

# 森林技術



《論壇》マツ枯れ被害の最前線／中村克典

《特集》マツ枯れ 被害把握と監視体制  
杉山 徹／竹中悠輝・加藤正人／池田将信

●報告 第128回 日本森林学会大会から

●報告／中野敞夫／吉田美佳

●平成28年度 林業技士養成研修合格者の声

2017

5

No. 902



# もりったい

まるで本物の  
森林がそこにある



3Dメガネで  
立体に見える！

3D

デジタル  
解析



ここまで進化した  
デジタル森林解析

空中写真を100%使い尽くす！  
立体視と専門的な解析を簡単操作！



境界の記憶がよみがえる？

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

現地調査の替わりになる？

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



実態に即した林相区分が効率的にできる？

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

森林簿の資源量を見直さなくて大丈夫？

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

お問い合わせ先

もりったい

検索

E-mail : dgforest@jafta.or.jp

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

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

サポート契約の料金

(税別)

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

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

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



# 森林技術 No.902 —— 2017年5月号

## 目 次

論 壇	マツ枯れ被害の最前線	中村克典	2
連 載	新・誌上教材研究その35 子どもにすすめたい「森」の話 ブナの森の彩り	山下宏文	7
特 集	マツ枯れ 被害把握と監視体制 青森県における松くい虫被害木の早期発見に向けた取組 衛星画像によるマツ枯れの被害把握	杉山 徹 竹中悠輝・加藤正人	8 12
	ArcGIS とスマートフォンを使った 『枯れ松通報システム』と被害調査	池田将信	16
連 載	研修そして人材育成 第12回 「油断」と「出し惜しみ」	水野雅夫	20
統計に見る日本の林業	森林組合の素材生産の事業量は増加傾向	林野庁	22
報 告	第128回 日本森林学会大会から 森林におけるシカ問題の解決に向けて 明石信廣・藤木大介・田村 淳・安藤正規・飯島勇人		24
	木質バイオマス発電のための未利用木材を 長期にわたり安定的かつ調和的に供給するために 横田康裕・寺岡行雄・久保山裕史・吉岡拓如・有賀一広		26
報 告	アテさし穂の供給に関する考察	中野敏夫	28
報 告	林業工学分野の海外研究情報と博士課程の育成	吉田美佳	30
養成研修	平成28年度 林業技士養成研修合格者の声 森林環境部門を受講して (森林環境部門) 森林評価部門を受講して (森林評価部門)	岩永 裕 大田浩二	34 35
本の紹介	栗の文化史 日本人と栗の寄り添う姿	杉浦孝蔵	36
木になるサイト紹介	森林総合研究所 木材データベース	能城修一	36
3.11震災の記憶と復興	原発事故による避難指示区域の今 (上)	内田信平	37
ご案内等	日本森林学会公開シンポジウム 11／国際ウッドフェア 2017 19／木の建築フォラム (公開フォラム) 23／協会からのお知らせ 38／羅森盤通信 (39)		



### 〈表紙写真〉

『津軽半島屏風山の海岸クロマツ林』(青森県つがる市) 中村克典氏 撮影 (文とも)

青森県津軽半島の日本海側に広がる砂丘地は屏風山と呼ばれ、クロマツやカシワからなる海岸林が広がっている。地域の生活と産業を守る重要な海岸マツ林へのマツ枯れの侵入が警戒されているが、マツ枯れは屏風山南端から約20kmの地点まで迫っている。

# マツ枯れ被害の最前線

国立研究開発法人森林研究・整備機構  
森林総合研究所東北支所 生物被害研究グループ長  
〒020-0123 岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷 92-25  
Tel 019-641-2150 Fax 019-641-6747  
E-mail : knakam@ffpri.affrc.go.jp

広島大学大学院生物圏科学研究科博士課程後期中退 博士(学術)。大学院時代より始め、森林総合研究所に就職後も九州支所で13年、東北支所でこれまで12年にわたり、一貫してマツ材線虫病(松くい虫被害)に関する生物の生態と防除に関する研究を担当。東日本大震災以降は、津波による海岸マツ林被害に関する調査研究にも従事。



なか むら かつ のり  
**中村克典**

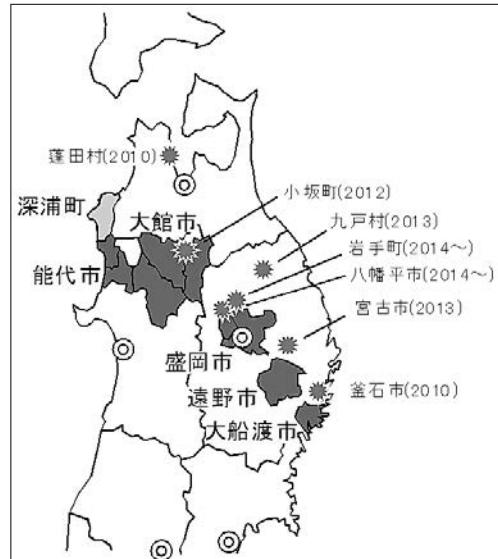
## ● 「青森で集団枯死」の衝撃

2015年夏、青森県深浦町広戸地区でクロマツの集団枯死が見つかり、その後の検査によりこれらの木はマツ材線虫病に感染していたことが判明しました(次項参照)。青森県内ではこれまでにも数回、マツ材線虫病への感染によるマツの枯死が発生したことがありました<sup>1)</sup>。しかし、それらはいずれも単木的で、また、枯れ木へのマツノマダラカミキリの加害も確認されていなかったので、偶発的に飛来ないし持ち込まれたマツノマダラカミキリ成虫によってもたらされたマツ枯れであり、枯れ木を適切に処分すれば十分に対処可能と見なせるものでした。また、被害侵入への備えとしては、秋田県側のマツ枯れ被害分布地域に近い日本海沿岸の西南部県境地帯を重点に、監視・警戒活動が展開されていました。そんな中、県境から20km以上も離れた場所で集団的なマツ枯れが発見されたという事態は、我々研究者にとっても衝撃的なものでした(写真①)。

調査が進むにつれ、広戸地区のマツ枯れは2015年になって新たに侵入したというより、数年前から徐々に広がってきたものらしい、と考えられるようになっています。それはすなわち、初期の侵入が見逃されたことを意味します。認めがたい現実ではあるのですが、既往の被害地とはまったく無縁な遠隔地、さらに集落から離れた段丘上の下層植生の繁茂した放置林という目の届きにくさを考えると、侵入初期の少数のマツ枯れが見逃されたとしても無理からぬところがあります。一方、2015年の「発見」は、青森県によるヘリコプターを使った定期的な空中探査の途上のことでした(既



▲写真① 青森県深浦町広戸地区のマツ枯れ被害  
発生現場における現地検討会（2016年7月）



►図① 東北地方におけるマツ枯れ被害の前線  
星印は近年の単木的被害発生地点を示す。

被害地から遠く離れた広戸地区は調査対象地域ではなく、移動の経路にあたっていた）。定期的な空中探査が導入されていたからこそ、そして何より、本来あり得ない地域に発生したマツ枯れを視認できる「目利き」が存在したからこそ、被害がこの程度のうちに発見できたのです。広戸地区のマツ枯れがこれからどうなるかについてはまだまだ予断を許さないところですが、この件に関わるこれまでの経緯は、先端地におけるマツ枯れ被害発見の難しさと探査活動の重要性を端的に示す例と言えるでしょう。

## ●最前線のマツ枯れ被害

ここまで特に断りなく使ってきたのですが、この文章では「マツ枯れ」の用語をマツ材線虫病によるマツ類樹木の枯死被害に対して使うことにします。マツ材線虫病は病原体のマツノザイセンチュウがマツノマダラカミキリ及びその近縁種によって運ばれることで発生するマツ類樹木の伝染病です。

マツ枯れ被害の分布の前線は東北地方を北上し続けてきました。2016年時点での集団的な被害の北限は、太平洋沿岸では岩手県大船渡市、岩手県内陸部では遠野市～盛岡市、秋田県内陸部では大館市～能代市にあります（図①）。そして日本海側では2006年より秋田～青森県境に防除帯（後述）を設置してマツ枯れの青森県侵入に備えてきたところですが、2015年に深浦町広戸地区で集団枯死が発見され、ここが被害の北限となっています。集団的な被害が一旦発生してしまうと、そこから飛び出したマツノマダラカミキリによる飛び火的なマツ枯れが周辺数キロの範囲に発生することになります。実際、岩手県や秋田県では集団枯死の北限を越えた場所でもしばしば単木的な被害が発見され、駆除されてきています。広戸地区の被害が発生するまでの青森県深浦町でも、県境部で単木的被害の発生が繰り返されていました<sup>1)</sup>。また、単木的な被害はマツノマダラカミキリが自力で飛来したと考えるには不自然な遠隔地に

発生することがあります。今回の広戸地区の被害もその一例と言えるでしょう。このような事態は、カミキリが交通機関等に乗って運ばれる（ヒッチハイキング）などの偶発的、事故的な原因によると考えられますが、証拠が残らないので経路を特定することができません。いずれにせよ、マツ枯れの分布の前線部は集団枯死が発生してマツ枯れが定着しつつある地域の先に、低密度に発生する飛び火的な被害を伴っているのが通常です。同様な被害分布の前線は、長野県に代表される高標高地のマツ林でも見ることができます。

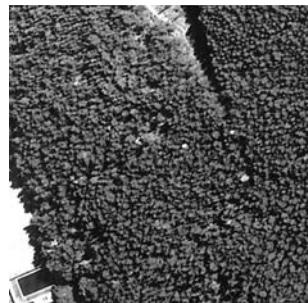
被害分布の前線は、マツ枯れが西南日本の低標高な場所から広がってきたという歴史的な経緯と、マツ材線虫病の温度依存性という生物学的な要因によって生じています。マツ材線虫病の温度依存性というのは、マツ材線虫病の病原体であるマツノザイセンチュウや媒介者のマツノマダラカミキリが変温動物であるため、一定以下の温度環境のもとでは活動が制限されて病気自体の発生が抑制されるであろうという考え方です。東北地方における被害分布北限の緯度が、夏の気温の低い太平洋側で低く、<sup>アシマ</sup>対馬暖流の影響を受ける日本海側で高いのには、このことが影響しています。気温が高いほど被害が広がりやすいということになると、どうしても気になるのは地球温暖化の影響です。温暖化が進めば、寒さで守られてきた高緯度、高標高の地域にマツ枯れが広がりやすくなることは疑いありません。しかし、現在見られるマツ枯れ分布域の北上ないし高標高地への拡大をそのまま地球温暖化の表れとみるのは早計です。現状の被害分布拡大は気温から想定される範囲内にとどまっており、その中で被害分布が拡大しているのは、人によるマツ枯れ防除の努力が病気の勢力に圧されているからに他なりません。前線部でのマツ枯れ対策が思うように進まないときに必要とされるのは、温暖化による不可抗力に思いを巡らすことではなく、まずは実施されているマツ枯れ対策のあり方を見直すことなのです。

## ●最前線でのマツ枯れ対策に要求されること

最前線であれ既被害地であれ、マツ枯れ防除でやらなければならないことに変わりはありません。被害木の伐倒駆除（カミキリが生息する枯死木に処理を施し、カミキリを死滅させるか成虫の脱出を阻止すること）を徹底し、周辺生存木への予防措置（カミキリ成虫の飛来が予測されるときに前もって樹冠に殺虫剤を撒き付けておく予防散布、樹体内に侵入したセンチュウの活動を阻止する殺線虫剤の樹幹注入など）を施すことに尽きます。また防除技術に関し、前線被害地の特性を考慮したさまざまな実施事例については本誌 857 号の記事を参照いただければと思います<sup>2)</sup>。以下では、最前線部のマツ枯れ対策をすすめる上でのいくつかの論点について、筆者の考えを述べます。

### （1）被害木探査をどのようにすすめるか

前線部でのマツ枯れ対策で、侵入初期の少数の被害木を着実に発見し、駆除することが重要なのは自明ですが、それを実現することは困難です。通常、被害木探査は地



▲写真② 自然色写真（左）と赤外線写真（右）による

マツ枯れ被害木の判読

白黒印刷のためわかりにくいが、自然色では緑葉の中に茶褐色で示される針葉変色木が赤外では赤紫色の中に白く浮き出るように表現され、判読が容易になっている。



▲写真③ 雪害で生じた折損木

折損部の根元側はマツノマダラカミキリの繁殖源となっている場合があるが、このような木を上空からの探査で見つけ出すことは難しい。

上からの巡視によって行われていますが、この方法で広い範囲を十分な精度で調査できないことは明らかです。そこで、ヘリコプター等を利用した空中からの探査が行われてきたのですが、限られた飛行時間の中で探査できる範囲には限界がありました。これに対し、我々は適切な時期に撮影された航空写真を用いて被害木探査を行う方法を提唱しました<sup>3)</sup>。一旦撮影してしまえば時間の制約なく探査を行うことができるだけでなく、マツ枯れによる針葉変色を鮮明に捉えられる赤外線写真を援用できること（写真②）、写真をオルソ化すれば写真上で被害木の緯度・経度を割り出せること、デジタル処理により拡大縮小や3D表示も可能であることなど、多くの利点がある方法です。航空写真に限らず、高精度な衛星画像やドローンを使った空中撮影などもマツ枯れ探査の有効なツールとなってくるでしょう。ただし、どのような手法を使うにせよ、上空からの探査では林冠下の劣勢木や折損木等の隠れた被害木を検知することはできません（写真③）。そして、マツノザイセンチュウやマツノマダラカミキリはそれらの木でも増殖することができます。このような木まで探し出そうとすれば、林内を巡回する綿密な地上探査に頼らざるを得ません。空中探査の導入により地上探査は無効化されるのではなく、むしろ補完的に活用されるべきものなのです。

## （2）潜在感染の存在を前提とした対策

前線部のマツ枯れ被害地といえば、通常は高緯度または高標高の寒冷地です。寒冷地ではマツ樹体に侵入したマツノザイセンチュウが直ちに病気を起こすことなく潜伏し（潜在感染<sup>4)</sup>）、その後数年のうちに日和見的に発症するというようなことが起こります。つまり、枯れ木が1本見つかれば、その周囲には今後枯れる可能性のある木が何本もひそんでいる、ということになります。このため、被害木を完全に駆除しているはずなのに何年経っても枯れ木が発生してきたり、また恐ろしいことには、マツノマダラカミキリ成虫の活動期に人知れず衰弱して、そこに誘引されたカミキリが周囲にさらなる感染をもたらすという事態すら起こります。このため、海外では前線部で被害木が発生すると周囲の一定範囲の生木を道連れに皆伐・除去するというよう

な処理が行われることがあります。そこまで極端でなくとも、前線部に被害木が発生した場合には周辺の衰弱木を発見するための樹脂滲出調査を行ったり（写真④）、少なくとも数年にわたり潜在感染木の発症による新たな枯死木の発生に備えてモニタリングを実施するような取組は必要となってくるでしょう。

### （3）外部からの飛来に備える

最前線部の処理をいかに完璧にこなしても、背後の既被害地からマツノマダラカミキリが続々飛来する状況が続いているは、

いたちごっこです。飛来するカミキリから未被害地マツ林をガードするのに最も有効な方法といえば予防散布なのですが、昨今の社会情勢のもとで新たに大規模な予防散布を導入することは至難です。予防散布が使えない中でマツノマダラカミキリの移動を抑制するために、既被害地と未被害地のマツ林の連続性を断ち切るためのマツ林伐採という手法がとられることがあります。

例えば、青森－秋田県境の日本海沿いの地域では2006年より県境部の2カ所で南北2kmの幅にわたってクロマツ林を皆伐する「県境防除帯」が設置されました<sup>1)</sup>。県境から遠く離れた広戸地区で集団被害が発生してしまっている現在でも、県境部でのマツ枯れ被害発生は十分に抑制されており、防除帯はその機能を発揮し続けていると判断できます。2017年には盛岡森林管理署が地元自治体や山林所有者と協働して、岩手県内陸部でのマツ枯れ北上阻止に向けた「岩手町横断松くい虫防除帯」を設定しました。この事業では、除去の対象となるアカマツを単に切り捨てるのではなく、伐採木も跡地も積極的に利用することが計画されています。防除事業を地域の林業振興に結びつける、一歩進んだ取組と言えるでしょう。

なお、マツノマダラカミキリの飛来を抑制するのであれば、発生源となっている後背の被害地での伐倒駆除を徹底することこそが本来最も重要であることを、最後に強調しておきたいと思います。

[完]

#### 《引用文献》

- 1) 中村克典（2015）東北地方における近年の松くい虫被害の実態と防除対策、林業と薬剤 211, 1-9
- 2) 中村克典（2013）マツ枯れ最前線で取り組まれている防除、森林技術 857, 7-11
- 3) 森林総合研究所（2010）航空写真とGISを活用した松くい虫ピンポイント防除法の開発  
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/research/project/matskuimushi.html>
- 4) 二井一頃（2017）潜在感染とマツ枯れ防除戦略、森林防疫 66 (2), 9-16



▲写真④ マツ衰弱木を探し出すための樹脂滲出調査

マツ材線虫病を発症したマツでは、針葉の変色に先行して樹脂が停止する。このことは、樹幹部にポンチ等を使って材に達する孔をあけ、そこからの樹脂流出の有無を確認することで簡単に調べることができる。

## 子どもにすすめたい「森」の話

—1冊の本を通して

## ブナの森の彩り

やましたひろぶみ  
京都教育大学教授  
山下宏文

『つるばら村のはちみつ屋さん』

●茂市久美子・作  
●発行  
●講談社  
●対象  
●小学校中学年から  
●柿田ゆかり・絵  
●二〇〇五年

つるばら村で一番高い笛吹き山は、麓までブナの森におおわれていた。森には、トチノキやシナノキなど花の蜜を集められる木がたくさん生えている。村井ナオシという若者がこの山の麓でミツバチを飼つて暮らしていた。

五月、ミツバチたちが元気に飛び回っている。この春最初の蜂蜜を届けた隈野さん（クマ）から電話があり、ヤマザクラの蜜が混じつていなかつたという。

ブナの森でトチノキの花の季節を迎える。小日向沢で花の番人をしているという少年（ウグイス）がやつて来て、筋肉痛や打ち身に効くトチ焼酎を分けてほしいといふ。小日向沢では、シラネアオイの花が咲き、その両側は若いシラカバの林が続き、その中でたくさんのウグイスが鳴いていた。

トチノキの花が終わり、キハダやシナノキが花を咲かせるころ、天の川のほとりにある銀河亭で菓子職人をしている女の子がやつてくる。七夕のケーキ作りに使っためミツバチの巣がほしいという。八月、タンボボの蜂蜜がないか

とウサギがやつてくる。喫茶店で出たタンポポのアイスコーヒーに入れたいという。

九月、クズやハギの花が満開となる。中秋の名月の晩、ナオシさんは笛吹き平で天狗たちと腕相撲をとることになる。腕相撲に勝つたナオシさんは、敵を寄せ付けないヤツデの葉っぱの団扇をもらい、ミツバチの敵であるスズメバチを追い払った。

十月、木の葉が色を変え始めるころ、ナオシさんは森でイノシシと会う。蜂蜜を加えたご飯でおにぎりを作りたいという。その夜、笛吹き山と黒森山のイノシシたちの綱引きに参加させられる。

木の葉が舞い散る季節、麓では枯れ草の中で、ノギクやリンドウがひつそりと花を咲かせている。裏の林で、キツネが落ち葉をかき集めて袋に入れていた。落ち葉の布団を作るという。ソバの蜂蜜をあげ、巣箱にかける布団を作つてもらった。

十二月の半ば、笛吹き山は麓まで雪におおわれて真っ白になつている。巣箱がひとつなくなつた。

おじいさんが弱つてゐるミツバチたちを、ビニルハウスの中でイチゴの受粉に使うために借りていつたのだった。

一月のある朝、山の染め物屋の女の人蜜ろうに椿油を加えて作られたハンドクリームをあげた。今は、春の色を染めるのに、どの山の染め物屋も大忙しだという。

立春が過ぎたころ、世間では冬将軍と呼ばれている紳士が、ボダイジュかシナノキの蜜ろうそくがないかとやつてくる。

冷たい北風が弱まり温かい南風が吹く回数が次第に多くなるころ、小さな女の子（南風の精）がやつて来て、ミツバチが一生かかって集めるぐらい（スプーン半分くらい）の蜂蜜がほしいといつた。

四月、雪が消え始めたころ、隈野さんがやつて来る。あらしで折れてしまったヤマザクラに会い、美しいブナの森の情景が目に浮かんでくるような物語である。

新・誌上教材研究（隔月連載）その35

森林技術 No.902 2017.5 — 7

# 青森県における松くい虫被害木の早期発見に向けた取組

杉山 徹

青森県農林水産部林政課 課長  
〒030-8570 青森市長島1-1-1

Tel 017-734-9505 Fax 017-734-8145 E-mail: tooru\_sugiyama@pref.aomori.lg.jp



## これまでの被害発生状況

平成18年7月、秋田県八峰町において本県との県境から約250m地点のマツ林で松くい虫被害が確認されたことを受け、本県では深浦町内の県境付近において特別予防監視区域を設定するなどの監視対策を講じてきた。

その後、本県では平成22年に蓬田村（むつ湾沿岸地域）で、平成23,25年には深浦町の秋田県境から約2km北上した地点で単木被害を確認したが、平成27年7月以降、これまで被害があった地点から約24km北上した深浦町広戸・追良瀬地区において、新たにまとまった数の被害木が確認されている（図①）。

以降、現在の被害地域は同地区に留まっており、H27シーズン（H27.7～28.6）は68本、H28シーズン途中（H28.7～29.2）現在、51本（国有林1本含む）の被害本数を確認している（図②）<sup>1)</sup>。

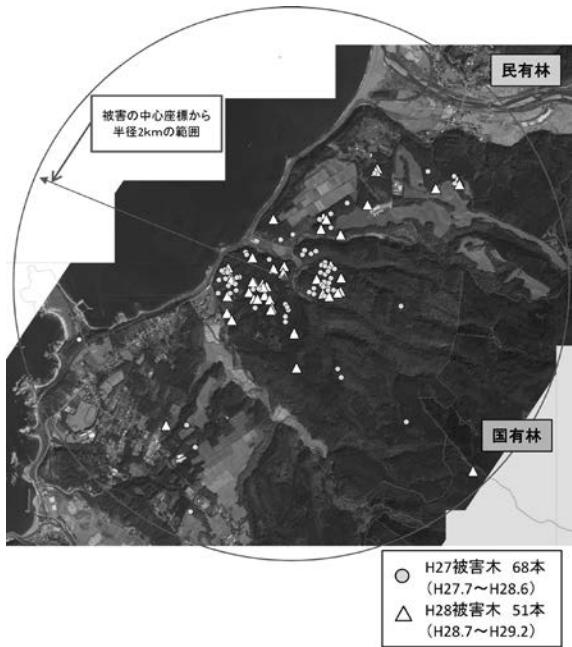
## 監視体制の状況

### （1）昭和55年度以降の監視活動と単木的な被害確認

昭和55年度以降、マツノマダラカミキリ（以下、カミキリ）生息調査を県内全域で実施してきたほか、日本海側における被害地域の北上に伴い、平成16年度以降は秋田県境から本県側の海岸線約20km地点までの範囲において、県防災ヘリコプターによる上空探査を実施してきた<sup>2)</sup>。

また、平成18年度には、秋田県境付近においてマツ林を全量伐採する防除帯2箇所を含む特別予防監視区域を設定し、カミキリの侵入を抑制するとともに、残存森林の林内整備（衰弱木や枯損木の除去）を行い監視を容易にし、被害木の発生に対して即座に対応できる環境を整備した。この結果、同区域設定以降はカミキリ捕獲数が減少するという成果が出ていたほか、同区域を中心としてデジタル航空写真の撮影も加えることで、上空からの探査をさらに強化することとした。特別予防監視区域内のマツ林において、平成23年に2本、平成25年に3本の単木被害を確認したものの早期に駆除したこともあり、これ以降、同区域内で被害は発生していなかった。

- 1) 春以降にカミキリが脱出し新たな被害を発生させる時期となる7月から、翌年6月までの1年間を本県では1シーズンと呼ぶことにしている。
- 2) 生息調査では、カミキリの成虫を捕獲するマダラコールを用いた誘引器調査と、幼虫を捕獲するための餌木調査を実施している。



### ▲図① 松くい虫被害発生箇所

▲図② 松くい虫被害状況（深浦町広戸・追良瀬地区）

## (2) 平成 27 年度以降の被害木発見の経緯と監視体制の強化

平成 26 年度において、秋田県境から約 16km までの範囲にある 3 か所の生息調査地において、カミキリの幼虫を合計 14 頭確認したことを受け、カミキリが著しく広範囲に分布している可能性を懸念したことから、平成 27 年 6 月、県防災ヘリコプターによる上空探査において、範囲を拡大して実施したところ、深浦町広戸・追良瀬地区においてマツ枯死木 1 本を発見し、その後の現地調査により被害木であることを確認した。これを皮切りに、同地区では他にも被害木を確認し、前述の被害本数に至っている。

被害発生後の専門家による被害対策検討会では、これまでに確認していた被害地から一気に24km北上した地点において被害が発生し、県境からこの地区までの間では被害が確認されていないことなどから、被害は局地的で、かつ突発的な発生であり、被害発生の要因としては力ミキリの飛び込みや、被害木の持ち込み等が考えられるものの「不明である」という認識が示された。

この検討会での結果を受け、被害木駆除の徹底とさらなる監視体制の強化を図ることとし、県防災ヘリコプターやデジタル航空写真撮影による上空探査範囲を、隣接する鰺ヶ沢町まで拡大（約70km）するとともに、深浦町広戸・追良瀬地区での被害木の確実な発見に向けて、巡回員を3名増員するほか、カミキリ生息調査地を6箇所追加した（餌木による調査は実施せず、過度にカミキリを誘因しない程度の誘引器の個数を設置）。

さらに、深浦町広戸・追良瀬地区においては、平成28年度からはドローンを活用した探査を開始し、引き続き被害木の早期発見・早期駆除に取り組んでいるところである。

## マツ枯死木探査におけるドローンの活用

### (1) ドローン活用の経緯

県防災ヘリコプターによる上空探査では、搭乗者による目視や、手持ちのデジタルカメラ等を用いた斜め方向から撮影した写真によって被害木を探査することから、早期発見のメリットはあるものの、被害木の見落としや位置情報（座標）の特定が困難であることがデメリットとして挙げられる。また、デジタル航空写真撮影は、広範囲の探査と位置情報の特定が可能であるというメリットがあるものの、オルソ画像等成果品の作成に時間を要することから被害木調査に遅れが出ることや、予算的に年1回程度しか撮影できないこと、高度1,000m以上からの撮影により劣勢木などの見落としが懸念されることなどのデメリットがある。

そこで、被害区域が半径約2km以内に留まっている現在の状況を鑑み、限定された範囲において弾力的な運用が可能とされるドローンを活用した上空探査を、平成28年度に開始することとした（写真①）。

### (2) 活用状況

平成28年5月上旬以降、調査会社への委託により探査を開始し、写真撮影後の解析による成果品（枯死木の座標）は数日中に提出された。

被害地域は、海岸から約1.5km以内の、標高5～50mの丘陵地を成す民有林に集中しており、海岸から約1.5kmを超える内陸側は国有林である。

ドローンの活用にあたっては、平成27年12月に施行された航空法の一部改正に基づいて国土交通大臣への届出不要の制限下で実施することとし、①直接肉眼によって操縦者がドローンを目視できる範囲内において飛行すること、②地表から150m未満の高度で飛行すること、③第三者の物件と30m以上の距離を保って飛行することなどを遵守するよう指示した。

また、バッテリーの都合上、飛行時間が1回当たり15分程度であることから、飛行範囲が制限されるため、既設道路を利用して被害木の存在が予想される区域に絞って1回当たり300m×400m程度の範囲を探査することを打ち合わせた（図③）。

なお、ドローンの飛行に際しては、事前にパソコン上でプランニングしておいた飛行ルートをオート操作することによって撮影したことから、離発着時を除いて、ほぼ手動操作をする必要がなかったとのことである。

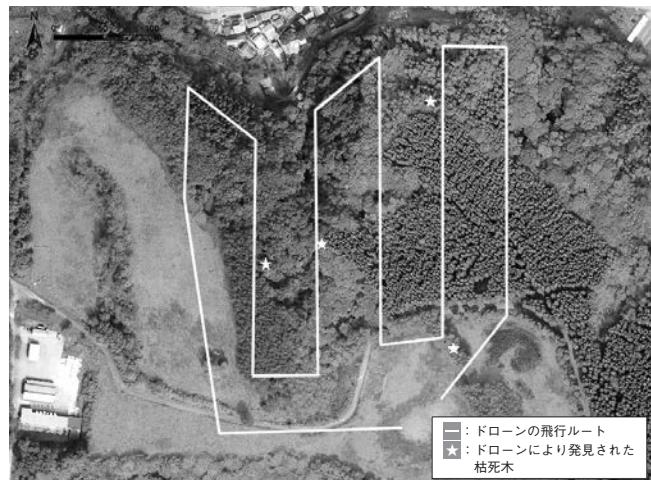
内業においては、ドローンで撮影した写真からオルソ画像を作成することなく、毎年1回実施しているデジタル航空写真撮影業務によって作成したオルソ画像と重ね合わせることによって枯死木の位置情報を得ることとし、経費及び時間の削減を実現してもらった。これによって、後日、県や地元森林組合職員等による現地調査員が枯死木を探し当て、材片を採取した後、マツノザイセンチュウ診断キットを用いたDNA鑑定により、被害木を確定することとした。

### (3) 成果と展望

ドローンで撮影した区域は、全12ブロックとなり、この中から160本の枯死木を発見し、そのうち被害木は0本であった。



▲写真① ドローンによる上空探査



▲図③ 飛行ルート例

今回のドローンの活用によって、枯死木の座標を早期に入手することができ、現地調査員による枯死木の早期発見に繋がったことから、ドローンの活用は有効なものであったと認識している。今後、さらなる活用が見込まれる。

現在、国土交通省の許可・承認を得て、さらに広範囲での撮影を考えているものの、撮影範囲が広がるとプロポ（コントローラー）とドローン本体との距離が離れ過ぎることや、樹木等の障害物が多くなることなど通信上の不具合が発生するため、他事例の検証も踏まえ、検討が必要と考えている。その他、今後市場に出てくる新たなドローンの性能にも期待しているところである。

また、現地調査員がドローンの映像を見ながらリアルタイムで枯死木を探す手法も試してみたいと考えている。

## 早期発見に向けた今後の取組

本県は、現在のところ限られた区域のみで被害が発生しており、確実な被害の終息に向けて、被害木の早期発見・早期駆除を基本に、引き続きデジタル航空写真撮影や県防災ヘリコプター、ドローンによる上空探査を徹底するほか、地域住民に対しても、被害に関する理解や枯死木情報の提供を得るための説明会を継続して開催することとしている。

また、防除にあたる我々林業関係者（県、市町村、森林組合等）における松くい虫被害に関する知識や防除技術のスキルアップを図ることが重要であり、今後「松保護士」の資格取得や技術研修の開催等を進めていきたいと考えている。

（すぎやま とおる）

## 日本森林学会公開シンポジウム 山・川・海の変貌と森林管理

\*日 時：2017年5月23日（火）13:30～16:00 \*予約不要、入場無料

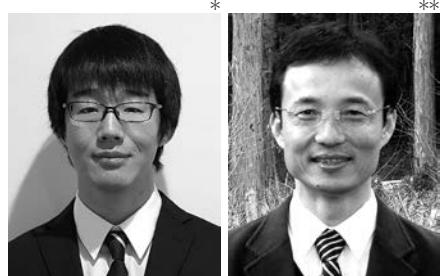
\*場 所：日林協会館3階 大会議室（東京都千代田区六番町7）

\*主 催：一般社団法人 日本森林学会

\*問合先：日本森林学会事務局 Tel & Fax 03-3261-2766 E-mail：office@forestry.jp

◎詳細はWebサイトを参照。 <http://www.forestry.jp/others/others-mtg/20170523.html>

# 衛星画像の活用による マツ枯れの被害把握



竹中悠輝\*・加藤正人\*\*

## はじめに

マツ枯れ被害は高標高である長野県内でも拡大を続けています。松本市内北東部の四賀地区や北西部に面する安曇野市から被害が進行しており、現在は松本市東部のほぼ全域で猛威を振るっています。しかし、広範囲の被害の把握は容易ではありません。道路沿い等のアクセスの良い場所では地上から目視で被害木を見つけることができますが、山の奥深くにある被害木では困難です。また、被害木の状態を地上から見た場合、曇りや晴天下だと被害木の針葉の色調が良く見えず、被害木を見落とすことが多いため、上空から被害の把握を行うことの有効性が以前から指摘されてきました。

関連する研究成果として、平成18年度から20年度に岩手大学の澤口らによって、高解像度衛星画像を用いた樹冠抽出によるマツ枯れ被害木探索システムの開発が行われました。これにより、NDVI (Normalized Difference Vegetation Index: 正規化植生指数) は被害木抽出に有効であり、DN値と組み合わせることで判別精度が向上することが期待されました。この方法では、衛星画像のみを使用し抽出した樹冠を用いてアカマツの健康度を計測しているため、触れられていませんが、一般的に航空機レーザ計測 (ALS) による樹冠抽出の方が、高分解能衛星画像よりも高い抽出精度を得られます。

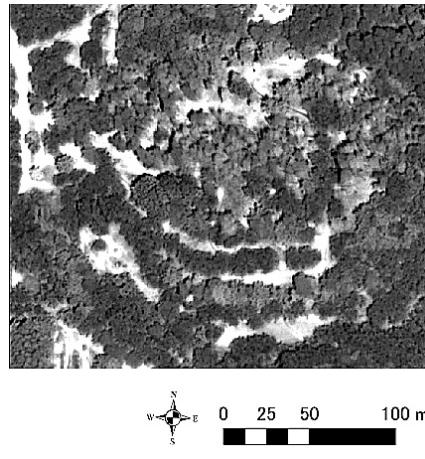
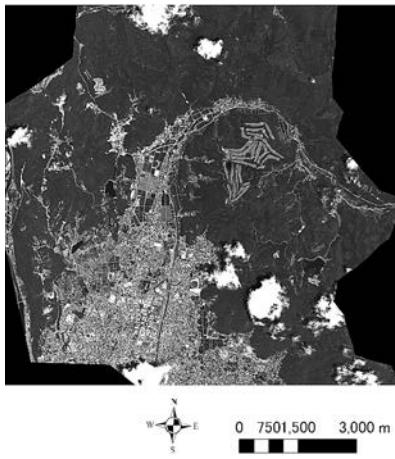
一方で、平成18年度から21年度に、森林総合研究所の中北らによって、航空写真とGISを活用した松くい虫ピンポイント防除法の開発が行われました。この方法では、航空写真を用いて被害の最先端にある被害木を検出し、GISとGPSを活用して検出した被害木の位置を特定することができます。しかし、この方法で推奨している航空写真の使用法は制限が多く、被害の状況がある程度わかっていなければ有効に活用することはできません。また、目視で写真判読をすることにより被害木を検出するため、被害が広範囲である場合、すべての被害木を写真判読するのは困難です。

そこで、高分解能な8バンドマルチスペクトル画像を取得できるWorldView-2、3衛星 (WV-2, 3) と、高精度に樹冠と樹高を抽出可能であるALSを用いて、マツ枯れ被害の把握を試みました。本稿では、松本市で実施したWV-2, 3衛星画像と航空機Lidarデータを活用したマツ枯れの被害把握について紹介します。

\*信州大学大学院総合理工学研究科 E-mail: 16as406j@shinshu-u.ac.jp

\*\*信州大学／先鋭領域融合研究群／山岳科学研究所 E-mail: mkatoh@shinshu-u.ac.jp

〒399-4598 長野県上伊那郡南箕輪村 8304 Tel&Fax 0265-77-1642



◀図① WorldView-2 画像  
全体画像（左）と拡大画像（右）  
(右図) 樹冠の色調が明るく見え  
ているものが被害木として捉えるこ  
とができる。  
※実際はカラー画像

## 高分解能衛星画像について

地球の資源や環境観測を目的とした地球観測衛星は、1972年に米国で Landsat が打ち上げられたことから始まりました。その後、現在までに Landsat は 8 号に至っており、世界で広く利用されています。また、1999年に打ち上げられた IKONOS により、従来の地球観測衛星の分解能では得ることのできなかった詳細な画像を得られるようになりました。高分解能衛星の高性能化は続いており、2014には米国で解像度 50cm 制限の緩和が行われ、WV-2, 3 の空間分解能はパンクロマチックで 50cm 以下です。

WV-2 は 2009年に打ち上げられ、パンクロマチックの空間分解能は 0.46m で、マルチスペクトルの空間分解能は 1.84m です。WV-3 は 2014年に打ち上げられ、パンクロマチックの空間分解能は 0.31m で、マルチスペクトルの空間分解能は 1.24m です。一般的に衛星画像は、パンクロマチックとマルチスペクトルを融合したパンシャープン画像として使用するため、パンクロマチック画像の空間分解能でカラー画像を利用できます。また、高分解能でありながら、森林の健康状態把握に有効であると考えられる RedEdge や Yellow などを含む、8 バンドの画像を観測しています。位置情報も正確であり、補正をしなくとも半径 5m 以内に 90%以上が収まるだけの精度があります。これに、GNSS などの地上測量等で補正を行うことで、位置情報の精度をさらに高めることができます。

今まで、衛星画像を用いた被害把握については、空間分解能や撮影頻度が課題とされてきました。しかし、空間分解能に関しては以前よりも高分解能（空間分解能 50cm 以下）な画像を現在は取得できるようになっています。また、撮影頻度も以前より改善しています。WV-2, 3 の回帰日数は約 1 日であり、撮影頻度が以前よりも高くなっています。また、WV-2, 3 を保有している DigitalGlobe 社は複数の高分解能衛星を所有しているため、いずれかの衛星によって同一地点が撮影される可能性がとても高くなりました。DigitalGlobe 社の衛星以外にも高分解能衛星は複数存在しており、今後も増えていくと考えられます。

## 松本市で実施した衛星画像と ALS を用いたマツ枯れ被害把握

衛星画像は WV-2 と WV-3 画像を利用しました（図①）。図①右図のように、衛星画像のみでも樹冠を視認することができる、色調の違いから被害木を捉えることができます。広範囲での撮影であるため、北部は WV-2 画像、南部は WV-3 画像になりました。長野県では 2013年に民有林全域で航空機による ALS 計測を行っているため、このデータを利用しました。併せて、長野県から提供いただいた松本市の森林 GIS 情報を利用しました。

まず、ALSデータからDCHM (Digital Canopy Height Model: 樹高数値モデル) を作成しました。DCHMはDSM (Digital Surface Model: 数値表層モデル) とDEM (Digital Elevation Model: 数値地形モデル) の差分を求ることで得ることができます。DCHMを用いることで、高さ情報から単木単位の樹高や立木位置、樹冠形状を求ることができます。図②は、対象範囲全域の樹冠情報を抽出した拡大図です。

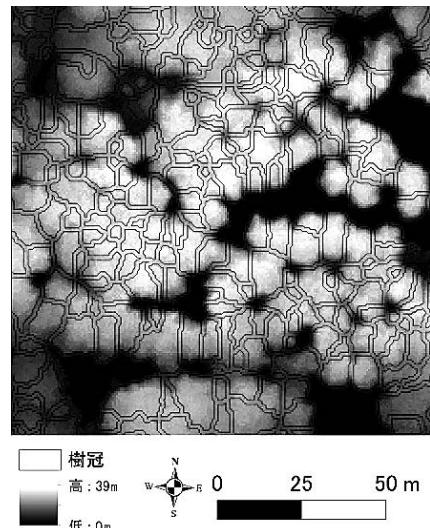
次に、衛星画像を用いて、先に作成した樹冠内のスペクトル情報（反射特性）を抽出しました。人工衛星で感知するスペクトル情報は、植生や樹種、マツ枯れ被害葉、構造物等、その対象ごとに異なります。そのため、この反射特性の違いを利用して地表の情報を分類することができます。分類精度を向上させるために、RGBから異なる色空間であるIHSを、また、8バンドのマルチスペクトル情報からRSI (Remote Sensing Indices) を作成しました。RSIは異なるバンド情報を組み合わせて作成する変数であり、代表的なものに植生の活性度を示すNDVIがあります。衛星画像のマルチバンドだけでなく、IHSやRSIを追加することで分類精度が向上することが、森林病虫害の分類に有効であったことが報告されています。こうして作成したIHS、RSIと8バンドマルチスペクトル情報を樹冠内で抽出することで約70個の変数を準備しました。また、雲や影などを抽出するのに有効であるIHSとRSIを用いて、不要な情報を先に抽出することで、樹冠内のスペクトル情報に含まれないようにマスクを掛けました。

作成した樹冠と衛星画像を用いてトレーニングエリアを作成し、約70個の変数を用いて教師有り機械学習法で分類を行いました。教師有り機械学習法を用いることで、トレーニングエリアを参考にして、属性がわからない樹冠のクラスを予測することができます。トレーニングエリアは健全なアカマツ（健全木）、針葉が黄色のマツ枯れ被害木（感染木）、針葉が茶色のマツ枯れ被害木（枯死木）、葉がほとんど落ちたマツ枯れ被害木（枯損木）の4クラスを含む13クラスを作成し、分類を行いました。

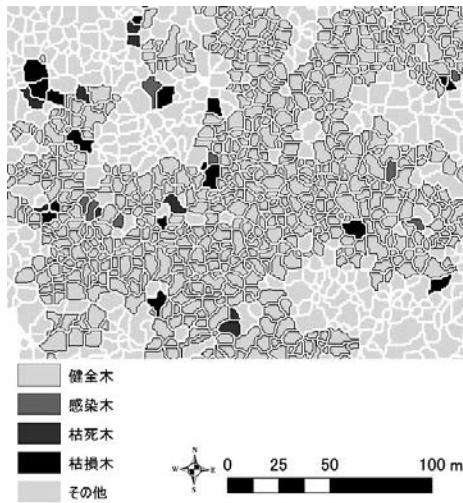
対象範囲全域にあるマツ枯れ被害木を感染木、枯死木、枯損木の3種類に分類したのが図③です。この分類結果はGISソフト上で森林GIS情報と重ねることで、林小班単位で被害木の本数を自動集計することができます。GISソフトを用いて表示することで、被害の状態を単木単位や林小班単位で容易に視認することができます。小班単位で表示した場合、図④のようにどこで枯死木の被害が多く発生しているのかが一目でわかります。被害木の位置情報を携帯GNSS等に入れて現地確認の際にナビゲーションをすることや、他の様々な解析情報と重ね合わせることも可能です。

## 今後の展望

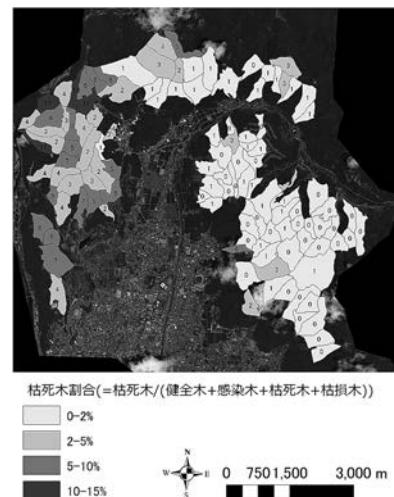
今回、WV-2、3衛星画像とALSデータを活用してマツ枯れ被害を把握することで、松くい虫被害を針葉の状態によって3種に被害区分する方法を開発しました（特願2016-



▲図② DCHMを用いた樹冠情報



▲図③ 被害木の分類結果



▲図④ 林小班単位での枯死木割合

54551)。この方法によるマツ枯れの被害把握は、職員が少数なため、広域な森林の被害状況や被害の進行（最前線）に対応できない市町村等の自治体で有効であると考えます。特に感染木はマツ枯れ被害にあって間もないと考えられる被害木であるため、被害の最前線を特定することができます。最前線がわかることで、被害の拡大防止や守るべき松林の確定ができる、対策にかかるコストを削減できる可能性があると考えられます。また、枯死木や枯損木がわかることで、樹種転換や造林等を行う計画を立てやすくなると考えられます。現在、松本市以外のマツ枯れ被害に悩む市町村からも問い合わせを受けています。

当該方法は、樹冠のスペクトル情報が変化する森林病虫害ならば、マツ枯れ以外でも利用できると考えます。ナラ枯れも日本国内で問題になっている森林病虫害ですが、樹冠のスペクトル情報が変化する森林病虫害であるため、この方法が応用できると考えています。また、マツ枯れやナラ枯れ以外にも当該手法を応用できる森林病虫害の被害区分も検討できるでしょう。

平成32年度にはJAXAから先進光学衛星が打ち上げ予定であり、平成29年度から松くい虫被害の区分を含めた、林業分野での有用性評価を行っていく予定です。

\*

松本市耕地林務課のみなさまには、平成27年度から松くい虫被害の現地調査、ドローン撮影、現場ニーズの把握等でお世話になり、お礼を申し上げます。

(たけなか ゆうき・かとう まさと)

#### 《参考文献》

- 1) 加藤正人編著：森林リモートセンシング第4版—基礎から応用まで—, 429pp, 2014
- 2) 澤口勇雄：高解像度衛星画像を用いた樹冠抽出による松枯れ被害木探索システムの開発, 科学研究費補助金研究成果報告書, 4pp, 2009
- 3) 国立大学法人信州大学：松くい虫の被害区分算定方法及び松くい虫被害区分算定装置, 特願2016-54551, 出願2016-03-17
- 4) 森林総合研究所東北支所：最近の航空写真技術を活かした松くい虫被害ピンポイント防除マニュアル～高精度な被害木発見から完全駆除まで～, 105pp, 2010
- 5) JAXAホームページ - 先進光学衛星サイト : <http://www.satnavi.jaxa.jp/project/senshin/>
- 6) 長野県林務部：予防治山業務成果（長野県林務部2013年撮影航空レーザ計測成果品）, 2013
- 7) 長野県林務部：森林計画図等の測量成果（承認番号：27森政第8-4-4号）, 2015
- 8) Lars T. Waser, Meinrad Küchler, Kai Jütte and Theresia Stampfer : Evaluating the Potential of WorldView-2 Data to Classify Tree Species and Different Levels of Ash Mortality, Remote Sensing, 6, 4515-4545, 2014

# ArcGIS とスマートフォンを使った 『枯れ松通報システム』と被害調査

池田将信



糸島市産業振興部農林水産課農林係  
〒819-1192 福岡県糸島市前原西1-1-1  
Tel 092-332-2088 Fax 092-321-0922 E-mail : ikeda.m.689@city.itoshima.lg.jp

## はじめに

糸島市では、ESRI 社の ArcGIS を利用して全庁利用型 GIS を導入しています。

編集を ArcGIS Desktop, 庁内共有を ArcGIS Server, 庁外共有を ArcGIS Online でそれぞれ行っています。

このように糸島市では GIS を利用する環境が整っていたため、GIS とスマートフォンを利用して住民から枯れ松の位置情報と写真の提供を受け付ける『枯れ松通報システム』を構築し、スマートフォンを利用した住民からの情報の受付に係る実証実験を行いましたので、この実証実験の結果及び実証実験後の運用について紹介します。

## 背景

(社)日本の松の緑を守る会が選定した『白砂青松 100 選』に選ばれている、福岡県糸島市志摩芥屋から志摩野北の海岸線に広がる『幣の松原』。

平成 24 年 11 月、この『幣の松原』の松の葉が真っ赤に染まってしまいました。

ここにある松は、黒松と言われる常緑針葉樹のため、紅葉したのではなく、マツ材線虫病（マツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリの共生関係によって引き起こされるマツ枯病。）によって引き起こされたものです。

この病気に対する絶対的な防除方法は確立されていないため、薬剤の散布等によるマツノマダラカミキリの成虫や侵入してきたマツノザイセンチュウを殺して感染を防ぐ「予防」と被害木の伐倒駆除による被害木の中にいるマツノマダラカミキリの幼虫や蛹を殺して翌年の被害を防ぐ駆除による「防除」を半永久的に継続していかなければなりません。

そこで、糸島市では森林病害虫等防除法等に基づき、高度公益機能森林及び地区保全森林に位置づけて、松林として保全する区域において、地上散布と伐倒駆除の防除を実施しています。

しかしながら、平成 22 年度より松枯れ被害が拡大し、平成 24 年度は被害が爆発的に拡大、この 3 年間で国が管理する松林と糸島市が防除を実施する松林の松のうち約 45,000 本（全体の約 23%）が枯死して、幣の松原は大変な危機に瀕し、松枯れ被害対策が急務となりました（写真①）。

平成24年秋



平成25年秋



#### ▲写真① 『幣の松原』の松枯れ被害の様子

白黒印刷のため分かりにくいが、平成24年秋（上段）では、3地点のいずれでもほとんどの松の葉が赤く染まっている。下段は被害木を伐倒駆除した後の平成25年秋の様子。

### 枯れ松通報システム

松の枝の直径が2センチメートル以上あればマツノマダラカミキリは羽化できると言われているため、松の枝拾いといった林内清掃も松枯れ被害対策として重要であると言われています。

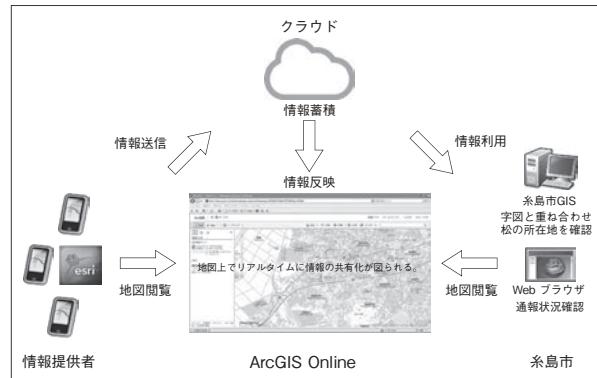
幣の松原が大変な危機に瀕したことを受け、

幣の松原がある糸島市志摩芥屋の住民たちが、枝拾いなどの林内清掃をボランティアで実施する市民団体『里浜つなぎ隊』を発足させました。

マツノマダラカミキリの一回の飛行距離は、通常で数百メートル、最大2キロメートル程度と言われており、国が管理する松林と糸島市が防除を実施する松林以外の松もマツ材線虫病に罹患すると松枯れの感染源となるため、被害を抑制させるためには、これらの松がマツ材線虫病に罹患した場合にも伐倒駆除を行わなければなりません。

しかし、これらの松を糸島市だけで把握することは困難を極めるため、住民から情報の提供を受ける試みとして、スマートフォンを利用して『枯れ松通報システム』を構築し、里浜つなぎ隊のメンバーの協力を得て、実証実験を行いました。

枯れ松通報システムは、情報提供者各自が所有するスマートフォンにESRI社が無償で提供しているスマートフォン用アプリケーション『ArcGIS』をインストールし、そのアプリケーションを利用して情報を送信してもらい、糸島市は提供を受けた情報について、ArcGIS Onlineからデータを取り出し、ArcGIS Desktopで字図と重ね合わせて松の所在地を把握し、松の所有者に伐倒を依頼するといった仕組みです（図①）。



▲図① 『枯れ松通報システム』の仕組み

送信してもらう情報は、情報提供者の煩わしさを軽減するためにスマートフォンのGPS機能を利用した位置情報と枯れた松を撮影した写真のみとしました。

## 実証実験の結果

平成25年3月23日（土）から平成25年4月30日（火）までの約一ヶ月間で実証実験を行いました。

通報者は、里浜つなぎ隊メンバー3名、里浜つなぎ隊が実施する枝拾い活動に参加された市民ボランティア2名、糸島市職員4名の、合計9名で実施しました。

通報件数は17件（国有林6件、民有林11件）あり、里浜つなぎ隊メンバー10件、市民ボランティア2件、糸島市職員5件で、通報本数は50本（国有林10本、民有林40本）であり、実際に伐倒された本数は37本（国有林10本、民有林27本）でした。

実際に通報してもらった方からは、口頭では伝えにくい場所の枯れ松の位置情報を容易に伝えることができたとの声があり、また、糸島市が防除を実施する松林以外の松を把握することができました。

通報がなければ放置され続けていたと思われる松が伐倒されたことによって、一部ではありますが、感染源を除去することができ、松枯れ被害の抜本的な抑制には至っていませんが、抑制の一役を担い、非常に有効な方法であったと考えています。

しかし、本格的に実施するためには、アプリケーションを起動してから情報を送信するまでの操作が複雑であったため、操作がわからず通報を断念したというケースがあったことから、アプリケーションの操作性が課題であると考えています。

## 応用

糸島市では、松枯れ被害拡大後に様々な対策を実施し、被害が減少したため、枯れ松通報システムの本格運用には至りませんでした。

しかしながら、糸島市が防除を実施する松林の枯れた松の数量と位置を調査する際に、この枯れ松通報システムの仕組みを応用した、GISとスマートフォンの利用を始めました。

スマートフォン利用前は、集計表と地図を所持して現地に入り、枯れた松の胸高直径と高さを集計表に記入し、その位置を地図に記入していました。そして、現地調査後に事務所で枯れた松の材積を算出するシステムに胸高直径と高さを入力して枯れた松のリストを作成し、地形図にその位置を記した位置図を作成していました。

スマートフォン利用後は、現地で胸高直径と高さを入力することによって、現地調査後の入力作業が不要となりました。また、スマートフォンのGPS機能を利用した位置情報を表示させることによって、枯れた松の位置図として利用することができます。松林内には目標物がないため、枯れた松の正確な位置の特定が困難でしたが、スマートフォンのGPS機能を利用することによって、ほぼ正確な位置を特定することができるようになりました。現地調査業務の軽減を図ることができます（図②）。



## さいごに

実証実験の結果、位置情報を有する情報の提供を受け付ける場合にスマートフォンを利用することは有効な方法であり、多くの業務に利用できる可能性を秘めていますが、アプリケーションの操作がわからなければ、有効な方法であっても利用されないため、「起動→情報の入力→送信」といったアプリケーションの操作の簡略化が必要不可欠であると考えています。

最後に、実証実験にご協力いただいた里浜つなぎ隊、市民ボランティアの方々に謝辞を申し添えます。

(いけだ まさのぶ)

お知らせ

## 国際ウッドフェア 2017

「林業に関わるあらゆる最新の機器、技術、情報が国内はもとより海外からも集まる国際展示会」と題した標記イベントが長野で開催されます。セミナー・併催行事など多数。当会も後援・出展します。

\*会期：2017年5月24日(水)～26日(金) 10:00～17:00 \*入場無料

\*会場：ビッグハット(アリーナ・屋外駐車場) 長野県長野市若里3-22-2

\*主催：フジサンケイビジネスアイ(日本工業新聞社)

◎詳しくは、Webサイトをご覧ください。 <http://www.woodfair.jp/>

## 第12回 「油断」と「出し惜しみ」

不謹慎かつ少々乱暴な表現を予めご容赦願いたい。伐木集材に伴う作業において、林業だけで年間40名弱、多い年は50名近くが命を落とす。建設業、自伐林家等を加えれば、60名以上が亡くなっているようだ。例えば、林業で年に47名が亡くなるとすると、1都1道2府43県で1名ずつという見方ができる。県により林業従事者数は3倍以上の開きがあるので、従事者が多い県では複数名が亡くなっていても不思議はない。また、1ヶ月を仮に4週間とすれば、12ヶ月で48週、ほぼ週に1名が亡くなる計算だ。ひどい例え話だが、毎週月曜日に全国の林業従事者が東京ドームに集められ、“1／4万数千”のクジを引いてしまった人が命を奪われる。5万人に満たない同業者が毎週1名ずつ亡くなる現状は恐怖だ。

林業の労災データを20年ほど遡れば、死傷者数の減少傾向が確認できる。それは良いことだ。しかし、キャレージの修理のため安全帯もつけずに架線の本線を綱渡りしたとか、木から木へ飛び移りながら枝打ちをしたなど、銀幕スターながらの武勇伝を聞く限り、大ベテランの時代の安全管理がメチャクチャだったに過ぎないし、従事者数の減少率を考慮すると現状を評価する根拠にはならない。

平成15年に始まった「緑の雇用」は、ある程度の減災効果を果たしたと思う。日本の林業史上初の大がかりな人材育成事業を通して、何をどのように教えれば良いのか？と模索を続ける中で、技術だけでなく安全もまた適切な指導がなければ伝わらないと周知されてきたのだろう。また、車両系大型機械の導入も減災効果を高めている。しかし、次代への不安もある。ハーベスターやプロセッサーによる作業が増えれば、チェーンソーによるそれらの技術を習得する機会が減る。生産量が増え、労災が減るのはとても良いことだが、伐倒やかかり木処理等の個人技低下が起ることは容易に想像できる。機械化を否定する気はないが、機械化が労災減少の特効薬だとは思わない。

林業の重大災害が多発する原因是二つに絞られると思っている。一つは、「油断」で、もう一つは「出し惜しみ」だ。「油断」とは現場作業者が自身の作業精度と技術レベルに油断しているということだ。たまたま被災していないことでリアリティーが持てないのかもしれない。「出し惜しみ」とは安全を手に入れるために必要な金と手間を惜しむということだ。もしかしたら、金も手間もかけずに安全と技術が手に入ると勘違いしているのかもしれない。この点については、経営者や管理者にしっかりと考えていただきたい。後に挽回し今を上回るために金と手間を投資するのだし、何よりも作業者の命を売上げと天秤にかけないでほしい。そして、ウチの作業員は「十分上手いはず」という希望的油断も禁物である。

ここ数年、指導者養成研修の講師として依頼をいただくことが増えている。

新人の育成は林業界の急務だが、それよりも急ぎたいのが指導者の養成なので、依頼の増加傾向に手応えを感じながら試行錯誤してきた。その中で、人材育成の進捗を遅らせる



◀指導者自身が研修を通して現場作業を見直すことで、指導する際のポイントが見えてくる  
(左) ガイドバーの先下がりや作業時の腰の高さなど、本人のイメージとズレやすいことは、言葉では伝えにくいので、写真を見せてハッキリと自覚を促す。  
(右) 届曲線の向きをスケールとレーザーポインターで視認化する。ほとんどの作業者は「だいたい」の方向で伐倒しているため、すぐには届曲線を作ることができない。伐倒精度向上の第一歩が正確な届曲線である。

厄介物に気づいた。それも「油断」と「出し惜しみ」だ。例えば伐倒を指導する立場にあるほとんどの現場作業者は、受け口と追い口の説明が見束ない（本連載2016年1月号No.886参照）。説明だけでなく、実は彼ら自身の伐倒技術や安全意識からは多くの改善点が散見できる。

例えば、伐倒前の周囲確認でお馴染みの「上方ヨシ！」。指導者研修の伐倒実習では、周囲確認の一環で上方を見上げさせ「上方ヨシ！」と言わせる受講者が多い。しかし、間伐遅れの過密林分のどこが「上方ヨシ！」なのか？ 枯れ枝と枯れ枝が絡み合い、折損部が樹冠に引っかかっていることも珍しくはない。でも、決まり文句の「上方ヨシ！」を唱えさせる。「ヨシ！」と言わなければ次の作業に移れないルールでもあるのか？ 机上論はともかく、林分の樹冠部からすべての落下物を取り除くことはできない。ならば何を確認させるか？ この例に沿えば、伐倒木及び周りの樹冠部を観察させ、伐倒に伴う落下物が予測されたら「上方枯れ枝多数確認、落下の危険アリ」と言わせてはどうだろう？ 「ヨシ！」=OKと言わせてしまうことで、潜む危険への備えは甘くなる。危険に対しては真正面から「危険アリ」と自覚を促すことが大切だと思う。退避についても同様だ。何メートル離れるか？ よりも、何から逃れるのかが重要だ。身に及ぶ危険を予測し、それから逃れられる場所へ移動することを退避と呼ぶ。「退避場所ヨシ！」と指をさすことが目的ではないのだ。

このように形骸化しそうな技術と認識の足踏み状態から抜け出す手段として、「Check & Clinic」という研修メニューを提案している。作業者たちの、主に現場技術と安全意識を確認し、個々の課題を洗い出し、改善への道筋を探るというものだ。伐倒であれ、造材であれ、新人の指導にあたる前に今一度、指導者自身の現状を確認し必要に応じて修正する。「舐めとんのか！」と怒られそうな内容だが、おさらいの一手間をかけることで「何気にやってきた作業」の重要な点やコツが明確になったり、指導時の表現方法を工夫するきっかけになったりする。普段の作業一つひとつの目的を明確にして、そのための手段を整理することは作業精度の向上と応用範囲の拡大に有効であり、新人への指導的射易くなるのだ。

まだ人数は少ないが、県レベルの研修担当者が指導者研修の前に「Check & Clinic」が必要だと気づき始めた。是非、付け焼き刃でも対症療法でもないリアルな人材育成事業に舵を切り、厄介な「油断」と「出し惜しみ」からの脱却に力を貸していただきたい。

## ●水野 雅夫（みずの まさお）

1962年3月2日生まれ、55歳。Woodsman Workshop LLC. 〒501-4202 岐阜県郡上市八幡町市島2210 Tel 090-2138-5261  
E-mail : mizuno@yamaiki.com http://www.yamaiki.com https://www.facebook.com/masao.mizuno.9

## 森林組合の素材生産の事業量は増加傾向

**(要旨)** 森林組合が実施する事業のうち、新植や保育の事業量は、長期的には減少傾向で推移しているものの、素材生産の事業量は、平成 14(2002) 年を底に増加傾向にあり、平成 25(2013) 年度の素材生産量は前年比 10% 増の 452 万 m<sup>3</sup> となった。

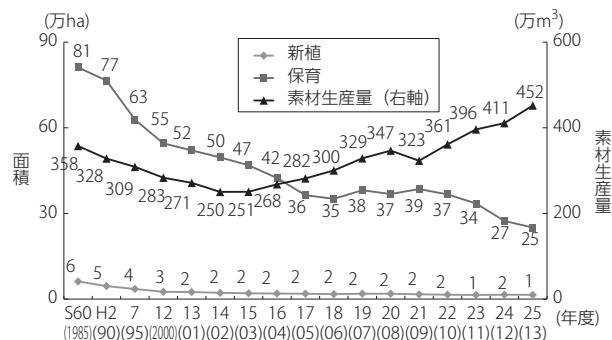
森林組合は、「森林組合法」に基づく森林所有者の協同組織で、組合員である森林所有者に対する経営指導、森林施業の受託、林産物の生産、販売、加工等を行っている。森林組合の数は、最も多かった昭和 29(1954) 年度には 5,289 あったが、経営基盤を強化する観点から合併が進められ、平成 25(2013) 年度末には 644 となっている。また、全国の組合員数は、平成 25(2013) 年度末現在で約 155 万人（法人含む。）となっており、組合員が所有する私有林面積は約 944 万 ha で、私有林面積全体の約 3 分の 2 を占めている。

森林組合が実施する事業のうち、新植や保育の事業量は、長期的には減少傾向で推移している。これに対して、素材生産の事業量は、平成 14(2002) 年を底に増加傾向にあり、平成 25(2013) 年度の素材生産量は前年比 10% 増の 452 万 m<sup>3</sup> となった（図①）。このうち、主伐と間伐の内訳をみると、主伐 178 万 m<sup>3</sup>、間伐 274 万 m<sup>3</sup> となっており、平成 18(2006) 年度の主伐 146 万 m<sup>3</sup>、間伐 154 万 m<sup>3</sup> と比べると、主伐の素材生産量が伸び悩む一方で、間伐の素材生産量が 8 割近く増加している。

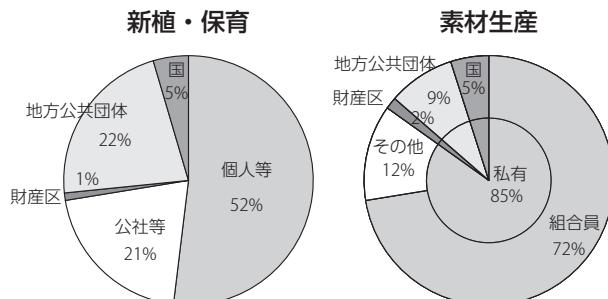
新植及び保育の依頼者別面積割合は、半数が組合員を含む個人等であり、公社等と地方公共団体はそれぞれ 2 割程度を占めている。また、素材生産量のうち、85% が組合員を含む私有林からの出材となっている（図②）。

現在、森林組合系統では、提案型集約化施業を最優先の業務として、全ての組合員所有森林の集約化を目指しており、座談会の開催等を通じた合意形成や「森林経営

計画」の作成等に取り組んでいる。また、平成 27(2015) 年 10 月に開催された全国森林組合大会において、平成 28(2016) 年度からの 5 年間を運動期間とする新たな系統運動の方針を決定しており、引き続き施業の集約化に取り組むことで効率的な事業展開を図るとともに、系統のスケールメリットを活かした国産材の安定供給体制の構築を目指すこととしている。



▲図① 森林組合の事業量の推移  
資料：林野庁「森林組合統計」



▲図② 森林組合への作業依頼者別割合

注 1：「個人等」は、国、地方公共団体、財産区、公社等を除く個人や会社。「公社等」には、独立行政法人森林総合研究所森林農地整備センターを含む。「私有」は、国、地方公共団体、財産区を除く個人や会社。

2：「新植・保育」については依頼者別の面積割合、「素材生産」については依頼者別の数量割合。

資料：林野庁「平成 25 年度森林組合統計」（平成 27(2015) 年 8 月）

## 第128回 日本森林学会大会から

◆2017年3月26日(日)～29日(水)の4日間にわたり、鹿児島大学郡元キャンパスを主会場に、第128回日本森林学会大会が開催されました。

◆初日に、かごしま県民交流センター県民ホールで開催された市民公開シンポジウムでは「木質バイオマス利用の現状と将来」と題して、沖 修司氏(林野庁次長)の基調講演をはじめ、各分野のエキスパートの方からの話題提供をうけ、吉田茂二郎氏を座長にパネルディスカッションが行われました。

◆27～28日には、口頭発表(部門別、企画シンポジウム、公募セッション)およびポスター発表が行われました。

本誌では、その中から「シカ問題」および「木質バイオマス発電」に関する公募セッションの模様を各コーディネータの方よりご報告いただきました(次頁参照)。



▲市民公開シンポジウムの様子

### 木の建築フォラム 第23回公開フォラムのご案内

●テーマ：今、求められる木材乾燥とは

●日 時：2017年5月28日(日)14:40～17:50

●会 場：弥生講堂一条ホール(東京大学農学部構内)

●参加費：無料(当日、資料集を販売予定)

●参加申込方法：木の建築フォラムホームページ(<http://www.forum.or.jp/>)掲載の募集案内・申込用紙をご確認のうえ、下記、事務局までFAXまたはメールにてお申し込みください。

●プログラム(敬称略) 総合司会：松留慎一郎(職業能力開発総合大学校 名誉教授)

14:40～14:42 開会挨拶 安藤邦廣(特定非営利活動法人 木の建築フォラム 理事長)

14:42～14:50 趣旨説明 大橋好光(東京都市大学 教授)

14:50～15:20 乾燥材に関する話題提供 1：「木材乾燥の種類と特性」 藤本登留(九州大学 准教授)

15:20～15:50 // 2：「乾燥材の強度と耐久性」 梶本敬大((研)建築研究所)

15:50～16:05 建築サイドから木材

乾燥に期待すること 1：「構造設計の立場から」 山辺豊彦((有)山辺構造設計事務所)

16:05～16:20 // 2：「デザインの立場から」 日影良孝(日影良孝建築アトリエ)

16:20～16:35 // 3：「デザインの立場から」 杉本洋文(東海大学 教授)

16:35～16:45 【休憩】

16:45～17:45 パネルディスカッション

コーディネーター：杉本健一((研)森林総合研究所)、青木謙治(東京大学大学院 講師)

パネリスト：大橋好光、藤本登留、梶本敬大、山辺豊彦、日影良孝、杉本洋文(前掲)

17:45～17:50 まとめ 加来照彦(株)現代計画研究所

●併催予定：第16回会員活動ギャラリー展示パネル討論会：12:00～13:00 弥生講堂ホワイエにて

第12回木の建築賞表彰式&受賞者スピーチ：13:00～14:30 一条ホールにて

懇親会：18:00～19:30(懇親会参加費5,000円の予定)

●申込み・お問合せ：NPO木の建築フォラム事務局 〒112-0004 東京都文京区後楽1-7-12 林友ビル4階

Tel 03-5840-6405 Fax 03-5840-6406 E-mail: office@forum.or.jp

<公募セッション>

## 森林におけるシカ問題の解決に向けて

明石信廣<sup>1)</sup>・藤木大介<sup>2)</sup>・田村 淳<sup>3)</sup>・安藤正規<sup>4)</sup>・飯島勇人<sup>5)</sup>

1) 北海道立総合研究機構林業試験場 2) 兵庫県立大学 3) 神奈川県自然環境保全センター  
4) 岐阜大学 5) 山梨県森林総合研究所

### ●背景と目的

シカによる森林への影響を軽減するためには、シカの生態や個体数管理、シカの生息状況や森林への影響の把握方法、影響の程度を決定する要因の解明など、シカを対象とした研究だけでなく、これらの知見を育林技術や林業経営、さらには森林に関する政策と統合するための多様な視点からの検討が必要である。

森林への影響が広域化し、これまでシカの少なかった地域でもシカ対策が求められるようになっている。また、人工林資源が成熟して更新面積が増加し、幼齢造林地におけるシカ被害がさらに増加することが懸念されている。シカ対策に要するコストは林業経営における大きな問題となりつつある。一方、林業関係者がシカ捕獲に関わるための施策が実施されるなど、現場からもシカ対策の研究成果が強く求められている。

シカ問題に関心をもつ多様な分野の研究者による幅広い研究発表と問題解決に向けた議論を進めることを目的として、2015年開催の第126回大会から継続して公募セッションを企画している。今回は3月27日に6件のポスター発表、28日に10件の口頭発表があり、発表全体を通じた討論が行われた（以下※はポスター発表を示す）。

### ●シカの影響評価

大橋（森林総研）らは、森林生態系多様性基礎調査データを用いて、本州、四国、九州全域について、シカの分布確認年代と最近の密度ランクのどちらが剥皮の有無や植被率に影響を及ぼしているかを検討した。

福本（三重県）ら※は、三重県の落葉広葉樹林において下層植生衰退度（SDR）を評価し、三重県内の広域にわたってシカの影響を地図化するとともに、シカ目撃効率（SPUE）との関連性を検討した。

明石（道総研林試）は、北海道の人工林における枝葉の食害や樹皮の食害などの被害率データを解析し、カラマツ類と常緑針葉樹では被害の分布が異なることを示した。

小松（静岡県農林技術研究所）らは、静岡県伊豆地域において、2001年以降調査されてきた糞粒法の結果からシカの平均累積生息密度を算出し、森林被害との関係を検討した。

### ●シカ柵の効果

田村（神奈川県自然環境保全センター）は、神奈川県丹沢山地のブナ林に1997年に設置された植生保護柵の内外の植生変化を比較し、柵外では樹高1m以上の稚樹は無かったが、柵内では小高木主体の後継稚樹群が成立していることを示した。

伊東（森林総研）は、ナラ枯れ被害を受けた京都市の広葉樹二次林に2011年に設置されたシカ柵の内外を調査し、柵内では先駆種の実生やアラカシなどの萌芽がみられたのに対して、柵外では更新樹種が限られていたことを報告した。

若山（奈良県森林技術センター）ら※は、奈良県大台ヶ原に柵を設置後10年間の下層植生の変化を調査し、不嗜好性植物であるバイケイソウが減少してミヤコザサが増加したことを示した。

古澤（森林総研）ら※は、奥日光地域の柵の内外において植物から土壤への窒素供給を調査し、低木層が回復した柵内では樹木リター、柵外では不嗜好性植物であるシロヨメナが多い傾向があり、窒素供給量には大きな変化がなかったことを示した。

### ●シカの生息状況や行動の把握

大場（静岡県農林技術研究所）らは、富士山麓

で GPS 首輪を装着したニホンジカの行動圏はメスよりもオスが広く、オスは交尾期の前後にメスの生息地に移動することを示した。

**中森** (岐阜大) ら\*は、岐阜大学位山演習林においてカメラトラップ法によりニホンジカとカモシカの撮影頻度の年変化・季節変化を比較し、年変化には豪雪の影響はみられず、また季節変化は両種でパターンが異なることを示した。

**稻富** (道総研環境科学研究中心) ら\*は、北海道の2地域においてカメラトラップ法とライントランセクト法による調査を実施し、カメラトラップ法がシカの相対密度を示す指標として有効であることを示した。

**佐藤** (新潟大) ら\*は、新潟県上越市においてカメラトラップ法と植生被害の調査を3年間実施し、分布拡大初期にはオスジカが多いものの、次第にメスが増加して定着し始めている状況を示した。

シカとカモシカの糞は外見からの識別が難しく、糞粒法の適用などの障害となる。相川 (森林総研) らは、DNAの抽出によりシカとカモシカの糞を識別するためのキットが製品化されたことを報告し、その実践事例を紹介した。

### ●シカの捕獲とその効果

八代田 (森林総研) らは、静岡県伊豆地方において、給餌による誘引効果と下層植生との関連について季節ごとに検討し、不嗜好性植物の現存量は誘引効果に影響しないこと、夏季及び春季の誘引には植物の種構成などが影響する可能性があることを報告した。

奥村 (森林総研) ら及び大谷 (森林総研) らは、徳島県つるぎ町の伐採跡地において、スギ、ヒノキ苗木を植栽するとともにシカの集中的な捕獲を行い、自動撮影カメラによるシカの撮影頻度、糞粒法による推定生息密度、苗木の食害等を調査した。自動撮影カメラではシカ個体数の減少が検出できたと考えられたが、植栽区における撮影頭数

には捕獲前後で差が無く、糞粒法や苗木の食害にも捕獲の明らかな効果はみられなかった。

### ●討論

広域の森林へのシカの影響を簡便に評価する手法が広く活用されるようになってきているほか、森林生態系多様性基礎調査では全国の森林についてデータが得られており、統一的な評価が可能である。一方、広域評価の結果は個々の森林の状況とは必ずしも一致しない可能性が指摘された。より狭い範囲を詳しく評価したい場合には、対象地域ごとの植生や環境に応じた評価方法が必要であろう。評価の目的や対象地域の空間スケール、シカの季節移動状況や植物への被害・影響の発生の季節性に応じた手法を検討することが重要である。

シカ柵を用いた研究事例の蓄積によって、植生の衰退やギャップ形成後、早期に柵を設置する必要性が示されてきている。また、効果を維持するためのメンテナンスの重要性も指摘された。

\*

シカは継続的な採食によって森林に累積的な影響を及ぼすため、現在のシカ密度と森林の状態は必ずしも対応しないと考えられる。ある年における植栽木への被害の発生状況についても、シカの生息状況や捕獲による密度の低下と必ずしも対応しないという結果が報告された。この理由はまだ明確ではないが、シカの捕獲によって森林被害が減少すると単純に考えることはできないことを示唆するものであり、シカの行動や餌選択などについての基礎的な研究や、被害の発生時期とシカの季節移動を考慮した対策が必要である。有用な技術や手法が新たに開発されてきており、これらを活用したデータに基づく科学的な対策の必要性を関係機関に伝えていくことも研究者としての重要な役割であろう。

(あかし のぶひろ・ふじき だいすけ・  
たむら あつし・あんどう まさき・  
いいじま はやと)

<公募セッション>

## 木質バイオマス発電のための未利用木材を 長期にわたり安定的かつ調和的に供給するために

横田康裕<sup>1)</sup>・寺岡行雄<sup>2)</sup>・久保山裕史<sup>1)</sup>・吉岡拓如<sup>3)</sup>・有賀一広<sup>4)</sup>

1) (研)森林総合研究所

2) 鹿児島大学

3) 日本大学

4) 宇都宮大学

### ●趣旨

2012年にFIT制度が開始され、木質バイオマス発電、特に買取価格が高く設定された未利用木材を燃料材とする発電事業が全国で多数計画される一方、未利用木材が安定的に確保できるかが懸念されてきました。2016年の日本森林学会大会では、この問題に関するシンポジウムを開催し、総括として、現時点では未利用木材は確保されているが引き続き注視が必要とし、未利用木材の低成本安定供給と長期にわたり安定的なサプライチェーン（以下SC）の構築が検討課題とされました。これを受け、今回はこの2つの課題に関する議論を深めることとしました。その際、未利用木材の供給が森林・林業・林産業・地域社会等に及ぼす影響について高い関心が寄せられていることから、調和的利用の視点も加え多角的な検討を試みることとしました。

### ●低コスト安定供給

大きく分けて、供給可能量の推計と供給量増大的ための手立てに関する報告がなされました。

供給可能量の推計について、団子（富山県林技セ）は、航空レーザー計測データを用いた多雪地帯人工林における根元曲がり材の分布推定、素材生産の収支予測に基づき、経済性から供給可能量を推計しました。山本（宇都宮大）らは、栃木県を対象に、植林から主伐更新までの収支計算に基づき、経済性から小規模木質バイオマスガス化発電向けの供給可能量を長期的に推計しました。

斎藤（信州大）らは、長野県を対象に、林業機械所有動向から供給可能量を推計し、安定供給のためには、機械・作業者の増加が必要と考察しました。白澤（信州大）らは、栃木・長野・高知県を対象に、集材技術の観点から供給可能量を推計し、

その増大のためには基盤整備もしくは集材機のイノベーションが必要と考察しました。

供給量増大的手立てについて、鈴木（高知大）らは、低規格作業道の新設後に高規格改良するほうが低コストなこと、丸太と枝条を混載することで輸送効率が高まることを示しました。櫻井（宮崎大）は、バイオマス輸送効率を上げるために、宮崎県内の道路区間毎の輸送量を推定し、優先的に整備（3m以上に拡幅）すべきルートを抽出しました。當山（東京大）らは、燃料材需要がもたらす最適伐期・間伐回数の変化について、C材価格の感度分析を行い、A材需要が堅調な場合は大きく変化しないという試算結果を示しました。澤田（東京大）らは、主伐材の燃料区分（未利用木材か一般木質か）による収入額の差について大分県を事例に試算し、未利用木材の供給を増大させるにはこの差を周知することが有効と考察しました。

＊

供給可能量の推計については、これまでにも幾つかの取組が見られますが改良の余地があり、今回の各報告は、その精度を上げるとともに、50～60年先までの長期推計に役立つと考えられます。供給量増大的手立てについては、機械の導入・採材の変更、人の確保、路網の整備等が重要とされました。また、今後、林齢の高齢化に伴い、大径木が増えることが予想されるため、それを低成本で伐出する方法の検討が課題とされました。

### ●SC構築

大きく分けて、SC構造、SC構築時の重要検討項目、需給状況に関する報告がなされました。

SC構造や重要検討項目について、佐藤（（株）森のエネルギー研究所）は、燃料材のSCを類型化するとともに、燃料材不足が生じなかつた要因

を分析し、SC構築時の重要検討項目を考察しました。佐竹（岩手大）らは、東北地方の石炭・木質バイオマス混焼発電所について、燃料材安定確保のためのSC構築の取組、FIT対応により混焼率が上がったことを報告しました。横田（森林総研）は、宮崎・大分・島根県を事例に、SCにおける需給調整組織の組織特性・活動内容を類型化するとともに、調整の実行性に影響を及ぼす要因を考察しました。吉田（筑波大）は、チップ供給費用の分析とSCモデルの商流分析を行い、SCにおいて重要となるSCマネージャーの候補者像、期待される役割を考察しました。寺岡（鹿児島大）は、SC構築における森林資源情報の重要性を指摘し、ICTの活用、用材燃材同時生産への対応、トレーサビリティの確保、在庫コストの低下が求められると考察しました。菅野（（株）森のエネルギー研究所）は、小規模バイオマスガス化発電事業が成立するための、「乾燥切削」チップの価格を試算し、価格管理で目標とする水準を示しました。

久保山（森林総研）は、FITが素材価格に及ぼした影響や需給状況について統計から地域的な動向を分析し、チップSC状況や素材生産量等から地域差が見られることを示しました。

\*

SCのありようは地域の森林・林業・木材産業や発電事業特性に応じて様々であり、今回示された事例・類型は各地でSCを構築する際に参考になると考えられます。SC構築に際しては、SCマネージャーの育成や森林資源情報の管理が重要であるとともに、燃料材需要者間および他の木材需要との競合の中で量・質・経済性を確保する方策の検討が課題とされました。燃料材の需給状況については、今のところ顕著な不足は見られないものの、今後供給不足に陥るリスクも指摘され、SCを強化する必要性が確認されました。

### ●調和的利用

平井（森林総研）らは、燃焼灰を有効活用するために、その肥料成分の分析と林地還元した際の施肥効果・環境影響の評価、林地還元コストの分析を行いました。岩岡（東京農工大）らは、松くい被

害木を燃材として熱利用するとともにその燃焼灰を施肥利用するシステムを提案し、植林から灰利利用までのGHG削減量についてLCA分析を行いました。藤原（林業経済研究所）らは、燃料市場がグローバル化している状況を踏まえ、欧州における土地基準とGHG排出基準からなる環境基準について日本の制度と比較しながらレビューしました。

### ●調和的利用の視点からの議論とまとめ

路網整備に関しては、最適な方は現場の状況によって異なり、災害リスクも考え合わせ「山を壊さない」ことが原則であるとし、急峻地形等では高規格の道を低密度に整備することも合理的であるとの指摘がありました。

「木質バイオマス証明」による伐採後の再造林の促進については、現状ではその効果は判断不能とされました。また、SCに環境基準を盛り込み、関係者全員で積極的にその遵守に取り組むことが必要との指摘もなされました。

枝条の利用について、燃料材確保の視点から積極的に取り組む必要性が指摘される一方、カリウムが炉を傷めること等から、特に葉については利用を避けるべきという指摘がありました。収集運搬については、丸太と混載することで輸送効率が高まる事例が報告されましたが、低コスト化は大きな課題であると言えます。また、養分循環の視点から、全量を林内から持ち出すのは避けるべきで、北欧では2～3割を残す指針があることが紹介されました。

本セッションでは調和的利用をキーワードの一つに掲げましたが、今回はその中でも林業生産基盤の維持・持続的な森林管理に議論が集まり、枝条の利用についての議論も深めることができました。ただ、調和的利用は幅広いトピックを含むするテーマであり、まだ議論すべき点が多く残されています。今後も、時々で、特定のトピックを拾い上げ、集中して議論していく必要があると考えます。

(よこた やすひろ・てらおか ゆきお・  
くぼやま ひろふみ・よしおか たくゆき・  
あるが かずひろ)

# アテさし穂の供給に関する考察

〒920-2113 石川県白山市八幡町ワ-13 中野敞夫

## はじめに

アテのさし穂はこれまで樹高2m前後の若い造林木を対象に、活力ある枝数本から採取されてきた。アテはスギと違って萌芽力が弱いため、同一個体から何年も続けてさし穂を採取することは困難である。スギのさし木品種では造林木からさし穂を採取する方法と、採穂園を造成して採穂台木から採取する方法がある。

アテの造林が盛んに行われた昭和40年代には石川県でも採穂量を増やすために、採穂園を造成して採穂台木を仕立てる試験（アテ採穂台木誘導試験）がなされたが、萌芽力が弱いためその効果は認められなかった。

そこで筆者は造林木から、実際にどれ程のさし穂が採取できるかを調べた。それは、現在アテの造林は他の樹種と同様に低調であるが、将来アテの造林が以前のように復活することを想定して、さし穂の供給の目安をつけておく必要があると考えたからである。

## 調査方法

調査の対象にした品種はマアテ、クサアテ、スズアテの3品種で、石川県林業試験場苗畑に植栽した8年生の幼木である。各品種とも5本を対象に、地上から樹高の15%の高さまでの枝を切り取って重量を測定したのち、実際に約30cmの長さのさし穂を作った。この穂作りについてはこれまで筆者が何回となくアテのさし木に関する試験等で行ってきた方法である<sup>1, 2, 3, 4)</sup>。また樹高の15%と言えば、2mの造林木であるなら、地上から30cmの部位に当たり、第1回目の裾枝払いとしての保育作業の範囲に入るものであり、造林木の生育にほとんど影響するものではない。

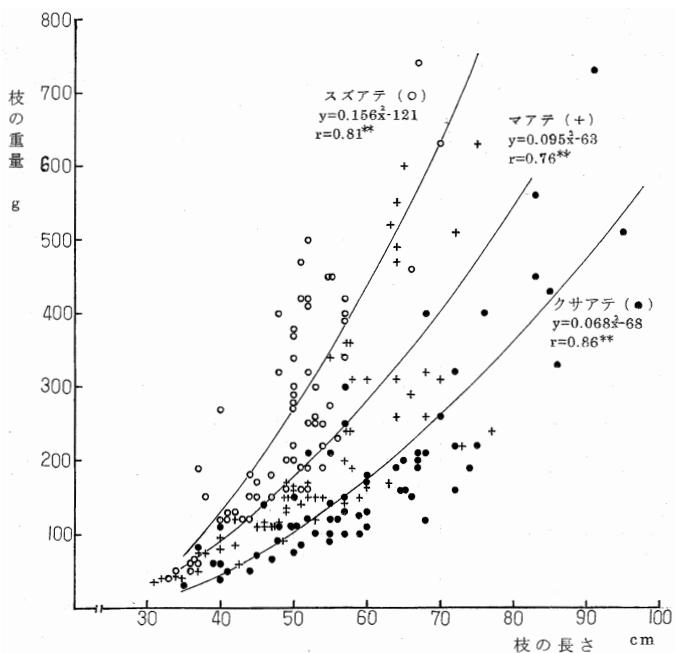
## 結果と考察

結果は表①のとおりである。樹高はそれほど差はないが、枝重量、採穂数は品種間に大きな差がみられる。スズアテは樹高が最も小さいため枝を切り取った範囲も小さいのであるが、枝の重量は最も大きく、平均重量は8.07kgで、マアテ3.36kgの2.4倍、クサアテ1.61kgの5倍の値である。これは品種の特徴であり、地上から高さ50cmまでの階層では、スズアテはマアテ、クサアテに比べて枝本数が1.4倍ほど多く、1本当たりの枝重量も圧倒的に大きいのである。詳しくは既報<sup>5)</sup>をご覧いただきたい。そして、採取したさし穂数もスズアテが平均52本と圧倒的に多く、次いでマアテの13本、クサアテの9本である。参考として3品種の枝の長さと重量の関係を図①に示す。この図に用いた枝は各品種とも7年生の幼木5本を伐採して、各品種とも60本の枝を無作為に選び、その長さと重量を測定したものである。この図から解るとおり、同じ長さの枝であればスズアテが最も重く、クサアテが最も軽い。またスズアテは一次枝だけでなく、二次枝も発達しており着葉量も多いのである。着葉量が多ければ、さし穂が多く採取できることになる。これらのことことがマアテ、クサアテに比べてスズアテの採穂量が圧倒的に多い理由である。

いずれにしても、樹高2m強の造林木の保育作業として下枝払いした枝からこのように多くのさし穂が採取できるのである。これらの幼木が成木へと成長するにつれ、順次、枝払い、枝打ちがなされるので、その都度さし穂が採取できることになる。アテは高齢木になってしまってもさし木の母樹として十分に使用可能なのである<sup>1, 2, 3)</sup>。高齢木からのさし木は優良木を選抜しやす

▼表① 地上から樹高の15%までの高さに着生する枝の重量

品種	樹高(cm)	枝重量(kg)	採穂数(本)
マアテ	1	218	2.82
	2	300	3.84
	3	230	2.24
	4	300	6.10
	5	274	1.78
平均		264	3.36
クサアテ	1	275	1.51
	2	291	1.68
	3	267	1.74
	4	265	1.43
	5	270	1.70
平均		274	1.61
スズアテ	1	291	11.77
	2	264	9.96
	3	245	9.81
	4	170	4.67
	5	250	4.12
平均		244	8.07
採穂数(本)		52	



▲図① アテ幼木の枝の長さと重量の関係

いので、むしろ利点として扱うべきものと思う。また、さし木床は特定の場所に設ける必要はなく、スギの林内など陽光がちらほらと林床に届く程度の明るさがあれば、さし木床として十分使用可能なことは、これまでに筆者が実験して述べてきたことである<sup>1, 2, 3, 4)</sup>。これらのことから考えると、アテの造林が以前のように盛んになっても苗木の供給は十分対応できるものであり、あえて採穂園などを設ける必要はないと思う。

ここで大切なのは、そこかしこの造林木から採穂していいというものではないということである。優良木を選抜し、その木から採穂して苗木作りをするのが順序である。これまで能登一円からアテ優良木を選び、次世代の苗木を育成する基盤は整えられてきた。それらを生かして増殖することが大切であり、有効に活用

したいものである。それらの優良個体から育成した苗木をどこに植栽したかを記録しておき、次にはその林から順次採穂して苗木作りをすることは可能である。その優良苗木が民間に売却されても、植栽した位置を図化するなどして山林所有者と公共団体等で確認し、枝払い、枝打ちの時期を迎えた時に所有者が苗木作りをするか、あるいは他の林家にその穂木を譲渡するなどの方策を考えるべきであろう。

このような形で優良個体から造成されたアテ林の記録が順次後世に伝えられていけば、アテ造林が以前のように盛んになっても、優良苗木の供給に不足が生じることはないであろう。関係者の協力を大いに望みたい。

(なかの ひさお)

#### 《引用文献》

- 1) 中野敏夫：アテ高齢木からのさし木について、101回日林論文集、1990
- 2) 中野敏夫：アテ高齢木からのさし木について（II）、中部森林研究47号、1999
- 3) 中野敏夫：アテのさし木に関する研究（I・II・III）、石川林試研報31号、2000
- 4) 中野敏夫：アテ主要3品種の挿し木発根比較、森林技術4月号、2007
- 5) 中野敏夫：アテ幼齢期の成長と葉の日焼け、山林12月号、2016

## 林業工学分野の海外研究情報と 博士課程の育成

筑波大学生命環境系森林資源社会学研究室 日本学術振興会特別研究員（PD）  
〒305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1  
Tel 029-853-4774 Fax 029-853-4610（林政事務室） E-mail : yoshida.mika.kf@u.tsukuba.ac.jp

吉田美佳

### はじめに

林業工学分野では、木材生産における技術的進歩を取り組んできました。現在、木材をめぐるサプライチェーンは、従来の丸太生産に特化した丸太サプライチェーンから、梢端、枝葉など、これまで見なされなかった部分も含んだ木質資源サプライチェーンへと変化しており、木材生産の根本的なところから変革を迫られています。それに伴い林業工学分野の課題も多様化していますが、それらの課題解決には異なる専門知識が必要とされるため、将来的な研究者不足が懸念されています。本報告では、筆者の博士課程在籍経験およびこれまでに出席した学会や調査などから得られた情報に基づいて、林業工学分野における世界の人才育成と、最新の研究動向などについて話題提供したいと思います。

### 林業工学分野の人材育成に関する 新たな国際的取組

林業工学分野に多く存在する課題の解決には研究と実践が欠かせません。計画的に人材を確保、育成していかなければなりませんが、林業工学分野の博士課程の学生の減少は深刻です。たとえばヨーロッパでは、ボローニャ・プロセスにより、共通の学制・単位の互換システムが実現され、様々な教育システムが利用可能です。欧州の大学院生を対象に多くの大学で夏期セミナーが開催され、専門分野を代表する各国の先生と学生の交流を密にして、自国に限らない就職や研究の選択肢を与えています。

2016年8月29日から9月2日には、米国オレゴン州立大学において、同じ専門分野・同世代の国際的ネットワークづくりを目的とし、参加者を博士課程学生に限定した初めてのIUFRO（国際林業研究機関連合）の林業工学分野の集会（Doctoral Student Conference）が開かれました（参考、吉田2016）。企画はIUFRO第3部会長の同大学Woodam Chung准教授によるものです。筆者を含めて14人の博士課程学生が8か国から集まりました。米国や韓国では人材不足が深刻であり、一方でスウェーデンやオーストリアではそういったことはまだ感じないと聞きました。ただ、2015年にウィーン農科大学を訪れた際には、流行のバイオ系の学科へと学生が流れていて、林学科に入学する生徒が減り、人材不足に陥るかもしれませんと伺いました。

学会発表では、分析方法としてシミュレーション、最適化、GIS、新技術・新理論の現場検証などが使われ、取り組まれていた課題は水文分析、伐採効率分析、山火事分析、LiDARを用いた航測データの分析、大規模製材所内輸送の分析、木質バイオマスサプライチェーンの分析、早生樹種や無立木地から林地への転換検証と、学際的な雰囲気を醸し出していました。現場見学として、米国フォレストサービス（森林局）や地元企業への見学が組まれ（写真①）、参加学生からは異なる視点から質問が飛び、見学終了後、見学先の米国フォレストサービスから企画者のWoodam准教授に、生徒の態度に感動したというメールが来たのです。多様な視点からの議論ができたことはよい経験となりました。このような取組は、今後重要となるでしょう。



▲写真① 博士課程学生学会での集合写真  
ベストを着た2名（右から2番目、3番目）が米国フォレストサービスの担当者。



▲写真②  
ブリティッシュコロンビア大学の森林科学・林産学科の建物  
奥の木がある部分はツリーハウスと呼ばれ、のびのびとした雰囲気。

## カナダとスウェーデンの戦略的取組

博士課程学生を研究に導くという課題は、引き続き9月19日から21日までカナダ、ブリティッシュコロンビア州バンクーバーで開催された米国林業工学会(COFE, Council of Forest Engineering)でも取り上げられていました。ここにオレゴン州立大学の集会参加者も多く合流しました。COFEでは、博士号を取得しても、学問分野に学生がとどまらず、就職した後、学会とのつながりが途切れてしまうため、学問分野の人脈を持った博士が社会へ輩出されても、学問と産業のつながりがなくなるということが議論されました。

カナダでは森林を天然資源の一部ととらえているよう、林道はforest roadと言わず直訳で資源道resource roadと言い、5つの研究所をもつカナダフォレストサービス（森林局）はカナダ天然資源省(Natural Resources Canada)の下にあり、様々な専門分野の研究者が集まっています。また、カナダ林産業界では気候変動に対して、30 by 30という運動を展開しています。2030年までに、CO<sub>2</sub>を年間30メガトン減らそうというものの、2016年比マイナス30%の値です。これは政府の削減目標よりも13%高い目標値です。このような大きな目標を設定し、産官学が一体となって研究プロジェクトを立ち上げ、学生に給料を支払って雇用する形で研究を推し進めています。こうすることで、カナダの企業や政府と学生の間で、研究を通じたつながりを作ることができ、経験と専門知識を持った学生を卒業後も林業界で保持できるような、研究と教育の推進・雇用確保の流れができています

(酒井・吉田 2015)。

バンクーバーにあるブリティッシュコロンビア大学の森林科学・林産学科の建物はカナダ材を用い、最新技術を使って、木材や木造建築のショーケースとなるように作られています（写真②）。カナダの林産企業に寄付を募り、いくつかの部屋には寄付者の名前が付けられています。木材や産業を身近に感じながら勉強することは、林業を学ぶ学生の自意識形成にも良い影響をもたらし、また、そのほかの課程を専攻する学生にも、象徴的に映ると思われます。

博士課程学生の研究面での悩みの多くは、テーマ設定やデータ不足など、実際の現場とのつながりが薄いために現実味を欠くことや、研究期間の短さからくるものが多いように思います。日本でも大学によっては博士課程の授業料免除などの支援措置がありますが、奨学金の返還義務や、博士号取得後の進路や専門性を活かせるかどうかなどの不安があります。カナダの金銭的な支援による精神的不安の払拭と、プロジェクトという一定の枠組みでのグループ研究によるテーマ設定やデータ確保の簡易化は、優秀な研究者の育成に一役買い、この蓄積が将来の創造的な研究につながっていくと考えられます。

スウェーデン森林研究所(Skogforsk)でも、プロ

ジエクトによる研究を推進しています。その成果はウェブページで頻繁に公開され、誰でも見られるようになっています。スウェーデン森林研究所は、スウェーデン森林組合連合 (LRF Skogsägarna) と森林企業、個人所有者などによって組織基盤が築かれており、運営資金として森林組合連合や企業の伐採量に 0.5 SEK (スウェーデン・クローナ) /m<sup>3</sup> を乗じた金額が提供され、伐採量が伸びるほど森林研究所の運営費も上昇するような仕組みになっています。また、この額と同等額の資金が政府からも提供され、産官学を連結し、研究と実践のサイクルが回るような動機付けがされています。スウェーデン農科大学は、アルナルプ、ウメオ、ウプサラにキャンパスがあり、2015 年の学生数は 3,812 人、スタッフ 2,841 人、博士課程学生 638 人、教授 240 人です。国内の森林企業やフィンランドと提携し実用的な新技術の開発研究が盛んに行われ、上述の森林研究所とも深いつながりを有します。

このスウェーデンとカナダが手を組んで、VCO (Value Chain Optimization、バリューチェーンの最適化) に向けて、15 のカナダの大学、39 人の教授等の指導者、66 人の研究者、17 人の協力学生が参加し、これに 74 の公的、私的機関、政府などが協力関係となって、多様な学問領域の戦略的な研究ネットワークやプロジェクトが組まれています (酒井・吉田 2015)。特に博士課程学生を産業界が活用する、博士課程学生の社会的受け皿が整っています。

今後、日本では、林業全般に関する専門知識が必要とされるフォレスター やサプライチェーンマネージャーという職業が、修士や博士課程を卒業した学生たちの就職先の一つとなることが期待されます。たとえば、オーストリアでは、修学の段階によって管理可能な面積に差が設けられています。スイスでは、林業を行うには専門知識を持つ人材を配備しなければならないと聞きました。現場作業のバックグラウンドを持つ人材だけではなく、学問のバックグラウンドを持つ人材も林業の実務に引き付ける工夫が、日本においても必要だと思います。

## 林業工学分野における 最新の海外研究情報

海外では林業における輸送部門の研究が盛んです。伐採や加工は現行技術がほぼ成熟し、新たなイノベーションを待っている段階であり、輸送部門の研究で多

く論じられてきた、トラック容量の増加、鉄道や船舶などの長距離輸送手段の導入といった長距離輸送への対応が実践されるようになりました。現在は、より大型のトラックを導入するため、既存道路の規格向上が議論されています。これは道路への再投資であり、高規格の路体は維持費もかかるため、輸送費用削減とはトレードオフの関係にあることが示唆されています。

どの既存路網を高規格化していくかについて、スウェーデン森林研究所では、260 万 ha の大企業所有林のデータを用いて最適化と順位付けを試み、路網の高規格化と同時に伐採予定も適宜最適化していくことで、大企業は年間 2,400 万ユーロの節約が可能となるという事を示し、サプライチェーン全体を見据えた合理的な意思決定方法を具体的に提示しています (Asmoarp et al. 2015)。

また、道路の開設・高規格化における費用負担についても議論があります。オーストラリア、南ヨーロッパでは、道路は地域の幹線道とみなされ、林業以外の産業 (たとえば観光や酪農) や政府もその費用を分担すべきという姿勢がみられます。林業でどれだけ利用する可能性があるか、またそれに伴う道路の損耗とその維持管理費用はどのくらいになるかといったことについて予測が立てられています。

一般的な研究手法に関して、時間観測等による実測手法に加えて、機械から直接データを引き出してより多くのデータを収集、分析するビッグデータと IoT を利用した分析手法が脚光を浴び始めています。森林情報を正確に取得するための LiDAR 技術や画像解析技術の研究も、特に森林面積の大きい北米で、大きな課題として取り上げられていました。ライフサイクルアセスメント (LCA) 分析は定番となりましたが、市販のソフトウェア内の林業分野のデータはまだ不十分であると言われています。国や地域ごとの林業分野 LCA 分析用データの充実が求められます。

木質バイオマス燃料利用は近年変わらずに注目を集めていますが、米国では航空機の燃料を林地残材から作られたバイオジェット燃料で代替するというプロジェクトが話題になっていました。このプロジェクトにかかわっているオレゴン州立大学特任教授 John Sessions 氏によれば、巨大かつ長いサプライチェーンの肝となるのは含水率の管理だということです。林地で乾燥させることで生産コストは生の林地残材を使ったときよりも 4 分の 1 ほど安くなるため、林地での

乾燥は重要であり、欧洲ではすでに実践に取り入れられています。生産されたチップの熱量および含水率のリアルタイム計測や全量計測の試みはスウェーデン森林研究所で研究され、新たな方法が生まれようとしています。

## 日本における課題： サプライチェーンマネージャーの育成

いくつかの課題を上述しましたが、林業工学の研究課題は、サプライチェーンを構成する長期レベル（目標レベル Strategic）、中期レベル（目的レベル Tactical）、短期レベル（業務レベル Operational）という意思決定レベルのいずれかに属するか、もしくは、またがっています。たとえば、一定エリアのある時点の伐採計画は中期レベルの課題であり、目標林型の設定は長期レベルの課題です。車両系や架線系のどちらを使うかは短期レベルの課題と言えます。課題を一つずつ取り上げると各段階の課題として位置付けられますが、長期レベルは中期レベルの、中期レベルは短期レベルの課題を含むため、実際これらは複雑にかかわりあっています。実務を担う短期レベルで変化が蓄積していくけば、最終的には長期レベルの意思決定も変化し、逆に長期レベルの意思決定である政策の変化による短期レベルへの影響もみられます。一つの課題解決と同時に、サプライチェーン全体への影響を考慮する必要があり、それには多様な視点からの議論と、そのとりまとめが不可欠です。

サプライチェーンマネジメント（SCM）の最終目的は「顧客に提供する価値の増大」ですが（椎野 2017），かかわり方によってサプライチェーンの価値は異なっ

てきます。現在は B to B、森林と製材工場・住宅建設業などの間における需要と供給のミスマッチが大きな課題であり、SCM の価値はこの間の安定供給の実現にかかっています。すなわち、現在の SCM における主要目的は、「各レベル間での情報共有と意思の統合を行い、実際の物流がスムーズに流れるよう調整すること」と言えます。実際の現場には「各レベル間での情報共有と意思の統合を行い、実際の物流がスムーズに流れるよう調整する」サプライチェーンのマネージャーが必要であり、現場と専門家の意見をまとめるマネージャーの育成が課題であると言えます。

## おわりに

林業工学分野の最新研究課題と博士課程の育成について紹介しました。サプライチェーンには多くの人がかかわっており、利害関係にあるため、関係者間の意思疎通と協力が不可欠です。サプライチェーンマネージャーがどのような形態になるのかは地域ごとに異なっており、それぞれの地域で最適な形を模索していく必要があります（吉田・酒井 2016）。また、課題の解決には、多くの研究を継続発展させていかなければならず、そのためにも、スペシャリストとして将来を担う若手の研究関係者の育成が不可欠であり、それと並行してそれらの研究を現場へと反映させる、ジェネラリストの側面を持ったサプライチェーンマネージャーの育成も進めなければなりません。例に挙げた国々のような取組が最初からできるとは限りませんが、目指す姿を見つめ、動き続けることが必要だと思います。

（よしだ みか）

### 《参考文献》

- Asmoarp V, Flisberg P, Frisk M, Rönnqvist M. (2015) Strategic planning of investments in forest road. Presentation at SSAFR 2015, Uppsala, Sweden
- 酒井秀夫・吉田美佳（2015）知っておきたい！政策・研究・技術第 21 回 カナダの林業・林産業の最新研究事情. 森林技術 884 : 26-29
- 椎野 潤（2017）椎野先生の「林業ロジスティクスゼミ」ロジスティクスから考える林業サプライチェーン構築. 全国林業改良普及協会. p.176
- 吉田美佳・酒井秀夫（2016）燃料用木質チップのサプライチェーンマネジメントの形態と利害関係者の役割. 山林 1583 : 27-36
- 吉田美佳（2016）IUFRO Division 3 Doctoral Student Conference : Connecting Knowledge and Minds 学会参加報告. IUFRO-J NEWS 119 : 7-11

# 森林環境部門を受講して

## 岩永 裕

南那珂森林組合 日南事業所



私の住んでいる、宮崎県の南那珂地域は、林業が盛んであり、飫肥スギの弁当材など、古くから森林と距離が近い地域です。

私が南那珂森林組合に就職して 10 年が経ち、その間に森林の資源調査や、森林整備事業等に携わってきました。日々の業務の中で、もっと森林について深く勉強してみたいと感じるようになり、また、そうした中で、林業技士の資格を知り、受講したいと思うようになりました。

選択した部門は「森林環境部門」で、当初は普段の業務とは馴染みの薄い内容かもしれないなど、不安な気持ちで最初のレポート課題に取り組みました。

レポート課題の内容としては、いずれの科目もやはり簡単なものではなく、参考書と格闘しながら、なんとか書き進め、まとまりに自信のないレポートが完成し、おそるおそるポストへ投函しました。

一番難しいと感じたのは、自分で森林における問題点を見つけ、具体的な提案を出していく課題でした。従来から言われている既存の問題提起でなく、今起きている、あるいは、今後危惧されるであろう問題点を自分の視点で見つけ出す、という作業がとても難しかったです。「なぜ、問題と思ったのか」「問題を解決する方法とは、また具体例は」といったことを考えて文章についていく作業がなにより難しく、もっと努力しなければならないと痛感しました。専門的な言葉を使うだけではなく、平易な言葉で理解しやすく書く技術も必要であると感じました。

課題に取り組む中で、気付いたことは、一つひとつの科目は分かれてはいますが、つながりがあり、点と点が線で結ばれ、図形ができ上がっていくように、だんだんと理解ができるようになっていくのではないかということです。森林環境と一口に言っても、取り扱う範囲が広く深いので、すぐに理解できる代物ではありません。しかしながら、最後のレポート課題を提出



▲松枯れの伐倒駆除や薬剤散布により、松の森林景観を維持

し終えた頃には、漠然とですが少しづつ内容がわかるようになっていきました。

その後、スクーリング研修への参加が決定し、集中講義が始まりました。木材生産以外にも森林の役割があることはわかっていたつもりでしたが、では、その「森林の役割」が生活の中で、どのように利活用されているのか、または、今後利用されていく可能性があるのかといったところまでは、講義を受けるまでしっかり意識していませんでした。

施業方法の考え方の中で、印象に残ったのは、目的をもって判断することが大事であり、そして、間違つたら改めていけば良いのであって、間違いを恐れて判断を躊躇しては結局何も進まないという言葉でした。これは、普段の仕事においても言えることだと感じました。

森林の現状だけを考えれば良いのではなく、手を加えるのか、そのまま維持するのか、次世代へどうつなげていくのかということを考え、よりベストな判断を行うことが大切なのだと思います。

(いわなが ゆう)

# 森林評価部門を受講して

## 大田浩二

公益社団法人 徳島森林づくり推進機構



当機構は、旧林業公社の分収林を母体として、民有林の受託森林や機構有林を管理経営する機関で、その経営管理面積は約 12,000ha です。今回の受講のきっかけは、業務で 2004 年から始まった民有林の森林取得事業に従事してきたことでした。徳島県は、森林面積の 94% を民有林が占めており、森林所有者の経営意欲の低下から森林整備が進まない状況下にありました。民有林の森林取得事業は、こうした森林を当機構が積極的に購入し、森林整備を進めると同時に山村地域の雇用を創出しようとする事業です。当然、公共用地としての取得ではなく、あくまでも民間取引で購入しようとするもので、売買情報の収集から取得候補地の現地調査、境界確定、森林整備計画の作成、森林所有者との交渉、売買契約、所有権の移転等に携わり、約 1,800ha の林地取得を行いました。その後、2014 年からは民有林の林産事業に取りかかり、林地及び立木の買取や委託生産事業の収支見積などを担当し、現在も続けております。

森林売買は宅地や田畠と違い、様々な条件によりその評価額は異なり、森林所有者との交渉やその後の事業採算性に大きく影響し、何が正解なのか、何を基準に考えなければならないか、経験はあるもののしっかりと基礎知識を身につけたいと思うようになりました。以前から県内では林業技士(森林評価士)として活躍されている方もおられたことから、是非挑戦してみようと思ったのが始まりでした。

かくして、最初のレポート提出から研修は始まりました。業務多忙から夜や土日に老眼鏡をかけてのレポート作成、業務経験から少しは自信があったのですが、改めて基礎知識や論理的な文章表現力の乏しさを痛感し、迫り来る締切日に何度も挫折しながらも何とか乗り切ることができました。

スクリーニング研修は 11 月に東京で 4 日間、北海道から九州まで各地から集まった受講者の中には、直接



▲森林の購入から木材生産へ  
(直営班によるタワーヤードでの出材)

成熟してきた森林は、まさに収穫期を迎えていました。次世代につなぐためにも木材の生産から再造林・保育と森林の循環利用が求められています。

的に面識はなくても業務上の繋がりのある人も多く、お誘いを断れない私は研修が終わると毎晩のように皆さんと赤坂の街中に溶け込んでいました。そしてそれは最終日の試験まで続いたのですが、一緒にいた皆さんの話を聞くと夕べは 2 時まで勉強したとか、それに対して私は睡魔に負けて朝まで眠る毎日。加えて、試験に向き合うと、大変なことに気づきました。鉛筆で字が書けないことです。普段のほとんどを PC に頼り、メモ以外に鉛筆を握る機会がないことで、漢字が浮かばないうえに書くスピードが遅く、試験終了時間が迫り非常に焦りました。今後、受講する皆さん、鉛筆で字を書く練習をしておいてください。そして、スクリーニング時には、必ずホテルに帰って復習と予習はしておいてください。東京の街に酔わされないように。

何とか合格通知をいただき、林業技士を名乗れるようになりましたが、これからが本番と心を新たにしています。変化する経済状況や社会情勢、国民の森林への期待、地球温暖化等の環境的要素、様々な要因が森林評価には関係してきます。今後とも精進し新たな業務分野を広げ挑戦していきたいと考えております。

(おおた こうじ)

## BOOK 本の紹介

有岡利幸 著

### 栗の文化史 日本人と栗の寄り添う姿

発行所：株式会社雄山閣

〒102-0071 東京都千代田区富士見 2-6-9

TEL 03-3262-3231 FAX 03-3262-6938

2017年2月発行 A5判 280頁

定価（本体 2,800 円+税）ISBN 978-4-639-02464-4

特用林産物に関心を持っている方なら、有岡利幸氏をご存知でない方は少ないと私は思います。それは有岡氏は日本植物文化史をはじめ、松茸、梅（I・II）、つばき油の文化史、春の七草、秋の七草など数多くの植物と人とのかかわりを詳細に調査検証し上梓しているからであります。

有岡氏は37年の長い歳月にわ

たり関西方面の国有林で森林の育成と経営計画業務分野の実務にかかわり、その後10年間は近畿大学に勤務し、国有林勤務時代に現場で数多くの植物と人と触れ合い、その上で得た成果を検証し取りまとめたものと推察します。まさに斯道の第一人者であります。

有岡氏は以上のほかに数多くの出版物が評価され、1993年第38

回林業技術賞、同年第47回毎日出版文化賞を受賞しています。

今回の「栗の文化史・日本人と栗の寄り添う姿」は7章から構成されていますが、各章いずれも人とのかかわりについて深く掘り下げて表してあります。従来は、この種の出版物は、植物分類、植物生理生態などから取りまとめたもののが多かったのですが、有岡氏は日本列島に人が生活し始めた時代から現代に至るまで、食糧としてのクリの実、生活面における什器としての役割、住居などにどの様にかかわってきたかを読者の目線から詳細に解説しています。特に5章の「栗の昔話と生活習慣」は是非子どもにも聞かせたい内容であります。また7章の「近現代の栗」も今日忘れていることの再認識上

## ●木になるサイト紹介●



森林総合研究所 木材データベース

URL : <http://f030091.ffpri.affrc.go.jp/index.html>

森林総合研究所木材データベースは日本産木材データベースと、木材標本庫データベース、日本産木材識別データベースの三つのデータベースで構成されている。

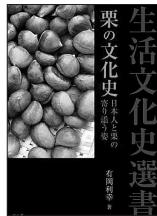
このうち木材標本庫データベースは、森林総合研究所木材標本庫（国際記号TWTw）に収蔵されている約29,000点の木材標本の文字情報を提供するもので、収蔵標本の種名や産地、由来等を調べることができる。この木材標本庫は第二

次世界大戦直後に開設され、研究者が国内外で木材標本を収集するとともに、国内外の研究機関との交換によって標本が収集され、現在日本産木材13,000点と外国産木材16,000点の標本を収蔵している。

日本産木材データベースは、木材標本庫に収蔵されている日本産木材標本の画像データベースである。日本産樹木の木材標本は研究者が国内の森林で採取したもののが主体となっており、このデータベ

ースでは、標本採取時点の枝振りの写真や、さく葉標本と木材標本の画像、木材プレパラートの光学顕微鏡像などを提供するほかに、採取地点の地図や、一部の種の走査電子顕微鏡像や実体顕微鏡像を提供している。このデータベースは、日本に生育する樹木がどのようなもので、その木材の構造がどのようにになっているかを様々な角度から見てもらうという目的で作製している。

日本産木材識別データベースは、日本産木材を光学顕微鏡的な特徴にもとづいて識別するためのデータベースで、国際木材解剖学者連合が作製したコードに基づいています。このデータベースでは、適合するコードを選択して検索すると対応する種のリストが表示され、



必読を願いたい内容であります。  
本書は内容の豊富さから検討すると、特用林産物関係者に限らず林学、林業をはじめ植物学ひいては民俗学に关心を持つ人々が手許に置いて、植物学としてのクリ、特用林産物としてのクリ材、クリの実など、古代から現代に至るまでの人とのかかわりを理解するのに必要不可欠な書として是非一読されますよう推薦いたします。

(東京農業大学名誉教授  
／杉浦孝蔵)

## 原発事故による避難指示区域の今（上）



その13



震災発生から約6年を経た、浪江町沿岸部の請戸地区の様子

（平成29年2月25日撮影）

この春、福島第一原子力発電所の周辺の4町村に出されていた避難指示の一部が解除されました\*1。

私は、これまでの6年間、東日本大震災で被災した各地を何度も訪問してきました。ですが、原発事故による避難指示区域に足を踏み入れたのは、3年前に一度、内陸部の飯館村を車で通過したのみでした。今年2月25日、「福島原発20km圏内視察ツアー」に参加し、原発近くの街の様子をじっくり見る機会を得ました。今回と次回は、このツアーで目にした、避難指示解除を1ヶ月後に控えた街の様子を紹介することとします。

盛岡を出発したバスが最初に停車したのは、浪江町沿岸部の請戸地区。訪問時はまだ避難指示の解除前。震災前は住宅が立ち並ぶ地区だったそうですが、一部の建物を除いて、何もない地面が広がっていました。まるで、震災発生の年や、翌年の光景にしか見えません。南に目を転じると、福島第一原発の排気塔が遠望できます。放射線量は0.06～0.07  $\mu\text{Sv}/\text{h}$  でした\*2。

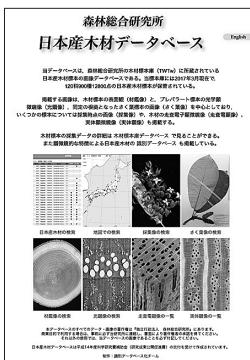
ここから、バスは国道6号に入り南下して行きました。少し進むと、帰還困難区域\*3に入ります。この区域内では、脇道に入ることも、バスの窓を開けることもできません。道路に面した住宅や店舗への入口には、鈍い銀色に光るジャバラ状のバリケードが設置されおり、人や車の出入りを拒んでいます。周囲には、黒いシートに被われた小山のようなものがいくつも見えましたが、全て除染で発生した土壤や廃棄物の仮置場です。

放射線量の値が最も高くなったのは、双葉町と大熊町の境界…つまり、国道6号が福島第一原発に最も近づくあたりでした。手元の測定器では最大2.044  $\mu\text{Sv}/\text{h}$  (バス車中)を記録しました。海側の車窓からは原発の排気塔が見えていました。

次回は、その後に訪問した富岡町の様子を紹介します。

\*1: 今春（3/31, 4/1）に避難指示が解除されたのは、浪江町、富岡町、川俣町、飯館村で、居住制限区域及び避難指示解除準備区域に指定されていた区域。  
\*2: 文中の放射線量はクリアパルス(株)A2700型による数値  
\*3: 放射線量が非常に高いレベルにあり、避難を求めている区域。まだ避難指示は解除されていない。

（内田信平／岩手県立大学盛岡短期大学部）



その光学顕微鏡像と対照できるようになっている。

木材標本庫データベースと日本産木材識別データベースは専門家向けであるが、日本産木材データベースは、少しでも樹木に興味のある方は画像を見ているだけで楽しめると思う。

(森林総合研究所／能城修一)

**01**

## 平成 29 年度第 72 回定時総会等のご案内

- 定時総会（第 72 回）を、6 月 30 日（金）15 時 00 分から日林協会館 3 階大会議室で開催します。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ました。
- 総会終了後に、同会議室にて懇親会（18 時～20 時）を開催します。
- 定時総会の席上で、「第 27 回学生森林技術研究論文コンテスト」及び「第 62 回森林技術賞」受賞者の表彰及び受賞者講演を併催します。予定時間は、17 時 15 分～17 時 45 分です。

**02**

## 日林協のメールマガジン・会員登録情報変更について

- メールマガジン 当協会では、会員の方を対象としたメールマガジンを毎月配信しています。ぜひご参加下さい。配信をご希望の方は、メールアドレスを当協会 Web サイト《入会のご案内》→《入会の手続き》→《情報変更フォーム》にてご登録下さい。
- ※メールアドレスが変更になった方もこちらから変更願います。
- 異動・転居に伴う会誌配布先等の変更 これについても、上記《情報変更フォーム》にて行えます。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・右下に記載しております。
- お問い合わせはこちら → mmb@jafta.or.jp (担当: 吉田 功)

**03**

## 平成 29 年度林業技士・森林情報士受講募集

- 林業技士（養成研修各部門）の申込受付期間は、5/1（月）～6/30（金）です。また、資格要件審査（森林土木部門・作業道作設部門）の申込受付期間は 7/1（土）～8/31（木）です。
  - 森林情報士（各部門・1 級及び 2 級）の申込受付期間は、5/1（月）～6/15（木）です。
- ※各々の詳細は、当協会 Web サイトをご覧下さい。

**04**

## 協会のうごき

### ●人事異動【平成 29 年 4 月 17 日付け】

採用 事業部主任調査員（委嘱） 川村 操  
(上記の委嘱期間は、平成 29 年 4 月 17 日～平成 30 年 1 月 31 日とする。)

## 編集後記

mtnt

過去の本誌をたどると、大々的なマツ枯れの原因として、「マツノザイセンチュウ」の存在が突き止められたのは、1970 年代はじめ。それから約 50 年、被害地域では気の抜けない監視と対策が続きます。今号では最前線でのマツ枯れ対策と各地の被害把握・監視体制の取組をお届けします。着実な探査が重要である一方、広域な森林から少數の被害木を見つけ出す難しさが伝わってきます。

## Contact

### ●会員事務／森林情報士事務局

担当: 吉田(功), 三宅

Tel 03-3261-6968

✉: mmb@jafta.or.jp

### ●林業技士事務局

担当: 高 Tel 03-3261-6692

✉: jfe@jafta.or.jp

### ●本誌編集事務

担当: 一, 馬場(美)

Tel 03-3261-5518

(編集) ✉: edt@jafta.or.jp

### ●デジタル図書館／販売事務

担当: 一 Tel 03-3261-6952

(図書館) ✉: dlib@jafta.or.jp

(販売) ✉: order@jafta.or.jp

### ●総務事務（協会行事等）

担当: 見上, 関口, 佐藤(葉)

Tel 03-3261-5281

✉: so-mu@jafta.or.jp

### ●上記共通 Fax 03-3261-5393

## 会員募集中です

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

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

## 森林技術

### 第 902 号

平成 29 年 5 月 10 日 発行

編集発行人 福田 隆政

印刷所 株式会社 太平社

発行所 一般社団法人 日本森林技術協会 ©

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

〒 102-0085

TEL 03 (3261) 5281 (代)

東京都千代田区六番町 7

FAX 03 (3261) 5393

三菱東京 UFJ 銀行 船町中央支店 普通預金 0067442

郵便振替 00130-8-60448 番

SHINRIN GIJUTSU

published by

JAPAN FOREST TECHNOLOGY ASSOCIATION

TOKYO JAPAN

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



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

### ●『ICT つかえる人材 育てよう。』(59歳 林業)の巻



「活用事例レポート」  
4コマつきで更新中！

5月17日 治山で使う  
森林クラウド(仮)

4月17日 「ICT つかえる人材 育てよう。」  
(59歳 林業)

3月17日 竹林の利用を  
促進しよう！

羅森盤



【連絡先】(一社)日本森林技術協会内 森林クラウド事務局

E-mail: fore\_cloud@jafta.or.jp

## 平成 29 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 29 年度の年会費納入時期となりましたので、ご案内致します。

5月初めに会誌とは別便でお送りしました「払込取扱票」により、会費納入方よろ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ります。

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をさせていただきます。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 29 年度分

(平成 29 年 4 月～翌年 3 月)

前年度会費が未納の方については、未納分が合算された払込票をお送りします。

### 年会費

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

### 振込期限

5月 31 日 (水) 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。

### 問合せ先

管理・普及部 (担当: 吉田功)

TEL 03-3261-6968

E-mail: mmb@jafta.or.jp

※お問い合わせの際は、会員番号を明示願います。

# 森林景観づくり —その考え方と実践—

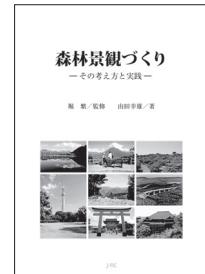
森林景観づくりの具体的な進め方を解説した初めての本。

500枚以上のカラー写真でビフォー・アフターがよくわかる。

堀 繁 (東京大学教授) / 監修 由田幸雄 (技術士森林部門) / 著

ISBN978-4-88965-248-2 A4判 269頁 オールカラー

本体 3,500円+税



# 森林への誘い —活躍する「緑の研修生」—

次代の森林づくりを担う若手技術者の“素顔”と“本音”を伝える1冊。

日本林業調査会 (J-FIC) / 編

ISBN978-4-88965-250-5 B5判 202頁 オールカラー

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/>



## 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

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 5,500名、通信研修受講者

2,100名、証明書発行 1,800件 (H28年度)

★詳しくは HP 及び下記にお問合せください

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)

### ★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

# 日本森林技術協会の販売・取扱い品から

☆今月のご案内は

測樹用器具です！

□ 測高器

ID 231101 バーテックスIV型 360° モデル

一般価格：240,000 円+税

会員価格：216,000 円+税

ID 232201 逆目盛検測桿ST-88 8m8段、重量0.8kg

一般価格： 31,000 円+税

会員価格： 27,900 円+税

ID 232202 逆目盛検測桿ST-1010 10m10段、重量1.1kg

一般価格： 38,500 円+税

会員価格： 34,650 円+税

ID 232203 逆目盛検測桿ST-1212 12m12段、重量1.5kg

一般価格： 47,500 円+税

会員価格： 42,750 円+税

☆お求めの際は、品名・数量・お届け先（〒番号、住所）・お名前・電話番号を明記してください。

☆書類宛名書きにご指定がある場合はその旨を、また、会員の方はその旨を記載願います。

☆当協会 Web サイトにある注文様式をご利用いただくと便利です。ご請求書等書類は商品と別送の場合があります。

☆お問合せ・お求め先

〒102-0085 東京都千代田区六番町7 日本森林技術協会 販売係  
Tel 03-3261-6952 Fax 03-3261-5393 E-mail : [order@jafta.or.jp](mailto:order@jafta.or.jp)

H29.5 現在

《日林協の養成研修》

## 林業技士・森林情報士 養成研修の募集を開始しました！

平成 29 年度「林業技士」「森林情報士」養成研修の受講申し込み受付が始まりました。申込期間、締切（消印有効）は、下記の通りです。

●林業技士（養成研修各部門）：5月1日（月）～6月30日（金）まで

※実施部門

林業経営、林業機械、森林土木、森林評価（森林評価士）、森林環境、森林総合監理の6部門。

※林業技士の資格要件審査（森林土木部門及び作業道作設部門）の申込期間は、7月1日（土）～8月31日（木）です。

●森林情報士（各部門とも）：5月1日（月）～6月15日（木）まで

※実施部門

森林航測（1級及び2級）、森林リモートセンシング（1級及び2級）、森林GIS（1級及び2級）の6部門。

それぞれの部門のスケーリング開催日程など、詳しくは、当協会 Web サイトをご覧ください。受講案内パンフレットや受講申込書等の各種様式が掲載されています。

【林業技士】<http://www.jafta.or.jp/contents/gishi/> 【森林情報士】<http://www.jafta.or.jp/contents/jouhoushi/>

お問い合わせ：

林業技士事務局 担当：高（たか） Tel : 03-3261-6692

森林情報士事務局 担当：吉田 功 Tel : 03-3261-6968

# 環境計測、

この一手。

昭和二十九年五月十日発行  
平成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

第九〇二号

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

小型軽量シンプル記録計

## TAMA Pod



### 主な特長

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

## AQUA アクア

水圧式水位観測装置

¥203,040(本体価格 ¥188,000)

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

#### 【付属品】

水圧式水位計

KDC-S10-S-TM/N  
30mケーブル付



## LLUVIA ジュビア

積算雨量観測装置

¥73,440(本体価格 ¥68,000)

- 【別売品】  
雨量計  
KDC-S13-R1-502



## PT ピーティー

白金測温抵抗体用記録装置

¥73,440(本体価格 ¥68,000)

- 精度：0.2°C
- 分解能：0.01°C

#### 【別売品】

白金測温抵抗体 KDC-S03



## UAVの新しいパートナー参上



### 主な特長

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

2Dスキャナー  
**PS250-90 LW for UAV**

PS250-90LW OPEN 価格

タマヤ計測システム株式会社

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