

# 森林技術



《論壇》ニュージーランドの自然環境と災害

／植村善博

《特集》ニュージーランドの自然と林業

／松木法生／中田了五／小坂香織

●知っておきたい／中北 理 ●連載 森林再生の未来 21 ／清水建設(株)

●報告／高橋さやか ●会員の広場／関 憲一郎

2016

No. 887

2

TOKKOSEN

野生動物による樹木の剥皮被害防止にお役立て下さい

# リンロン<sup>®</sup>テープ

トウモロコシ等の植物から生まれた生分解樹脂で作りました。



★剥皮防除資材として10年の実績有します。

★ リンロンテープを1巻使用する事でおよそ400g\*のCO<sub>2</sub>を削減できます。\*参考値

(PP及びPEテープを使用したときと比較して)

★ 5年前後で分解するためゴミになりません。

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@tokoksen.co.jp](mailto:forestagri@tokokosen.co.jp)

NEW!

RECONYX  
SEE WHAT YOU'VE BEEN MISSING.



XR6 (ノーグロー(不可視光)タイプ)



WR6 (白色LEDタイプ)

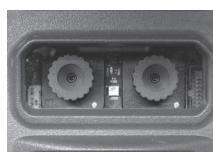
XR6とWR6は、音声付HD動画撮影や液晶モニタなど、便利な機能を備えたReconyx(レコニクス)社の自動撮影カメラです。

## 特徴

- ・音声付HD動画撮影
- ・昼・夜それぞれに特化した専用レンズ
- ・2.4インチの大型モニター搭載
- ・静止画+動画撮影可能
- ・タイムラプス撮影可能

昼・夜専用レンズ搭載 / 音声付 HD 動画撮影

自動撮影カメラ **XR6 / WR6**



【昼・夜専用レンズ搭載】

昼夜それぞれに特化したカメラレンズを搭載し、より綺麗な画像を撮影することが可能となりました。



【設定しやすい液晶モニタ】  
2.4インチ液晶モニタ搭載により操作が簡単になりました。

ノーグロー(不可視光)と白色LEDで選べるフラッシュタイプ

XR6 (ノーグロー(不可視光)タイプ)



or

WR6 (白色LEDタイプ)



夜間撮影時は白黒。  
動物の目には見えない赤外線(IR)

夜間撮影時はカラー。  
白色LEDが発光し撮影します。

GIShop  
ジーアイショップ

<http://www.gishop.jp>  
Email info@gishop.jp

無料カタログ請求・お問い合わせ

GIShop (ジーアイショップ)

ジーアイショップ

検索

通話  
無料

0800(600)4132

〒071-1424 北海道上川郡東川町南町3丁目8-15 TEL 0166(73)3787 FAX 0166(73)3788  
株式会社 GI Supply (ジーアイサプライ)

# 森林技術 No.887 —— 2016年2月号

## 目 次

論 壇	ニュージーランドの自然環境と災害	植村善博 2
特 集	ニュージーランドの自然と林業	
	ニュージーランド林業俯瞰～現状と課題～	松木法生 8
	ニュージーランドの林木育種	中田了五 12
	個人投資家による小規模林業経営 —林業投資会社によるパートナーシップ造林を中心に	小坂香織 16
連 載	菊ちゃんの植物修行Ⅱ 舊闘的ジャーニー 6 J博士の覚醒 ～コメツガ蒐集・実践編～	菊地 賢 20
連 載	山を考える日々 ④ 権現山のオオシマザクラ	宮本良治 22
統計に見る日本の林業	優良種苗の安定供給	林野庁 23
技術者コーナー	22. オルソフォトの仕組みと注意点	中北 理 24
連 載	産業界とともにめざす森林再生の未来 第21話 清水建設株式会社 伝統木造建築の長寿命化への取組	福本敦子 26
報 告	落葉広葉樹の葉の展開と道管の形成時期の関係 —樹木の適応様式の違いを探る—	高橋さやか 28
会員の広場	林業事業体の機械化に伴う設備投資の諸要素の統合的理解 ～トータルコスト曲線の数値例による分析	関 憲一郎 32
本の紹介	林政学講義	立花 敏 36
鉄道林～その歴史と管理技術～		小山泰弘 36
ご案内等	愛媛大学大学院（ユニーク課程）6／行事案内 7／羅森盤通信 7／木の建築フォラム（板倉構法講習会）22／新刊図書紹介 37／協会からのお知らせ 38	



〈表紙写真〉

『プカキ湖とマウント・クック』（ニュージーランド南島・プカキ湖） 小坂香織氏 撮影

マウント・クック（写真左奥）へ向かう途中のプカキ湖で12月に撮影（現地は夏）。湖周辺の晴天率は高いが、マウント・クックは雲に覆われていることが多い。ミルキーブルーに輝く湖の色は、氷河で削られた周辺の岩石が溶け出したことに由来している。ニュージーランドの代表的な風景の一つで、周辺の星空の美しさも世界的に有名。（撮影者記）

## ニュージーランドの自然環境と災害

佛教大学歴史学部歴史文化学科 教授  
〒603-8301 京都市北区紫野北花ノ坊町96  
Tel 075-491-2141 Fax 075-493-9040  
E-mail : uemura@bukkyo-u.ac.jp

京都府生まれ。1971年立命館大学大学院地理学専攻修士課程修了、1993年より佛教大学に勤務、博士（文学）。専門分野は自然地理学。ニュージーランド学会会長。著書に『京都の地震環境』（1999年ナカニシヤ出版）、『比較変動地形論』（2001年古今書院）、『ニュージーランド・アメリカ比較地誌』（2004年ナカニシヤ出版）、『京都の治水と昭和大水害』（2011年文理閣）、『環太平洋地域の地震災害と復興』（2015年古今書院）など。

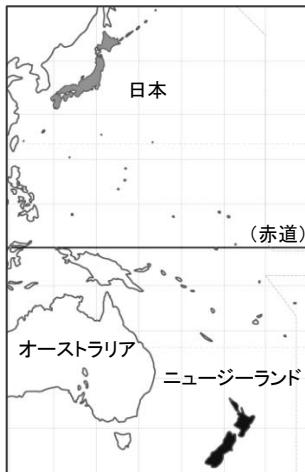


うえ むら よし ひろ  
**植村 善博**

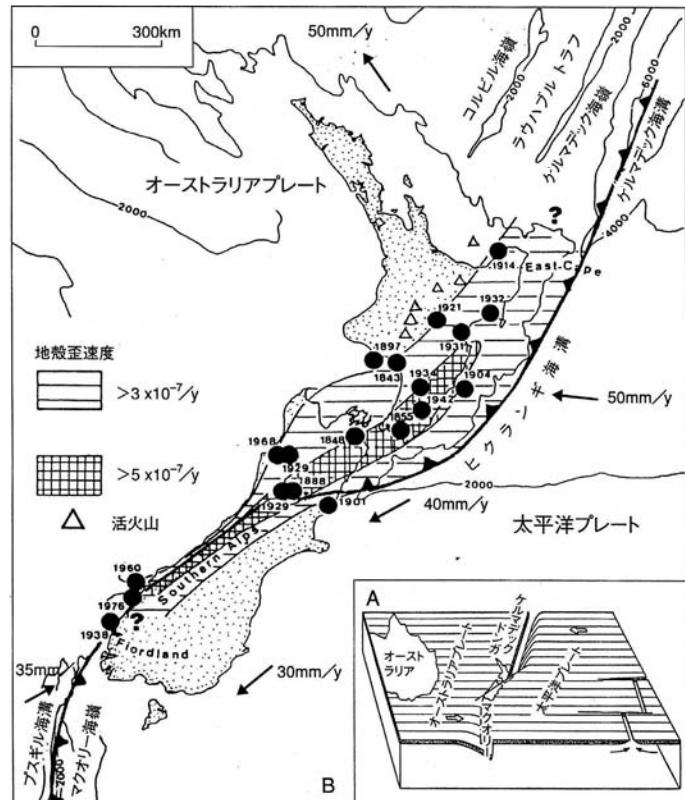
### ●自然環境の特徴

ニュージーランドは面積約27万km<sup>2</sup>、人口450万人の小国である。北島と南島からなり、牧畜を中心に農林水産物が輸出の8割を占める農牧国である。1769年にクックにより発見され、1840年にイギリスの直轄植民地となって以後多数の移民が入植した。1947年に英連邦の1つとして独立した新しい国でもある。白く長くなびく地という意味を持つアオテアロアの国とも呼ばれる。しかし、南太平洋の小国ながら強い存在感を持つ理由はなんだろう？それは徹底した非核政策や行政・経済の合理化と改革、手厚い福祉や先住民マオリへの施策、そして自然保護の重視などが世界的に注目されているからだ。日本と同じく太平洋西縁の中緯度に位置するニュージーランド（図①）の自然環境の特色を整理してみよう。

1) 約1,500万年前から始まったカイコウラ造山によって海中から隆起して形成された孤島で、太平洋とオーストラリアの海陸両プレートの境界に位置し活動的変動帯に属する（図②）。このため、地殻変動が活発で山地や丘陵が多く、平野の面積は1割にすぎない。北島では太平洋プレートが年5cmの速度でヒクランギ海溝から沈み込んでいる。このため、日本と同じ島弧を形成し東から西へ付加体斜面、前弧盆や隆起帯、タウポ火山帯が南北に帯状配列をしている。南島では太平洋・オーストラリア両プレートがトランスフォーム断層のアルパイン断層を境に衝突しつつずれる境界を形成している。このため、高度3000m以上の急峻な山脈をなすサザンアルプスが約1,000kmにわたって発達する。



▲図① ニュージーランド位置図



▲図② ニュージーランドのプレート境界 (A),  
地殻歪速度と歴史地震の震央 (B)

Walcott, 1981, The Royal Society of New Zealand Miscellaneous Series 5 に加筆

2) オーストラリア大陸から 1,700km 以上離れているため、典型的な西岸海洋性気候が支配的である。年平均気温約 13°C、降水量約 900mm、年間を通じて気温と降水量の変化が少なく温和かつ湿潤であり、樹木や牧草の生育に適している。強い偏西風に支配され、中央部を南北に走る脊梁山脈により風上側の西海岸では不安定な天気で雨量が比較的多く、羊や牛の牧畜の中心をなす。風下の東海岸では晴天の多い乾燥した気候となる。ここでは果樹や野菜の栽培が盛んであるが、時には旱魃の被害が発生する。自然植生は北島を例にとれば、高度 600m 以下が暖温帯湿潤林で、トタラ、リム、タワ、カウリなどの樹木からなる。高度 1200m までがシルバービーチ（ブナ）を中心とする冷温帯林、これ以高は亜高山帯の低木とタソックの草原となる。

3) ニュージーランド最大の魅力は雄大で手つかずの自然景観であろう。国土の 3 分の 1 にあたる 9 万 km<sup>2</sup> が国立公園や森林公園、自然保護区として保全されている。また、自然保護省によるきめ細かな管理と利用者へのサービスも徹底している。1887 年に世界で 2 番目に国立公園に指定されたトンガリロや 1.2 万 km<sup>2</sup> に達する最大のフィヨルドランドの国立公園は有名である。とくに、南島のサザンアルプス西側は多雨地帯をなすため多くの氷河が低地にまで流れ下っており、海岸付近まで達するフォックス氷河やフランツヨゼフ氷河は氷河観光の中心である。しかし、温暖化の影

響をまともに受け、近年は氷河の後退が年間で約45mにも達するほどだ。また、世界遺産として著名なミルフォードサウンドや神秘的なダウトフルサウンドに代表される入り組んだフィヨルド海岸線が発達している。一方、山脈東側にはテ・アナウ、ワカティプ、ワナカ、テカポなどの細長い氷河湖が多数分布し、保養地と水力発電のメッカをなす。これらは後氷期の氷河後退により形成されたモレーンが谷を堰き止めた湖である。山脈の東西で全く対照的な氷食地形が発達する点はおもしろい。

4) 先住民のマオリは南太平洋に分布するポリネシア系民族で、1300年頃にカヌーで移住してきたと推定される。北島に集住し、河岸や森林内でタロイモやサツマイモ等の焼畑栽培と漁労、豚などの飼育を行っていた。1840年以降、イギリスを中心に白人の入植が本格化、マオリとの土地をめぐる紛争が深刻化していった。マオリ戦争に勝利した白人はマオリの土地を占有し、原生林を伐採して牧場を開いていった。このため、裸地化した山地や丘陵の侵食が急激に進むことになり、海岸には大規模な砂丘が発達するようになった。

## ●くり返される自然災害

ニュージーランドは変動帯に属するため山地と河川は急傾斜であり、火山や地震活動が活発である。そして、地すべりや崩壊、土砂災害や洪水、火山噴火、地震などが頻発する自然災害の多発国でもある。100人以上(日本の人口比で約2,500人に相当)の犠牲者が生じた大災害は次の4件で、火山と地震に関わる各2件がある。

① **1886年6月10日 タラウエラ火山の噴火**：タウポ火山帯での大規模な噴火により山麓の集落が噴出物により埋没し死者は153人に達した。火山灰は1.6万km<sup>2</sup>の範囲に降り、厚さ1m以上の範囲は21km<sup>2</sup>にも及ぶ。ルアペフやナウルホエの火山噴火は頻発している。

② **1931年2月3日 ホークスベイ地震**：北島東海岸を中心にマグニチュード7.8の直下型地震が発生した。地方中心都市であったネーピアとヘイスティングスが地震動と火災により大被害を受けた。死者は史上最大の258名に達する。

③ **1953年12月24日 ルアペフ火山の土石流**：北島最高峰ルアペフ山頂の火口湖から溢流<sup>いつりゅう</sup>水が激流となって流下し、タンギワイ付近の鉄道用鉄橋を破壊した。その後にクリスマスイブで混み合った列車が通過して川に墜落し、子どもや女性を中心に151名が亡くなっている。

④ **2011年2月22日 クライストチャーチ地震**：前年9月4日のダフィールド地震(マグニチュード7.2)発生以後、本地域では余震活動が急激に活発化していた。2月22日の地震はマグニチュード6.3と大きくはないが、都市直下で発生しつつ9月から頻発した地震動により建物の累積疲労とが重なって主要な建築物が多数倒壊した。昼休み時間帯に発生したため、都心部を中心に185名が死亡。語学学校で学ぶ日本人28名も犠牲となって大きな衝撃を与えた。

▼表① 1840～2015年間の主要な地震

発生年月日	地震名	M	震源深度	断層運動の性質	死者
1848年10月16日	マールボロ	7.1	浅い	横ズレ	3
1855年1月23日	ワイララパ	8.2	浅い	逆断層 / 横ズレ	5
1888年9月1日	北カンタベリー	7.3	浅い	横ズレ	—
1929年1月16日	マーチソン	7.8	9km	逆断層	17
1931年2月3日	ホークスベイ	7.8	15km	逆断層 / 横ズレ	258
1934年3月5日	パヒアツア	7.6	30km	横ズレ	—
1942年6月24日	ワイララパ	7.2	12km	横ズレ	—
1968年5月24日	イナンガファ	7.1	10km	逆断層	3
1973年1月5日	ノースアイランド	7.0	173km	沈み込帯スラスト	—
1987年3月2日	エッジカム	6.1	6km	正断層	6
2009年7月15日	フィヨルドランド	7.8	12km	逆断層	—
2010年9月4日	ダフィールド	7.1	10km	横ズレ	—
2011年2月22日	クライストチャーチ	6.3	5km	逆断層 / 横ズレ	185

## ●深刻な地震災害と特徴

ニュージーランドではM7クラスが10年に1回、M8クラスの巨大地震では100年に1回という頻度で発生しており、地震災害への対応が最も重要視される。前掲図①から北島のルアヒネ・タラルア・リムタカなどの脊梁山脈とその周辺、南島のサザンアルプス山脈の周辺で地殻歪速度が最も大きいことがわかる。ニュージーランドを縦走する圧縮歪集中帯は活断層の密集地域と一致し、歴史時代（白人入植以降約170年間）の被害地震の大部分がここで発生している。一方、北島中央部のタウポ火山帯ではマグマ上昇に伴う東西方向の伸張作用が支配的である。このため、正断層が密集する地溝帯を形成し、1987年にはM6.1の被害地震を発生させた。表①の年表は主な被害地震を整理したものである。以下ではこれに従って主な地震と被害の特徴について述べる。

① **1855年 ワイララパ地震 (M8.2)**：ニュージーランド史上最大規模の地震といわれる。リムタカ山脈東縁の活断層が約140kmにわたって活動したため強い揺れがワイララパ地方を襲い大被害を出した。山地崩壊が生じて川を堰き止め、後に崩壊してマオリ集落が流出して死者が出た。ウェリントンではレンガづくりの商業建物が破損、多数の煙突が落下した。死者は5～9名。ウェリントンでは約1m隆起したため港が使用不能になったが、海底が新たな土地として利用され現在では中心市街地に変貌している。

② **1929年 マーチソン地震 (M7.8)**：南島北東部の山間地に強い地震動が襲い、ブラー川では縦ずれ3m、左ずれ2.5mの断層変位を生じた。木造家屋は傾き大きな被害が出た。無数の地すべりや斜面崩壊が発生し、死者17名のうち14名はこれに巻き込まれたものだった。マルイア谷でも地すべりが発生、川の流路が変更し新流路の下刻作用でマルイア滝を形成するようになった。

③ **1931年 ホークスベイ地震 (M7.8)**：北島東部、ネーピア北方で長さ90kmの逆断層が活動した。その結果、幅17kmのドーム状の変形が生じ、ネーピアとヘイス

ティン gs の中心市街地が かいめつ 潰滅的な被害を受けた。死者はネーピア 162 名（死亡率 1.0%）ヘイステイン gs 93 名（死亡率 0.9%）であった。ネーピアでは直後に火災が発生し、中心商業地区が がれき 瓦礫と化した。直後に市民からなるボランティア組織が救援や緊急対応にあたった。約 1 ヶ月後、政府はホークスベイ復興委員会を設置し、強い権限と資金を与えていた。このため、耐震・耐火の鉄筋コンクリートビルが奨励され、ビルのデザインもアールデコ様式を中心とする新都市に復興させた。また、建築基準の引き上げや国が運営する地震保険制度を創設している。

④ **1987 年 エッジカム (M6.1)**：タウポ火山帯の東海岸付近で発生した。規模は大きくないが、死者 6 名、広い範囲で商業ビルや住宅に被害が出た。また、パルプ製材、ミルクなどの工場施設に大きな被害が発生、被害総額は 136 百万ドルに達する。

⑤ **2010 年 ダフィールド地震 (M7.2)**：カンタベリー平原北西を震源とする地震。早朝であったため奇跡的に死者はなくクライストチャーチ市のレンガや石造建物（教会など歴史的建造物）が多数倒壊した。翌年 2 月の地震では多数の死者と建物被害とが発生した。とくに、東部の低地帯では液状化による深刻な被害が広域的に発生した。このため、政府は住宅不適切地域に指定し、約 6,000 戸の宅地買収を行い約 1.5 万人の住民を強制移動させた。これは世界史上でも特筆される政府の強い方針を実現したものとなっている。

## ●おわりに

ニュージーランドの歴史は自然災害との闘いでもあった。強力な復興機関の設置と実行力、総合的な災害保険に進化した国が管理する地震保険制度など注目すべきものが多い。

[完]

### 《参考文献》

- Conly, G. (1980) The shock of '31-The Hawke's Bay Earthquake-, Reed.  
Downes, G.L. (1995) Atlas of isoseismal map of New Zealand Earthquakes, IGNS Science Monograph11.  
植村善博 (2004)『図説ニュージーランド・アメリカ比較地誌』ナカニシヤ出版.  
青柳まちこ編 (2008)『ニュージーランドを知るための 63 章』明石書店.  
植村善博 (2015)『環太平洋地域の地震災害と復興』古今書院.

## 愛媛大学大学院農学研究科のユニーク課程

- 森林環境管理学サブコース [修士課程] ●森林環境管理学リカレントコース [特別課程]
- 文部科学省職業実践力育成プログラム (BP) に認定された日本で唯一の大学院レベルの林業教育です。リカレントコースは社会人に川上から川下までの新しい知識と技術をアップデートしていただくもの。
- 第一線で活躍する講師陣、必要な様々な技術・知識を習得、先端の技術に触れる、インターンシップもできて安心、課題研究と修士号授与。現在、両コースともに平成 28 年度大学院生と受講生募集中です。ぜひご検討ください。※詳しくは <http://morinokuni.agr.ehime-u.ac.jp> をご覧ください。

## 行事案内

### ●平成 27 年度 林業機械化推進シンポジウム—林業の成長産業化と求められる作業システム

- \*主 催：林野庁、(一社)フォレスト・サーベイ
- \*日 時：平成 28 年 2 月 19 日（金）、11:00～15:45（開場 10:30）
- \*会 場：国立オリンピック記念青少年総合センター カルチャー棟 大ホール
- \*参加費：無料（但し要事前申込み） \*定 員：300 名
- \*申込先：フォレスト・サーベイの①ウェブサイト (<http://www.f-survey.jp>) 上のフォームから。または、  
②開催案内裏面の申込書（①のサイトに有）に記入し Fax 03-6737-1298 へ送信
- \*問合先：(一社)フォレスト・サーベイ (Tel 03-6737-1297 E-mail : [romou@f-survey.jp](mailto:romou@f-survey.jp))

### ●間伐・薪作り体験（森作りワークショップ「間伐」）

- NPO 法人山屋の女性メンバー達「ナナ」が、薪ストーブユーザーのお母さん達に森作りの大切さについて、チェーンソーの使い方、薪づくりを含めて体験してもらうよう指導する。なぜ女性なのかと言うと、お母さんが子どもの一番近いところで話してくれたことは、すぐ近くに山があるのと同じだからです。
- \*主 催：(有)スタジオ・ノーム、NPO 法人山屋 \*日 時：2016 年 3 月 20 日（日）
  - \*場 所：おにし青少年野外活動センター側の山林（群馬県藤岡市保美濃山）
  - \*対 象：薪ストーブユーザーの家族（特にお母さん達）

### ●第 127 回 日本森林学会大会

- \*期 間：2016 年 3 月 27 日（日）～30 日（水）
- \*日 程：27 日午前＝市民公開シンポジウム、午後＝日本森林学会各賞授賞式・受賞者講演。28 日・29 日＝終日研究発表。30 日＝関連研究集会。
- \*会 場：日本大学生物資源科学部（神奈川県藤沢市亀井野 1866）
- \*詳 細：詳細は、日本森林学会ウェブサイト (<http://www.forestry.jp/meeting/>) をご参照ください。

ら しん ばん  
羅森盤 通信 2月号

# 森林クラウドポータルサイト 羅森盤 通信 2月号

## 森林クラウドポータルサイト 羽森盤 通信 2月号

### 羅森盤 コンテンツ

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

●『高性能林業機械で生産性向上！』の巻

1 林業機械って色々あるよね！

2 まるで遊園地みたい！

3 絶叫マシン楽しー★

4 それは、木材用機械

羅森盤の案内人  
「モーリンちゃん」

「活用事例レポート」  
4コマつきで更新中！

2月15日 コンテナ苗ってなに？

1月8日 高性能林業機械で  
生産性向上！

12月9日 鵜の目鷹の目！？  
空から林相分割

【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](mailto:fore_cloud@jafta.or.jp)

# ニュージーランド林業俯瞰 ～現状と課題～

松木法生

林産業・木材ビジネスコンサルタント／フリーランス  
ニュージーランド在住  
E-mail : noriobox@gmail.com http://www.NZmokuzai.com



## 森林面積

雄大な自然、青い空、白い雲。一般に「クリーン」「グリーン」なイメージで親しまれるニュージーランドですが、その国土面積に占める森林面積の割合 30%という数字は、森林資源国・林産業先進国としては決して高いものではありません。それは、日本の森林が国土の約 3 分の 2 を占めることと比べても明らかです。

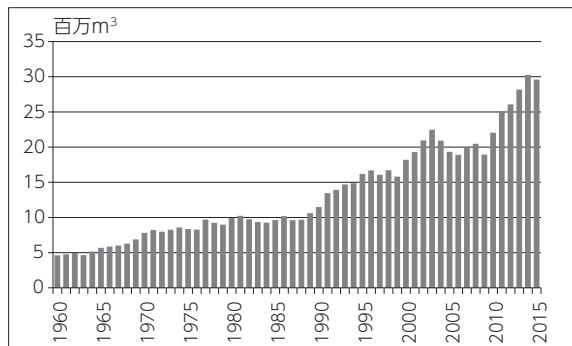
先住民入植当時、ニュージーランドの国土の約 8 割は森林であったといいますが、その後の森林開拓や 19 世紀以降のヨーロッパ系移民による農地・牧草地への転換によって、森林は急速に減少していきました。急激な森林の減少を憂慮したニュージーランド政府は、20 世紀初頭から本格的に森林行政を開始しました。天然林については、伐採を厳しく規制し、また国立公園や保全林の指定を進めるなどして保護。一方では、失った木材資源の再確保と雇用対策の一環として、大規模な植林事業を展開していました。

現在のニュージーランドの林産業は、限られた一部の許可制の天然林利用を除き、ほぼ全量が人工林ベースです。1930 年前後、1960 年代後半から 1980 年代前半にかけて、そして 1990 年代における計 3 回の造林ブームを経て、現在の植林地面積は約 175 万 ha。これは国土の約 6% にあたります。樹種別ではその 90% を、成長も比較的早くニュージーランドの気候風土に適している、米カリフォルニア州原産のラジアータパインが占めます。これに政府保護下の天然林 24% を合わせて、上述のとおり、現在ニュージーランドの森林面積は国土の約 3 割となっています。

## 原木生産量

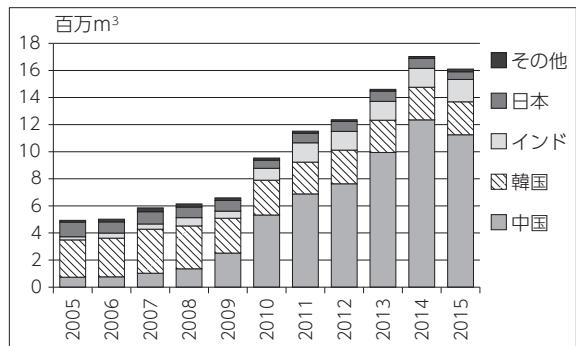
人工林からの原木生産量は、市場の影響による増減はあるものの概ね順調に推移しています(図①)。1989 年に年間 1,000 万 m<sup>3</sup> を超え、2000 年代は 2,000 万 m<sup>3</sup> 前後を推移。2011 年以降は大幅に増加し、2014 年には 3,000 万 m<sup>3</sup> を超えました。今後の伐採可能量の中期予測は、一定ベースで年間 3,000 ~ 3,500 万 m<sup>3</sup> 程度と見込まれています。地域別に見ると、北島中央部に位置する広大な植林地を中心に、北島からの出材が全体の 4 分の 3 を占めます。

環境問題や企業の社会的責任に対する関心が以前にも増して高まる今、ニュージーランドは人工林からの安定した原木供給が見込まれる、数少ない森林資源国の一つです。長期



▲図① ニュージーランド原木生産量（3月末期）

出典：ニュージーランド統計局



▲図② ニュージーランド針葉樹丸太輸出量（3月末期）

出典：ニュージーランド統計局

的には、ファンド系の人工林所有が増加した今、他産業・土地利用と比較したときの林産業の収益性予測や、ニュージーランド政府の今後の排出枠取引制度への取組なども、今後の植林活動ならびに出材量に大きく影響を与えてきます。

## 丸太市場

およそ1世紀にわたって展開した大規模な植林政策とその後の市場開拓により、ニュージーランドの林産業は、計画再生林経営であることを強みに、国際木材市場でも一定の地位を確立しました。しかしながら、原木生産量を国内向け・輸出用に分けると、国内での加工・消費量は長期にわたって伸び悩み、近年の伐採増加量の大部分は、丸太輸出に大きく頼っています。

人口約460万人と国内市場の規模が比較的限られているニュージーランドでは、必然的に林産業も国外からの需要に大きく依存しています。特に近年、ニュージーランド国内の木材加工産業が伸び悩む中、アジアにおけるロシア材や米加材の代替としてまた南洋材利用の縮小に伴い、ラジアータパイン丸太の需要が急速に高まりました。

近年のニュージーランド林産製品輸出環境を見ると、やはり中国向け丸太輸出の激増に目を見張ります。この10年間のニュージーランド丸太輸出産業の右肩上がりの成長分は、ほぼ全量中国向けと言っても過言ではありません（図②）。2005年には500万m<sup>3</sup>だったニュージーランドの針葉樹丸太輸出総量は、2015年には1,600万m<sup>3</sup>に、うち中国向けのシェアは15%から70%に増加しました。

一方で、近年のニュージーランド国内での丸太消費量は、1,200～1,300万m<sup>3</sup>でほぼ横ばいです。うち、製材・合板用丸太の割合60～65%も、この数年安定しています。言い換えると、その間、製造業界内での目立った新規大型投資案件がなかったというのが現状です。国内工場数も、中小企業の経営不振による閉鎖や業界再編・統合の流れから、減少傾向にあります。

## 伐採・集材・運材

ニュージーランドの伐採・集材は、日本と比べると各林区の規模が大きく、かつ皆伐で



▲写真① グラウンド・ベース集材（出典：著者撮影）



▲写真② ケーブル・システム集材（出典：著者撮影）

あることが多いので、平坦地のみの大型機械を使った施業が主と思われていることもあるのですが、実際のところ、方法論や使われる林業機械の種類は原則として日本のそれと大差ありません。フェラーバンチャ、ハーベスター、プロセッサなども使われますが、伐倒時は今でもチェンソーが広く用いられていますし、地形的にも日本と似ていますから、急傾斜地での索張り方式もよく見られます。

集材システムをまとめると、ホイールタイプやクローラタイプのスキッパーなどを使ったグラウンド・ベース（写真①）、急傾斜地でのタワーヤードを使ったケーブル・システム（写真②）、ごく稀にですがヘリコプター集材、の3種に大別できます。土場に集められた原木をその場で枝払い・等級分け・玉伐りし、土場まで取りにきたトラックに丸太をグラップルで荷役し、そのまま直接工場や港まで搬送、というのが最も一般的な風景です。伐倒木を材長のまま運び出し、等級分けや玉伐りを機械化されたライン上で一気に流して行う施設もありますが、それは全体の中では一部です。

土場から国内工場や輸出港への丸太の運材は、特定の路線では鉄道も以前から使われていますが、現在ではトラックでの搬送がほとんどです（写真③）。特にこれから森林が伐期を迎えて原木生産量が増えてくる地域では、今後のインフラ整備・改善が確実に必要となってくる部門です。

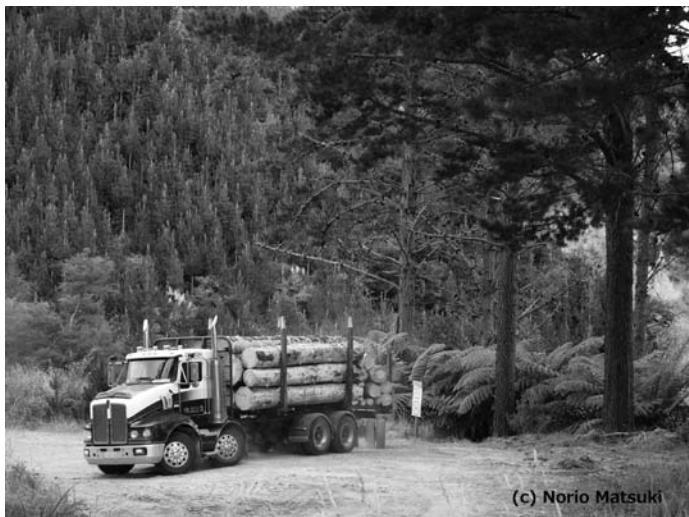
## ■ ニュージーランド国内の課題

ニュージーランド人工林からの原木生産能力にはまだ余力があるとはいえるが、2010年に入っての想定範囲を超えた丸太輸出急増の結果生じた懸念として、(1) 市場に牽引された一時的な伐採前倒しによる今後の持続可能供給ベースへの影響、(2) 国内輸送インフラ整備・港湾施設拡大の必要性、(3) 伐採業者不足・人材育成、などが挙げられます。

近年の丸太輸出市場主導での伐採量の増加は、政府の予測ペースを上回っていることが度々指摘されています。今後も今のような高水準での丸太輸出需要が続くようであれば、一部伐期前倒しの影響を踏まえた、地域単位での中長期伐採計画・予測の見直しが必要となってきます。

物流インフラに関しては、ニュージーランド国内主要道路網の整備などもさることながら、輸出港湾の在庫スペース確保の問題がさしあたっての課題です。ただし、丸太の在庫

◀写真③ 丸太搬送トラック  
(出典:著者撮影)



(c) Norio Matsuki

量は市場の浮き沈みに大きく左右されるものなので、各港湾運営側の設備投資への的確な経営判断が問われます。

伐採業者不足もやはり、丸太市場の浮沈と直結した問題です。各伐採業者は契約ベースの中小下請業者がほとんどです。彼らはいったん需要がなくなると離職やむなしの場合もありますから、その後市場が回復して業者がまた必要なときに絶対数が足りない・技術者の人材が育っていない、という事態が往々にして起こります。

## 私見と考察

私見ですが、ニュージーランド林業・林産業に今最も望まれているのは、行政・業界団体・関連企業を包括した、長期的視野に立った未来像・戦略の確立だと思います。俯瞰的に見て、中国向け原材料輸出以外は、この10年ほどで特に市場開拓面では足踏み状態が続いている。中国という巨大な市場機会をうまく取り入れたわけですが、その結果として本来同時進行すべきである（と常々業界がうたい続けているはずの）ラジアータパインの製品・市場多様性促進への努力が先送りとなり、その反動としてのリスクが増大している感は否めません。

森林所有形態の変化を見てもわかるように、1990年代後半以降、ニュージーランド林業・林産業は「分業化」が一気に進みました。業界を代表する立場にあったかつての大手林業・林産業統合型企業は事業を分割・売却し、ファンド系の新規森林所有会社が参入。森林経営、伐採・集材、物流、マーケティング・販売、製造などの各分野は、それぞれの専門企業が独立で運営していくビジネスモデルが主流化しました。自由競争・開放市場が徹底しているとも言えますが、結果として、産業全体としての戦略的意思の決定・疎通機能が見えにくくなりました。

今後さらに増えてくる原木生産量、限られたニュージーランド国内市場規模、輸出市場の維持・開拓、ニュージーランド国内での付加価値や雇用の創出、国際市場での競争力確立。今日までほぼ1世紀にわたり発展を続けてきたニュージーランド林業・林産業ですが、丸太輸出以外のほとんどの分野で伸び悩んでいるのもまた現状です。あらためて、業界を挙げて今後どうあるべきかを議論する時を迎えています。

(まつき のりお)

# ニュージーランドの林木育種

中田了五

国立研究開発法人森林総合研究所 林木育種センター北海道育種場 育種課長  
〒069-0836 北海道江別市文京台緑町 561-1  
Tel 011-386-5087 Fax 011-386-5420 E-mail : ryogo@affrc.go.jp



## はじめに

ラジアータパイン (*Pinus radiata*) は、アメリカのカリフォルニア州のごく一部の地域とメキシコの離島に分布するハードパイン（二葉松類）であり、IUCN（国際自然保護連合）レッドリストでは EN（絶滅危惧）とされています。ところが、天然分布から遠く離れたニュージーランド、オーストラリア、南アフリカ、チリなど南半球の温帯地域で大規模に造林され、世界の林業を考える上で極めて重要な樹種となっています。この、植生上はあまり重要ではないマイナーな種が、ここまで広く人工林林業に用いられるようになった背景には、ニュージーランド（以下、NZ）において、この種についての育種と造林と人工林経営に関する研究が盛んに行われたからであることがよく知られています。

## これまで

NZはもともと無人島でしたが、8世紀ころにポリネシアからマオリが移住し、さらに19世紀初めころからイギリスの植民地として発展しました。NZは他の地域から隔絶していますので、入植した人々は生活に必要な木材を自力で調達する必要がありました。当初は天然林を切って利用したと考えられますが、イギリス植民地時代になってわりと早期に人工造林を開始したと思われます。このとき、まさにプラントハンターの國らしく、彼らは世界中から様々な樹木の種子を持ち込んで植栽試験を行いました。おそらくNZ原産で重要な天然林産資源であった、カウリ (*Agathis australis*)、トタラ (*Podocarpus totara*)、リムー (*Dacrydium cupressinum*)、NZビーチ (*Nothofagus* spp.) などについても試験を行ったと考えられますが、これらの樹種はどれも成長が遅く、人口が増大し木材需要が急増する中では造林樹種としてふさわしくないと判断されたと考えられます。この時代に設定された試植林の一つが、ロトルアの Scion（後述）の裏山に現在でも公園となって残っています。ここには、レッドウッド (*Sequoia sempervirens*) など数多くの樹種とともにスギやヒノキの大木が認められ、日本産樹種を含めて導入試験が行われたことがわかります。これらの試植林での結果は、他の樹種を抑えてラジアータパインが一番の成績を収めたのです。ラジアータパインは種子生産性も良好で、種子や苗木の取扱いも容易であることも樹種選択の要因であると考えられます。

これらの結果を受け、第二次世界大戦後の1950年代から、NZ国立の林業試験場

Forest Research Institute (FRI) が主導して、国家事業として本格的なラジアータパインの育種が開始されました。このころまでの NZ における極めて良好な成績に支えられ、オーストラリアや南アフリカでもラジアータパインの造林が本格的に始まったようです。天然では遺存的に隔離分布するマイナーなマツ属の一種であるラジアータパインが、世界的に極めて重要な造林樹種になったのです。

1950 年代に開始された FRI の育種プログラムでは、既存の造林地から広く plus tree (精英樹) を選抜し、つぎ木クローンによる採種園を設定しました。引き続き 1960 年代後半にも再度追加選抜が行われました。最初の plus tree 選抜による採種園からの種子生産は 1966 年から始まったようですが、採種園からの種子生産が NZ の国内需要を満たせるようになったのは 1986 年からでした。一方、このころまでには NZ 国内の林業界で育種のパワーは完全に認知されていたと思われます。

ようやく軌道に乗ってきたラジアータパイン育種ですが、1980 年代後半から 90 年代前半にかけ大きな転機に見舞われます。NZ はそれまでの社会民主主義的な政策から自由放任経済政策に転換し、林業関係についても、1990 ~ 1997 年の国有林の民間への売却、1992 年の FRI の政府出資有限責任会社化（さらに 2005 年からは Scion と名乗っています）、また、育種プログラムの国家（FRI）主導から協同組合方式への転換が行われました。育種プログラムについては、育種の受益者である林業企業を組合員とする Radiata Pine Breeding Cooperative が 1987 年に形成され、2001 年にはそれらの企業などが株主となった Radiata Pine Breeding Company (RPBC) が設立されました。

## ■ 現在

現在の NZ のラジアータパイン育種は、RPBC が行っています。RPBC は、育種で選抜した個体同士の人工交配を RPBC の株主である採種園経営企業に委託し、株主である森林所有企業に委託して検定林を設定・管理し、委託して検定林調査を行い、主として 8 年生調査結果から選抜を行い、採種園経営企業が選抜個体からつぎ木をして採種園を設定し、育種種子を生産します。

2015 年末現在、RPBC の web サイトには 19 の株主がリストされています（うち 3 社はオーストラリアの企業で、RPBC はオーストラリアの一部の地域のラジアータパイン育種も主導しています）。RPBC はこれらの株主からの資金提供に加え、NZ 政府からの研究資金、さらに種子の販売について育種種子にロイヤルティーを課して（株主はロイヤルティー不要）運営資金としています。

RPBC が育種プログラムを運営するためには、様々な研究を実施していく必要があります。Scion やカンタベリー大学などの大学や研究機関が RPBC の研究プログラムを実施して、新規の研究成果を提供しています。

RPBC の育種プログラムの特徴の一つが GF-Plus システムです。GF とは Growth and Form の略で、FRI の育種プログラムの中で、成長と樹幹形の改良度合いを数字で表すために考案されたものです。Plus tree の選抜を行って検定が進むとそれぞれの plus tree の遺伝的能力がわかるので、いいもの同士を集めて作った採種園は、ただ plus tree を寄せ集めて作ったものより、はるかにいいものになります。例えば、最初の plus tree で作った採種園は GF14、検定結果に基づいて作った採種園の自然交配種子は GF19 と表記され

ます。この GF システムをさらに進めたものが GF-Plus システムです。成長と樹幹形に加え、枝性、赤斑葉枯病抵抗性、木材密度、纖維傾斜などの複数の形質（しかも検定が進めば形質がどんどん増える）について、種子の遺伝的性能を数値化（レイティング）して、RPBC の種子品質保証書という形で種子とともにユーザーに提供するものです。各 plus tree は選抜後つぎ木で採種園に導入され、そこから採った種子を用いて検定林が設定され、それぞれの plus tree の種子親としての能力が検定されます。検定後、親の能力がわかっているので、いい親 A といい親 B の間での人工交配が可能になります。この AB 間の人工交配種子に、GF-Plus レイティングが与えられることになります。実際は林分としての遺伝的多様性を保つために、いくつかの交配家系をミックスして種子が供給されることになります。

ここで GF もしくは GF-Plus の数字ですが、あくまでも改良度合いを示す数字で、GF19 より 20 のほうが改良状況は高いですが、その 1 の違いがどのくらいの改良効果を示すかは不明です。GF16 が GF8 の倍の性能をもっているわけではありません。RPBC は検定林の結果から各々の GF-Plus レイティングがどのくらいの性能をもっているか知っていますが、その性能差を常に公表するわけではありません。これは親の性能はあくまでも特定の検定林の成績に基づくものであり、他の地域でのパフォーマンスはわからないからと考えると、わかりやすいと思います。

1980 年代までに行った plus tree 選抜と GF レイティングを用いた普及により、ラジアータパインの成長と樹幹形は極めて大きく改良を遂げました。60 年代 70 年代に植栽された個体と 90 年代植栽個体を比較するとその改良効果は一目瞭然です。一方、改良対象になっていない形質については欠点が多く認められるようになりました。例えば、樹幹内側のいわゆる未成熟材領域で、スギと同様、木材のヤング係数が低い個体が多く、カラマツと同様、纖維傾斜が大きい個体がしばしば出現し、その上にミクロフィブリル傾角が大きいことに起因して、寸法安定性が低いことが問題となりました。さらに、ヤニツボ、内部割れ、あて材など、成長の極めて良好なラジアータパインならではの欠点も認められるようになってきました。これらについても、GF-Plus の導入によって遺伝的改良を加えようとしています。

## これから

本誌編集担当からこの原稿の執筆を依頼されたとき、ごく最近の NZ の林木育種事情を探ろうと NZ の「森林技術」ともいえる「New Zealand Journal of Forestry」の最近の号を見てみました。わりと最近、2015 年 5 月発行の 60 巻 1 号は育種の特集を組んでいました。その中のいくつかの記事について紹介します。

H. Dungey らは、ラジアータパイン以外の樹種の育種について述べています。NZ の人工林の 90% はラジアータパインですが、自然災害に対する脆弱性（もしマツノザイセンチュウが侵入したら、と考えてみてください）と家具や内装材向けの高品質材の需要（昔は NZ 原産の天然林材を使っていたのが、現在ではほとんど入手できなくなっています）のため、ダグラスファー (*Pseudotsuga menziesii*)、ユーカリ (*Eucalyptus fastigata, E. regnans*)、サイプレス (*Cupressus macrocarpa, C. lusitanica, Chamaecyparis nootkatensis*) などの育種プログラムが存在しています。

P.L. Wilcox らは、現在 Scion が中心となって行っているラジアータパインのゲノム解読について述べています。2016 年中にドラフトが公表予定となっていますが、本稿は針葉樹のゲノム解読全般について、目的、手法、応用その他について非常に優れた解説となっていました。一読を勧めます。

M. Carson らは、「品種林業 (varietal forestry)」について述べています。不定胚の凍結保存・検定・選抜クローン増殖・さし木による大量増殖によって、極めて改良効果の高い（記事によれば木材密度で従来の最大 GF-Plus が 28 であるところ、top の 6 クローンでは 50 を超える）クローン苗を供給でき、しかも将来生産される木材は品質が揃っていることが予想されます。この考え方とテクノロジーは 20 年以上前から NZ で先進的に取り組まれてきましたが、これまでごく少数の苗木が供給されてきました。

RPBC の最高経営責任者 (CEO) である J. Butcher は、以上の事柄を含め RPBC が取り組んでいる新しいラジアータパイン育種に関する研究について述べています。RPBC は、育種の高速化と効率化のために、育種サイクルを現在の 26 年から 5 年に縮めたいと考えています。これには、①高つぎなどの早期開花法によって選抜クローンの開花と交配に要する期間を現在の 10 年から 4 年に早める、②現在 8 年生で行っている検定と選抜をゲノミックセレクションとフォワードセレクションによって半年に短縮する、③検定後は不定胚とその凍結保存テクノロジーで増殖を半年に短縮する。それに加え、遺伝と環境の交互作用を明らかにし、造林地ごとの収穫成績の予測を高精度化することに取り組んでいます。ここで、ゲノミックセレクションとは、遺伝子の多型と表現型の関係性を利用して、例えば、成長に関する性能がまだわからない芽生えの段階で遺伝子を調べることによって選抜を行う方法のことです。フォワードセレクション（前方選抜）とは、これまで検定林での成績によって検定林に植栽された「親」のクローンを選んでいた（バックワードセレクション、後方選抜）ものを、系統情報と個体の表現型情報を併せて解析することによって、検定林に入っている「子」を直接選抜してやろうという考え方です。

このように、NZ では将来へのビジョンを高らかに示し、実行段階では柔軟性をもって取り組むことに熱心です。失敗を恐れないというか、投資は投資と割り切る姿勢があるからかもしれません。このようなチャレンジングな姿勢をもつ一方で、確実な採種園経営と種子供給を思考する事業者もいるのです。多様な思考と嗜好を許容する文化がラジアータパインを林業の主役にした原動力かもしれません。

## おわりに

誌面の都合もあり、NZ の林木育種を十分紹介できなかったと思います。より詳しい NZ の林木育種事情については、「これまで」と「現在」は中田・三浦 (2009) <http://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/business/kaigai/jijyocysa/documents/nz.pdf> とその中の引用文献などを、「これから」は上述の「New Zealand Journal of Forestry」60 巻 1 号などをご覧いただければと思います。  
(なかだ りょうご)



▲樹幹形が大きく改良されたラジアータパイン造林木

# 個人投資家による小規模林業経営

—林業投資会社によるパートナーシップ造林を中心に

小坂香織

筑波大学大学院生命環境科学研究科 博士課程在学  
〒305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1  
E-mail : s1330266@tsukuba.ac.jp



## はじめに

ニュージーランド（以下、NZ）の林業政策について、日本では1980年代から1990年代にかけて活発に研究、議論されました。特に国有林の民営化や天然林と人工林を保護と生産の機能別に区分する政策に注目が集まりました。また、NZではこれまでに3度の造林ブーム（第1次は1920年後期～1930年代前期、第2次は1970年～1980年代前期）がありましたが、第1次と第2次が政府や林産会社を中心であったことに対し、1990年前期から2000年頃まで続く第3次造林ブームでは、農家林家や、林業投資会社が募集した投資家による「パートナーシップ」を中心となった点に大きな違いがありました<sup>1)</sup>。

現在のNZの人工林における所有構造は、機関投資家による林地投資経営組織（TIMO）等の企業的経営による大規模所有が中心となっています<sup>2)</sup>が、ここでは投資によって発展してきた同国的人工林経営において、新規造林面積の拡大に大きく貢献したパートナーシップ造林の仕組みについて述べます。

## 個人投資家による林業投資への参加形態

パートナーシップ（Partnerships）は、自営業（Sole traders）、有限責任会社（Companies）と並ぶNZの主な企業形態の1つであり、2人以上の個人や法人が出資する共同経営組織を指します。利益を持分で分配し、負債も分かち合う無限責任が特徴です。国ごとの法律制定の違いから同様には扱えませんが、日本では民法の「組合」に類似します。

NZにおいて個人が林業投資を行う場合には、林産会社などの株式取得による間接的な林業投資の他に、投資家自身が経営責任を持つ直接的な投資として、個人オーナーやパートナーシップ、林業ジョイントベンチャーなどがあります。土地を持たない個人投資家が直接的な林業投資を行う場合、林業投資会社が企画するパートナーシップを用いた共同造林事業に出資することが比較的簡単な方法の1つとして挙げられます。

林業投資会社によるパートナーシップ造林事業では、投資家は事業計画に基づいた出資により土地と立木を共同で所有し、管理は林業投資会社と下請け会社が担当します。収穫後の利益は持分割合によって林業投資会社から投資家に還元されます。

林業ジョイントベンチャーは、土地所有者と投資家が契約に基づいて林業経営を行いま

す。酪農等を営む土地所有者が、知人や親族と契約を結ぶ場合も多くみられます。土地所有者は単なる土地の提供者として参加するのではなく、共同経営者として土地に係る経費を負担します。パートナーシップと比較した場合、投資家にとっては土地に起因する費用負担が軽減されるメリットがあります。

## 人工林所有構造における林業投資会社の存在

2012年4月現在で、約172万haに及ぶNZの人工林所有構造を見ると、TIMOであるハンコック・ナチュラル・リソース社の23万5千haを筆頭に、上位17社が約110万ha（人工林の約6割）を占め、外資系企業による大規模経営が中心となっています。1万ha以下で区分される中小規模の所有は残りの約63万haであり、中小企業や農家林家などの個人所有者が含まれています<sup>3)</sup>。

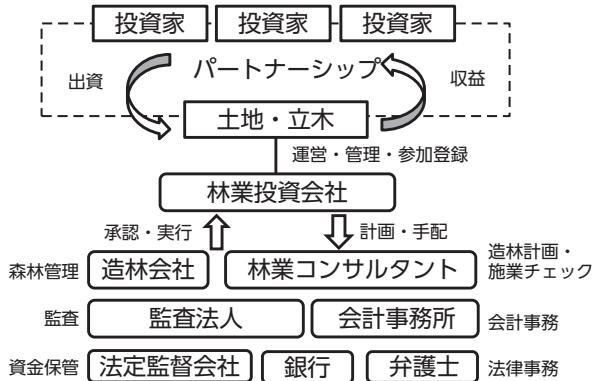
NZでは、1980年代の労働党政権による財政改革の一環として、国有林の民営化、農業・林業補助金の廃止など多くの改革が行われました。この改革や1993年の木材価格高騰等が契機となり、都市部住民による林業投資への注目が高まり、小口でパートナーシップを用いた林業投資事業を企画する林業投資会社が複数設立されました。これらの会社が管理する森林は、林業が盛んなNZ北島においては北東部や南部に集中しており、林業投資会社の事務所と造林地が数百キロの距離にある場合には、現地の造林会社や請負者が管理しています。林業投資会社は事業の企画と顧客管理を主な業務とするため、2～3名の経営陣による林業投資会社の設立も珍しくなく、会社数の正確な把握は困難ですが、1990年代半ばには10社程度が存在していたと考えられます。2000年頃まで続いた第3次造林ブームの終焉とともに林業投資会社の新規設立、新規造林面積の拡大も停滞し、1990年代に展開した会社による当時と同規模の事業運営が現状となっています。

大規模所有において、パートナーシップ造林のような投資事業を運営する代表的な会社には、フォレストエンタープライズ社とロジャーディッキー社の2社があります。それぞれ約2万ha、2万5千haほどの森林を管理し、数千人の投資家を顧客として抱えています。その他の林業投資会社は、小規模所有者に含まれ、現在では1,000～5,000ha程度の森林を管理する5、6社程度の存在を企業のウェブサイト等で確認することができます。

今日のNZにおいて、林業投資は一般的な金融商品とは言い難く、同事業に参加する投資家も高所得者が多くを占めていると言われます。土地価格は年々上昇傾向にあるため、費用対効果を考慮し各社は、新規造林地の拡大に対して慎重な姿勢をとっているのが現状です。しかし、2012年／2013年の統計における大規模所有に林業投資会社が入っているように、一定数の所有割合は現在も維持されています。

## 林業投資会社によるパートナーシップ造林

林業投資会社が企画するパートナーシップによる造林事業では、林業投資会社が事業を企画し、自論見書を作成します。投資家は提示された出資額を支払い、森林施業などの管理は外部の下請け会社が担当します。投資家による出資は林業投資会社の資産とは切り離され、事業毎に法定監督機関のもとで管理されます。林業投資会社は投資家と下請け会社を結ぶ窓口の役割を果たします（図①）。林業投資会社は規約書を作成し、林業コンサル



▲図① 林業投資会社によるパートナーシップ造林の仕組み<sup>2)</sup>



▲写真① 林業投資会社によるパートナーシップ造林地での再造林（2015年 北島で撮影）



▲写真② 林業ジョイントベンチャーによる造林地  
(2015年 南島で撮影)

タントによる造林地の調査結果や収益予測などを投資家に提示することが義務付けられています。

NZにおけるラジアータパインの伐期は25～35年です。1993年～2000年頃にかけて林業投資会社は新規事業を展開し、造林事業への参加者を募りました。従って、パートナーシップ造林事業における収穫は2020年頃から本格的に始まります。1970年代から同事業を開始した一部の会社では、すでに収穫が行われ再造林されています（写真①）。

林業投資会社が企画するパートナーシップ等の事業における1区画の平均的な面積は200～

300haで、数十人の投資家で構成されます。一口当たりの面積は1haから3ha程度です。ある林業投資会社の事業例を見ると、2000年当時の事業における一口当たり（約1ha）の出資総額は約NZ\$1万、予想収益は約NZ\$6～7万で、内部収益率（IRR）は8～9%で計算されていました。2013年に募集された同じ会社における同規模の投資事業では、内部収益率は約5%となっています。

同様の事業では1つの区画内を細分化し、投資家の所有地を限定する場合もありますが、リスク分散等の観点から、投資家は土地と立木を共同で所有する場合が多く見られます。この所有権は林業投資会社が設定した二次市場において売買することもできます。

1990年代に林業投資会社が企画した造林地の多くは牧草地からの転換によるものでした。農家では牧場での防風林としてラジアータパインの植栽が行われていますが、収入源として林業経営に熱心に取り組む農家林家も少なくありません（写真②）。またそれらには土地所有者として林業投資会社が企画するパートナーシップに参加する事例もあります。

林業投資会社が管理する共同造林事業において重要なことは、実績に加え透明性や公正さだと言われます。事業に参加する投資家のほとんどは林業経営についての深い知識を持っていません。年に1回程度、財務報告や森林訪問の機会を設けるミーティングが開催されますが、年月の経過につれ訪れる参加者はそれほど多くはなくなり、ニュースレターや

報告書などの書類でのやり取りが中心となります。会合の機会を逃した投資家は、地図を取得し造林地を自ら訪ねることも可能です<sup>4)</sup>。

NZ のラジアータパインによる造林では、一般的には約 10 年間に枝打ちや間伐等が集中します。パートナーシップ造林事業では、ha 当たり 800 ~ 1,000 本を植栽し、約 6.5m まで 2 ~ 3 回の枝打ちを行い、切捨て間伐を 1 ~ 2 回実施したのに、300 ~ 400 本 / ha を収穫します。NZ において林業投資は植栽から開始すると約 30 年間になります。火災や風倒木などの被害に対しては民間企業による保険への加入によりリスクを軽減することができますが、短伐期といえども 30 年先の木材市場や労働環境を予測することは困難です。近年の労災多発による規制強化の影響もあり作業コストは上昇しています<sup>5)</sup>。

1990 年から 2000 年までの主要な輸出相手国は日本や韓国、米国でしたが、2013 年では中国が首位に立ち林業製品の輸出額としては年間約 NZ\$145 億に達し、全体額の約 33 % を占めています。このためパートナーシップ造林事業が活発化した 1990 年代半ばから 2000 年にかけて作成された各社の投資パンフレットでは、日本と韓国向けの無節材輸出を想定した内容になっていましたが、この 10 年余りは中国向けに重きが置かれて原木が輸出されています（写真③）。

## おわりに

NZ におけるパートナーシップ法の制定は 1908 年であることから制度として新しいものではありません。しかし、個人投資家が林地と立木を所有する小口の林業投資がビジネスとして成立していることは世界的に見ても珍しい事例と言えます。

NZ では日本よりも国民の投資に対する抵抗が少なく活発に行われています。会社の設立も比較的安価で、簡単に個人が新しいビジネスを開始しやすい環境があります。日本の林業とは、歴史や制度、樹木の成長量、労働環境など様々な面で異なり、単純に比較することも、同国の仕組みをそのまま導入することも困難ですが、投資家の存在が林業経営にどのような影響を及ぼすのか、変化する昨今の社会情勢の中で、投資における法律や制度の環境面で先進的な NZ から得られる知見は多いのではないかと考えています。

（こさか かおる）

### 《参考文献》

- 1) 柳幸広登・餅田治之 (1998) ニュージーランドの「第 3 次造林ブーム」とその造林主体について、林業経済研究、44 (1), 117 ~ 122 頁
- 2) 岡 弘泰・石崎涼子 (2015) 森林経営をめぐる組織イノベーション—諸外国の動きと日本—、広報ブレイス、265 ~ 292 頁
- 3) New Zealand Plantation Forest Industry Facts & Figures (2012) Forest Owners Association, p.10
- 4) 2001 年、2013 年の林業投資会社における聞き取りによる。
- 5) 2014 年の聞き取りによる。



▲写真③ 林業投資会社によるパートナーシップ造林地から中国に向けて輸送される原木



## J博士の覚醒 ～コメツガ蒐集・実践編～

職場の新人Jと行くコメツガ蒐集の旅は、最終日を迎えていた。これまで四阿山や万座、飯縄山、御嶽と巡って南下してきた。日もすっかり短くなった晩秋では、一日2箇所を廻るのがやっとで、連日の早起きが少し辛い。

訪れる先々で、コメツガ林の様相は少しずつ違った。万座や御嶽のような火山帯ではときに林床は深いササに覆われ、伐った枝葉を拾うのに難儀した。細かい火山灰土壌ではササ型林床のコメツガ林が発達しやすいらしかった。飯縄山の鞍部ではコメツガの純林を見た。岩礫が重なる稜線にコメツガの大径木が荒々しく立つ森を、Jは「今マデ見タコメツガ林ノナカデ一番美シイ」と称した。近縁種ツガの群落に立ち寄ったりもした。そこはコメツガの自生地にも近く、Jは2種の交雑の可能性について興味を示していた。

この日も夜明け前にホテルを発ち、午前9時頃には木曽駒ヶ岳西麓でのサンプリングを終えていた僕らは、中央自動車道を東京方面に、最後の目的地、ハケ岳に向かった。Jが「マックガ食べタイ」とつぶやくので途中で早い昼食を摂ると、彼はセット+単品で2個のバーガーを平らげてしまった。

\*

ハケ岳の中央部を横断する国道の峠道を登り、麦草峠を少し過ぎた、標高2000mほどの場所。国有林の道沿いにコメツガ林があるという情報を得て許可申請した、「登山しなくてよい」楽勝スポットである。林道から森に分け入っていくと、苔に覆われた岩礫地となっていて、壮齢のコメツガ林が広がっていた。僕らはサンプリングを開始した。

この森林には、シラベ・トウヒ・コメツガの他に、さらに2種の針葉樹が見られた。ひとつは赤褐色の樹皮に鱗片葉をもったヒノキ科の針葉樹。Jが「スゥージヤジャナイカナ」と言う。Thuya, つまりクロベのことだ。根元から何本にも枝分かれした大株が、岩に根を張っていた。もうひとつは灰褐色の樹皮の五葉松。「コーライエンシスダネ」とJが言う。Pinus koraiensis, チョウセンゴヨウである。

中部地方は、針葉樹の多様性が高い地域である。シラベ・トウヒ・コメツガなどの亜高山性針葉樹をはじめ、ハリモミやイラモミなどのトウヒの仲間、カラマツのような大陸系の遺存種、ヒノキ・サワラ・コウヤマキ・ツガといった温帯性針葉樹などが集い、世界的にも稀な種多様性の高さを誇っている。今回の旅でも、僕らは様々な針葉樹と会ってきた。

その旅の最後を飾ったのが、このクロベとチョウセンゴ



写真①  
飯縄山鞍部純林に生えるコメツガの  
クローズアップ



◀写真② 八ヶ岳・白駒池付近のコメツガ林に混生するクロベ

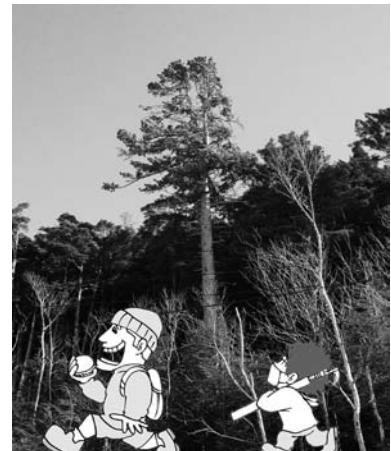
ヨウが混交するコメツガ林であった。それは僕には初めてだったが、中部地方では特段珍しいものではないらしく、あとで文献を見れば、中部地方の亜高山帯針葉樹林の類型のひとつにクロベ・チョウセンゴヨウが混交するコメツガ林のことがちゃんと記されていた。

クロベもチョウセンゴヨウも、急斜面の岩礫地を好む植物という。僕もかつて、雪国の急峻な尾根の岩場に根を張って立つクロベを見た。ここはさほど急斜面でもない。だからだろう、クロベもチョウセンゴヨウも単木的で少ない。林内の稚樹にはシラベが多く、やがてシラベの優占する林へと遷移していく途中相であることが感じられた。ここではクロベもチョウセンゴヨウも、大きい。集めたサンプルを手に森を抜け、峠道から遠巻きに眺めると、チョウセンゴヨウが林冠に突出しているのが分かった。

こうして 2015 年のコメツガ蒐集は順調に終わった。

亜高山帯針葉樹林にあって、「途中相」「土地的極相」などと言われるコメツガ。思えばそんな性質ゆえに蒐集プランを練るのも苦労したのだが、翻せばそれが面白い。文献によれば、例えばチョウセンゴヨウの最も主要な混交樹種はコメツガという。中部地方を特徴づける針葉樹のなかで今回は出会わなかった「イラモミ」「ヤツガタケトウヒ」「ヒメバラモミ」。こうした「バラモミ節」のトウヒの生育立地も岩塊地で、主要混交樹種はやはりコメツガ、次いでカラマツやチョウセンゴヨウ、クロベだという。またあるときは温帯上部にまで降りてきて、ウラジロモミ、中部ではサワラ、東北ではアスナロ等と混交したりする。節操がないと言ってしまえばそれまでだが、シラベやトウヒが亜高山帯で優占し、下からは落葉広葉樹が迫るなかで、非極相のスキマに集う数々の針葉樹の要にコメツガがいる、なんて言えるのかもしれない。

今年は西日本や関東でのサンプリングを計画している。四国にはコメツガとヒノキの混交林があるという。コメツガを追う J、それについていけばしばらく退屈はしなさそうだ。



◀写真③ チョウセンゴヨウが林冠から突出していた

## ●菊地 賢（きくち さとし）

1975年5月5日生まれ、40歳。国立研究開発法人森林総合研究所、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。

## ④ 権現山のオオシマザクラ

我が家の東の窓から皿倉山が見える。ケーブルカーも設置され、気軽に自然を散策できる市民の憩いの山である。皿倉山と対の峰が権現山である。622mの皿倉山より、かつては権現山がわずかに高かったが先の大戦時、八幡製鐵所を米爆撃機から守る高射砲陣地構築のため山頂が削られ、低くなった。

権現山はその名が表すように、山頂には役行者が熊野から大神を勧請したという祠があったが、先の高射砲陣地構築の折に移設されたという。また、権現山の山頂わずか下の山体を周回する道路（車両進入禁止）がある。この道が高射砲陣地付随の軍用か、藩有林由来の国有林が設置した作業道かは知らないが、その道路沿いにオオシマザクラの古木がある。

近年こそ緑化樹として人気で公園などに多く植栽されているが、胸高直径80cm(60cmとの二股)の木肌は、どう見ても樹齢100年以上だ。いつ、誰が、苗は？おそらく、全国の山野を修行で巡った修行者が種子を持ち帰ったのではと思う。

## 山を考える日々



みやもとよしはる  
宮本良治

最近の添田町の調査で800坊跡が確認された日本三大修験の山、英彦山の坊跡や神社には、菩提樹、十六夜バラや、付近に野生では見られないクリンソウがある。

トチノキは付近の山野には自然木はないが、英彦山の神社などには大木が数本あり、付近のものはこの種子から植えたり動物散布されたものと思える。最初のトチノキは修験者が種子を持ち帰ったのである。

権現山のオオシマザクラも同様であろうと思う。いつの時代でも、目にしたこともない植物を見て身近に植えたいと思う人はいる。岩波新書「桜」によると、オオシマザクラは伊豆諸島自生で薪炭材として伊豆半島に持ち込まれたそうだが、そこでエドヒガンと出会い、ソメイヨシノが生まれた。オオシマザクラの生命力は強く、オオヤマザクラ、ヤマザクラとの交雑が心配され、東日本大震災の復旧植林での多用を懸念、とある。

権現山のオオシマザクラ周辺のヤマザクラを、開花時に調査しようと思う。

北九州市在住 (miyamo-yoshi@m01.fitcall.net)。森林インストラクター。福岡県林業技術者連絡会会員。

### お知らせ

#### 板倉構法(落とし込み板壁)の構造と防火性能に関する講習会【総合編】 ～桟付きパネル式板壁(大臣認定取得)含む～

- 講習内容：板倉構法は、金物を使わない仕口を使用し、2階建て住宅において、準防火地域（床面積500m<sup>2</sup>以下）、法22条区域（床面積3,000m<sup>2</sup>以下）の延焼のおそれのある部分の外壁を、木材だけで構成した落とし込み板壁で設計・施工することができます。また、住宅の火気使用室の内装制限の緩和措置（国土交通省告示第225号、コンロや薪ストーブ等に近い部分を除き木材あらわしとする）についても併せて解説します。構造については、従来の落とし込み板壁に加えて、より強度の高い「桟付きパネル式板壁」を含めての講習内容となります。
- 講師：安藤邦廣（筑波大学名誉教授）、河合直人（工学院大学教授）、安井昇（桜設計集団一級建築士事務所）
- 期日：2016年3月5日（土）13時～18時
- 費用：一般7万円（教材費含む）
- 主催：NPO木の建築フォラム・（一社）日本板倉建築協会
- 申込・問合せ先：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4F  
Tel 03-5840-6405 Fax 03-5840-6406 E-mail : office@forum.or.jp

## 優良種苗の安定供給

(要旨) 我が国における山行苗木の生産本数は、平成 24 (2012) 年度で約 5,800 万本であり、ピーク時の 1 割以下となっている。「コンテナ苗」については、平成 24 (2012) 年度の生産量は約 76 万本となっている。

ことができるから、植栽後の活着率が高く、通常の植栽適期(春や秋)以外でも植栽が可能であり、このため、伐採、地拵え、植栽を同時期に一貫して行うことが可能となる。一方、コンテナ苗の生産

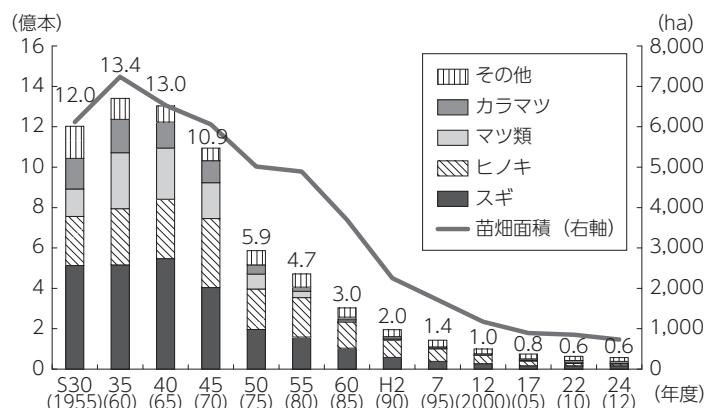
には、裸苗と異なる生産技術やノウハウが必要とされることから、全国各地で現地検討会や講習会等が開催され、生産技術の習得や向上に向けた取組が進められている。

### ○優良種苗の安定供給

我が国における山行苗木の生産本数は、平成 24 (2012) 年度で約 5,800 万本であり、ピーク時の 1 割以下となっている(図①)。このうち、針葉樹ではスギが約 1,700 万本、ヒノキが約 920 万本、カラマツが約 1,000 万本、マツ類が約 190 万本となっており、広葉樹ではクヌギが約 180 万本、ケヤキが約 62 万本となっている。また、苗木生産事業者数は、全国で約 1,000 事業体となっている。苗木の需給については、地域ごとに過不足が生ずる場合もあることから、必要量の確保のため、地域間での需給調整等が行われている。

現在、戦後造林された人工林を中心に本格的な利用期を迎えており、今後、主伐の増加が見込まれる中、主伐後の再造林に必要な苗木の安定的な供給を図ることが一層重要になっている。

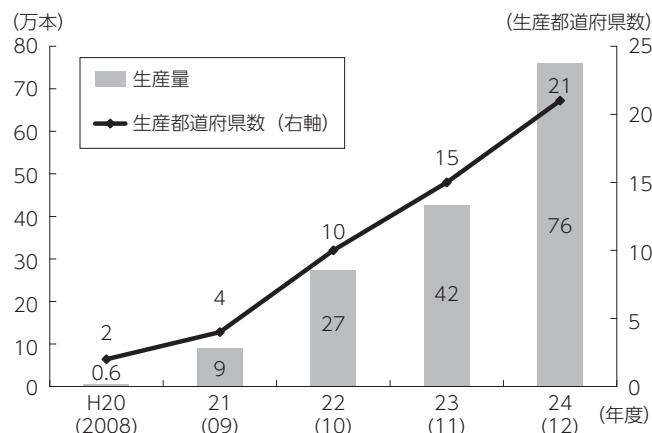
このような中、林野庁では、従来から生産されている裸苗に比べて育苗期間が短く、床替え作業が不要で、育苗作業の効率化や低コスト造林に資する「コンテナ苗」の生産の拡大に取り組んでおり、平成 24 (2012) 年度の生産量は約 76 万本となっている(図②)。コンテナ苗は裸苗と異なり、根に培地がついている状態で出荷する



▲図① 山行苗木の生産量の推移

注：国営分を除く。

資料：林野庁「森林・林業統計要覧」



▲図② コンテナ苗の生産量の推移

資料：林野庁整備課調べ。

# オルソフォトの仕組みと注意点

国立研究開発法人森林総合研究所 溫暖化対応推進拠点・研究専門員  
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1  
Tel 029-829-8365 Fax 029-829-8366 E-mail : nakakita@ffpri.affrc.go.jp

中北 理

## 1 中心投影と正射投影

私たちが目で見る景色も、カメラで撮影した画像も、中心投影といい目（レンズ）の中心部分は正射に近いが、レンズ中心から離れるほど物が倒れこんだ画像（a）になる。また、レンズと被写体までの距離が近いほど（山など）物は大きく映り、逆に、距離が遠い（谷）と小さく写る（b）。これに対しすべての物体を面に投影した画像を正射投影（オルソ：orthophotograph）という（図①）。地形図はオルソ状態で書かれたもので、GISで衛星画像や空中写真を用いる場合も、オルソ画像を作成することで図面と一緒に使用できるようになる。

### <注意点>

真のオルソ画像は作成することはできない。衛星のように数百キロの高高度からの鉛直画像や高オーバーラップで撮影した空中写真を用いると、よりオルソに近い画像が得られやすくなる。

## 2 オルソフォトの原理

中心投影画像からオルソ画像を作成するには、前述の（a）（b）を修整した画像を作成しなければならない（図②）。

1：連続する空中写真（1）と（2）で立体視すると、現地の精密な立体モデル（3）が復元される。

2：どちらかの単写真（図では（2））を小さな単位（スリット）で分解し、そのスリットの（a）、（b）量をモデル（3）から求め、本来あるべき位置に平行移動と上下移動（拡大・縮小）させ、（2）を修正したオルソ画像（4）ができる。

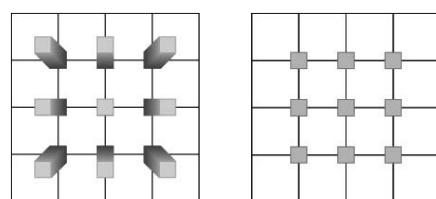
### <注意点>

スリット間で重なったり空白になる箇所が生じる場

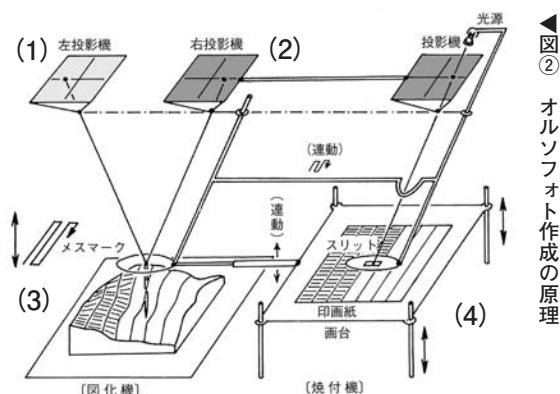
合もある。現在この機械式のオルソ作成機は国内では稼働していないと思われる。

## 3 デジタルオルソ

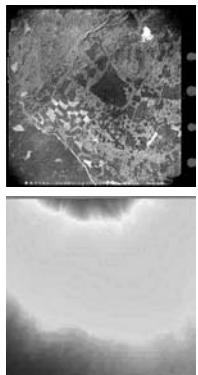
現在はパソコンによるデジタル処理でオルソが作成されている。その際、機械式と同じように、2枚の空中写真を立体視させ精密地形（デジタル表面モデルDSM）を求めて修整して作成する精密オルソ法と、地形モデルの代わりに既存の国土数値情報（DEM）を用いて作成する簡易オルソ法がある（図③）。現在多くのオルソがこの簡易オルソ画像と思われる。



▲図① 中心投影（左）と正射投影（右）

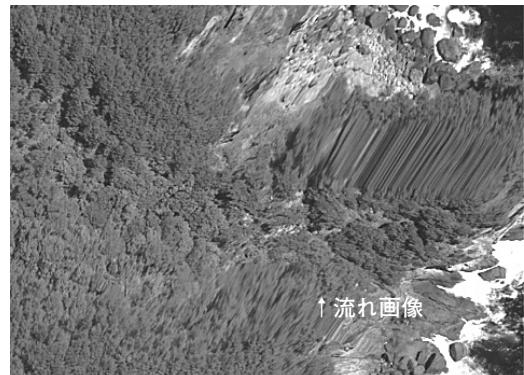


出典：最新森林航測テキストブック（日林協発行）

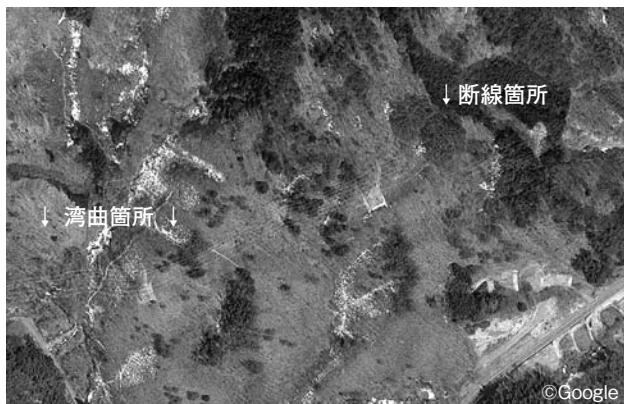


▲図③ DEM を使用した簡易オルソ

左上：空中写真画像 左下：数値地図（DEM：50m メッシュ）



▲図④ 発生する「画像の流れ」



▲図⑤ Google 画像に見られる歪み  
(画面左を北にして掲載しています)



▲図⑥ 立体 DSM による精密オルソの歪み

岩手県宮古市田老 2012 年 C5-0021  
白線メッシュ間隔 20m  
DSM10m でオルソ化処理

### <注意点>

いずれの方式でも、デジタル処理の特性として「画像の流れ」現象が生じる（図④）。実際にこのような流れた箇所を見かけないのは、流れた箇所は、元の写真を転写して人為的に修整されているからである。図⑤は、最近の Google Earth の高解像度の画像だが、詳細にみると直線である電力送電線が大きく左右に湾曲したり、断線している。修整せずにそのまま掲載していると思われる。

問題はそのような流れた箇所がどこに発生しどのように修整されたかだ。図⑥は、2つの空中写真から DSM を作成して作られた精密オルソである。歪む箇所が解りよいよう処理前画像に白線メッシュをかけて処理した。使用する DSM サイズによっても歪む箇所や歪む程度も異なるため、流れ箇所は予測できないのである。

### <オルソを使うにあたっての注意>

オルソ（正射投影）とはいえた真正銘のオルソはな

い。1枚の中心投影画像を細分化して歪ませ再合成している。その際、自動作成で発生する「画像の流れ」を消すために元の画像を張り付けているなど、オルソは修整された合成画像である。GIS や図面と共に用するにはオルソは必須であり便利ではあるが、いつ、どのような地形モデルやソフトを使い、どのように修整されたか不明なものは、重要かつ大切な情報源としての使用は注意が必要である。また、オルソ画像は、高さ情報も失われているので、現地形を再現することもできない。それらをよく理解したうえでオルソは使用すべきである。

オルソが重要なのではない。一番重要なのは現地を忠実に示す空中写真である。空中写真があれば、現地を正確に、細密に再現し、計測も可能である。いつでも写真からオルソは作れる。写真に写っている地点、写真上に記した点は、永遠に不動の点になるのである。

（なかきた おさむ）

## 一般社団法人 日本プロジェクト産業協議会（JAPIC）森林再生事業化委員会\*

委員の企業・団体の皆さまの活動の模様をご紹介します！

### 清水建設株式会社

#### 伝統木造建築の長寿命化への取組

清水建設は文化元年（1804年）、初代清水喜助が神田鍛冶町に居を定め宮大工として創業したことに始まり、数々の建築物や土木構築物を手掛けてきました。伝統技術に関するもの、常に最先端技術との融合による新しい時代の伝統木造建築を目指し、技術開発に取り組んでいます。

##### 耐震性・耐久性向上への取組

伝統木造建築の場合、原則として金物接合は行いません。金物を用いない継手・仕口（木組）の採用により、部材の取替や解体修理を容易にし建物の長寿命化を図ってきました。当社では、飛鳥時代から江戸末期までの継手・仕口の事例を収集し、耐震性・耐久性の観点から研究・分析を行ってきました。伝統木造建築技術が現代の技術として認められるためには、その耐震化が重要な課題であり、伝統木造建築を建築基準法内で新たに設計するため、より耐震性の高い架構体の開発に取り組んできました。歴史資料の分析の結果、最も秀逸と思われる室町中期のものに改良を加えた新たな仕口を採用した独自の架構体を考案し、実大実験により、その耐震性の確認を行ってきました。

1987年に実施した本堂規模の実大水平加力実験を皮切りに、1999年には2000年の建築基準法改正による性能規定化をにらんで伝統木造架構の構成部材ごとの耐震要素に着目した実大水平加力実験を行い、その性能の評価を試みました。耐震要素として、柱の傾斜復元力、貫仕口、板壁の耐力に加え、従来あまり評価の対象とされなかった頭貫と長押の仕口にも工夫を凝らしています（図①）。

##### 1) 磐石と柱脚の仕口

磐石の上面に半球状の丸ダボをつくり出し、柱の底を半球状にくりぬいて金物を使わずに納め、柱の傾斜を許容しその復元力を期待しています。

##### 2) 頭貫と柱の仕口

柱頭部を十字状に彫り込み、そこに相欠き状態に交差させた頭貫を落とし込みます。柱頭部に内側に締め付けるためのすべり勾配面を設け、剛性を高めています。

##### 3) 貫と柱の仕口

貫を相欠き状態に組み楔締めとしています。

##### 4) 内法長押と柱の仕口

柱を矩形の長押で挟み、柱には襟輪欠きを施して、めり込み面積を増やし、長押同士は引独鉛により互いに引き寄せて柱を締め付け、長押を構造材として働かせています。

##### 5) 板壁の仕口

力板と貫を交互に設け、それぞれをダボでつなぎ、変形時にダボのせん断抵抗を働かせる工夫をしています。力板と貫を交互に設けることにより、変形時の板壁の上下動をより少なくし、ダボが脱落することを防いでいます。

その後、追加実験として、2002年に改良型長押の接合部実験、2005年には板小壁の架構実験を行い、これらの成果を設計法に反映させています。

#### 最新プロジェクトにおける事例

これらの仕口を用いた最新事例として穴八幡宮鼓樓新築工事を紹介します（写真①）。

穴八幡宮（東京都新宿区）は当社初代清水喜助が江戸時代に隨身門\*\*（今次大戦により焼失）の造営に携わった縁の深い神社であり、その後も平成元年より始まった社殿の造営を皮切りに、寛永時代の古図に基づく再建工事を行っています。同境内における伝統木造建築の取組は隨神門\*\*（1998年竣工）、出現殿（2004年竣工）に続く3棟目となります。当プロジェクトでは、金物を用いない独自の仕口の採用に加え、

\*事務局：〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10 鉄鋼会館6階 Tel 03-3668-2885 Fax 03-3668-8718

\*\*初代清水喜助が造営に携わったものは「隨身門」、1998年に再建されたものは「隨神門」と表記します。

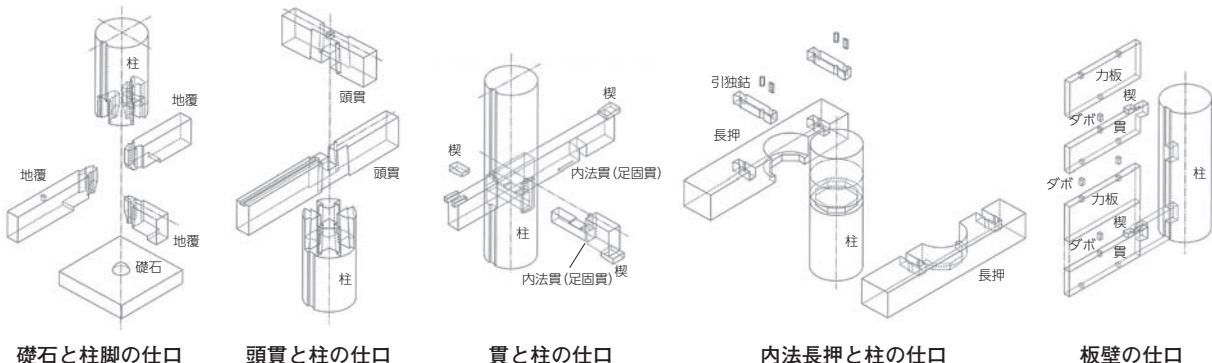
● ● 会社概要 ● ●  
清水建設株式会社

- 1) 所在地 : 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16番1号
- 2) 設立年月日 : 1804年 3) 資本金 : 743.65億円
- 4) 従業員数 : 10,819人 (2015年4月1日現在)
- 5) 事業内容 : 建築・土木等建設工事の請負 (総合建設業)
- 6) 森林再生に関わる取組 : 建築資材の地産地消の推進



JAPIC とは

産官民学の交流を通じ、民間諸産業の技術、経験及び活力を糾合した業際的協力により、国家的諸課題の解決を図るシンクタンクです。



▲図① 仕口分解図

木材の乾燥割れをできるだけ抑えるため木材の調達・乾燥・加工期間を約3年間確保し、天然乾燥をしっかりと行うことで、より一層の長寿命化を図っています。

また、意匠的には、日本建築の美しさを決定付ける大切な要素として軒廻りのデザインがあります。当社では、雰囲気の異なる多様な曲線の表現をシミュレーションしながら軒反り曲線の作図法を開発し、設計者の意図する曲線の実現を可能にしてきました。今回は、総反り、ねじり軒、きのきの反り出し勾配といった高度な規矩術を駆使して三手先の深い軒廻りをまとめ、優美かつ力強さを感じられる外観を実現しています。

最後に、木鼻や臺股の装飾は、檜に彫刻を施した上に、まず漆で塗固め、金箔を全面に押し、その上に岩絵の具で彩色を施すといった工程で仕上げていきました。こうした何段階もの工程を踏むことにより、劣化していく過程でも木地が現れず腐食しづらい仕様とな



写真①

穴八幡宮鼓楼

ります。

このように、当社では、伝統の技と最先端技術との融合による、伝統木造建築の長寿命化への取組を行っており、今後更なる木造技術の発展に注力していきます。

(文:福本敦子)

Message : 学生の皆さんへ

当社のコーポレートメッセージである「子どもたちに誇れるしごとを。」には、一つひとつの仕事に情熱を注ぎ、子どもたち、さらにはその先の子どもたちの時代に財産となるべき建造物を築いていく、という決意が込められています。私たちと一緒にこのメッセージを実現していきませんか。

# 落葉広葉樹の葉の展開と道管の形成時期の関係 —樹木の適応様式の違いを探る—

冷温帯落葉広葉樹林に混生する環孔材樹種と散孔材樹種について、どのようにその生育環境に適応して生育しているのかを明らかにすることを目指した。その結果、葉のフェノロジーと道管形成時期の関係について、環孔材樹種は短期集中型の、散孔材樹種は長期分散型の成長様式を採り、各々異なる適応方法で生育していることが明らかとなった。今後、異なる道管配列を持つ樹種を含めてより多くの樹種について体系的に調べる必要がある。

京都大学生存圏研究所生存圏診断統御研究系バイオマス形態情報分野  
〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄  
Tel 0774-38-3634 Fax 0774-38-3635 E-mail : takahashi.sayaka.75a@gmail.com

**高橋 さやか**

## はじめに

森林は、多様な種類の樹木から構成されている。森林の構成員である樹木は木材、銘木を生産するだけではなく、二酸化炭素の吸収源として重要な役割を果たすカーボンニュートラル（炭素中立）な資源として注目されている。森林をどのように維持するか、あるいは資源としての樹木をどのように育てるかということを考えた時、各樹木の生育の仕方を知ることが重要となる。樹木はどのように、その環境に適応して生育しているのだろうか？

芽吹きのころに劇的な変化を見せる落葉樹では、種毎に、どのように水を吸い上げ樹冠へ運ぶのか興味は尽きない。各樹種はいつ水を上げる道管を造り、どのように葉を出して光合成を始めるのであろうか。そのことは、木部の形成過程と光合成器官である葉の開葉タイプの両方に注目しないと明らかにできない。

## 研究の狙い：葉と道管の関係

春先、森に入ると、様々な種類の樹木が冬ごもりを終え、勢いよく芽吹いてくるのを見ることがある。この開葉の時期はそれぞれの樹種によって少しづつ異なることから、森には様々な種類の樹木が生育していることが解る。また、目視では解らないが、各樹木はそれぞれのタイミングで幹も太り始める。幹の肥大成長と共に、水を根から幹、枝を通って葉へ輸送する「通導組織」も形成される。特に広葉樹の主な通導組織は道管である。

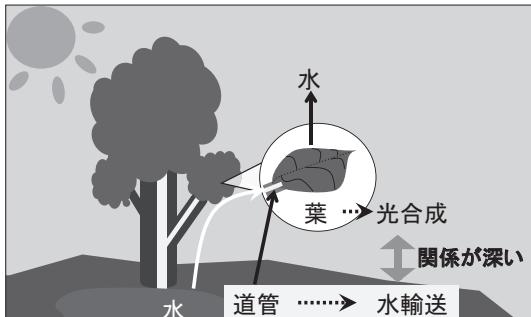
道管と葉は水輸送と光合成を介して密接に結びつい

ている（図①）。従って、道管の形成と葉の展開は切っても切れない関係にある。それでは、道管の形成時期と葉の展開の仕方にはどのような関係があるのか。

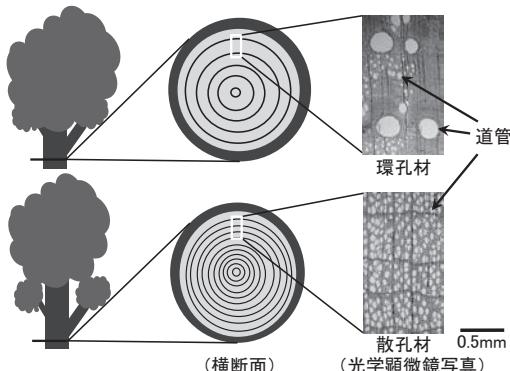
ここでは、道管の配列の仕方に特徴がある落葉広葉樹に着目して、各樹木がどのように時間／空間を確保して生活しているのかを調べ、各樹種の持つ特徴のある成長の仕方を理解したいと考えた。

## 道管の配列

広葉樹を木材解剖学的観点から観察する。図②のように木の幹を輪切りにして横断面を見てみると、光学顕微鏡レベルでは道管の配列を観察することができる。広葉樹は管孔性（放射方向に沿った、道管径の大きさの変化）の違いにより、環孔材樹種と散孔材樹種の2種類に大きく分れる<sup>22)</sup>。環孔材樹種は成長初期に大径の道管を形成し、その後、明らかに小径の道管を形成する。一方、散孔材樹種は成長の初めから終わりまで一様に比較的小径の道管を形成する。後述するが、道管半径の4乗に流速が比例する（ハーゲン・ポアズイユの法則）<sup>18)</sup>ので、道管半径が年輪内において、あるいは樹種によって異なることは、樹種によって年輪内の水輸送速度が変化し、道管の形成時期が変化することにつながる。このような道管配列の違いは各樹種の開葉様式（順次開葉 vs. 一齊開葉）の違いと密接に結びついている。これら道管の配列パターンの異なる樹種は温帯の同じ地域に生存していることから、各樹種が異なる様式で、その環境に適応して生育しているのではないかと推測できる。



▲図① 葉と道管の関係



▲図② 道管配列の違い

## 道管の通水能力

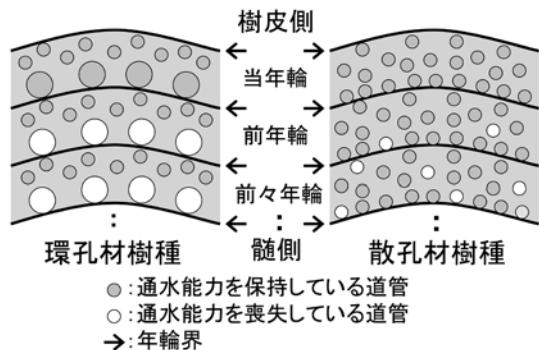
次に、道管配列を生理学的観点から観察する。道管の通水能力は、ハーゲン・ポワズイユの法則によると、道管半径の4乗に比例する。例えば、道管の半径が2倍あるいは4倍になると、16倍あるいは256倍も水を通しやすい。従って、春先、環孔材樹種において最初に形成される大径の道管は、散孔材樹種の小径の道管よりはるかに通水能力が大きいと考えられる。

大きな径を持つ道管は、通水性は大きいが、凍結する環境では冬期に機能を失い回復できないという欠点がある<sup>14)</sup>。散孔材樹種の道管は数年輪、通水機能を保持している<sup>20) 19)</sup>が、一方、環孔材樹種の大径道管は、形成された年の道管しか水を上げていない<sup>21) 19)</sup>ことが知られている(図③)。

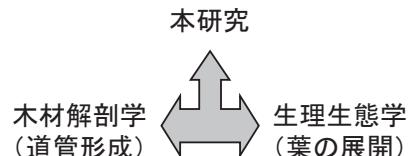
これらの通水能力の違いが、各樹種の道管を形成する時期にどのような影響を与えるのか、ということが各樹種の成長の仕方と大きく関わってくる。

## 木部形成と開葉の仕方

落葉広葉樹の葉の展開時期と道管形成時期との関係について古くから環孔材樹種と散孔材樹種とで異なる



▲図③ 年輪内の道管の水分布



▲図④ 本研究の位置づけ

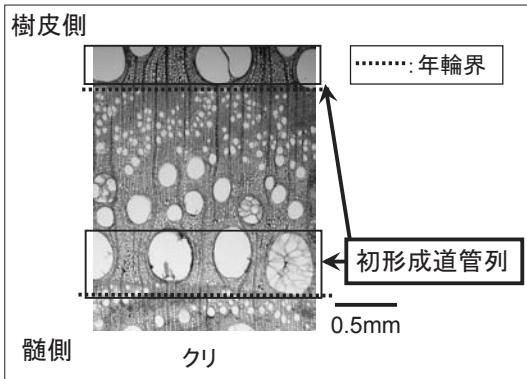
ことが知られている<sup>8)</sup>。肥大成長を調べた研究<sup>7) 9)</sup>、道管の二次壁堆積時期を調べた研究<sup>15)</sup>においても、幹の成長開始が、環孔材樹種では開葉に先行し、散孔材樹種では開葉してから少し遅れることが知られている。このことは、成長ホルモン<sup>1)</sup>、越冬細胞<sup>3)</sup>に関係があるという。

そこで本稿では、道管の水輸送が始まる時期に着目して、道管の木化時期を木材解剖学的に調べることにした。それと同時に、葉の展開時期については蒸散と光合成に着目しつつ葉の展開過程を観察した。このようにして、葉の展開時期と道管形成時期との関係を、生理生態学的観点から、つまり、光合成と水輸送とのつながりを念頭におきつつ明らかにしようと試みた(図④)。

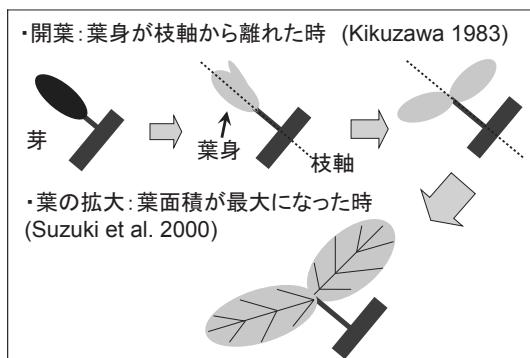
## 本研究

葉の展開と道管形成の時期的関係を明らかにするためには、樹木の特徴、遺伝的不均質性があるため同じ個体において、葉と道管の形成を同時に、季節を追って調べることが必要となる。また、道管配列の異なる樹種間の違いを明らかにするには、同一地域に混生している異なる道管配列を持つ樹木を同時に調べ、その違いを比較する必要がある。

これらのこと考慮に入れ、京都府北部の京都大学・あじゅう芦生研究林の林道に沿って1km以内の比較的狭い範囲において調査を行った。この林はブナ・ミズナラを中心とする冷温帯落葉広葉樹林を形成しており、年降



▲図⑤ 小口面切片の顕微鏡写真



▲図⑥ 開葉と葉の拡大の定義

水量は2,000mm以上で、特に調査場所の長治谷辺<sup>ちょうじだに</sup>は、冬の最低気温が-10°C以下になる。環孔材樹種5樹種、散孔材樹種5樹種、各5個体において2年間、調査を行った。調査個体は胸高直徑が18cm以上、樹高が9m以上と、比較的大きい成木と考えられる個体を用いた。春先の開葉前から2週間に1回、内径7mmの成長錐を用いて幹をくりぬいて試料を採取した。同時に葉のフェノロジー（生物季節：開葉、葉の展開、落葉等）を観察した。

道管は、形成層の細胞の分裂、道管要素の伸長や拡大、二次壁形成の開始とそれに続く木化、ならびにせん孔の形成を経て完成する<sup>2)</sup>。本研究では、当年の道管が水輸送を開始する時期を観察するために、幹の初形成道管列（当年の年輪形成の最初に形成された、年輪界から1列目の道管列：図⑤）の木化を観察した。方法は、ミクロトームを用いて木口面切片を作製し、サフラニンとファーストグリーンで二重染色（あるいはフロログルシン塩酸反応）を行い、光学顕微鏡で観察した<sup>12) 17)</sup>。

また、葉の生物季節（フェノロジー）については、開葉と葉の拡大に注目した。なぜなら、開葉時期は葉

が蒸散、光合成を開始する時期であり、葉の拡大時期は葉の蒸散、光合成が最大となる時期となるためである。開葉は葉身が枝軸から離れた状態とし<sup>5)</sup>、Suzuki et al. (2000)<sup>16)</sup>に基づいて、葉面積の拡大がほぼ終了した時期を葉の拡大とした（図⑥）。このようにして、樹冠と樹幹の季節変化を同時に調べた結果、春の息吹を一部ではあるが捉えることができた。

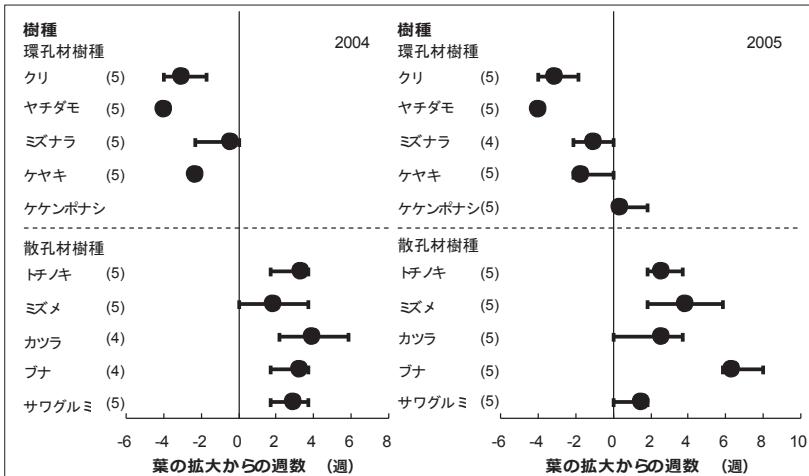
幹の初形成道管列が木化する時期は、環孔材樹種では開葉2週間前から4週間後まであり、一方、散孔材樹種では開葉2～8週間後であった。これは環孔材樹種の方が散孔材樹種よりも早いとする先行研究の傾向と一致する。

また、環孔材樹種ではほとんどの樹種において葉の拡大以前（葉の拡大4週間前から2週間後まで）に幹の初形成道管列が木化し、一方、散孔材樹種では葉の拡大以後（葉の拡大0～8週間後）に幹の初形成道管列が木化した（図⑦）。つまり、開葉あるいは葉の拡大時期に対する幹の初形成道管列が木化する時期は、環孔材樹種の方が散孔材樹種よりも早かった。このように、葉の展開と道管形成との時期の順番と時期の差が明らかとなったが、次に生理生態学的観点から環孔材樹種と散孔材樹種における環境への適応の仕方を考察する。

葉の展開の過程と生理機能の関係に注目すると、春先に開葉することで蒸散を開始し、その後、葉が拡大すると共に蒸散量が急激に増加し、葉の光合成生産能力が上昇する<sup>13) 6) 10) 11)</sup>と考えられている。

環孔材樹種では、上述の通り、主な水輸送を担う大径道管は越冬して春先に水輸送を行うことができない。そこで、これまで開葉に向けて大径の初形成道管列を形成してきた。しかし、これまでの研究でも、本研究でも、開葉時期に水輸送準備の整った初形成道管列が見られない個体があった。そこで、環孔材樹種では開葉時期には蒸散があまり活発でないために、大径道管が必ずしも必要ないのではないかと考えられる。それでは大径道管はいつ必要であるのか。本研究では環孔材樹種は蒸散が始まる開葉時期から蒸散能力が急上昇し終わる葉の拡大時期に向かって、幹の大径の初形成道管列が木化していた。つまり、環孔材樹種では個体の蒸散能力が最大になる葉の拡大時期に向けて水輸送準備を行い、その後の光合成生産を円滑に行なうことが明らかとなった。

これに対して散孔材樹種では、上述の通り、数年輪の道管で水輸送を行う。いつでも水輸送を行う準備がで



▲図⑦ 葉の拡大時期に対する幹の初形成道管列の木化時期

左に2004年、右に2005年の結果を示す。括弧内の数字は個体数、黒丸は平均、バーは範囲を示す (Takahashi et al. 2013より改変した図)。

きているのである。本研究では散孔材樹種は蒸散能力が上昇し終わる葉の拡大時期以降に、幹の当年の道管が木化し始めていた。つまり散孔材樹種では蒸散能力が上昇し終わり、光合成生産を活発に行っている時期に、幹での当年輪の水輸送準備を行っているのである。

このようにして、冷温帯落葉広葉樹林に混生する環孔材樹種と散孔材樹種では、葉のフェノロジーと道管形成時期の関係について異なる適応方法を探ることが明らかとなった。環孔材樹種は葉と幹の道管を春先に同時に形成する「短期集中型」の、散孔材樹種は葉と道管を別々の時期に形成する「長期分散型」の成長様式を採り、各々異なる適応方法で生育していることが明らかとなった。

## 今後の展望

今回、春先の道管形成と葉のフェノロジーの時期的関係を環孔材樹種と散孔材樹種とで比較することで、各樹種の生き様が明らかになった。一方、樹種内においても、樹種によって、あるいは年によって、道管形成時期と葉のフェノロジーの関係には変動が見られた。この理由はまだ解らないことが多い。また、クルミ類のような半環孔材樹種を含めて、落葉、常緑性の様々

な道管配列を持つ多くの樹種で道管形成と葉のフェノロジーの時期的関係は明らかになっていない。今後、樹種を増やし、道管形成と葉のフェノロジーの時期的関係を、もっと体系的に調べることが必要である。これによって近年注目されている黒い心材をもつオニグルミ<sup>4)</sup>など銘木生産への手がかりも増えるのではないだろうか。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、調査地を提供してくださった京都大学フィールド科学教育研究センターの皆様、および研究のご指導を賜りました京都大学の野瀬正<sup>の ぶち ただし</sup>名誉教授と岡田直紀准教授に感謝の意を表します。

(たかはし さやか)

## 《引用文献》

- Fahn, A. and Werker, E. (1990) In : M Iqbal (ed.), *The vascular cambium*, 139-157. Research Studies Press Taunton UK.
- 福島和彦ら (2011) 木質の形成, 海青社/3)
- 今川一志・石田茂雄 (1972) 北大農演林報 29, 55-72.
- 北海道新聞 (2015) 中川産オニグルミ, 2015年9月28日夕刊/5)
- Kikuzawa, K. (1983) Can. J. Bot. 61, 2133-2139.
- Koike, T. (1990) Tree Physiol. 7, 21-32.
- 小見山 章ら (1987) 日林誌 69, 379-385.
- Ladefoged, K. (1952) Dan. Biol. Skr. 7, 1-98.
- 丸山幸平ら (1992) 新大農演研報 25, 35-68.
- Miyazawa, S.-I. and Terashima, I. (2001) Plant Cell Environ. 24, 279-291.
- Muraoka, H. and Koizumi, H. (2005) Agric. For. Meteorol. 134, 39-59.
- Sass, J. E. (1951) The Iowa State College Press, USA, 69-71.
- Šesták, Z. (1985) Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- Sperry, J. S. et al. (1994) Ecology 75, 1736-1752.
- Suzuki, M. et al. (1996) IAWA 2, 431-444.
- Suzuki, M. et al. (2000) Chonnam National University Press, Kwangju, 132-137.
- Takahashi, S. et al. (2008) For. Res. Kyoto 77, 123-128.
- Tyree, M. T. and Zimmermann, M. H. (2002) Springer.
- Umebayashi, T., Utsumi, Y., Koga, S., Inoue, S., Fujikawa, S., Arakawa, K., Matsumura, J., Oda, K. (2008) IAWA 29, 247-263.
- Utsumi, Y. et al. (1998) Plant Physiol. 117, 1463-1471.
- Utsumi, Y. et al. (1999) Plant Physiol. 121, 897-904.
- Wheeler, E. A. et al. (1989) IAWA Bull. n. s. 10, 219-332.

## 林業事業体の機械化に伴う設備投資の諸要素の統合的理義 ～トータルコスト曲線の数値例による分析

長野県林務部森林づくり推進課 全国植樹祭推進室施設植樹係  
〒380-8570 長野市大字南長野字幅下692-2  
E-mail : seki-kenichiro@pref.nagano.lg.jp (個人)

関 憲一郎

### 1. はじめに

近年、林業の機械化が進み、森林所有者が林業事業体へ施業（管理）委託をすることが多くなっている。しかし、森林所有者の多くは自伐林家ではなく、また、山の管理方法にも詳しくない方が多いので、森林所有者と林業事業体の「情報格差」をなくしていくことが必要である。森林所有者が整備後の所有森林について、森林づくりの構想の上でも、経済面でも最適なイメージを持てるくらいに理解を深めることができれば、森林所有者が林業事業体の「提案型施業」を十分納得した上で受け入れができるだろう。そうすれば、地域や森林所有者にとって良好な森林管理が行われることが期待できるはずである。

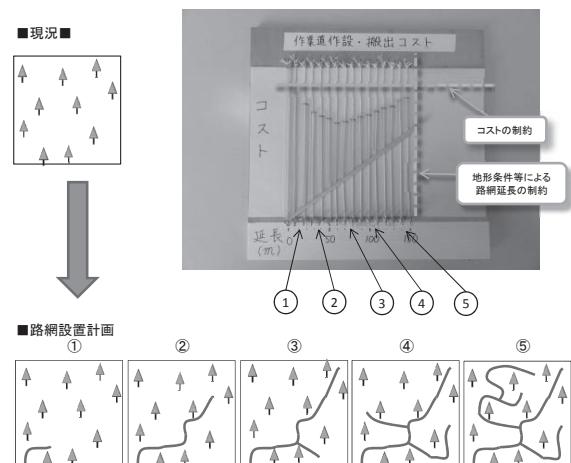
そこで、筆者は機械化された森林作業における経費（コスト）を理解するための教具を開発し<sup>2)</sup>、そこから読み取ることができる一般的な知見を精選するとともに、特に経済面で理解していただきたい知識とは何かを整理した。その上で、現地調査を行いながら森林所有者に向けて説明し、住民に林業の機械化等についての理解を十分に得ながら森林整備を行う手法を検討したので報告する。

### 2. 林業の機械化によるコストの削減を理解するための教具の開発とそこからわかる一般的な知見の整理について

林業の機械化に伴う路網設置と集材に係るトータルコスト<sup>3)~7)</sup>を、実証的に調査することは困難な作業である。なぜならば、このトータルコストは、林況、地形、採用する作業システム、作業を行う林業事業体などの様々な現場条件によって変化するからである。

しかし、その困難さを乗り越える方法がある。それはモデルを開発することである。モデルとは、比較的

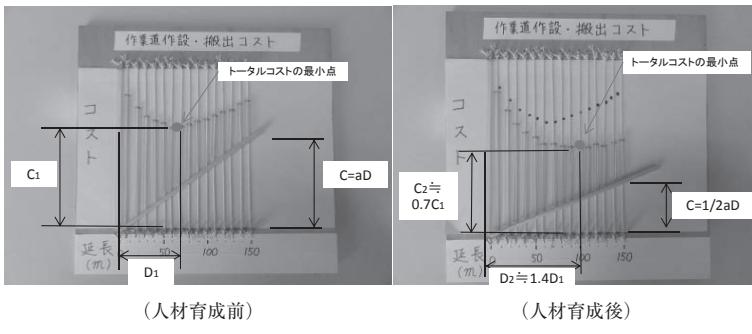
簡易な形でありながら、一定条件下で複雑な事態に対応でき、だいたいのところにおいて正しい見通しを立てることができるような思考の型のことである。本稿では、林業の機械化に係るトータルコストの関数の一般的な性質を踏まえ、「説明会で具体的に何がわかれば良いのか」を明らかにして説明内容を精選するとともに、特に説明会の出席者に対し、林業の機械化について簡単な数値例を用いて定量的なイメージをつかん



▲図① 現場で想定される様々な路網設置計画とトータルコスト式のグラフの関係

トータルコスト式を棒グラフで表示することが、現場で想定する計画（①～⑤）のうち、どの計画が最適かを考え、現実的な視点で意思決定をするヒントになる。機械化された森林整備の経費の中で大きな位置を占める費用が、路網の設置と集材（木材の搬出）に係る経費の合計である。

このうち、路網の設置に係る経費は距離に応じて増えていくが、距離に応じた費用の増え方（正比例のグラフの傾き）は、機械化や技術者の習熟度の水準が向上すると増えなくなってくる（グラフの傾きが緩くなってくる）。一方、集材に係る経費は、路網が延伸されればその路網を利用して作業を行いやすくなることから、路網の延伸に応じて減っていく。トータルコストは、「コストの制約」や「地形条件等による路網延長の制約」を受けるため、その範囲内で検討する。



▲図② 人材を育成する前後におけるトータルコストの最小点のコストと路網延長の変化の数値例によるイメージ

人材育成後のほうが、「トータルコストの最小点」以上に路網を設置した場合のトータルコストの上がり方が平坦になっていることがわかる。

でいただけけるような工夫をした（図①）。

筆者は、集材に係る経費が路網延長に応じて減少する様子を何本かのストローの長さで、路網の設置に係る経費が路網延長に応じて増加する様子を割り箸を傾けて表現した。そして、割り箸でストローを押し上げるようにして路網延長に応じたトータルコストの変化を棒グラフで示すと、トータルコストが最低となる最適な路網延長を簡単に試算することができる。さらに、機械化の進展や技術者の習熟度の向上により、路網の設置に係る経費を削減すると、最適な路網延長を変えることが可能になる。このように、棒グラフによつていくつかの計画案を比較して考えることは、いくつかの路網配置の候補をまとめて表現し、その中から最適なものを選ぶシミュレーションの作業にほかならないのである（図②）。

例えば、路網の設置コストが半分になった場合について、上記のような教具による仮定のモデルを用いて計算すると、トータルコストについて次のような知見が得られる（表①、図③）。

これらにより、林業事業体がもつ労働者、機械、路網、木材の搬出、トータルコストの削減などについて関連性を生きいきと表現することができ、同じ山であっても技術者の腕次第で山づくりや木材の搬出に係る経費が変わってくることを、数値例を用いて具体的に表現することができるため、森林所有者が所有山林の整備について理解を深めることができる。また、森林所有者は複数の業者に所有山林を見もらったり、経費の見積りを取りインセンティブ（動機づ

け）になり、このことは、提案型施業を推進することにつながると考える。

また、LeFeverは、説明内容における理由や背景の重要性を指摘した<sup>⑧</sup>。それによれば、初心者が集まる研修会の初期段階においては、手段（例えば、いかに森林整備を進めるか）よりも理由や背景（例えば、なぜ森林整備が必要か）を説明したほうが、

効率的な説明ができるとのことである。したがって、筆者は、1回目の欠席者が出席する2回目以降の説明会でも、全員に説明内容の理由や背景を確実に理解してもらうよう心掛けることとした。

筆者は上記のような知見の整理と説明内容の精選を行った上で、地域住民を対象にした説明会に臨むこととした。

なお、林業事業体の機械化におけるコストの削減等の効果を導く数学的な根拠を次頁表②に示す。

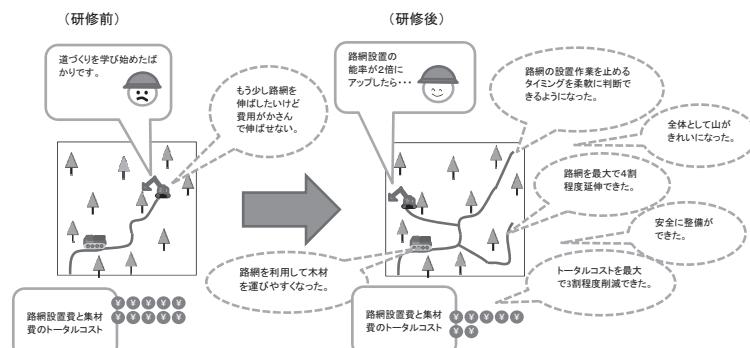
▼表① 路網の設置費用が削減されること（前提条件）に連動して期待される効果（テーブル整理）

#### ■前提条件（仮定）

ある林業事業体において、現場経験や研修等により作業道の設置を担当する作業員の技術力が向上し、設置コストが半分（1/2）になった。（ストローの下にある傾きの勾配を半分に緩くした。）

#### ■作業員の能力が向上するのに連動して生ずると期待される効果

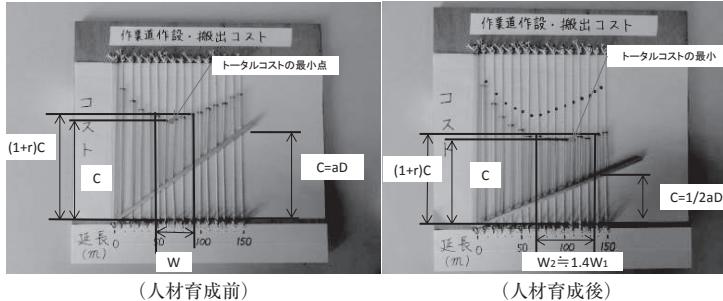
- ①最小コストとなる路網の延長は、約1.4倍になる。（約4割路網を延伸したほうがコストを削減できる。）
- ②トータルコストの最小値は、約3割削減することができる。
- ③目標とするトータルコストを一定の範囲内で考慮した場合の分析については、トータルコストの傾きがフラットになることから、現場条件に応じて路網延長を多少増減させても、トータルコストはあまり変化しないことがわかる。この結果、現場に適合した路網を設置する選択肢が増えることになる。



▲図③ 路網の設置費用が削減されること（前提条件）に連動して期待される効果（図解）

▼表② 計算根拠（路網設置に係る作業員の熟練度とトータルコストの削減との関係を示す根拠について）

<p>これまで述べてきた林業事業体の機械化における経済上の効果の傾向を導く数学的な根拠を次のとおり参考までに示すので、参考にされたい。</p> <p>■ 最小コストと路網の延伸の程度の関係について</p> <p>(1) 人材を育成する前の段階における最適な路網の延長について</p> <p>路網の設置延長 (<math>D</math>) に応じたトータルコストの式 <math>f_{\text{D}}</math> について、路網設置費 <math>C_d (=aD)</math> と集材費 <math>C_l (=b \frac{1}{D})</math> の和であるから、<math>f_{\text{D}} = C_d + C_l = aD + b \frac{1}{D} \cdots ①</math> (a,bは地形などの自然条件や、路網など整備状況又は採用する作業システム等による定数である。)</p> <p>式の右辺を <math>D</math> について微分すると、<math>f'_{\text{D}} = a - bD^{-2}</math> であり、<math>f'_{\text{D}}=0</math> とおくと、トータルコストが最小となる路網延長 <math>D_1</math> は、<math>D_1 = (b/a)^{1/2} \cdots ②</math></p> <p>(2) 路網設置に係る人材を育成した後の段階におけるトータルコストの最小値とその評価</p> <p>ここで、人材を育成した後の係数を <math>a_1 = \frac{1}{2} a_0</math> とすると、トータルコストが最小となる路網延長 <math>D_2</math> は、</p> $D_2 = (b/a_1)^{1/2} = (2b/a)^{1/2} \cdots ③ \quad \therefore D_2 / D_1 = \sqrt{2} \approx 1.4 \cdots ④$ <p>よって、人材を育成した後にこの係数 <math>a_1</math> が半分になると、最適な路網延長は 4 割延伸されることが示された（図②）。</p> <p>■ 路網の延伸に伴うトータルコストの最小値の削減の程度について</p> <p>上記のモデルを考えた場合、トータルコストの最小値</p>	<p>となる路網延長が延伸されると、トータルコストの値がどれくらい削減されるかについてみてみよう。</p> <p>(1) 人材を育成する前の段階におけるトータルコストの最小値</p> <p>上記の式①に②を代入すると、<math>f_{\text{D}} = aD + bD^{-1} = a(\frac{1}{a})^{\frac{1}{2}} + b(\frac{1}{a})^{\frac{1}{2}} = 2\sqrt{ab} = C_1 \cdots ⑤</math></p> <p>(2) 人材を育成する前の段階におけるトータルコストの許容範囲</p> <p>トータルコストの余裕幅を <math>r</math> とした場合、人材を育成する前の段階におけるトータルコストの許容範囲は、次のように表すことができる。<math>aD + bD^{-1} \leq 2(1+r)\sqrt{ab} \cdots ⑥</math></p> <p>辺々に <math>D</math> を乗じて整理すると、<math>aD^2 - 2(1+r)\sqrt{ab}D + b = 0 \cdots ⑦</math></p> <p>不等式②をみたす <math>D</math> の範囲は、二次方程式の解と係数の関係により</p> $[(1+r)\sqrt{ab} - \{(1+r)^2ab - ab\}^{\frac{1}{2}}] / a \leq D \leq [(1+r)\sqrt{ab} + \{(1+r)^2ab - ab\}^{\frac{1}{2}}] / a \cdots ⑧$ <p>したがって、⑧における <math>D</math> の範囲 <math>W_1</math> は、</p> $W_1 = 2 \cdot [(1+r)^2ab - ab]^{\frac{1}{2}} / a = 2(2ab(r^2 + 2r))^{\frac{1}{2}} / a \cdots ⑨$ <p>(3) 人材を育成した後の段階におけるトータルコストの許容範囲とその評価</p> <p><math>\frac{1}{2}aD + bD^{-1} \leq (1+r)(2ab)^{\frac{1}{2}} \cdots ⑩</math> 辺々に <math>2D</math> を乗じて整理すると、</p> $aD^2 - 2\sqrt{ab}(1+r)D + 2b \leq 0 \cdots ⑪$ <p>不等式②をみたす <math>D</math> の範囲は、二次方程式の解と係数の関係により</p> $[\sqrt{ab}(1+r) - \{(2(1+r)^2ab - 2ab\}^{\frac{1}{2}}] / a \leq D \leq [\sqrt{ab}(1+r) + \{(2(1+r)^2ab - 2ab\}^{\frac{1}{2}}] / a \cdots ⑫$ <p>したがって、⑫における <math>D</math> の範囲 <math>W_2</math> は、</p>	<p><math>W_2 = 2 \cdot \{2(1+r)^2ab - 2ab\}^{\frac{1}{2}} / a = 2(2ab(r^2 + 2r))^{\frac{1}{2}} / a \cdots ⑬</math></p> <p>ゆえに、<math>W_2 / W_1 = \sqrt{2} \approx 1.4</math> よって、<math>W_2 \approx 1.4W_1 \cdots ⑭</math></p> <p>⑭式は、トータルコストが一定以上となる路網延長の選択肢の範囲が約 4 割増えることを意味する（図④）。</p> <p>■ トータルコストの余裕幅 <math>r</math> について</p> <p>数値例による具体的なイメージとして、たとえばある場所で、<math>a=2,000</math> (路網開設単価: 2,000 円/m)、<math>b = 9,940,000</math> となる面積 1ha の現場があるとしよう。計算にあたっては、路網延長の定義域に注意する必要がある。（例えば、<math>20 \leq D \leq 150</math> とする）。この場合の計算結果を表③に示す。また本稿ではトータルコストの許容範囲として <math>r = 0.05</math> (5%) を見込むこととする。</p> <p>■ 計算結果</p> <p>このような仮定に基づいて計算した結果を表③に示す。この結果からは、研修や現場経験を積んだ技能者が路網を設置して搬出間伐を行った場合、現場は路網の整備水準が高くなるとともに、現場の判断により路網を延伸したり、無理な路網は設置しないなどの判断により柔軟に行ってても、トータルコストに影響しなくなることになり、ひいては、路網の設置を延伸するかやめておくかの現場における判断の選択肢の幅が、トータルコストの制約の中である程度広がることを意味する。</p>
--	--	---



◀図④ 人材を育成する前後ににおけるトータルコスト式の最小値に許容範囲（値域）をもたせた場合にその許容範囲をみたす路網延長の範囲（定義域）の数値例によるイメージ

前提条件	現状		将来
	1	0.5	
ある管理森林区域（面積1ha、路網なし）において路網開設単価を半分にする	例:2,000円/m (a=2,000, b=9,940,000)	例:1,000円/m (a/2=1,000, b=9,940,000)	路網開設コストは現状より5割減
《取組みによる効果とその具体的なイメージ（数値例）》			
期待される効果	現状		将来
	1	$\sqrt{2}/2$ (≈0.7)	
①最適なトータルコストの金額	例:282,000円	例:199,400円	トータルコストは現状より最大で約3割削減
②最適なコストが上記のようになるとの路網の延長	1 例:71m	$\sqrt{2}$ (≈1.4) 例:100m	路網延長は現状より最大で約4割延伸
③トータルコストの最小値に一定の余裕( $r=5\%$ )を見込んだときの路網整備の選択肢の幅のひろがり	1 例:44m (路網延長 52m~96mの間)	$\sqrt{2}$ (≈1.4) 例:約63m (路網延長 73m~136mの間)	路網整備の選択肢は現状より最大で約4割増

▶表③ トータルコスト式の分析から導かれた林業の機械化に係る人材育成の効果とその数値例によるイメージ（路網設置費の削減効果）

►写真① トータルコストのグラフをテーマにした教具を用いた説明会の状況（平成 27 年 3 月 3 日、佐久市青沼財産区森林整備説明会）

►►写真② トータルコストのグラフをテーマにした教具を用いて説明する筆者



### 3. 実践例

#### (1) 佐久市春日財産区における実践例

この教具による知見等を基に、平成 25（2013）年～平成 26（2014）年にかけて 7 回程度行った佐久市春日財産区の議員とそれを支援する佐久市望月支所の職員合計 10 名に対する森林整備に係る説明会を行った。

トータルコストの削減についての議論を議員の皆さんとする中で、林業事業体へ森林管理を委託するメリットを、次のように整理することができた。それは、①財産区の所有する森林の間伐が進むこと、②木材販売により、財産区が収益を得ることができること、③事業地を確保した地元の林業事業体の経営が安定すること、である。

教具により、数値で林業機械化前後のトータルコストを比較する発想ができたので、複数の林業事業体へ見積依頼をしたり、より経費を抑えて山仕事ができるような林業事業体へ施業を委託することを促した。すなわち、教具による説明が「提案型施業」による森林整備を受け入れることに貢献したといえる。

その後、春日財産区は 5 年間に約 100ha の所有森林を管理委託することとし、佐久市望月支所が「財産区支援事業」の中で、佐久市及び近隣にある林業事業体に対し、指名プロポーザル方式で管理者を特定することとした。その結果、平成 26（2014）年 8 月 28 日にプロポーザルに応じた 3 者の審査等の手続きを経て、平成 26 年 9 月から 5 年間、佐久森林組合との間で管理委託契約を締結し、現在も搬出間伐等の森林整備を行っているところである。

#### (2) 佐久市青沼財産区における実践例

佐久市青沼財産区も所有森林の管理を目的とする財産区であり、地域住民が定期的に所有森林の除伐作業などを行っている財産区である。上記の説明方法の良い点は、一般的な傾向を表現したものであり、森林整備の機械化を行おうとするどの現場でも使用することできることである。筆者は、平成 27（2015）年 3

月 3 日に、現地見学会を兼ねた勉強会で、上記の教具を使い、搬出間伐に係るトータルコストの削減について触れた（写真①、②）。

その結果、春日財産区の説明会と同様に、搬出間伐の機械化について議員の理解が深まるとともに、平成 27 年 3 月 17 日には、一定の区域の森林整備を林業事業体に委託する方針を決定することになった。

### 4. おわりに

筆者は、林業事業体の機械化に伴うトータルコストの式やグラフの最小値や傾きを、教具を作成しながら分析することで、林業事業体の努力などにより、コストを削減する過程について、一般的な理論として提示することができた。このような、路網の設置に係る基本的な考え方を、さらには行政・林業事業体・森林所有者などの関係者に普及させ、情報共有<sup>1)</sup>を行うことで、関係者同士がパートナーシップの関係<sup>1)</sup>となるような、住民参加型の森林整備を進めるための一つの手掛かりになると考える。

なお、本稿の取りまとめにあたり、長野県林業総合センターの小山泰弘氏からご指導いただいた。ここに記して謝意を表したい。

（せき けんいちろう）

#### 《参考文献》

- 1) 岩崎忠夫（1984）住民参加論、第一法規出版。
- 2) 関 憲一郎（2013）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、森林技術、858、26～31。
- 3) Matthews, D. M (1942) Cost Control in the Logging Industry. McGraw-Hill, New York.
- 4) 南方 康・酒井秀夫・伊藤幸也（1985）複合的路網の整備目標、東京大学演習林報告、81～96。
- 5) 上飯坂 実（1971）森林利用学序説、地球出版。
- 6) 小林洋司（1997）森林基盤整備計画論 林道網計画の実際、日本林道協会。
- 7) 岡本 清（2000）原価計算 六訂版、国元書房。
- 8) Lee LeFever (2012) The Art of Explanation, John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.

BOOK  
本の紹介

永田 信 著

## 林政学講義

発行所：東京大学出版会

〒153-0041 東京都目黒区駒場4-5-29

TEL 03-6407-1069 FAX 03-6407-1991

2015年11月発行 A5判 176頁

定価（本体2,900円+税）ISBN 978-4-13-072065-6

「世界森林資源評価2015」で示されたように、森林の減少・劣化に改善は見られるものの、その傾向は継続している。持続可能な森林管理や木材利用への方策の検討・実行がまさに必要である。持続可能な社会や循環型社会を創出するために、いかに森林を管理し、木材を利用するかは私たちの直面する重大な課題のままである。

本書は、「東京大学農学部での講義内容を書物にした」ものであり、「世界の森林まで視野に入れ、歴史を振り返り、経済学の基本を学びながら、経済学にとどまらない林政学」を描いている。「林政学」は「森、林に住む人たちの暮らしに関わる学問」であり、近代経済学的な観点に立脚しながらも、さらに社会学や政治学的な観点、歴

史的観点、行政や法的な関係も含めて構成されている。すなわち、人文・社会科学の総合的視点から、私たちの直面する課題とそれの方策が本書で考究されている。

「林政学」を冠する教科書としては1990年刊の半田良一編著『林政学』以来であり、さらに単著としては小関隆祺著『林政学研究』、塩谷 勉著『林政学』、島田錦蔵著『林政学概要』が挙げられる。時代と共にますます分析対象が広がり、分析手法も多様化する中で、一貫した視点に基づいて単著として教科書を編纂することは難しくなっている。その面でも、本書の刊行は興味深く且つ意義深いと言えるだろう。

本書を読み進むと、著者の永田信教授のお人柄にも触れられる。

BOOK  
本の紹介

鉄道林研究会 著

## 鉄道林 ～その歴史と管理技術～

発行所：(株)交通新聞社

〒101-0062 千代田区神田駿河台2-3-11 NBF御茶ノ水ビル9F

TEL 03-6831-6622(販売部) FAX 03-6831-6701(代表)

2015年12月発行 A5判 296頁

定価（本体2,700円+税）ISBN 978-4-330-62915-5

版元がJR時刻表と同じと聞けば、鉄道関係の本と思われるかもしれないが、これは間違いなく良質な森林管理技術の本である。総延長2万km以上にも及ぶ日本の鉄道網は、365日休むことなく大量の人や荷物を、安全かつ正確な時間で運んでいる。この陰には自然災害の影響を防ぐ見えない努力が働いており、この一つが鉄道林である。

鉄道林は、明治26年に東北地方の吹雪対策として初めて設置されて以来、雪崩、土砂崩壊、落石、飛砂、強風などの自然災害から鉄道を守る重要な防災施設として、適切に更新を行なながら今日までの機能が維持してきた。本書では、過去から現在までの間に起きた様々な自然災害での経験をふまえた技術開発の歴史をたどりな

がら、現在の技術指針「鉄道林施業標準」を紹介している。

これだけでも本誌の読者には参考になることが多いと思われるが、本書の最大の魅力はそれだけではない。「鉄道林施業標準」の本文に加えて細かい解説があり、そこには、調査地の選定方法から密度管理図の読み方、空中写真の判読方法、材積計算の方法までが記載されている。さらに、第Ⅱ部として「森林・林業の基礎知識」が網羅され、森林の構造や生態、林業の歴史、造林や間伐などの一般的な施業技術、林業機械、森林調査の方法など、林業に携わる人が身につけるべき基本的な知識のほぼ全てが網羅されているといつても過言ではない。

全体を通して、平易な言葉とわ

## ■新刊図書紹介■



永田教授が「お酒」を好まれることは、面識のある方であればよくご存じだろう。例えば、第7章で元学部長と永田教授との嗜好の関係を例にパレート改善を説明し、第8章では札幌の銘酒場「とりきん」で呑む日本酒を例に限界効用や消費者余剰を解説している。初学者も手に取り易い書と言えよう。

本書は永田教授にご指導戴いた筆者を含む7名が編纂協力したことを終わりに付記しておきたい。

(筑波大学准教授／立花 敏)



かりやすい図表や写真がふんだんに盛り込まれ、森林技術の知識を持たない人でもわかるような工夫に満ちている。オールカラーで描かれたこの本は、まさに森林・林業の教科書と言えよう。林業技術に造詣の深い本誌の読者には、物足りないかもしれないが、林業技術全体を包括して学びたい方には、是非ともオススメしたい一冊である。

(長野県林業総合センター／小山泰弘)

- ヨーロッパ・バイオマス産業リポート なぜオーストリアは森でエネルギー自給できるのか 著：西川 力 発行所：築地書館（Tel 03-3542-3731）発行：2016年2月 四六判 176頁 定価（本体2,000円+税）ISBN 978-4-8067-1504-7
- ヤマケイ文庫 教えてゲッチョ先生！雑木林のフシギ 著：盛口 満 発行所：山と渓谷社（お求めは書店にて）発行：2016年2月 文庫 320頁 定価（本体880円+税）ISBN 978-4-635-04793-7
- 「田舎暮らし」と豊かさ—コモンズと山村振興一 編著：奥田裕規 発行所：日本林業調査会（Tel 03-6457-8381）発行：2016年1月 四六判 180頁 定価（本体1,500円+税）ISBN 978-4-88965-245-1
- 新編 黒部の山人 山賊鬼サとケモノたち 文：鬼窪善一郎 編：白日社編集部 発行所：山と渓谷社（お求めは書店にて）発行：2016年1月 四六判 240頁 定価（本体1,200円+税）ISBN 978-4-635-32007-8
- 森林資源の環境経済史 近代日本の産業化と木材 著：山口 明日香 発行所：慶應義塾大学出版会（Tel 03-3451-3584）発行：2015年12月 A5判 320頁 定価（本体4,500円+税）ISBN 978-4-7664-2242-9
- 木質昆虫学序説 著：岩田隆太郎 発行所：九州大学出版会（Tel 092-833-9150）発行：2015年12月 B5判 512頁 定価（本体8,000円+税）ISBN 978-4-7985-0170-3
- 木と日本人(2) 樹皮と枝・つる 監修・文：ゆのき ようこ 樹木画：長谷川哲雄 発行所：理論社（Tel 03-6264-8890）発行：2015年11月 大型本 64頁 定価（本体3,400円+税）ISBN 978-4-652-20115-2
- 増補改訂版 遠山 森林鉄道と山で働いた人々の記録 編：遠山森林鉄道写真集刊行委員会 発行所：南信州新聞社出版局（Tel 0265-22-3734）発行：2015年11月 B5判 120頁 定価（本体1,500円+税）ISBN 978-4-904994-20-7
- 日本固有の防災遺産 立山砂防の防災システムを世界遺産に 編著：五十嵐敬喜・岩槻邦男・松浦晃一郎・西村幸夫 発行所：株式会社ブックエンド（Tel 03-6806-0458）発行：2015年11月 A5判 160頁 定価（本体1,800円+税）ISBN 978-4-907083-30-4
- GISを使った主題図作成講座 地域情報をまとめる・伝える 監：浦川 豪 発行所：古今書院（Tel 03-3291-2757）発行：2015年10月 B5判 128頁 定価（本体2,800円+税）ISBN 978-4-77224-187-8

## 01 代議員選挙結果のお知らせ

●次期代議員が選出されましたのでお知らせします。今回、選出されました代議員の皆様の任期は、平成28年3月以降3年間となっておりますので、よろしくお願い致します。また、正会員の皆様には多大なるご協力を頂きましたことに対し厚く御礼申し上げます。

代議員選挙管理委員会委員長

※新たな代議員名簿につきましては、当協会Webサイトをご覧下さい。

## 02 日林協のメールマガジン・会員登録情報変更について

●メールマガジン 当協会では、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。ぜひご参加下さい。

配信をご希望の方は、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。

●異動・転居に伴う会誌配布先等の変更 これについても、上記にて行えます。なお、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。

●会費は年度単位です。会員種別変更等は3月末までにお願いします。  
お問い合わせはこちら → kaiin\_mag@jafta.or.jp (担当:三宅)

## 03 「森林技術賞」等及び支援事業の募集

●森林・林業に関わる技術の向上・普及を図ることを目的に、『第61回森林技術賞』及び『第26回学生森林技術研究論文コンテスト』の募集を行っています(詳細は当協会Webサイト参照)。

●平成28年度森林技術の研鑽・普及等の活動に対する支援事業:会員の皆様が実施する森林・林業技術の研鑽や普及等の活動に対し、経費の支援を行います。支援対象は、①森林技術等の調査・研究活動、②現地検討会や見学会等の開催、③講演会等の開催、④森林技術の普及活動などです(詳細は当協会Webサイト参照)。

(担当:三宅)

## 04 協会のうごき

●人事異動【平成28年1月31日付け】

退職 事業部調査員

瀬古敏彰

### 編集後記

mtnt

トレッキング天国ニュージーランド、ついでそんなイメージが先行してしまいますが、赤道をまたいで同じような緯度にあり、地震が多いことも日本に似ています。では、森林の様子は、林業は? それは、ぜひ、誌面から。季節が真逆で今は夏真っ盛り、輝く緑に白い山々、ブルーの湖を想像すると、お互い様と分かっていても羨ましく、次の季節が待ち遠しくなりませんか?

### Contact

#### ●会員事務／森林情報士事務局

担当:三宅 Tel 03-3261-6968

✉: miyake2582@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／販売事務

担当:吉田(功), 一, 馬場(美)

Tel 03-3261-5414

(編集) ✉: edt@jafta.or.jp

(販売) ✉: order@jafta.or.jp

#### ●デジタル図書館

担当:一 Tel 03-3261-6952

✉: dlib@jafta.or.jp

#### ●総務事務(協会行事等)

担当:伊藤, 関口, 細谷

Tel 03-3261-5281

✉: so-mu@jafta.or.jp

Fax 03-3261-5393 (上記共通)

### 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。

### 森林技術 第887号 平成28年2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

三菱東京UFJ銀行 船町中央支店 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〕

当協会では、会員が自発的に行う森林・林業技術の研鑽や普及等の活動を支援する事業を行っています。応募のあった活動の中から、当協会が設置する選考委員会で選考された活動に対して、取組に必要な経費の一部を支援します。

◆支援対象 森林技術の研鑽や普及等に資する、次のような活動を対象として募集します。

- ① 森林技術等の調査・研究活動
- ② 現地検討会や見学会等の開催
- ③ 講演会や発表会等の開催
- ④ 森林技術の普及活動

と、又は、会員に限定した活動であっても活動結果がとりまとめられ公開される等、会員以外に裨益が及ぶ活動であること

- ③ 単年度で終了する活動であること（ただし、支援対象となる活動が翌年度以降も継続されることは差し支えありません。）

◆支援内容 一件当たり、3万円以上20万円以内の支援金を給付します。

◆支援要件 上記「支援対象」に該当する活動であって、次の要件全てを満たすこと。

- ① 5人以上の会員がまとまり、主体となって行う自発的な活動であること
- ② 会員以外の者の参加が可能な活動であるこ

◆応募期間

平成28年2月1日(月)～3月15日(火)

★応募締切当日消印まで有効

◆問合せ先 (一社)日本森林技術協会  
管理・普及部(三宅) TEL: 03-3261-6968

詳しくは、協会HPをご覧ください！  
→ [URL] <http://www.jfta.or.jp>

## 森と木とのつながりを考える 日本林業調査会（J-FIC）の本

### 「田舎暮らし」と豊かさ

「田舎」が持つ豊かさを共有するために必要なことは何か？  
入会林利用、和紙づくり、希少植物の保護を通して考える。

奥田裕規／編著

ISBN978-4-88965-245-1 四六判 180頁 本体1,500円+税



### 日本樹木誌 1

好評2刷！

日本産樹木に関する知見を集大成、最新の分布図も収録した待望の  
シリーズ第1弾！ ブナ・クスノキなど30樹種を解説。

日本樹木誌編集委員会／編

ISBN978-4-88965-192-8 B5判 762頁上製 本体5,238円+税



## 日本林業調査会

〒160-0004 東京都新宿区四谷2-8 岡本ビル405  
TEL 03-6457-8381 FAX 03-6457-8382  
E-MAIL.info@j-fic.com http://www.j-fic.com/



松枯れ予防  
樹幹注入剤

# マッケンジー<sup>®</sup>

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孔当たり 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



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

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 会員になります !!

☆専門分野（森林、林業、森林土木、森林

②通信教育を実施

環境、木材利用）に応じた学習形態

③建設系 CPD 協議会との連携

①市町村森林計画等の策定、②森林経営、③造林・

☆森林分野 CPD の実績

素材生産の事業実行、④森林土木事業の設計・施

CPD 会員数 5,300 名、通信研修受講者

工・管理、⑤木材の加工・利用

2,400 名、証明書発行 1,800 件 (H26 年度)

等に携わる技術者の継続教育を支援

☆詳しくは HP 及び下記にお問い合わせください

☆迅速な証明書の発行

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/>

☆豊富かつ質の高い CPD の提供

東京都千代田区六番町7 (日林協会館)

①講演会、研修会等を全国的に展開

お忘れ  
なく!!

《日林協の養成研修》

## 『林業技士』登録更新のお知らせ

近年、技術の進展や諸制度の改正等が行われる中で、資格取得後の資質の向上が一層求められています。当協会で実施しております『林業技士（森林評価士・作業道作設士）』につきましても、資格取得後に森林・林業に関わる技術や知識の研鑽を行い、森林・林業再生に向けた新たな時代に必要な技術力を身につけて頂くことを目的として、登録更新制度を設けています。

### 今回の登録更新について

- 林業技士の登録有効期間は5年間となっていますので、今回は、平成23年度に林業技士の新規登録を行った方と、平成23年4月1日付で登録更新を行った方が対象となります。登録証の登録有効期限が平成28年3月31日となっている方が該当しますので、ご確認ください。  
有効期限までに登録更新を行わなかった場合、登録が失効しますのでご注意ください。
- 平成24年度からは、登録更新基準が次のとおり改正されました。
  - ア. 登録更新ができる者は、登録証や登録更新証の有効期限内において、森林・林業・木材産業関係の技術、知識について一定以上の点数を取得した者、またはCPD（技術者継続教育）を一定時間以上実施した者とします。
  - イ. ただし、上記基準の経過措置として、平成28年度末までに登録更新申請をされる方は、従来の基準でも更新できるものとします。
- これまで登録更新の手続きをせずに、有効期限がすでに満了となっている方は登録が失効しています。再度、林業技士の資格を得るために「再登録」の申請が必要です。

※ 詳細については、当協会WEBサイトの「林業技士」のページをご覧ください。

### 登録更新のながれ

上記の登録有効期限が平成28年3月31日となっている方には、12月中に登録更新のご案内とともに「登録更新の手引き」を郵送しました。また、下記のような流れで手続きを進めてまいりますので、手続きをされていない方は、至急申請されるようお願いします。

詳細につきましては、適宜、当協会WEBサイト等でご案内する予定です。

- 1) 事務局より該当する方へ案内文書を送付 平成27年12月中(済)  
 ↓
- 2) 登録更新の申請期間 平成28年1月～2月末まで(ただ今、受付中！)  
 ↓
- 3) 新しい登録証の交付 平成28年4月初旬頃(4月1日より5年間の有効期限)

なお、申請手続きについてのご案内は、個人宛に送付をすることとしています。つきましては、登録時と異なる住所に居住されている方は、林業技士事務局までご連絡ください。

### お問い合わせ

(一社) 日本森林技術協会 林業技士事務局

担当：高 たか Tel 03-3261-6692 Fax 03-3261-5393  
 [URL] <http://www.jafta.or.jp> ✉: jfe @ jafta.or.jp



# もりったい

昭和二十八年二月十日発行  
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

第八八七号

定価  
本体価格  
五百四十五円  
（会員の購読料は会員に含まれています）  
送料七〇円

まるで本物の  
森林がそこにある

3D

デジタル  
解析

ここまで進化した  
デジタル森林解析



3Dメガネで  
立体に見える！

空中写真を100%使い尽くす！  
立体視と専門的な解析を簡単操作！



境界の記憶がよみがえる？

過去の空中写真を立体視することで、所有者が山に入っていた当時の記憶を引き出すきっかけとなります。指し示された境界をGISデータ（シェープファイル形式）として保存できます。

現地調査の替わりになる？

事前に立体視で、林相、地形等を考慮した適切な調査地点を選定しておくことができます。立体視による材積推定と組み合わせることにより、現地調査地点数を減らすことも可能です。



実態に即した林相区分が効率的にできる？

空中写真から半自動で林相区分を行うことができます。人工林に広葉樹、竹が侵入しているなど、計画図に反映されていない林相の変化をGIS上で確認できます。

森林簿の資源量を見直さなくて大丈夫？

森林簿の材積は実態と異なる場合があります。空中写真から作成したDSM（表層高）データを使い、半自動で広域の資源量を把握し、様々な計画に役立てることができます。

お問い合わせ先

もりったい

検索

E-mail : dgforest@jafta.or.jp

[http://www.jafta.or.jp/contents/publish/6\\_list\\_detail.html](http://www.jafta.or.jp/contents/publish/6_list_detail.html)

日本森林技術協会ホームページ HOME > 販売品・出版物 > 森林立体視ソフトもりったい よりご覧下さい。

「もりったい」は林野庁の補助事業「デジタル森林空間情報利用技術開発事業」（現地調査及びデータ解析・プログラム開発事業）により開発したものです。

サポート契約の料金

(税別)

種別	価格 / ライセンス
一般価格	100,000 円 / 年
アカデミー価格	30,000 円 / 年

※サポート期間は1年ですが、継続されない場合でも、契約を終了された時点のバージョンは引き続きお使いいただけます。