

森林技術



《論壇》花粉発生源対策の推進に向けて

／中村隆史

《特集》花粉発生源対策—花粉症がなくなる春は近い？

星 比呂志／斎藤真己／今野幸則

●特別寄稿（下）／梶原幹弘 ●会員の広場／山田容三

●平成29年度 森林情報土養成研修合格者の声

2018

No. 913

4

【剥皮害防除に伸縮自在で簡単施工】

ザバーン®製 樹皮ガード



デュポンTM及びザバーン®は、米国デュポン社の商標です。

Made of
Xavan®
 Only by DuPont™

«ザバーン®製樹皮ガードの特徴»

- ★樹木の肥大生長に追随する伸縮性があります。
- ★コンパクトに畳めるので運搬取り付けが実に簡単です。
- ★通気性・通水性に優れ衝突、引っ掛け、引裂き等に優れた耐久性を示します。

ザバーン®製樹皮ガードを苗袋に入れて運ぶことができます。
 両手が自由になるので安全で、しかも容易に取り付けることができます（写真右下）。

東工コーセン株式会社

〒541-0052

大阪市中央区安土町2-3-13 大阪国際ビルディング28F

TEL06-6271-1300 FAX06-6271-1377

<http://www.tokokosen.co.jp>e-mail : forestagri@tokokosen.co.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 5,600 名、通信研修受講者

2,100 名、証明書発行 1,800 件 (H29 年度)

☆詳しくは HP 及び下記にお問い合わせください

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）

森林技術 No.913 —— 2018年4月号

目 次

論 壇	花粉発生源対策の推進に向けて	中村隆史	2
統計に見る日本の林業	木質バイオマスのエネルギー利用	林野庁	7
特 集	花粉発生源対策—花粉症がなくなる春は近い？		
	林木育種センターにおける 花粉発生源対策に資する品種開発への取組	星 比呂志	8
	無花粉スギの品種開発と普及	斎藤真己	12
	少花粉スギ種苗の生産と供給拡大に向けて	今野幸則	16
連 載	菊ちゃんの植物修行Ⅱ 薈闇的ジャーニー 19 箱根の難題～ヒメシャラとヒコサンヒメシャラ～	菊地 賢	20
連 載	パリ協定と森林 第六回 気候変動への適応	五関一博・大川幸樹	22
連 載	次世代につながる空中写真 第2回 デジタル立体視の仕組み—どうしてすごいことになったのか—	中北 理	24
特別寄稿	森林の改善にはヨーロッパ方式の択伐林の導入を（下）	梶原幹弘	26
会員の広場	IUFRO RG3.03.00 と RG3.06.00 の合同アジア地域ミーティング報告 —山岳林における主伐の生産性と安全性—	山田容三	30
連 載	森と木の技術と文化 第11話 家庭菜園のススメ	内田健一	33
養成研修	平成29年度 森林情報士養成研修合格者の声 森林航測2級部門を受講して（森林航測2級部門）	永瀬哲郎	34
	GISと現場との架け橋に（森林GIS1級部門）	田邊博朗	35
本の紹介	阿里山森林鉄道	矢部三雄	36
緑の付せん紙	2018 ミス日本 みどりの女神 竹川智世さん 日林協を表敬訪問	一 正和	36
ご案内等	木の建築フォラム（公開フォラム）6／新刊図書紹介 37／協会からのお知らせ 38／羅森盤通信（40）／『森林ノート2018』のご案内（40）		



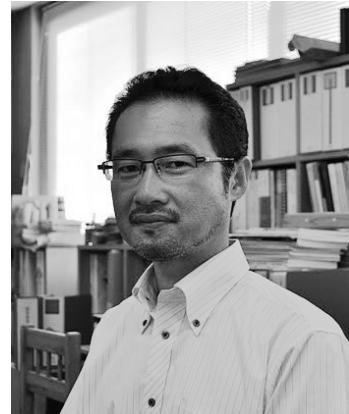
〈表紙写真〉

『少花粉スギ品種の原種苗木用の穂の採取』（茨城県日立市） 星 比呂志氏 撮影
(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センターでは、造林用苗木生産のために都道府県が整備する「採種園」や「採穂園」への植栽用として、少花粉スギ品種等のさし木苗木・つぎ木苗木（原種苗木）を生産しています。毎年、冬から春にかけて、これらの品種の原木から穂を探る作業を行っています。
(撮影者記)

花粉発生源対策の推進に向けて

なか むら たか し
中村 隆史

林野庁森林整備部森林利用課 課長補佐
〒 100-8952 東京都千代田区霞が関 1-2-1
Tel 03-3501-3845 Fax 03-3502-2887
E-mail : takashi_nakamura930@maff.go.jp



●はじめに

スギは日本固有の樹種であり全国に広く分布しています。また、材は軽くて柔らかく、木目も通直で加工が容易であることから、建築材、家具材、器具材など幅広い用途がある樹種として、日本人の生活になくてはならないものとして親しまれています。さらに、人工林を構成する重要な樹種として育苗、育林の技術も確立されていることから、昔から広く植栽されており、現在では我が国の人工林約 1,000 万ヘクタールのおよそ 4 割を占め、持続可能な資源として充実してきています。

一方、スギ花粉症については、その患者数が国民の約 3 割にのぼると推計され、さらに昨年 12 月には、東京都が都内 3 区市の住民を対象としたアンケート調査に基づき、都内のスギ花粉症推定有病率が 48.8% であるとの報告を行いました。

このように多くの方が罹患している花粉症は、春になると毎日の天気予報と同様に花粉の飛散状況がテレビで放送され、予防への注意喚起が行われるなど、その対策が国民的課題となっています。このため、関係する省庁が連携して、発症や病状悪化の原因究明、予防法や治療方法の研究、花粉飛散量の観測、花粉の発生源対策など、総合的な花粉症対策を進めているところです。

●花粉発生源対策推進のための基本方針

林野庁では以下の 3 つの柱を基本的な方針として、花粉発生源対策に取り組んでいます。

①「伐って利用します」

花粉を大量に飛散させるスギ人工林の伐採を進めます。また、伐採されたスギについては、住宅に加えて、商業施設・公共建築物の木造化や「木づかい運動」を通じて木材としての利用を推進し、資源として活かしていきます。

②「植え替えます」

花粉症対策に資する苗木の生産増大に最優先で取り組み、スギの伐採跡地への植栽を促進します。また、条件不利地等においては、伐採後の広葉樹の導入を進めます。

③「出させません」

スギ花粉の飛散防止剤の開発・普及等、スギ花粉の発生を抑え、飛散させない技術の実用化を図ります。

●スギ花粉発生源対策推進方針の改定

スギ花粉発生源対策については、平成13年6月に策定した「スギ花粉発生源対策推進方針」のもとで進めてきましたが、平成30年4月にスギ苗木生産量全体に占める花粉症対策に資する苗木の割合を約7割とする政策目標を掲げるなどした新たな推進方針を策定しました。本方針は、国、都道府県、市町村、森林・林業関係者等が一体となってスギ花粉発生源対策に取り組むことが重要であるとの観点から、関連施策の実施に当たっての技術的助言を定めているものです。

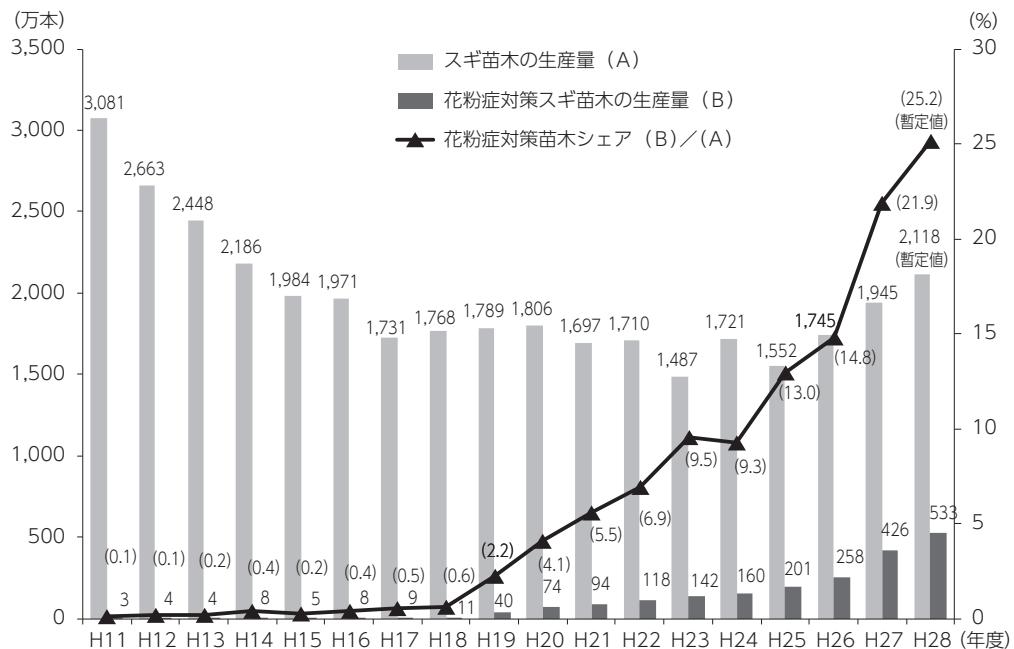
(1) 花粉症対策に資するスギ苗木の定義

本方針では、花粉症対策に資するスギ苗木を花粉症対策品種（本方針に定める「無花粉」、「少花粉」、「低花粉」の品種）のスギ苗木及び「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法」（平成20年法律第32号）第2条第2項に規定する特定母樹から採取された種穂から生産されたスギ苗木と定義しています。

(2) 政策目標

スギ花粉発生源対策を効果的かつ着実に進める観点から、将来的には植栽するスギ苗木の全量を花粉症対策に資するスギ苗木にすることを目指し、我が国全体のスギ苗木の年間生産量に占める花粉症対策に資するスギ苗木の割合を、平成44年度までに約7割に増加させることを目標にしています。また、都道府県及び市町村は、地域毎の花粉症対策に資するスギ苗木の開発・供給等の状況を考慮しつつ、花粉発生源対策に積極的に取り組むものとする旨の政策目標を明記しました。

花粉症対策苗木の生産量については、平成17年度の約9万本から平成28年度には約533万本に増加させてきたところですが、スギ苗木生産量全体に占める花粉症対策苗木の割合はまだ約3割という状況です（次頁図①）。このため、花粉症対策に資する苗木の割合を約7割とする政策目標の達成に向けては、花粉が少ないだけでなく、耐雪性を備える必要もあるなどの地域のニーズに応じた品種の開発や、それに伴う原種の配布、採種（穂）園や苗畠の造成、さらには花粉発生源対策に関する情報の



▲図① 花粉症対策スギ苗木生産量等の推移

注：H28 のスギ苗木の生産量は暫定値

資料：林野庁業務資料

提供等、必要な対策が地域により異なることから、それぞれの状況に応じた取組が必要です。

(3) 林業の成長産業化の取組を通じたスギ花粉発生源対策の推進

スギ花粉発生源対策を進めるためには、スギ人工林等を「伐って使う、植える、育てる、また伐って使う」という森林資源の循環利用のサイクルを確立することが重要です。このため、各都道府県が森林・林業・木材産業の振興に関する各種計画や方針等を作成する際には、花粉症対策に資するスギ苗木の生産目標等スギ花粉発生源対策推進に関する方針、目標、施策等についても位置づけることにより、林業の成長産業化の推進に向けた取組を通じ、スギ花粉発生源対策の計画的な実施を図るよう明記しました。

(4) より花粉の少ない品種等の選択

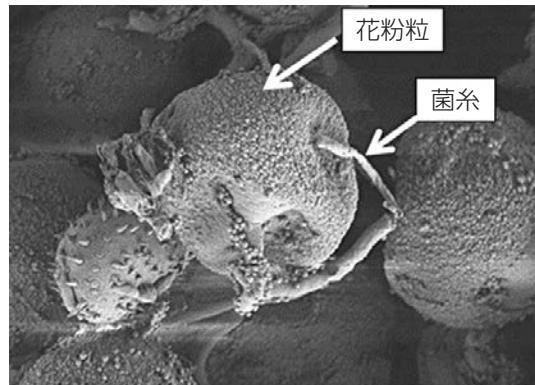
品種の開発や特定母樹の申請に当たっては、「より花粉の少ない品種の開発等に努めること」、また、ミニチュア採種園、採種（穂）園の造成・改良に当たっては、「より花粉の少ない優良種苗の生産を推進する観点に留意すること」と明記し、より花粉の少ない品種等の選択を促しています。

(5) 花粉症対策品種の定義

これまで、都道府県が認定したものは花粉症対策品種であると明記されていなかったため、花粉症対策品種の定義を「国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター（以下、「林木育種センター」という）が本方針の基準により



▲写真① 花粉症対策苗木の生産
(写真提供: 福島森林管理署)



▲写真② 菌糸による花粉粒への侵入
(写真提供: 森林総合研究所)

開発したもの及び花粉の生産に関する特性がこれと同程度のものとして都道府県が認めたもの」である旨を明記しました。

●花粉症対策に資するスギ苗木の普及

スギは、古くから私たちの生活に幅広く利用され、今後も我が国の林業になくてはならない大切な樹種の一つです。将来の林業に利用される次世代のスギ林を育てていくためには、大量の花粉を飛散させることのないよう、成長しても花粉を出しにくいスギ（花粉症対策に資する苗木）を植えることが大事です。このため、花粉発生源対策推進のための**基本方針②「植え替えます」**を進めていくうえでは、より花粉の少ない品種の開発を進める必要があります。

そこで、林木育種センター等では、ほとんど雄花に花粉が形成されない「少花粉スギ」や花粉がまったく形成されない「無花粉スギ」等の開発に平成8年から取り組んでおり、平成29年度末までに、少花粉スギ142品種、無花粉スギ5品種、また低花粉スギ11品種が花粉症対策品種として登録されています。これらの品種等を活用してミニチュア採種園、採種（穂）園の造成・改良を進め、さらに、コンテナ苗生産基盤施設等の整備とあわせ、できる限り早く花粉症対策に資する苗木への転換が実現されるよう、各都道府県と協力しながら苗木生産体制の整備を進めていくこととしています（写真①）。

●花粉飛散防止技術の開発

平成16年（2004年）の春、福島県西会津町のスギ林で花粉を全く飛ばさない雄花が見つかり、これを調べるとスギ黒点病菌（*Sydowia japonica*）というカビの一種に感染していることが分かりました。この菌はスギの雄花のみに寄生し雄花を枯死させますが、スギの雄花以外では生存できないため、スギの葉や樹木そのものには感染しません。この発見を活用し、自然界で普通に生育するカビを利用してスギの雄花を枯死させることにより花粉の飛散を抑制する方法の開発が、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所を中心として進められています。

(1) 飛散防止の仕組み

スギの雄花は、7月頃から花芽の形成がはじまり、11月頃までには成熟し、花粉飛散の準備が整います。この成熟した雄花にこの菌を散布すると、菌糸が雄花内部に侵入し花粉を栄養源として増殖します（前頁写真②）。その結果、翌春の花粉飛散時期には雄花は枯死し、開花しないことから花粉が飛ばなくなります。

(2) 実用化に向けた取組

スギ花粉飛散防止剤としての実用化に向け、これまで、菌の培養技術や散布用の薬剤化技術の開発、薬剤による雄花枯死効果の確認、薬剤の粉末化による長期保存技術の開発、最適な散布方法の開発などを進めてきました。

また、スギ花粉飛散防止剤の安全性を科学的に立証するため、動物に対する安全性の検証やスギ林内に生息する微生物、昆虫、下層植生及びスギ林周辺の農作物等に対する影響調査にも取り組んでいます。

●おわりに

我が国の森林・林業の現状を鑑みると、スギ人工林が本格的な利用期を迎えた今、成熟した樹木を伐採・利用し、次代の苗木を再び植え育していく「森林資源の循環利用」を確立することによって、林業の成長産業化と森林資源の適切な管理を実現していくことが重要となっています。

この森林資源の循環利用を実現していく過程で、花粉症対策に資する苗木の植栽や広葉樹の導入による針広混交林等への誘導等により、花粉の少ない森林への転換を進めていきます。

[完]

木の建築フォラム 第24回公開フォラム『災害をのり越える林業と木の建築』

- 日 時：2018年6月3日（日）14:40～18:00
- 会 場：弥生講堂一条ホール（東大農学部構内）
- 参加費：無料（当日、資料集を販売予定）
- 参加申込方法：木の建築フォラムホームページ（<http://www.forum.or.jp/>）掲載の募集案内・申込用紙をご確認のうえ、事務局までFAXまたはメールにてお申し込みください。
- プログラム（敬称略）：
 - 「治山治水からみた森林の変遷とこれからの森づくり」 太田猛彦（東京大学名誉教授）
 - 「成熟期を迎えた人工林と林産業の課題」 速水 亨（速水林業代表）
 - 「製材業の立場から朝倉水害について考えること」 杉岡世邦（杉岡製材所）
 - 「復興支援とアート 朝倉水害流木再生プロジェクト」 知足美加子（彫刻家、九州大学芸術工学研究院准教授）
 - 「東日本大震災における木材を活用した復興住宅の取組」 安藤邦廣（建築家、筑波大学名誉教授）
 - ＜パネルディスカッション＞ コーディネーター：植本敬大（国立研究開発法人 建築研究所）
パネリスト：太田猛彦、速水 亨、杉岡世邦、知足美加子、安藤邦廣（前掲）
- 併催予定：第17回会員活動ギャラリー展示パネル討論会：弥生講堂ホワイエにて 11:40～12:40
第13回木の建築賞表彰式＆受賞者スピーチ：一条ホールにて 13:00～14:30
- 申込み・お問い合わせ：NPO木の建築フォラム事務局 〒112-0004 東京都文京区後楽1-7-12 林友ビル4階
Tel 03-5840-6405 Fax 03-5840-6406 E-mail：office@forum.or.jp

木質バイオマスの エネルギー利用

(要旨) 「森林・林業基本計画」では、木質バイオマスのエネルギー利用に向けて、「カスケード利用」を基本としつつ、木質バイオマス発電施設における間伐材・林地残材等の利用、地域における熱電併給システムの構築等を推進していくこととしている。

間伐材・林地残材等については、木材チップや木質ペレットの形でエネルギーとして利用された量が年々増加しており、平成 27(2015)年には、前年から 60%増加して、268 万 m³となった。

木材は、昭和 30 年代後半の「エネルギー革命」以前は、木炭や薪の形態で日常的なエネルギー源として多用されていたが、近年では、木材チップや木質ペレットが再生可能エネルギーの一つとして再び注目されている。

平成 28(2016)年 5 月に変更された「森林・林業基本計画」では、平成 37(2025)年における燃料材(ペレット、薪、炭及び燃料用チップ)の利用目標を 800 万 m³と見込んでいる。その上で、木質バイオマスのエネルギー利用に向けて、「カスケード利用」を基本としつつ、木質バイオマス発電施設における間伐材・林地残材等の利用、地域における熱電併給システムの構築等を推進していくこととしている。

「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」によれば、平成 27(2015)年にエネルギーとして利用された木材チップの量は、製材等残材が 143 万トン、建設資材

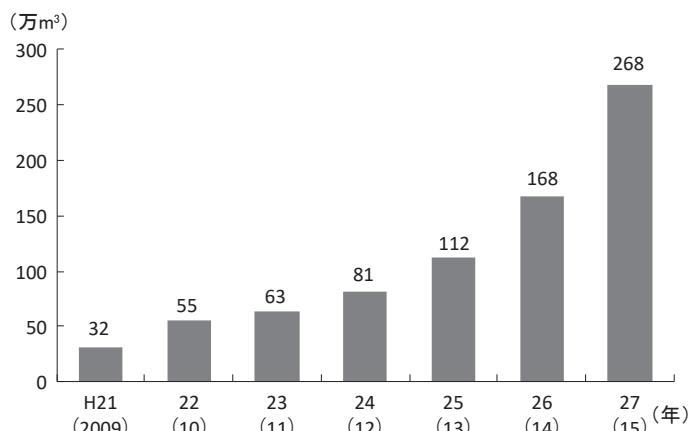
廃棄物が 420 万トン、間伐材・林地残材等が 117 万トン等となっており、合計 690 万トンとなっている。このほか、木質ペレットで 16 万トン、薪で 5 万トン、木粉(おが粉)で 37 万トンがエネルギーとして利用されている。

このうち、製材等残材については、その大部分が、自工場内における木材乾燥用ボイラー等の燃料や、製紙等の原料として利用されている。「平成 23 年木材流通構造調査」によれば、平成 23(2011)年における工場残材の出荷先別出荷割合は、「自工場で消費等」が 31.8%、「チップ等集荷業者・木

材流通業者等」が 26.8%、「火力発電施設等」が 1.7%となっている。

また、建設資材廃棄物については、平成 12(2000)年の「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」により再利用が義務付けられたことから利用が進み、木質ボードの原料、ボイラーや木質バイオマス発電用の燃料等として再利用されている。

さらに、間伐材・林地残材等については、木材チップや木質ペレットの形でエネルギーとして利用された量が年々増加しており、平成 27(2015)年には、前年から 60%増加して、268 万 m³となった(図①)。



▲図① エネルギー源として利用された間伐材・林地残材等由来の木質バイオマス量の推移

注：木材チップと木質ペレットに用いられた間伐材・林地残材等の量を換算率(木材チップの場合 2.2m³/トン)を用いて材積に換算した値。

資料：平成 26(2014)年までは、林野庁木材利用課調べ。平成 27(2015)年は、林野庁「平成 27 年木質バイオマスエネルギー利用動向調査」及び林野庁「平成 27 年特用林産物生産統計調査」。

林木育種センターにおける花粉発生源対策に資する品種開発への取組

星 比呂志

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター 育種部長
〒319-1301 茨城県日立市十王町伊師 3809-1
Tel 0294-39-7000 Fax 0294-39-7306 E-mail : bbitm@affrc.go.jp



はじめに

(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター（以下、林木育種センター）では、花粉発生源対策に資するため、全国の都府県と連携・協力して、200以上の花粉症対策品種を開発してきました（表①）。開発した花粉症対策品種については、そのつぎ木苗木や、さし木苗木が都府県に配布され、これらをもとに全国で造林用の苗木が生産されています。本稿では、これらの品種の開発経過と普及、今後の取組について説明します。

花粉症対策品種の開発

林木育種センターが開発している花粉症対策品種には、少花粉スギ品種、低花粉スギ品種、無花粉スギ品種、少花粉ヒノキ品種（表①、図①）があります。ここでは、少花粉スギ品種と無花粉スギ品種について詳しく説明します。

（1）少花粉スギ品種の開発経過

少花粉スギ品種は、もともと全国で林業用品種として利用されていた「精英樹」から開発したものです。精英樹は、昭和30年頃から全国の国有林・民有林の人工林等から国や県等が地域の林分において成長等が極めて優れた木を選んだもので、スギにおいては約3,700本が選ばれました（図②）。これら全国から選抜された精英樹は、林木育種センター等の保存園に植栽されました。また、都道府県においても当該都道府県選抜のものを中心に公設林試等に植栽されています。そして、昭和32年頃から精英樹により採種園や採穂園（種子や穂をとる樹木園）が作られ、ここから造林用の苗木が生産されてきました。多くの雄花や雌花を着けることが種子を増産することに繋がるので、採種園においては従来から着花性の特性調査が行われ、精英樹の中に雄花の着花が多いものと少ないものがあることが知られていました。

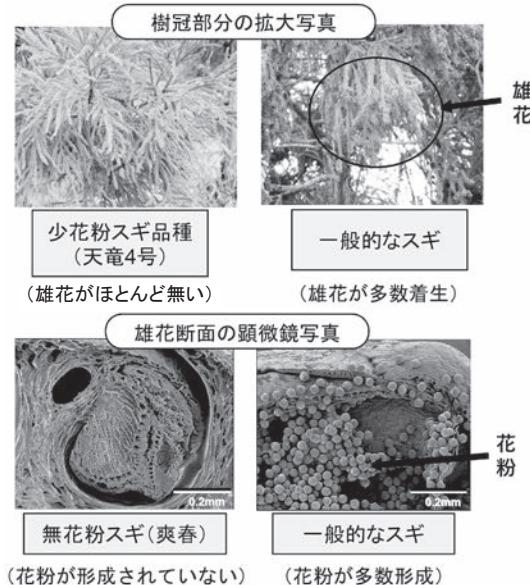
そこで、平成3年頃から、精英樹の中で特に花粉の少ないものを選抜するための調査を開始しました。林木育種センター及び各育種場の構内や検定林に植栽されているスギ精英樹について、5年以上にわたって自然着花等を調査し、この調査結果に都府県での調査データ等も加味して雄花の自然着花量を評価し、成長・材質等の特性もあわせて林木育種センターが全体としてとりまとめました。そして、平年並みの花粉飛散量では雄花を全く、

▼表① 林木育種センターが開発した花粉症対策品種
(平成 30 年 3 月末現在)

品種の種類	開発数
少花粉スギ品種	142
低花粉スギ品種	11
無花粉スギ品種	4
少花粉ヒノキ品種	55
合計	212

(注) この他に県等が開発したものがある。

(林木育種センターパンフレット「花粉症対策品種の開発—林木育種からのアプローチー」から作成)



►図① 少花粉スギ品種(上段)と無花粉品種(下段)

の一般的なスギとの比較

(林木育種センターパンフレット「森林づくりに役立つ!

林業種苗における開発品種の最新情報」から抜粋して作成)

あるいはわずかしか着けず、花粉飛散量が多く通常のスギでは雄花を多く着けるような年でも雄花を着けない、あるいは少ししか着けない特性を有し、かつ、成長や材質等の形質も優れたものを、「少花粉スギ品種」として開発し、公表しました。開発は平成 8 年度に関東圏から始まり、その後、順次他の地域でも開発され、現在では全国で表①のとおりの開発状況となっています。そして、この品種開発は、現在も継続しています。なお、開発にあたっては、学識経験者等の外部の方々にも、適切な方法で開発されているか、優良品種に足る性能を有しているかを評価していただき、その上で、開発・公表しています。

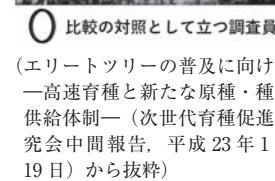
これらの品種の特徴としては、雄花着花量が少ないことに加え、60 年の長きにわたって成長や材質等林業用の特性が継続的に評価され、全国の都府県の採種園・採穂園で種穂が生産され、造林用の苗木生産に使われている実績のある精英樹から選抜されているため、成長、材質、通直性等の林業用品種としての特性が明らかで、安定した性能が期待できることにあります。このため、花粉症対策品種の中で、現在普及が最も進んでいます。

(2) 無花粉スギ品種の開発経過

林木育種センターでは、無花粉品種についても、開発を進めています。無花粉品種の母体となる無花粉スギ個体は全国各地で発見されており、複数の遺伝子型が知られています。これらは、突然変異によって生じたものと考えられています。私たちは、林木育種センターや各育種場に品種開発用の母材料として保存されているそれ数万本の個体について、それらの中から発見した複数の無花粉スギ個体の林業用の特性を詳しく調査し、その特性が優れているものを無花粉品種として開発しました。その一つが「爽春」です。爽春は、寒さに強いスギ品種の候補木として保存されていたもので、耐寒性に優れ、幹の通直性や、さし木発根性等にも優れています。さらに、爽春を改良して成長がより優れた無花粉品種

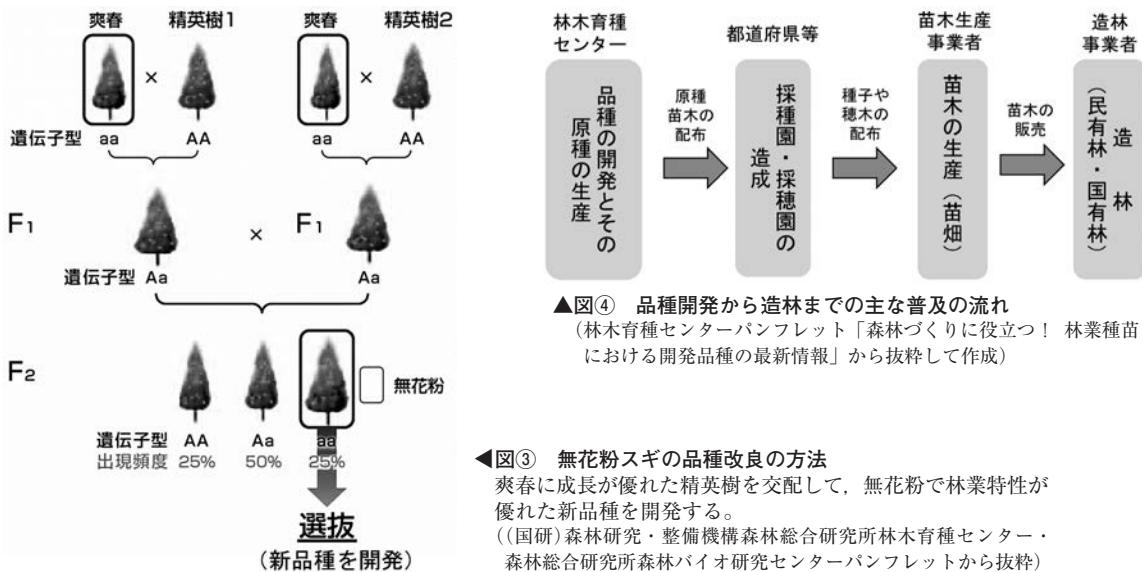


►図② スギ精英樹の例
(スギ精英樹岩手5号)



○ 比較の対照として立つ調査員

(エリートツリーの普及に向けて
—高速育種と新たな原種・種苗
供給体制—(次世代育種促進研究会中間報告、平成 23 年 1 月
19 日)から抜粋)



▲図④ 品種開発から造林までの主な普及の流れ
(林木育種センターパンフレット「森林づくりに役立つ! 林業種苗における開発品種の最新情報」から抜粋して作成)

◀図③ 無花粉スギの品種改良の方法

爽春に成長が優れた精英樹を交配して、無花粉で林業特性が優れた新品種を開発する。

((国研)森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター・森林総合研究所森林バイオ研究センターパンフレットから抜粋)

「林育不稔1号」「林育不稔2号」を開発しました。その方法は、爽春に精英樹を交配して次世代の個体 (F_1) を育成し、異なる組み合わせの F_1 同士を交配して得られた F_2 個体の中から無花粉で、かつ、成長が優れたものを選抜する、というものです(図③)。

「林育不稔1号」「林育不稔2号」は、成長が精英樹並みに優れており、初期成長においては、精英樹を上回る成長が期待できます。これらの品種の大きな特徴は、少花粉品種がわずかではありながらも花粉を生産することがあるのに対し、全く花粉を生産しないことで、今後の普及に期待しています。

花粉症対策品種の普及～開発品種が造林されるまで～

次に、これらの花粉症対策品種が、どのように造林に用いられるのかについて説明します(図④)。林木育種センターにおいては、開発した品種の原木から穂を採り、さし木苗木や、つぎ木苗木、すなわち開発品種のクローンを育成します。これらは、開発品種のクローンですので、遺伝子を100%受け継いでいます。これらのさし木苗木や、つぎ木苗木(原種苗木)は、都道府県が設定する種子採取用の樹木園である採種園や穂木採取用の樹木園である採穂園に植栽するために林木育種センターより配布されます。少花粉品種は、普通に植えて育てる限りでは、平年では雄花が全く着かないか、わずかしか着かない性質を持っていますが、ジベレリンという植物ホルモンを葉面散布などにより決まった時期に投与すると、翌春に一定程度の雄花を着けます。ジベレリンの葉面散布により着花した少花粉品種の個体同士で花粉を交換して受粉して種子を生産します。このような交配により、少花粉の性質を持ちながら、成長や材質等の特性が優れ、それ以外の性質は多種多様な種子を生産できます。これらの種子は、種苗生産事業者に配布され、播種されて実生苗木が育成され、民有林・国有林に造林用苗木として供給されます。採穂園では、採穂作業の効率化のため幹を一定の高さで切りそろえる断幹、穂を多く採取するための剪定により、樹形が整えられています。冬～早春にかけて穂を採取し、これらが苗木生産事業者に配布され、さし付けが行われ、さし木苗木が生産されます。さし木苗木は開発品種のクローンであるため、開発品種と同じ性質を發揮することが期待できます。

全国的に見ると、最大の人口を擁する首都圏を抱える関東地方において、最も花粉症対策品種の普及が進んでいます。平成26年秋～27年春に生産された苗木においては、関東1都6県のスギ苗木のうち、約8割が少花粉スギ品種をはじめとする花粉症対策苗木となっています。また、他の地域でも、花粉症対策苗木の生産やそのための採種穂園の整備が進んでおり、採種穂園については、全国47都道府県のうち40以上でその取組が進められています。

今後の取組

全国のスギ苗木に対して花粉症対策苗木の占める割合は、ここ10年あまりの間に、本数では9万本（平成17年度）から426万本（平成27年度）と大幅に増加していますが、スギ苗木供給量に占める花粉症対策苗木の割合は全体の約2割です。このため、引き続き花粉症対策品種の開発と普及が求められることから、以下の取組を進めていく考えです。

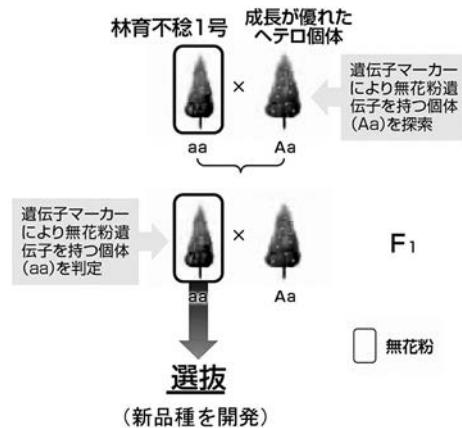
（1）少花粉スギ品種の開発

現在、林木育種センターでは、精英樹同士を交配してさらに成長が優れた第2世代精英樹（エリートツリー）の開発を進めています。今後、これらのエリートツリー等からも少花粉のものを選抜することが重要です。少花粉品種の選抜のために雄花着花量を評価する際には、成木まで育つのを待ち雄花の年ごとの豊凶も考慮するため、5年程度以上の自然着花調査が必要なことから、長い期間を要します。そこで、ジベレリン処理により若い個体で短い年限で自然着花を評価する技術の開発を、林木育種センターと全国の15以上の都県が連携・協力して進めています。

（2）無花粉スギ品種の開発

これまで普及が進んでいる花粉症対策品種は少花粉品種等が大半です。このため、成長や材質等が優れた無花粉品種をより多く開発する必要があります。その際、既存の無花粉品種と成長や材質が優れた精英樹等との交配を数世代にわたって行う必要があります。これには相当長い期間を要します。林木育種センターでは平成28年度に爽春型の無花粉遺伝子を高い精度で特定できるDNAの目印（DNAマーカー）を開発しました。特定の領域のDNAの型を実験室で調べるだけで、その個体が無花粉遺伝子を持つかどうかを高精度で判定できます。このDNAマーカーを、交配母材料となる無花粉遺伝子を有する優良個体の探索に活用して開発のための世代を短縮したり、交配で得られる無花粉個体の判定に活用して判定期間を数年から数日に短縮したりして、品種開発のための手間や時間を大幅に効率化し、成長や材質等が優れた無花粉品種の開発を期間の短縮を図りながら進めていく考えです（図⑤）。また、無花粉スギ品種の開発に際しては、現在、富山県、神奈川県、静岡県をはじめとして、全国の複数の県で無花粉品種の開発を進めていることから、これらの県とも情報共有を行いながら、連携・協力して進めていく考えです。

（ほし ひろし）



▲図⑤ 無花粉スギの品種改良における遺伝子マーカーの活用方法

（（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター・森林総合研究所森林バイオ研究センターパンフレットから抜粋）

無花粉スギの品種開発と普及

斎藤真己

富山県農林水産総合技術センター森林研究所 主任研究員
〒930-1362 富山県中新川郡立山町吉峰3
Tel 076-483-1511 Fax 076-483-1512 E-mail : saito@fes.pref.toyama.jp



無花粉スギの発見とその特徴

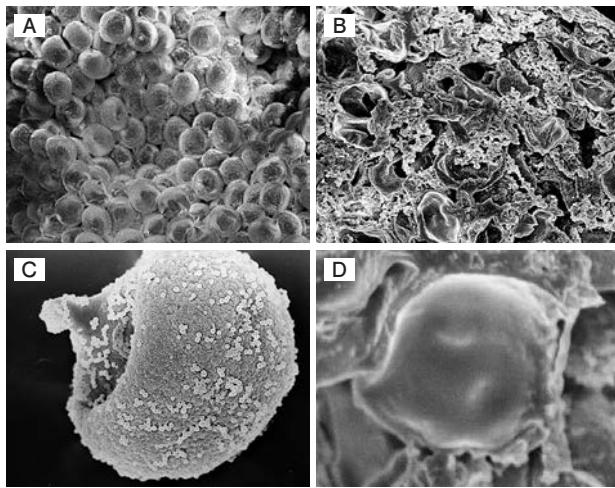
花粉飛散量の軽減に向けたスギ品種の開発は社会的な関心も高く、重要な課題として取り組むべき状況になっています。このような中で、富山県は1992年に花粉症対策にとって究極ともいえる性質を持った無花粉スギを全国に先駆けて発見しました。当時は無花粉のスギが存在するという概念もなかったため、研究対象としてそれを探索していたわけではなく、花粉情報を出すために富山市内でスギの開花調査を行っていた際に、偶然発見されました。

このスギは外見上、何ら変わったところはなく雄花も着けますが、全く花粉を飛散しないという突然変異体でした。雄花の内部を調査したところ、花粉のもととなる花粉母細胞は形成され四分子期までは順調に生育していくものの、その後、発育が停止して、最終的には全ての花粉粒が崩壊することが明らかになりました。また、電子顕微鏡で開花直前の雄花内部を確認してみると、通常のスギは花粉の表面に無数のオービクルスと呼ばれる顆粒が付着しているのに対して、無花粉スギではそれが確認されませんでした（写真①）。オービクルスは花粉の外壁を形成するうえで重要な役割を果たしているため、無花粉スギの花粉が崩壊する主な原因是正常なオービクルスが形成されないことに起因していると考えられました。一方、自然交配によって得られた種子の発芽率は30%程度と通常のスギと大差なく、その後の苗の生育も順調であったことから、雌花の機能は正常であると判断されました。

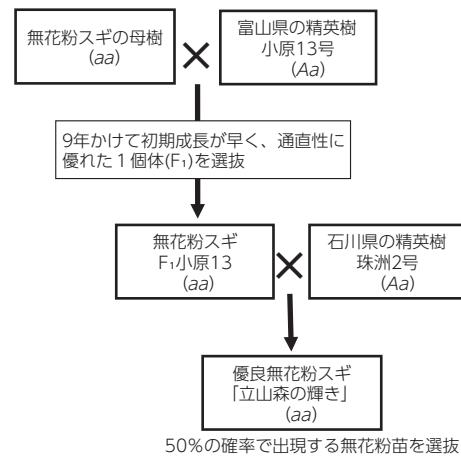
無花粉になる性質の遺伝様式の解明

発見された無花粉スギを実用化するためには優良な品種と交配するなどして遺伝的な改良を行う必要があります。そのためには、まず無花粉になる性質の遺伝様式を解明しなければなりません。

無花粉の突然変異体は140種を超える植物で発見されており、その多くは一対の劣性遺伝子によって支配され、メンデルの法則で遺伝することが報告されています。無花粉になる遺伝子（無花粉遺伝子）を「*a*」、花粉をつける遺伝子（有花粉遺伝子）を「*A*」とすると、「*aa*」を保有する個体は無花粉となり、「*AA*」もしくは「*Aa*」を保有する個体は有



▲写真① 花粉の成熟期における通常のスギ (A, C) と無花粉スギ (B, D) の雄花内部の比較
 A：通常のスギの雄花内部—花粉が隙間なく詰まっている。
 B：無花粉スギの雄花内部—全ての花粉が崩壊し、残骸のみ。
 C：通常のスギ花粉—表面が無数のオービクルスで覆われている。
 D：無花粉スギの花粉の残骸—オービクルスは確認されない。



50%の確率で出現する無花粉苗を選抜

▲図① 優良無花粉スギ「立山 森の輝き」の交配家系図

得られた苗のうち約 50% は有花粉になることから、出荷前に無花粉苗を選抜する必要がある。選抜方法は 2 年生苗の夏期にジベレリン水溶液 (100ppm) を散布して着花を誘導した後、翌春の開花期に雄花を短い棒で軽く叩いて、花粉の飛散を確認する。花粉が飛散した苗はその場で抜き取り、花粉が飛散しなかった苗はそのまま残す。この作業を約 10 日間で 3 回繰り返し、3 回とも花粉が飛散しなかった苗を無花粉スギとして出荷する。

花粉になります(図①)。この無花粉スギも同様の遺伝様式なのではと考えられたことから、検定交配と呼ばれる方法を用いて複数の交配家系を育成し、第二世代まで作出した結果、無花粉の苗が一定の頻度で現れました。以上のことから、スギの無花粉になる性質も一対の劣性遺伝子によって支配され、メンデルの法則に従って遺伝することがわかりました。

無花粉スギ品種「立山 森の輝き」の開発

遺伝的に優良な無花粉スギ品種の開発に向けて、全国から 330 の精英樹の花粉を集め、無花粉スギと交配試験を行ったところ、富山県の精英樹「小原 13 号」^{おはら}と石川県の精英樹「珠洲 2 号」^{すづ}が無花粉遺伝子をヘテロ型 (Aa) で保有していることがわかりました。そこで、無花粉スギの母樹 (aa) と「小原 13 号」 (Aa) を交配し、この集団の中から無花粉の性質を持ち、さらに初期成長と通直性に優れた 1 個体 (F_1 小原 13) を 9 年かけて選抜しました。この F_1 個体に石川県の精英樹「珠洲 2 号 (Aa)」を交配して得られた無花粉スギの実生集団が「立山 森の輝き」です(図①)。

この品種は 2 種類の精英樹を交配親として活用していることから、遺伝的に優良であることが期待されます。この品種の生育特性を把握するため、従来の富山県の実生品種であるタテヤマスギや、さし木品種のマスヤマスギと一緒に検定林を造成し生育調査をしていますが、初期成長は「立山 森の輝き」が最も早く、さらに雪害による枯損率や幹折れ率も既存品種より劣ることはないという結果が出ています。

「立山 森の輝き」の実用化に向けて

新品種の「立山 森の輝き」を開発した次の課題は、安定的な苗木の生産量を確保することでした。花粉症対策の一環として「立山 森の輝き」を活用するためには、少なくとも年間数万本単位で苗木生産を行う体制を整備する必要があったため、種子の大量生産技術の確立と苗木生産の省力化に取り組みました。



◀写真② 「立山 森の輝き」の種子生産を行っている室内ミニチュア採種園
種子親 (aa) と花粉親 (Aa) を交互に配置している。

1. 種子の大量生産技術

「立山 森の輝き」のように特定の組み合わせによって種子を生産する場合は、外部の花粉と受粉するのを防ぐため、開花前の雌花に袋かけを行った後、その中に花粉を注入することで種子生産を行います。しかしながら、この方法では手間がかかり大量生産は困難であることから、富山県では室内ミニチュア採種園と呼ばれる施設を造成しました（写真②）。この方法は大型のビニールハウス（5.6 × 13.5m）の中に「立山 森の輝き」の種子親（F₁ 小原 13）と花粉親（珠洲 2号）を混在させて、4台の扇風機で室内の空気を循環させ自然交配させています。そうすることによって、外部の花粉と受粉する可能性は極めて低くなり、さらに従来の袋かけによる交配作業も必要なくなることから、省力的かつ効率的な種子生産が可能になりました。現在、富山県にはこの採種園が5棟あり、年間5～10万本分程度の種子の生産体制が整っています。

2. 農業用機械を活用した苗の植え付け作業の省力化

これまでの育苗体系は畑の準備から播種、苗の植え付け作業まで春先に主な作業が集中していました。さらに、作業の大半が手作業であることから、目標生産本数に必要な人手を確保できなければ再造林が困難になる恐れがありました。そこで、現在の育苗体系を抜本的に見直し、春に集中している作業の一部を別の時期に分散すると同時に、人力に頼っている苗の植え付け作業の機械化について検討しました。

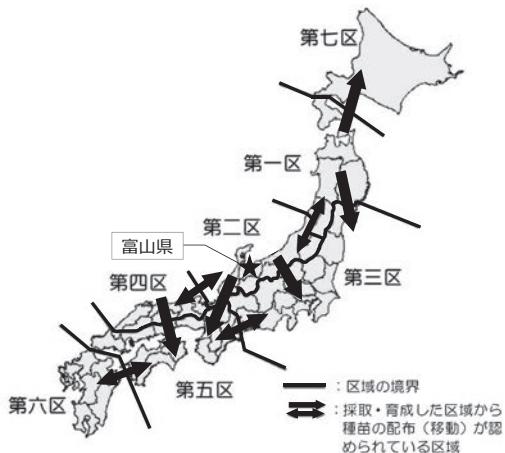
（1）苗の植え付け作業を機械化

苗の植え付け作業を機械化するためには、①現在の育苗体系をもとにした移植機を開発し、農業機械のメーカーに特別注文する、あるいは、②既存の野菜用移植機を活用し、その機械に合わせた新たな育苗体系を確立する、のいずれかを選択することになります。

短期間+低コストで植え付け作業の機械化を実現するためには、②の既存の野菜用移植機を活用し、現在の育苗体系を変えるほうが早いと判断しました。そこで、まずは現行の育苗体系と市販されている植え付け機の数種を比較したところ、一畝あたり4条植えの「タマネギ用移植機」が最も適していると考えられました（写真③、A・B）。次に、農機メーカーの担当者と打ち合わせを行ったところ、農業用のセルトレーでスギ苗を育苗できれば機械化は可能との返答でした（写真③、C）。セルトレーを用いた育苗試験を行うと同時にタマネギ用移植機の実証試験を繰り返した結果、植栽間隔が20×14cmで、1時



▲写真③ タマネギ用移植機(A)を活用したスギ苗の植え付け作業(B)
機械に座ったままターンテーブルのカップの中にセル苗(C)を入れていくだけの簡単な操作で、次々とセル苗が植え付けされていく。また、植え付けと同時に灌水する装置もついているため、植え付け後の灌水作業が不要で活着も良い。



◀図② スギの種苗配布区域

林業種苗法では、異なる環境に種苗を移動すると苗の成長に悪影響を与えるおそれがあるため、環境条件などに基づいて全国を区分し、種苗を配布してもよい区域を定めている。スギでは環境条件や天然分布の情報をもとに、7つに区分されている。

(図は国立研究開発法人森林総合研究所「平成27年版 研究成果選集 2015」より引用)

間あたり約1,800本／人の植え付けができるようになりました。この技術が確立されたことで、これまでの手植えに比べて10倍以上の生産効率になりました。

(2) 年間作業量の平準化（苗の秋植え調査）

春に集中している作業を分散し年間作業量の平準化をはかるため、通常は春に行う2年生苗の植え付け作業を前年の秋（10月以降）に早めて行ったところ、その活着率は95%以上と高かったことから、秋に早めて植え付け作業を行っても特に問題がないことが明らかになりました。

現在、これらの技術は富山県の苗木生産現場で実用化されており、「立山 森の輝き」の播種は全てタマネギ用移植機の規格に合わせたセルトレーで行われています。

「立山 森の輝き」の普及拡大に向けた推進事業

富山県では新たな森づくりの取組として、平成24年から優良無花粉スギ「立山 森の輝き」普及推進事業を進めています。この事業は再造林に「立山 森の輝き」を使用していただける山林所有者を対象に、苗木代や地拵え、下刈りなどの初期保育にかかる経費を全額補助する富山県独自の支援制度です。本事業の支援によって、これまでに39箇所で45haのスギ林が皆伐され、約9万本の「立山 森の輝き」の苗が植栽されました。その苗木生産量は年々増加しており、平成28年度には4万本に達し富山県内で植栽されるスギはすべて「立山 森の輝き」に置き換わりました。苗木生産は今後も増産を続け、平成32年には10万本、平成38年には20万本を見込んでいます。平成29年度から新たに始まった「富山県森づくりプラン」でも本事業は継続となり、今後10年間で460haの人工林を皆伐し、約92万本の苗を植栽する予定になっています。以上のように、「水と緑の森づくり税」を財源とした本事業は森林資源の循環利用と花粉症対策を同時に推進し、今後の健全で多様な森づくりに繋がると期待しています。

また、全国に目を向けると、富山県は林業種苗法で定められた種苗配布区域の第二区であるため（図②）、「立山 森の輝き」の苗木を東北、関東、関西、四国地域へ広げることも可能です。例えば、上記の各地域で進めている花粉症対策事業に「立山 森の輝き」を活用してもらえる状況になれば、富山県の苗木生産事業体の活性化にも繋がっていくことから、今後は県外からの需要にも対応できる供給体制の整備が必要だと考えています。

(さいとう まさき)

少花粉スギ種苗の生産と供給拡大に向けて

今野幸則

宮城県林業技術総合センター
〒 981-3602 宮城県黒川郡大衡村大衡字はぬ木 14
Tel 022-345-2816 Fax 022-345-5377 E-mail : konno-yu943@pref.miyagi.lg.jp



はじめに

スギ花粉症対策品種には、花粉生産量が一般のスギに比べ約1%以下の少花粉スギ品種と花粉の生産が認められない無花粉スギ品種や低花粉スギ品種があります。宮城県では平成6年度から着手した「花粉の少ないスギの選抜と検定技術の開発」により、スギ花粉症対策の研究が始まりました。宮城県内選抜の精英樹からは平成14年度に1品種(刈田1号)，平成19年度に2品種(玉造8号，宮城3号)，平成27年度に2品種(遠田2号，加美1号)の計5品種が開発され、採種園や採穂園の造成・改良に活用しています。

宮城県における種苗生産体制整備の経緯

都道府県の役割として、林業用種苗を種苗生産事業者へ安定的に供給することが求められています。苗木を生産する種子であれば採種園、さし木苗であれば採穂園を造成し、それぞれから種穂を供給します。スギ花粉症対策品種のうち、少花粉品種はもともと精英樹からの選抜であり既存の採種園・採穂園へクローンは導入されていましたが、既存の採種園の構成では少花粉品種は僅かで、少花粉採種園とは言えない状況でした。また、採穂園に関して、東北地方ではさし木苗の初期成長が遅いイメージがあり、需要も多くありませんでした。その結果、予算や作業員の効率的活用を進めるために、利用する採穂園を限定し、さし木苗の生産と管理を集中させる必要が生じました。利用しない採穂園では剪定等の管理が滞り、採穂木とは言えないほどに成長し、採穂が困難な状態となっていました。

さし木苗による花粉症対策品種の供給

(1) 生産体制構築における課題と取組

花粉症対策品種の特性を維持し、植栽する苗木に対して同じ性質を発揮させるためにはクローン増殖による生産が確実です。また、東北地方でのスギ花粉症対策品種の数が、採種園の造成に必要な最低限の品種数であった状況において、花粉症対策種苗の供給としては、さし木苗が早期に生産可能と思われました。しかし、既存の採穂園では花粉症対策品種がごく一部に過ぎなかったことから、花粉症対策品種による採穂園の改良を進めることにしました。

採穂園の改良は、目的外のクローンを伐採除去し、目的のクローンの植え込みを図ること



▲写真① 採穂園の改良状況



▲写真② 穗木のさし付け



▲写真③ ミストハウス内のさし付け状況

とで進めます。そのためには、植え込みを行うクローンの苗木確保が重要となります。花粉症対策品種として認定されるまで採穂を継続実施していなかった品種については、さし穂の確保から困難な状況で、優良なさし穂を十分な数量確保できませんでした。数量確保のためには限られたさし穂から採穂母樹を育成し、その母樹から採穂してさらに苗木を育成するという作業を繰り返し、採穂園の改良に必要な苗木の生産を進めていきました。

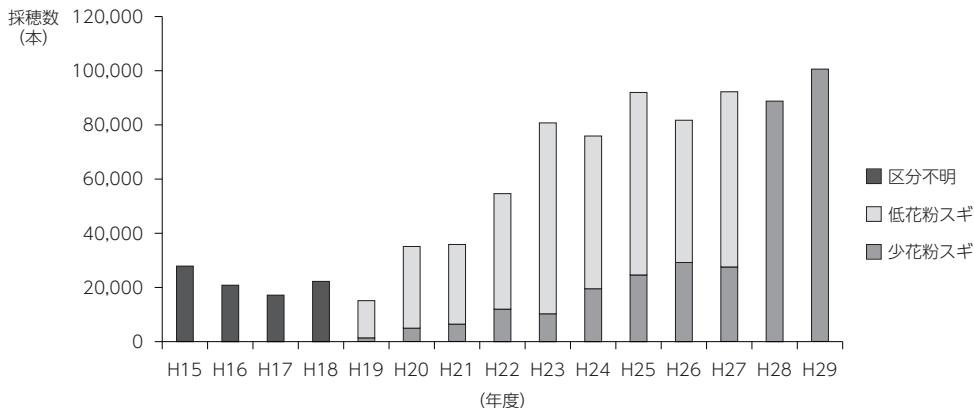
こうして苗木の必要数量を確保した花粉症対策品種による採穂園の改良を5か所で実施し、採穂木も2,900本まで増加させることができました（写真①）。

（2）さし木苗の生産

宮城県における、さし木苗生産技術開発への取組は、昭和30年代の研究から始まります。露地さし、ビニールハウス利用、さし付け用土、発根促進剤等の研究成果に基づき、さし木苗生産の基本的技術が確立され、昭和49年の「ミストハウス」建築により、さし木苗生産施設が整備され、研究成果を活かしたさし木苗生産が始まりました。さし付け用土にはパーライトを使用し、地温確保のために温床線をさし床に埋め込み23℃の地温を確保し、さし付けを実施しています（写真②、③）。

さし木苗生産に用いるさし穂の大きさは、当初12～15cmで採穂してきましたが、苗木生産者の要望も考慮し、発根率の低下を招かない範囲において、さし穂の大きさを変更しています。また、品種によるクローン特性は表現形にも現れ、針葉の形・色に大きな差が生じますが、森林所有者によっては、針葉の色、苗木の形態に好みがあり、品種を指定される場合もあります。そのような要望は、苗木生産者から情報として寄せられ、品種間のさし付け本数の調整や供給に反映しています。

良質な発根済み苗を供給するためには、さし穂も良質なものを採穂する必要があります。より多くのさし穂を得られるよう萌芽枝発生を促すため、剪定作業を欠かすことはできません。剪定作業は、徒長枝（枝の途中から上に向かって伸びる枝）や内向枝（木の内側に向かって伸びる枝）の除去、日当たりや風通しの改善を行い、採穂台木を健全にする作業



▲図① スギ採穂量の推移

ですが、作業時期と作業人員が限られる宮城県では全ての採穂木を最適な樹形に誘導することは困難であることから、翌年度の採穂に影響の出ない範囲で作業を実施している状況です。剪定作業の後には施肥作業として、採穂木1本ごとに、枝下3か所に肥料を埋め込んでいます。消毒は害虫の発生時期に合わせ、年2回程度殺虫剤の散布を実施しています。また、春先の採穂作業を円滑に進めるために、初冬の下刈り作業も重要となります。採穂園の改良や管理作業の効率化を図ることにより、近年のスギの採穂量は10万本前後を維持しています（図①）。

種子生産による花粉症対策品種の供給

（1）取組の経緯と生産体制構築における課題

東北地方におけるさし木苗生産では、さし穂の状態から3月にはさし付けを実施しますが、さし付け床の地温確保が重要な要件となるため、施設を利用した生産となります。そのため、施設規模により供給できるさし木苗生産量の上限が決まってしまいます。また、宮城県内の苗木生産事業者はさし木苗の生産経験が少ないため、大量に苗木の生産が可能で、今までの苗木生産技術を発揮できる少花粉スギ品種の種子供給を望む声もありました。そのため、採種園の造成を検討し、採種園のタイプは早期の種子生産が可能なミニチュア採種園を採用することとしました。

平成25年度末までに東北育種基本区で開発されたスギ少花粉品種数は21品種で、そのうち東部育種区で開発された品種数は10品種となり、採種園を構成するために必要な最低9品種が確保され、その最小限の品種構成で採種園の造成が可能となりました。少花粉スギ品種のうち、宮城県内選抜の3品種については、自前での苗木調達が可能ですが、他県選抜の品種については、（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター東北育種場から供給を受ける必要があることから、供給計画の調整が必要となりました。

さらに、採種園の造成箇所の検討ですが、少花粉品種であることが大きな問題になると考えられました。自然状態では採種園内の花粉量が少なく、園外花粉の影響を大きく受けることが予想され、また、着花促進処理を行っても通常のスギ品種構成からなる採種園ほど園内花粉量が確保できるとは思えないからです。園外花粉の侵入を阻止する施設内への植栽か、採種木を鉢植えし花粉飛散時期の施設移動も検討しました。その際には、花粉飛散時期以外の採種木生育管理に係る作業員の状況をも検討する材料に含める必要がありました。各観点から本県では通常の野外へ造成することとしました。



▲写真④ 交配袋の設置



▲写真⑤ 人工交配

(2) 種子生産

露地へ造成した少花粉スギ採種園での種子生産でまず考えることは、採種園外の花粉の影響をどこまで排除できるのかを検討することです。自然状態では雄花が少ないとから他のスギ花粉の影響を大きく受けると考えられるため、人工交配による種子生産が必要です。人工交配のための交配袋の設置は、スギ花粉飛散情報に注意を払いながら適期に行っています（写真④）。また、交配袋の設置時には自殖を避けるため、交配袋内の雄花は除去することにしています。

そのほかに交配に用いる花粉の確保も重要な作業となります。少花粉品種の花粉を使用するためにジベレリン散布による着花促進処理を行っても、一般のスギと比較して雄花着花数は少なく、採取できる花粉量も少なくなります。そのため、スギ少花粉ミニチュア採種園の雄花だけでなく、採穂園内の少花粉品種に対してもジベレリンの散布を行い花粉の確保を図ることもあります。雄花の着生が見られた枝は、開花前に採取し室内において開花させ花粉を採取しています。また、未使用の花粉は冷凍保存し、翌年使用する花粉が少ないときに活用することとしています。

交配時期については、交配袋を設置していない雌花の状況を観察し、花粉がつきやすくなるよう胚珠先端から分泌される珠孔液が確認された時期から交配を開始しています（写真⑤）。人工交配の目的は種子の生産であり、少花粉スギ品種の研究目的ではなく、また、花粉親を特定し実生苗の成長量・形質等の調査を行うものではありません。そのため、花粉は少花粉スギ品種の混合花粉を使用しています。交配袋を除去する際には、枝の袋の入り口部分に目印を付け、人工交配球果と自然交配球果の採取区分を明確にし、作業員による球果採取作業の正確性を確実なものとしています。

今後の種苗生産

さし木苗の供給については、これまで述べたように東北地方では生産施設が不可欠であるため、生産本数の上限は決まっています。宮城県の現在の施設規模では10万本程度のさし付けが限界となることから、需要に応じた品種の提供を中心に進めることとしています。

少花粉品種実生苗については、供給を開始したところであり需要量の把握が難しい面がありますが、採種園の面積を拡大し需要量の増加にも対応できる体制の整備を今後とも進めていきたいと考えています。

（こんの ゆきのり）



箱根の難題 ～ヒメシャラとヒコサンヒメシャラ～

「それは絶対、無理だよ」と僕は言った。

同僚のJは、コメツガの他にブナの研究もしている。なんでも「標高に沿った遺伝子の変化」を調べたいとかで、既に長野や新潟でサンプリングをしていた。山の上から下まで、ブナ林が残っている所が良い。彼は自分で現存植生図を調べて候補地を選んでいたが、国有林や国立公園とかで手続きが必要になると、僕の手伝いが必要になった。

あるとき、「ココに行きたい」と言ってJが地図を示した。それは、箱根の芦ノ湖東岸から駒ヶ岳山頂付近にかけての一帯だった。僕は血の気が引いた。Jが知らないのは仕方ないが、2015年に活発化した箱根山・大涌谷の火山活動で、箱根駒ヶ岳は全面的に入山規制がかかっている。ロープウェイは再開しているが、登山道は未だ閉鎖されている。国有林かとか国立公園かとか、それどころの問題ではなく、「入れない」。ここはそういう場所であった。

「他の場所にしなよ」と勧めた。しかし、Jはなかなか諦めず、日が経ってから「やっぱり行きたい」と言う。仕方なく各所に問い合わせた結果、火山ガス検知器を携帯することを条件に、町役場から入山を許可して貰えた。

*

小雨の降る日だった。僕らはロープウェイの頂上駅を下りて、閉鎖された登山道から霧の煙る森に入っていった。

駒ヶ岳山頂付近のブナは大径で、横枝を大きく張って逞しい。ただ、数はさほど多くなく、僕らは森を縫って探し歩いた。山を下りながら更にサンプルを集めていって、なんとか数を揃えた。

この調査の間、よく「ヒメシャラ」を見た。夏に白い花の咲くナツツバキ属の落葉樹で、その滑らかで赤い樹皮はよく目立つ。下りがてら、ヒメシャラの優占する林分があった。ちょうど晴れ間が覗いて木漏れ日に赤い樹皮が輝いて、鮮烈であった。

ヒメシャラは、太平洋側のブナ林ではよく見かける。しばらく遠ざかっていた僕も、最近ミツバツツジの調査などで富士や箱根の山に通うようになって、ヒメシャラを見る機会が再び増えている。ただ、今日はいつも違って、僕の手には「ポール」がある。

高い樹から枝葉を採る時、僕らは樹高測定ポールを使う。ポールの先に鎌を括りつけて、高い場所の枝を落とす。自分で言うのもなんだがなかなかの腕前で、



▲写真①

箱根駒ヶ岳山麓のヒメシャラ林。
平滑で赤い樹皮が鮮やかだった。



▲写真② ヒメシャラとヒコサンヒメシャラは、冬芽の芽鱗で見分けることができる。ヒメシャラ（左）では芽鱗が瓦重ねになるのに対し、ヒコサンヒメシャラ（右）は外側の二枚の芽鱗に包まれているように見える。

▲写真③ 富士山麓で撮ったヒメシャラの写真を見返してみたら、どうもヒコサンヒメシャラのようだった。

切り取った枝葉を手首の返し一つでポールを伝わせて、手元に落とすことができる。かねてから思うところがあったので、ブナを探る傍ら、何本かヒメシャラの葉も採った。すると、駒ヶ岳山頂付近で採った標本と下りがてら採った標本とで、明らかに違う点があった。

「ヒメシャラ」の名が付く植物には、2種類がある。ヒメシャラとヒコサンヒメシャラである。この2種は、樹皮も花も葉もよく似ていて識別が難しい。学生の頃、大峰山か何処かで採ってきた標本が、先生からヒコサンヒメシャラだと指摘され、見分け方を教わった。それが「冬芽の芽鱗」だった。ヒメシャラの冬芽は芽鱗が幾重にも瓦重ねになるのに対し、ヒコサンヒメシャラでは、外側の二枚の芽鱗が大きく全体を包む。

手元の標本を見れば、下りがてらに採ったほうは冬芽の芽鱗がキレイに瓦重ねで、明らかにヒメシャラであった。いっぽう、駒ヶ岳山頂付近のものは、二枚の芽鱗だけが見えて、ヒコサンヒメシャラであることが分かった。

ナツツバキの仲間は東アジアと北米東部に隔離分布する、いわゆる第三紀の遺存種というやつである。東アジアで多様性が高い。日本のナツツバキ属3種のうちナツツバキは朝鮮半島にも生育するが、ヒメシャラとヒコサンヒメシャラは日本固有で、ともに関東以西の太平洋側にだけ分布する。では、同じような「ソハヤキ型」の分布を示すヒメシャラとヒコサンヒメシャラがどのように棲み分けているかというと、文献を見てもなかなか分からなく、僕にはそれがずっと気になっていた。確かめてみるのだ。箱根の山では上部がヒコサンヒメシャラ、下部ではヒメシャラというふうに、標高で棲み分けていた。

ちょっと嬉しくなって、Jにも「ここにはヒメシャラが2種類ある」と告げたが、さすがに唐突で、理解できなかったようだ。いつかちゃんと説明しておこう。

*

じつはこの調査中、僕は山でデジタルカメラを落としてしまった。ブナやヒメシャラの写真、そして、つい2日前に撮ったばかりのジョウロウホトトギスの写真の半分ほどが、山中に失われた。かろうじてスマホで撮った写真と、あとで撮った標本の写真が残っている。

なんとか回収できないものか。まあ絶対、無理だろう。



●菊地 賢（きくち さとし）

1975年5月5日生まれ、42歳。（研）森林研究・整備機構森林総合研究所、生態遺伝研究室主任研究員。オオヤマレンゲ、ユビソヤナギ、ハナノキなどを対象に保全遺伝学、系統地理学的研究に携わる。

第六回 気候変動への適応

前・林野庁森林整備部森林利用課 森林吸收源情報管理官
林野庁森林整備部森林利用課 森林保全推進官

五関一博
大川幸樹*

1 パリ協定における「適応」

気候変動の悪影響については1992年の気候変動枠組条約においても既に途上国への協力が規定されていますが、先進国の緩和策が中心であった京都議定書とは異なり、2015年のパリ協定においては、すでに現れている影響や中長期的に避けられない影響に対して対策を講じること（適応）が求められています。第7条で「適応」、第8条で「損失と被害」が設けられ、国別適応計画の策定や損失と被害に関する協力分野などが規定されています。これらの条項は2010年に合意された気候変動の影響への適応策を強化するための「カンクン適応フレームワーク」及び2013年の「ワルシャワ国際メカニズム」の議論に続くものです。途上国が受ける気候変動の悪影響に対しては資金面でも「京都議定書適応基金」をはじめ各種基金で支援が可能となっています。一方、それらの支援に対する先進国の立場は機微な面があり、米国などの主張を受けてパリ協定に関するCOP21決定（1/CP.21）パラ51では「パリ協定第8条は責任や賠償の根拠とはならない」とされています。

2 我が国における影響と対策

このように国際場面では気候変動への適応に関する議論は排出削減等による「緩和」と並行して進められてきたところですが、適応の問題は途上国のことなどまらず、我が国を含む先進国でも重要な政策課題になっています¹⁾。本年2月に発表された「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート2018」²⁾は、主に日本を対象とした気候変動の観測・予測及び影響評価分野の最新の知見を統合・要約のうえ、取りまとめられており、以下の観測事実が示されています。

- 日本では世界より速いペースで気温が上昇

- 強い雨が増加する一方、降水日は減少

- 真夏日・猛暑日の増加

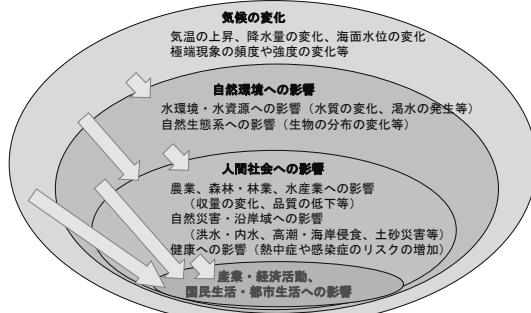
- 多くの地域で積雪が減少、内陸では大雪の可能性

これらは皆さんも既に実感されている傾向ではないでしょうか。これらの気候の変化は図①のように、水環境や自然生態系への影響を経て間接的、あるいは直接的に農林水産業へ影響することになります。森林・林業への影響も大きく、例えば、2017年の九州北部豪雨災害のような豪雨の増加傾向が見られ、これに伴う土砂災害の激甚化・形態の変化が懸念されています。

こうした影響に対し政府全体として取組を推進するため、我が国では2015年に初めて「気候変動の影響への適応計画」が閣議決定されました。また今般、政府は気候変動適応法案を国会に提出し、情報基盤の整備や広域協議会の場を活用して適応策を充実強化するとしています。法律案の柱の一つはおおむね5年ごとに気候変動影響評価を行い、その結果を勘案して気候変動適応計画を変更するというサイクルです。国立環境研究所が情報基盤の中核として位置づけられ、政策と両輪で科学的知見の充実が求められていると言えます。例えば、森林分野では森林総合研究所が、(1)山地災害リスクを低減する技術の開発、(2)人工林に係る気候変動の影響評価、(3)気候変動に適応した花粉発生源対策スギの作出技術などに取り組んでいます。

法案のもう一つの柱は地域での適応の強化です。都道府県及び市町村に対し「地域気候変動適応計画」作成の努力義務が定められ、適応の情報収集・提供を担う体制の確保や広域協議会を組織することができるとして定められています。これに関しては既に、2017年度より3か年の計画で、環境省・農林水産省・国土交通省の連携事業として、「地域適応コンソーシアム事業」³⁾

* 〒100-8952 東京都千代田区霞が関1-2-1 Tel 03-3502-8111 (内線6213) Fax 03-3502-2887
E-mail : koki_okawa860@maff.go.jp



▲図① 気候変動による影響の流れ

出典：環境省、文部科学省、農林水産省、国土交通省、気象庁（2018）
気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート2018～日本の気候変動とその影響～
(http://www.env.go.jp/earth/tekiou/report2018_full.pdf)

が実施されています。このうち地域における気候変動影響に関する調査の内容については各都道府県・政令市から地域のニーズに基づいて検討され、農業・水産業・自然生態系分野を中心に26分野が選定されています。森林分野では、中国・四国地域において生態系を活用した防災・減災(Eco-DRR)適応策が検討されます。

3 生態系を活用した防災・減災 (Eco-DRR)

防災・減災対策における生態系活用の重要性については、2004年のインド洋津波の際にマングローブ林の防災効果が注目されたことがきっかけで関心を集めようになりました。国際的にも2005年の第2回国連防災世界会議(神戸市)や2015年の第3回国連防災世界会議(仙台市)での合意文書において、「環境・天然資源管理」が優先行動の中に位置づけられ、生態系の持続的な利用と管理の強化が重要視されています⁴⁾。

生態系を活用した防災・減災は人工物インフラによるものと比較して、多くの生態系サービスも同時に発揮する、材料供給地や周囲の生態系への負荷が少ない、といった特徴があります。一方で、人工物インフラに比べると単一機能の確実な発揮や短期的な雇用創出については劣っていると見られますが、長期的な雇用創出についてはむしろ生態系を活用したほうが望ましいと評価されています。表①に見られるように森林生態系は様々なタイプの災害に対して効果があり、我が国の治山技術はEco-DRRの代表選手と言えます。

土木的工法と緑化的工法を組み合わせた治山技術は我が国の歴史の中で開発されてきたもので、治山事業の施行のための製品も含め、我が国特有の技術です。このため、その必要性が高いことと併せ、我が国が国際協力を上手にEco-DRRは戦略的に有望な分野で

▼表① 防災・減災機能と活用する生態系との関係

災害タイプ	生態系					
	森林	陸水	沿岸		農地	
			陸域	移行帯		
暴風	○		○			○ ○
豪雨(斜面崩壊・土石流)	○					○ ○
豪雪(雪崩)	○					
洪水	○	○				○ ○
高潮	○		○	○ ○		
津波	○		○	○ ○		
地震	—	—	—	—	—	—
噴火	—	—	—	—	—	—
火災						○

(注) 災害タイプは災害対策基本法、生態系タイプは生物多様性国家戦略2012-2020の分類を元に作成。

出典：環境省自然環境局（2016）生態系を活用した防災・減災に関する考え方
(<http://www.env.go.jp/nature/biodic/eco-drr/pamph01.pdf>)

あると言えます。

JICAによればEco-DRRは2014年に自然環境保全分野の4つの戦略課題の中でREDD+と並んで重視される柱となっています⁵⁾。代表的なEco-DRR協力の事例として中国における四川省震災後の森林植生の復旧、中南米各国(チリ、パナマ、ホンジュラス、パラグアイ)における流域管理による水害対策が挙げられていますが、治山技術を活用したもの以外にもミャンマーにおけるマングローブ植林、パラオにおける珊瑚礁保全、マケドニアにおける森林火災予防などがあります。

筆者もこのうち四川省のプロジェクトについては案件形成の段階で関わった経験があります。中国に対するODAによる開発支援は既に一定の役割を果たしたとされる中、森林を活用した環境・防災分野に関する国際協力は引き続き意義があると感じたものです。

4 おわりに

適応は気候変動の負の影響への対処と考えることがほとんどであり妥当なことですが、政府計画に先んじて策定された「農林水産省気候変動適応計画」では、温暖化が進んだ場合に亜熱帯・熱帯果樹等の栽培可能地域が拡大することを踏まえ、既存品種から亜熱帯・熱帯果樹等への転換等を推進するという前向きな対策も盛り込まれています。実際に農業の分野では愛媛県において夏場の高温に強いブラッドオレンジやアボカドの導入が進んでいます。同じ植物を相手にしている林業でも気候変動をチャンスと捉えて高い生産性を目指すことができるかも知れません。ただし林業は植栽から生産まで長期を要するため、将来の影響と対策の効果を見通すことがより難しい分野と言えるでしょう。

(ごせき かずひろ・おおかわ こうき)

- 1) 「森林技術」誌では2015年1月号に「気候変動と気象・山地災害」の特集がありました。
- 2) 環境省、文部科学省、農林水産省、国土交通省、気象庁（2018）気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート2018～日本の気候変動とその影響～(http://www.env.go.jp/earth/tekiou/report2018_full.pdf)
- 3) 環境省(平成29年7月28日)「地域適応コンソーシアム事業」の開始について(<http://www.env.go.jp/press/104323.html>)
- 4) 五関一博(2017)生態系を活用した防災・減災(Eco-DRR)の国際動向について、フォレストコンサル、No149, pp.15-19.
- 5) (独)国際協力機構(JICA) 地球環境部森林・自然環境グループ、途上国におけるJICAのEco-DRR協力

デジタル立体視の仕組み —どうしてすごいことになったのか—

中北 理

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 研究専門員
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1 E-mail: nakakita@ffpri.affrc.go.jp

はじめに

空中写真を用いた測量手法はすでに完成したものの、90年代からの電子技術の高度化で、撮影方法や使用機材が大きく進展し、より高精度、高効率になり、立体視も容易にできるようになりました。そのことで、写真の持つ情報を余すところなく最大限に活かすことができるようになったのです。しかし、その利用法はまだ十分に認知されていません。今回は、最新のハードウェアやソフトウェアの仕組みについて紹介します（誌面の関係で要点のみになります）。

大変革した航測技術

飛行中の航空機は、常に風の影響を受け揺れています。上空での撮影位置や撮影時のカメラの傾きを知るため、従来は事前に地上に対空標識を設置して測量を行い、撮影後に図化解析を行って推定していました。ところが、GNSS/IMU（衛星位置/慣性計測）センサーによる計測や国土地理院による電子基準点の全国整備（GPS連続観測、

2002年度から）により、撮影時に条件データを記録できるようになり現地作業も不要になりました。また、デジタルカメラシステムの登場により撮影枚数の制限も無くなり、航空カメラ用フィルムも2010年前後に製造中止となりました。

デジタル立体視の仕組み

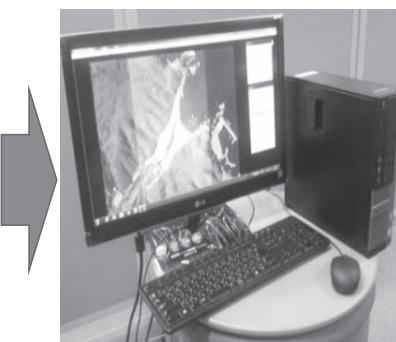
撮影された空中写真を利用するには、従来は、高額な専用の画像処理装置を用いるか、一般には反射式実体鏡を用いての判読でした。しかし、2010年頃から普通のパソコンと3D用モニターなどを用いて、簡単に立体視と写真計測が行えるようになりました（図①）。その仕組みを以下に示します。

○使用する素材

- 空中写真データ：都市や市街地部分は国土地理院が、山岳地部分は林野庁が撮影しています。すでに60余年の貴重な全国画像データです。
- 撮影条件データ：GNSS/IMU装備で撮影された画像には、撮影時のカメラ位置、傾きが求められた撮影条件データ（外部標定とか調整済デ



反射式実体鏡



デジタル立体視機器

何が変わったのか

- 撮影時の写真傾きも調整
- 画面の移動操作が瞬時に
- ズームは広域から単木まで
- 各種計測はマウスで簡単
- 他時期の画像も同時に使用
- 複数人で同時に確認できる
- ベクター情報も同時に使用

▲図① 反射式実体鏡からデジタル立体視方式へ

▲図② 撮影内容が詳細に記された撮影条件データ

ータともいい、無償、図②) が作成されており、これも入手します。

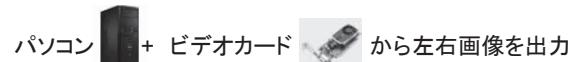
※ GNSS/IMU を搭載していない時期に撮影された古い空中写真の場合は、最新の画像と照合し空中三角測量で解析を行うか、現地の測量値を入力して作成することができるので心配不要です。

○立体視用の必要機材

3. パソコンは普通のものでも可能。3D 表示させる専用のビデオカード (NVIDIA 社 Quadro シリーズ, 1 ~ 2 万円前後) を使用します。
 4. ビデオカードからの出力画像を立体視表示するにはいくつかの方式があります (図③)。当方では複数の方が簡単に見られる偏光メガネと水平インタークレスモニターを使用する②偏光フィルター方式を用いています。
 5. 立体視ソフトにはいくつかあります。ここでは自分でファイル設定が可能な Stereo Viewer Pro (SVP, (株) フォテク製) を使いますが、他社のソフトも基本的に同じです。

○立体視化の方法 (SVP の場合)

- 撮影された各画像（1.）とそれに対応する撮影条件データ（図②の全てではなくX, Y, Z, ω , ϕ , κ など一部の情報）を使用し、1画像に対し1ペアのセットファイルを準備します。
 - .tif（原画像、jpegでも可）
 - .pof（1画像の撮影条件を記したtxt）
 - パソコンでは、2つの画像分のペアファイルを用いて右と左の画像を出力し、3Dモニターに立体視表示をします（写真④）。
 - 一般に空中写真画像はファイルサイズが大きく、拡大縮小移動の度に元ファイルを使用すると表示時間がかかるため、予め何段階かの縮小画像を準備し、高速で表示できるようにしています。



さまざまな立体視方式

①液晶シャッター方式

- ・周波数120Hz対応のモニターを用い、左右画像を交互に表示する。
 - ・パソコンに接続したエミッターからの信号を受け、液晶シャッター方式のメガネを使って見る。

②偏光フィルター一方



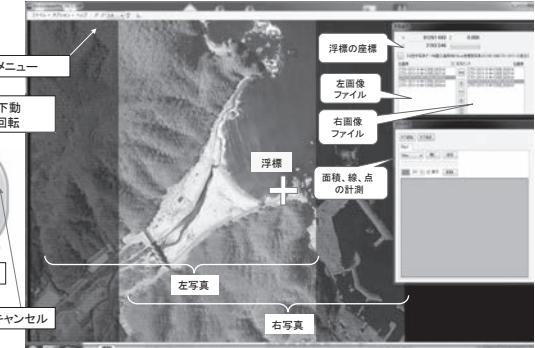
- ・偏光方式の3D専用モニターと、偏光メガネを用いる。
 - ・走査線ごとに左右画像を水平インターレスで同時表示し、偏光方式のメガネで左右に分けて見る。

③プロジェクト一方式



- ・3D用プロジェクターと偏光Zスクリーンを組み合わせて投影し、3D用シルバースクリーンに表示する。偏光方式メガネで見る。映画館と同じ方式。

▲図③ 立体視の表示方法にはいくつかの方式がある



▲図④ 水平インターレスモニター上のSVP立体画面
(左右の画像が重複している明るい部分が立体観察できる範囲です)
※お詫び 2次元の紙面では立体の醍醐味をお伝えできません。

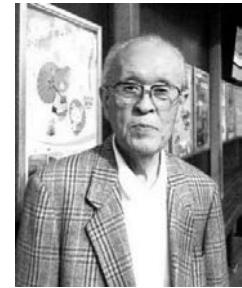
さて、デジタル化で「どうしてすごいことになったのか」。それは、中心投影で撮影された空中写真をそのまま使用していることがすごいのです。「んっ？ 現地を忠実に再現し復元させる⇒正射投影が必要だ」という考えではなく、「中心投影を使う！」という逆転の発想が重要なのです（次回第3回で事例紹介予定）。（なかきた おさむ）

《空中写真の購入について》

国土地理院撮影分は、地理院サイト「地図・空中写真閲覧サービス」で米軍撮影のものから現在までのアーカイブを無料で確認、高解像度画像のダウンロードができます。購入できるデジタル画像は20 μのフィルムスキャン画像のみです。

一方、林野庁撮影分は、委託業者（グリーン航業）に問い合わせて写真標定図（無料）を入手し、それとともに発注をします。たとえ白黒写真でも、可能な限り7μでフィルムスキャンしたデジタル画像の購入を強く推奨します。いずれも数千円程度/1画像と、とてもお得です。プリントしたものを身近なスキャナーで画像化することもできますが、お勧めはできません。

森林の改善にはヨーロッパ方式の 択伐林の導入を (下)



京都府立大学名誉教授
〒616-8311 京都市右京区嵯峨野嵯峨ノ段町 15-36 Tel & Fax 075-861-4514

かじ はら みき ひろ
梶原幹弘

(前号よりつづく)

私の提案

これまでの検討結果を踏まえて、高い木材生産と環境保全の機能の両立と木材生産の経営収支の黒字化が見込める森林への改善策として、以下のような提案をしたい。

(1) 基本的な方針と森林区分の見直し

森林改善の基本的な方針と、これを前提にした森林区分の見直しについて述べる。

(a) 基本的な方針

皆伐林への偏執から抜け出して、高い幹材積生産量と環境保全機能を兼備した唯一の方法とみられる樹冠の空間占有モデルのような択伐林の全森林への導入と拡大を原則とすることを、森林の改善策の基本方針とする。

ただし、全ての森林を樹冠の空間占有モデルのようなヨーロッパ方式の択伐林にしてしまえといふのではない。森林と人間の生活との関わりの多様性からすると、森林は多様であってしかるべきである。とくに、わが国の木材生産技術の結晶であり、用途に適した優れた幹材が生産できる奈良県吉野の建築用材生産林や京都府北山の磨き丸太生産林のような特殊な皆伐林は、和風建築に欠かせない材の生産のためにも、またわが国独自の木材生産技術の文化的遺産としても存続を図るべきであろう。さらに、自然のままの森林の姿を示す貴重なお手本として、世界自然遺産に指定された

白神山地のブナ林や屋久島のスギ林のような残り少ないとされる原生林も保全をすべきであると考えている。

要は、皆伐林主体の森林の現状を、樹冠の空間占有モデルのような択伐林主体の森林に変えるというのが、私の基本的な方針である。

(b) 森林区分の見直し

木材生産が重視されてきたこれまででは、森林は木材生産のための皆伐林と、環境保全のための択伐を中心とする保安林とに区分されてきた。しかし、高い木材生産と環境保全の機能を兼備した樹冠の空間占有モデルのような択伐林の全森林への導入を原則とする限り、このような森林区分はもはや不要である。また、木材生産と同様に環境保全の機能も重視すべきであるという社会の要請に応えて、環境保全機能の向上を図るために、現在のように環境保全のための森林を保安林として一括して扱うのではなく、環境保全の機能ごとに類別し、その機能がきちんと達成できるような択伐林施業の方法の提示をすることが望ましい。

そこで、施業の対象となる森林を、次のように①～③の三つに区分することを提案する。

①特殊な木材生産用の皆伐林

優れた形質の幹材生産能力を利用

②一般的な木材生産用の択伐林

択伐林の高い幹材積生産能力を利用

③各種の環境保全用の択伐林

択伐林における高い環境保全能力を利用

①は、択伐林では用途に適した特殊な幹材の生産が難しいので、これができる現存のスギ、ヒノキの皆伐林の保存を図るものである。②と③は、幹材積生産量と環境保全機能のいずれに重きをおくかによって択伐林を区別したものである。①と②によって木材生産機能が質・量ともに充実し、②と③によって択伐林の持つ機能が充分に活用できることになる。

現在の森林区分において、全森林面積の4割を占める皆伐林の中で、特殊な木材生産用の皆伐林として保存するものを除くほとんどが一般の木材生産用の択伐林、森林面積の半分近くを占める保安林の中で択伐が許されているものは全てを各種の環境保全用の択伐林とし、最近注目されている野生動植物の保護や地球の温暖化防止といった環境保全のための森林も環境保全用の択伐林に含める。

なお、皆伐林、二段林、恣意的ないしはナスピ伐り方式なども含めた択伐林などの全ての木材生産用の森林の中で、最も幹材積生産量が多いのは樹冠の空間占有モデルのような択伐林すなわち上記②の択伐林であると私は考えている。ナスピ伐り方式の択伐林というのは、大径木の生産が継続できるようにするために、30年や50年といった所定の年数をあけて、一定の大きさ以上の立木だけの抜き伐りを、各森林の輪番制でくり返すという、わが国で江戸時代から行われてきた択伐林のことである。大きなものから順に収穫するのが、ナスピの収穫方法に似ているところから、俗に「ナスピ伐り」と呼ばれている。

また、各種の環境保全用の択伐林の中で、水土保全や生活環境保全を目的とするものでは、できるだけ幹材積生産量を多くするようにすることが望ましいが、景観の維持や野生動植物の保護を目的とするものについては、幹材積生産量よりも環境保全機能を優先すべきであろう。そして、森林面積を増やす余地の少ないわが国での地球温暖化防止機能の発揮は、二酸化炭素の吸収量、言い換えると幹材積生産量が最大の木材生産用の択伐林

の採用に尽きると私は考えている。

以上の森林の他に、施業の対象外の森林として禁伐林、原生林、放置状態の森林があることになる。なお、放置状態の森林については、できるだけ上記のいずれかの森林に区分してきちんと施業をし、有効に利用することが望ましいと考えている。

(2) 改善策の効果

上記のような改善策によって生じる二つの効果について述べる。

(a) 木材生産と環境保全の機能の向上

全森林面積の4割が皆伐林で、その7割、すなわち全森林面積の3割はスギ、ヒノキの皆伐林である。また、全森林面積の半分近くが保安林でそのほとんどで択伐が認められている。これらのことと、3月号で述べたようなこれらの森林への択伐林導入の効果を考え合わせると、樹冠の空間占有モデルのような択伐林の導入と拡大によって生じる幹材積生産量と環境保全機能の向上効果はきわめて大きく、現在よりもかなり高い幹材積生産量と環境保全機能の両立が実現できるとみられる。そして、択伐林とは別に特殊な木材生産用の皆伐林も存在するのであるから、幹材の生産は質的にも損なわれることではなく、現状よりも高い木材生産と環境保全の機能を兼備した森林が実現できるとみられる。

(b) 国産材生産の経営収支改善と活性化

第二次大戦後の日本の復興に必要な木材が不足していたために、1950年代からスギ、ヒノキの皆伐林の増加が図られるとともに、国産材より安い外材の輸入が自由化された。その後、為替レートにおける円高の進行により、外材と国産材の価格差はさらに広がり、住宅建築工法の変化、合板・集成材といった木材加工技術の発達などもあって、木材の建築用材としての使われ方がかなり変化した。この変化に外材はうまく対応できたが、国産材では対応が遅れて不十分であったようである。その結果、建築用材に占める外材需要の割合は増える一方で、国産材の需要は減少した。そして、国産材生産を担うスギ、ヒノキの皆伐林の経営収

支は赤字に追い込まれて、主伐期になって伐採できる森林はあっても、経営収支が赤字になるために伐採に踏み切り難いというのが国産材生産の現状である。

わが国の国産材生産の将来を考えると、このような状態の解消はきわめて重大なことである。また、継続的な立木の伐採を必要とする上記の木材生産と環境保全機能の向上を順調に進める上でも、国産材生産の経営収支を改善して活性化させることは、不可欠である。

ところで、国産材生産の経営収支が赤字に陥った原因としては、第一には外材と国産材の価格差が、第二には建築用材の需要の変化に対する国産材の対応の遅れと不十分さが考えられる。第一の原因を排除するには、外材に輸入関税を課して国産材との価格差の解消と輸入量の減少を図ることが最も有効であろうが、行政当局は当初から丸太への関税率ゼロを通している。最近の世界的な情勢からしても、今となって木材に関税を課すことは難しそうである。そうなると、第二の原因排除に傾注して対策を考えるしかないが、これには択伐林の導入が有効である。

実例が無いので実験的に確かめてはいないが、樹冠の空間占有モデルのような択伐林では立木伐採時の経営収支が皆伐林を上回って黒字になると見込めることは、2月号で述べたとおりである。そこで、皆伐林に樹冠の空間占有モデルのような択伐林を導入し、上記のような建築用材の使われ方の変化に対応して、樹種、幹の大きさ別に、無垢材と加工材への使い分けをはじめとして、どのような建築部材として利用するのが経営的に有利であるかを適正に判断して製材・加工をすれば、国産材生産の経営収支の黒字はより確かなものとなり、この黒字を足がかりに国内での需要量、さらには輸出量の増加にも努めれば、国産材生産の経営収支の黒字化と活性化が達成できると私は考えている。それだけに、木材の生産から製材・加工、流通までに関係する者と行政当局が一体になって、是非これを達成して欲しいものである。

それについても、第二次大戦後に造成された大量的のスギ、ヒノキの皆伐林が主伐時期を迎えるにあたって、行政当局はこれを皆伐して国産材の生産量増大に利用しようとしている。皆伐すれば経営収支に赤字を生じようが、これをまた補助金の給付で処理しようというのであろうか。私としては、補助金を出してまで皆伐を奨励して、環境保全機能に問題があり、経営収支も赤字になる皆伐林に戻すよりも、高い木材生産と環境保全の機能の両立ができる、経営収支も黒字が見込めて国産材生産の失地回復もできる樹冠の空間占有モデルのような択伐林を導入する絶好の機会として利用することを提唱したい。

(3) 経費の負担と支援体制

上記のような改善において必要とされる経費の負担と支援体制について述べる。

(a) 経費の負担

木材生産用の森林での必要経費は全額を森林の所有者や経営者が負担し、環境保全用の森林での必要経費は公費で負担するのが原則であろう。したがって、収支の黒字が期待できる木材生産用の皆伐林や択伐林では、必要経費は森林の所有者や経営者の負担としてよからう。そして、環境保全用の択伐林については、経営収支が黒字になる場合の必要経費は森林の所有者や経営者の負担とし、その代わりに木材生産用の択伐林と同等の施業に関する裁量権を所有者や経営者に認めてはどうであろうか。赤字になる場合には、少なくとも赤字分は公的資金の補助が不可欠で、そうでないと環境保全機能の向上は望めない。

ただし、公的資金の支出には公正を期して欲しい。例えば、皆伐林での間伐や主伐が赤字になるからといって、これも環境保全のためと称して、公的資金から補助金を支出しているという現状には疑問がある。私に言わせてもらえば、赤字の根源は本来環境保全上の欠点がある皆伐林を採用していることにあるのであるから、皆伐林を止めれば済むことである。それよりも、環境保全機能に優れた択伐林の導入・拡大への公費の支出を優先

すべきであると考える。

(b) 支援体制

支援体制として、次の二つのことを挙げておきたい。

①施業技術の研究と普及

スギ・ヒノキの抾伐林における樹冠の空間占有モデルと胸高直径分布モデルを提示して、幹材積生産量は皆伐林に優るとも劣らないことを確認するとともに、それが施業実行の難しさを緩和するのにも役立つことを指摘した。これによって、木材生産用のスギやヒノキにおける樹冠の空間占有モデルのような抾伐林施業については、一応の目途をつけることができたと思っている。

しかし、各種の環境保全用の抾伐林施業については、スギ・ヒノキの木材生産用の抾伐林と同様の樹冠の空間占有モデルが通用し、その場合に幹材積生産量が最大になるとみられるものの、各種の環境保全機能の発揮に適した樹種構成などについては不明な点が多い。今後、各種の環境保全用の抾伐林施業の方法を確立し普及を図る必要がある。

②森林経営体の整備

所有規模の大きい国有林、公有林、私有林についてはまだしも、所有規模が零細な私有林については、次のような配慮が望ましい。

社会構造の変化を受けて、多くの森林所有者が地元を離れたり、地元に居てもサラリーマン化したりして、所有森林との接触が疎遠になり、おまけに最近では木材不況で木材生産による収入も期待できなくなったために、森林は所有者にとって持て余し物になっているのが現状のようである。このような実態を考えると、零細な個々の森林所有者自身に、新たな抾伐林施業への挑戦を求ることには無理がある。そこで、例えば森林組合を母体に、これを統合合併して大規模化し、その経営力と技術力を高め、零細な所有者の委託を受けて、高度な森林の管理がきちんとできる経営体の整備が不可欠で、それによって木材生産と環境保全のための抾伐林施業の推進も容易になるのではと愚考する。

私の提案は皆伐林からほとんど経験のない抾伐林へと施業方法の変革を要する大変なものである。しかし、スギ・ヒノキの木材生産用の抾伐林については、樹冠の空間占有モデルと胸高直径分布を提示したし、環境保全用の抾伐林についても基本的にはこれに似た樹冠の空間占有モデルが通用するとみられることを指摘した。このように目標がはっきりしているだけに、抾伐林の造成は照査法によるよりもはるかに容易である。森林の所有者や経営者が樹冠の空間占有モデルに基づく抾伐林施業に挑戦し、それを行政と研究者とがバックアップする体制さえとれれば、多少の年月はかかっても、樹幹の空間占有モデルのような抾伐林の導入・拡大は、きっと達成できるはずである。

木材生産のための一つの方法というが、これまでのヨーロッパ方式の抾伐林に対する評価・認識であったが、樹冠の空間占有モデルのようなヨーロッパ方式の抾伐林は、もはや木材生産の一つの方法ではなく、木材生産と環境保全の両機能の高度な発揮が必要なこれから時代に不可欠な森林の管理方法であり、「究極の森林」ともいえる存在である。いま、人智を尽くして森林の改善を図り、将来も人間の生存に役立つような森林にしなければ、荒廃した森林の現状を救い、森林の適切な利用と沈滞した林業の活性化を、さらには将来の「真の森林と人間との共生」を実現することはできないと私は考えるが、いかがなものであろうか。

(完)

《参考文献》(いずれも森林計画学会出版局発行)

- 1) 梶原幹弘著 (1993)『相対幹形—その実態と利用—』
- 2) 梶原幹弘著 (1995)『樹冠と幹の成長』
- 3) 梶原幹弘編著 (1998)『抾伐林の構造と成長』
- 4) 梶原幹弘編著 (2000)『樹冠からみた林木の成長と形質—密度管理と林型による異同—』
- 5) 梶原幹弘著 (2003)『森林の施業を考える—機能向上と経営収支改善のために—』

◎訂正 丸太の売上金額を示す記号として、3月号(29~30頁)ではaを用いたが、これを2月号(31頁)にならってAと訂正する。

IUFRO RG3.03.00 と RG3.06.00 の 合同アジア地域ミーティング報告 —山岳林における主伐の生産性と安全性—

ユフロ国際会議実行委員会実行委員長（愛媛大学大学院農学研究科 教授）

〒790-8566 愛媛県松山市樽味3丁目5-7

Tel & Fax 089-946-9665 E-mail : yamada.yozo.fi@ehime-u.ac.jp

山田容三

1. はじめに

山岳地域の多くの伐出現場は、いまだにチェーンソー一作業に頼らざるを得ないという現状にあり、特に困難な地形においては労働災害が頻発しているため、生産性と安全性は世界的に重要な課題である。また、地形傾斜と出材量が生産性と労働安全に影響を与える山岳林では、架線集材においても考えなければならない条件がたくさんある。

そこで、ユフロ（IUFRO : International Union of Forest Research Organization:国際森林研究機関連合）の RG3.03.00（森林労働科学研究グループ）と RG3.06.00（山岳地の森林作業研究グループ）は、双方の最近の研究成果と情報を交換し、作業技術面と労働科学面から考えられる将来の山岳地の伐出作業について討議し、山岳林の主伐の労働生産性と労働安全をともに向上させる可能性を検討することを目的として、「山岳林における主伐の生産性と安全性」をテーマに2017年7月に合同でアジア地域ミーティングを開催した¹⁾。前半の7月24～25日は愛媛大学情報メディアセンターを会場に研究発表会を行い、後半の7月26～28日は愛媛県の久万高原町、高知県の中土佐町と香美市を移動しながら、山岳地の伐出作業の現地検討会を行った。参加者は全体として68名であり、その内訳は、外国からの参加者が14名（内学生3名）、日本人の参加者が39名（内学生9名）、協賛協会・企業の招待者が5名、来賓が6名、来賓の随行者が4名であった。

2. 研究発表会

愛媛大学情報メディアセンター・メディアホールにて、7月24日（月）午前10時から開会式を開催した。

まず、愛媛大学大学院農学研究科長の杉森正敏教授から歓迎スピーチがあり、RG3.03.00 コーディネータである筆者から合同アジア地域ミーティングの趣旨説明を行った。その後、後援者である林野庁の本郷浩二国有林野部長と愛媛県農林水産部の田所竜二部長から来賓祝辞があり、共催者である IUFRO Division 3 コーディネータの Woodam Chung オレゴン州立大学教授と森林利用学会会長の今富裕樹東京農業大学教授から挨拶があった。その後、愛媛大学大学院農学研究科の寺下太郎准教授と農学部2年生（当時）の河野茜里さんによる勇壮な和太鼓演奏があり（写真①）、最後に参加者全員で記念写真を撮影した（写真②）。

午前11時からは、RG3.06.00 コーディネータであるイタリアのパドヴァ大学の Raffaele Cavalli 教授による基調講演（Steep Terrain Forest Operations - Challenges, Technology Development, Current Implementation, and Future Opportunities）があり、急傾斜地の森林作業について、これまでの取組と技術開発、現在の取組と将来の可能性について概説された。

午後からは2つのセッションで口頭発表があり、最初のセッションでは車両系林業機械の作業に関する研究発表、2つめのセッションでは架線系林業機械の作業を中心とする研究発表があった（表①）。

翌7月25日（火）は、午前9時からメディアホールにて口頭発表の3つ目のセッションがあり、森林労働科学に関する4つの研究発表があった（表①）。

午前10時半からは、ポスター発表のコアタイムとなり（表②）、メディアホール横の廊下に24枚のポスターが貼られて、発表者と見学者の間で盛んに情報交換と意見交換が行われた。24枚のポスター発表のうち、5枚はマレーシアの研究者と学生によるもので

1) 本合同ミーティングは、森林利用学会、愛媛大学大学院農学研究科、高知大学農林海洋科学部の共催により、林野庁、愛媛県、高知県、森林総合研究所四国支所の後援を受けて開催された。また、IUFRO-J、日本森林技術協会、松山観光コンベンション協会、愛媛県観光物産協会、高知県観光コンベンション協会から助成をいただいた。

▼表① 口頭発表一覧

		発表者・所属	タイトル
車両 系統 の作業 機械 年 7 月 2 日 （月）	1	鈴木保志 他 (高知大学)	高知大学演習林におけるハーベスターの直接木寄せによる小規模皆伐プロックの生産性
	2	Watthinee Suanpaga 他 (カセサート大学, タイ)	タイ国チエンマイにおける高地の外来樹人工林の収穫と生産性
	3	岩岡正博 他 (東京農工大学)	山岳林におけるトラクタとトレーラーを使った集材作業
	4	H. Hulusi ACAR (イスタンブール大学, トルコ)	木材搬出のための 新たな小型架線集材システム
	5	吉村哲彦 他 (島根大学)	ヨーロッパの架線集材システムと比較した 日本の架線集材システムの限界と可能性
	6	中田千沙、板谷明美 (三重大学)	Google Maps APIを使った森林と 木質バイオマス工場の間の 到達可能性計測ツールの開発
	7	Andrea R. Proto, Giuseppe Zimbalatti (地中海大学, イタリア)	架線集材作業における生理的インプット
	8	Efi Yulianti Yovi (ボゴール 農業大学, インドネシア)	インドネシアのチェーンソー作業者の 危険性の理解と作業安全
	9	飛田京子, 仁多見俊夫 (東京大学)	日本におけるチェーンソー伐倒作業の 労働受傷分析
	10	仁多見俊夫, Sooil SUK (東京大学)	チェーンソー作業のICTによる補助と管理
森林 労働 科学 月 5 日 （火）	11	永尾牧子, 山田容三 (愛媛大学)	スギのツルの形状がチェーンソー伐倒方向に 与える物理的影響

►写真①

開会式での和太鼓演奏 (演者:寺下太郎・ 河野茜里)



▲写真② 闇金式での記念写真

あり、11枚が日本人学生によるものであった。内容としては、主伐に関してが6件、林内道路に関してが4件、バイオマスに関してが3件、森林管理に関してが3件、労働科学に関してが2件、架線集材に関してが2件、下層木被害に関してが2件、その他が2件であった。また、企業ブースとして、住友建機販売(株)と双日マシナリー(株)が展示を行った。

午後1時半からはメディアホールで全体会議が開かれ、RG3.06.00副コーディネータである高知大学の鈴木保志准教授から研究発表のまとめがあり、2日間の研究発表会を終えた。

3. 現地検討会

7月26日(水)は、久万高原町に向かい、笠方の
皆伐現場を見学した。久万高原町は愛媛県内で有数の
林業地域であり、木材生産量は年間17万m³になり、
愛媛県の木材生産量の40%以上を占めている。森林
率90%で人工林率80%のほとんどが急傾斜地に存在

▼表② ポスター発表一覧

発表者・所属		タイトル
主 伐	1 亀山邦平 他 (日本大学)	花粉症の防護手段としての主伐と地方伐出システムにおける多摩木材評価システムの効果と生産性
	2 有賀一広 他 (宇都宮大学)	栃木県北部地域における皆伐と更新作業の経済的バランスの分析
	3 松井美希子 他 (信州大学)	保残木が占有したスキ林における主伐の生産性: 金沢山区有林のケース
	4 河瀬麻里 他 (京都大学)	東京都庁の主伐プロジェクト
	5 中澤昌彦 他 (森林総合研究所)	緩傾斜山岳林における主伐のための大径・長尺材の伐出生産性
	6 Mohd Hasmadi Ismail, Pakhrizad Hassan Zaki (プラ대학, マレーシア)	半島マレーシアにおける木材収穫の進化
林 内 道 路	7 山崎 真 他 (高知県立森林技術センター)	森林作業道の改良と伐出作業システムの導入可能性の評価
	8 松永樹 他 (信州大学)	建設時の道路転圧の効果
	9 山口 智 他 (森林総合研究所)	滑りやすい道路の路面排水のための孟宗竹の竹片束の利用
	10 宮岡寛子 他 (森林総合研究所)	林業機械の接地圧の分布
バイ オ マ ス	11 Nor Azmi Baharom 他 (プラ대학, マレーシア)	2000年～2013年にマレーシア・ペラク州のマンゴロープ保護林から出された木炭生産の傾向
	12 山本嵩久 他 (宇都宮大学)	栃木県における森林資源の観点からみた小規模木質バイオマス発電の利用可能性
	13 吉岡拓如 他 (日本大学)	粉碎作業のための適切な適度バイルの大きさ: グラップルと水平グライナーの作業モデル
森林 管理	14 長谷川尚史 他 (京都大学)	精密森林情報を使った長期木材供給計画
	15 渡辺靖崇 他 (広島県林業技術センター)	下層植生間伐後の樹冠開放の変化の効果
労 働 科 学	16 Md. Damiri, Md. Sairi 他 (プラ대학, マレーシア)	マレーシアの熱帯雨林の管理: 課題と挑戦
	17 板谷明美 (三重大学)	気候変動下の林業労働者の環境評価
架 線 集 材	18 亀山翔平 他 (日本大学)	動作分析で明らかにされた チェーンソーを使った伐木作業にともなう 筋肉負担、心拍、ならびに体温の変化
	19 青木 邙 他 (高知大学)	小規模林業のための単純な架線集材の素振り方法
下 層 木 被 害	20 植之原 碧 他 (東京農工大学)	架線集材中の主索と荷揚げ索の衝撃力
	21 白澤紘明 他 (信州大学)	稚樹への損傷を防ぐための伐倒方向を決定する手法
その 他	22 大塚 大 他 (信州大学)	伐倒と地曳き集材による稚樹の損傷区域の予測に関する研究
	23 Nur Afifah Mohamad Amran 他 (プラ대학, マレーシア)	村の住民の視点を通した不法伐採の要因: 半島マレーシアのPRF Ulu Satにおけるケーススタディ
	24 Wan Nur Farinain Wan Zee 他 (プラ대학, マレーシア)	半島マレーシアのケランタンにおけるティマ族社会: 彼らの社会経済的なならびに倫理的価値

しているが、久万高原町では集材架線をあまり使わず、歴史的に作業路を高密に整備して横積み式林内作業車をはじめとする車両系集材を行っている。

見学した皆伐現場は、久万高原町が所有するスギとヒノキの58～88年生の人工林であり、ここから644m³の出材が見込まれている。皆伐作業は(有)マツモトが請け負い、作業道作設から皆伐、運材、植栽まで行う。この皆伐現場に300m/haの作業道を整備しながら、チェーンソーによる伐採、グラップルによる木寄せ、作業道上でのプロセッサ造材、フォワーダによる土場までの下げ荷集材を同時並行的に行っていた。この作業システムによる労働生産性は、12～13m³/人日になる。

せんほんやま
午後からは、千本山に移動し、岡 信一氏所有の長伐期大径材生産展示林を見学した。137年生の立派なスギ上層木と間伐の度に植栽したヒノキ下層木が織りなす多段林に広葉樹の大木や豊富な下層植生も加わった美しい複層林に参加者全員が感銘を受けた。さらに、経営者である岡氏から上層木間伐の選木の仕方、400



写真④
現場のH型架線集材



写真⑤
高知県立森林技術センターにて山崎チーフによるH型架線の説明



～500m/haの高密路網を整備した森林経営、チーンソー伐倒と大型の横積み式林内作業車を使った短幹集材による大径丸太の伐出方法などの説明を受けて、海外の参加者からの質問が絶えなかった（写真③）。最後にWoodam Chung教授からお礼のご挨拶があり、その後、高知に向かった。

7月27日（木）の午前は、中土佐町大野見の間伐作業現場を見学した。この現場では、須崎森林組合がH型架線集材を行っており、150mの間隔で2本のスカイラインを平行に谷を渡る形で張り、それぞれのスパンは890mと700mであった（写真④）。H型架線では、この平行に張ったスカイラインの間の空間全体から間伐木を全木で集材できる。この間伐現場は7.5haあり、間伐率は30～35%で、出材量は570m³を予定している。しかし、複雑な索張りであり、架設に120人日を要し、労働生産性は架設撤去を入れると7m³/人日に止まる。4m長さのスギ丸太の市場価格が1万円/m³くらいであり、補助金を使わないと赤字のシステムになる。H型架線に慣れた（株）とされいほくでは、架設は60人日、張替えは45人日で行えるとのことであり、労働生産性はもっと高くなると考えられる。

午後は、四万十町に移動し、（株）とされいほくが作業道を作設している興津の現場を見学した。（株）とされいほくでは、ザウルスロボを使って作業道を作設しており、152haの間伐作業地に125m/haの路網を開設する予定である。トラックの走る幅員3.6mの道路は30～35m/日で開設でき、コストは3,000円/mになる。また、10t車がに入る道の場合は4,000～5,000円/mかかり、フォワーダの走る幅員3mの作業道なら50m/日で開設できるとのことであった。ザウルスロボは、最大直径60cmのスギを伐採したことがあり、伐倒用ナイフは月に1回程度研ぐそうである。

7月28日（金）午前は、香美市にある高知県立森林技術センターで講演と閉会式を行った。山崎敏彦チ

《謝辞》 お忙しい中、最も暑い季節に、海外、また日本の各地から来られた参加者の皆様には、最新の研究発表と熱心な議論で本合同アジア地域ミーティングを盛り上げていただき、心よりお礼申し上げる。また、ご後援、ご協賛いただいた関連機関ならびに協会、企業の皆様のおかけで無事に本合同アジア地域ミーティングを成功裡に終えることができた。改めて感謝申し上げる。さらに、本合同アジア地域ミーティングの運営にご協力をいただいた広島県林業技術センターの渡辺靖崇氏ならびに学生アルバイトの皆様、現地見学でお世話になった中予山岳流域林業活性化センターの小野哲也氏と本藤幹雄氏、久万広域森林組合の皆様ならびに岡信一氏、高知県立森林技術センターの山崎真氏ならびに須崎森林組合の皆様と（株）とされいほくの皆様、ご講演いただいた高知県立森林技術センターの山崎敏彦氏に、この場を借りてお礼申し上げる。

※本原稿は、寄附や助成をいただいた複数の団体に寄稿しており、現時点で「山林 2018年2月号（No.1605）」に掲載されている（内容は一部修正、所属・役職等は開催当時のもの）。

ーフによる「日本の山岳地の伐出作業」についての講演の後、模型を前にH型架線の詳しい説明があり、参加者からも質問や意見が続出して、時間を超過した内容の濃いディスカッションが行われた（写真⑤）。

閉会式は鈴木准教授の司会ではじまり、共催者の高知大学農林海洋科学部の尾形凡生学部長、ユフロ国際会議実行委員会委員の林野庁四国森林管理局の野津山善晴局長、後援者の高知県林業振興・環境部の田所実部長から祝辞があり、最後にRaffaele Cavalli教授から本合同アジア地域ミーティングのまとめがあり、5日間の日程を盛会の内に無事に終えることができた。

4. まとめ

本合同アジア地域ミーティングは、14名の外国人を含む68名の参加者を得て、若い研究者と学生も加わった12の口頭発表と24のポスター発表があり、IUFRO基準のゴールを達成した。特に、学生達の多くにとっては初めての英語での研究発表であったが、質の高いよい発表が行われた。また、日本、インドネシア、タイ、マレーシア、台湾の大学と研究機関からの参加や、さらにチェコ共和国、イタリア、トルコ、アメリカ合衆国から大学教員が参加しており、アジア地域ミーティングを行う意図は満たされた。さらに、2つの異なる研究グループ間で、伐出作業に関係する研究が31件報告され、その多くは山岳林に関係するものであり、さらに労働科学に関係する研究が6件報告され、RG3.03.00とRG3.06.00の本当の意味の合同ミーティングになった。このことは、お互いの研究活動と情報の交換が同質の研究背景をより効果的に促進することにつながった。さらに、研究発表会での口頭発表やポスター発表に限らず、現地検討会においても良い議論が続けられた。この現地検討を通して、参加者達は四国の山岳林に適応した伐出システム、林道作設技術、森林経営に触れる機会を得た。（やまだ ようぞう）



偶数月連載

森と木の技術と文化 家庭菜園のススメ

黒松内は、例年4月半ばまで残雪がある。雪の多かった今年は、5月の連休まで雪が残るだろう。畑の雪が溶け、春の日差しで土が乾いたら、早速耕して、種まきの準備だ。私たち家族は、1反(10a)の畑を耕し、中型のビニールハウス1棟、それに小さな畑3つで、家庭菜園に励んでいる。フロントロータリー式耕運機もあるから、趣味としては本格的だ。

神奈川の団地育ちだった私は、信州の山村で暮らした学生時代から、農家の一軒家を借り、毎年、家庭菜園を楽しんだ。トマトやナス、トウモロコシなど何でも育てるが、20代後半からは、集落で一番立派なスイカを育てることを目標にし、ほぼ毎年成功。自分で育てた野菜は何でも素晴らしいが、皆で食べるスイカの美味さは、もう格別なのだ。

伊那谷の年配者は、都会育ちの若者が立派なスイカを育てている理由を探りに来る。けれど、農薬や化学肥料を使わず、皆と方法が違うから、仕組みがよく分からない。最後は「内田さんは農学部を出てるからなあ」なんて言いながら去って行く。私は誰からも畑を教わったことはないが、田舎暮らしの新参者としては、達成感がある。

一部の林学や生態学の研究者と話したり、その成果を読んだりしたとき、違和感を覚えることがある。その原因を考えると「野菜や樹木を育てた経験があるのだろうか」という疑問符に突き当たる。それは例えば、犬や猫を飼った経験のない人がペットの専門家だったら…と言えば、分かってもらえるだろうか。

だから今回は、森林に関わる学生、研究者、行政マンに「家庭菜園」を、是非ともお勧めしたい。所有者から畑を借りる交渉は、山林の集約化や施業委託を進める段取りと相通じる。できるだけ朝夕様子を見て、最高に美味しい野菜を育てよう。話は早いほうが良いから、早速、今年から始めてみてはどうだろうか。

私たちが住む集落では、高齢者が各自、家庭菜園をもっている。9年前移住したとき幼児だった息子は、保育園に通わず、毎日畑を掘り返して遊び、毎年好き

森と木の技術と文化研究所
〒048-0144 北海道寿都郡黒松内町東川167-2
Tel 0136-73-2822 携帯 080-1245-4019
E-mail : kikoride55@yahoo.co.jp

内田健一



▲幼少期から畑で育った少年は、今でも畑が大好きだ。

な野菜を自分で育てた。今は鉄の使い方や耕運機の操作もプロ級で、さすがの私も、幼少期から鍛えた感覚と、若い体力には完敗である。私は最近になって「土づくり」の意味が、少しづつ分かってきた。

黒松内全体で見ると、家庭菜園を行っている者はきわめて少数派で、私たちの集落は例外だ。町民のほとんどは介護施設や土建業、役場関連などの勤労者で、野菜はスーパーや商店で買う。親世代が土に触れた経験を持たないと、その子どもたちも土に触れる経験を持たずには大きくなる。北海道の田舎でもこの状況では、将来が不安になる。

森林は植物の集合体だから、植物の気持ちが分からないと、しっくりこない。日本の、農林業や生態に関する行政、研究、教育のプロには、自分で土を耕した経験のない者もいるだろう。そもそも、役所や大学の多くが都市に集中していて、毎日背広で通勤する者が主流派だ。日本の農林業の衰退は、こんな所にも、その原因があるのでは、と私は思う。

西洋の考え方では、今や世界共通語となった「英語」の中でさえ、文化・教養(culture)と、農業(agriculture)、造林・育林(silviculture)は、兄弟なのだ。

(うちだ けんいち)

森林航測 2 級部門を受講して

永瀬哲郎

株式会社 パスコ



私は測量士として、株式会社パスコで、各種データ処理・作成業務に従事しています。入社当初は森林情報課に配属され、森林に関連する業務を経験しました。現在は、全社的なデータ生産拠点で、主に航測関係の業務を担当していますが、その内容は多岐にわたります。衛星画像を使用した森林伐採箇所の判読や移動計測車両で取得した画像データ点検も担当業務です。

新しい分野の技術を磨く必要性を上司に説かれ、森林情報士の養成研修の受講を決めました。航測関係の業務経験があり、受講した部門も「森林航測 2 級部門」であったため、5 日間の研修を順調に消化できました。データ生産拠点での業務と関連性が高く、多種多様な測量ソフトウェアを使用してきた経験が活かされたと思います。結果として、現在の自己知識と理解度を客観的に確認する良い機会となりました。

最も印象的な研修は、肉眼立体視に焦点を当てた、反射式実体鏡による実習でした。アナログ時代から業務を続けている方々にとって、至極当然の基礎的技術です。一方で、私のように、デジタル全盛期に測量業務に関わり始めた人間にとっては、肉眼立体視や反射式実体鏡を駆使したアナログ技術の実習は新鮮な体験でした。立体視した画像はあまりにも鮮明で、現実的な映像を眺めているような錯覚に陥りました。

技術的側面でも、アナログ技術を用いた実習は、研修の中で最も価値の高いものでした。特に、立体視のもつ技術的効果については特筆すべきものがあります。立体視は、一対の連続写真と実体鏡で現地を忠実に再現することができ、空中写真に記録された情報を最大限に引き出すことができる技術です。アーカイブされた過去の撮影データにも適用可能で、汎用性も十分に優れています。立体視のもつ技術的優位点を認識できたことは大きな収穫でした。

視差を用いた立体視の原理は、紀元前 3 世紀に古代ギリシアの数学者ユーリッドが発見して、1838 年



▲ 森林土壤保全対策の調査風景

林床植生確保を目的として、試験的に植生保護柵を設置しました。

にイギリスの物理学者チャールズ・ホイートストンがステレオスコープを発明しました。IT 技術の発達により、データ処理能力は飛躍的に向上していますが、実用化されている原理は 2000 年以上の間不変です。立体視のもつ技術的優位点は、アナログ世代とデジタル世代を結ぶ普遍的な技術だと考えています。

今回の研修を受けて、今後、どのように業務に活かしていくのか、具体的な内容は定まっていません。まずは基礎的な技術を幅広く習得し、問題に対して多面的なアプローチを図ることができるように精進していきます。その過程において、私個人としては、立体視のもつ変わらない原理を大切にして業務に取り組んでいく所存です。時間とともに失われつつあるアナログ技術ですが、希少価値の高い技術継承を行う場として、本研修が業界に広く認知されれば、とても素晴らしいことです。

森林分野については初心者でしたが、研修内容の大部分が航測技術についての内容でしたので、無理なく研修期間を過ごすことができました。講師、スタッフ、事務局、そして受講者の方々は、非常に友好的で、研修期間中は大変お世話になりました。この場を借りてお礼申し上げます。
(ながせ てつろう)

GISと現場との架け橋に

田邊博朗

香美森林組合



私は高知県香美市の香美森林組合に勤務しており、地籍調査、森林境界明確化事業、森林資源調査を主な業務としています。大学で森林リモートセンシングを専攻したことがGISに触れるきっかけとなり、その後のコンサルタント会社勤務時代には貴重植物分布図や植生図の作成などでGISを利用してきました。森林組合に勤務してからは組合のGIS導入や運用管理に関わっており、職員の誰もが使えるGISを目指しています。現在の林業は、複数の所有者の山林を一体的に整備する「集約化施業」による低コスト化を求められており、これを実行するための事前計画である森林経営計画の作成が重要です。計画の作成には現地調査で得られた所有者別の樹種・樹高・直径・密度などの膨大な森林資源データを扱う必要があり、このような場面でGISが活躍しています。

今回の受講には、平成30年度から高知県立林業大学校で森林GISの現場レベルでの実践的活用に関する講義を担当することになったため、今まで独学で身に付けた技術を一度整理しておきたいということと、GISを利用した高度な解析技術を習得して、スキルアップを図りたいという2つの目的がありました。

研修は午前中に講義、午後に演習という内容で進んでいきました。講義では基本的な専門用語の理解を今までいかに疎かにしていたかを思い知られましたが、改めて勉強する良い機会となりました。演習では、今まで業務でベクタデータしか扱ったことがない自分にとって、複数のラスタデータを扱う解析は本当に苦戦しました¹⁾。基本的なラスタデータ構造の理解から始まり、解析結果のイメージを常に意識しながら作業をすることはこれまでにない経験で、一日が終わると脳をフル回転させたためか異様にお腹がすいたのを覚えています。しかし、講師の方々は解析の目的や手順を時間をかけて丁寧に説明してくださり、自分の稚拙な



森林資源調査風景

質問にも逐次答えてもらえたので、なんとか投げ出さずに完走できました。演習で学んだ路線計画作成、搬出可能材積集計、林地生産力図作成、CS立体図作成は、林業の最前線で活動する森林組合での意思決定や合意形成にとても有効であると感じました。

自治体における森林GISの導入は、ほぼ完了していると思いますが、森林組合や小規模林業事業体への導入率は、まだまだ低いと言わざるを得ません。森林境界や資源情報といった重要な情報が「ベテラン職員の頭の中」だけにあり、組織内で共有されていないことも多いのではないかでしょうか。しかし、近年は森林組合の合併が急速に進み、対象管内が複数市町村にまたがることも増えており、そのような場合にこそ森林GIS導入の効果が大きくなると考えています。戦後造林された森林が成熟期を迎えるこの時期に、施業の効率化を目指して森林GISを新規導入する森林組合に、今後は森林情報士として適切なアドバイスをしていたらと考えています。とはいえ、森林組合はあくまで現場で働く技術員がメインであり、我々職員も現場に足を運んでナンボです。そのことを常に意識しつつ、最先端の森林GISと現場を繋ぐ橋渡しができればいいなと考えています。

(たなべ ひろとし)

1) ベクタデータは、現実世界に存在する地物（目に見えないものを含む）を「ポイント（点）」「ライン（線）」「ポリゴン（面）」の3つの要素で表現したもので、ラスタデータは、行と列の格子状（グリッド状）に並んだセル（ピクセル）で構成したもの。

BOOK
本の紹介

KEMURI PRO. 著

阿里山森林鉄道

Alisahan Logging Railroad 1966～1968

発行所：南軽出版局 <http://nankaru.info>
発行所サイトに記載の書店・模型販売店等でお買い求めになれます。
2017年10月発行 A4変形 144頁
定価（本体2,900円+税）（ISBNなし）

阿里山森林鉄道は、台湾の中部山岳地に建設された延長72km、標高差2,244mに及ぶ壮大な木材輸送用の路線です。既に木材輸送は行われていませんが、現在も観光用の列車が運行されています。

本書は、副題にあるように1966年から1968年にかけて当地を訪ねた記録です。探訪記の形をとっていますが、シェイ式蒸気

機関車を被写体とした膨大な写真による写真集ともいえます。その多くは叙情豊かで芸術性の高いもので、また、様々な車両の紹介や当時のダイヤグラムの掲載など資料的価値も高く、集材機の記録など林業関係者にとっても興味深い内容が盛りだくさんです。

本書の著者である「けむりプロ」という名には馴染みがない方も多

いかも知れませんが、その筋では憧れの存在です。慶應義塾大学鉄道研究会を母体とした集団で、1960年代後半からのナローゲージ鉄道研究を主体とした活動で知られています。本書は、いわば専門家集団による珠玉の一冊です。

対象としたシェイ式蒸気機関車は、米国ライマ社が急勾配、急カーブ用に製作したもので、シリンドラが垂直に置かれ、駆動力を傘型のギアで動輪に伝えるものです。我が国初の森林鉄道である津軽森林鉄道でも1両が導入されました。なお、この機関車は阿里山で試験走行後に津軽入りしたと言われているように、阿里山森林鉄道との縁は深いものがあります。着工年も同じ1906年でした。

また、津軽森林鉄道の建設を担

●緑の付せん紙●

2018 ミス日本 みどりの女神 竹川智世さん
日林協を表敬訪問

2018年1月15日に開催された「第50回ミス日本コンテスト2018」において「2018ミス日本みどりの女神」に選ばれた竹川智世さんが、2月22日に当会を訪問されました。「ミス日本みどりの女神」は、林野庁及び国土緑化推進機構が、ミス日本コンテスト事務局と連携

して2015年から選出・任命を始めたもので、日本の木の文化、緑や木の重要性などをわかりやすく発信する役割を担い、植樹祭・育樹祭などの森林・林業関係行事等に毎年出演・活動しています。

4代目「ミス日本みどりの女神」となる竹川さんは、和歌山県生ま

れの20歳。自然が身近な環境で森と木に親しみながら育ちました。

2月20日には農林水産省『みどりの広報大使』にも任命され、これから1年間、全国各地の森林・林業関連等の多くのイベントで、活躍が期待されています。

（文・写真：一 正和）



写真
当日の訪問の
様子など



った青森大林区署土木主任技師の二宮英雄は、1911年、阿里山森林鉄道建設を指揮した東京帝国大学森林利用学初代教授となる河合鉢太郎博士に招聘され台湾に渡っています。二宮は、翌年、二萬平で倒木の枝が頭部に飛来し殉職しますが、津軽、阿里山両森林鉄道に大きな足跡を残しました。

このように、本書は我が国の森林土木史を知る上でも貴重な記録であるといえましょう。

(アジア航測／矢部三雄)



○みちかな樹木のえほん 編：国土緑化推進機構 絵：平田美紗子 発行所：ポプラ社 (Tel 03-3357-2215) 発行：2018年4月 A4変形 143頁 定価（本体2,500円+税）ISBN 978-4-591-15821-0

○生物学者、地球を行く まだ知らない生きものを調べに、深海から宇宙まで 編：日本生態学会 北海道地区会 責任編集：小林真・工藤岳 発行所：文一総合出版 (Tel 03-3235-7341) 発行：2018年4月 A5判 228頁 定価（本体1,800円+税）ISBN 978-4-8299-7107-9

○林業改良普及双書 No.187 感動経営 林業版「人を幸せにする会社」—長寿企業に学ぶ持続の法則 編：全国林業改良普及協会／林業改良普及双書 No.188 そこが聞きたい 山林の相続・登記相談室 著：鈴木慎太郎／林業改良普及双書 No.189 続・椎野先生の「林業ロジスティクスゼミ」IT時代のサプライチェーン・マネジメント改革 著：椎野潤 発行所：全国林業改良普及協会 (Tel 03-3583-8461) 発行：2018年3月 新書判 184頁／232頁／224頁 定価（本体1,100円+税）ISBN 978-4-88138-354-4／978-4-88138-355-1／978-4-88138-356-8

○植物 奇跡の化学工場 光合成、菌との共生から有毒物質まで 著：黒柳正典 発行所：築地書館 (Tel 03-3542-3731) 発行：2018年3月 四六判 216頁+口絵4頁 定価（本体2,000円+税）ISBN 978-4-8067-1554-2

○五感で調べる 木の葉っぱずかん 著：林将之 発行所：ほるぶ出版 (Tel 03-6261-6691) 発行：2018年3月 A4変形 132頁 定価（本体3,800円+税）ISBN 978-4-593-58766-7

○森林科学シリーズ1 森林の変化と人類 編：中静透・菊沢喜八郎／森林科学シリーズ3 森林と災害 編：中村太士・菊沢喜八郎／森林科学シリーズ7 森林と土壤 編：柴田英昭／森林科学シリーズ8 森林と物質循環 編：柴田英昭 発行所：共立出版 (Tel 03-3947-2511) 発行：2018年3月 A5判 268頁／248頁／262頁／212頁 定価（本体3,300円+税）ISBN 978-4-320-05817-0／978-4-320-05819-4／978-4-320-05823-1／978-4-320-05824-8

○耐震木造技術の近現代史 伝統木造家屋の合理性 著：西澤英和 発行所：学芸出版社 (Tel 075-343-0811) 発行：2018年3月 A5判 432頁 定価（本体6,000円+税）ISBN 978-4-7615-4093-7

○地域資源を活かす 生活工芸双書 桐 著：八重樫良暉・猪ノ原武史・五十嵐馨ほか 発行所：農山漁村文化協会 (Tel 03-6459-1131) 発行：2018年2月 B5判 136頁 定価（本体3,000円+税）ISBN 978-4-5401-71178

01

林業技士・森林情報士の受講生を募集します

●林業技士（養成研修各部門）の申込受付期間は、5/1（火）～6/30（土）、森林情報士（各部門）は、5/1（火）～6/15（金）です。詳細は、当協会Webサイトをご覧下さい。

02

会員の登録情報変更について

●異動・転居に伴う会誌配布先等の変更については、《情報変更フォーム》にて行えます。当協会Webサイト《入会のご案内》→《入会の手続き》→《情報変更フォーム》にてご登録下さい。

なお、情報変更に必要な会員番号は会誌をお届けしている封筒の表面・宛名の右下に記載しています。

お問い合わせはこちら → mmb@jafta.or.jp (担当:吉田功)

03

協会のうごき

●人事異動

【平成30年3月31日付け】

定年	東北事務所長	工藤公也
退職	事業部技師	大久保敏宏
委嘱期間満了	森林認証室主任研究員（委嘱）	柏木治美

【平成30年4月1日付け】

採用	事業部技師補、指定調査室兼務	木村純也
採用	事業部技師補、指定調査室兼務	宮川真央
採用	事業部専門調査員（委嘱）	安間勇樹
命	東北事務所長（委嘱）、指定調査室兼務	今井啓二

04

北海道事務所移転のご案内

●日林協の北海道事務所が平成30年4月1日付で以下に移転しました。

【新住所】日本森林技術協会 北海道事務所

〒064-0821 北海道札幌市中央区北1条西20丁目3-26

岸本ビル4階

TEL 011-676-7168 FAX 011-676-7169 ※TEL・FAXともに変更

Contact

●会員事務／森林情報士事務局

担当:吉田(功)

Tel 03-3261-6968

✉: mmb@jafta.or.jp

●林業技士事務局

担当:高 Tel 03-3261-6692

✉: jfe@jafta.or.jp

●本誌編集事務

担当:一, 馬場

Tel 03-3261-5518

(編集) ✉: edt@jafta.or.jp

●デジタル図書館／販売事務

担当:一 Tel 03-3261-6952

(図書館) ✉: dlib@jafta.or.jp

(販売) ✉: order@jafta.or.jp

●総務事務（協会行事等）

担当:見上, 関口, 佐藤(葉)

Tel 03-3261-5281

✉: so-mu@jafta.or.jp

●上記共通 Fax 03-3261-5393

会員募集中です

●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等をお伝えする『森林技術』を毎月お届けします。また、森林・林業関係の情報付き「森林ノート」を毎年1冊配布しています。その他、協会販売の物品・図書等が、本体価格10%offで購入できます。

編集後記

mntn

樹木はその成長に時間がかかるため、育種の現場では多くの時間と手間をかけ品種の開発等が行われてきました。そして、花粉発生源対策の取組は、林野庁、都道府県、苗木生産業者、造林に携わる林家や事業者と、多くの人の尽力によって進められています。くしゃみをする傍ら、そういう方々の苦労にも思いを馳せ、「伐って使う、植える」の一端を担うことを考えたいと思います。

森林技術 第913号 平成30年4月10日 発行

編集発行人 福田 隆政 印刷所 株式会社 太平社

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

〒102-0085 TEL 03(3261)5281(代)

東京都千代田区六番町7 FAX 03(3261)5393

三菱UFJ銀行 麻布中央支店 普通預金 0067442

郵便振替 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〕

土と水と緑の技術で社会に貢献します。



コンサルティング

斜面防災／河川・砂防・海岸
治山・林道／地盤環境
環境・緑化／維持管理／海外事業

工事・施工管理

地すべり防止工事／斜面・法面工事

技術・開発

斜面防災技術／土質試験技術
緑化関連技術／防災情報管理技術
GIS 関連技術／シミュレーション技術
防災教育教材

ISO 9001 登録



国土防災技術株式会社

URL : <https://www.jce.co.jp/>

本社 : 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目18番5号
TEL (03) 3436-3673 (代) FAX (03) 3432-3787

平成 30 年度 年会費納入のお願い (一社)日本森林技術協会

会員の皆様には、ますますご清祥のこととお喜び申し上げます。

平成 30 年度の年会費納入時期が近づいてまいりましたので、ご案内致します。

「払込取扱票」を、会誌とは別便にて平成 30 年 5 月初めに、お送りさせて頂きますので、これにより会費納入方よろしくお願ひ致します。本票使用の場合、**払込手数料が不要**です。また、郵便局だけでなく**コジビニ**もご利用になります。

なお、銀行口座から「自動引き落し」の手続きをされている方については、**5月末に引き落し**の予定です。

会費の期間

平成 30 年度分

(平成 30 年 4 月～翌年 3 月)

前年度会費が未納の方については、未納分が合算された払込票をお送りします。

年会費

- 普通会員 3,500 円
- 学生会員 2,500 円
- 終身会員 1,000 円
- 団体会員 6,000 円
(一口当たり)

振込期限

5 月 31 日 (木) まで

お問い合わせ

管理・普及部 (担当: 吉田功) TEL 03-3261-6968 E-mail : mmb@jafta.or.jp

※お問い合わせの際は、会員番号を明示願います。



- ▶ 森林クラウドってなに?
- ▶ 活用事例レポート
- ▶ 公開版森林クラウド(無料)
- ▶ ヘッドラインニュース
- ▶ 各県版森林クラウド
- etc...

●『森林クラウドの歩みとこれから(最終回?)』の巻

羅森盤の案内人
「モニリンちゃん」



「活用事例レポート」
4コマつきで更新中!

3月23日 森林クラウドの
歩みとこれから(最終回?)

2月23日 広葉樹林化
への道

2月1日 いよいよ始まる。
森林環境税。

羅森盤



【連絡先】(一社)日本森林技術協会内 森林クラウド事務局
E-mail:fore_cloud@jafta.or.jp

『森林ノート 2018』のご案内

(一社)日本森林技術協会

2018年版・森林ノートを販売しています。ぜひ、ご利用ください。

カレンダー機能や森林・林業関係の情報が付いたシンプルなノートです。

なお、普通会員の方には1冊、団体会員には一口あたり2冊を無料でお届けしています。

※「森林技術12月号」に同封して送付しています。会員登録ではなく「年間購読」の方は送付対象外です。ご了承ください。

- 2018年1月～2019年3月までのカレンダーと、月・日別の「予定表」を掲載しています。
簡易なスケジュール帳としてご利用いただけます。ノート部分は、シンプルさが好評な罫線頁です。
- 判型 A5判
- 林野庁、都道府県林業関係部課、都道府県林業試験・指導機関、公立・民間林木育種場、
森林・林業関係学校一覧、森林総合研究所、中央林業関係機関・団体などの連絡先の資料も充実。
- 森林・林業に関する資料も、毎年更新して掲載しています。

ご注文

販売担当へFAX → FAX 03-3261-5393 (TEL 03-3261-6952)

冊数・お送り先・ご担当者名・電話番号・会員割引有無・ご請求者宛名等を明記の上、

ファクシミリで本会販売係宛にお申し込みください。●価格:1冊500円(税、送料別)

当協会Webサイトに掲載の注文書もご活用ください。



森林科学シリーズ

2018年3月刊行開始!

■森林科学シリーズ1

森林の変化と人類

中静 透 編
菊沢喜八郎

A5判・並製・268頁
定価(本体3,300円+税)

森林の
変化と人類

Series in
Forest Science

1

現在の森林科学における、各分野の到達点!!
いま、森林で何が起きて いるのか?

■森林科学シリーズ3

森林と災害

中村太士 編
菊沢喜八郎

A5判・並製・248頁
定価(本体3,300円+税)

森林と
災害

Series in
Forest Science

3

■森林科学シリーズ7

森林と土壤

柴田英昭 編

A5判・並製・262頁
定価(本体3,300円+税)

森林と
土壤

Series in
Forest Science

7

■森林科学シリーズ8

森林と物質循環

柴田英昭 編

A5判・並製・212頁
定価(本体3,300円+税)

森林と
物質循環

Series in
Forest Science

8

——続刊テーマ——

- 2巻 森のつくられた—社会構築物としての自然—
..... 生方史数・内藤大輔・百村帝彦 編
4巻 フォレスト・プロダクツ 林 知行・高田克彦 編
5巻 森林と水 三枝信子・柴田英昭・高梨 聰 編
6巻 森林と地球環境変動 三枝信子・柴田英昭 編
9巻 森林と昆虫 滝 久智・尾崎研一 編
10巻 森林と菌類 升屋勇人 編

- 11巻 森林と野生哺乳類
..... 小池伸介・山浦悠一・滝 久智 編
12巻 森林と文化—森とともに生きる民俗知のゆくえ—
..... 蟹原一平・斎藤暖生・生方史数 編
13巻 グローバル森林管理における
市場メカニズムの拡大と地域住民
..... 内藤大輔・生方史数・百村帝彦 編

※書名などは予告なく変更される場合があります。



「森林科学シリーズ」のより詳しい情報は弊社HPでご覧頂けます。

森林科学シリーズ 共立出版

検索



共立出版株式会社

〒112-0006 東京都文京区小日向4-6-19 営業部 03-3947-9960 FAX 03-3947-2539

<http://www.kyoritsu-pub.co.jp/>

facebookもあります。

環境計測、

この一手。

昭和三十一年四月十日発行
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

第九一三号

定価
（本体価格
五四五円
五四五円）
（余賣の購読料は会員に含まれています）
送料七〇円

小型軽量シンプル記録計

TAMA Pod



主な特長

- 小型・軽量：H120×W65×D17mm（突起部は除く）・160g
- SDカードを挿入すると自動的に計測開始
- UP・DOWN・ENTER の 3 個のボタンだけで簡単操作
- データはSDカードにCSVファイルで直接書き込み
- 電源はアルカリ単三電池 2 本
- 脱着式コネクターでセンサと簡単接続
- 25～+60°Cの耐環境性能

AQUA アクア

水圧式水位観測装置

¥203,040(本体価格 ¥188,000)

- 精度：0.1%F/S センサ
- 分解能：1mm (1.75m、10mレンジ)
1cm (20mレンジ)

【付属品】

水圧式水位計

KDC-S10-S-TM/N
30mケーブル付



LLUVIA ジュビア

積算雨量観測装置

¥73,440(本体価格 ¥68,000)

- 【別売品】
- 雨量計
KDC-S13-R1-502



PT ピーティー

白金測温抵抗体用記録装置

¥73,440(本体価格 ¥68,000)

- 精度：0.2°C
- 分解能：0.01°C

【別売品】

白金測温抵抗体 KDC-S03



UAVの新しいパートナー参上



主な特長

- 軽量 コンパクト (1kg 以下)
- 測距範囲 250m
- 正確な三次元座標を取得
- 高コストパフォーマンス
- 高環境性 (IP67)
- 簡単操作

2Dスキャナー
PS250-90 LW for UAV

PS250-90LW OPEN 価格

タマヤ計測システム 株式会社

〒140-0013 東京都品川区南大井6-3-7 TEL03-5764-5561(代) FAX03-5764-5565
Eメール sales@tamaya-technics.com ホームページ <http://www.tamaya-technics.com>