

森林技術



《論壇》飛騨地域の山と集材技術／清水信之

《特集》架線系システムについて考える

並木勝義／松本 武

●日本森林学会100周年にあたって／井出雄二

●報告 第125回 日本森林学会大会から

2014 No. 866

5

ぽんと操作

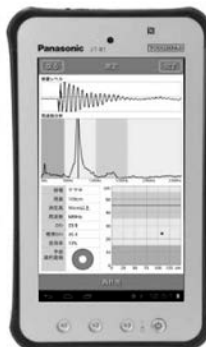
ほんほん診断

樹木の腐朽診断・管理
を強力サポート！

打撃音樹内腐朽簡易診断装置

ぽん太

ProVersion



木に優しく安全

- 「ぽん太」は樹木を叩いて生じる打撃音を数値化し、腐れ(腐朽)を調査する装置です。
- 今までは樹木医などの専門家しか判断できなかった打撃音を採取・数値化することで、腐朽による空洞を発見することが出来ます。

便利で簡単

- ぽん太の端末はタブレットと同じコンパクトサイズ。なので一人で診断が可能です。
- 一本の樹木に要する検査時間は一分程度なので、手間がかかりません。
- データも簡単にパソコンで管理が行えます。



Windows用
データ管理プログラム
¥40,000 (税抜)

ぽん太ProVersion

(タブレット型測定装置)

携帯通信機能なし ¥240,000

携帯通信機能あり ¥260,000

(税抜)

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



開発・製造・販売

株式会社ワールド測量設計

〒699-0631 島根県出雲市斐川町直江4606-1
TEL: 0853-72-0390 E-mail: ponta@world-ss.co.jp
FAX: 0853-72-9130 URL: <http://www.world-ss.co.jp>

詳しくはコチラ...

ワールド測量設計

検索

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

MAGICAL FORESTER マジカルフォレスター
#003・#004

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

着脱が簡単にできるファスナー付き

#003

開口部広く、着脱が更に簡単になった新形状ファスナーを採用。



1 撥水加工

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

2 樹脂製アイレット

スムーズな締め付け調整可能な樹脂製アイレットを採用。

3 とにかく軽い

#003は片足645グラム
#004は片足635グラムの軽量化に成功!

4 天然皮革でしっかり補強

つまづき、当り傷などで傷みやすい爪先部分を天然皮革で補強。

#004

6 優れた運動性

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

5 地下足袋の感覚を活かした大地をしっかり掴むスパイクソール

ビンの本数を増加し、更なる強度アップも図りました。

マジカルフォレスター#003・#004

カラー: ブラック

サイズ: 24.5~28.0cm (27.5cm有り)

用途: 山林作業 測量 保線区

▼お問い合わせ・お求めは下記、日本森林技術協会までご連絡下さい。

一般社団法人日本森林技術協会
〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地
販売係 TEL 03-3261-5414 FAX 03-3261-5393
URL <http://www.jafta.or.jp>

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

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

本社/〒710-1101 岡山県倉敷市茶屋町1680

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

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

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

大阪営業所/〒532-0003 大阪府大阪市淀川区室屋町1番28号新大阪八千代ビル別館4F A号室

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

森林技術 No.866 — 2014年5月号

目 次

論 壇	飛騨地域の山と集材技術	清水信之	2
緑のキーワード	木材利用ポイント事業	赤羽 元	7
特 集	架線系システムについて考える		
	架線系システム作業時の注意点	並木勝義	8
	わが国の架線系技術	松本 武	12
連 載	新・誌上教材研究 その17 子どもにすすめたい「森」の話 里山の履歴〜ごんぎつねの森（下）〜	山下宏文	16
報 告	第125回 日本森林学会大会から（学会100周年）		17
	日本森林学会100周年にあたって	井出雄二	18
	地質および地質構造に規制された山体地下水の動態解明	山川陽祐	20
	森林炭素モニタリングシステム	松本光朗	22
	森林生態系の放射能汚染の現状を考える	金子真司・大久保達弘	24
	マツ枯れ・マツ材線虫病研究の現在 —森林学会100周年によせて—	中村克典	26
	木質バイオマス発電への燃料供給の展望と課題	有賀一広	28
	ポスト“ESDの10年”を見据えた森林教育	井倉洋二・山本清龍・大石康彦・井上真理子	30
	人工林の高齢化にどう向き合うべきか？ —持続的な管理と利用を目指して—	宮本和樹	32
報 告	森林技術教育の発展の方向と山地利用の課題 —日本及び韓国における事例と今後の方向—	西尾秋祝	34
本の紹介	教養としての森林学	柿澤宏昭	36
	内城葉子植物画集 里山の植物	田端英雄	36
木々と復興通信	失われた海岸林の再生を目指して	清藤城宏	37
統計に見る日本の林業	割り箸の国内生産	林野庁	38
ご案内等	木の建築フォーラム 17 / 協会からのお知らせ		39



〈表紙写真〉

『簡易架線集材装置』（三重県） 並木勝義氏 撮影（文とも）

スイングヤードを使用したランニングスカイライン式集材の状況です。この方法は今までは規制対象になっていませんでしたが、今般の労働安全衛生規則の改正により「簡易架線集材装置等の運転の業務に係る特別教育」が必要となりました。写真は列状間伐ですが、最近は所有者等の意向によりほとんどが定性間伐になってきているそうです。

飛騨地域の山と集材技術

中部森林管理局 北信森林管理署 署長
 (前・飛騨森林管理署 署長)
 〒 389-2253 長野県飯山市大字飯山 1090-1
 Tel 050-3160-6045 Fax 0269-62-4144
 E-mail : nobuyuki_shimizu@rinya.maff.go.jp

昭和 32 年愛知県岡崎市生まれ。昭和 51 年に長野営林局王滝署に入り 3 署で 12 年間製品事業所に勤務。専攻科研修終了後、高知営林局中村署、大阪営林局田辺署、大津署を経て平成 7 年林野庁業務課林業生産技術班に勤務。2 年間の山梨県出向の後、森林技術総合研修所研修企画官、林野庁業務課企画官、中部森林管理局森林整備部企画官・販売課長を経て、林野庁福利厚生室課長補佐(安全衛生班)に就任。平成 22 年に林野庁林業労働対策室課長補佐(林業事業体育成班)となり「緑の雇用事業」を担当。その後、中部森林管理局飛騨森林管理署長を経て、今年度より現職。



しみず のぶ ゆき
清水 信之

●はじめに

集材作業システムには大きく分けて、グラップルやウィンチ付きグラップル等の林業用機械で直接把持又は牽引して行う「車両系集材」と、ドラムを装備した林業機械で架線を用いて行う「架線系集材」があります。架線系集材には、さらに、スイングヤードやタワーヤード等で HAL (ホールライン：引寄索) や HBL (ホールバックライン：引戻索) 等の作業索のみで集材を行う「簡易架線集材」と主索を設置して材を吊り上げて集材を行う「機械集材」とに区分されます。これらの作業システムの選択に当たっては、森林・林業再生プラン「路網作業システム検討委員会」の最終報告にある「地形傾斜・作業システムに対応する路網整備水準の目安」を参考にしますが、現地の状況や林業機械の保有状況によって選択できる作業システムも限られるのが実情です。

飛騨署管内の国有林では、古くから素材生産が行われてきましたが、平成 13 年度から 3 年間ほど素材生産が全く行われなかった時期があり、平成 16 年度から間伐を主体とした森林整備を行うようになって素材生産を再開したという経緯があります。以前は、皆伐を主体とした集材機集材による作業システムでしたが、間伐を主体とした森林整備を効率的に行うため、路網と車両系林業機械を組み合わせた作業システムの普及・定着に取り組んできました。具体的には、スイングヤードによる簡易架線集材が主体ですが、一部ではウィンチ付きグラップルで木寄せも行っていますので、これらの事例を併せて紹介させていただき、若干の所見を述べたいと思います。

●飛騨地域の立地環境

飛騨地域は、東側は標高 3190m の奥穂高岳、西側は標高 2702m の白山に囲まれ、飛騨川や宮・庄川の源流部に位置し、年平均気温は 11℃前後、山間部は豪雪に見舞われ、6 月まで残雪のある地域も少なくありません。こうした気象の影響もあり、立木は沢付近では樹高 30m 以上にもなる反面、尾根付近では 6～7m といった地域をよく見かけます。そのため、外見上は比較的平坦に見える林分も、地表には小尾根や小沢等があり、起伏の多い地形が特徴です。また、当該地域には黒ボク土が広く分布し、水分を含むと泥濘状態になるうえに、地表には根曲がり竹やクマザサが繁茂していることが多いため、架線系作業システムに頼らざるを得ない立地環境だと言えます。

●スイングヤーダを使った作業システムの現場例

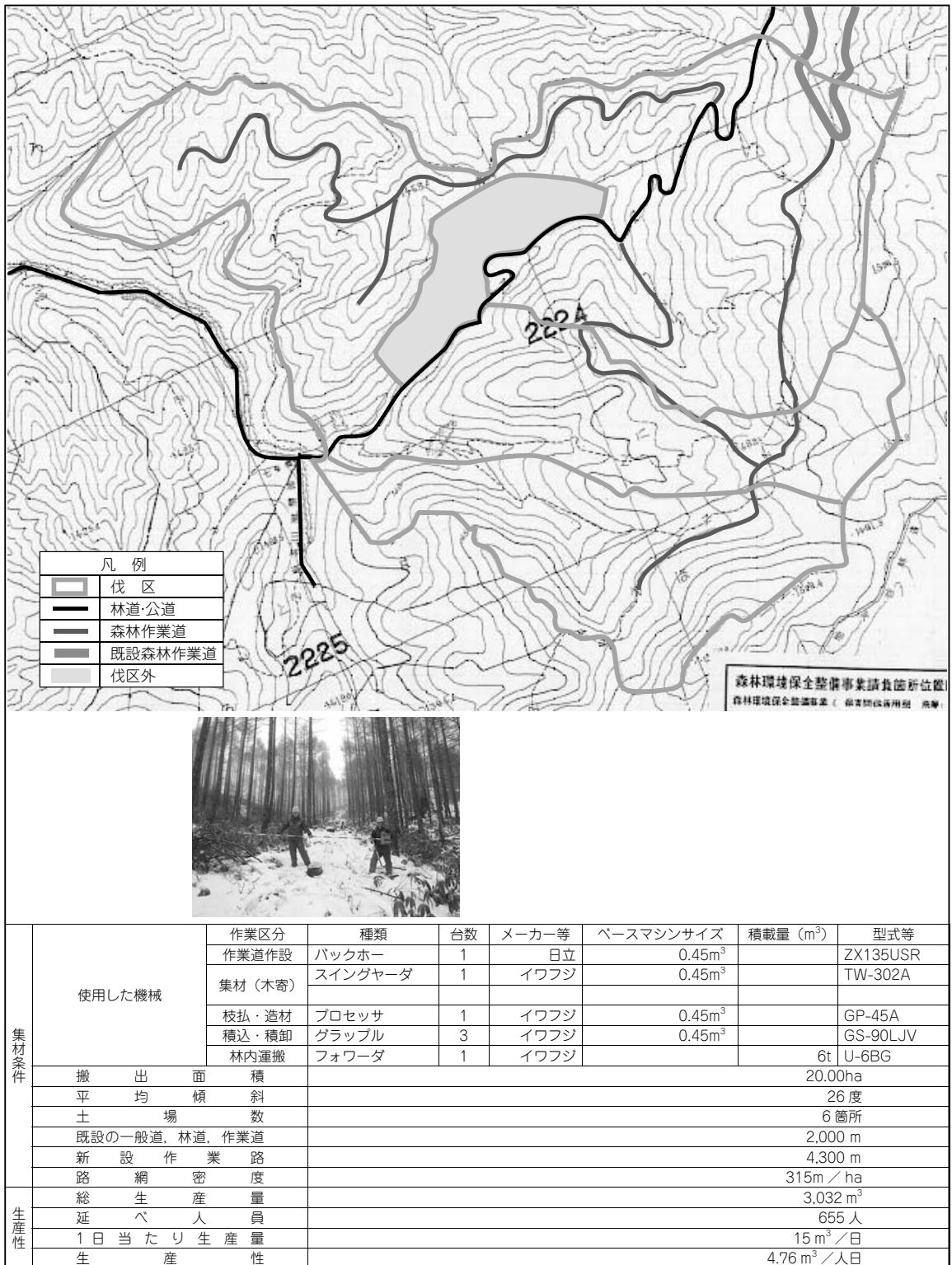
当該事業地は、平成 25 年度に間伐を実施した高山市上宝町（旧上宝町）の、立平国有林（2224 に林小班）です。林況は、林齢 50～52 年生のスギ 15%ヒノキ 85%の混交林、蓄積は 388m³/ha、標高は 1360～1540m、土壌は黒ボク土、1 伐 3 残の列状間伐を実施しました。事業区域面積は 62.81ha ですが、熊剥ぎ被害木の多い箇所や地形により森林作業道の作設等が難しい箇所を除いた 20ha が搬出区域です。平均傾斜 26 度、路網密度 300m 以上という条件からは、車両系作業システムを選択可能な事業地ではあるのですが、林内に笹が密生しているため、スイングヤーダによる簡易架線集材で実行しています（当該事業地で使用した機械や集材条件の概要等は図①（次頁）参照）。

●ウィンチ付きグラップルの現場例

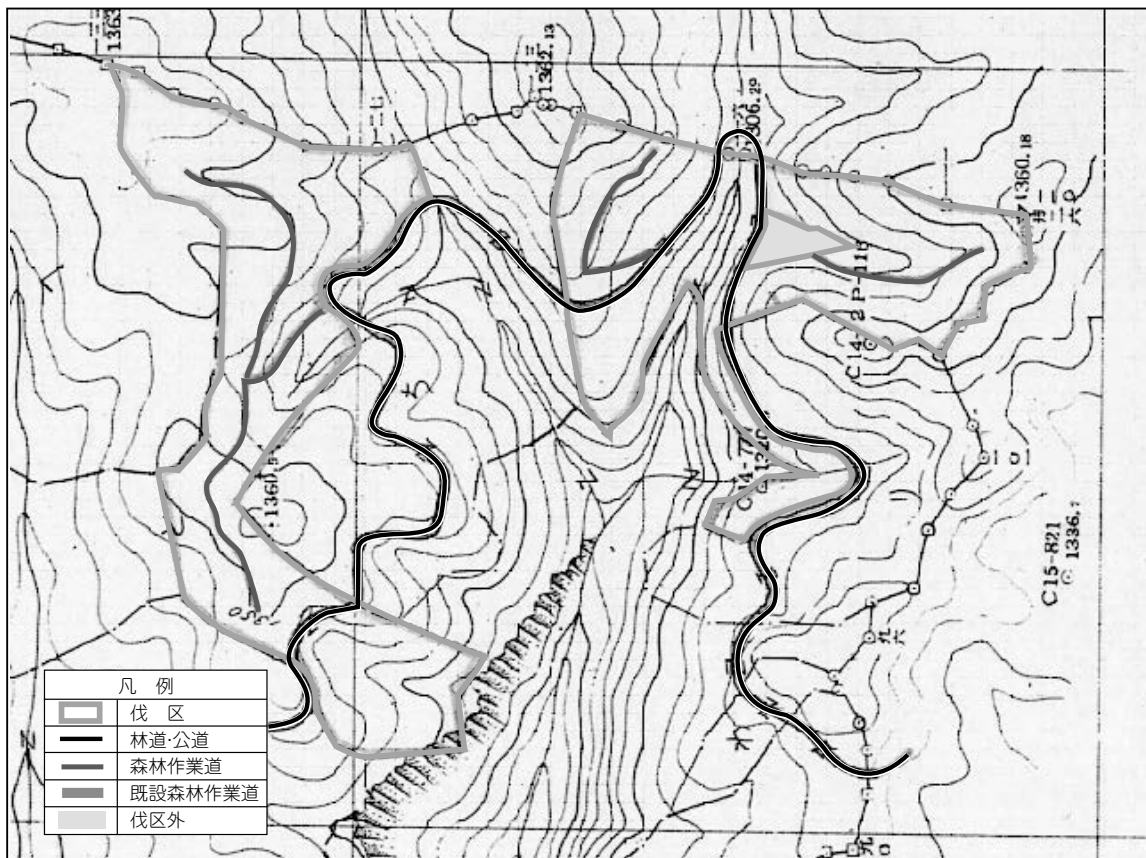
当該事業地は、高山市丹生川町（旧丹生川村）の折敷地国有林（85 と林小班）です。林況は、林齢 97 年生のヒノキ 88%カラマツ 12%の混交林、蓄積は 407m³/ha、標高は 1290～1360m、土壌は黒ボク土、33%の定性間伐を実施しました。全事業区域 6.41ha を搬出区域としています。平均林地傾斜 27 度ですが、木寄せ距離が短く下層植生も少ないので、ウィンチ付きグラップルにより実行しています（図②（次々頁））。

●先進的林業機械を活用した作業システムの事例

昨年 11 月 27 日に高山市朝日町の民有林で開催された林野庁「先進的林業機械緊急実証・普及事業」の現地検討会で紹介された先進的林業機械を活用した作業システムについて紹介します。使用された WIHI 建機（株）のタワーヤーダ（写真①、p.6）は、これまでのタワーヤーダや集材機のようにワイヤーロープを直接ドラムに巻き込む方式ではなく、摩擦ドラム（写真②、p.6）経由で巻き取る方式を採用したことにより、全てのワイヤーロープの速度や張力が一定になるという特徴があります。そのため、



▲図① スイングヤーダを使った作業システムの現場例（立平国有林 2224 に林小班）



集材条件	使用した機械	作業区分	種類	台数	メーカー等	ベースマシンサイズ	積載量 (m³)	型式等
		作業道作設	バックホー	1	スミトモ	0.25m³		SH75X-2
		伐倒	チェーンソー					
		集材(木寄)	ウィンチ	1	イワフジ	0.25m³		TW-2S
		枝払・造材	ハーベスタ	1	ケスラー	0.45m³		25SH
		積込・積卸	グラップル	1	イワフジ	0.2m³		GS-90LJV
			グラップル	1	イワフジ	0.25m³		GS-90LJV
	林内運搬	フォワーダ		1	イワフジ		3t	U-3B
	搬出面積	6.41						
生産性	平均傾斜	27度						
	土場数	4箇所						
	既設の一般道, 林道, 作業道	350 m						
	新設作業路	769 m						
	路網密度	175m/ha						
	総生産量	665 m³						
	延べ人員	166人						
	1日当たり生産量	10 m³/日						
生産性	生産性	3.86 m³/人日						

▲図② ウィンチ付きグラップルを使った作業システムの現場例 (折敷地国有林 85 と林小班)



従来のタワーヤードのようにワイヤーロープの速度や張力の調整を電気や油圧ではなく、機械的に制御する上に、オートチョーカーの併用により自動で荷外しができ、操作が容易で安全性も高くなったと言えます。また、自動運転操作が可能のため、キャレージが走行している間に先山では荷掛け準備作業、土場ではプロセッサ造材作業をそれぞれ並行して行うことができ、二人組での集材作業も可能になります。

林業の労働災害は、慣れや判断ミスなどの人的要因が強く、特に、人力作業では一歩間違えれば重大災害につながりかねないことを考えると、組作業の人数や人力での作業が削減できれば、労働災害の防止にもつながるものと考えます。

●おわりに

現在、間伐を主体とした森林整備が推進されていますが、わが国の人工林の齢級別蓄積は9齢級以上の林分が約8割を占め、なかでも9～11齢級が全体の約5割となっている現状から、木材資源を安定的・持続的に供給していくためには、間伐だけでなく主伐・更新も並行して実施する必要があります。

また一方で、再生可能な資源として木質燃料が注目を浴び、各地でバイオマス発電所等の建設が計画されています。本格稼働になれば端材や末木枝条等の大幅な利用が見込まれ、広範囲の伐倒木を全木の状態で集積できる架線系集材の有効性が見直されるとともに、オートチョーカーやモニター付きローディンググラップル等を組み合わせることでさらなる生産性と安全性の向上が期待できることから、架線系集材の応用範囲も一層広まるものと考えられます。

ところで、これまでは生産コスト削減を主要なテーマとして林業機械の開発や新たな作業システムが検討されてきました。もちろん、それも重要な課題ではありますが、林業経営という観点に立つと、「伐ったら植える」といった作業を伴うため、生産コスト削減を目指すことと同時に、造林や保育等の作業も含めた一連の作業を効率的に行う作業システムを選択することが重要です。

そのため、中部森林管理局では、コンテナ苗による造林コスト削減や森林作業道を活用した苗木運搬の省力化等を含め、生産と造林の一貫請負の実施など、林業全体を俯瞰した効率性の向上に向けて取り組んでいます。

[完]

緑のキーワード

木材利用ポイント事業

あかはね げん
赤羽 元

林野庁木材利用課 課長補佐

1. はじめに

木材利用ポイント事業は、戦後植林した人工林が成熟期を迎えつつある中、関係者による地域材の需要拡大に向けた取組を促進し、それによる様々な波及効果を狙う施策として、平成24年度補正予算において410億円が措置され、平成25年4月にスタートしました。当初は平成25年度限りの予定でしたが、関係者の強い要望もあり、平成25年度補正予算において新たに150億円が措置され、対象となる工事着手及び製品購入期間について、平成26年9月末日まで半年間の延長が決められました。以下にその概要等をご紹介します。

2. ポイントの付与対象及び付与数

木材利用ポイント（以下「ポイント」という。）の付与対象は、都道府県協議会又は有識者委員会において認定され、木材利用ポイント事務局に登録された事業者が工事又は製造を行い、所定の要件を満たす、①木造住宅（新築、増築又は購入）、②住宅の内外装木質化、③木材製品及び木質ペレットストーブ・薪ストーブとなっています。詳しくは、木材利用ポイント事務局のホームページ（<http://mokusai-points.jp/>）を参照してください。

3. ポイントの交換・申請

ポイントは、①地域の農林水産品等、②農山漁村地域における体験型旅行、③商品券（一般型商品券・プリペイドカード・地域型商品券）、④森林づくり・木づかい活動に対する寄附、⑤被災地に対する寄附、⑥即時交換（ポイント付与対象工事を行った工事業者が当該工事と一体的に実施する、木材を使用した別の工事代金への充当）といった商品等と交換することができます。即時交換を除く商品等は公募により選定されましたが、その際、農山漁村地域への利益還元に主眼が置かれ

ました。このため、一部利用制限を設けており、交換商品のうち一般型商品券・プリペイドカード（農林水産品関連を除く）及び即時交換に充てられるポイント数は、付与されたポイントの50%を上限としているのが、家電エコポイントや住宅エコポイントと異なる特徴です。

なお、ポイントの申請方法及び申請先について、詳しくは前述のホームページをご覧ください。また、ポイントの発行申請期間は、平成27年1月末日まで、ポイントの交換申請期限は、決まり次第お知らせすることとしています。

4. 事業の効果と期待

本事業は木材利用と銘打っていますが、究極的な目的は国の土台となる国土保全に資する環境施策でもあることを付言しておきます。すなわち、森林の整備・保全に直接補助する施策ではないものの、川下やその先の出口対策を通じ木材の需要拡大を図ることにより、山にお金を還元し、森林の多面的機能の持続的発揮を目指すものです。

本事業により、ポイントというインセンティブに加え、マスコミ等に多数取り上げられることで、地域の木材や森林・林業に対する国民の関心の高まりが期待されます。また、都道府県協議会等を通じ、国産材の利用促進に向けた幅広い取組体制の構築も期待されます。実際、本事業を機に国産材を一層活用した住宅・製品に向けた仕様変更や供給体制の強化といった動きも出てきています。

いずれにしても、森林・林業・木材産業の発展のためには、森林から住宅まで木材に関わる関係者が十分意思疎通を図り、協力・団結して地域材の販路拡大に向けたセールスやPRに自ら戦略的かつ積極的に取り組むことが肝要です。本事業がその一助となることを切に願います。

架線系システム作業時の注意点

並木勝義

株式会社 森林再生システム 技術顧問（元三重県林業研究所）
E-mail: UIH23203@nifty.com



はじめに

我が国の林業は、木材需要の減少、木材価格の国際化などによる価格低下、林業労働者の減少高齢化、生産コストの上昇などにより経済活動の継続が難しい状況が長く続いています。その打開策として生産性を向上させるため、高性能林業機械など新たな作業機械や作業システムが導入され、作業の低コスト化が図られてきています。反面、これまで見られなかった、新たなリスクによる労働災害も発生するようになり、問題となってきました。

林業は最も危険な産業

我が国の林業労働による災害発生は他産業に比べ、非常に高い状況となっています。昭和の終わりごろ最も危険な産業が鉱業と入れ替わり、その後現在までの二十数年間1位という不名誉な結果となっています。2009年の「死傷年千人率[※]」は30.0となり、全産業平均2.0の15倍、2位の鉱業14.2の約2倍となっています。死亡災害については近年通常は40人前後ですが、2010年は59人と多くなっています。特に50歳以上の中高齢労働者がその88.1%を占めており、その対策も重要となってきています。しかし、これらの数字は労災保険が適用された林業事業体での数字であり、労災保険の適用されていない人や、他産業で林業作業をして災害に遭われた人はカウントされていません。実際にはもっと多くの人々が死亡されているものと推察されます。ちなみに、アメリカにおいても林業作業（伐出作業）は危険な職業となっているようです。インターネットの「最も危険な職業トップ10 2011年版—GIGAZINE」では2位となっています。なお、アメリカの危険度は、日本と違い「死亡率」で出されているようです。

このように林業作業は非常に危険な作業となっていますが、実際に現場で働く林業技術者の皆様は、このような危険作業に従事しているという認識を持って作業をされているでしょうか。生産性を重視するあまり、禁止行為や手抜き作業、安全確認の省略など、安全がおろそかになってはいないでしょうか。私は現在、林業・木材製造業労働災害防止協会三重県支部の実施する特別教育などの安全研修、林業架線作業主任者研修、三重県農林水産支援センターの実施する緑の雇用研修、就業支援講習などに携わっています。研修では安全意識を高めるための知識として、「ハインリッヒの法則」や「バードの法則」「マーフ

※労働者1,000人あたり1年間に発生する死傷者数を示すもの。

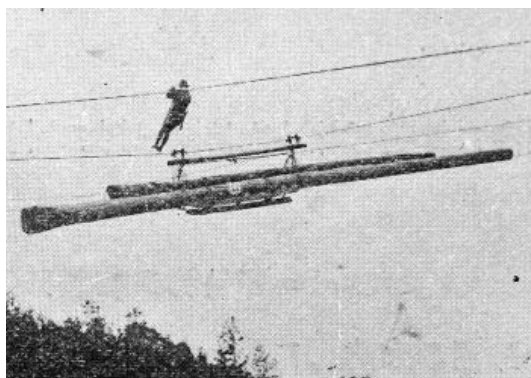
「ヒヤリ・ハット」の多い事業体や現場は、重大な災害を起こす確率が高くなること、「失敗の可能性のあるものは失敗をする」「起こる可能性のあることはいつか実際に起こる」ということを説明しています。また、「人間は失敗する」「機械は故障する」という考えのもとに、失敗や故障をしてもそれが許容範囲の事象で収まるような安全対策をするように言っています。安全対策というと、面倒だとか無駄なことだとかいわれる方がありますが、私は自動車のシートベルトやエアバッグを例えにし、シートベルトやエアバッグは殆ど^{ほとん}どの人がその本来の役目を使用せずに廃車している現状を説明し、安全対策とは万が一危険状態が起こったときに役立つものであると言っています。

架線系システム作業における災害型の変化

林業架線作業といえば機械集材装置と運材索道でしたが、車両系木材伐出機械等の導入により、作業内容や作業範囲が複雑になりました。ここでは架線の^{はんちゆう}範疇から外れているようなものも含め、ワイヤーロープ等を使用して集運材する作業を架線系システム作業とします。

架線系システムは明治の中頃から行われていたようで、初期のものは「線すり」といってタールロープ（タールを浸潤させた麻縄）2本を平行に張り、青竹を半分に割って2本のタールロープにかけ渡して搬器とし、それに材や荷物を吊り下げて滑降させていたようです。その後、鉄線を使用した「トバシ（ヤエン）」^{かざ}という重力単線式が開発されました。これは鉄線を1本張り、それに木製鈎などを搬器として滑降させる方法で、重い材の場合は鉄線を数本束ねて使用していました。しかし、この方法は制動装置を持たないため荷卸し場では、あまり音を立てずに高速で滑降する木材に激突されるという災害が発生したそうです。これは現在の索張りにおいても、作業索が切れた場合には起こる可能性があります。

その後、制動装置を備えた交送式索道（つるべ式）、連送式索道などが開発され広く普及しました。しかしこの方法は、強風が吹くと実搬器と空搬器が途中で交差して絡まるトラブルが発生したそうで、それを直すために1個の搬器を架線に掛け、それに身体を吊り下げ、ブレーキとして木の枝などを折り曲げて滑車の前で架線を挟んで制動し、トラブル箇所まで滑降して修理をしたそうです。また、この方法は帰りの通勤にも使われていたそうで、高所恐怖症の人は、架線で帰った人が家でくつろいでいるところに、やっと帰宅したという話を聞いたことがあります（写真①）。しかし、架線に搭乗することは非常に危険な行為で、木の枝が擦り切れてブレーキが利かなくなり谷底へ墜落したり、立木等に激突したりすることがあったようです。文献にも当時の運材索道が木材の運搬だけでなく、人員や生活物資の輸送にも使用されていたことが記されています。なお現在においては搭乗が



▲写真① 搭乗した状況（参考文献2より引用）



▲写真② タワーヤード集材



▲写真③ スイグヤード集材

制限（一部を除く）されているため、このような災害は起こらなくなりました。

集材機の普及が進むと機械集材装置による搬出が主流となりました。各種索張り法が開発され、作業索が面的に張り巡らされることによる内角作業の災害、材の巻き上げが可能になったことによる線下作業の災害等新しい災害が発生するようになりました。台付け索が切れて作業索に首を切断され、頭が斜面を転がり落ちたという悲惨な災害も過去にあったそうです。台付け索の切断対策法はいろいろありますが、取り付けに時間がかかる等から実行されていないことも一つの要因となっているため、シートベルトの感覚で着脱できるような簡便な器具の開発が望まれます。

車両系木材伐出機械の導入が進むと、機械の転倒・転落、地引による木材と人の激突、作業索の横ブレによるワイヤーロープとの接触等新しい災害が発生するようになりました。架線システム作業の災害は、ワイヤーロープの特性及び滑車類との組み合わせの特性などの基礎知識の有無で、災害に遭う確率も大きく違ってくるものと思われます。災害を減らすためには何よりも「危険を危険と知らないのが一番危険」ということを知ることが重要です。

新たな特別教育の実施が必要

車両系木材伐出機械の導入により従来のリスクが低減する一方、これまで見られなかった新たなリスクによる労働災害が発生するようになりました。今般、その防止対策として労働安全衛生規則が改正され、車両系木材伐出機械を使用した業務として、①「伐木等機械の運転の業務」、②「走行集材機械の運転の業務」、及び③「簡易架線集材装置の運転又は架線集材機械の運転の業務」（同じく改正された安全衛生特別教育規程では「簡易架線集材装置等の運転の業務」と表記）が新たに特別教育の対象として追加されました。

①「伐木等機械の運転の業務」の特別教育では、フェラーパンチャ、ハーベスタ、プロセッサ、木材グラップル機、グラップルソー等による伐木、造材、集積等の業務が、②「走行集材機械の運転の業務」のそれでは、フォワーダ、スキッド、集材用トラクタ、集材車等による木材運搬の業務が対象となります。一方、③「簡易架線集材装置の運転又は架線集材機械の運転の業務」の特別教育は、文字どおり「簡易架線集材装置の運転の業務」と

▼表① 機械集材装置・簡易架線集材装置比較表

		荷を空中に吊り上げて運搬	
		はい	いいえ
主索を持つ	はい	機械集材装置	機械集材装置
	いいえ	機械集材装置	簡易架線集材装置

「架線集材機械の運転の業務」のそれらを一体としたものです。「架線集材機械の運転の業務」は、タワーヤード（写真②）、スイングヤード（写真③）、あるいは集材ウインチ機等の走行、及び原木等を地引で集運材する業務です。また、「簡易架線集材装置の運転の業務」は、架線集材機械に装備された集材ウインチあるいは他の集材ウインチのいずれの場合においても、それを簡易架線集材装置（集材機、架線、搬器、支柱等で構成され、動力を用いて原木等の一部が地面に接した状態で運搬する設備）の集材機として使用する業務です。なお、安衛則改正の施行通達では、主索式索張りを用いる場合は「原木等の一部が地面に接した状態で運搬する場合であっても、簡易架線集材装置ではなく、機械集材装置に該当する」こと、及び、主索を用いない簡易索張りの場合でも「空中において運搬する場合は、簡易架線集材装置ではなく、機械集材装置に該当する」ことが示されているため、それらの運転業務には「機械集材装置」の特別教育と当該現場（規制外のものとは除く）に「林業架線作業主任者」の選任が別途必要となります（表①）。

以上、今回の改正により、原木等の一部が地面に接した状態で運搬する業務も特別教育の対象となったため、ワイヤーロープを使用した林業架線作業の殆どが、規制対象になったということです。

■ おわりに

架線系システム作業は、地形の急峻な日本の林業には欠かすことができません。今後林業全般について、より安全な技術の開発と作業の安全化が進められ、林業が危険な産業から脱却することを期待したいと思います。執筆に当たり、前森林総合研究所の広部伸二様、上村 巧様には大変お世話になりました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

（なみき よしとも）

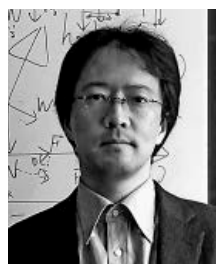
《参考文献》

1. 林業・木材製造業労働災害防止協会. 中高年齢林業労働者の安全・衛生. 2012.
2. 大日本山林会. 鉄線・鉄索重力式架空運搬装置懸賞入選. 1931.
3. 尾鷲宮林署. 大杉谷国有林の施業変遷史. 1981.
4. 濱本貴章. 前近代技術の改良による木材搬出技術の近代化に関する研究. 2010.
5. 辻本弘義. 目で見える森林伐出手法. 1987.
6. 林業・木材製造業労働災害防止協会. 車両系林業機械安全マニュアル. 2013.
7. 林業・木材製造業労働災害防止協会. 林業架線作業主任者テキスト. 2009.

わが国の架線系技術

松本 武

東京農工大学大学院農学研究科 農学府 自然環境保全学専攻/農学部 地域生態システム学科
〒183-8509 東京都府中市幸町3-5-8 E-mail: tmatsu@cc.tuat.ac.jp
Tel 042-367-5752 Fax 042-364-7812 携帯 090-6803-4070



はじめに

昨年は伊勢神宮の式年遷宮が行われ、その模様は新聞・テレビ等でも盛んに報道されたので皆さんの記憶にも新しいことと思います。式年遷宮は実に8年間かけて行われます。伊勢神宮の御神体を納める器の材となる御樋代木（みひしろのき）は平成17年6月に木曽谷（長野県）及び裏木曽（岐阜県）で伐採されています。筆者は木曽谷での伐採を見学する機会に恵まれましたが、伐採された御樋代木は伐採現場から架線によって運ばれ（写真①）トラックに積まれました。このときの御樋代木は樹齢300年のヒノキ、末口直径60cm以上、長さ6m以上と、重さも1.5～2t程度のものであったと推測されます。このように今回の式年遷宮では架線系技術が重要な役割を果たしました。

わが国の架線系技術は主に戦後、非常に数多くの索張り方式が実践され、ある時期までは架線の先進国と言ってもいい状況でしたが、昭和の終わり頃から架線系は下火になっていきました。しかし、近年、架線系技術に再び注目が集まっています。昨年度実施された先進的林業機械緊急実証・普及事業においても、全国21件のうち、13件が架線系の内容となっています。本稿では、わが国の架線系技術について、その種類や特徴を簡単に紹介したいと思います。

架線系の種類

現在、架線系に関しては労働安全衛生法施行令で作業主任者を選任すべきものとして、機械集材装置と運材索道が規定されています（第6条）。写真②は昭和初期の運材索道での集材風景です。運材索道は明治期から戦後にかけて用いられてきましたが、現在では目にすることはありません。ただし、運材索道以外の索道は普段目にすることも多く、スキー場のイス式リフトやゴンドラリフト、ロープ



▲写真① 架線で集材される御樋代木



▲写真② 運材索道による集材風景
(中津川市の森林所有者から提供)

ウェイ等は鉄道事業法施行規則で規定される索道となります。もう一つの機械集材装置は、労働安全衛生法施行令では「集材機、架線、搬器、支柱及びこれらに付属する物により構成され、動力を用いて、原木または新炭材を巻き上げ、かつ、空中において運搬する設備」と定められています。いわゆる架線集材という場合、機械集材装置による集材を指します。

さらに労働安全衛生規則では、特別教育を必要とする業務として、機械集材装置の運転業務（第35条7）及び簡易架線集材装置の運転業務（第36号7の2）が規定されています。簡易架線集材装置については平成25年の法改正で追加され、スイングヤーダやタワーヤーダ等の架線集材機械と、材を地引で集材するような簡易架線集材装置が含まれま

す。ただし、タワーヤーダでも材を空中に吊り上げる場合には機械集材装置と同じ扱いとなります。

次に、索張り方式について簡単に紹介します。これまでわが国では多様な地形及び地域性から、様々な方式が導入・考案されてきました。主索利用型の方式としては、タイラー式、上荷タイラー式、3胴タイラー式、エンドレスタイラー式、ダブルエンドレス式、フォーリングブロック式、熊本エンドレス式、帯広エンドレス式、スナビング式、スラックライン式、Y型式、H型式等があります。非主索利用型の方式としては、ランニングスカイライン式、ハイリード式、ダンハム式、モノケーブル式（ジグザグ式）等が挙げられます。

また、使用する搬器についても様々な種類があり、荷上索ドラムを内蔵し、集材機の動力で内蔵ドラムを制御するホイスチングキャレジ、走行中は荷掛け用のフックを係留しておき、荷掛け荷下し場所でフックの上下が可能な機構を持つ係留搬器、エンジンを内蔵し荷の上げ下げ及び走行を無線制御可能な自走式搬器等があります。

以上のように、ひと口に架線系技術と言っても、その内容は広範で多様なものとなっています。

架線系技術の特徴

以上の架線系技術にはメリット・デメリットを含めて多くの特徴があります。以下に思いつくままに挙げてみました。

●**架設に時間と人手を要する**：エンドレスタイラー式等の機械集材装置の架設手順の一例を示しますと、集材機の据付→元柱・向柱の作設→先柱の作設→作業索の引回し→主索の延伸→主索の張り上げ→主索の検定、となります。また、架設に際しては、主索、作業索、滑車、クリップ類等の機械器具の類も膨大なものになりますし、スパン長が長くなれば使用する索や滑車類も大型・重量化します。少し古いですが、「標準功程表と立木評価」（梅

田ら、1982) を見ますと、3 胴エンドレスタイプ式の架設ではスパン長 100m の場合 10 人工、スパン長 400m では 30 人工が必要とされています。また、索張りが簡易なハイリード式では、スパン長 100m では 2 ～ 3 人工、スパン長 400m では 10 人工必要とあります。これらの数字は資材の現場到着から試運転までの値となっています。集材機の据付や元柱の作設作業が不要なタワーヤード・スイングヤードでは、スパン長 100 ～ 200m 程度で 2 ～ 3 人で数時間程度での架設も可能となっています。



▲写真③ ウッドライナーを利用した伐倒方向の制御

- 設計計算及び検定が必要**：主索利用型では事前にスパン長、使用する主索、最大使用荷重等から主索にかかる張力と安全率を計算する必要があります。また、架設した後も振動波法、測量、索傾斜角の測定等の方法によって、所定の緊張度で張れているかどうか検定する必要があります。

- 付加価値を産まない時間の存在**：モノケーブル式（ジグザグ式）を除き、材のある地点まで荷を吊らない搬器が走行する空搬器走行時間がこれに当たります。集材距離が長い場合にはこの時間が増加します。その場合には 1 回当たりの積載量を増やす、もしくは、より走行速度の速い方式を検討する必要があります。

- 熟練した技術・ノウハウが必要**：支柱位置の選定、控えの取り方、滑車の取り付け位置等については技術・ノウハウが必要とされますし、前述したように手順が多く、扱う器具類も多いため段取り力も必要とされます。また、架設の作業性に加え、集材作業の効率も併せて考える必要があります。これは主索利用型の従来型架線に限ったことではなく、タワーヤード・スイングヤードについても当てはまると思います。

- 支柱となる立木が必要**：単引き集材以外の架線系では、ほとんどの場合支柱を必要とします。その支柱は現場にある立木を用いることが多いのですが、支柱にかかる力を考慮して十分な耐力が期待できる立木を選定する必要があります。人工支柱を用いることで地形や立木の条件を克服することも可能ですが、労力・資材・コストを必要とします。

- 横取りの制約**：面集材が可能な H 型式やモノケーブル式は別として、特に間伐作業では架線系はスパンに対して横方向の材の集材（横取り）が制約されます。ダブルエンドレス式や自走式搬器等では比較的自由に横取りが可能となりますが、横取り距離が長くなるにつれて荷掛手が引くワイヤの長さが長くなるため、労働負担も増えます。この点については荷上げドラム内のワイヤを軽い繊維ロープに変えることにより、労働負担の大幅な軽減も可能になります。写真③は Konrad 社のウッドライナーによる間伐現場での作業風景です。内蔵ドラムには繊維ロープが収納されており、写真手前の立木を手前から見て右上方向に安全に伐倒するために、繊維ロープを引回し、伐倒方向を制御しようとしています。また、この現場では魚骨状集材を行い、荷掛け位置まで最大 60m の横取りを実現しています。

- 林地の攪乱が少ない**：これは主に主索利用型の架線が中心になりますが、材を空中に吊

り上げて運搬する場合は林地に対する攪乱はほとんど発生しません。また、路網密度もさほど必要としないので、路網による潰れ地によって林地の生産力を半永久的に喪失する面積も少なくなります。例えば、車両系のシステムで作業道からプロセッサ・グラップル等で直取りするようなシステムで、路網密度が 300m/ha 程度必要となる場合、作業道開設に必要な用地幅を 5m としても、路網作設に必要な用地面積は ha 当たり 1,500m² となります。この分だけ林地の生産力が失われることとなりますが、架線系ではこの面積は大幅に減ります。

●**路網を作設できない場所にも対応**：わが国の森林の大部分は急峻な山地に成立しています。作業道を安全に開設できる目安としては傾斜 30 度程度になりますが、それ以上の急峻地も多く存在しています。また、30 度以下の傾斜であっても、土質によっては十分な締固めができず作業道を開設できないケースも少なくありません。ここ 10 年ほど、高密路網と高性能林業機械による集約的な木材生産システムが取り組まれてきましたが、徐々に高密路網では対応できない現場も増えてきていると思われます。このような現場では架線系の出番になります。

●**長距離集材にも対応可能**：これは先ほどの空搬器走行と矛盾するのですが、主索利用型の架線は長距離の集材が可能というのも大きな特徴の一つです。以前はわが国でもスパン長 2km 等という架線も張られていましたし、現在でも H 型架線では、スパン長 1km 以上という例も珍しくありません。

●**大径材にも対応可能**：写真①（前掲）で紹介したヒノキは 300 年生の大材でしたが、戦後植林されたスギ人工林においても、胸高直径が 60cm を超えるような林分も出始めています。写真③（前掲）に示した立木も胸高直径は 50cm 近くありますが、こうした材にも対応できるのは、架線系の大きな魅力と考えられます。

おわりに

近年、欧米の先進的な機械や技術等が導入され、架線系を取り巻く情勢も変化してきています。一方で、昨年度実施された先進的林業機械緊急実証・普及事業においては、既存の集材機の動力を油圧に置き換える等の取組も行われています。既存の集材機もその索速度は魅力的ですし、エンジンが油圧系に置き換わったことで操作性が向上し、オペレータの振動・騒音への暴露は大幅に軽減されています。写真④は、国産タワーヤーダと自走式搬器を組み合わせた集材作業の様子です。自走式搬器の走行速度の問題を、タワーヤーダと組み合わせることで解決しています。既存の技術の組み合わせや改良によっても、まだまだいろいろな可能性があります。（まつもと たけし）

《引用文献》

梅田三樹男・辻 隆道・井上公基（1982）標準功程表と立木評価. 140pp, 日本林業調査会, 東京.



◀写真④ 国産タワーヤーダと自走式搬器の組み合わせによる集材

子どもにすすめたい「森」の話
— 1冊の本を通して

里山の履歴 ～ごんぎつねの森（下）～

やました ひろ ぶみ
京都教育大学教授 山下宏文



『ごんぎつね』

●新美南吉・作 かすや昌宏・絵
●発行 あすなろ書房 一九九八年
●対象 幼稚園以降

美しい里山の風景をイメージするうえで、ごんぎつねの絵本はともよい教材である。

ごんぎつねの里山は、新美南吉の生まれ故郷である愛知県知多半島の岩滑の里山が想定されていることは既に述べた。そこで、岩滑の里山であるということ意識して、絵本に描かれた里山を見てゆくと、少々、気になることがある。七冊の絵本を確認したのだが、マツの木がほとんど描かれていないのである。唯一、今回取り上げた絵本だけが、切り絵で表現された美しい里山の中に、マツの木をはつきりと存在させていた。

本文には、「まつたけも二、三本持つていきました」とあるのだから、マツの木があることは間違いない。もつとも『赤い鳥』へ投稿したときは、「松茸」ではなく「きのこの子」であったが、この場合は松茸と考えるのが自然であろう。実際、南吉が生きた大正から昭和の初めの岩滑では、マツやコナラを主体とした雑木林が多かった。それは岩滑に限ったことではなく、知多半島全体がそうであったのだ。

それにもかかわらず「ごんぎつね」の絵本にマツの木が描かれていないのは、雑木林の管理がされなくなり、常緑樹が目立つようになつていて近年の林相が影響を及ぼしているのかもしれない。

知多半島の里山の履歴をたどると、マツが大きな位置づけをもっていることが明らかとなる。知多半島では早くから、常滑焼や塩づくりの燃料としてシイ、カシ、タブノキなどが利用されたため、江戸時代の初めにはほとんどがマツの林となつていた。

尾張藩は新田開発に力を入れ、そのために雨池（灌漑用水専用の溜池）を造成して水を確保した。そして、雨池の背後の山を「御林」等として統制した。一六八五年には、「山法度条々」を出して山の利用を統制しているが、その統制のほとんどは松山伐採か松葉利用に関するものだった。

江戸時代後期になると洪水や山崩れが頻発する。尾張藩は、それは松の山が要因であるとし、松林を雑木林にする方向へと政策を転換する。藩は、村民とも話し合い

ながら、雨池の砂留工事後、背後の山には土地相応の草木を植え、三年間は村人に立ち入らせないようにした。その代わり、村人に生活費の一部を負担することとしている。また、税の免除やお救い金なども支給して、雨池背後の松の山を雑木林にしていたのである。こうして出来た雑木林がごんぎつねの森であることを踏まえれば、ごんぎつねの森にマツの木は欠かせないのではないかと思う。

また、知多半島の里山の履歴となれば、雨池も重要である。ごんぎつねの話には、直接、雨池に関する記述はない。しかし、「ほら穴近くの、はんの木の下でふり返つてみました」とハンノキが出てくる。ハンノキは、新美南吉の別の作品である「おじいさんとランプ」で、半田池という大きな雨池の岸にヤナギとともに立つており、その枝におじいさんがランプを吊した木である。水辺に生育するハンノキを記したことで、雨池の存在を暗示していると考えられないだろうか。

第 125 回 日本森林学会大会から (学会 100 周年)



▲祝意を表すように咲いた会場前のサクラ



▲祝辞を述べる沼田正俊林野庁長官

- ◆ 創設 100 周年を迎えた日本森林学会の同大会は、2014 年 3 月 26 ～ 30 日に大宮ソニックシティ (さいたま市) を主会場として開催されました。開催担当校は東京大学でしたが建物の耐震補強工事期間と重なったため、必要な教室 (会場) の確保が難しいという背景があったようです。理事会・定時総会や一部の関連集会は東京大学弥生キャンパス内で開催されました。100 周年記念行事の模様などを含め、井出雄二日本森林学会会長 (当時) に寄稿していただきましたので、ぜひお目通し下さい (次頁)。また、例年どおり、テーマ別シンポジウムの中から本年は 7 つについて、発表概要と議論の模様をお伝えいただきました。
- ◆ 口頭発表会場は立ち見が多く、また、ポスター会場では説明者が前のめりになり、熱気ほとばしる議論が交わされていました。その一角では特別参加の高校生諸君も大奮闘でした。
- ◆ 日本森林学会各賞の受賞者や講演要旨集、選定された 10 件の「林業遺産」、ポスター発表参加の高校一覧などは、日本森林学会ウェブサイトトップページの「お知らせ」から参照可能です。

NPO 木の建築フォーラムからのお知らせ

●第 18 回公開フォーラム「これからの木の学校建築」のご案内

＊日 時 2014 年 5 月 31 日 (土) 14 : 40 ～ 17 : 15

＊場 所 東京大学弥生講堂 一条ホール

＊費 用 無料 (懇親会費別途)

＊主 催 NPO 木の建築フォーラム

＊申込先・問合せ NPO 木の建築フォーラム事務局 E-mail : office@forum.or.jp FAX 03-5840-6406
下記詳細ページ (開催趣旨・内容紹介掲載) より申込書をダウンロードいただけます。
http://www.forum.or.jp/menu2_8.html#openforum18

＊当日、同会場で「木の建築フォーラム第 13 回会員活動ギャラリー」も開催致します。

12 : 00 ～ 13 : 00 展示パネル討論会

13 : 00 ～ 14 : 30 第 9 回木の建築賞表彰式・受賞者スピーチ

詳細案内 http://www.forum.or.jp/menu1_6.html

日本森林学会 100 周年 にあたって

一般社団法人 日本森林学会 前会長

井出雄二



本年、一般社団法人日本森林学会は、前身である「林学会」の発足より数えて 100 年を迎え、去る 3 月 28 日に、さいたま市の大宮ソニックシティにおいて記念式典を行いました。これまでの学会活動を支えてくださった会員ならびにご支援いただいた団体、企業の皆さんにこの場を借りてお礼申し上げます。



▲ 100 周年記念式典（上田清司埼玉県知事による祝辞）

明治時代には、ドイツの林業を模範として林学に関する高等教育が行われ、日本の森林管理の組織や制度はドイツ式に整備されてゆきました。大正の初めになると、林学を学んだ人たちの多くが、国有林や県の現場で活躍されており、地域、地域で情報交換のための会が組織されていました。そうした中、全国的な情報交換が必要ということで、1914 年（大正 3 年）11 月 18 日に、東京帝国大学と東北帝国大学の卒業生で組織する林学士会と東京高等農林学校等の卒業生で組織する林友会が

合同して、林学会が誕生しました。その後、地域組織が加入して林学会の骨格が形作られたのです。

ところで、日本にはもともと長く培われてきた伝統的な林業が存在していたので、ドイツ式林学を学んだ先人たちは、両者の融合に腐心する毎日であったものと推察されます。こうした中で林学会を中心とした科学的な取り組みは、日本の近代林業の基礎を築く上で大きく貢献をしました。

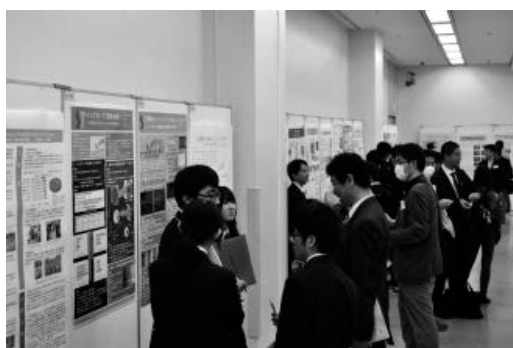
その後、不幸にも戦争の時代を経験し、日本の山林は荒廃を極めました。しかし、戦後の治山や造林の推進のための技術開発においても、林学会は個々の研究者、技術者の活動のよりどころとして十分に機能してきたと確信しております。さらに、人口爆発下の地球において、生物生産の確保が重大な問題と認識された時代には、多くの林学会員は広く熱帯アジアにまで活動を広げ、森林の生物生産機能の解明に大きく貢献しました。

そして、21 世紀になると、森林の地球環境や地域経済に対する貢献が、世界的にクローズアップされ、我が国においても、木材生産だけでなく森林の多面的機能の積極的評価に基づく持続可能な森林管理が目指されるようになり、森林研究は大きな転換期を迎えました。そうした潮流に呼応して、2005 年に日本林学会は日本森林学会と改称し、学会員のより総合的な取り組みをサポートすることとなったのです。さらに、2012 年には一般社団法人として新しいスタートを切りました。

こうして 100 周年を迎えた日本森林学会は、今後どのような方向性でどのような活動を行うべ



▲男女共同参画特別セッション（話題提供者として発表される林野庁 三浦祥子氏（現北海道庁））



▲高校生ポスター発表 会場風景

きなのでしょうか。

学会の大きな使命は、いうまでもなく会員の発表や情報交換の場を設けて、会員の研究や業務が円滑かつ効率的に進むよう手助けすることです。また、若手の育成のため、その活動を支援することも重要です。こうした活動は発足時から変わることのない使命であり、学会誌の充実や大会の活性化などにより実現されます。

一方、一般社団法人としての学会は、広く一般社会に対しても、その活動内容に応じた貢献が求められています。特に関連が深い林業、林産業の発展に貢献することはもとより、直接の関係がない人々に対しても、森林や林業の重要性の理解を促し、より良い森林と人間の関係の構築による、持続的な社会の形成に資する活動が必要です。一般向けの雑誌や書籍の発行、シンポジウムの開催などによる啓発がそれに当たります。また、森林に関する科学的知見に基づく、政策の提案や社会が必要としているデータの集積など社会への働きかけも重要です。

今回、日本森林学会が100周年記念として実施した各種事業は、それぞれこうした観点での貢献を期待したものとして企画されました。

まず、100周年記念展示では、本文の冒頭で述べたような、森林学会の100年を振り返る年譜の編纂と「学会100年間の知の資産」として特筆すべき研究の紹介を行いました。これらは、我々森林学会員が、どのような学問的系譜の上に存在するのかを確かめ、将来を展望する上で欠かせな

い事柄と考えます。

国際シンポジウムは、将来の森林と森林研究を展望するだけでなく、「森林学」が人間と森林の仲立ちを行う学問であるとの考え方に基づいて、森林と人間の関係にも力点を置いた内容としました。特に、若手育成の観点からコメンテーターを新進気鋭の会員に依頼して、議論を深めていただきました。また、男女共同参画関連では、「男女共同参画の実現からダイバーシティの推進へ～100年後の森林と人類のために、森林分野のあり方を考える～」を実施して、宣言を採択し、広く多様な人材の森林学への参入を促しました。

次いで、一般の方々に森林について体系的により深く知っていただくことを目的に、若手会員を中心に「教養としての森林学」という書籍を執筆していただきました。これは、人間との関わりを基軸に、森林を体系的に整理・解説した画期的な書籍となりました。加えて、将来の世代を担う若者たちの森林理解を促すため、「高校生のポスター発表」を初めて全国規模で行いました。

さらに、森林学会が林業と深く切り結んでいることを学会員自ら自覚しかつ社会へも示すことを目指して「林業遺産」を選定・発表しました。

森林と人間のよりよい関係の構築に向けて、こうしたことに学会として継続的に取り組むとともに、森林に関わる様々な組織と協力してゆくことが重要と考えています。

（いで ゆうじ）

<テーマ別シンポジウム>

地質および地質構造に規制された 山体地下水の動態解明

山川陽祐

筑波大学農林技術センター

●背景と目的

従来、基岩内の地下水動態は森林流域における水循環に重大な影響を及ぼすことが指摘されている。また、豪雨に伴う山地斜面の崩壊の誘因として、土層－基岩境界面を介する水移動および基岩内を流動する地下水の寄与が極めて大きいと考えられている。しかしながら、山体地下水の動態解明に関する研究は未だ極めて遅れた状態にあると言える。斜面および流域スケールを対象とした基岩内部の地下水流動を直接的に計測することの困難さが研究の進展を妨げている要因である。近年、^{ようや}調査ボーリング孔を用いた基岩地下水についての水文・水質調査、物理探査法を用いた山体の水理・地質構造の探査、航空レーザー測量を用いた詳細な地形・地質構造の解析、などを組み合わせた原位置における観測研究が精力的に行われつつある。他方、「地質」、「地質構造」、ならびに「地形」は、山体地下水の動態解明を進める上で極めて重要な場の条件と考えられるが、森林水文学の研究者の多くがこれまであまり深く取り扱ってこなかった要素である。本セッションでは、これらの専門家であり、かつ山地の水文現象にも精通したゲストスピーカーを招き、上述の最新の研究成果を共有すると同時に、山体地下水の動態解明および降雨に起因する斜面崩壊メカニズムの解明について、今後の研究の方向性を議論することを目的とした。

●山地流域の水文プロセスに関する成果発表

山川（筑波大）らは、付加体堆積岩山地における降雨流出プロセスについて、主に基岩湧水量の

観測データに基づく成果を報告した。基岩層内の地下水位が湧水の流出量を大きく規制する可能性を指摘した上で、湧水の降雨応答特性（流量、水質、水温）の違いから、面積約 0.4km² の同一斜面において部分的に分断された複数の地下水帯が存在し、それぞれの地下水帯の涵養域の大きさや流入・流出プロセスが異なる可能性を報告した。

正岡（京都大）らは、比較的小起伏の花崗岩山地流域において高密度のボーリング孔網（2.3ha の流域内に 66 箇所）によって基岩内地下水位を直接観測し、地下水面形状が地表面地形とは対応せず、流域界を^{また}跨いだ流れを示す水面勾配が恒常的に存在することを示した。この地形と非対応の水面勾配が、隣接する小流域間において確認された比流量の顕著な偏りを生じさせている可能性を指摘した。

●水文プロセスと斜面崩壊メカニズムの関係に関する成果発表

松四（京都大）らは、過去に深層崩壊の履歴がある大起伏の付加体堆積岩山地（滋賀県葛川^{かつらがわ}流域）において、基岩内地下水位の観測を行い、深層崩壊と地下水流動特性の関係性について検討した。断層由来の遮水構造が、破碎した基岩内部に自由地下水面をもつ地下水帯を区分していること、遮水構造の上部および直下では間隙水圧が上昇しやすいこと、水圧上昇によって弱面を使った重力変形が進行するが、この作用は新しい水みちの形成によって、斜面を安定化させている可能性があること等を指摘した。

飯田（筑波大）らは、同じく深層崩壊の履歴がある大起伏の付加体堆積岩山地（宮崎県鰐塚山^{わにつかやま}）



における基岩内地下水位の観測結果を報告した。深度の異なる観測井戸において地下水応答が顕著に異なり、深い井戸において水位の上昇速度・上昇量がより大きくなるという観測データを示し、高角度の亀裂を水みちとして降雨がすばやく基岩深部に浸透する可能性を指摘した。また、基盤の亀裂ネットワークには、降雨を地下深部へ浸透させる効果と浸透水を外部へ流出させる効果の相反するふたつの効果があり、岩盤クリープの進行によって水みちが塞がり、地下水位が上限水位を超えて上昇する場合に深層崩壊の危険性が増加する可能性を指摘した。

多田（森林総研）らは、地下流水音探査を用いて全国の様々な地形・地質の地盤において地下水の集中する場所と崩壊位置の関係について調査し、以下の点を指摘した。崩壊は平常時に地下水の集中する場所に、豪雨によって大量の地下水が供給されて発生する。一度崩壊した場所でも、地下水の供給機構は変わらないので、豪雨の度に崩壊は同じ場所で繰り返し発生する。断層や地すべり地形の滑落崖、側方崖、舌部など過去の時代に地質に傷のついた場所が水みちとなり、これらの箇所では表層崩壊が発生しやすい。深層崩壊と表層崩壊は表裏一体のものであり、表層崩壊は深層崩壊の前兆現象と理解できる。

●地盤内探査・調査法に関する成果発表

小松（応用地質）らは、山体の地質構造を探査する手法として二次元比抵抗探査を原位置に適用し、その有効性と限界を検証した。ボーリングコアおよび地質踏査から想定された（主に砂岩・泥岩から成る）地質構造モデルからシミュレートされた疑似探査比抵抗分布が、実測データから求められた比抵抗分布と概ね対応することを示し、地質構造を探査する手法として二次元比抵抗探査の有用性を原位置データとの比較から検証した。ただし、二次元比抵抗探査の空間分解能に制限され、一部の断層など詳細な地質構造を再現出来ない可能性が示された。ボーリングコア、地表地質、水文観測などの原位置データと比抵抗データを相補的に組み合わせて山体の地質構造を推定すること

の重要性を指摘した。

小杉（京都大）らは、山地流域におけるボーリング孔を用いた地下水環境調査が主にコストの制約から十分に実施されていない状況を指摘した上で、これまでに例の少ない、3次元的に配置された高密度ボーリング孔網を用いて観測された地下水流動機構について報告した。花崗岩からなる流域においては、地表面地形と対応しない地下水面勾配の緩やかな地下水帯が存在している可能性を指摘した。また、花崗岩流域ならびに堆積岩流域のそれぞれにおいて、（地表面地形には反映されない）地質構造に規制されると考えられる不均一な地下水流動機構の存在を指摘した。

●総合討論

発表終了後、主に、①山体地下水流動機構のモデル化、および、②斜面崩壊メカニズムの解明を進めるためのより効果的な水文観測手法、という二点について議論がなされた。①については、基岩深部において亀裂を通る水挙動と、ある程度連続した地下水帯の流れの両方の存在を示唆するデータが示されている中で、基岩内地下水の挙動をどのようにモデル化すべきかというテーマが飯田氏から提案された。これに対して、小杉氏から、水資源や斜面崩壊を考える上での水の動きについては、（亀裂毎の水の流れを逐一評価しなくても）ある程度のマスとして透水性やその異方性を評価して水理構造を考えれば良いのではないかとの見解を述べて頂いた。②については、講演者からそれぞれの見解を述べて頂いた。多田氏からは、massiveな岩盤だけではなく、（この対比として）断層により破碎された岩盤についても地下水位変動などの詳細な水文観測を行うことが崩壊メカニズム解明と崩壊予測を大きく進めるとの見解を述べて頂いた。松四氏からは、特に断層などの地質構造がつくる水理構造およびすべり面などの「器」（＝地盤構造）について仮説を立て、この仮説を検証していく形で研究を進めることにより、地形と水文プロセス、崩壊メカニズムを繋げることが重要という見解を述べて頂いた。

（やまかわ ようすけ）

<テーマ別シンポジウム>

森林炭素モニタリングシステム

松本光朗

(独) 森林総合研究所

●背景と目的

地球温暖化問題に対応して、森林分野においても影響予測や対策など様々な研究プロジェクトが進み、その基盤として森林炭素を中心としたモニタリングが様々なアプローチから行われている。本シンポジウムは、農林水産省の研究プロジェクト「地球温暖化が農林産業に及ぼす影響評価と緩和及び適応技術の開発」を中心に、多方面で進んでいる森林炭素モニタリングに関する成果を紹介し、今後の温暖化研究の方向性について議論を深めることを目的に開催された。

発表では、リモートセンシング、地上調査、土壌調査、タワーフラックス観測、また熱帯林や林木育種といった多様な手法や対象が取り扱われた。以下、それぞれの発表と総合討論について報告する。

●発表結果

まず、**松本光朗**（森林総研）がシンポジウム開催の趣旨説明を行った。最新の IPCC 第 5 次報告書での森林の位置付けや、平成 27 年度の適応計画策定に向けた我が国の状況について報告するとともに、森林炭素モニタリングの必要性として、①地球温暖化に関わる森林分野の貢献、②継続した森林モニタリングの実施、③森林分野の基礎情報の収集・提供を掲げた。

田中真哉（森林総研）らは、Landsat 画像と森林資源モニタリング調査データを利用して、全国規模の森林タイプ図（常緑針葉、落葉針葉、常緑広葉、落葉広葉、非森林）を作成した。着葉期と

落葉期の 2 季節の画像を解析に用いることで、教師付き（サポートベクターマシン）と教師なし（ISODATA）のどちらの分類手法でも森林タイプ図の精度が高くなった。このことから 2 季節の画像を利用することが森林タイプ分類における簡便で適切なアプローチであると考えられた。

山野井克己（森林総研）らは、タワーフラックス観測を進めている立場から、森林生態系の炭素動態の正確な把握と将来予測のためには生態系全体の炭素動態を明らかにする必要があり、地上観測、リモセン、生態系モデルを連携させてゆく必要があるとして、気候変化や攪乱などをダイナミックに表現できる構造を持ち、時空間分解能と予測精度の高い生態系モデルを開発するとともに、地上観測やリモセンデータを検証や入力データとして活用していることを報告した。

三浦 覚（森林総研）らは、林野庁事業として全国約 2500 か所の森林で実施された枯死木、リター、土壌の地下部 3 プールの炭素蓄積モニタリングの結果を報告した。3 プールともに気温が低いほど炭素蓄積量が高くなる傾向がみられたほか、リターと土壌では傾斜、さらに土壌では火山灰混入と石礫率の影響が明らかになった。地上部の森林生態系多様性基礎調査データと合わせて、わが国の森林の炭素蓄積の実態解明と変動予測の研究が大きく進展していることを強調した。

光田 靖（宮崎大学）らは、森林総合研究所および国有林によって長期的に維持管理されている固定試験地調査のデータを利用し、林分炭素蓄積



量について過去からの動態を推定するとともに、炭素収支に基づく成長モデルを開発し、総生産量、呼吸量および純一次生産量の時系列変化を推定した。固定試験地調査ではサイズ計測しか行われていないものの、数十年前に遡^{さかのぼ}って炭素動態を推定できる点でモニタリングにおける利点があることを示した。

栗田 学（森林総研・林木育種センター）らは、森林の炭素吸収・固定能力の向上に向けた育種からのアプローチについて報告した。林木育種の主目標は、成長量の増大と材質の改良等であり、育種を進めることによって森林のもつ炭素固定能力を高めることが可能であるとし、育種年月の短縮、選抜精度の高度化に向けて、従来の表現型による選抜育種に加えて、ゲノム情報を活用した新しい育種技術の開発を進めていることや、現在、遺伝子情報や詳細な表現型形質の取得等、分子育種に向けた基盤整備を進めており、今後林木育種のスキームに統合していく計画を示した。

家原敏郎（森林総研）らは、デジタル空中写真の立体視ソフトウェアによる林分レベルでのバイオマス推定技術について報告した。空中写真は全国撮影により大量の情報が蓄積され、近年はデジタル空中写真として発展し、計測ソフト等も開発され、樹高等の半自動的計測が可能となってきた。そこで、市販のデジタル空中写真解析ソフトによる林分材積推定について検討したところ、そのソフトでは林分推定精度向上に向け手法の改良が必要と考えられた。

伊尾木慶子（東京大学）らは、マレーシア山岳地域の熱帯雨林において焼畑や伐採などの影響を受けた林分を対象とし、航空機 LiDAR 計測による地上バイオマス推定を行った。LiDAR データより得られた高さ変数に加えてレーザ透過率変数を用いることで、様々な劣化レベルの熱帯雨林において高い精度で地上バイオマス推定が可能であることが明らかとなり、地上データを効率的にスケールアップすることが可能になる。

松浦俊也（森林総研）らは、カンボジア中央部における近年の森林減少の特徴を GIS と統計モデ

ルを用いて解析した。減少面積は 2000 年代前半に比べて後半に倍増し、2010 年以降にはさらに数倍に増加しており、大面積のゴム園開発が進んでいた。その一方、農地開発による森林減少は林縁や道路沿いから進む傾向が見られた。また、コミュニティ林などの保護系ゾーニングは森林減少を抑制できるが、総量規制がないと周囲にリークエージをもたらすことが分かった。

荒木 誠（森林総研）らは、熱帯林を対象とする REDD プラスのための森林炭素モニタリング技術として、樹冠の季節変化による衛星画像の不整合を取り除く技術を用いたカンボジアの森林分布図、熱帯雨林での雲取り処理した衛星画像から作成したマレーシアの森林分布図、乾燥林の分布するパラグアイの森林分布図を、それらの技術と共に報告した。また、並行して行った地上調査とアロメトリ式の開発により、国／準国レベルの森林炭素蓄積量推定が可能となった。

●総合討論

三浦 覚（森林総研）は、リモートセンシング技術の活用は、面的・時系列的なモニタリングのためか、あるいは単位面積当たり炭素量といったパラメータを取るために利用するのかと質問した。それに対して**平田泰雅**（森林総研）は、今回の発表でも分かるように、まさに面的・時系列的变化とパラメータの両者をモニタリングするという役割がリモートセンシングにあると返答した。

松本光朗（森林総研）は、今回明らかになったこととして、①様々なアプローチから森林炭素モニタリングが実行され技術開発が進行していること、②データが集積され公開されつつあること、③他のモニタリングやデータ、さらにモデルなどの技術と連携・統合が進んでいることを掲げ、今後も公開・連携・統合といった方向性を共有して研究を進めていく必要性を強調した。

さらに、全体の議論として、学会や科学的な視点からは森林モニタリングを継続していく必要性は明らかであるが、そのためにも成果を社会に還元していく必要があることが共有された。

（まつもと みつお）

<テーマ別シンポジウム>

森林生態系の放射能汚染の現状を考える

金子真司*・大久保達弘**

* (独) 森林総合研究所 ** 宇都宮大学農学部

●背景および目的

東京電力福島第一原発事故から2年半が経過し、森林の放射能汚染に関する報道がめっきり少なくなつたものの、放射性セシウム (Cs) の半減期は長く、森林の放射能汚染は現在も続いている。福島原発事故では、事故直後から森林の放射能汚染の調査が行われ、森林への放射性 Cs の初期沈着やその後の森林内での放射性 Cs の動態が明らかにされつつある。また、樹木による放射性 Cs 吸収や樹体内での移動の研究も始まっている。森林からの放射性 Cs の流出についても実態が解明されつつある。

生活圏の森林 (林縁から 20m の範囲の森林) については除染が開始されているものの、福島県の7割を占める森林の汚染に対する明確な対策の方針は打ち出されていない。そのような中、福島県の復興に向けて森林の放射能汚染の対策につながる実践的な研究も開始されている。

このように森林では多くの研究者が研究を行っているが、情報交換の機会は少ない。そこで、昨年度の森林学会大会に引き続き、森林の放射性 Cs 汚染に関わる研究者が一堂に会して、最新の研究成果を発表するとともに、この問題にどう対処すべきかを議論するために、本シンポジウムが開催された。

本テーマ別シンポジウムでは 10 件の口頭発表と 12 件のポスター発表があり、さらに本シンポジウムを希望した口頭発表のうち 8 件が同日午後の立地部門で発表された。ここではテーマ別シ

ンポジウムの口頭発表を中心に紹介する。

●発表から

【森林の放射性 Cs の沈着および動態】

大久保ら (宇都宮大) は栃木県の森林において、リタートラップで採取したリター、 A_0 層、表層土壌の放射性 Cs が事故後年々低下しているが、 A_0 層の放射性 Cs 濃度が腐葉土の基準を超えている実態を紹介した。

小松ら (森林総研) は、福島県の調査地において森林内の放射性 Cs 分布が 2013 年は前年に比べて大きく変化しなかったが、材部の放射性 Cs 濃度が前年に比べて高い場合もあったと報告した。

このほか、林内雨、樹幹流、リターフォールによる森林樹冠から林床への放射性 Cs 移動に関する研究、林床の A_0 層の放射性 Cs に注目した研究、有機物からの各種溶液による放射性 Cs の抽出試験など放射性 Cs の沈着および動態に関する発表が、ポスター会場や立地会場において多数あった。

【樹木による放射性 Cs の吸収と樹体内の移動】

岡田ら (京大) はアカマツ、コナラ、スギの材中の ^{137}Cs を調べ、外樹皮>内樹皮>辺材>心材の順で濃度が低く、辺材では内側ほど濃度が低下していることを明らかにした。

富岡ら (名古屋大) は野外で生育中のスギの樹皮および葉に塩化セシウム溶液を塗布した試験により、樹皮から樹木頂端および葉から枝元へ放射性 Cs の移動を確認した。

益守ら (東大) は、イメージングプレートを用いて、スギ、アカマツの材中に放射性 Cs が取り



込まれていることを示すとともに、事故後に植栽したスギ苗中の放射性 Cs 濃度を測定し、面移行係数が $10^{-3}\text{m}^2\text{kg}^{-1}$ 程度であることを示した。

以上の発表では、樹体中への放射性 Cs の取り込みが経根経由と樹皮経由のどちらであったかが議論となった。そのほか植物による吸収や動態に関しては、ポスター会場や立地会場で、スギ葉では表面に ^{137}Cs が付着していること、スギの雄花と花粉の ^{137}Cs 比率が一定であること、ササの種類によって ^{137}Cs 動態が異なること、山菜の ^{137}Cs 濃度が 2012 年以降低下していないことが発表された。

【森林から系外への放射性 Cs の流出】

坪山ら（森林総研）は渓流水から放射性 Cs が検出されるのは、汚染度の高い流域で、かつ増水時に限られると報告した。

恩田ら（筑波大）は林内雨、樹幹流、リターの放射性 Cs 濃度が年々低下していることや、渓流水中の溶存態 Cs 濃度が 2011 年から 2012 年にかけて低下していることを報告した。

伊勢田ら（東大）は、立地会場で放射性 Cs 濃度と懸濁物質濃度（けんたくぶつ）に正の相関が認められ、それらの流出ピークは水量のピークに先行すると報告した。

【森林の放射能汚染の対策】

小林ら（千葉大）は、里山の環境回復を目指して川俣町の落葉広葉樹林で行っている A_0 層除去とウッドチップ散布の組みあわせ試験における空間線量率の低下や土砂流出の結果を紹介した。

高橋ら（千葉大）は川俣町のウッドチップ散布試験において、チップの粒径が小さいほどセシウム吸収量が増加することを示した。

金子ら（横浜国大）は二本松市の森林伐採、落葉除去、ウッドチップ散布を組み合わせた試験の結果を紹介した。

以上の発表に関連して、ポスター会場や立地会

場では、メッシュサイズの異なるバッグにウッドチップを詰めて林床に置いた試験においてのウッドチップの分解速度、放射性 Cs 濃度の変化、微量元素濃度の変化が報告されるとともに、 A_0 層の除去を徹底的に行うと土壌侵食量が大きくなることが報告された。

【森林生物の放射能汚染】

森林生物の話題はすべてポスター会場で行われた。

綾部ら（名古屋大）はジョロウグモの放射性 Cs 濃度が K や Rb の濃度と相関関係にあることを見出した。

山田ら（森林総研）はアカネズミの放射性 Cs が 2011 年に比べて 2012 年が大きい傾向にあること、その原因として放射性 Cs の分布の変化を指摘した。

小金澤ら（宇都宮大）はニホンジカが冬季にミヤコザサのみを食べると仮定し、ニホンジカへの放射性 Cs の移行係数を計算した。

●総合討論

追加の質問を募ったところ、ウッドチップ散布試験に対する質問が集中した。この方法がどれほど有効であるかが議論となり、土壌からウッドチップへの放射性 Cs 輸送に関わる糸状菌の特定が今後の課題という意見が多かった。そのほか、調査や分析や解析方法が研究者によって異なり、データを比較検討する際に支障になっているので、それらの統一が必要であるとの意見が出された。この意見にも多くの賛同があった。最後にコーディネータから、昨年のシンポジウムが森林立地学会誌で特集が組まれたことが紹介され、今年度は日本森林学会誌に特集号を企画したい旨の説明があり、次年度も同様のシンポジウムを行うことを約束し、シンポジウムは閉会した。

（かねこ しんじ・おおくぼ たつひろ）

<テーマ別シンポジウム>

マツ枯れ・マツ材線虫病研究の現在 —森林学会 100 周年によせて—

中村克典

森林総合研究所東北支所

1905 年長崎に発生した被害が端緒とされ、今日に至るまで日本の森林に大きなダメージを与えているマツ材線虫病は、林学会・森林学会 100 年の歴史の中にも一筋の研究の流れとして刻み込まれている。1970 年の清原・徳重による病原体マツノザイセンチュウの発見、およびそれに引き続く一連の研究が、日本の森林研究の誇るべき到達点のひとつに数えられることは疑いない。しかし、その一方で、マツ材線虫病による日本のマツ林の荒廃はとめどなく拡大しており、マツ材線虫病という現象の解明、有効な被害対策の提示をゴールとすべき研究は、いまだその社会的役割を十分に果たしているとは言えない。このことは、逆に言えば、長年研究されてきたマツ枯れ、マツ材線虫病にもまだ多くの研究の余地が残されているということでもある。

マツ材線虫病に関わる諸分野の研究報告を糾合し、情報の共有と交換を図るためのテーマ別シンポジウム（以前は、テーマ別セッション）を不定期に開催してきた。今大会のシンポジウムでは、林学会・森林学会 100 年の歴史に沿って進められてきたマツ枯れ・マツ材線虫病研究の来し方行く末を考えることをメインテーマに据え、冒頭に、これまでの研究を概観し今後を展望する特別講演を設定した。演者は、マツノザイセンチュウの発見、記載から今日に至るまで研究の第一線で活躍されてきた真宮靖治氏で、これ以上の適任者はない人選であったと自負している。お願いしたテーマの大きさに対し圧倒的に短い 20 分というご講演時間の中で、材線虫病研究の歴史と課題をコン

パクトに集約していただいたばかりか、今後に向けた研究の焦点まで項目立ててご指摘いただき、これがほぼそのまま、その後の一般講演の予告編になった。

＊

一般講演に移り、秋庭（森林総研）らは国内 230 株のマツノザイセンチュウについて、ミトコンドリア COI と核リボソーム ITS の 2 遺伝子座の塩基配列に基づき遺伝的多様度を解析した結果を報告した。どちらの遺伝子座についても地域によるハプロタイプの差異が見られ、北米の別々の地域から複数回侵入したマツノザイセンチュウが、侵入後の日本で分布拡大に伴い交雑し、遺伝子が混ざり合っていた経過が浮き彫りにされた。浴野（京都大）らは、病原力の異なる 2 系統のマツノザイセンチュウについて、感染した線虫がマツ樹体内で受けるであろう酸化ストレス（マツの防御機構のひとつ）への耐性を評価し、病原力の強い系統は酸化ストレス耐性も高いことを示した。この実験で使われた線虫は、京都大学で確立されたマツノザイセンチュウの近交系に由来するものであり、実験結果を解釈する際に変動要因として遺伝的なバックグラウンドを考慮せずにすむという大きな利点がある。同じ近交系由来の 2 系統のマツノザイセンチュウから作出された組み換え近交系（RIL）について、病原性に関わる重要形質（病原力、増殖力、便乗力）の定量評価を行ってきた加藤（京都大）らは、各 RIL のゲノム情報と表現型との対応を調べ、重要形質に関連すると考えられる遺伝子を具体的にリストアップして見せた。



媒介昆虫に関する研究では、まず**富樫・福田**（東京大）が、随意休眠する台湾産マツノマダラカミキリについて、幼虫密度が休眠抑制や体重に及ぼす影響を調べた結果を報告した。小丸太で幼虫を2頭飼育すると1頭飼育の場合より休眠が抑制され、体重が減少した。休眠により不適な季節を回避したいが、内樹皮という限られた餌資源は休眠している間に誰かに食べ尽くされてしまうかもしれない、というマツノマダラカミキリ幼虫のジレンマにふれた質疑が興味深かった。**前原**（森林総研東北）らは、広葉樹を利用していたマツノザイセンチュウの祖先が広葉樹・針葉樹の両方を利用するカミキリムシによって針葉樹にもたらされ、針葉樹のカミキリムシ（マツノマダラカミキリ）へと媒介者を乗り換えた、というストーリーに従った一連の研究をすすめている。今回の発表では、同じマツノザイセンチュウでも弱病原力のものは強病原力のものほどマツノマダラカミキリとの親和性が高くないという結果が示された。**相川**（森林総研東北）らは、各種の節足動物で宿主の生殖機能を操作することが知られている共生細菌ボルバキアをマツノマダラカミキリに人為的に導入することを試みた。マイクロインジェクションで蛹の腹部にボルバキアを注入すると生殖異常が誘起された。注入されたボルバキアが次世代に受け継がれることは残念ながら確認されなかったが、新たな防除技術開発への期待を感じさせる研究である。

松永（林木育種センター九州）らは熊本県水俣市の抵抗性マツ植栽林分における材線虫病の流行状況を解析した。無防除、媒介昆虫高密度の条件下では抵抗性マツでも激害が発生するが、感受性マツに比べれば流行は遅れ、病気の広がり方も遅いことが確認された。抵抗性マツの有効性と限界が定量的に示されたことは、抵抗性マツ植栽地の管理を考える上で非常に意義深い。**池田**（石川県林試）らは石川県加賀海岸国有林のマツ枯れ跡地に天然更新したクロマツ実生に直接マツノザイセンチュウを接種し、母樹の残る場所では接種木生残率が高かったという結果を報告した。抵抗性の

高いマツを選抜しつつ立木密度を下げるという全く新たなマツ林育成技術につながる研究であり、今後の展開が期待される。**黒田**（神戸大）は、松くい虫防除における戦略の不備や里山再生事業の現場などでの材線虫病への知識不足による無防除状態の放置を指摘し、我々研究者がアウトリーチ活動に打って出ることの重要性を強調した。

＊

全体を通じて見ると羅列的となるきらいはあるが、この講演のラインアップを取り揃えることで、材線虫病研究の今後の展開方向を示すという所定の目的は達成できたものと考えている。特に、マツノザイセンチュウに関する研究分野については、分子生物学的手法や利用可能な遺伝情報、あるいは実験材料としての近交系など、近年の技術面での進展が反映されることで大きく底上げされてきており、マツノザイセンチュウという生物、あるいはその病原力の本質に近づきつつあることを実感された方も多いのではないだろうか。また、これまでになかった新たな視点からの防除技術、あるいは抵抗性マツ植栽地の現場レベルでの知見に関する報告は、材線虫病対策の新展開を予見させるものであった。一方、社会現象としての一面をもつマツ枯れ・マツ材線虫病を扱う研究者が世の中に貢献し、また自らの存在基盤を確保するために、アウトリーチ活動が重要であるという認識を参加者で共有できたとすれば、これは大きな収穫である。

材線虫病研究に関わる組織、人員は最盛期に比べると明らかに減少しており、予算もますます厳しさを増している。さらに、長い研究の歴史を経た現在、残された研究テーマは難物揃いとあり、研究者を取り巻く状況は厳しい。しかし、今回のシンポジウムでも示されたように、まだ解明されるべき興味深い現象や、松くい虫被害の克服に向けた防除技術のネタがある限り、研究者は研究を続けるだろう。そして、近い未来にまた、このテーマ別シンポジウムにさらに進んだ研究成果を持ち寄っていただけることを期待している。

（なかむら かつのり）

<テーマ別シンポジウム>

木質バイオマス発電への燃料供給の 展望と課題

有賀一広

宇都宮大学農学部

●趣旨

2012 年 7 月に始まった再生可能エネルギーによる電力の固定価格買取制度により、木質バイオマスを燃料とする発電事業が全国各地で事業化されつつある。林地残材を燃料として利用することは、林業振興や山村の雇用創出などに貢献すると期待されている。一方で、年間数十万トンの燃料としての需要が発生する状況に対して、素材生産側の生産体制は果たして十分であろうか？ また、カスケード利用が理想とされつつも、用材と燃料との利用区分があいまいになる可能性も指摘されており、木質バイオマス発電への燃料供給の展望と課題について議論を深める。

●発表

久保山（森林総研）は、固定価格買取制度の下で 2013 年 12 月現在、5 ヶ所の木質バイオマス発電所が稼動し、認定を受けた発電所も含めると 26 ヶ所となり、燃材の年間需要量は 270 万 m^3 に達すると試算した。都道府県別では平均で現在の素材生産量の 3 割、多いところでは 9 割程度増産する必要があると試算した。経済性についてシミュレーションしたところ、5,000kW 規模の施設におけるバイオマス買取価格は最大で 7,000 円/ m^3 と試算されたが、前提とされる設備利用率は、実際には達成されていないこと等から、買取価格にそれほど余裕はないことを指摘した。これらの需要の多くは 2015 年内に顕在化するが、バイオマスの低コスト供給システムの構築と国産材の競争力の拡大を通じた素材生産量の拡大には時間が

かかり、輸入チップやペレットでは価格が見合わず、リサイクル木材は供給余力がないこと等から、当面は PKS（Palm Kernel Shell）などの輸入代替燃料で賄われるところも出てくるだろうと指摘した。

寺岡（鹿児島大）は、九州における木質バイオマス発電について、現在、3 ヶ所の発電所が稼動し、計画も含めると 12 ヶ所、燃材の年間需要量は 140 万トン以上に達すると試算した。中・南九州の供給ポテンシャルは C 材 75 万トン、林地残材 400 万トン、製材端材 100 万トンと試算されることから、年間需要量を満たすことができるが、これを林業従事者 7 千人、高性能林業機械 400 台で生産することは困難であり、今後、生産量の増大をどのように達成するのか検討する必要があることを指摘した。

大津ら（鳥取大）は、島根県におけるエネルギー需要と森林資源量について、松江バイオマス発電株式会社（松江市）と合同会社しまね森林発電（江津市）の 2 施設が設備認定され、前者は年間 8 万トンの木材チップと年間 3 万トンの PKS を、後者は年間 8 万トンの木材チップを燃料とし、需要増加分の供給は、島根県内のパルプ原料用チップ納入企業などで組織している島根県素材流通協同組合などが担当することを報告した。各社とも原木の確保を問題視しているため、作業班を増加させる予定であるが、作業班を増加させるには時間がかかることが予想され、需要増加とともに供給量が増加するとは考えにくいことから、低価格



なパルプ原料用針葉樹チップだけでなく、製材用材などにも影響が生じる、すなわちマテリアル利用からエネルギー利用に振り向けられることが懸念されると指摘した。

赤池ら（宇都宮大）は、トーセン那珂川工場^{なかがわ}への燃料供給の現状と課題について、2014年に稼動予定である発電施設は木質専焼 2,400kW（所内電力 400kW）で、燃料使用量は含水率 50%（WB）で約 5～6 万トン/年、この燃料の 3 割を製材残^{ざん}渣、7 割を林地残材で賄うことを想定し、未利用材の安定的な調達には、大中小様々な規模からの燃料調達ルートを構築することが必要であることから、試行中の木の駅プロジェクト、地域の森林組合が取り組んだ一律 3m 造材全量品質別定額取引の可能性を報告した。また、機械化作業による皆伐・再造林による森林資源フル活用の動きがあることから、森林破壊や生物多様性に影響を及ぼさない持続可能な調達を検討することが必要であることを指摘した。

小池（島根大）は、木質燃料の質と量について、木質燃料の含水率を燃焼機器に合わせて調整することが重要であり、小規模ボイラーで湿量基準 30%、中規模ボイラーで 50%以下に含水率を低減することが必要であることを指摘した。現在、生重量単位で木質燃料は取引されているが、トラックごとにチップの含水率を計測する技術は確立されているため、ヨーロッパのように熱量単位で取引されるまでには時間がかかるだろうが、含水率の高い木質燃料を納入する業者は淘汰されていくだろうと指摘した。

岩岡ら（東京農工大）は、木質バイオマスの乾燥過程と通気性フレコンについて、丸太に関しては林内では乾きにくい、土場などの開けた場所で冬場ならば数ヶ月で湿量基準 30%に自然乾燥すること、末木枝条はハンドリングが悪い、通気性フレコンを新たに試作し、これに詰めても、屋根のあるところに保管しておけば、数ヶ月で湿量基準 30%に自然乾燥すること、チップは堆積しておくとしにくい、現在、通気性フレコンを

用いて、乾燥過程を測定中であることを報告した。

●討論

討論ではまず、長期、安定的な燃料供給の目処が立たない中で、見切り発車的に、全国で 40～60ヶ所におよぶ発電事業がなぜ進行・計画されつつあるのか質問があった。その回答として、これまでも大規模製材工場・合板工場などが計画・建設され、林野庁や自治体などの補助金などにより、計画的に材の供給がなされてきたが、今回の固定価格買取制度は経済産業省マターであるため、山側・供給側が計画に関与しない事業があるためではないかとの返答があった。また、大規模製材工場・合板工場の場合、用材のため、最低でも 8,000 円/m³ 程度の価格であったが、燃材は最大でも 7,000 円/m³ であるため、燃材が本当に集まるのか懸念されるとの考えが示された。

トーセン那珂川工場では、1,200kW の木質焚きボイラーを整備し、乾燥機（100m³ × 2 基）のほか、うなぎの養殖や熱帯フルーツの栽培への利用も試行し、今後、金属加工業へ 4,000kW の木質焚きボイラーを導入して、燃材を供給する熱供給事業へ参入することを検討しており、木質バイオマスのエネルギー利用においては熱利用も重要であること、また、ガス化については、ドイツにおいて 1,800 時間の稼動が達成されているが、コストも高く、湿量基準で 15%にチップを乾燥させ、サイズも 20mm 以下に調整する必要があるため、発電よりは、今後、価格の高い DME（dimethyl ether）の製造などマテリアル利用に使用されるのではないかと紹介があった。また、チップの乾燥については、運搬・乾燥後、直接、ボイラーにチップを供給することができる、開発中のレシプロ式燃料コンテナの紹介があった。

最後に、コーディネータの寺岡（鹿児島大）より、来年度は実際に計画中の発電施設が稼動し始めることから、発電事業者、燃料供給者、行政も交えて、木質バイオマス発電への燃料供給の展望と課題について、引き続き議論を深めたいとの発言で締められた。（あるが かずひろ）

<テーマ別シンポジウム>

ポスト “ESD の 10 年” を見据えた森林教育

井倉洋二*・山本清龍**・大石康彦***・井上真理子***

*鹿児島大学農学部附属演習林 **岩手大学農学部

*** (独) 森林総合研究所多摩森林科学園

●背景と目的

2014 年は、2005 年に開始された国連 ESD (Education for Sustainable Development) の 10 年の総括会合があり、持続可能な社会の実現へ向けた次のステップが求められている。さらに、2011 年の東日本大震災と原発災害をきっかけに、私たちの社会や生活のあり方が改めて問われている。このような社会的要請に対して、森林教育が果たすべき役割は、ますます大きくなっていくものと考えられ、森林教育研究には、現場に役立つ幅広い研究が求められている。森林教育研究は、森林の様相から人の心理、社会制度等広範な研究対象を持つ複合分野であり、多様なアプローチがなされているという現状認識をもとに、本セッションでは、ポスト “ESD の 10 年” を見据えた森林教育のあり方について、幅広く議論した。

●発表概要

全国における森林学習施設の特徴—施設の名称に着目して—：木山加奈子（東京農工大）ら

全国の 992 の森林学習施設について、その特徴を捉えることを目的として、施設名称の共通部分を抽出することで分類を行い、分類ごとに施設の設置年や設置者、施設の設備などの特徴を把握した。その結果、全体の約 6 割が名称に「少年自然の家」「森林公園」「ビジターセンター」などの共通部分を持っていた。また、設置年と設置者については、社会的背景や補助事業の存在等により分類間で特徴が見られた。

地域再生をめざした博物館を核とする地域資源

ナレッジマネジメントに関する研究 (2)：住民参加による地域資源マップ製作：青柳かつら（北海道開拓記念館）

士別市朝日町において、住民参加型の地域資源マップ製作の効果を明らかにすることを目的として、マップの製作過程の観察、博物館ボランティアの意識調査、中学生の講演会感想文の分析等を行った。流域からの関心の獲得を契機にボランティアの自主性が向上したこと、ボランティアは、町の魅力を再発見できた点や異世代交流・地域交流に役立つ点などでマップを高く評価していたこと、講演会を聴いた中学生には地域資源への訪問意欲や町の歴史を評価する価値観の形成が見られたことなどが明らかになった。

森林環境教育とソーシャルビジネス—若者よ、農山村で起業しよう！—：井倉洋二（鹿児島大）

鹿児島大学高隈演習林で 1999 年に始まった森林環境教育プログラムが、2006 年から「大野 ESD 自然学校」に引き継がれ、そして 2013 年～NPO 法人「森人くらぶ」へと発展したプロセスを紹介し、森林環境教育が多様な広がりを持ちつつ、持続可能な農山村社会の実現を目指したソーシャルビジネス起業という実業的展開へ進んでいくことの意義について示した。

学習指導要領にみる森林教育と学校教育との関係：井上真理子（森林総研多摩森林科学園）ら

森林教育が学校教育で行われることを目指して、森林教育の目的・内容と学校教育（普通教育）の教科・科目等および環境教育（ESD を含む）とを



比較して、学校教育と森林教育の関連性を検討した。その結果、両者の教育目的の共通性を見出すことができ、森林教育の実践を通じた教科等の教育目的の達成を図れる可能性が考えられた。

中学生が技術・家庭科で学ぶ生物育成技術に位置づけられる林業教育の内容論的検討：丸山翔平（上越教育大）ら

中学校技術・家庭科における生物育成技術としての林業教育の指導内容について、中学校職業・家庭科時代の学習指導要領、職業・家庭科教科書ならびに現在の技術・家庭科教科書などから検討し、高等学校学習指導要領解説農業編の指導内容と比較・整理した。その結果、気象因子、土壌因子、生物因子の内容を追加することにより、林木の育成技術について準備段階から終期段階まで一貫した指導内容で構成されることがわかった。

林業における間伐効果を模擬的に学習する授業の提案：ハツカダイコンの容器栽培を例に：

荒木祐二（埼玉大）ら

中学校技術科の「生物育成に関する技術」では、林業も学習対象となっているが、林木の育成には長い歳月と広い土地が必要なことから、現実的林業を学ぶことは難しい。そこでハツカダイコンの容器栽培により、林業における間伐効果の理解を促す題材の開発をめざした。その結果は、林業における間伐施業の意義を間接的に示すものであり、生徒たちに間伐施業とその効果についての理解を促したことが示された。

森林教育における時間の重要性 2：中島 皇（京都大）ら

森林には我々の現代社会とはかなり異なった時間が流れており、この「森の時間」の感覚を養うための森林教育プログラムを作成・実施して、参加者の反応を調べた。環境保全活動に熱心な企業との協働で森林環境プログラムを作成・実施し、参加者である企業の従業員とその家族にアンケートを行って意見や感想を収集した。

木曽山林学校の草創期に本多静六の果たした功績：山口 登（木曽青峰高等学校木曽山林資料館）
日本最古の林業専門の実業学校である木曽山林

学校の草創期において、本多静六が果たした功績を同校の資料をもとに明らかにした。本多の役割は、(1)山林学校がつくられる前に講演会で造林と林業教育の必要性を説き、学校設立を模索していた木曽地方の若手幹部に方向性を示したこと、(2)教え子である木曽山林学校初代校長の松田力熊によって本多流の林業教育が実践されたこと、(3)直接生徒に技術教育の基本を教授するとともに、人間教育という側面から青年の生き方を熱烈に説いたことなどが明らかになった。

森林教育体系化試論：大石康彦（森林総研多摩森林科学園）ら

わが国の90年近い森林教育研究のなかで、森林教育全体を体系的に整理した例はなく、必要な要素や内容などの切り口は提示されたものの、森林教育全体を体系的に整理するには至っていない。

そこで既往の研究を手がかりに森林教育の体系化を試み、森林教育全体を(1)歴史・経緯、(2)社会・地域、(3)活動現場の3相でとらえ、これらを共通して律するものとして、森林教育の目的・内容を位置づけることができた。(1)歴史・経緯においては目的・内容の分化、(2)社会・地域においては目的・内容と実施主体の関係性、(3)活動現場においては目的・内容と活動現場構成要素の関係性が、各相の構造を規定すると考えられた。

●議論

各発表時間内での質疑応答や総合討論の時間において、施設や教材に関する新たな視点からの検討や、ソーシャルビジネスとしてのとらえなど、持続可能な社会の実現に向けた森林教育研究のあり方について、活発な議論が交わされた。

●ポスター発表

当テーマ別シンポジウムにおいては、上記の口頭発表9題の他、ポスター発表2題が行われた。

森林が育む時間に焦点を当てた森林環境教育プログラムについての研究：山下貴之（京都大）ら
環境教育から見た森林の施業と森の景観・構造：宮部涼太郎（東京大）

（いのくら ようじ・やまもと きよたつ・
おいし やすひこ・いのうえ まりこ）

<テーマ別シンポジウム>

人工林の高齢級化にどう向き合うべきか？ —持続的な管理と利用を目指して—

宮本和樹

(独) 森林総合研究所四国支所

●背景と目的

国内における 46 年生以上のいわゆる高齢級人工林は 2017 年には全体の 6 割に達すると見込まれている。皆伐・再造林による齢級構成の平準化と共に、「今ある人工林をどうするか？」の視点から高齢級人工林の管理手法と利用に関する技術開発が求められている。

本シンポジウムは、高齢級化する人工林の管理と利用へ向け、川上から川下までの現状と課題に関する認識の共有を目的として企画された。人工林における育林・施業、搬出・路網整備、加工・利用の各分野を専門とする研究者の方々に 11 件の話題提供をいただいた。

●講演

宮本（森林総研四国）らは、高齢級人工林の現状と四国における高齢および壮齢スギ・ヒノキ林の特性を紹介した。このなかで、高齢林だけでなく壮齢過密林においても造林木の成長予測に有効な指標として期首の胸高直径と個体間競争が重要であることを示した。壮齢過密林では、個体間の優劣がはっきりとしており、優勢木は樹冠長率や形状比が比較的健全に保たれていることを示した。

新田（秋田県森林技セ）らは、秋田スギ高齢林および壮齢林で、成長と気象害等への耐性に優れた個体の選木指標として根張りの有効性を調べた。根張り直径（根株地際直径）や相対根張り直径（根張り直径／胸高直径）は高齢林では樹冠長率の弱い相関がみられたが壮齢林では有意な相関が得られなかった。今回の調査事例では、根張りは個体の形質との関係が明瞭ではなく、選木指標として

単独での活用は難しいと考えられた。

正木（森林総研）らは、東日本のスギ・ヒノキ高齢人工林を対象に、個体間の競合が生じる距離スケールと成長との関係の一般性を検証した。両種とも直径がより大きい周辺木からの影響が支配的であり、個体間の競合に地位、傾斜の影響はみられなかった。競合範囲はスギの方がヒノキよりも大きかった。また、競合範囲は、スギ林では平均胸高直径に影響されなかったが、ヒノキ林では平均胸高直径によって変化する可能性が示唆された。以上の結果から、高齢級人工林を管理する際の個体配置の考え方はスギとヒノキで異なることを指摘した。

横井（岐阜県立森文ア）らは、伐期として想定される林分の構造から今後の施業に結びつく情報を得るため、愛知県と岐阜県の 80～113 年生の高齢ヒノキ人工林 61 林分を対象に、林齢、本数密度、樹冠サイズ、樹高、胸高直径といった林分レベルの要因間の関係を示した。林齢とその他の要因との関係はみとめられなかったが、本数密度、樹冠幅、胸高直径の間には相関がみられ、本数密度が直接的、間接的に胸高直径に影響していることを示した。また、胸高直径は地位の影響も受けていた。以上の結果から高齢林分の管理には地位を考慮した適地の選定と密度管理が重要であることを指摘した。

渡邊（岐阜県森林研）らは、岐阜県の高齢過密ヒノキ林で、下層間伐と上層間伐を実施し、その後の成長を比較した事例を紹介した。残存木の平均肥大成長量は下層間伐の林分でやや大きく、上



層間伐林分では肥大成長量や樹冠長拡張量のばらつきが大きい傾向がみられた。また、上層間伐林分では残存木の平均形状比が100と高く、間伐後に冠雪害が発生していた。高齢人工林において木材生産を続けるために、成長が持続する個体を残す選木方法が重要であることを指摘した。

高橋（島根大生物資源）は、奈良県吉野地方の若齢～高齢スギ林および島根県の壮齢スギ林を対象に、間伐時の選木指標としての陽樹冠サイズの有効性を検証した。吉野地方における陽樹冠直径と胸高直径成長量の解析から、年輪幅が2mmとなるための陽樹冠直径の範囲を推定し、これを選木の指針とすることが可能であることを示した。さらに、同様の解析により、陽樹冠幅は島根県の壮齢スギ林の直径成長の管理にも適用可能であることを示した。

石川（愛媛県林業研セ）は、愛媛県の間伐履歴の異なる壮齢スギ林10林分を対象に、林分構造と気象害の実態調査の事例を報告した。このうち、間伐遅れ林分では、間伐後も形状比や樹冠長率の回復は進まず、間伐効果は限定的であることを示した。また、間伐後に冠雪害が発生した林分では、サイズが小さく形状比の高い劣勢木を中心に被害が生じていた。長伐期施業へ向けは、将来に残せる優勢木本数が十分か考慮することと、間伐後の形状比や樹冠長率の回復を予測することが重要であることを指摘した。さらに、気象害に弱い期間が長期に及ぶことから、皆伐等、長伐期以外の選択肢が妥当な場合もあることを指摘した。

與儀（広島県林業技セ）は、高齢級人工林から搬出される材の品質管理を目的とした3次元レーザースキャナの活用技術と、大径材搬出技術の確立のため欧州から導入した高性能林業機械（トラクターと高性能搬器）を用いた生産性の調査事例を紹介した。このうち、高性能搬器の時間当たりの生産性は、タワーヤーダとの組み合わせでは約3.0～5.0m³、集材器との組み合わせでは約5.0～9.0m³であったことを報告した。これら高性能林業機械のハイパワーな性能は大径材搬出の際に活かされると考えられる。

鈴木（高知大農）らは、人工林の長伐期化・高齢化にともなう路網整備の重要性と課題について、高知県の調査事例を報告した。この中で、長伐期化にともなう大径材化への対応策として、高密度路網の急傾斜地への適用とハイパワーなタワーヤーダや本格架線の利用が有効であることを示した。一方、林業機械の大規模化への課題として、作業費用と生産性のバランスや林地までの公道移動などを指摘した。

椎葉（宮崎県木材利用技セ、現宮崎県西臼杵支庁）らは、人工林の大径化にともない、1本の丸太から複数の構造材の製材が可能となった現状において、心去り材の強度性能が、心持ち材と比較してどの程度異なるのかを明らかにするため、宮崎県産スギ丸太を用いて試験を行った。その結果、心去り材の性能は木取りや製材方法に関わらず心持ち材と同等であり、住宅の横架材として利用可能であることを示した。

青井（森林総研）らは、大径材から出る柱材以外の部分、すなわちひき板の需要拡大が大径材の採算性の向上と価格上昇のカギとなるとして、需要拡大先として期待されるCLT用のラミナおよび2×4材の活用に関する現状を報告した。このうちCLTは大判の木質面材であるため、ひき板を大量に必要とし低質材も利用可能なことから、ひき板の需要拡大に貢献する可能性が高いと指摘した。課題としては、CLTを構造材として活用するための法整備にもう少し時間がかかることや売れ筋となる製品寸法等が不明であることなどを指摘した。

●おわりに

今回は残念ながら総合討論の時間を設けることができなかったが、講演を通じて高齢級化が進む人工林の管理と利用へ向けた、川上から川下までの現状と課題について会場の方々と認識を共有できたと考えている。明確な生産目標を立てることが困難な現状にあって、川上・川下一体となった課題克服の取り組みの一助となるため、今後もこのような機会を設けていきたい。

（みやもと かずき）

日時：平成 26 年 3 月 14 日 会場：The K-Seoul Hotel（韓国ソウル市）
主催：日本森林技術協会・韓国山地保全協会

森林技術教育の発展の方向と山地利用の課題 —日本及び韓国における事例と今後の方向—

日本森林技術協会と韓国山地保全協会は森林・林業技術の向上や政策提言等に向けた協働事業実施のための覚書を平成 24 年 5 月に東京で交換しました。同年 10 月には韓国で協働事業の進め方を協議し、平成 25 年 10 月には第 1 回公開シンポジウムを東京で開催しました。今年 3 月に第 2 回公開シンポジウムが韓国ソウルで開催されましたので、ここに紹介します。なお、韓国山地保全協会は、今年設立 10 周年を迎えており、今回の公開シンポジウムはその記念式典の日に合わせて行われたものです。

（一社）日本森林技術協会 事業部国際協力グループ
Tel 03-3261-5462 Fax 03-3261-6849

西尾秋祝

●主催者の挨拶

公開シンポジウム（写真①）は、主催者代表として韓国山地保全協会 会長 吉本（グー・キルボン）会長から挨拶があり、韓国の森林は回復してきており、今後は林分構造の改良に向けた林業技術の向上とそのため教育が求められていること、また、経済発展に伴う宅地、ゴルフ場、採石場などへの林地開発が進んできたため森林景観保全の必要性が高まっており、自然に優しい開発手法が求められていること、今回の公開シンポジウムはこのような時代的背景に即したものであるとの話で始まりました。

続いて、共同主催者として当協会の福田隆政理事が両国とも荒廃から豊かな森林の広がる国土に復旧させてきたこと、経済成長の中で森林の保全に苦労してきた共通の経験の有していること、この公開シンポジウムは森林保全技術をお互いに学びあい、高めあう良い機会であると挨拶しました。

●テーマ別の講演

講演ではまず、林業技士会 小林洋司 会長と山林教育院 鄭成鎬（チュン・スンホ）教授によって「森林技術教育」をテーマに話題が提供されました。小林氏の「日本における森林技術者教育と継続的な能力開発の発展の方向」では、日本の森林資源は充実してきたものの、林業の採算性は悪化しており、林業経営の集約化・生産性向上が課題となっていること、施業の集約化、路網の整備、高性能機械の導入の重要性とそれを支える森林技術者の養成、現場技術者の確保が求めら



▲写真① 会場風景

れていること、そのための技術者養成制度が紹介されました。

鄭氏の「韓国における山林技術教育の現状と発展の方向」では、1967 年の山林庁発足までとその後の山林教育の変遷、山林庁山林教育院及び山林組合中央会などによる教育組織の現状、今後の方向性として気候変動、山火事、災害、生物多様性、木材利用、インターネット、国際協力、教育インフラなどをキーワードとした山林教育の将来像が紹介されました。

次に「土地利用の課題」をテーマとして、当協会 小池芳正 指導役と慶南科学技術大学 朴在鉉（パク・ジャエヒョン）教授による講演に移り、小池による「採石場の復旧に関する日本の事例」では、林地開発許可制



▲写真② 質疑応答の様様

度創設の背景、許可事業の種類と推移、許可制度、審査基準が説明された後、採石事業の跡地復旧の事例が紹介されました。朴氏の「韓国の土石採取の実態や事例」では、国内40カ所の採石場のモニタリング結果から、資金難などによる事業中断が半数以上あること、跡地緑化が困難な垂直採石が最も多いこと、跡地復旧経費確保のための預託金の必要性、跡地活用の事例などが紹介されました。

●質疑応答

講演に続く質疑応答の主な内容は次のとおりで、日本の現状について高い関心のあることが窺え^{うかが}ました。
(写真②)

①日本での林業技術者に対する実習教育の実態は？

林野庁機械化センター、森林技術総合研修所において林野庁職員、都道府県職員、市町村職員、民間職員を対象とした研修。幾つかの県では農業・林業系の大学校における2年間の教育、国立大学社会人大学院における路網設計等の実習教育がある。

②そのような教育受講者の就職への影響は？

事業体が受注する時には資格のある技術者が必須となっているため、技術を有している民間コンサルタントにとっては競争上有利となる。

③CPD¹⁾の実態は？

CPDの実績はポイント数で管理されており、委託事業におけるプロポーザルの評価ではポイントの高さが判断基準となっている。JAFFE²⁾によりCPD対象の研修の案内があり、対象講座を受講することでポイントを集めることができる。CPD事業は民間の事業である。

④韓国における林業技術者の研修期間は？

山林庁山林教育院と山林組合中央会訓練センターとがあり、前者の場合年間1万人程度の研修生がいる。これにはインターネット利用コースを含んでいる。日数は2～3日、5日、2週間(10日)コースなどがある。

⑤日本におけるゴルフ場の事業面積は？

以前は80ha/18ホール程度であったが近年は120ha程度。また、200万m³以下の土砂移動量及び林帯幅30mの確保といった規制は急傾斜地での計画を制限するため。

⑥日本における採石場の緑化は？

採石事業の進行中の収益がある間に内部留保による資金計画や上部法面からの緑化を指導している。

⑦日本での採石事業における環境問題は？

大規模事業者では対策が充実していて問題はないものの、小規模事業者においては問題となることがある。

⑧韓国の採石許可は？

事業面積20ha以上は中央府対応、それ未満は地方行政が対応する。

⑨韓国では材積量も対象としているが、日本の林地開発許可制度における審査対象の観点、災害防止、水害防止、水源の確保、環境保全の4点となっている。当初からそうか、あるいは徐々に変化してきたのか？

当初から4点である。日本では材積量は補償額算定の基礎とはなるが、保全の観点に入っていない。

⑩日本では林地面積の変化は少ないのか？

林地面積が減少した面があるものの、農地・草地在りになったこともあり、総じて面積の変化は少ない。

⑪日本での採石跡地の緑化で吹付以外には？

岩盤の切り取り法面を対象とするため吹付けでなければ緑化は難しい。階段状の水平面では客土工を用いている。

⑫日本での採石事業への住民の苦情は？

花木の植栽を希望されることがある。

＊

以上、3月14日に開催された韓国ソウルにおける公開シンポジウムの様子を紹介しました。今回の第2回公開シンポジウムは韓国山地保全協会の10周年記念事業に合わせたものとなったため、昨年10月の第1回の東京開催と同年度内の開催となっています。次回は2015年度内に東京開催となる見込みです。

(にしお あきのり)

1) Continuing Professional Developmentの略で「技術者継続教育」と訳されています。2) Japan Association for Forest and Natural Environment Engineering Educationの略で「森林・自然環境技術者教育会」のことです。

BOOK 本の紹介

井出雄二・大河内 勇・井上 真 編

教養としての森林学

発行所：文永堂出版株式会社
〒 113-0033 東京都文京区本郷 2-27-18
TEL 03-3814-3321 FAX 03-3814-9407
2014 年 2 月発行 A5 判 272 頁
定価（本体 1,800 円＋税） ISBN978-4-8300-4127-3

本書は森林学会創立百周年を記念して、森林学会の若手研究者を執筆者として、森林に関わる多面的な知識を得られるように企画された本です。

本書の第一の特徴は、多数の著者が分担執筆しているにも関わらず、全体としてレベル・内容の統一が保たれていることです。また、編集委員が総論的、あるいは補足的

なコラムを執筆しており、統一性を補強しています。このため、読みやすく、また過不足なく森林に関わる知識を得ることが出来ます。

第二の特徴は、できる限り易しく書かれていますが、一方で最先端の研究成果も紹介されていることです。読者は基礎的な知識を得ながら、今、研究でどこまでわか

っているのかを知ることができます。

そして第三の特徴は、森林と社会との関わりに焦点を当てていることです。本書の大まかな構成は、第 1 部生態系としての森林、第 2 部森林の機能、第 3 部世界の森林と人間活動、第 4 部日本の森林と森林学となっていますが、第 1 部では生態系としての森林を解説しつつ、それへの人為的な影響について触られています。第 2 部では我々が森林から受けているサービスを具体的に述べつつ、機能発揮のために望ましい森林づくりにも言及しています。第 3 部では日本を含めた世界の森林の状況と、そこに存在する多様な社会との関係・課題についての知識を得ることができます。そして第 4 部では

BOOK 本の紹介

内城葉子・日本植物友の会・大場秀章 著

内城葉子植物画集 里山の植物

発行所：（株）ウッズプレス
〒 221-0844 横浜市神奈川区沢渡 2-3 ベルウッドビル 301
TEL 045-628-9539 FAX 045-628-9081
2013 年 11 月発行 B5 変型 144 頁
定価（本体 2,600 円＋税） ISBN978-4-907029-01-2

日本植物友の会の創立 60 周年を記念して、永年友の会会報の表紙を飾ってきた植物画家内城葉子さんの作品の中から 60 点を選び、それぞれの植物に友の会の会員が解説を添えて出版された作品集です。

どの作品も精緻を極めたもので、植物を見つめる画家の正確で優しい眼差しを感じ取ることができます。複雑につるが絡んだコボタン

ヅル、センニンソウ、スイカツラ、バアソフ、つる性のノイバラとテリハノイバラを重ねて描いた作品などは、どれほどの時間をかければ完成できるのか想像もできません。アケビ、ムベ、モミジイチゴ、ヒヨドリジョウゴ、コヒルガオ、ヒルガオなども素人には驚きの作品です。

内城作品は複雑に絡んだ蔓植物

を複雑なまま見事に描いているだけでなく、美しく見せる計算され尽くした構図で描かれています。生け花の懸崖活けや盆栽の懸崖植えのような構図が多いことも特徴的で、内城作品が単なる植物画ではなく、ボタニカルアートという別のジャンルの芸術作品であることが理解できます。地下部を描いたゲンゲやキキョウやホトケノザからは生活がみえるのに、ほぼ同色で根元の様子を描いたオキナグサ、カタクリ、タツタソウ、マルバスマシ、ハハコグサなどの作品からは生活が見えにくく、山野草のミニ盆栽のような印象を受けるのもアート性の追求の為でしょうか。

この画集の副題が「里山の植物」となっているのに、ハマゴウ、ハマエンドウ、スイセン、ホオズキ、



日本の森林の歴史と現状、そして森林学の最先端の紹介が行われています。

こうした点で本書は単に森林に関する教養一知識を提供するだけではなく、私たちが森林とどのように関わっていくべきかという問いかけの書ともなっています。

森林に関わる知識を包括的に得ながら、これからどのように森林と関わるのかを考えるため、ご一読をぜひお勧めします。

(北海道大学／柿澤宏昭)



アシズリノジギク、オガタマノキ、外国産のタツタソウやヒロハレンリソウなど「里山の植物」とは思えない植物が多く含まれていたり、東京近郊の1カ所の林を意味する英語書名なのに北日本や南西日本の植物が含まれていますが、この本は、題名などにこだわらず、国際的に著名な内城のボタニカルアート作品を手元に置いて鑑賞することを可能にしてくれた貴重な本・作品集といえます。

(応用里山研究所／田端英雄)

失われた海岸林の再生を目指して

海岸林再生プロジェクト



◀コンテナ栽培

当法人が2011年3月17日、皆川林野庁長官（当時）に震災復興支援として「海岸林再生」への協力の申し出を行って以来、住民、国、県、市と海岸林再生の協議を重ねて進めてきた本プロジェクトは、被災地農家の方々を中心にして結成された「名取市海岸林再生の会」にオイスカが全面的に協力し、10ヵ年をかけて、宮城県名取市北釜地区から閑上浜にかけた全長5km・約100haの植林を目標としているものである。そのため、防風・防潮・防砂の機能を持ち、災害に強い海岸林を目指すには、約50万本のクロマツ苗木が必要となる。

そこで2012年から、抵抗性クロマツ苗木不足を視野に入れ、クロマツ苗木の生産を地元の農地を失った農家の方々の雇用対策を兼ねてスタートさせた。再生の会のメンバーは、育苗講習を受け農林種苗農業協同組合にも加盟し、組合員として本格的に育苗に従事、これまでに抵抗性苗を含めてクロマツ苗16万本、広葉樹苗1千7百本、合計16万1千7百本を育苗してきている。2013年には早期植栽を目指す国・県の方針に沿って新たに導入したコンテナによる育苗を開始し、苗は順調な生育を示している。2014年の育苗は、全てコンテナ播種に切り替えた。育苗から植栽・保育10年にわたるこのプロジェクトに要する費用は10億円に及ぶ見込みで、企業、団体、一般等の寄付による。オイスカは募金やボランティアの募集だけではなく、行政各機関との調整や専門家・企業への協力要請など総合的な立場でコーディネートに当たり、海岸林再生活動をサポートしている。

2月13日「みやぎ海岸林再生みんなの森林づくり活動」の協定（約90haの面積の植林）が、宮城県、名取市、名取市海岸林再生の会、オイスカの4者で締結された。また、今年度国有地植林2.9haの協定も結ばれた。この4月から次世代に継承される森林づくりも開始された。（清藤城宏／公益財団法人オイスカ）

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

統計に見る
日本の林業

割り箸の国内生産

〔要旨〕国内における割り箸の生産量は減少傾向にあり、平成22（2010）年に国内で消費された割り箸のうち、97%が中国産を主とする輸入品となっている。一方、国内で生産される割り箸の原料の大部分は、国産材となっており、国内生産における国産材の使用割合は86%となっている。

○割り箸の国内生産について

国内における割り箸の消費量は、近年は250億膳前後で推移して

いたが、平成19（2007）年以降は減少傾向となり、平成22（2010）年には194億膳（国民一人当たり年間約150膳）となっている[※]。

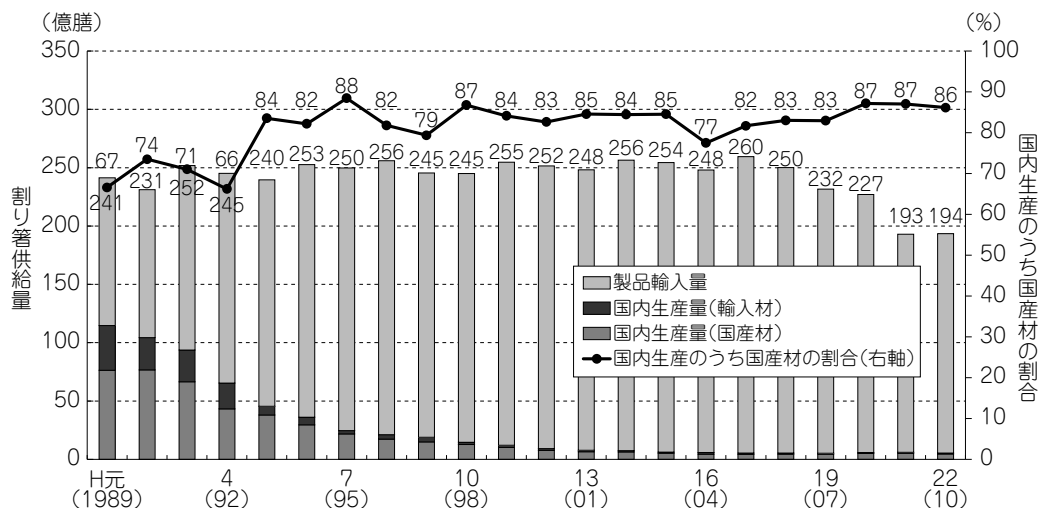
割り箸は、明治時代から製材端材等を有効活用して生産されてきたが、国内における割り箸の生産量は減少傾向にあり、平成22（2010）年に国内で消費された割り箸のうち、97%が中国産を主とする輸入品となっている。

価格をみると、国産間伐材を原料とする割り箸の価格は、輸入割

り箸の約3倍となっている。

一方、国内で生産される割り箸の原料の大部分は、国産材となっている。平成22（2010）年に国内で生産された割り箸5.5億膳のうち、国産材を原料とするものは約4.7億膳、輸入材を原料とするものは約0.8億膳で、国内生産における国産材の使用割合は86%となっている。

注：我が国の人口を1億2,800万人として試算（資料：総務省「平成22（2010）年国勢調査」）



▲図① 割り箸の供給状況（資料：林野庁木材産業課調べ）

投稿募集
「森林技術」

皆さまからのご投稿を募集しています。編集担当までお気軽にご連絡ください。

〔吉田・一・馬場 Tel: 03-3261-5414 ✉: edt@jafta.or.jp〕

- 研究最前線のお話、新たな技術の現場への応用、地域独自の取組、様々な現場での人材養成・教育、国際的な技術協力、施策への提言など森林管理や林業の発展に役立つ話題を募集しています。
- 催しの開催予定、新刊図書のご案内、開催したイベント等をレポートした原稿もお待ちしております。
- 表紙を飾るカラー写真の投稿をお待ちしています。紹介したい林業地や森林管理の現場の様子、森や林・山村の風景、森に生きる動植物など、皆さまのとおきのおき一枚をお寄せください。

平成 26 年度 第 69 回定時総会等のご案内

- 定時総会（第 69 回）を、5 月 29 日（木）14 時 30 分から日林協会館 5F で開催しますのでお知らせします。この定時総会にご出席いただく役員及び代議員の方々には、別途、開催案内をお送りしております。なお、代議員以外の会員の方は、オブザーバー（傍聴）として参加することができます。

また、定時総会の終了後に、同会場にて懇親会（17 時～19 時）を開催します。どなたでも参加できますので、ぜひご来場下さい。

- 定時総会の席上で、「第 24 回 学生森林技術研究論文コンテスト」及び「第 59 回 森林技術賞」の受賞者の表彰（16 時～16 時 30 分）を行います。

＜学生論文コンテスト・森林技術賞 受賞者の方々＞

【第 24 回学生森林技術研究論文コンテスト】……野口安佳里（琉球大学）、室 紀行（東京大学）、横川 紀（京都府立大学）、梶本杏子（筑波大学）

【第 59 回森林技術賞】……小林裕之（富山県農林水産総合技術センター）、徳田佐和子（北海道立総合研究機構）

養成研修受講申込がスタートしました！

- 平成 26 年度「林業技士」及び「森林情報士」養成研修の受講申込みを、5 月 1 日より受け付けています。詳しくは、本会の WEB サイトをご覧ください。

【林業技士】 募集期間は 5 月 1 日（木）～6 月 30 日（月）です。
森林土木部門及び作業道作設部門の資格要件審査の申請

受付期間は、7 月 1 日（火）～8 月 31 日（日）です。

【森林情報士】 募集期間は、5 月 1 日（木）～6 月 15 日（日）です。

平成 26 年度の年会費納入のお願い

会費徴収の時期が近づいてまいりましたので、ご案内します。

4 月末に『払込票』を送付いたしましたので、会費納入方よろしくお願ひいたします。本票をご利用いただければ、送金手数料は不要です。また、預金口座から『自動引き落とし』のお手続きをされている方は、5 月末に引き落としの予定です。（担当：三宅）

編集後記

注目すべきはエキストラの皆さん、かもしれない映画が 5 月 10 日から公開されます。「少年よ、大木を抱け。」面白いキャッチだと思います。

さて、今月号では架線系集材技術と労安に関連した事項を、分かりやすく平易に解説していただきました。特に論壇は、個別性にこだわっていただきました。既設道と、集材のための道付けの位置関係など、図面からぜひ読み取って下さい。（C55）

お問い合わせ先

- 会員事務／森林情報士事務局
担当：三宅 Tel 03-3261-6968

- 林業技士事務局
担当：高^{たか} Tel 03-3261-6692
✉：jfe@jafta.or.jp

- 本誌編集事務／販売事務^{いし}
担当：吉田（功）、一，馬場
Tel 03-3261-5414
（編集）✉：edt@jafta.or.jp
（販売）✉：order@jafta.or.jp

- 総務事務（協会行事等）
担当：細谷，伊藤
Tel 03-3261-5281
✉：m-room@jafta.or.jp

Fax 03-3261-5393（上記共通）

会員募集中！

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

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

森 林 技 術 第 866 号 平成 26 年 5 月 10 日 発行

編集発行人 加藤 鐵 夫 印刷所 株式会社 太平洋

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

〒102-0085 TEL 03 (3261) 5 2 8 1 (代)

東京都千代田区六番町 7 FAX 03 (3261) 5 3 9 3

三菱東京 UFJ 銀行 麹町中央支店 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〕

松枯れ予防
樹幹注入剤

マツノゾー

農林水産省登録 第 22571 号

有効成分：塩酸レバミゾール…50.0%
その他成分：水等…50.0%

好評!!



専用注入器でこんなに便利!!

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

■適用病害虫名および使用方法

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



保土谷アグロテック株式会社

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

JAFEE

森林分野 CPD(技術者継続教育)

森林分野 CPD は森林技術者の継続教育を支援、評価・証明します

森林技術者であればどなたでも CPD 会員になれます!!

☆専門分野(森林、林業、森林土木、森林

環境、木材利用)に応じた学習形態

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

☆迅速な証明書の発行

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

☆豊富かつ質の高いCPDの提供

①講演会、研修会等を全国的に展開

②通信教育を実施

③建設系 CPD 協議会との連携

☆森林分野 CPD の実績

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

☆詳しくは HP 及び下記にお問合わせください

一般社団法人森林・自然環境技術者教育会(JAFEE)

CPD管理室(TEL:03-3261-5401)

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

東京都千代田区六番町7(日林協会館)

平成 26 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 26 年度の年会費納入時期が近づいてまいりましたので、ご案内します。

4 月末に会誌とは別便でお送りしました「払込票」により、会費納入方よりしくお願い致します。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ンビニもご利用になれます。

なお、銀行口座から「自動引き落とし」の手続きをされている方については、**5 月末頃に引き落としの予定**です。また、銀行自動引き落としでの会費納入をご希望の方は、下記担当まで連絡願います（※ただし、適用は次年度以降となります）。

会費の期間 平成 26 年度分

(平成 26 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。

振込期限 5 月 31 日（土）まで

平成 24 年度以降の年会費の納入につきましては、会員規程第 3 条第 2 項により、当該年度の 5 月末日までに変更されました。

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)

問合せ先

管理・普及部 (担当: 三宅)

TEL 03-3261-6968

E-mail: miyake2582@jafta.or.jp

※お問い合わせの際は、会員番号を明示願います。

森と木と人のつながりを考える 日本林業調査会 (J-FIC) の本

広葉樹の森づくり

多様な森づくりを実践するために——失敗事例からも学びながら、現場で地道に積み上げてきた知見を 1 冊にまとめました。

豪雪地帯林業技術開発協議会／編

ISBN978-4-88965-236-9 A5 判 306 頁 本体 2,500 円＋税



全国の大学で使われている標準テキストの最新刊です！

森林リモートセンシング 第 4 版

——基礎から応用まで——

加藤正人／編著

ISBN978-4-88965-238-3 B5 判 口絵カラー 400 頁 本体 3,000 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/>



環境計測、

この一手。

小型軽量シンプル記録計

TAMAPod



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℃の耐環境性能

AQUA アクア

水圧式水位観測装置

¥181,440（本体価格 ¥168,000）

- 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℃
- 分解能：0.01℃

【別売品】

白金測温抵抗体 KDC-S03



あらゆる図形の座標、面積、線長、辺長、半径、角度等を、スピーディかつ正確に計測。プランクスEX



主な特長

- グラフィック液晶で分かりやすい漢字表示
- 座標、面積、線長、辺長の同時測定機能
- 半径、角度、三斜、図心の測定機能
- 座標読み取り機能と補正機能
- ±0.1%の高精度
- 直線と曲線と円弧の3つの測定モード
- 自動閉塞機能
- 自動収束機能
- 自動単位処理機能
- 測定値の平均・累積機能
- 電卓機能
- 小数点桁の指定
- 外部出力機能
- ナンバリング機能
- バッテリー残量チェック機能
- オートパワーオフ機能

TAMAYA DIGITIZING AREA-LINE METER PLANIX EX

PLANIX EX

¥172,800（本体価格 ¥160,000）

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>