

森林技術



《論壇》小水力発電への期待と
普及促進に向けて／稻垣守人

《特集》小水力発電
～林内に眠るエネルギーの可能性～
渡部昭心／赤羽又三郎／大谷彩貴

●特別寄稿／梶原幹弘

2018

12

No. 921

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[®]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年の実績を有します。

★ リンロンテープを1巻使用する事でおよそ400g^{*}のCO₂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。

東工コーチン株式会社

〒541-0052

大阪市中央区安土町2-3-13 大阪国際ビルディング28F

TEL06-6271-1300 FAX06-6271-1377

<http://www.tokokosen.co.jp>

e-mail : forestagri@tokokosen.co.jp

『森林ノート 2019』 のご案内

(一社)日本森林技術協会

2019年版・森林ノートを販売しています。ぜひ、ご利用ください。

カレンダー機能や森林・林業関係の情報頁が付いたシンプルなノートです。

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

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

- 2019年1月～2020年3月までのカレンダーと、月・日別の「予定表」を掲載しています。
- 簡易なスケジュール帳としてご利用いただけます。ノート部分は、シンプルさが好評な罫線頁です。
- 判型 A5判
- 林野庁、都道府県林業関係部課、都道府県林業試験・指導機関、公立・民間林木育種場、森林・林業関係学校一覧、森林総合研究所、中央林業関係機関・団体などの連絡先の資料も充実。
- 森林・林業に関する資料も、毎年更新して掲載しています。

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

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

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

当協会Webサイトに掲載の注文書もご活用ください。

ご注文



森林技術 No.921 —— 2018年12月号

目 次

論 壇	小水力発電への期待と普及促進に向けて	橋垣守人	2
連 載	森と木の技術と文化 第15話 国際的スキー場	内田健一	7
特 集	小水力発電～林内に眠るエネルギーの可能性～ 国有林の効果的な利活用による小水力発電の取組 ～花の郷水力発電所～	渡部昭心	8
連 載	地域主導型の小水力発電事業を部局横断で支援する 「小水力発電キャラバン隊」	赤羽又三郎	12
	つくばね発電所の復活で東吉野村を元気に	大谷彩貴	16
連 載	菊ちゃんの植物修行Ⅱ 奢闊的ジャーニー23 シオジの来訪者～キム博士と旅した四日間～	菊地 賢	20
特別寄稿	森林の改善にはヨーロッパ方式の択伐林の導入を（補遺）	梶原幹弘	22
連 載	パリ協定と森林 第十三回 IPCC1.5°C特別報告書のポイント	石内 修	26
本の紹介	「複合林産型」で創る国産材ビジネスの新潮流 川上・川下の新たな連携システムとは	伊藤勝久	28
	こんな樹木葬で眠りたい 自分も家族も幸せになれるお墓を求めて	小池孝良	28
統計に見る日本の林業	国産材の素材生産量は近年増加傾向	林野庁	30
ご案内等	『森林ノート2019』のご案内（表紙裏）／新刊図書紹介 29／平成30年（2018）総目次 31／協会からのお知らせ 38		



〈表紙写真〉

『つくばね発電所』（奈良県吉野郡東吉野村小）おむら 大谷彩貴氏 撮影（文とも）

54年ぶりに復活したつくばね発電所。山を流れる川から水を引き、105メートルの落差をいっきに落として水車を回し発電機を動かします。その回転数は、最大1分間に1,200回転以上で、発電量は82kWhになります。これは、8月中旬の定期点検中に撮影したものです。

小水力発電への期待と普及促進に向けて

株式会社 JSE 代表取締役（水力アカデミー 事務局長）

〒 201-0001 東京都狛江市西野川 4-29-8

E-mail : inachan@jse-3e.com

山梨県富士吉田市出身。1981年東京電力株式会社入社、2015年に退職するまで一貫して水力畠で揚水発電所の技術開発及び建設に従事し、2006年には博士（工学）を取得。その後、水力普及のボランティア団体「水力アカデミー」の設立（2006年）に関わる等、水力発電の利用価値を高めるために小水力発電の普及推進に注力する。また、2015年には水力発電の技術開発及び水力発電事業者の技術支援を行う株式会社 JSE を設立し、現在に至る。

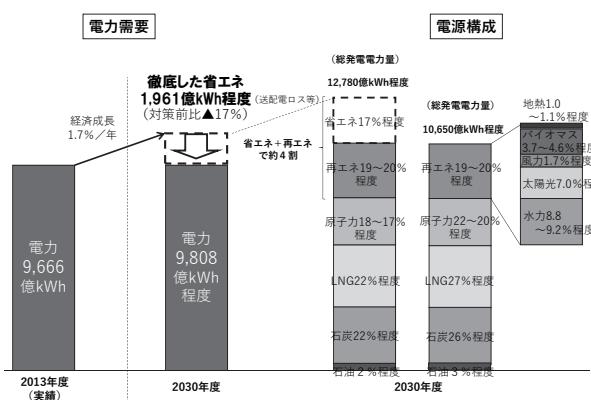


いな がき もり ひと
稻垣守人

●エネルギー基本計画と小水力発電

日本での水利用には、国土が狭く急峻な地形の中で、いかに多くの水循環を安定して実現するかという課題があったが、古くから「治山、治水によって国を治める」という諺があるように山を管理することで、洪水や水不足が年々解消され、ここ数十年間は、年間約 900 億 m^3 の水が、農業用水、都市用水（上下水道、工業用水）として安定的に使用されている。また、安定した水は、水力発電により安定したエネルギーとなり、日本の生活、産業の基盤を形成している。資源そのものを消費することなく、山や森にエネルギーを蓄え、人の手によって電気エネルギーとして収穫され、その後、再び川や海に戻る。こうした自然の摂理がなす水循環により水力発電は成り立っている。

日本のエネルギー政策は、2002年に制定された「エネルギー政策基本法」に基づ

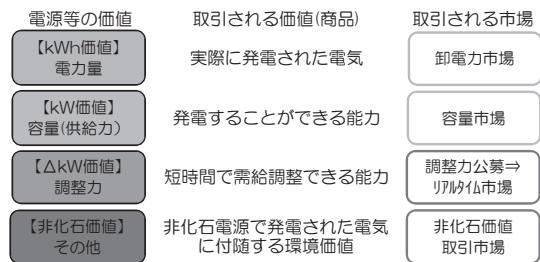


▲図① 長期エネルギー需給見通し（平成 27 年 7 月経済産業省資料より抜粋）

いており、本法第 12 条ではエネルギーの需給に関する基本計画を立案するように定められている（原則 3 年に一度更新）。2018 年に閣議決定された「第 5 次エネルギー基本計画（平成 30 年 7 月経済産業省）」の改訂の根幹は、2030 年度の長期エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）の実現とパリ協定の発効を受けた 2050 年を見据えたシナリオの設計であり（図①）。

▼表① 2030年までの水力開発目標

区分	大規模水力 (kW)	中小水力 (kW)	合計 (kW)
工事中等導入が確実または難易度が低く経済性がある地点	19万	16万	35万
未利用落差地点・既設設備の設備更新	45万	49万	94万
自然・社会環境上の障害の解決見込みがある地点の半数が進んだ場合	3～15万	65～136万	68～151万
合計	67～79万	130～201万	197～280万



▲図② 電力取引市場のイメージ

このうち、エネルギー・ミックスでは、2030年度の総発電電力量を10,650億kWhと想定し、その中で水力発電に求められる比率は、8.8～9.2%（940～980億kWh）となっている。これらを発電力で想定してみると、表①のような数値となり、壮大な目標が掲げられている。

また、2050年を見据えたシナリオは、革新的な技術開発に期待される部分が多く、水力発電にも同じ期待がかけられていると考えたい。というのも、一般的には水力発電は成熟した技術と受け止められているが、まだまだ技術開発の余地が残されており、革新的とまではいかないものの、新たな展開は可能であると考えているからである。

これらを具現化するには、制度設計、法的な発電事業支援及び技術開発等の下支えが必要であるが、先のエネルギー・基本計画を紐解いてみると、水力発電の普及促進に必要なキーワードとして、「電力システム改革」「再生可能エネルギーの導入加速～中期的な自立化」及び「戦略的な技術開発」が挙げられている。これらの着実な実践で水力の大幅な躍進を期待したい。

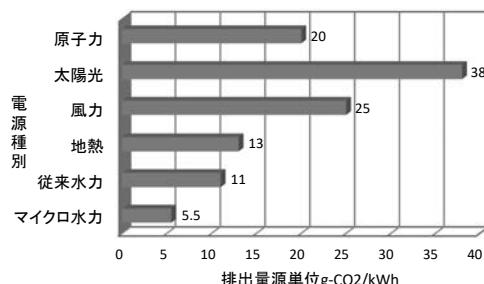
●電力システム改革における水力発電

水力発電の普及促進においてのキーワードの一つ「電力システム改革」においては、図②のような種々の電力市場メカニズムを創設して競争的な市場の実現を目指すとし、kW価値、△kW価値を持つ揚水発電所、大型ダム式水力発電所等に対して、容量市場、リアルタイム市場（現在は調整力公募）の創設が議論されている。

一方で、公益的な課題の解決方法として、非化石価値取引市場の併設も議論されている。環境付加価値で市場の活性化を図り、温暖化対策に寄与するべく議論が進められることが予想され、当面はFIT（固定価格買取制度）により水力エネルギーの普及を促進していくことになるが、将来的には法律に守られた普及策ではなく、電力システム改革の一環として、新たな非化石価値取引市場の創設が考えられる。

●再生可能エネルギーへの注目と小水力発電

こうした制度設計上の動きに加え、最近では事業活動によって環境負荷を低減させる「RE100プロジェクト（RE100 project）」が動き出している。これはイギリスを拠点に活動する国際環境NGO「クライメイト・グループ（The Climate Group）」が2014年に創設し、「Renewable Energy 100%」の頭文字から名付けられた活動で、事



◀図③ 電源別ライフサイクルコスト CO₂排出量 (LCA)
出典：本藤祐樹. ライフサイクル CO₂排出量による発電技術の評価. 電力中央研究所報告. 2001. (改訂版：今村栄一. 日本の発電技術のライフサイクル CO₂排出量評価－2009年に得られたデータを用いた再推計－. 電力中央研究所報告. 2010.)

業運営に必要なエネルギーを100%、再生可能エネルギーで賄うことを目標としており、2018年11月現在、156社が加盟している。加盟企業は、事業活動において使用するエネルギー

について、再生可能エネルギーへ100%転換する期限付きの目標達成計画を立て、事務局の承認を受けなければならない。日本企業では、リコー、積水ハウス、アスクル、大和ハウス工業、ワタミ、イオン、城南信用金庫、丸井グループ、富士通、エンビプロ・ホールディングス及びソニーが参加している。

将来的には非化石価値取引市場において、RE100プロジェクトが活発に動き出すことが予想され、そのような動きの中で、他の再生可能エネルギーに比べCO₂の排出も少なく安定した電力供給を担える水力発電は、市場取引において人気のエネルギー源となるであろう（図③）。

●小水力発電とはどんなものか

国内の水力関連の文献によると、1,000kW以下が小水力、100kW以下がマイクロ水力とされている一方、海外では、10,000kW以下を小水力と分類している事例もある。規模による整理もあるが、一般的には500kW程度以下の身近な水を利用する発電所を小水力発電と考えてよいだろう。

水力発電といえば、河川をせき止めて水を水路に導き、水圧管路（山の斜面に設置されている鉄管）を通して川岸にある発電所で発電し、利用後の水は再び河川に戻す、というイメージが思い浮かぶ。自然と調和した日本の風土に適したエネルギー形態といえ、こんな光景が日本の山間地でよく見られる。これらに加え、最近では、上下水道や農工業用水として利用されている水や治山・砂防目的の堰に存在する水から電力を取り出すという水力発電が着目され、次のような事例が広がりを見せている。

(1) 上水道発電：浄水場等から家庭に配水される水道には、配水するために必要な位置エネルギー（圧力）と配水のための管路が存在している。これらは水力発電に使用できるエネルギー源であり、また、水力発電施設の一部に活用できる。さらに、水道の本来の目的である高品質な水質と安定送水が担保され、水力発電には最高の条件が整っており、全国的に上水道発電が浸透してきている（写真①）。

(2) 農水発電：田畠に水を供給する農業用水路は、全国で4万kmにも及ぶと言われており、農水省の調査によると、未開発な農水発電ポテンシャルが約12万kW存在している。これまでに6.5万kWの農水発電が開発されており、また、全国水土里ネット（全国土地改良事業団体連合会）では普及促進の組織として「全国農業用水小水力発電推進協議会」を設立し、発電計画及び事業の支援を行っている（写真②）。

(3) 治山堰堤利用の水力発電：林野庁は、2001年11月から国有林野のエネルギー



▲写真① 神奈川県港北発電所

左側に水道本管が配置されており、並行して右側に水道発電の水圧管路（水道バイパス管を活用）及び水車発電機が配置されている。



▲写真② 長野県蓼科第二発電所

農業用水路に設置されている水力発電所で、水路に存する高低差（勾配）をショートカットして水車に必要な落差（圧力）を作り出している。



▲写真③ 治山堰堤から取水した水で発電する群馬県利平茶屋水力発電所

資源を利用した地球温暖化防止対策と再生可能エネルギーの有効活用のための共同研究を電力会社と進め、群馬県勢多郡黒保根村（現桐生市黒保根町）に所在する治山堰堤を候補地として選定した。2004年3月に黒保根村は、国と電力会社の支援を受け、国有林内の「利平茶屋森林公園」において小水力発電所を建設、運営している（写真③）。

●小水力発電導入への課題

エネルギー基本計画に基づく再生可能エネルギー普及策の一つに規制緩和がある。電気事業法、河川法等の水力発電の根幹に位置している法律は、規制緩和

の嵐が吹き荒れ、一昔前に比べると非常に許認可等が受けやすくなっている（新規参入の発電事業者からは“厳しい”という発言は出るが、一定レベルの秩序は必要）。

一方で、水力発電普及に大きく立ちふさがる問題として、国有林野の利用があった。水力発電は山間部での開発が中心となるが、国有林は利用に制約が多く“国有林＝水力開発ができない地域”と言っていた時代もあり、地図上で国有林を避けながら水力ポテンシャルの分析をしていた。それらを打破する意味も含め、林野庁と電力会社は、地元市町村と協調して前述の利平茶屋小水力発電所を建設した。しかし、この事例も水平展開されず、国有林の水力利用は閉ざされたままとなっていた。

その後、「規制・制度改革に係る追加方針」（平成23年7月22日閣議決定）により、「国有林野における許可要件・基準の見直し」への対応方針が公表され、「国有林野を自然エネルギーを利用した発電の用に供する場合の取扱いについて」（平成13年9月7日付け13林国業第65号林野庁長官通知の一部改正について）が通知された。これにより、これまで限定的だった国有林野における水力開発の大きな足かせが外れたのだが、その後約7年が経過した現在でも国有林野における水力開発はあまり進展がなく、関係者にヒアリングすると、今でも水力調査経験者には規制のイメージが残り、また、行政サイドでも規制緩和の取組が浸透しきれていない実態が垣間見れた。

本号の特集では、三度目の正直を目指し、行政サイドと発電事業者が一体となって国有林内に建設した福島県下郷町にある花の郷水力発電所をピックアップし、国有林野における水力発電所建設の好事例として紹介している（P.8～11）。福島県下郷町

▼表② 研修会事例

平成30年度 新エネルギー人材育成研修会(水力発電コース)プログラム 一般財團法人 新エネルギー財團主催	
テーマ	講義内容
1.水力発電の歴史、概要、経済性	日本における水力発電の発展の歴史とその背景及び再生可能エネルギーとしての水力発電の経済的価値等を解説する。
2.水力発電事業計画の策定	水力発電開発計画の策定手法と経済評価等を含めた具体的な開発の進め方及び留意点を解説する。 ・水力発電開発の進め方 ・ボテンシャル調査 ・概略設計（実現可能性調査） ・詳細設計（事業性評価をするための設計） ・事業性評価（収入計画、支出予想、事業性判断） ・各種協議
3.水力発電開発の関連法規	水力発電開発に伴う関連法規手続きについて基礎的の事項を解説する。 ・水力発電開発に必要な法令手続きの流れ ・河川法、電気事業法等の概要
4.水力発電技術（土木設備）	水力発電所における土木設備の概要と設計のポイントを解説する。 ・取水ダム、導水路、水圧鉄管、放水路等
5.水力発電技術（電気・機械設備）	水力発電所における電気・機械設備の概要と設計のポイントを解説する。 ・水車、発電機、変圧器、開閉器等

にある花の郷水力発電所は、水を送水するための水圧管路を国有林内に敷設したが、これまで前例のなかつ前述の「許可要件の見直し」に基づき国有林の使用等が許可された。その後、建設工事を終え、緑化完了後、完了届が提出され、すべての工程が完了している。

●終わりに

再生可能エネルギーの中でも太陽光発電は、FITの導入により普及が進み、現在ではFITによる支援も徐々に縮小されるほど普及・建設が進んでいる。これらの要因の一つとして考えられるのが、モノづくりが簡単（メニュー化している単一仕様の太陽光パネルとパッケージ化されたパワーコンディショナー）で技術力や法律の知識もそれほど必要としなかったことが挙げられる。

一方、水力発電に目を向けてみると、パッケージ化やメニュー化した機器（の仕様）ではなく、立地点ごとに異なる落差、流量が存在し、その違いによって、機器の設計・製作はすべて個別（受注生産）となっている。このような水力発電所の全体設計では、水資源の有効活用を図る経済的、技術的な精査に基づく発電計画の立案から設計、また、採用機器の選定、許認可申請、機器材・工事の発注、建設工事の施工管理ならびに適切な保守点検等による維持管理及び安定運転、適切な事故・故障対応による公衆の安全と河川環境の保全を考えた検討が必要である。今後の水力開発ニーズの急増に対応し、円滑で効率的かつ適切に推進するうえで、こうした水力発電にかかわる総合的な知識と技術を持った人材が不可欠であり、電気（電気、機械、制御工学）、土木（地質、測量、材料、構造工学）、建築の技術、また、多々の法律を正しく適用し許認可のための申請書類等を作成するノウハウが求められる。

しかしながら、水力に必要な技術には理論のみならず経験により習得されるものも多く、これまでの数十年間、水力発電事業が停滞していたこともあり、人材不足が懸念されている。そこで、これらの課題を解決するため、問題意識を同じくする各方面的関係者が緊密に連携協力する組織体として「水力アカデミー」を設立し、水力発電事業の健全な普及発展を図るために、「水力発電所の計画・建設・運用に携わる、または携わろうとする者」を対象に、水力発電に関する技術的・経済的な事項について総合的かつ体系的な教育を行っており、関係機関からの要請に対応している（表②）。

エネルギー基本計画では、壮大な目標が設定されている。これらを実現するためには、あらゆる形の水力ポテンシャルの調査・発掘が必要である。しかし、引き続き制約を受けているのが国有林野における水力開発である。開発には自然破壊が伴うが、自然と人の共存による山の保全と水力開発の同時進行は可能と考える。これらの実現のためにも自然が評価してくれるような水力開発が必要である。

[完]



偶数月連載

森と木の技術と文化 国際的スキー場

第15話

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

内田健一



北海道の冬を代表する遊びは、やっぱりスキーだろう。9年前に北海道に移住して、その年の冬から早速、幼児だった息子を連れ、ニセコのスキー場に行き始めた。まずはリフトの乗り方を教え、転びながら勝手に習得してもらう方法を採用したが、チビはあっという間に上達。兄弟が中学生になった今は、彼らの後ろ姿さえ見えないような状態になってしまった。

私たちが行くヒラフ・花園エリアは、客のほとんど、8割程度が外国人だ。通い始めた当初は、オーストラリア人が多かったが、今はフランス語やドイツ語もよく耳にする。もちろん、中国をはじめアジア諸国の客も多い。日本人は圧倒的に少ないわけだから、チケットや飲食、販売の公用語は英語で日本語も可。つまり、名実ともに「外人スキー場」なのである。

ニセコは、雪質に特徴がある。日本海を渡ってきた水分たっぷりの季節風が、いきなり標高1200mのニセコ連山に当たって急上昇。空気を多く含んだ雪がニセコアンヌプリ東側に大量に降る。その、軽いが、踏み込むとブオンと反発するパウダースノーが、世界のスキーヤーとボーダーを魅了するのだ。

外国人スキーヤーは、その滑りも陽気で楽しげだ。彼らのファッショントリックは登山用ヤッケとヘルメットが基本。小さなリュックサックと山用締め具でアンヌプリ山頂を目指す若者も多い。家族連れでも子どもをスキースクールに預け、夫婦でスキーを満喫する。上部のカフェ“1000mヒュッテ”で、そんな海外富裕層たちを観察するのも、私たち家族の楽しみなのだ。

スキー場の麓、俱知安町の山沿いエリアはシーズン中、外国人であふれかえり、どこか海外の街のようだ。彼らを対象とした飲食店は以前から多いが、最近は高級アウトドア用品店や、超高級リゾートホテルなどが次々と林立し、ほとんどバブル的な雰囲気だ。

しかし、地元の日本人の中には、こうした状況を良く思っていない者もいる。新たな雇用もあるが、英語やスキーが堪能な者でも時給1,000円程度。ホテルや店の経営は外資や大手が多く、大半の地元民には無関



▲雪を纏ったダケカンバ

一定のルールのもとで、森の中を自由に滑れることもニセコの大きな魅力である。朝は、軽いが反発する特徴的なパウダースノーを楽しむことができる。

係だ。以前、ニセコに家を新築したという方に「スキー場が近くて良いですね」と言ったところ、「外国人の多い山奥じゃなく、ちゃんとした街の中だ」と冷たく言われ、驚いた。今は、ネット上にも、北海道を訪れる外国人に対する意見があふれている。

北海道に暮らす庶民が、海外に行く時間も金もなく、外国人が集まる施設で働いても豊かな暮らしは難しいこと。また、外国人が日本の土地や山林を買って開発すること。これらは、それを許す国の法や施策の結果なのだから、彼らに腹を立てても意味がない。それより、少し視点を変えて、すぐそこにスイスやフランスなどの本場と客も環境も同レベルのスキー場があることを楽しんだ方が良い。

私の自宅からニセコヒラフまでは車で40分。ほとんど人に会わない過疎の集落から、直接、海外のスキーリゾートに瞬間移動するような感覚だ。午前中いっぱい滑って食事をせずに帰ってくれば、十分リーズナブルに海外気分を楽しめる。もうすぐスキーシーズン。今季も家族でヒラフや花園を訪れ、国際的スキーリゾートを満喫したいと思っている。

(うちだ けんいち)

国有林の効果的な利活用による 小水力発電の取組 ～花の郷水力発電所～

渡部昭心

三峰川電力株式会社 事業開発部長

〒 103-0027 東京都中央区日本橋二丁目 7 番 1 号 東京日本橋タワー

Tel 03-3282-7895 Fax 03-3282-9622



花の郷水力発電所の完成

「いで湯と渓流の里」として豊かな自然にあふれる福島県下郷町。この豊かな自然を活かして、2015年4月、「花の郷水力発電所」が稼動を開始しました（写真①）。

本発電所は一級河川阿賀野川水系大沢川の流水を利用し、最大出力175kW、年間発電電力量は1,010MWh（一般家庭300戸分の電力）であり、年間605tのCO₂削減が見込め

ます。重要伝統的建造物群保存地区の「大内宿」から数km離れた下郷町中山集落にある「なかやま花の郷公園」に隣接する「三彩館」脇の大沢川に設けた取水設備より取水し、1.2kmの水圧管路を経て発電したのち、水は再び大沢川に戻ります（写真②）。

下郷町は水力発電の町でもあり、最大出力100万kWの下郷発電所（純揚水式、電源開発（株））、7,100kWの鶴沼川発電所（水路式、東北電力（株））、7,200kWの湯野上発電所（ダム水路式、昭和電工（株））など複数の発電事業者による水力開発の歴史を持っています。花の郷水力発電所は、これらの発電所の数百分の一程度の規模ではありますが、大きなダム建設を伴わないことで、自然豊かな日本風土への環境負荷を抑えることができ、電源多様化が進む中で大きな可能性を持つ電源として注目を受けています。

我々、三峰川電力株式会社（丸紅グループ）では、全国で環境に優しい再生可能エネルギーの創出に取り組んでおり、本件は国内で8か所目の小水力発電所として商業運転を開始しました（2018年12月現在、建設中を含めて



▲写真① 三峰川電力花の郷水力発電所



▲写真② 三彩館と取水設備



▲写真③ 三峰川発電事業所集中監視装置

19か所3,454kWを保有)。発電所の運用に当たっては、安全・安心及び高効率を目指し、地域ごとに専門技術者を配置した発電管理所を設置するとともに、長野県伊那市にある三峰川発電事業所から上記19か所の小水力発電所のほか、16か所の太陽光発電所及び三峰川第一・第二発電所(23,100kW, 10,800kW)の総計37発電所を一括集中監視制御しています(写真③)。

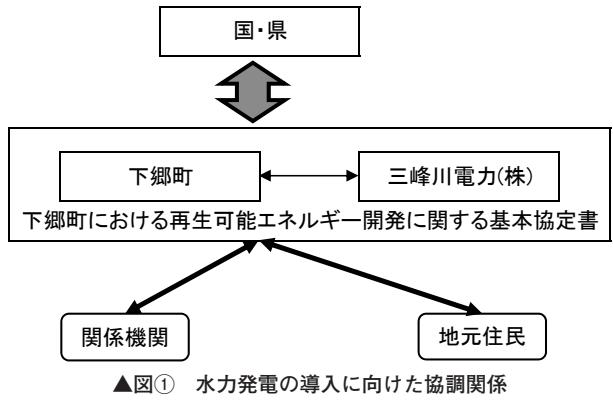
地域との協調

福島県は、東日本大震災後の2011年8月、「福島県復興ビジョン」を策定し、その中で「原子力に依存しない、安全・安心で持続的に発展可能な社会づくり」を基本理念の一つに掲げました。そして、「再生可能エネルギーの飛躍的推進による新たな社会づくり」を復興に向けた主要施策の一つと位置付け、2011年12月、「福島県復興計画(第一次)」を策定し、その中で「再生可能エネルギー推進プロジェクト」を復興へ向けた重点プロジェクトの一つとして、会津地方における水力発電の導入拡大を目指すことになりました。

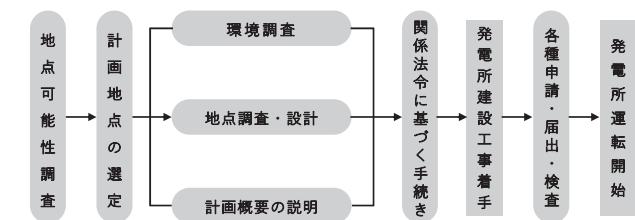
2012年3月には、「福島県再生可能エネルギー推進ビジョン」の改訂において、「2040年頃を目指す県内のエネルギー需要量の100%以上に相当するエネルギーを再生可能エネルギーで生み出す県」を掲げています。

一方、福島復興に向けて種々の活動を進めていた当社は、県内全域における水力ポテンシャル調査を進める中で上記プロジェクトを進める下郷町と出会い、当社の水力開発能力と下郷町の前向きな取組が結びつき、「下郷町における再生可能エネルギー開発に関する基本協定書」の締結に至りました(図①)。

通常、水力発電所の建設には、事前の調査やさまざまな許認可等の手続きを要し(図②)、この手続きにかかる時間が長期にわたることが一般的でしたが、取組を推し進めようとする下郷町の力強い意思により道が切り開かれ、地元同意の取得及び関係する諸手続きを官民一体となって進め、短期間で発電所を建設することができました。町内では花の郷水力発電所に引き続いで建設した最大出力150kWの番屋川発電所も稼動しています。



▲図① 水力発電の導入に向けた協調関係



▲図② 水力発電所ができるまで

出典: 経済産業省資源エネルギー庁ホームページ
(http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/hydroelectric/mechanism/life/)



▲写真④ 三彩館体験学習施設と花の郷水力発電所見学風景

また、発電所に隣接する「なかやま花の郷公園」は町づくりの柱である「交流」を具現化すべく整備されたもので、施設の一つである「三彩館」（食事ができる公園の休憩施設）には体験学習施設が併設され、ここに水力発電学習用のビデオコーナー、説明用パネルを配置しています。見学会等では公園を利用しつつ、施設で食事・休息し、体験学習施設で水力を知り、“取水設備⇒水圧管路⇒発電所”という水の流れに沿って、花の郷水力発電所の設備見学ができるようになっています（写真④）。こうしたことから、福島県による町内の小中高生を対象とした体験学習教育も花の郷水力発電所で実施されており、下郷町が中心となって当社と協調しながら進めています。また、一般からの見学希望については、当社のホームページから申し込みを受け付け実施しています。

さらに、2017年4月より当社社長の幾島 渉（いくしま わたる）を下郷町の「ふるさと大使」として任命いただき、町の支援を受けながら、町内に潜在する水力エネルギーの発掘と有効利用を進めているところです。

国との協調

花の郷水力発電所は下郷町の施設や町民との融合を前提に発電所計画を進め、建設に向けた現場調査の結果、三彩館近傍からの取水、町道直下への水圧管路敷設（敷設後、道路の舗装化）、そして、発電所を経由して大沢川に戻るルートが立案されました（写真⑤）。当初は、町道の山側に国有林の境界があり道路自体は町所有であるとし、国有林利用は不要と考えていましたが、調査が進むにつれて、全長1.2kmの水平水圧管路を敷設する町

道の半分及び急勾配水圧管路部も国有林であることが判明しました。その後の調査報告では、当社による国有林の発電利用は不可能であるとされ、その結果、事業計画そのものが危惧されるようになっていきました。

当社が国有林を利用して発電事業を行うことができないと判断した大きな理由として、平成23年（2011年）以前は発電事業における国有林の利用が電力供給を義務付けられている一般発電事業者、地方公共団体及び土地改良事業者に限られていたことが挙げられます。しかし、「規制・制度改革に係る追加方針（平成23年7月22日閣議決定）」により、「国有林野を自然エネルギーを利用した発電の用に供する場合の取扱いについて」（平成13年9月7日付け13林国業第65号林野庁長官通知の一部改正について）が通知されていたことで、国有林の利用が見込めることがわかりました。

そこで、この光明にすがりつく思いで、何をどのように進めたらよいのかわからないまま、林野庁関東森林管理局会津森林管理署に利用の相談に出向くことにしました。管理署では先行事例のない規制緩和後の初の事案であったにも関わらず、「緑の回廊」に関する許可経験を活かし、精力的に計画ヒアリング、貸与内容の確認及び申請書の作成指導をいただき、発電計画の修正も加えながら、入林許可申請、使用許可申請、作業許可申請及び伐採許可申請を滞りなく提出することができました。

こうして、一時期の事業断念を視野に入れなければならない状況を乗り越え、わざわい“禍を転じて福と為し”，当社は、膨大な水力ポテンシャルが眠る国有林を利用する発電計画の貴重なノウハウを持つ数少ない発電事業者になることができました。

今後の展望

“規制緩和が行われ、その実績ができた”という、一つの大きな成果があり、次期発電計画にも国有林内での開発プロジェクトがあるものの、なかなかスムーズには進んでいないのが実態です。まだまだ申請には時間とノウハウが必要であると感じています。

我が国ではエネルギー基本政策法に基づく「第5次エネルギー基本計画（2018年7月、経済産業省）」も閣議決定されており、国全体が一丸となってエネルギーの確保、エネルギー・ミックスを進めていかなければなりません。国有林の利用に関しては、規制緩和が行われたものの政策としてはあくまで受動的な動きに留まっていると感じます。山は水源林ともいわれるよう豊富な水を山と森林の機能で蓄えており、その水力ポテンシャルを効果的にエネルギー利用できる仕組みづくりが必要です。山を守るだけではなく、山を利用することで山に活力を与え、そのことが山を守ることにつながるような能動的な取組が求められます。

（わたべ あきむね）



▲写真⑤ 埋設水圧管路
(舗装化によって安全になった町道)

地域主導型の小水力発電事業を 部局横断で支援する 「小水力発電キャラバン隊」

赤羽又三郎

長野県環境部環境エネルギー課 新エネルギー推進係

〒380-8570 長野県長野市大字南長野字幅下692-2

Tel 026-235-7179 Fax 026-235-7491 E-mail: shin-ene@pref.nagano.lg.jp

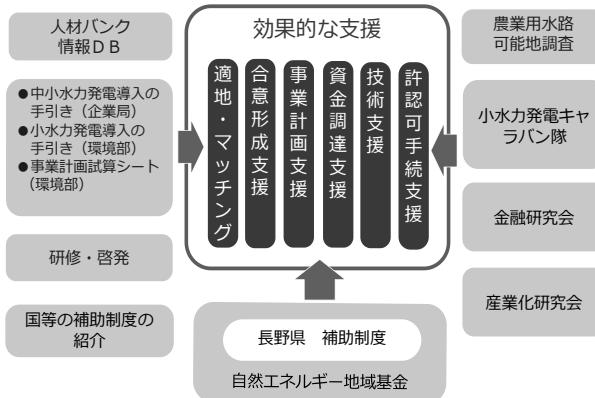
はじめに

長野県は、飛騨山脈、木曽山脈、赤石山脈に代表される急峻な地形と、数多くの水源を有する自然環境豊かな県であり、小水力発電事業に適した地点も数多く存在すると考えられています。例えば、環境省が平成22年度に公表した「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」では、長野県の小水力発電事業のポテンシャルが河川部で全国2位(1,619地点)、農業用水路で全国5位(29地点)であると示されています。

小水力発電事業は、計画立案から発電所の稼働まで、適地選定、流量調査、事業性評価、設計、施工といった多くの段階を経なければならず、事業化には通常3年を超える期間を要するとともに、電気事業法のほか河川法、砂防法、森林法を中心とした法律に基づき取得しなければならない許認可也非常に多く、発電所稼働後も、除塵などの丁寧なオペレーションやメンテナンスが必要となるなど、事業化へのハードルがとても高い事業です。

それでも、特に地域の事業者が地域の人やモノや資金を活用して行う地域主導型の事業は、化石エネルギーの購入に伴う地域外への資金流出を止め、売電収益が地域へ還元、再投資されることで、地域内経済循環を生み出すほか、自然エネルギーの産業化により新たな雇用を生むなど、地域経済を活性化する効果も見込むことができます。さらに、中山間地域に適地の多い小水力発電事業は、適切にメンテナンスを行えば50年以上稼働されることも可能であり、人口減少と高齢化が進む過疎地域において、その持続可能性を強く支えていくことにも期待ができます。

平成25年2月に「長野県環境エネルギー戦略(第三次長野県地球温暖化防止県民計画)」を策定した長野県は、自然エネルギーと省エネルギーによって、「持続可能で低炭素な環境エネルギー地域社会」、すなわち、「経済は成長しつつ、エネルギー消費量と温室効果ガス排出量の削減が進む経済・社会」をつくることを目標としていますが、地域主導型の事業を支援することで、地球温暖化防止と経済の成長を両立させ、さらに、地域課題の解決を図ることも目指しています。そして、小水力発電事業については、県内の自然環境や小水力発電の性質を踏まえ、地域主導型の事業者を支援する施策を数多く用意し、適地の選定や事業計画の策定といった事業化の初期段階から、許認可等の取得や発電所の建設まで、幅広く支援しています(図①)。例えば、助言を受けられる専門家や補助制度などの情報



を集めたデータベースの構築・公表や、小水力発電の事業化の手引きの作成・公表、それから、資金調達が困難な地域主導型の事業者を地域の金融機関と協調して支援するための収益納付型補助制度などがありますが、本稿では、特に費用対効果が高い支援策である「小水力発電キャラバン隊」を紹介したいと思います。

小水力発電キャラバン隊

小水力発電キャラバン隊は、小水力発電の事業化を支援するため平成25年6月に長野県関係部局と長野県土地改良事業団体連合会により結成された、部局横断による支援体制です。県庁からは、環境エネルギー政策を担う環境エネルギー課、流水の占用許可等の事務を行う建設部河川課、砂防指定地内行為許可等の事務を行う建設部砂防課、農業用水を活用した小水力発電事業を支援する農政部農地整備課、県営ダム等で小水力発電事業を行う企業局電気事業課が構成メンバーとして参加しており、小水力発電事業の支援はこれらの構成課の業務として位置づけられています。

支援内容は、事業化の初期段階に事業者が直面する課題に対するアドバイスが中心となっており、県庁を訪問した事業者に対応するほか、毎年、県内の複数の会場で出張相談会を開催するとともに、「適地選定講習会」という既存の発電所の見学や簡易的な測量及び流量調査の方法を習得するための講習会を開催しています（写真①、②）。適地選定講習会は、経費をかけずに小水力発電事業に適したポイントを探せるようになることを目的とした講習会です。

小水力発電の事業化を検討する際に、事業者がまず突き当たる壁は必要となる許認可の多さです。小水力発電事業は関係する法令が多く、許認可の窓口も異なり複雑であるため、どこに相談すればよいか分かりにくく、複数の許認可窓口で同じ事業の説明を何度もしなければならないという状況が生じたり、場合によっては、県の関係部局でたらい回しとなってしまう可能性があります。しかし、小水力発電キャラバン隊として、許認可事務を担当する職員が一堂に集まって事業者の相談を聞きアドバイスを行うことにより、許認可



▲写真① 出張相談会の様子



▲写真② 適地選定講習会（流量調査）の様子

▼表① 出張相談会・適地選定講習会の実施状況

年度	実施内容	参加状況
平成 28 年度	県内 4 か所で「地区別出張相談会」を実施	6 団体
	白馬村平川小水力発電所で「適地選定講習会」を実施	14 団体
平成 29 年度	県内 4 か所で「地区別出張相談会」を実施	7 団体
	伊那市春富水力発電所で「適地選定講習会」を実施	11 団体
平成 30 年度	県内 2 か所で「地区別出張相談会」を実施	7 団体
	白馬村平川小水力発電所で「適地選定講習会」を実施	13 団体

の窓口が明らかになるなど、事業者はスムーズに許認可手続きに入していくことができるようになります。また、事業に活用できる補助制度などの情報を得ることができたり、実際に発電所を建設、運営している企業局から技術的なアドバイスも得ることができます。一方、県としても関係部局で事業計画についての情報共有を図ることが可能となり、連携して対応できるようになるほか、県の再生可能エネルギーの推進に関する方針を事業者に伝える機会となるなど、メリットは大きいです。

それに加え、小水力発電キャラバン隊には、事業者同士を結び付ける役割もあります。個々の事業者の得意な分野というのは異なりますが、強みを持ち寄り連携して事業を実施することで、コストダウンやスムーズな事業展開を図ることができるような場合には、事業者の事業計画等を踏まえ、同意を得たうえで、他の事業者とのマッチングを行っています。例えば、適地選定や可能性調査はできるが施工はできない事業者と、調査等は担わないが施工は行う事業者とのマッチングなどが考えられます。また、県内事業者同士のみならず、県外事業者であっても、地域主導型の事業にとってメリットがあると思われる場合には、積極的にマッチングを図ります。例えば、地域への丁寧な説明により地域合意は得られるが事業資金が不足するような県内事業者と、資本力があり小水力発電事業に参入したいが地域合意の取得が進まない県外事業者などとのマッチングが考えられます。

小水力発電キャラバン隊は予算措置のないゼロ予算事業として実施されていますが、このように柔軟で広範な支援を行っており、県内における小水力発電事業の効率的で効果的な普及に大きく貢献しています。その意味で、小水力発電キャラバン隊は非常に費用対効果の高い事業であると言えると思います。

参考までに過去 3 年度の出張相談会と適地選定講習会の実施結果を示します（表①）。毎年一定数の団体の参加があり、ニーズがあることが分かるのではないでしょか。なお、訪問による相談も隨時受け付けており、年間十数件の相談に県庁内で対応しています。

活動事例：さとやまエネルギー株式会社

ここで、具体的な支援事例を一つ紹介したいと思います。県の支援策を活用しながら小水力発電の事業化を進める松本市の「さとやまエネルギー株式会社」の事例です。同社は、松本市安曇地区出身の前田代表取締役を中心立ち上げられたベンチャー企業です。会社設立当初は、小水力発電事業に関するノウハウがほとんどない状態でしたが、中山間地域における小水力発電のポテンシャルを生かして地域振興を図ることを目指し、これまで小

水力発電キャラバン隊のほか、県の収益納付型補助金を活用しながら事業計画を前進させ、現在は、松本市奈川地区において砂防堰堤を利用した700kWの発電所の建設を進めています（写真③）。

松本市奈川地区の現在の人口は600人程度となっていますが、このままいけば2045年には人口が150人程度となることが見込まれています。長野県全体の人口が現在の200万人程度から2045年には150万人程度となる見込みであることと比較しても、中山間地域はより厳しい状況であることが分かることと思います。そして、そのような状況となったときに、電気、ガス、水道などのインフラや、公共交通が果たしてどれほど維持されるのかという懸念を抱かざるを得ません。しかし、小水力や木質バイオマスなどの自然エネルギーのポテンシャルが他の地域よりも大きいことに着目して、これを地域の資源と捉えて上手に活用していくことができれば、地域内経済循環や新しい産業の振興によって地域を持続させていくことができるのではないかでしょうか。

さとやまエネルギー（株）は、小水力発電事業により得られる売電収益を活用して、地元の漁業協同組合とともに釣り人や地域住民のための各種イベントの開催や、豊富に存在する木質バイオマス資源を活用した木の駅を整備するプロジェクトを構想しています。そして、このような小水力発電事業を複数箇所で実施することを目指しています。県内には中山間地域に存在する集落が数多くありますが、同社の取組のように、自然エネルギーを一つのツールとして、地域の持続可能性を支えていく事業が普及すれば、地域の未来を変えていくことができるかもしれません。県が支援していく意義が大きいものと考えます。

おわりに

最後になりますが、小水力発電事業の推進にあたり、担当者として常々思っていることがあります。それは、コミュニケーションの大切さです。小水力発電キャラバン隊のような機会を通じて継続的にコミュニケーションを図っていくことが、立場を越えて事業者との間に相互理解や信頼関係を醸成し、互いに良い影響を与えていると感じます。また、私たちは事業者のみならず、市町村や地域の金融機関にも積極的に足を運び、地域の自然エネルギーの普及に関する課題や、事業化のための資金調達に関する課題について意見交換等を行っていますが、やはり同じことを感じます。丁寧なコミュニケーションこそが、大きな推進力を生む源泉であるかもしれません。

以上、簡単ではありますが、小水力発電キャラバン隊を中心とした長野県の取組を紹介しました。自然エネルギーの推進における長野県の姿勢をご理解いただけたのではないかでしょうか。長野県はこれからも、未来に向けて果敢にチャレンジする地域の事業者を力強く支援していきます。



▲写真③ さとやまエネルギー（株）の調査の様子

つくばね発電所の復活で 東吉野村を元気に

大谷彩貴

東吉野水力発電株式会社
〒 633-2431 奈良県吉野郡東吉野村小 701 番地
Tel 090-9390-2362 E-mail : office@east-yoshino.com



東吉野村について

東吉野村は、奈良県の東南部に位置した村です（図①）。東側は、南北に走る台高山脈を境として三重県に接しています。高見山と国見山、薊岳を主峰とする台高山地北部の急峻な山地には、紀の川の源流としての高見川とその支流の四郷川が流れ、昭和 22 年までは筏によって材木を和歌山へ流送していました（写真①）。

東吉野村は、川上村・黒滝村と並び吉野林業を代表する地域です。『東吉野村林業の現状と課題』（元気な東吉野村と林業をめざす会）によると、村の林業は次のように説明されています。「吉野林業の育林法は、密植・杉桧の混植・枝打ちの反復（幼樹期の紐打ち、若木期の枝打ち）・多間伐です。このような育林によって、年輪幅が緻密で均一、歩落ちの少ない直材・無節で丸い形、美しい淡紅色で香りが良いという良材であるとともに強材が生産されます。手入れの行き届いた間伐材は、タバ・カイフ・カコ・タルキ・足場木・京木・化粧丸太、そして、良質な住宅構造材として多様に利用されました。また、人造絞丸太（小川絞）発祥地として磨き丸太の生産を生業とする人も多数おりました」

大正 3 年、地元の有力者らが、地元林業の発展を目指し「つくばね（筑波峯）発電所」を設立しました（当時の電力：45kW、写真②）。集落の 300 戸以上に明かりを灯し、木材製材業の発展につながったと伝えられています。最盛期の昭和 27 年ころには 37 の木材加工場が存在し、主に、箸・かまぼこ板・箱板などが作られていました。

また、東吉野村は多彩な歴史を持つ村としても知られ、古くは神武東征神話に記述がある神武天皇が儀式をされた地として、水を司る罔象女神を祀る「丹生川上神社」があります。江戸末期に明治維新のさきがけとなった「天誅組」の終焉の地や、明治後期にニホンオオカミが最後に捕獲された村としても、知られています。

吉野林業をはじめ多彩な歴史があり、年に一度の小川祭り（別名ケンカ祭り）には村内



▲図① 東吉野村の位置



▲写真① 筏による運材



◀写真② 旧つくばね発電所外観（左）と
ヘッドタンク（右）

外から大勢の人が集まるなど、大人も子どもも元気に暮らしていた東吉野村でしたが、今ではその面影はありません。過疎化による人口減少で、1960年代には8,000人を超えていた人口は今では1,700人ほどになり、深刻な少子化で、2019年度の新小学1年生は1人もいません。また、木材需要の減少により基幹産業である林業は低迷したままです。かつて数多くあった製材所も、今では1か所だけになりました。林業に関わる人は、高齢化や後継者不足が進み、山の手入れが難しい状況です。そのため、台風で土砂崩れが発生した地域もあります。消滅可能性都市ワーストランキングの上位に入るなど、こうした状況が村の未来に影を落としています。

そのような中、東吉野村を盛り上げようと、多くの人達がさまざまなアイデアを形にしてきました。その中でも特に壮大な試みとなったのが、私たちの「つくばね発電所」です。

小水力発電所復活までの経緯について

2011年に発足した「元気な東吉野村と林業をめざす会」は、林業政策の研修、林業や水力利用の他団体との交流、会員同士の討論など、2年の活動を経て『東吉野村の再生プランの骨子について（第2次案）』を作成しました。その中のアイデアの一つ「つくばね発電所の復活」を具体化するため、同会のメンバーや、ならコーポ職員が加わり、2013年8月「東吉野村小水力利用推進協議会」（以下、協議会）が設立されました。ならコーポは、地域貢献を目的に自然エネルギーの拡大（吉野共生プロジェクト）に取り組み始めたタイミングとも近かったため、つくばね発電所復活のアイデアにも賛同いただきました。

協議会の代表には、元・関西電力職員で、東吉野村会議員も務めた森田康照氏が就任し、協議会は、地元住民に二つの目的を説明しました。

1. つくばね発電所を復活させて、村に元気を取り戻そう！

2. 固定価格買取制度（FIT）を活用して売電し、売電収入は村の活性化に役立てる！

この呼びかけに応じ、50人以上の地元住民が協議会の会員となって応援してくださいました。そして、復活に向けて村役場や奈良県庁との協議、地元住民や市民団体との意見交換を行いました。また、川の流量調査（国や県の補助金を活用）、発電設備の概要設計、河川法や自然公園法に基づく開発申請・認可、地元の各地区と同意書を結ぶなど、準備を進めてきました。翌年11月には、ならコーポグループ関連会社である株式会社CWSの協力を得ながら、東吉野水力発電株式会社を設立し、森田康照氏が代表取締役を務め、取締役には、漁業協同組合の組合長、森林組合の理事、株式会社CWSの代表取締役が就任し、さらに、小水力発電の専門家を迎える、導水路や発電所など、より具体的な開発計画が進められました。

しかし、工事の段階で大きな問題が発生しました。発電用の水は、川の取水口から発電所の真上にあたる場所にあるヘッドタンクまで、杉林の中の導水路を通って送られます。この導水路は、距離にして約1.4キロメートル。旧発電所と同じように、上部が開放型の導水路を予定してました（次頁写真③）。しかし、山林所有者から「木を伐採して搬出す



▲写真③ 工事前の旧導水路



▲写真④ 導水路の工事の様子



▲写真⑤ つくばね発電所の外観

る時に支障をきたす」との意見が出たため、パイプを地中に埋設することになりました（写真④）。これにより工期が伸び、工事費も増加したのです。また、土地の使用許可の問題も発生します。導水路を含めて、設備を建設するには、山林所有者19人からの使用許可が必要でしたが、全ての方から許可を得るのに難航し、予想以上に時間がかかりました。「先祖代々育ててきた山林を触ってほしくない」というのが理由で、吉野林業という歴史ある土地柄もあり、その思いはとても重いものでした。協議会・発電会社・地元住民の方などが奔走し、最終的には話し合いで合意を得ることができましたが、交渉には1年を費やしていました。

これらの問題を乗り越え、2017年7月に「つくばね発電所」は、ようやく完成しました（写真⑤）。9か月の予定だった工期は、2年1か月に延長してしまいました。しかし、このような問題は、他の地域でも見受けられると工事関係者の一人は言います。「つくばね発電所」のように、ルートを迂回することなく設置できたのは、逆に珍しい事例のようです。完成した当日は、関係者一同がこれまでの苦労を思い返して、得も言われぬ気持ちでいたと思います。同時に、「つくばね発電所復活」を応援していただいた多くの方の信頼を取り戻せる発電所にしなくてはならないと、気持ちを引き締めました。

つくばね発電所復活にかかる費用は、奈良市に本店がある金融機関からの融資と、市民ファンドから出資を募ることで賄いました。この市民ファンド「つくばね発電所復活ファンド」では、一般の方から5,235万円もの出資をいただきました。

施設整備の資金調達のための市民ファンドについて

最近、クラウドファンディングという方法を用いて資金を集めのプロジェクトが増えてきています。ゲストハウスの開業、特産品の開発など、そのプロジェクトもさまざまです。「つくばね発電所」も、クラウドファンディングを運営する会社と連携し、2015年1月に「つくばね発電所復活ファンド」（1口3万円）の募集を開始しました。銀行からの借入額を増やすこともできたのですが、できるだけ市民の力を活用して発電所を作りたいという思いがあり、約1年をかけて、東吉野村各地で説明会を開いたり、Web上での広報やニュース記事のアップ、報道各社で紹介していただくなど、地道な活動を行ってきました。

その結果、273人の出資者が集まりました。奈良県内はもちろん、北は北海道から南は宮崎県まで、多くの方に出資をいただきました。東吉野村出身の方からは「ふるさとの大きなプロジェクトを応援したい」「旧つくばね発電所は、思い出の場所。小学校の遠足で訪れたのが懐かしい」といった声をいただきました。また、東吉野村のことを初めて知っ



の方からは、「東日本大震災時の原発事故を機に、エネルギー問題に关心があった。自然エネルギーの普及を応援したい」という声をいただきました。

このファンドでは、1年ごとの売電収益に応じて配当が決まり、毎年9月末に償還されます。償還の期間は5年で、3万円（1口）の出資に対して年間で6千円以上を償還できれば、5年で出資額の3万円を超えることになります。元本の保証はないのですが、事業計画では配当を含めて償還率112%（5年間の合計）を予定しています。1年目の配当は既に終えており、若干のプラスを出すことができました。

また、出資者特典として、見学ツアーを開催し、関東・関西方面から11名の出資者にお越しいただきました（写真⑥）。完成したつくばね発電所を前に「とうとう完成しましたね！」「正直、もう無理なんじゃないかと諦めていたので、完成してうれしい」など、工事の大幅な遅れに対しての率直なご意見や、完成への喜びのコメントをいただきました。私たちからは、工事の遅延でご心配とご迷惑をかけてしまったことへのお詫びと、発電所の安定した稼働を目指して運営していくことをお伝えしました。その夜の交流会も盛り上がり、地域活性化のアイデアや、後継者の育成についてなど、様々なご意見をいただき、出資者も一緒に東吉野村を盛り上げてもらっていることを実感した夜になりました。

取組の成果や今後の展望

つくばね発電所が稼働して、1年半が過ぎました。今年の1月からは「ならコープでんき」として、ならコープ組合員の家庭へ電気を供給している株式会社CWSへ売電を開始し、エネルギーの地産地消を実現しました。季節によって発電量の変動はあるものの、発電を開始したこの1年間で約56万kWhの発電実績となりました。7月中旬からの稼働であったこと、10月の台風による10日間の稼働停止などをリカバーできていれば、計画の62.4万kWhを達成できたと思われます。

当初の目的である「売電収入は村の活性化に役立てる！」は、発電所の維持費や融資返済、市民ファンドの分配金があるため、今できることを計画していくスタンスです。これまでには、子ども向けに「つくばね発電所周辺でホタル観賞とホタルの勉強会」や、地球温暖化や自然エネルギーの専門家を講師に迎えて「吉野工シンポジウム」を開催しました（写真⑦）。また、漁協組合主催の鮎釣り大会に協賛したり、他にも、つくばね発電所への見学団体に地元商業施設を利用していただくなど、地道な取組を続けています。

今までに約50団体の見学を受入れてきましたが、その中にはこれから市民主導で地元発電所を復活させたいといったグループもありました。つくばね発電所の大きな成果の一つは、このように同じ思いを持つグループに希望の光を灯すことができたことだと思います。

（おおたに　さいき）



シオジの来訪者 ～キム博士と旅した四日間～

かの台風 21 号*が接近していた。

僕と J は、韓国からの客人を成田に迎えに来ていた。欠航が心配だったが、無事に運航しているようだ。ただ、到着が遅れていて、ロビーで暇を弄んでいると、外国人に取材しているテレビ局クルーを見かけた。あれは『YOU は何しに日本へ?』に違いないと、J が言った。

ありふれた姓だから実名でキム博士と書いていいかなと思う。で、そのキム博士は何しに日本へ? というと、「シオジ」の研究のためだった。遺伝解析のためにシオジのサンプリングをしたいという相談を J が受け、僕も手配・随行することになった。

*

一日目。キム博士を迎えたあと、僕らは中央道をひたすら西進した。まさに台風は近畿地方に上陸している頃で、これから迫る嵐の中に踏み込んでいかなくてはならなかった。

シオジという名前は関東から九州まで分布する西日本の植物だ。アオダモ (*Fraxinus*) の仲間で学名を *F. platypoda* という。葉も樹も大きく、ヤチダモに似るが、ヤチダモは主に北国の湿地に生え、シオジは主に河川上流の渓畔林に生育する。キム博士は何地点かで採取をしたい意向だったので、四日間の滞在期間で長野から栃木まで渡り歩く計画を練った。

甲府を過ぎたあたりから強い横風に煽られるようになってきた。間もなく風雨で視界は効かなくなってしまった。物流トラックが平然と追い抜いていき、水煙をあげるので余計に怖い。長時間緊張状態で運転し続けた僕は、すっかり消耗してしまった。

二日目。台風一過の長野県の山中に入していく。

僕も今まで見る機会が少なかったシオジ。旅の少し前に J と秩父に行き、渓畔林研究の第一人者である S 先生に代表的なシオジ林「大山沢試験地」を案内していただいたのが、おおいに予習となった。シオジの在るところに必ず在り、似たような大きな複葉の葉が紛らわしいサワグルミも、サワグルミは冬芽が細長くシオジは短いと教わってしまえば、遠目で容易に識別できた。

ちらほらとシオジが見つかり、サンプリングを行った。あいにく若い樹が多く、期待していたような大きな集団ではなかった。シオジは材が通直で柱目が綺麗なために、家具や内装材として重宝されてだいぶ伐られたらしいから、ここも過去に伐採されて更新途中であるのかもしれなかった。

三日目。中央道を引き返し、山梨で降りた。

県有林に「小金沢シオジの森」という有名なシオジ自生地があるとのことで、是非見ておきたかった。

* 2018年9月4日、25年ぶりに「非常に強い」勢力のまま日本に上陸し、特に近畿地方を中心に大きな被害を受けた。

▶小金沢シオジ林。奥にいる人物はJ。気づいたら
今回の旅は写真をあまり撮っていませんでした。

森の入口で、女子大生のグループに出会った。近隣の大学から卒業研究のためにシオジの個体群調査に来ているとのことだった。こちらの素性を明かすと、自分たちの調査地が外国人が調査に来るような有名な場所と知って喜んでいた。

じっさい、ここは期待以上の場所だった。「シオジの森」の中核では、沢沿いに延々と、シオジの大径木が連なっていた。成熟したシオジ林は、真っ直ぐな幹が空に向かって高く伸びて、神秘的ですらある。キム博士にもようやく立派なシオジ林を見せることができて、一安心であった。

ところで、キム博士はなぜ日本のシオジを調べているのかというと。

韓国にはシオジの近縁種で *F. chiisanensis* というのがあるという。朝鮮半島の南部、智異山付近に数集団しか現存しない絶滅危惧種だという。「自生地はシオジとよく似ている」とキム博士は言う。一方、シオジは中国の四川省のあたりにもあるらしい。アオダモ属の系統解析の論文 (Hinsinger et al. 2013) を見つけて読んでみると、*F. platypoda* と “*F. spaethiana*” なる種が最も近縁で、次いで *F. chiisanensis* が近縁という結果であった。この *F. spaethiana* とは何なのかと聞くと、「ああ、それは日本のシオジのシノニム（別名）です」とのこと。つまり、遠く離れた西日本と中国南部とによく似た植物があって、お隣の朝鮮半島の暖温帯地域に少し毛色の異なるものがあるという、西日本型の遺存種にありがちな生物地理学的なパターンを、シオジも踏襲している。この三者の遺伝的分化の歴史を詳しく見たいというのがキム博士の目的のようで、既に中国からもサンプルを取り寄せているという。

四日目。最後の栎木は、シオジの分布東限とされる場所だった。

頑丈なJが、足が痛いと弱音を吐く。捻ったらしく足首が腫れていたので、僕とキム博士だけで谷を歩いた。しかし、いくら探しても、ここではシオジを見出すことはできなかった。後日、見直してみると、この谷は植生図でシオジ林と表記のある場所には違いなかったが、文献の情報とは谷一つ違っていた。有名な数か所を除けば途端に数も情報も希薄になってしまふ。シオジは、やはり難しい。

結局、キム博士には今回の戦果の二か所、事前に収集した二か所のサンプルを渡し、また来年採取したら送ります、他の採取したい植物は許可申請しておきます、などの話をしながら空港まで送った。

総走行距離は1,000キロを超えていた。次の週末、僕はぐったりしていた。

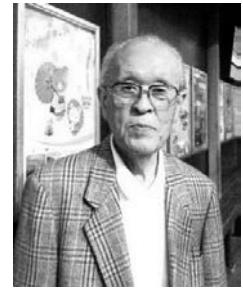
●菊地 賢（きくち さとし）

1975年5月5日生まれ、43歳。（研）森林研究・整備機構森林総合研究所、生態遺伝研究室主任研究員。オオヤマレンゲ、ユビソヤナギ、ハナノキなどを対象に保全遺伝学、系統地理学的研究に携わる。



森林の改善にはヨーロッパ方式の 択伐林の導入を

(補遺)



京都府立大学名誉教授

〒616-8311 京都市右京区嵯峨野嵯峨ノ段町 15-36 Tel & Fax 075-861-4514

かじ はら みき ひろ
梶原幹弘

はじめに

本誌の911～913号に掲載させてもらった「森林の改善にはヨーロッパ方式の択伐林の導入を」と題する報告で、「森林の改善には皆伐林主体の森林をヨーロッパ方式の択伐林主体の森林にすることが肝要である」との主張を述べたが、その際に全森林の4割を占める皆伐林に択伐林を導入する方法についての説明をしないままであった。

そこで、先の報告の補遺として、これについての私の考えを述べさせていただく。

皆伐林に択伐林を導入する方法

照査法による管理を前提としたスギ皆伐林へのヨーロッパ方式の択伐林導入については、すでに実験的に検討されていて成果も挙げられているが、この実行は大変難しい作業である。ここで取り上げるのは、スギ、ヒノキの皆伐林に樹冠の空間占有モデルのようなヨーロッパ方式の択伐林を導入するための土台作りの方法に関する話である。

スギ、ヒノキの択伐林での樹冠の空間占有モデルというのは、1ha当たりの樹冠基底断面積合計が12,000m²で、その垂直的配分が一様であるという状態である。したがって、樹冠が一定の層に集中している皆伐林での樹冠の空間占有状態を、樹冠の空間占有モデルのような状態に誘導するには、現存する皆伐林の立木を何回かに分けて単木的に抜き伐りし、その周辺に苗木の植栽を繰り返

すしか方法はない。問題は、具体的に何回に分けてどれだけ皆伐林の立木の抜き伐りをし、その後にどれだけの苗木を植えればよいかということである。

これらにおける私の考え方を、樹冠の垂直的配分の連続化と一様化に分けて、愛知・岐阜地方のスギと愛知・岐阜南部地方のヒノキおよび土佐地方のスギの、収穫表における地位別の平均樹高の変化に基づき、林齢40年と50年の皆伐林を対象に試算した結果とともに説明したものが、この報告である。

なお、ここで土佐地方のスギを取り上げたのは、その平均樹高の経年変化が、愛知・岐阜地方のスギとかなり違っていたからである。

(1) 樹冠の垂直的配分の連続化

一定の層に集中している皆伐林の樹冠を、垂直的に連続したものにするために要する上層の皆伐林の立木の抜き伐り回数とその量について述べる。

(a) 皆伐林の立木の抜き伐り回数

試算の対象となる上層の皆伐林およびその抜き伐り後に下層に植栽された植栽木の樹高成長量は、皆伐林の場合と変わらないとみなして、10年間隔で3回の抜き伐りと植栽を繰り返した場合における上層の皆伐林と下層の植栽木の各林齢、すなわち皆伐林については林齢70年と80年、植栽木については林齢10年、20年、30年における平均樹高を、収穫表より推定した。そして、上層の皆伐林の抜き伐り開始後には、隣接樹冠との

▼表① 上層木の平均樹高と植栽木の平均枝下高

林齢(年)	植栽木			上層木	
	10	20	30	70	80
平均樹高(m)	3.9	9.4	14.2	25.3	26.7
平均枝下高(m)	1.8	5.5	9.0	16.4	17.6

競合関係は皆伐林よりも緩くなって、次第に^{います}折伐林の状態に近づくとみられるので、岐阜県今須の折伐林での調査結果から得たスギ、ヒノキ共通の樹高と樹冠長の平均的な関係を利用して、各林齢における平均枝下高を推定した。

この結果を、愛知・岐阜地方の地位Ⅱ等地にある林齢40年と50年のスギ林について例示すると、表①のようになる。

樹高と枝下高との間に樹冠が存在するわけで、表①の数値からすると、林齢が30年の第1回の植栽木の平均樹高が、林齢70年と80年になった上層木の平均枝下高にほぼ近づくと同時に、第1～3回の植栽木間でも、前の回の植栽木の枝下高と後の回の植栽木の樹高の格差も小さくなっている。樹冠が一応連続した状態に近づいている。

このような状態が、他の全ての場合における試算結果にも共通して認められた。すなわち、10年間隔で3回の上層木の抜き伐りと苗木の植栽を繰り返せば、森林全体の樹冠が上層から下層まで垂直的にほぼ連続した状態になるということである。そこで、上層木の抜き伐りと下層への植栽は10年間隔で3回行うこととした。

(b) 各回における皆伐林の立木の抜き伐り本数

愛媛県久万におけるスギの皆伐林での例では、皆伐林の立木の3分の1を抜き伐りすれば、下層の植栽木の成長が良好であったとされているので、これにならって第1回には皆伐林の立木本数の3分の1を抜き伐りすることにした。そして、第2回、第3回の抜き伐り本数については、若干の試行錯誤的な検討の結果、残っている皆伐林の立木本数の2分の1とし、3回目の後には抜き伐り本数と同数の皆伐林の立木を残すようにした。

こうすると、第1回と第2回の皆伐林の立木の抜き伐り本数は同じで、ともに当初の立木本数

▼表② 伐採木1本当たりの植栽木数
(単位:本、地方ごとの平均値)

地方	樹種	第1回	第2回	第3回
愛知・岐阜	スギ	1.4	2.1	2.2
愛知・岐阜南部	ヒノキ	1.1	1.5	2.2
土佐	スギ	1.5	2.0	2.6

の3分の1、第3回の抜き伐り本数と残存本数はともに当初の立木本数の6分の1となる。

(2) 樹冠の垂直的配分の一様化

皆伐林の立木の抜き伐りを始めてから30年経った段階での森林の樹冠層は、林齢10年、20年、30年という植栽木の3つの層と、林齢70年または80年の皆伐林の残存木からなる層の4つで形成され、各樹冠層は互いにほぼつながった状態になっているわけである。

森林全体の樹冠の空間占有状態の垂直的配分の一様化を図るためにには、これらの林齢と平均樹高が異なる4つの層の樹冠が、樹冠の空間占有モデルでの1ha当たりの樹冠基底断面積合計12,000m²を均等に分け合って、各層が3,000m²ずつ分担していることが望ましい。このような考えに基づいて、伐採木1本当たりの植栽木数と皆伐林の残存木の樹冠基底断面積合計を、以下のように算出した。

(a) 伐採木1本当たりの植栽木数

収穫表より林齢10年、20年、30年の植栽木の平均樹高を推定し、岐阜県今須のスギ・ヒノキ折伐林で得られた両樹種共通の樹高と樹冠直径との平均的な関係を利用して、樹冠直径と同じ直径を持つ円の面積として、それぞれの平均樹冠基底断面積を算定した。そして、各回における皆伐林からの抜き伐り本数と、植栽木の各林齢における平均樹冠基底断面積の積を、各層の植栽木が分担する樹冠基底断面積合計3,000m²で割ることによって、伐採木1本当たりの植栽木数を求めた。

その計算結果によると、対象とする皆伐林の林齢や地位による伐採木1本当たりの植栽木数の差異は少なかった。そこで、対象林分の林齢と地位を込みにした、各地方のスギとヒノキにおける

各回における伐採木 1 本当たりの植栽木数の平均値を求めるとき、前頁表②のようであった。

この結果にみられるように、伐採木 1 本当たりの植栽木数は、抜き伐りの回が進むにつれて増加している。

しかし、対象地域がほぼ同じ愛知・岐阜地方のスギと愛知・岐阜南部地方のヒノキでの同じ回における伐採木 1 本当たりの植栽木数の差異は 0.5 本程度と少ない。また、土佐地方のスギ皆伐林での試算に当たっては、岐阜県今須の皆伐林での樹高と樹冠直径との平均的な関係をそのまま適用して平均樹冠基底断面積を算定したが、前述のように平均樹高の経年変化はかなり違っていて、その試算結果は表②のよう愛知・岐阜とよく似ていて、地方による差は少ない。そこで、伐採木 1 本当たりの植栽木数は樹種や地方による区別はせずに、樹種と地方に共通のものとして与えても実用的に充分であろうと考えた。

ところで、上記の伐採木 1 本当たりの植栽木数は、全植栽木の生存を前提にした場合の数値である。皆伐林の立木の抜き伐り・搬出、さらには雪害などの気象害による植栽木の損傷を考えると、その分だけ現実の植栽木数は割増しておくる必要がある。愛媛県久万の皆伐林の例では、上層木の抜き伐り・搬出における損傷木は 1 割程度であったという。

以上のことから、前掲表②の植栽回別の植栽木数の平均値を、損傷木本数を見込んだ 0.5 本単位で切り上げることによって得た次のような値を、地方に関係なく、全国の林齢 40 ~ 50 年のスギ・ヒノキ皆伐林に広く適用できる基本的な伐採木 1 本当たりの植栽木数として提示しておく。

（第 1 回：1.5 本、第 2 回：2.0 本、第 3 回：2.5 本）

なお、岐阜県今須のスギ・ヒノキ皆伐林では、伐採木 1 本につき 2 ~ 3 本の後継樹を植栽することによって、皆伐林を維持してきたようであるが、この本数とここで得られた伐採木 1 本当たりの植栽木数とがほぼ合致していることは興味深い。

（b）残存する上層木の樹冠基底断面積合計

皆伐林の残存木の林齢 70 年と 80 年での平均

▼表③ 残存する上層木の樹冠基底断面積合計
(単位: m^2 / ha)

地 方	樹 種	地位 I	地位 II	地位 III
愛知・岐阜	スギ	6,700	4,700	2,900
愛知・岐阜南部	ヒノキ	3,100	2,800	2,400
土 佐	スギ	5,100	3,500	2,600

樹高を収穫表から推定し、岐阜県今須のスギ・ヒノキ皆伐林での樹高と樹冠直径との平均的な関係を利用して、それぞれの平均樹冠基底断面積を推定した。そして、この平均樹冠基底断面積と残存する皆伐林の立木本数の積として、残存する皆伐林の立木の 1ha 当りの樹冠基底断面積合計を求めるとき、対象林分の林齢による差異は少ないと、全体的に地位の高いほうが面積が広い状態であった。そこで、地位別の平均値を求めるとき、表③のようになつた。

表③の数値からすると、分担面積の 3,000 m^2 に近い値になっているものが多いが、スギ林での地位 I あるいは II における残存木の樹冠基底断面積合計が分担面積を大きく超えている。

私たちの調査結果からすると、スギ、ヒノキの皆伐林では上層の樹冠量が増えて垂直的配分の一様性が失われ、森林全体の 1ha 当たりの樹冠基底断面積合計が 15,000 m^2 程度になると、下層木の枯死が起ることが分かっている。3 層からなる下層の植栽木の樹冠基底断面積合計は 9,000 m^2 を見込んでいるのであるから、これに表③の上層木の値を加えるとき、愛知・岐阜地方の地位 I については、15,000 m^2 を超え、下層木の枯死が起ることになる。この危険性を回避するには残存木をより多く伐採することも考えられるが、一部の事例を特別扱いすることは方法としての統一性とバランスが崩れるので、下層木の成長状態を観察することによって枯損の危険性が現実となつた場合に、その時点で上層木を伐採することで対処すればよい。ここでは、残存木を減らして下層木枯死の危険性を予防するよりも、皆伐林の特徴であり経営的なメリットでもある超大径材の生産を早期に実現することを重視すべきで、

そのためには、できるだけ多くの上層木を残すことが望ましいとの判断をした。

まとめ

林齢40～50年のスギ、ヒノキの皆伐林に樹冠の空間占有モデルのようなヨーロッパ方式の択伐林を導入するための土台作りとして、私は次のような方法を提案する。

10年間隔で3回の立木の抜き伐りと下層木の植栽を繰り返し、第1回と第2回には現存の皆伐林での立木本数のそれぞれ3分の1、第3回には6分の1を抜き伐りし、残りの6分の1は超大径材生産のために残す。そして、伐採木の周辺での伐採木1本当たりの植栽木数は、第1回が1.5本、第2回が2.0本、第3回が2.5本とし、植栽後には周辺の下刈り、除伐と植栽木の枝打ちなどもして適正な保育を図る。

また、ここに提案した方法における収支については、次のように考えている。

抜き伐りの対象となる立木は、林齢40年以上のかなり大きなもので、1ha当たりの伐採材積が、スギの第1回と第2回では100～200m³、第3回で70～80m³、ヒノキの第1回と第2回で80～120m³、第3回で60～80m³と予想される。

伐採木の大きさと量および材の単価を考えると、伐採木の売上額が伐採、搬出に要する経費を上回って黒字になるだけではなく、これが1ha当たり数百本前後の後継樹の植栽と保育に要する経費をも上回って、作業全体の経営収支は黒字になる可能性が高いと私は見込んでいる。なお、対象林分の面積が小さく、伐採材積が少ないために赤字になる場合には、隣接森林の所有者と共同で作業を行えばよい。

＊

私が提唱する樹冠の空間占有モデルによるヨーロッパ方式の択伐林の目的は照査法と同じで、林木の生育空間を最大限に利用することにある。しかし、その管理方法は、照査法とは違って、目的とする森林の機能が具体的に明示されているために、その皆伐林への導入方法ははるかに単純で容易となる。森林の所有者や経営者には、こんな皆伐林へのヨーロッパ方式の択伐林導入の方法もあることを是非知ってもらいたい。そして、ここに提示した方法が納得できるものであれば、森林経営における自助努力の一環として、皆伐林への択伐林導入に積極的に挑戦して欲しいものである。

(完)

《参考文献》

- 1) 早尾丑磨 (1971) 『日本主要樹種林分収穫表』林業経済研究所
- 2) 藤本幸司 (1984) 「スギ人工同齡林への群状択伐作業導入に関する研究」愛媛大学農学部紀要 29巻1号
- 3) 山本 武 (1988) 「スギ択伐作業法に関する実験的研究—スギ人工同齡林の択伐林型への誘導法」愛媛大学農学部紀要 33巻1号
- 4) 梶原幹弘 (1998) 『択伐林の構造と成長』森林計画学会出版局

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。

[馬場・一 Tel: 03-3261-5518 E-mail: 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います。
- Webサイトを紹介するコーナー「木になるサイト紹介」や、林業の現場や森林の風景、そこに生きる人や動植物などのお写真とそれに関するコラムを添えた投稿も募集しています。

※詳しくは当協会Webサイト《会誌「森林技術」》→《投稿募集のご案内》をご覧ください。

「森
稿
林
募
技
集」

第十三回 IPCC1.5°C特別報告書のポイント

林野庁森林整備部森林利用課
国際研究連絡調整官（森林吸収源企画班）**石内 修***

1 はじめに

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）¹⁾は、2018年10月6日に、IPCC1.5°C特別報告書²⁾の政策決定者向け要約（SPM）を承認するとともに、報告書本編を受諾しました。1.5°C特別報告書は、パリ協定第2条に定められた「世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて2°Cより十分低く保つとともに、1.5°Cに抑える努力を追求する」という目的を達成するため、1.5°Cの地球温暖化にかかる影響、リスク及びそれに対する適応、関連する排出経路、温室効果ガスの削減（緩和）等に関する知見を取りまとめた報告書です。本報告書は、2018年12月に、ポーランドで開催される国連気候変動枠組条約第24回締約国会議（COP24）のタラノア対話³⁾において、重要な資料となります。

本稿では、1.5°C特別報告書の中でも、森林・林業に関する話題を中心に紹介したいと思います。

2 1.5°Cの地球温暖化により予測される影響

SPMでは、「人為活動は、工業化以前の水準よりも世界平均地上気温を約1°C（可能性の幅は0.8~1.2°C）温暖化させたと推定される。地球温暖化は、現在の度合いで続ければ、2030年から2052年の間に1.5°Cに達する可能性が高い」とあり、2.0°Cと比べた1.5°Cの地球温暖化のリスクとして、以下のものが紹介されています。

- 2100年までの世界平均海面水位の上昇は、2°Cに比べて1.5°Cの地球温暖化のほうが約0.1m低い。
- 2°Cの地球温暖化においては昆虫の18%、植物の16%、脊椎動物の8%が気候的に規定された地理的範囲の半分以上を喪失するのに比べて、1.5°Cの地球温暖化においては昆虫の6%、植物の8%及び脊椎動物の4%が同様に喪失する。

- 1.5°Cの地球温暖化においては、北極海で海氷のない夏が100年に1度と予測される。この可能性は2°Cの地球温暖化において10年に1度に増える。
- 1.5°Cの地球温暖化は多くの海洋生物種の分布をより高緯度に移動させるとともに、多くの生態系に対する損傷の量を増大させると予測される。それは、沿岸資源の消失を引き起こし、（特に低緯度において）漁業及び養殖業の生産性を低減させる。

3 1.5°Cの地球温暖化とシステムの移行

SPMでは、「地球温暖化を1.5°Cに抑えるためには、産業からのCO₂排出量を2050年には2010年比で75~90%削減する必要がある」としたうえで、「電化、水素、持続可能なバイオ原料、生産物代替、及び炭素回収・利用・貯留（CCUS）を含む、新規及び既存技術の組み合わせにより実現できる」と述べられています。

エネルギー分野では、「2050年には再生可能エネルギーによって電力の70~80%が供給される」と推定されています。また、持続可能なバイオ原料、生産物代替について、報告書本編に、「生物由来の素材や木造建築物を通してエネルギーやGHG排出を節約できる」と指摘されており、木材の炭素貯留効果及び代替効果に加え、木材利用による建物の内包エネルギー削減効果も期待されています。

土地利用分野では、「2050年には2010年比で、エネルギー作物用の農地が0~600万km²増加し、森林が200万km²減少ないし950万km²（アメリカ合衆国の面積に相当）増加すると推定される」とあります。森林が減少、ないし増加とあるのは、1.5°Cの地球温暖化に抑えるためのシナリオに、社会経済の状況を踏まえ、森林拡大を想定しているものもあれば、食料増産のために森林減少を想定しているものもあるか

* 〒100-8952 東京都千代田区霞が関1-2-1 Tel 03-3502-8111（内線6213） Fax 03-3502-2887
E-mail : osamu_ishiuchi130@maff.go.jp

▶表① 土地ベースの炭素除去オプションの
ポテンシャル比較 (3章: Cross-ChapterBox7 より)

オプション	ポテンシャル (億t-CO ₂ /年)	コスト (\$/t-CO ₂)	用地 (万ha/億t-CO ₂)	用水 (km ³ /億t-CO ₂)
BECCS	5-50	100-200	310-580	6
新規植林・再植林	5-36	5-50	800	9.2
風化作用の強化	20-40	50-200	30	0.04
バイオ炭	3-20	30-120	160-1,000	0
土壤炭素隔離	23-50	0-100	0	0

らです。

大幅な排出削減は、エネルギー・土地利用分野のみならず、あらゆる分野で大幅な変化を伴います。このような大幅な変化を報告書では、「System Transitions (システムの移行)」と表現しています。

4 森林・林業の緩和ポテンシャル

1.5°C特別報告書では、1.5°Cに地球温暖化を抑えるための緩和策を、二酸化炭素除去 (CDR) と表現しています。CDRとは、大気からCO₂を除去する過程のことで、排出の逆であることから、「ネガティブ・エミッション」とも呼ばれています。CDRは、森林や土壤による吸収を増加させる自然プロセスと、CO₂を大気から直接捕捉し地中などに埋める化学プロセスの二つに大別されます。具体的には、植林及び森林再生、土地再生及び土壤炭素貯留、炭素回収・貯留付きバイオエネルギー (BECCS⁴⁾)、風化作用の強化、並びに海洋のアルカリ化が挙げられています。CDRは、各々開発段階が異なり、概念的なものもあり、BECCSについてはまだ、実用化に向けて課題があります。

世界全体の排出量は土地利用、土地利用変化及び林業部門 (LULUCF) 込みで約480億t-CO₂です。これに対してSPMでは、「BECCSは2030年、2050年、2100年にそれぞれ0～10億t-CO₂/年、0～80億t-CO₂/年、0～160億t-CO₂/年の幅で導入されることが推定され、農業、林業、その他土地利用 (AFOLU) に関するCDR手法によって2030年に0～50億t-CO₂/年、2050年に10～110億t-CO₂/年、2100年に10～50億t-CO₂/年の削減が推定される」と、ポテンシャルについて記載があります (なお、日本の2016年度のCO₂排出量 (森林等による吸収を除く) は約13億t-CO₂です)。

新規植林に関しては、報告書本編で「以前森林であり、食料生産に使われない約5億haの土地が再植林に利用可能であり、数十年で37億t-CO₂/年 (範囲を限定して5～36億t-CO₂/年) 相当の排出削減が可能で、コストは5～50US\$/t-CO₂と他のCDRと比較して安い」と評価されています。

また、「森林に関する緩和ポテンシャルは、森林減少速度の低減、再植林、森林管理が主となる」としたうえで、「REDD+⁵⁾は、地域社会、生物多様性、持続

可能なランドスケープに対し、多様なコベネフィット (相乗効果) がある。2°C及び1.5°C目標に向か、調整、追加の資金源、資金アクセスの強化がREDD+のポテンシャルを増加させる」との記述があります。

5 CDRのコベネフィットとトレードオフ (負の影響)

表①は、5つのCDRオプションについてポテンシャルとコスト、環境負荷の比較を示しています。仮に一つのオプションを大規模導入した場合、その規模によって多くのコスト、土地そして水が必要となります。また、BECCSや植林は、農業等他の土地利用と競合し、より早く成長する種への転換等により生態系サービスに大幅な影響を及ぼす可能性が指摘されています。また、バイオ炭の適用や土壤炭素貯留は、たとえCO₂の削減において土地及び水を必要とせず、土地の栄養源となりN₂Oを低減するコベネフィットを提供したとしても、原料供給のための追加的な土地が必要となるトレードオフがあると指摘されています。

こうしたトレードオフの悪影響を抑えるためSPMでは、「土地管理を可能にするガバナンスが必要であるとともに、CDR利用の実現可能性及び持続可能性は、一つの選択肢の大規模な導入より、複数の選択肢のより小さな規模での導入のほうが強化され得る」としています。

6 さいごに

今後、COP24を経て、自国が決定する貢献 (NDC) の改訂や長期戦略の策定作業が本格化します。政府においても、パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略策定に向けた懇談会 (座長: 北岡伸一・東京大学名誉教授) のもとで、検討が行われています。

1.5°C特別報告書に、森林や木材製品の炭素貯蔵効果、新規植林そしてREDD+が取り上げられたことは、今後これらの作業を進めるうえで、大きな意味があると思います。

(いしうち おさむ)

- 1) IPCCの概要については、2018年3月号本連載参照。
- 2) 正式タイトル: 気候変動の脅威への世界的な対応の強化、持続可能な発展及び貧困撲滅の文脈において工業化以前の水準から1.5°Cの気温上昇にかかる影響や関連する地球全体での温室効果ガス (GHG) 排出経路に関する特別報告書。
- 3) タラノア対話については、2018年6月号本連載参照。
- 4) バイオエネルギーを生産し、それを発電所や工場で燃焼させたのち、排出されるCO₂を地中に貯留する技術 (2018年9月号本連載参照)。
- 5) 森林減少・森林劣化からの排出の削減、及び森林保全、持続可能な森林経営、森林炭素蓄積の強化の役割の略称。

BOOK 本の紹介

遠藤日雄 著

「複合林産型」で創る 国産材ビジネスの新潮流 川上・川下の新たな連携システムとは

発行所：一般社団法人 全国林業改良普及協会
〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13 三会堂ビル2F
TEL 03-3583-8461 FAX 03-3584-9126
2018年9月発行 A5判 296頁
定価（本体3,000円+税）ISBN 978-4-88138-364-3

20世紀の産業社会はフォーディズムという様式で展開してきた。同じ形式のモノだけを作ることで効率を高め、コストを抑える、「モノカルチャー」による生産方式である。旺盛な需要と需給逼迫により生産物に差別的付加価値をつけにくかった時代には、この様式が大きな成功を収めてきた。農林業でも、その生産物を加工する第二

次産業でも同様であった。

製材加工では、1990年代からエンジニアード・ウッド（EW材）が一般化し、品質の規格化が最重要になる。つまり需要者から要求される品質を担保し、それに合わせた生産方法と規模が選択されてきた。その原木もEW材を生産するのに必要十分な品質だけが求められ、林業は加工用原料である大

量の並材を供給する産業に変質してきた。

現在、全国各地に、従来の製材加工の規模をはるかに超える超大型工場、そこに原木を供給する広域大量の原木生産・流通システムが動き出している。これを筆者は『「複合林産型」ビジネス』と呼び、今後の我が国の林産業の姿を予見している。ここには効率化の極値にまで到達した、複数の巨大モノカルチャーの結合と原料のカスケード利用、生産物の多様化が超大規模に見られる。これは従来の林業地が地域的特性に影響を受けてきたことと本質的に異なる。一部では自社でバイオマス発電による売電あるいは熱供給を行い、また山林を集約し備林として経営する一貫生産も始まっている。

BOOK 本の紹介

上田裕文 著

こんな樹木葬で眠りたい 自分も家族も幸せになれるお墓を求めて

発行所：株式会社旬報社
〒162-0041 東京都新宿区早稲田鶴巻町544 中川ビル4F
TEL 03-5579-8973 FAX 03-5579-8975
2018年7月発行 四六判 208頁
定価（本体1,500円+税）ISBN 978-4-8451-1550-1

このタイトルを見て連想したのは「千の風になって」という歌であった。この曲によって死後を爽やかに感じたのは私だけではないはずだ。誰にも等しく訪れる死とその後を考えることは避けがちである。「森林風致学」の講義で、樹木葬は生態系サービス実現の一つに位置づけられると主張し、二十歳前後の学生諸氏にこの本を

薦めたが、入手希望者はいなかつた。若者にはまだ縁の遠い話だと思われたらしい。副題が「森林の多機能を求めて」とでもなっていれば、若者らの支持がもっとあるはずだ！ 現在、里地里山の有効利用の一つとして樹木葬に注目が集まっており、多くの学生は就職後に直面する地方自治行政の中などで、都市近郊の樹林地の造成管

理における数々の指針が本書にあることを知ることになる。

著者は北大観光学院で活躍中の森林風景計画学者で、本書は森林の保健休養機能や森林観の日独比較に関するフィールドノートである。3章から構成されるが、すべては前書きの「森がお墓になる」にあると言える。

第1章「多様化する日本の樹木葬墓地」では、執筆の経緯と社会要請、すなわち家族単位のコミュニティーから個々人の在り方に変貌した日本社会への問題提起がある。それに応えるキーワード「永代供養」とその先駆けの岩手の知勝院の取組が記されている。第2章「海外の樹木葬墓地」では、日独の対比、社会の基本的な違いが示されている。日本はお墓を森



筆者は各地の事例から、「複合林産型」ビジネスの性格づけ、誕生の背景・条件・成熟過程を解説し、技術革新、市場動向、販売戦略、資源利用面でも、従来の仕組みとは全く異なる動きを分析している。林産業が林業と山林を掌握していく過程を見ているようであり、わが国の林業の大きな転機が川下から訪れていることへの強い緊張感が伝わってくる。すべての林業関係者に読んでもらいたい一冊である。（島根大学／伊藤勝久）



にし、ドイツなどでは森にお墓を設けるのだ。そして、墓標の樹木の管理は森林官が担う。森の恵みは皆のモノであるという考え方も浮き彫りにされている。第3章「日本の樹木葬墓地の課題とこれから」は、本章だけでも地域振興策の手がかりが満載である。

著者の若者への言葉「地方創生の鍵は森林風景計画にあり、嫌でもあの世への送り方を学んでいただきたいたい」を皆様にも贈りたい。

(北海道大学／小池孝良)

- **Shinrin-Yoku (森林浴)** 著：宮崎良文 発行所：創元社 (Tel 050-3539-2345) 発行：2018年12月 A5判 192頁 定価（本体1,800円+税） ISBN 978-4-422-44016-3

○ **図説 日本木造建築事典 構法の歴史** 総編集：坂本功 発行所：朝倉書店 (Tel 03-3260-7631) 発行：2018年12月 B5判 584頁 定価（本体22,000円+税） ISBN 978-4-254-26645-0

○ **保持林業—木を伐りながら生き物を守る** 編：柿澤宏昭・山浦悠一・栗山浩一 発行所：築地書館 (Tel 03-3542-3731) 発行：2018年11月 四六判 372頁 定価（本体2,700円+税） ISBN 978-4-8067-1570-2

○ **生物多様性は復興にどんな役割を果たしたか 東日本大震災からのグリーン復興** 編：中静透・河田雅圭・今井麻希子・岸上祐子 発行所：昭和堂 (Tel 075-502-7503) 発行：2018年11月 四六判 224頁 定価（本体2,300円+税） ISBN 978-4-8122-1734-4

○ **地生態学からみた日本の植生** 著：小泉武栄 発行所：文一総合出版 (Tel 03-3235-7341) 発行：2018年11月 A5判 448頁 定価（本体6,000円+税） ISBN 978-4-8299-6540-5

○ **木材時代の到来に向けて** 著：大熊幹章 発行所：海青社 (Tel 077-577-2677) 発行：2018年11月 四六判 158頁 定価（本体1,389円+税） ISBN 978-4-86099-342-9

○ **日本人はどのように自然と関わってきたのか 日本列島誕生から現代まで** 著：コンラッド・タットマン 訳：黒沢令子 発行所：築地書館 (Tel 03-3542-3731) 発行：2018年11月 A5判 408頁 定価（本体3,600円+税） ISBN 978-4-8067-1569-6

○ **森の幼稚園（原題：Der Waldkindergarten）** 著：イングリット・ミクリツ パーツ監訳：国土緑化推進機構 発行所：風鳴舎 (Tel 03-5963-5266) 発行：2018年10月 A5判 400頁 定価（本体2,500円+税） ISBN 978-4-907537-15-9

○ **森と自然を活用した保育・幼児教育ガイドブック** 編著：国土緑化推進機構 編集協力：森と自然の育ちと学び自治体ネットワーク 発行所：風鳴舎 (Tel 03-5963-5266) 発行：2018年10月 B5判 192頁 定価（本体2,000円+税） ISBN 978-4-907537-16-6

○ **助六 木曽森林鉄道 鰐川線** うぐいがわ 発行所：南軽出版局 (<http://nankaru.info>) 発行所サイトに記載の書店・模型販売店等でお買い求めになれます 発行：2018年9月 A4変形判 144頁 定価（本体2,700円+税） (ISBNなし)

国産材の素材生産量は近年増加傾向

(要旨) 国産材の素材生産量は、平成14(2002)年以降増加傾向にあり、平成28(2016)年は前年比3%増の2,066万m³となっている。樹種別割合は、スギが57%，ヒノキが12%，カラマツが11%，広葉樹が11%，地域別割合は東北が25%，九州が24%，北海道が16%となっている。

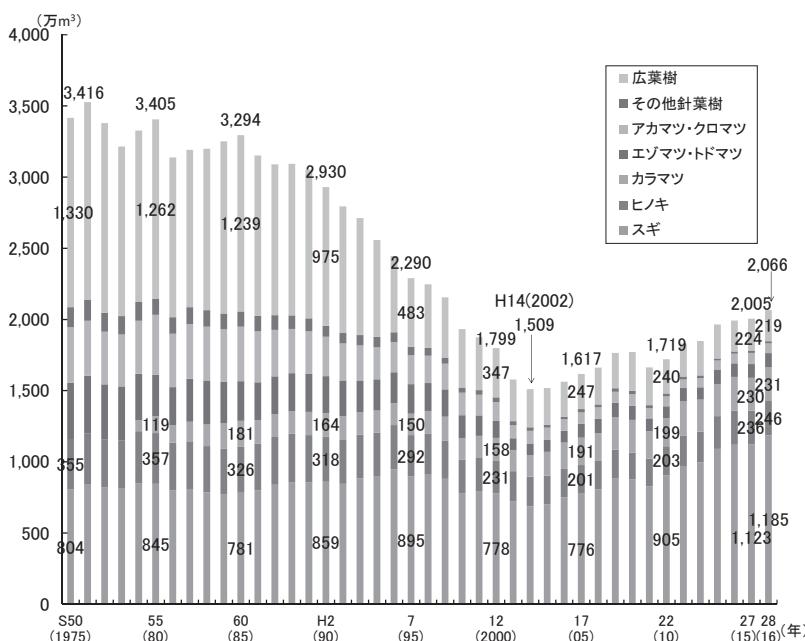
国産材の素材生産量は、平成14(2002)年以降増加傾向にあり、平成28(2016)年は前年比3%増の2,066万m³となっている。樹種別素材生産量をみると、平成28(2016)年は、スギについては、合板用、木材チップ用の需要が増加したことから、前年比6%増の1,185万m³に、ヒノキについては、

合板用等の需要が増加したことから、前年比4%増の246万m³となっている。カラマツについては、製材用と木材チップ用の需要が減少した一方で、合板用の需要が増加したことから、1%増の231万m³、広葉樹については、9割以上を占める木材チップ用の需要が減少したことから、前年比2%減の219万m³となっている。この結果、平成28(2016)年の国産材の素材生産量の樹種別割合は、スギが57%，ヒノキが12%，カラマツが11%，広葉樹が11%となっている(図①)。なお、主要樹種の用途については、スギ、カラマツは製材用と合板用、ヒノキは製材用、広葉樹は木材チップ用が多くなっている。

また、主要樹種の都道府県別素

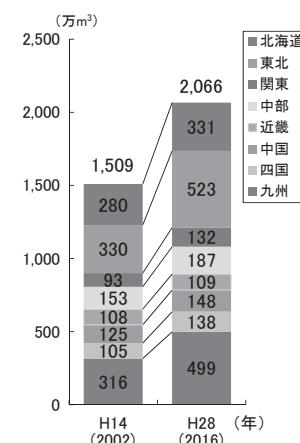
材生産量をみると、平成28(2016)年は多い順に、スギでは宮崎県、秋田県、大分県、ヒノキでは岡山県、愛媛県、熊本県、カラマツでは北海道、岩手県、長野県、広葉樹では北海道、岩手県、広島県となっている。

国産材の地域別素材生産量をみると、平成28(2016)年は多い順に、東北、九州、北海道となっており、素材生産量の地域別割合は、東北が25%，九州が24%，北海道が16%となっている。国産材の素材生産量が最も少なかった平成14(2002)年と比較すると、資源量の増加や合板への利用拡大等により、ほとんどの地域で素材生産量が増加しており、特に東北、九州で伸びている(図②)。



▲図① 国産材の素材生産量の推移

注：製材用材、合板用材及びチップ用材が対象(パルプ用材、その他用材、しいたけ原木、燃料材、輸出を含まない)。
資料：農林水産省「木材需給報告書」



▲図② 国産材の素材生産量(地域別)の推移

資料：農林水産省「木材需給報告書」の結果を基に林野庁で集計。

平成 30 年 —— 2018 年
森 林 技 術 (910~921 号)

総 目 次

●: 論壇 ○: 特集テーマ

題 名	執筆者	号 (月) 頁
《論壇・特集》		
●我が国の CLT(直交集成板)に期待すること	有馬孝禮	910 (1) 2-6
○CLT の本格的な普及に向けて		
CLT の現状と新たなロードマップについて	中島 洋	910 (1) 8-11
CLT 強度データの収集などについて	渋沢龍也	910 (1) 12-15
CLT 量産体制の構築	佐々木幸久	910 (1) 16-19
●林業の 6 次産業化に向けて	岡本義行	911 (2) 2-6
○林業の 6 次産業化～その広がりと効果～		
林業再生に向けた取組 “十津川式林業 6 次産業化”		
一山にこだわる。木にこだわる。一	更谷慈禧	911 (2) 8-11
6 次産業化を通じて「木こり」の仕事を伝える	井口和司	911 (2) 12-15
サブファンドを利用した竹住宅建材の製造販売	山田浩之・津留克也・	
～未利用資源である竹の有効利活用と高付加価値化～	丸本文紀・岡田久幸	911 (2) 16-19
●カナダ林業・木材産業の特徴と現状	勝久彦次郎	912 (3) 2-6
○世界の林業—カナダ		
カナダの林業・林産業と伐採権制度	高橋卓也	912 (3) 8-11
カナダ、トルドー政権下の環境および森林・木材政策		
—「森林バイオエコノミー」の動向に注目して—	根本昌彦	912 (3) 12-15
カナダ木材の輸出の取り組みについて	麓 英彦	912 (3) 16-19
●花粉発生源対策の推進に向けて	中村隆史	913 (4) 2-6
○花粉発生源対策—花粉症がなくなる春は近い？		
林木育種センターにおける		
花粉発生源対策に資する品種開発への取組	星 比呂志	913 (4) 8-11
無花粉スギの品種開発と普及	斎藤真己	913 (4) 12-15
少花粉スギ種苗の生産と供給拡大に向けて	今野幸則	913 (4) 16-19
●日本の森林資源を活かした観光地域づくり		
—観光立国に向けての動きを、山や森林資源のストック活用にも—	福井 隆	914 (5) 2-6
○日本の森林を観光資源として活用する		
国有林における観光振興の取組について	中野 亨	914 (5) 8-11
自然休養林における利便性の向上、情報発信の強化に向けて		
～QR コードを活用した事例～	中村祐輔	914 (5) 12-15
トレッキングを通じた訪日外国人の受け入れと里山文化の再認識		
～信越トレイルを事例として～	木村 宏	914 (5) 16-19
●日本で早生樹を利用していくために		
～センダンを例にとって～	横尾謙一郎	915 (6) 2-6
○早生樹の利用に向けて—センダンに注目して		
「国産早生樹の需要はあるのか？」と聞かれて	松尾和俊	915 (6) 8-11
地域材開発プロジェクト SOUSEI	田中智範	915 (6) 12-15
国産材から早生広葉樹への取組に向けて	植木正明	915 (6) 16-17
長崎県のセンダン利用の取組について	里中秀明	915 (6) 18-19
●竹資源の有効活用		
○竹の有効活用と地域循環型利用		
山口県における竹バイオマス利用の取組	柴田昌三	916 (7) 2-6
薩摩川内市における竹に着目した取組		
「竹バイオマス産業都市構想」について	村上 勝・山田隆信	916 (7) 8-11
竹集成材家具で循環型社会を目指す		
	久保信治	916 (7) 12-15
	中山正明	916 (7) 16-17

題名	執筆者	号(月)頁
竹の有効活用～国産竹を使った突き板の開発～	竹田明夫	916 (7) 18-19
●文化財建造物の保存を支える森林資源 —植物性資材の確保とふるさと文化財の森の現在—	上野勝久	917 (8) 2-6
◎木の文化を支える森 文化財の維持に日本の森がなぜ必要か? 千年の技・千年の美 —檜皮葺を後世に伝えるために— 国産漆の供給と利用拡大に向けて ～淨法寺漆の取組について～	山本博一 村上英明 姉帶敏美	917 (8) 8-11 917 (8) 12-15 917 (8) 16-19
◎森林クラウドの活用～スマート林業の実現に向けて 「スマート林業」における情報共有の重要性 —森林情報の観点から— 石川県における森林クラウドの導入とその効果 茨城県における森林クラウドの導入とその効果 森林クラウドを通じて高精度森林情報を活用する	吉田城治 木本祥太 山野邊 隆 有富征洋	918 (9) 2-5 918 (9) 6-9 918 (9) 10-13 918 (9) 14-17
●日本はどのように木材輸出に取り組むべきか	遠藤日雄	919 (10) 2-6
◎国産材輸出促進のために 国産材の輸出拡大に向けた取組 国産スギ丸太で作った2×4部材の輸出に向けて 国産材輸出の取組を続けて	井上幹博 林 雅文 田之上裕明	919 (10) 8-11 919 (10) 12-15 919 (10) 16-19
●天然更新への期待と課題	酒井 武	920 (11) 2-6
◎天然更新技術を考える 北方森林の天然更新力を活かす地がき カラマツ人工林におけるカラマツ天然更新の誘導 スギ・ヒノキ人工林の針広混交林化を考える視点	石橋 聰 大矢信次郎 長池卓男	920 (11) 8-11 920 (11) 12-15 920 (11) 16-19
●小水力発電への期待と普及促進に向けて	稻垣守人	921 (12) 2-6
◎小水力発電～林内に眠るエネルギーの可能性～ 国有林の効果的な利活用による小水力発電の取組 ～花の郷水力発電所～ 地域主導型の小水力発電事業を部局横断で支援する 「小水力発電キャラバン隊」 つくばね発電所の復活で東吉野村を元気に	渡部昭心 赤羽又三郎 大谷彩貴	921 (12) 8-11 921 (12) 12-15 921 (12) 16-19

《報 告 等》

ミシガン州立大学・林学科での講義・実習を担当して（上） 木を使って守る生物多様性 『森林を育み森林を活かす森林整備技術』より 2017 森林・林業・環境機械展示実演会を見学 ミシgan州立大学・林学科での講義・実習を担当して（下） 平成 29 年度 林業技士（森林評価士・作業道作設士）合格者氏名 平成 29 年度 森林情報士 合格者氏名 森林情報士 2 級資格養成機関登録認定 平成 29 年度 森林情報士養成研修合格者の声 森林航測 2 級部門を受講して（森林航測 2 級部門） GIS と現場との架け橋に（森林 GIS1 級部門）	上原 巍 尾崎研一 大山誠一郎 志田大輔 上原 巍 林業技士事務局 森林情報士事務局 永瀬哲郎 田邊博朗	910 (1) 28-30 910 (1) 32-33 910 (1) 34-35 911 (2) 26-27 911 (2) 32-34 912 (3) 32-33 912 (3) 34-35 913 (4) 34 913 (4) 35
第 129 回 日本森林学会大会から 下刈り省力化を覗んだ造林要素技術の展開 薬剤使用の制約を見越して松くい虫被害対策を考える 平成 29 年度 林業技士養成研修合格者の声 木材生産と生物多様性保全の両立を目指して（森林環境部門）	宇都木 玄・八木橋 勉 中村克典 今井久子	914 (5) 29 914 (5) 30-31 914 (5) 32-33 914 (5) 34

題名	執筆者	号(月)頁
森林評価部門を受講して（森林評価部門）	岸本光樹	914 (5) 35
ドイツにおける森林での保健休養—森林と健康の国際会議— ジオインフォマティクス・OR・林業工学の連携へ向けた 森林資源におけるシステム分析シンポジウム (SSAFR2017) に見る研究動向	上原 嶽	915 (6) 26-29
森林・林業教育シンポジウム「森林・林業の専門教育を語る」	吉田美佳 井上真理子	915 (6) 30-33 915 (6) 34-35
『林木育種事業 60周年記念シンポジウム』より	川野康朗	916 (7) 20-21
日本森林学会 2017年度「林業遺産」選定事業	竹本太郎	916 (7) 31
No.24 矢部村における木馬道と木場作林業		916 (7) 32
No.25 我が国初の森林鉄道「津軽森林鉄道」遺構群および関係資料群		916 (7) 32
No.26 旧帝室林野局木曾支局庁舎および収蔵資料群		916 (7) 33
No.27 日本近代砂防の祖・諸戸北郎博士の設計による渓間工事建造物群		916 (7) 33
No.28 遠山森林鉄道の資料および道具類・遺構群		916 (7) 34
No.29 海部の樵木林業		916 (7) 34
No.30 進徳の森と中村弥六の関連資料群		916 (7) 35
No.31 北山林業		916 (7) 35
日本森林技術協会 第73回定期総会報告		917 (8) 29-38
研究から実践へ—タスマニアにおける保持林業—	山浦悠一・山中聰・ 明石信廣	918 (9) 26-29
第28回『学生森林技術研究論文コンテスト』受賞論文の紹介		
根圈のカリウム濃度がコナラ実生のセシウム吸収に及ぼす影響	小林里緒奈	918 (9) 36
青葉山スギ個体群の集団遺伝学的解析	小沼佑之介	918 (9) 37
ミズナラにおける萌芽枝形成と抑制芽との関係	平方広大	918 (9) 37-38
第63回『森林技術賞』の業績紹介		
山菜・野生きのこの選抜及び栽培方法の確立・普及	松本則行	919 (10) 32-33
緩中傾斜地における高性能林業機械を活用した 作業システムの開発と普及	対馬俊之・渡辺一郎	919 (10) 33
スギ心持ち柱材の高品質乾燥技術の開発とその普及 (努力賞) 森林に生息するハバチ類の形態と生態に関する調査研究	片桐幸彦 小島治好	919 (10) 34 919 (10) 35

《知っておきたい！ 政策・研究・技術》

第28回 林業サプライチェーンにおけるトラック輸送の可能性	吉田美佳	919 (10) 24-27
第29回 民間資金によるJCM-REDD+促進のための課題とその対応	平塚基志・淺田陽子	920 (11) 24-27

《統計に見る日本の林業》

花粉発生源対策	林野庁	910 (1) 31
野生鳥獣による森林被害	〃	911 (2) 35
素材価格と山元立木価格の動向	〃	912 (3) 38
木質バイオマスのエネルギー利用	〃	913 (4) 7
機械化による生産性の向上	〃	914 (5) 28
「平成29年度森林・林業白書」が公表されました！	〃	916 (7) 7
野生鳥獣による被害の状況	〃	917 (8) 28
木材供給量と木材自給率の推移	〃	918 (9) 19
我が国の木材輸出額の推移	〃	919 (10) 37
建築物全体と公共建築物の木造率の推移	〃	920 (11) 38
国産材の素材生産量は近年増加傾向	〃	921 (12) 30

題名	執筆者	号(月)頁
《産業界とともにめざす森林再生の未来Ⅱ》		
第8話 森林再生事業化委員会 2017年活動報告	酒井秀夫	910 (1) 26-27
第9話 清水建設株式会社 森林資源を活用したグリーンバリュープログラム®	澤村元一朗	912 (3) 26-27
第10話 イワフジ工業株式会社 林業機械の革新と進化—ラジキャリー(自走式搬器)の 2017年度グッドデザイン賞受賞に寄せて—	及川雅之	914 (5) 26-27
第11話 平成30年度 重点政策提言について	酒井秀夫	916 (7) 28-29
第12話 住友建機株式会社 住友建機の林業機械—SH135X-7 林業仕様機の開発—	河上 孝	919 (10) 30-31
《連載》		
新・誌上教材研究 子どもにすすめたい「森」の話	山下宏文	
その39 ニルスが見たスウェーデンの森(その1)		910 (1) 7
その40 ニルスが見たスウェーデンの森(その2)		912 (3) 7
その41 ニルスが見たスウェーデンの森(その3)		914 (5) 7
その42 ニルスが見たスウェーデンの森(その4)		916 (7) 30
その43 山を感じる心		918 (9) 18
その44 秋の森の実り		920 (11) 7
菊ちゃんの植物修習Ⅱ 奮闘のジャーニー	菊地 賢	
18 溪谷の美女(後編)～ジョウロウホトトギスの地域分化～		911 (2) 20-21
19 箱根の難題～ヒメシャラとヒコサンヒメシャラ～		913 (4) 20-21
20 W先生の秘境～愛鷹の谷のイワユキノシタ～		915 (6) 20-21
21 この大陸の片隅に(前編)～長白山の針広混交林を見る～		917 (8) 20-21
22 この大陸の片隅に(後編) ～長白山の頂でクレストフ博士がつぶやいた～		919 (10) 20-21
23 シオジの来訪者～キム博士と旅した四日間		921 (12) 20-21
研修そして人材育成	水野雅夫	
第16回 年頭の念頭～Felling Trainer が変える伐倒指導～		910 (1) 20-21
第17回 初心者に伐倒させるまでの10 Steps Method(その1)		912 (3) 20-21
第18回 初心者に伐倒させるまでの10 Steps Method(その2)		914 (5) 20-21
第19回 初心者に伐倒させるまでの10 Steps Method(その3)		916 (7) 22-23
第20回 これからの研修～何を止め、何を始めるのか～		918 (9) 20-21
第21回 成果発表会ノススメ		920 (11) 20-21
森と木の技術と文化	内田健一	
第10話 巨木の脱皮		911 (2) 7
第11話 家庭菜園のススメ		913 (4) 33
第12話 ヤマビル		915 (6) 7
第13話 森の墓		917 (8) 7
第14話 「焚き火」		919 (10) 7
第15話 国際的スキー場		921 (12) 7
チェック!		
② 受け口と追い口	弓張 瞳	910 (1) 22-23
③ 事故の恐怖と向き合うことの大切さ	喜多 明	912 (3) 22-23
④ 森の担い手育成の現場から	伊得 浩	914 (5) 22-23
⑤ 指導者養成研修を終えて	森淵百合明	916 (7) 24-25
⑥ 岡山県における現場指導者への研修	安東義朗	918 (9) 22-23
⑦ きこりコミュニケーション～生還のために～	佐藤靖愈紀	920 (11) 22-23

題名	執筆者	号(月)頁
パリ協定と森林		
第三回 気候変動枠組条約 COP23 の報告	五関一博・大川幸樹	910 (1) 24-25
第四回 欧州が志向する木材によるエネルギー集約的資材と化石燃料の代替効果	〃	911 (2) 22-23
第五回 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の動向	〃	912 (3) 24-25
第六回 気候変動への適応	〃	913 (4) 22-23
第七回 米国の森林吸収源	大沼清仁・大川幸樹	914 (5) 24-25
第八回 タラノア対話と非国家アクター	高橋美佐紀	915 (6) 22-23
第九回 長期戦略と森林・林業	河内清高	916 (7) 26-27
第十回 EU のルールブック	大沼清仁・大川幸樹	917 (8) 22-23
第十一回 BECCS の課題と見通し	〃	918 (9) 24-25
第十二回 アジアにおける温室効果ガスインベントリ整備に関するワークショップ	西村雅也	919 (10) 22-23
第十三回 IPCC1.5°C特別報告書のポイント	石内 修	921 (12) 26-27
3.11 震災の記憶と復興		
その 17 運行再開に向けた準備が進む鉄路	内田信平	910 (1) 37
最終回 岩手県立大学の学生による被災地支援活動 「復興 girls *」		912 (3) 37
つなぐ、記憶 つなぐ、想い		
① 100 年後に TSUNAMI を伝えるために	小池 潔	914 (5) 37
② 活動のスタートと初めての植樹		916 (7) 37
③ 活動の原点		918 (9) 35
④ 岩手県下閉伊郡山田町：復興さくらの丘		920 (11) 37
次世代につながる空中写真		
第 1 回 なぜ「空中写真」なのか —これまでを振り返り、先に備える—	中北 理	911 (2) 24-25
第 2 回 デジタル立体視の仕組み —どうしてすごいことになったのか—		913 (4) 24-25
第 3 回 こんなにもある立体視の利点 —なぜこれに気付かなかったか—		915 (6) 24-25
第 4 回 UAV 画像の立体視化—ドローン画像を最大限に活かす—		917 (8) 24-25
第 5 回 (最終回) オルソ画像から中心投影画像へ —一次世代につながる GIS 管理とは—		919 (10) 28-29
《特別寄稿》		
森林の改善にはヨーロッパ方式の択伐林の導入を（上）	梶原幹弘	911 (2) 28-31
森林の改善にはヨーロッパ方式の択伐林の導入を（中）	〃	912 (3) 28-31
森林の改善にはヨーロッパ方式の択伐林の導入を（下）	〃	913 (4) 26-29
LiDAR データと GIS 解析を活用した森づくりの KPI ～「森林環境譲与税」に対応可能な森林監査の仕組みを考える～	田中和博	920 (11) 32-35
森林の改善にはヨーロッパ方式の択伐林の導入を（補遺）	梶原幹弘	921 (12) 22-25
《会員の広場》		
IUFRO RG3.03.00 と RG3.06.00 の合同アジア地域ミーティング報告 —山岳林における主伐の生産性と安全性— 土壤踏圧と森林の科学—欧州と札幌の事例から—	山田容三 菅井徹人・渡部敏裕 佐藤冬樹・小池孝良	913 (4) 30-32 918 (9) 30-33
現場で発生した枝条等をチップ化処理する工事に係る費用の積算について ～機械賃料の見積りと張付け方式による機械経費の計算例	関 憲一郎	920 (11) 28-31

題名	執筆者	号(月)頁
《本の紹介》		
『原発事故と福島の農業』(根本圭介 編)	金子信博	910 (1) 36-37
『林業現場人 道具と技 Vol.17 皆伐の進化形を探る』(全国林業改良普及協会 編)	藤掛一郎	910 (1) 36-37
『林ヲ営ム 木の価値を高める技術と経営』(赤堀楠雄 著)	藤森隆郎	911 (2) 36-37
『森林アメニティ学 一森と人の健康科学—』 (上原 巍・清水裕子・住友和弘・高山範理 著)	清和研二	911 (2) 36-37
『阿里山森林鉄道 Alisahan Logging Railroad 1966 ~ 1968』 (KEMURI PRO. 著)	矢部三雄	913 (4) 36-37
『森林科学シリーズ全13巻【1】巻 森林の変化と人類』 (中静 透・菊沢喜八郎 編)	只木良也	915 (6) 36-37
『造林学 フィールドノート』(上原 巍著)	小池孝良	915 (6) 36-37
『地域資源を活かす 生活工芸双書【5】桐』 (八重樫良暉・猪ノ原武史・五十嵐馨ほか 著)	小柴 謙	916 (7) 36-37
『五感で調べる 木の葉っぱずかん』(林 将之 著)	山崎隆雄	916 (7) 36-37
『東アジアにおける森林・木材資源の持続的利用 —経済学からのアプローチ—』(馬 駿・今村弘子・立花 敏 編著)	堀 靖人	917 (8) 26-27
『樹木学事典』(堀 大才 編著)	山田利博	917 (8) 26-27
『森づくりの原理・原則 自然法則に学ぶ合理的な森づくり』 (正木 隆著)	藤森隆郎	918 (9) 34-35
『H・フォン・ザーリッシュ 森林美学』 (小池孝良・清水裕子・伊藤太一・芝 正己・伊藤精悟 監訳)	小野良平	918 (9) 34-35
『世界の林道 上／下』(酒井秀夫・吉田美佳 著)	板谷明美	920 (11) 36-37
『複合林産型』で創る国産材ビジネスの新潮流 川上・川下の新たな連携システムとは』(遠藤日雄 著)	伊藤勝久	921 (12) 28-29
『こんな樹木葬で眠りたい 自分も家族も幸せになれるお墓を求めて』(上田裕文 著)	小池孝良	921 (12) 28-29
《新刊図書紹介》		
911 (2) 37 913 (4) 37 915 (6) 37 917 (8) 27 919 (10) 36 921 (12) 29		
《木になるサイト紹介》		
「森の活人」(秩父地域森林林業活性化協議会) 巨樹・巨木林データベース	秩父市森づくり課 環境省生物多様性センター	912 (3) 36-37 914 (5) 36-37
《木になるツール紹介》		
簡易林内計測ツール	吉田城治	914 (5) 36-37
《緑の付せん紙》		
当協会職員が国際セミナーに登壇! 2018 ミス日本 みどりの女神 竹川智世さん 日林協を表敬訪問 平成30年度 森林情報士研修開講! 鳥獣被害対策コーディネーター等育成研修会	橋口秀実 一 正和 一 正和 山本英恵	912 (3) 36-37 913 (4) 36-37 919 (10) 36 920 (11) 36-37

題名	執筆者	号(月)頁
《お知らせ等(その他)》		
CW法に基づく登録業務		910(1)(表紙裏)
林業機械化推進シンポジウム		910(1)31
『森林ノート2018』のご案内		910(1)(39)
木質バイオマス利用成果報告会		911(2)27
羅森盤通信2月号		911(2)(39)
LP-LiC工法 ワークショップ		912(3)6
羅森盤通信3月号		912(3)(40)
木の建築フォラム(公開フォラム)		913(4)6
羅森盤通信4月号／『森林ノート2018』のご案内		913(4)(40)
木の建築フォラム(公開フォラム)		914(5)29
森林技術賞・学生森林技術研究論文コンテストの受賞者		916(7)38
森林総合研究所公開講演会／森林整備センター公開シンポジウム2018		918(9)38
森林整備センター公開シンポジウム2018		919(10)35
代議員選挙の告示について	代議員選挙管理委員会	919(10)38-42
2018森林・林業・環境機械展示実演会		920(11)27
『森林ノート2019』のご案内		921(12)(表紙裏)
『森林技術』総目次(平成30年—2018年・910～921号)		921(12)31-37

会員
募集中！

ぜひ、
お知り合いの方を
ご紹介ください！

会員
特典

「森林技術」
を毎月送付

「森林ノート」
を無料配布

物品・図書
10%off

【年会費】個人会員:3,500円、団体会員:6,000円(一口)、学生会員:2,500円
※当協会ホームページの入会フォームからお申し込みいただけます。



一般社団法人日本森林技術協会
Japan Forest Technology Association

【お問い合わせ先】会員事務担当
TEL 03-3261-6968 FAX 03-3261-5393

01

韓国でシンポジウム開催 (JAFTA × KFCA 日韓協働事業)

当協会と韓国山地保全協会は、平成25年度から森林・林業技術の向上や政策提言等に向けた協働事業を行っています。その一環として本年は下記の通り韓国でシンポジウムを開催、当協会からは福田理事長と加藤指導役の2名が出席しました。

開催日：2018年11月21日（水）

テーマ：山地と森林環境の復旧および復元対策

02

「森林技術賞」等の募集

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64回森林技術賞』及び『第29回学生森林技術研究論文コンテスト』の募集を12/15から開始します。詳しくは、当協会Webサイトをご覧ください。

03

森林ノート2019のご案内

普通／団体会員の方には本号とともにお送りします。詳しくは、当協会Webサイトまたは本誌（表紙裏）の案内をご覧ください。

04

会員の登録情報変更について

異動・転居に伴う会誌配布先等の変更については、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、ご自身で行っていただくことができます。なお、情報変更に必要な会員番号は会誌をお届けしている封筒の表面・右下に記載しています。

お問い合わせはこちら → mmb@jafta.or.jp (担当：吉田 功)

05

日林協デジタル図書館

2015年発行の「森林技術」12号分を近日中に公開します。

公開内容の一覧を事前に当協会Webサイト「お知らせ」欄に掲載します。著作者の方からのご意見やご不明な点がございましたら、担当までご連絡ください。

お問い合わせはこちら → dlib@jafta.or.jp (担当：一 正和)

お問い合わせ

●会員事務／森林情報士事務局

担当：吉田（功）

Tel 03-3261-6968

✉ : mmb@jafta.or.jp

●林業技士事務局

担当：飯田

Tel 03-3261-6692

✉ : jfe@jafta.or.jp

●本誌編集事務

担当：一，馬場

Tel 03-3261-5518

(編集) ✉ : edt@jafta.or.jp

●デジタル図書館／販売事務

担当：一

Tel 03-3261-6952

(図書館) ✉ : dlib@jafta.or.jp

(販売) ✉ : order@jafta.or.jp

●総務事務（協会行事等）

担当：見上，関口，佐藤（葉）

Tel 03-3261-5281

✉ : so-mu@jafta.or.jp

●上記共通

Fax 03-3261-5393

会員募集中です

●年会費 個人の方は3,500円、団体は一団体会員は6,000円です。なお、学生の方は2,500円です。

●会員特典 森林・林業の技術情報等をお伝えする『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、その他、協会販売の物品・図書等が、本体価格10%offで購入できます。

編集後記

mnt

再生可能エネルギーといえば、“木質バイオマス”を思い浮かべる方が多いでしょうか。今号のテーマである“小水力発電”も木質バイオマス同様、山間地でそのボテンシャルが高く、堰堤や用水路等の既存施設が利用できたり、他の発電方法に比べ小規模な施設で実施できることもメリットです。地域の活性化にも期待がかかる小水力発電の普及に向けた取組が広がっています。

森林技術 第921号 平成30年12月10日 発行

編集発行人 福田 隆政 印刷所 株式会社 太平社

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

〒102-0085 TEL 03(3261)5281(代)

東京都千代田区六番町7 FAX 03(3261)5393

三菱UFJ銀行 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

〔普通会員3,500円・学生会員2,500円・団体会員6,000円／口〕

＼60歳前後の会員の皆さまへ／ 「終身会員」への変更をご検討ください

11月開催の理事会で承認をいただき、「終身会員」の募集が復活しました。
60歳前後の会員の皆さまは、「終身会員」への変更を是非ご検討ください。

【ポイント】

〔終身会員になるには？〕

- ・60歳以上の会員の方であればどなたでも、「会員現況変更届」（当協会HPからダウンロード可）を提出いただくことで「終身会員」になることができます。

〔終身会員の会費は？〕

- ・変更届出時に一括して「一時金3万円」を納入いただく（以後、永年支払不要）、もしくは、年会費1,000円を毎年お支払いいただく、のいずれかを選択いただけます。
- ※なお、これに伴い、従前からの終身会員の方々からは、2019年度分より年会費を徴収しないこととします。

【お問い合わせ】 一般社団法人日本森林技術協会 管理・普及部（会員事務担当）

TEL:03-3261-6968 FAX:03-3261-5393 E-mail:mbb@jafta.or.jp

地方公共団体の皆様の 「地域づくり・森林創生」をサポートする 地域森林創生支援室 を開設しています！

私たち日本森林技術協会は、森林環境譲与税を活用し地方公共団体の皆様が主体となって進める、森林の整備や人材の育成、地域産木材の活用等、さまざまな取組をトータルでサポートすることで、「地域の夢」の実現を支援します。

支援に関するお問い合わせは、
地域森林創生支援室 ヘルプデスクへご連絡ください。
また、専用のお問い合わせフォームもご用意しています。

【お問い合わせフォーム】

当協会WebサイトTOP
「地域森林創生支援」の
ボタンをクリック！



一般社団法人日本森林技術協会 事業部 【地域森林創生支援室 ヘルプデスク】
TEL:03-3261-9112(三宅) または 03-3261-6783(宗像) FAX:03-3261-3044 E-mail:sousei@jafta.or.jp

松枯れ予防
樹幹注入剤

マッケンジー

農林水産省登録 第22571号

有効成分：塩酸レバミゾール…50.0%
その他成分：水等…50.0%

好評 !!



専用注入器でこんなに便利 !!

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

■適用病害虫名および使用方法

作物名	適用病害虫名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の 使用回数	使用方法	農薬の 総使用回数
まつ (生立木)	マツノザイ センチュウ	原液	1孔当たり 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
			1孔当たり 2ml			樹幹部に10~15cm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 5,600 名、通信研修受講者
2,100 名、証明書発行 1,800 件（H29 年度）

☆詳しくは HP 及び下記にお問い合わせください

一般社団法人 森林・自然環境技術者教育会 (JAFEE)

CPD 管理室 (TEL : 03-3261-5401)

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

東京都千代田区六番町7（日林協会館）

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。当協会で実施している『林業技士（森林評価士・作業道作設士）』についても、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、林業の成長産業化に向けた新たな時代に必要な技術力を身につけていただ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26年度に林業技士の新規登録を行った方と、平成26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31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。

●登録更新の基準

登録更新をする場合、次のいずれかの要件を満たすことが必要です。

- 更新直前5年間の技術研鑽の総取得点数が30点以上
- 更新直前5年間の総CPD取得時間が100CPD時間以上

●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。

この再登録の申請期間は、登録更新と同じく1月～2月末日です。

※ 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。

登録更新の流れ

上記の登録有効期限が平成31年3月31日となっている方には、12月中旬に登録更新のご案内とともに「登録更新の手引き」を郵送する予定です。また、下記のような流れで手続きを進めますので、該当の方はご準備をお願いします。

詳細につきましては、適宜、当協会Webサイト等でも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30年12月中
- 2) 登録更新の申請期間 平成31年1月～2月末まで
- 3) 新しい登録証の交付 平成31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、至急、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：飯田 Tel 03-3261-6692 Fax 03-3261-5393

[URL] <http://www.jafta.or.jp> [E-mail] jfe@jafta.or.jp

環境計測、

この一手。

昭和三十一年十二月十日発行
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

第九二二号

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

小型軽量シンプル記録計

TAMA Pod



主な特長

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

AQUA アクア

水圧式水位観測装置

¥203,040(本体価格 ¥188,000)

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

【付属品】

水圧式水位計

KDC-S10-S-TM/N
30mケーブル付



LLUVIA II ジュビア

警報出力付雨量観測装置

¥75,600(本体価格 ¥70,000)

- 【別売品】
- 雨量計
KDC-S13-R1-502
- 警報ユニット
Alarm-01



PT ピーティー

白金測温抵抗体用記録装置

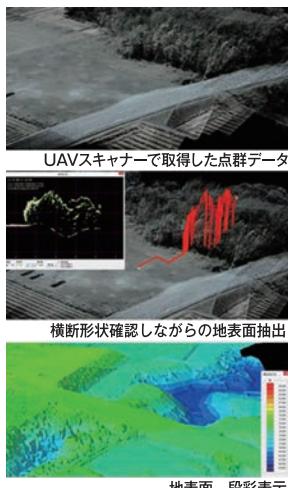
¥73,440(本体価格 ¥68,000)

- 精度：0.2°C
- 分解能：0.01°C

- 【別売品】
- 白金測温抵抗体 KDC-S03



UAV専用2Dレーザースキャナー



主な特長

- 軽量 コンパクト
- 測距範囲 300m
- 正確な三次元座標を取得
- 高コストパフォーマンス
- 高環境性 (IP65)
- 簡単操作

2Dスキャナー
PS250-90 LW for UAV

PS250-90LW OPEN 価格

タマヤ計測システム 株式会社

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