の清掃をしてから堆積すること。
環境配慮	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 枝条の 1/5 は林地に残すこと（走行路上の枝条は含まない）。<small>筆者注</small> ✓ 小川・湧水付近での作業では注意を怠らない。水が汚れる場合は作業しないこと。 ✓ 施業以外で汚れた GROT の原因を究明すること（たとえば GROT の凍結など）。

筆者注）この指針は The swedish National Board of Forestry (SKS) が推奨しているものである。



◀図① 路網計画と枝系の置き場所を示したイラスト

A: 幹線が浸水した場合に使う予備幹線



▲図② GROT 用グラブプル



◀図③ 軟弱地用のトラックバンド



下部にGROTを丸太のように敷き詰めて



その上にGROTを横に積載



完了

▲図④ フォワーダへの GROT 積載方法

軟弱地用のトラックバンド（図③）は牽引力を高め、土壌ダメージを軽減するために必要です。可能ならば GROT 用のステーキを導入すると能率が上がります。また、グラブプル部品やステーキ等、GROT に混入する恐れのある金属は、目立つ色で着色しておく必要があります。

次に、林床にある GROT は残し、土が見えないようにします。また、細い下層木などで根っこが付いたまま引き抜かれたようなものは、土壌のミネラルや石が付着しているので林内に残置します。土などで汚れている GROT は、チップやボイラーのトラブルの原因になるので持ち出しません。

伐採時以外にも、フォワーダ積載時にグラブプルで土を掘ることや、ハーベスタヘッドによる GROT 整理などは GROT が汚れてしまうので、避けなければなりません。林床が植生や GROT で被覆されていない場合に梢端部の汚れを避けるには、土を掘らないようにするグラブプルオペレータの技術が大事です。

フォワーダのわだちに沿って丸太と同じように GROT を敷き詰めてから、その上に交差するように GROT を載せていきます（図④）。一般道脇での堆積は、チップトラックがやってくる場合、進行方向の右側に GROT を堆積します（注：スウェーデンは右側通行）。GROT の下部には大きな枝を入れず、丸太を基礎にしてその上に GROT を積んでいきます。元口を道路側にそろえて積み、垂直になるようにします。この面は南向きがよく、北向きではいけません。堆積にはカードやバッジ等でタグを付けます。また、金属部品が紛失した場合、テープやスプレーで紛失地点に目印を付けることも忘れてはなりません。（よしだ みか）

※次号では、GROT 収穫とチップの規格・運搬について紹介します。

《参考文献》

Per-Erik Persson. 2011. Working in harvesting teams, work environment, quality, production, Part 2, Practical production. CO Print EU 2011. 333pp.

NPO 木の建築フォーラムからのお知らせ

当フォーラム主催 平成 25 年度 講習会のご案内

2013 年度 講習会・後期募集

木の建築フォーラム講習会は材料から各種性能、設計例まで、木造建築物の設計、施工等に必要な基礎知識と最新の情報を網羅した体系的な講座構成の講習会です。10 月から始まる 2013 年度開講の後期 3 講座をご紹介します。皆様ぜひご参加ください。

《後期講座》

●応用編 4 「地震津波被害・耐震診断・耐震補強」講座（全 5 回）

初回の日時：2013 年 10 月 25 日（金） 18：00～21：00

テ — マ：福井地震までの地震被害

講 師：腰原幹雄（東京大学生産技術研究所）

●応用編 5 「木造住宅の設計・計画～木の家をつくる方法 - 設計から現場まで」講座（全 5 回）

初回の日時：2013 年 10 月 12 日（土） 13：30～16：45

テ — マ：住まいの思想を多くのアイデアでかたちにする家づくり

講 師：栗原潤一（株式会社ミサワホーム総合研究所）

●応用編 6 「伝統木造建築」講座（全 5 回）

初回の日時：2013 年 10 月 26 日（土） 13：30～16：45

テ — マ：継手仕口の変遷、限界耐力計算について

講 師：河合直人（工学院大学）

注）各講座は全 5 回構成で、5 回通しで受講いただく形式となっております。
2 回目以降の日程など詳しい内容はホームページをご覧ください。

<会 場>：A G C studio（予定）／東京メトロ銀座線京橋駅 4 番出口すぐ

<定 員>：各講座 40 名

<受 講 料>：各講座 一般 3 万円、会員 2 万 5 千円（5 回通し）

<申込方法>：ホームページより参加申込書（後期用）をダウンロードいただき、下記事務局
までメール又は FAX にてお申し込みください。

<申込締切>：各講座、初回開講日の 10 日前まで

お問合せ先

NPO 木の建築フォーラム事務局

〒112-0004 東京都文京区後楽 1-7-12 林友ビル 4F

Tel 03-5840-6405 Fax 03-5840-6406

E-mail：office@forum.or.jp http://www.forum.or.jp/

統計に見る 日本の林業

素材生産の動向

（要旨）近年の素材生産量は増加傾向にあるが、素材価格は長期的に下落傾向となっている。山元立木価格も長期的に減少傾向となっており、平成24年には、ピーク時の1割～2割まで減少している。

○素材価格は長期的に下落傾向

平成23年の素材生産量は、住宅需要が回復して製材用の生産量が増加したことにより、スギについては前年比7%増の965万 m^3 、ヒノキについては前年比7%増の217万 m^3 となった。

平成24年の素材価格は、国産材の需給のミスマッチにより、スギ、ヒノキとも前年から大きく下

落した。スギについては、前年比7%安の11,400円/ m^3 、ヒノキについては、前年比15%安の18,500円/ m^3 となった。

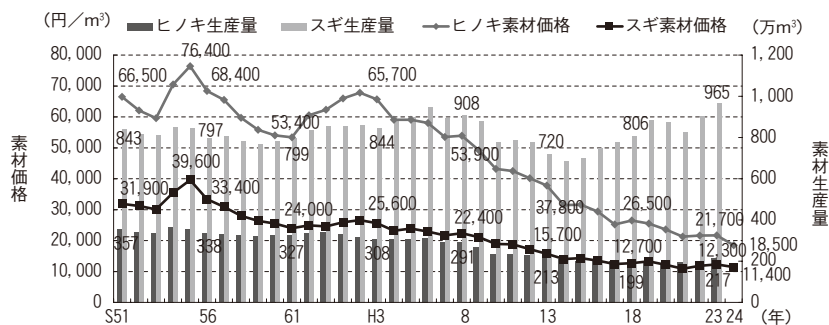
スギの素材価格は、昭和55年の39,600円/ m^3 をピークに下落傾向にある。昭和62年から住宅需要を中心とする木材需要の増加により若干上昇したものの、平成3年からは、再び下落している。近年は、12,000円/ m^3 前後で推移している。

ヒノキの素材価格は、スギと同様に、昭和55年の76,400円/ m^3 をピークに下落傾向にあり、昭和62年から若干上昇したものの、平成3年からは下落傾向で推移している。近年は、21,000円/ m^3 前後で推移している（図①）。

○山元立木価格はピーク時の1割～2割

「山元立木価格」は、林地に立っている樹木の価格で、樹木から生産される丸太相当材積（利用材積）当たりの価格で示される。山元立木価格は、市場での丸太売渡価格（素材価格）から伐採・運搬等にかかる経費（素材生産費等）を控除することにより算出され、森林所有者の収入に相当する。

平成24年の山元立木価格は、スギが前年比8%減の2,600円/ m^3 、ヒノキが19%減の6,856円/ m^3 であった。ピーク時の昭和55年の価格と比べると、スギの価格はピーク時の11%、ヒノキの価格は同16%となっている（図②）。



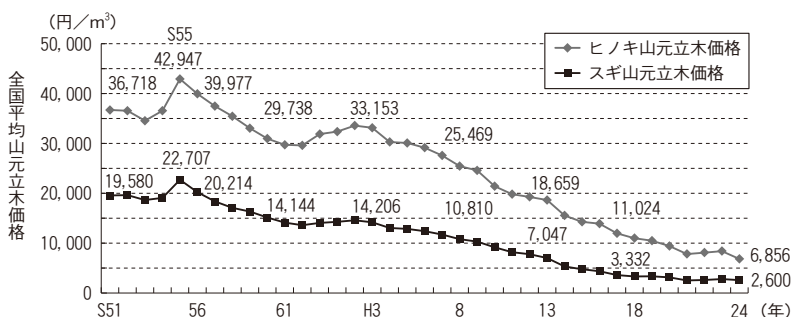
◀図① スギ・ヒノキの素材生産量・素材価格の推移

注：「スギ素材価格」、「ヒノキ素材価格」は、それぞれの中丸太（径14～22cm、長さ3.65～4.00m）の価格。

資料：農林水産省「木材需給報告書」、「木材統計」、「木材価格」

▶図② 全国平均山元立木価格の推移

資料：（一財）日本不動産研究所「山元素地及び山元立木価格調」





(中) 防災水源かん養路網の一般化への道

環境保全・公益性を踏まえた経済林経営システムの構築

森林環境研究所 Tel 0544-54-1826 Fax 0544-54-2416

渡邊定元

1. 集中豪雨を耐え抜いた 防災水源かん養路網

2011年9月、富士山西麓において1ヵ月に1500mm、2回の時間雨量100mm/時を記録し、富士宮市の林道・作業道のほとんどが被災し通行不能となった。しかしながら、筆者の設計・施工した富士宮市大根野市有林をはじめ天母山モデル林など防災水源かん養路網は被害を受けなかった。特に、天母山モデル林25haは全降水量を地下浸透させ、山麓集落に対する豪雨の影響が認められなかった。林道・作業道規格で開設した路が被災し、防災水源かん養路網が無事であったことは、後者が路網として優れていることを証明した。防災水源かん養路網は1996年に湿潤気候下の森林・林業に適する路網として発案したものである。路網が豪雨災害に強い構造を有していることを検証できたことは、何よりも自信につながった。

防災水源かん養路網は国土保全・水資源のかん養に対する効果が評価されて、2007年国土交通大臣表彰を受けた。筆者はこれらの効果に加えて、経済林経営の立場（維持費のかからない路網管理の立場）からの有効性を強調したい。高密路網は、維持費の削減が林業の経済性を何よりも高めるからである。

2. 林道・高密路網とのかかわり

(1) 林道と作業道の役割と機能

森林・林業とのかかわりのなかで、筆者の林道・

作業道との付き合いは長い。林野庁に就職してから森林計画畑の仕事が多かった関係上、林道計画や林内路網のあり方については常に意識の底にあったといつて過言ではない。そして現在、林道の役割・機能は集落連絡道・到達林道・林内路網に3区分してとらえるのが適切であるとの結論に達している。

山村振興や県行政を通じて学んだのは、1970年代まで市町村の林道への要望は集落連絡機能としての林道が圧倒的に多かったことである。群馬県で林務行政を担当していたとき、財政担当部長より「なぜ市町村から林道への要望が高いのか」という疑問をぶつけられた。私はためらわず「山村では幅員4mの道路への要求が高いからである。建設省助成の市町村道5.5m幅規格の道は山村の実態に合わない。」と答えた。山村では平な土地は貴重で、5.5m幅の道路建設に土地所有者は農地や林地を提供しないのが実態である。

林業の経済性を高めるための到達林道の充実策は、遅々として進まなかった。1962年、林業基本法の成立に伴う森林法改正によって制度化された全国森林計画では、13.5m/haの林道計画を作成したことを記憶している。当時、全国平均の林道密度は1.3m/ha程度であった現状からして、10倍の路網密度計画であった。

高密路網に着目したのは、1956年、帯広営林局における生産力増強計画モデル計画において、230m³/ha以上の天然生林を択伐施業団に組み入れたことによる(渡邊2000)。これは、天然林施業

が定着できず森林劣化が起こった技術的な問題点を解析した結果、択伐作業は地利級の良い所でないと経営的に成り立たないと結論づけたからである（渡邊 2003）。中層間伐の繰り返しによる超長伐期林施業を確立するための方途は、140 m/ha 程度の路網密度を必要とする。超長伐期を指向する中層間伐作業は、7～10 年間隔で中層木の択伐を繰り返すことから、高密路網を前提とした作業法であるからである。

(2) 峰越し林道の創設

農政局構造改善事業課で山村振興の業務を担当していた 1965 年 8 月、農政局農政課長から揮発油税の財源身替わり予算要求額の算定を命ぜられる。農業・林業・漁業で、どれだけガソリンを使用しているかの算定である。当時の大蔵省は、揮発油税農林使用相当額はそのまま予算に反映させていた。農林漁業用揮発油税財源身替農道（林道・漁港）整備事業、いわゆる農免農道（林道・漁港）の誕生である。省内担当部局との合議を経て、ガソリン使用量を確定する。65 年度の林道農免予算枠は、スーパー林道予算に振り向けられていた。しかし、日本全国の林業で支払ったガソリン税を特定地域に振り向けることは、予算の性格上適切でない。中田林道課長（後の富山県知事）と相談し、峰越し林道を創設することとした。峰越しによって市場との経済距離を短縮し、ガソリン使用量の節減を図ることが峰越林道創設の趣旨である。

(3) 林道事業の体系化

林野庁林道課総括を命ぜられたのは、林道予算への要望が高まった 1976 年である。そこで、当時あった林道体系を検討するため、林道事業を総括する。

第一は、広域基幹林道の規格・採択基準を道府県の実態に合うよう事業創設者の若江則忠氏（元林道課長・指導部長）の協力を得て改正する。

第二は、農免林道の事業種目に舗装を加え、林道舗装への道を開く。

第三は、間伐期を迎えた人工林を対象とした間伐林道の創設である。これは、林内路網対策とし

て低コスト林道を建設し、路網密度の向上を期するものであった。

また、当時のニーズを反映して、同和林道、農林地一体開発林道を創設する。36 年を経過した現在、林道行政の重点は林内路網、基幹作業道の拡充策に移っている。地利級の向上策こそ国際競争力を保持できる日本林業再生への道であるからである。

3. 21 世紀林業技術体系の確立に向けて

1992 年の国連環境会議で決議された森林に関する原則声明を受けて以来、地球上の全森林について、世界各国は森林の持続的経営（Sustainable management of forests）に関する基本的事項を合意している。その合意を受けたモントリオールプロセスは、関係各国が取り組むべき森林の持続的経営のあるべきそれぞれの国の基準を示したものであって、個々の森林経営のあり方を示したものではない。

そこで筆者は、これまで定山溪国有林や東京大学北海道演習林（北演）で、天然林施業や人工林の間伐作業を通じて得た結論から、持続的経営林（Sustainable managed forest）の要件とは、高蓄積、高成長量、高収益、多目的利用、生物多様性の維持を兼ね備えた森林であると主張してきた。そして、これら要件間で互いに矛盾する問題に関し、技術的な解決策を ITTO、IUFRO などで提示してきた（Watanabe : 1993, 1995）。実際に持続的経営が図られている経済林とは、人類のみならず、そこに生存する生物種が森林からの恵沢を受けているものでなければならず、人類にとっては森林のもつ公益機能や経済的機能が併存できる森林管理体系でなくてはならない。そして、5 要件を満たした森づくりは、天然林にあっては高密路網を前提とし、択伐－人工補整を基本とする天然林施業、人工林にあっては長伐期複相林施業（いわゆる長伐期モザイク林施業）^{注 1)}によって技術的に解決できることを明らかにした。高密路網の作設技術、路網を利用した素材生産・育林技術、

注 1) 生物多様性維持には理論的にみて長伐期複相林施業（いわゆる長伐期モザイク林施業）が最も効果的です。

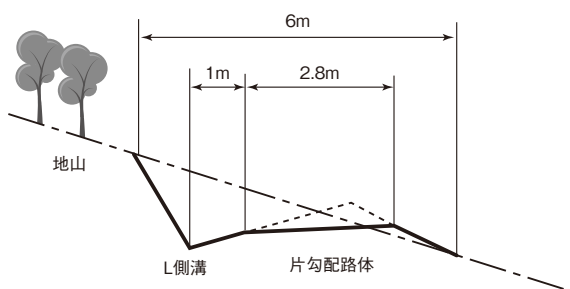
樹木の種特性を踏まえた選木技術などは、経済林において5要件を満たすのに必要な技術であると考えている。

路網と林業経営の近代化について検討を始めたのは、1950年代である。択伐を基本とする天然林施業は、高密路網があって初めて成り立つことが明らかになったからである。定山溪国有林では、開設・維持コストのかからない路網建設システム開発に重点をおいた。道路の縦断勾配は急になればなるほど敷き砂利のコストは高^かまり、路体は雨水による侵食が生じ、維持コストが上昇する。維持費用を低く抑えるには、侵食の起こらない緩い路体構造としなければならない。2点間を最短で結ぶ道よりも、2点間を結ぶ道路からの集材距離を最短にした緩い道が、非皆伐の森林経営には有効である。

また、路体構造は、①道路上で作業する人の安全が図られるものであること、②林道上を運行の車両にとって、危険を感じさせない安全なものであること、③林道の構造は国土保全上から安全の図れるものであることの、人・車・自然に対する安全のための道路構造の三原則を示した。このような日本林業の長期的展望に立って林業技術のあり方を検討した結果、得られた一つの結論が、防災水源かん養路網の提唱と、その路網を前提とした高収益林業の確立である（渡邊 1995, 1997, 1998）。

4. 防災水源かん養路網 （渡邊 1997, 1998）

ここで、林内路網としての防災水源かん養路網の構造規格について述べよう。2～3.5%の縦断勾配の路網にL側溝を整備すると、林地からの余剰雨水は側溝を洗掘せず^{ます}に流れる。この場合、浸透性の良い土質の所では、流れる間に地中に浸透する。そして余剰水は、道路沿いに適宜設けた浸透柵^{ます}で浸透させる。さらに、豪雨時に備えて空ダムを設置すると、路網作設区域内の降水の多くを地下水化することができる。防災水源かん養路網



▲図① 防災水源かん養路網の横断面図

システムの重要な点は、初回の経済間伐を行う際に開設する路網の作設と同時に防災水源かん養工を行うことによって、森林の水源かん養機能と防災と収益性の確保できる高密路網を整備することにある。防災水源かん養路網の路体構造の特徴は、次のとおりである。

ア. 路体と山体の水環境の分離：山地からの雨水、流水を路体内に流さない目的で、①路体の侵食の防止、②路体からの土砂流出の防止、③路体上の滞留水をなくし、乾燥させる。構造は幅1m以上のL側溝とし、谷側が高いカントを設け、片勾配とする（図①）。

イ. 緩い林道の縦断勾配：側溝に集まる水による縦侵食を防止し、流水を側溝で浸透させる目的で、①土砂の下方流亡の防止、②雨水の侵食による泥濁水を発生させず、また、③停滞水を発生させず、④L側溝からの浸透を促進させる。構造は、縦断勾配を1%以上～5(6)%未満とする。路網作設上、望ましい勾配は3%程度である。

ウ. 浸透柵の設置：雨水を地下部誘導し、防災と水源かん養機能を高めることを目的とする。①雨水を滞留させて地下水化させ、②土砂を流亡させず防災機能を付加し、③間伐手遅れによる土砂流出・水源かん養機能低下の代替措置の機能を持たせる。構造は、透水層まで掘削（2～5m）し、④危険防止のため、場所により防護柵を設置する。浸透柵は、縦・横方向への浸透が図れる構造とする。

エ. 排水管の付設：L側溝・浸透柵から余剰水

を排水させることを目的とし、森林の透水能力の許容量以上の降水対策である。構造は、30cm または 60cm の排水管を状態に応じ敷設する。また、必要に応じ、廃材を利用して小規模の排水トンネルを設置する。

オ. 空ため池（ダム）の設置：大量の降水に伴う洪水の防止と滞留水の地下浸透化を図ることにより、山麓地域の湧水資源を確保することを目的とする。台風や集中豪雨対策のためのもので、構造は、溶岩流の地形を利用した簡易空ダムの設置や、透水性良好な地質構造の箇所での大規模人工浸透ため池の設置などである。

5. 防災水源かん養路網の一般化へ向けて

路網作設の当初の実験は、富士市大淵地区内、標高 500 ～ 690 m の 140ha の人工林で行った。1995 年 11 月から 96 年 3 月まで 15km の道路支障木の伐採と路体作設、96 年 4 月から 8 月まで防災水源かん養路工の工事を実施した。なお、これらの事業費はすべて道路作設に伴う支障木、防災水源かん養工に必要な費用は支障木と間伐木の伐採収入により賄っている。路網はコストを下げるため原則として砂利を敷かない。人員輸送車は自由に路網を走らせるが、運材はクローラタイプの集運材車であることに限る。この原則によって、コストのかからない運材が可能となる。

ただし、防災水源かん養路網は、「安かろう悪かろう」の作業路ではなく、きちっとした、経営計画に立脚した改良工事を行うことによって、いつでも林道に格上げできる縦断勾配・構造を有するものである。これは、国際商品である木材が国際競争力に勝つための、いわば森林経営基盤としての作業路であり、長伐期人工林経営にとって、最も合理的な路網を指向しているからである。

防災水源かん養路網は、森林に対する現代のニーズに即応できる対策として世に問うたものである。筆者は、森林内容の充実を期する森林整備は、防災水源かん養路網を導入するのが適切であると

の確信を基に、これまで路網の現地適応試験を実施してきた。現在まで、この防災水源かん養路網は、路網と浸透樹によって降水を地下に浸透させ、建設以来一度も域内の森林から豪雨時の出水がなく、山麓の住民との約束を果たしている。

谷側の高い逆カントの L 形側溝の横断構造を持ち、縦断勾配 2 ～ 5 % の作業路では、降水は流下する過程で地中に浸透し、豪雨時の大量の降水は大型の浸透樹でため込み浸透させる。6 % 未満の縦断勾配では豪雨時には側溝が洗掘されるが、短尺の丸太を側溝に順次置くことによって、侵食を回避できた。

防災水源かん養路網の規格は、自然環境にとっても山で働く作業員の労働環境としても良い構造である。このような実態を踏まえ、防災水源かん養路網の構造規格を作業道規定のなかに新たに加え、国の基盤整備事業として全国に普及されることを願ってやまない。

(わたなべ さだもと)

《引用文献》

- Watanabe, S. (1993) Sustainable managed forest base on selection cutting and natural regeneration -technical approach-. Presentation at the ITTO Senior Forester conference follow up seminar on sustainable forestry in Japan. 23pp.
- Watanabe, S. (1995) Five requisites proposed for sustainable managed forests. Proceedings of IUFRO International Workshop on Sustainable Forest Managements : 477-486.
- 渡邊定元 (1995) 持続的経営林の要件とその技術展開. 林業経済 (557) : 18-32.
- 渡邊定元 (1997) 防災水源かん養路網の提唱とその構造. 中森研 (45) : 47-50.
- 渡邊定元 (1998) 防災水源かん養路網の提唱. 山林 (1367) : 2-10.
- 渡邊定元 (2000) 生産力増強計画と林業技術－拡大造林を支えた林業技術の展開過程を中心として－. 林業技術 (696) : 13-18.
- 渡邊定元 (2003) 天然林施業技術の評価と課題－天然林施業が定着できず森林劣化が起こった技術的問題点の総括－. 日林誌 85 (3) : 273-281.

BOOK 本の紹介

田中万里子 著

森林経営再生のためのグローバル時代の森林経営改革論

発行所：(一社)林業機械化協会
〒112-0004 東京都文京区後楽 1-7-12 林友ビル 2F
TEL 03-5840-6217 FAX 03-5840-6218
2012 年 10 月発行 A5 判 202 頁
定価：本体 2,000 円＋税 ISBN978-4-947766-06-9

国内に造成された大量の人工林が成熟期を迎えた今日、そこに蓄積された木材の利用に関心が集まる一方で、市場の木材価格が伐出経費を埋め合わせるのに不十分なために、木材資源を有効に生かし切れない状況が続いている。

本書は、大学で林学を学び始める学生向け講義を基礎にして「機械化林業」誌に連載された記事に

加筆したもので、林業の専門的知識を持たない一般の人が、林業の特殊性を知り、そこに現代的な経営手法を導入する方法を学ぶ入門書となっている。

著者は大学で林学を学び、IT 企業でのキャリアを経た後に再び林業の研究に身を投じ、様々な林業の現場を見聞してきた経験をもつ研究者であり、林業経営を現代

的な経営として見直すための機械化の必要性を情熱的に論じている。

はじめに総論として、林業経営の特質を踏まえながら、一般産業の経営体と同等の組織のあり方を説く。次に各論として、森林作業の特殊性、伐出作業の方法、林業機械導入の考え方、労働安全上の課題、経営基盤としての路網整備、林業の生産性、木材加工施設での機械化と論じていく。

さらに、これからの林業経営論として、収益性を高めるための処方、長伐期化への対応を論じ、最後に、機械化の効果としての木材トレーサビリティシステムの実現、素材生産工程の見直し、経営の評価を論じる。

経営対象となる人工林には様々な条件の違いがあり、機械化の具

BOOK 本の紹介

馬場多久男 著

冬芽でわかる落葉樹 419 種の検索〔改訂版〕

発行所：信濃毎日新聞社出版部
〒380-8546 長野市南県町 657
TEL 026-236-3377 FAX 026-236-3096
2013 年 2 月発行 A5 判 (カラー) 256 頁
定価：本体 2,500 円＋税 ISBN978-4-7840-7198-2

信州伊那谷で生涯を樹木学に捧げてきた馬場多久男先生が、教育・研究活動の集大成である本書を世に送り出した。30 年ほど前に先生が執筆した「冬の落葉樹図鑑」の改訂版であるが、改訂とは辞書に「書物の内容を改め直すこと」とある。先生の考える「直す」とは、「人間には計り知れない大自然の叡智にふれる術をより深め、

表現し、その術をできるだけ多くの人に分け与えること」であり、本書のねらいはまさにそこにある。

従って今回の改訂の中心は検索編にある。そこでは、先生が 50 年以上の研究生活で蓄積した貴重な情報群、冬芽の形やつき方、葉痕(落葉の跡)や毛の状態、などの特徴をわかりやすく表現し、これらを手がかりに誰でも簡単に樹

木の名前を探し出すことができる仕組みになっている。改訂の大きなポイントは、検索者が絞り込んだいくつもの冬芽の写真を見比べられるようになっていることで、以前に比べて同定作業が早く、確実になった。

もう 1 つの特徴は、樹皮の写真である。落葉期以外でも大きな木になると葉を直接手に取って見られないことが多く、フィールドを調査していて樹皮の図鑑が欲しいと思うのは私だけではないだろう。樹皮の図鑑は他にもあるが、種数が限られていて専門的な調査にはちょっと物足りない。本書には 419 種の樹皮の写真が収められていて、姉妹作の「花実でわかる樹木」に掲載されている木の根元から樹冠に向かって撮影された珍し



体的な進め方については、それぞれの条件に最適な方法が工夫されるべきと思うが、現代の林業経営には機械化が必須である

ことには誰しも異論はないであろう。評者としては、伐出の効率性が追求される際に人工林の保育や再投資の費用が無視されないことを願いたい。

本書は、現代的な林業経営とは何かを考える人達に適切な入門書になると同時に、経験豊かな林業関係者にも新たな着想を得るきっかけを与える可能性があると思われる。ぜひ一読を薦めたい。

(元新潟大学／竹内公男)



いアングルの写真と合わせれば、かなりの情報量になる。本のサイズも改訂前よりひと回り大きい(A5判)ので、写真がより

鮮明で迫力があり、見やすくなっている。

芽はその植物の始めの姿であり、植物の一生を凝縮している。そんな意味で冬芽は、その樹木の特徴を端的に表しているのではないか。事実、葉付きの標本を同定する場合には、冬芽の特徴を手がかりにすることが多い。本書を落葉期だけでなく1年を通じて使ってみてはどうだろう。

(日本森林技術協会／吉村 勉)

FSB 工法住宅 森の貯金箱



その 18

当組合も5名の人命が奪われ、事務所は全壊、積上げたデータは流失し、多くの役職員が不自由な生活を余儀なくされた大震災。

全国からの支援に勇気をもらいつつ、市内、町内の復旧作業を最優先に、森林整備(間伐)の早期再開に向け取り組んでみたが、沿岸部にある合板工場を含む6つの大型国産材工場が被災し、廃業や減産を余儀なくされたため、間伐から生産される木材は行き先を失い、森林整備は停滞した。一方で、資産を失った被災者は資金面から住宅の再建を諦めかけていた。

このような状況から、建築材に向かないとされる合板工場向けの木材を活用するFSB工法により、被災者向け廉価版の住宅「森の貯金箱 再建住宅プロジェクト」がスタートした。FSB工法とは、東京の結設計が提案、地元建設業者のリンデンバウム遠野が建築、岩手県森林組合連合会との連携により、木材を歩留まり良く大量に活用することで林業の活性化を図るとともに、建物が建替えや増改築で解体されても廃棄木材とせず、別の建築部材として使われ続けることを目的としている。

構造的には3.5寸角の柱を加工・連結することで壁面パネルを製作し、そのパネル壁を連続させて建物を構成していくものである。また、従来の木造住宅の約3倍の木材を使用するという極めて贅^{ぜい}沢な造りであるが、5種類のパネル壁から構成されるFSB工法を用いることで現場の人件費を低減し、被災者のニーズを踏まえて限りなく廉価に抑えることができた。さらに、パネル壁を現し、木目の美しさを際立たせ、木が持っている蓄熱性能、調湿性能、断熱性能を活かした住まいとなっている。

工期の短縮、人件費の削減のみならず、木材の使用量を増やすことで、地域森林の適正管理と被災地の雇用拡大(30坪1棟建設することで1haの間伐。間伐30人、建設に70人の雇用)に大きく寄与している。

●お問い合わせ●

釜石地方森林組合
TEL 0193-28-4244
FAX 0193-28-2901



(釜石地方森林組合参事兼総務課長/高橋幸男)

▲森の貯金箱住宅の内部

(☆森林や木材を使って、東北の復興に取り組む人や活動を紹介します。投稿募集中!)

林業技士（資格要件審査受付終了）

“森林土木”部門と“作業道作設”部門の資格要件審査による認定について、申請の受付を終了しました。

協会のうごき

●人事異動【平成 25 年 8 月 20 日付け】

退職……志賀恵美（管理・普及部専門技師）

【平成 25 年 9 月 1 日付け】

採用……図師昌嗣（指定調査室専門技師，事業部兼務）

採用……沼宮内信之（東北事務所専門技師，指定調査室兼務）

日林協のメールマガジン

当会では、会員の方を対象としたメールマガジンを毎月配信しています。森林・林業に関する問題を提起しながら、会員の皆さまからのご意見・ご提言を募集していますので、どうぞご参加下さい。

メールマガジンは、メールアドレスを登録されている会員の方へ配信しております。配信をご希望の方は、協会 WEB サイト《入会のご案内》→《入会手続き》→《情報変更フォーム》にてご登録下さい。

※)情報変更を行うには、会員番号が必要となります。会員番号は、会誌をお届けしている封筒の表面・右下に記載しております。

＃お問い合わせはこちら。→ [✉ : kaiin_mag@jafta.or.jp](mailto:kaiin_mag@jafta.or.jp)

「森林技術」への投稿を募集しています！

●会誌の表紙を飾るカラー写真を広く募集しています。森林管理や林業の現場の様子が伝わってくるもの、四季折々の森や林・山村の風景、森に生きる動植物など、とっておきの一枚をお寄せ下さい。まずは、お気軽にサンプル画像データを下記アドレスまでお送り下さい。→ [✉ : edt@jafta.or.jp](mailto:edt@jafta.or.jp)

●研究最前線のお話、新たな技術の現場への応用、地域独自の取り組み、さまざまな現場での人材養成・教育、隣接分野の皆さんとのコラボ、国際的な技術協力、施策への提言など森林管理や林業の発展に役立つ話題を募集しています。

編集後記

敵を知り己を知らずんば百戦して百敗。含蓄のある言葉です。ではシカは？ もしインタビューできるのであれば、口をもごもごやって彼らは何と答えるのでしょうか。お好きな食べ物は何？行きつけの餌場は？嫌いな道は？なぜその道が嫌いなのですか？ご出身は？濃口薄口の好みはありますか？言葉では無理なので、様々な観察と調査を通してインタビューしていただきました。（C55）

お問い合わせ先

●会員事務／森林情報士事務局

担当：三宅 Tel 03-3261-6968

Fax 03-3261-5393

●林業技士事務局

担当：高^{たか} Tel 03-3261-6692

Fax 03-3261-5393

●本誌編集事務／販売事務

担当：吉田(功)

Tel 03-3261-5414

Fax 03-3261-5393

●総務事務（協会行事等）

担当：細谷，伊藤

Tel 03-3261-5281

Fax 03-3261-5393

会員募集中！

●年会費 個人の方は3,500円、団体は一口6,000円です。なお、学生の方は2,500円です。

●会員サービス 森林・林業の技術情報や政策動向、皆さまの活動をお伝えする、月刊誌「森林技術」を毎月お届けします。また、カレンダー機能や森林・林業関係の情報が付いた「森林ノート」を毎年1冊無料配布しています。その他、協会が販売する物品・図書等が、本体価格10% offで入手できます。

会員事務：03-3261-6968

販売^{ばい}：03-3261-5414

森 林 技 術 第858号 平成25年9月10日 発行

編集発行人 加藤 鐵夫 印刷所 株式会社 太平洋

発行所 一般社団法人 日本森林技術協会 © <http://www.jafta.or.jp>

〒102-0085

東京都千代田区六番町7

三菱東京UFJ銀行 麹町中央支店 普通預金 0067442

TEL 03 (3261) 5 2 8 1(代)

FAX 03 (3261) 5 3 9 3

振替 00130-8-60448 番

SHINRIN GIJUTSU published by
JAPAN FOREST TECHNOLOGY ASSOCIATION
TOKYO JAPAN

〔普通会費 3,500 円・学生会費 2,500 円・団体会費 6,000 円/口〕

日本森林技術協会の販売・取扱い品から

☆今月のご案内は

テンプレートです！

☐ 面積測定板（点格子板）

S－Ⅱ型	： 点間隔 2 mm, サイズ 20 × 20 cm	一般価格：2,100 円（税込み） 会員価格：1,890 円（ " ）
S－Ⅲ型	： 点間隔 2 mm, サイズ 12 × 8 cm	一般価格：1,260 円（税込み） 会員価格：1,134 円（ " ）
M－Ⅱ型	： 点間隔 5 mm, サイズ 20 × 20 cm	一般価格：2,100 円（税込み） 会員価格：1,890 円（ " ）
L－Ⅱ型	： 点間隔 10 mm, サイズ 20 × 20 cm	一般価格：2,100 円（税込み） 会員価格：1,890 円（ " ）

☆お求めの際は、品名・数量・お届け先（〒番号、住所）・お名前・電話番号を明記してください。
☆書類宛名書きにご指定がある場合はその旨を、また、会員の方は「会員番号」をお書きください。
☆書類はお品と別送になる場合があります。

☆お問合せ・お求め先
〒 102-0085 東京都千代田区六番町 7 日本森林技術協会 販売係
Tel 03-3261-5414 Fax 03-3261-5393 E-mail : order@jafta.or.jp

JAFEE

森林分野 CPD(技術者継続教育)

森林分野 CPD は森林技術者の継続教育を支援、評価・証明します

森林技術者であればどなたでも CPD 会員になれます！！

☆専門分野（森林、林業、森林土木、森林

環境、木材利用）に応じた学習形態

①市町村森林計画等の策定、②森林経営、③造林・
素材生産の事業実行、④森林土木事業の設計・施
工・管理、⑤木材の加工・利用
等に携わる技術者の継続教育を支援

☆迅速な証明書の発行

①迅速な証明書発行（無料）②証明は、各種資格
の更新、総合評価落札方式の技術者評価等に活用

☆豊富かつ質の高いCPDの提供

①講演会、研修会等を全国的に展開

②通信教育を実施

③建設系 CPD 協議会との連携

☆森林分野 CPD の実績

CPD 会員数 5,000 名、通信研修受講者
2,300 名、証明書発行 1,900 件（H24 年度）

☆詳しくは HP 及び下記にお問合わせください

一般社団法人森林・自然環境技術者教育会（JAFEE）

CPD管理室（TEL：03-3261-5401）

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

東京都千代田区六番町 7（日林協会館）

松枯れ予防
樹幹注入剤

マツケンジー

農林水産省登録 第 22571 号

有効成分：塩酸レバミゾール…50.0%
その他成分：水等…50.0%

好評!!



専用注入器でこんなに便利!!

- 作業が簡単!
- 注入容器をマツに装着しない!
- 作業現場への運搬が便利で
廃棄物の発生も少ない!
- 水溶解度が高く、分散が早い!

■適用病害虫名および使用方法

作物名	適用病害虫名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の 使用回数	使用方法	農薬の 総使用回数
まつ (生立木)	マツノザイ センチュウ	原液	1孔当り 1mℓ	マツノマダラ カミキリ成虫 発生前まで	1回	樹幹部に8~10cm 間隔で注入孔 をあけ、注入器の先端を押し込み 樹幹注入する	1回
			1孔当り 2mℓ			樹幹部におおよそ15cm 間隔で 注入孔をあけ、注入器の先端を 押し込み樹幹注入する	



保土谷アグロテック株式会社

東京都中央区八重洲二丁目4番1号
TEL:03-5299-8225 FAX:03-5299-8285

会員募集のご案内

全国の森林・林業技術
者を結ぶ会員組織です



森林管理や林業に関する技術・知識の習得、研鑽にとともに励みませんか?



会員特典

月刊誌「森林技術」を毎月お送りします!

▶ 森林・林業の技術情報や政策動向、皆
さまの活動報告などを掲載しています。

「森林ノート」一冊を毎年無料配布!

▶ カレンダー機能や森林・林業関係の情報が付いて
いるので、日々の業務や活動にびったりと好評です。

協会が販売する物品・図書等の本体価格が10%offに!

森林技術の向上や林業の振興に資する業績・論文等のコンテストに参加できます!

- 年会費
- 個人会員 3,500円/年 ● 学生の方 2,500円/年
 - 団体会員 6,000円/年 ◀「森林技術」を1口につき2部お送りします。
 - 年間購読の場合 6,360円/年 (530円/月・冊 × 12ヶ月分)

当協会ホームページ
の入会フォームからも
お申込みできます。

入会の
お申し込み

(一社)日本森林技術協会 管理・普及部 会員管理担当

TEL:03-3261-6968 FAX:03-3261-5393

森林技術 入会

検索

日林協アーカイブの創設について（予告）

日本森林技術協会は、大正10年の興林会設立以来、森林・林業分野の技術者の育成、技術の発展・普及等に努めて参りました。一般社団法人化に当たっても、公益事業の強化を進めてきましたが、その一環として、当協会が長きにわたり技術の普及を目的に編集・刊行してきた著作物（印刷物）をデジタル化し、一般に無料で公開しようと計画いたしました。いわば世界に向けた技術の情報発信のためのインターネット図書館です。

アーカイブの詳細

現在の計画では、日林協のHPに独立のページを設定しますので、外部からインターネットを通じて、過去に刊行した定期刊行物（林業技術・森林技術等）の全タイトルリストや著作物（シリーズ、技術解説書等）の全件リストを検索し、巻号或いは単行本ごとにPDF化した資料全体を閲覧し、必要なページを印刷することが可能となります。ダウンロードについては、個別の条件に従って一部を除き可能となります。

データの利用に当たっては、研究・教育分野では出典や著作者を明示することで自由に利用可能ですが、許可なく販売することはできません。無料閲覧を条件とした著作物の対象範囲は全体の規模が大きいため限定せざるを得ませんが、日林協会員に対しては別途全てを利用していただけるよう検討したいと考えています。

スケジュールとしては、来年度初めから、逐次、具体化してまいります。

著作者へのお願い

このような著作物の公開は、いわば復刻版の刊行に当たりますので、協会が著作権（財産権）を保有している必要があります。過去に協会が会員への無償配布を目的に編集・刊行等を行った定期刊行物及び図書類は、「買い取り原稿」として執筆者に原稿料をお支払いすることを原則にしてきましたので、基本的に協会が全ての財産権を譲渡されたと考えています。

しかし、著作物によっては、著作権の観点で全く問題がないとは言い切れないケースがあり得ますので、今後協会のHP、「森林技術」、会員用メールマガジン等を通じ、公開予定となる著作物を予告して必要な呼びかけを行って参る予定です。

本計画は、他の組織では決してできない協会ならではのことであり、自負しております。今後ともより良いものにして参りたいと思いますので、是非皆様のご意見・ご要望をお寄せ下さい。

お問い合わせ

（一社）日本森林技術協会 事業部 担当 石塚和裕

Tel 03-3261-5404 Fax 03-3261-6858 メール jigyo@jafta.or.jp



「森の写真集＋森の見聞録＋撮影解説書」＝

大判カメラ体験記

- 日本の森を訪ねて -

北海道から沖縄まで、日本の森を約10年かけて取材し刊行した、「大判カメラ体験記 -日本の森を訪ねて-」は、写真を中心に紹介した従来の写真集の概念を変え、見開き右頁に大判カメラで撮影した森の写真、左頁に大判カメラ撮影技術と木々の解説等を紹介したもので、森の写真集＋森の見聞録＋撮影解説書が一体となった全182頁の話題の新刊です。4x5インチフィルムによる森の精密描写と自然・森林・樹々に対する思入れ、撮影技術研究、著者のこだわりの一冊です。



大判カメラ体験記 -日本の森を訪ねて-

著者：清水 実

発行日：2013年9月8日

定価：3000円（税別）ISBN978-4-9903972-1-0

発行所：株式会社ワイズクリエイト

購入方法：株式会社ワイズクリエイトまでお申込みください。

TEL：03-5689-2776

FAX：03-5689-2786

メール：tokyo@yscreate.co.jp

お支払方法：書籍着後に同封の郵便局の振り替え用紙にてお近くの郵便局にてお支払いください。（送料無料）

Amazon からお求め頂く事も可能です。

清水 実（しみず みのる）

1932年茨城県生まれ。一橋大卒。1985年頃より南アルプスを対象に、風景写真撮影開始。2004年 大判カメラによる取材開始。2006年、2012年フォトクラブ樹想三人展「森は語る」写真展開催。日本リンホフクラブ会長。2013年一般社団法人 日本森林技術協会 会報誌「森林技術」表紙写真。



株式会社ワイズクリエイト

〒113-0033 東京都文京区本郷3-39-14 ワイズビル

TEL:03-5689-2776 FAX:03-5689-2786

www.yscreate.co.jp tokyo@yscreate.co.jp

平成二十五年九月十日 発行
昭和二十六年九月四日 第三種郵便物認可
（毎月一回十日発行）

森林技術 第八五八号

定価 五三〇円
（本体価格五〇五円）（会員の購読料は会費に含まれています） 送料六八円