

# 森林技術



《論壇》「スギ大径材問題」とは何か？

その対応策を考える—製材品販路拡大の視点から—  
／遠藤日雄

《特集》大径化の中での伐木集運材技術の動向

高野 育／中澤昌彦／山下史洋／山田容三

●連載 森林再生の未来Ⅱ-1／三井ホーム株式会社

●報告／関 憲一郎 ●平成28年度 森林情報士養成研修合格者の声

2017

No. 901

4

TOKOKOSEN

【剥皮害防除に伸縮自在で簡単施工】

## ザバーン®製 樹皮ガード PAT

Made of  
**Xavan®**  
Only by DuPont™



デュポンTM及びザバーン®は、米国デュポン社の商標です。

『ザバーン®製樹皮ガードの特徴』

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

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

東工コーセン株式会社

〒541-0052

大阪市中央区安土町2-3-13 大阪国際ビルディング28F

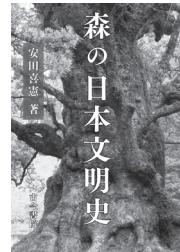
TEL06-6271-1300 FAX06-6271-1377

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

e-mail : [forestagri@tokokosen.co.jp](mailto:forestagri@tokokosen.co.jp)

# 森の日本文明史

安田喜憲 著 A5判上製 406ページ 定価本体 5500円+税



★「スギ」「ブナ」「ナラ」「アカマツ」等と日本人は、どう付き合ってきたのか？  
縄文時代から森の恵みを利用し、環境を豊かにし、木を植えることで災害から身を守ってきた日本人。花粉分析など古環境復元による詳細データをもとに、杉や松など日本を代表する樹木と日本文化のかかわりを明らかにする。弥生人はスギをあまり使ってないなど、意外な指摘も。世界各地で起こっている森林荒廃の例もとりあげ、日本人が未来にむけて守らなければならない、森の重要性を提言する。



# 人と植物の文化史

国立歴史民俗博物館・青木隆浩 編 A5判 190ページ 定価本体 3200円+税

★日本人が育てた「花の芸術」と工芸品の歴史をたどる！  
江戸時代の庶民による朝顔や桜草の品種改良、大名家による菊栽培の発展、椿とサザンカの交配、ヨーロッパも驚いた漆細工など、日本独自の栽培技術と芸術史をたどる。和服に描かれた花模様から当時の花の品種改良を考察するなど、ユニークな話題も。

古今書院

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 2-10 FAX 03-3233-0303 TEL 03-3291-2757  
<http://www.kokon.co.jp> 詳細はホームページにて

# 森林技術 No.901 —— 2017年4月号

## 目 次

論 壇	「スギ大径材問題」とは何か？その対応策を考える —製材品販路拡大の視点から—	遠藤日雄	2
統計に見る日本の林業	世界の木材貿易の動向	林野庁	7
特 集	大径化の中での伐木集運材技術の動向		
	伐木一大径化した立木を効率的に伐採していくには	高野 翔	8
	中距離対応型架線系集材システムについて	中澤昌彦	12
	運材一トレーラーとトラックなど	山下史洋	16
	林業労働災害事例から見た大径木伐採の安全上の留意点	山田容三	20
連 載	菊ちゃんの植物修行Ⅱ 奮闘的ジャーニー 13 崖の上の多肉植物（後編）～収斂のオロスタキス～	菊地 賢	24
連 載	産業界とともにめざす森林再生の未来Ⅱ 第1話 三井ホーム株式会社 ツーバイフォー工法による木材需要の創出	辻川豊隆	26
連 載	森と木の技術と文化 特別編 長伐期林を考える② 第5話 長伐期林の生長・収穫予想	内田健一	28
報 告	自走式木材破碎機を活用した森林整備のための 機械経費の見積りと現場管理の方法の検討	関 憲一郎	31
養成研修	平成28年度 森林情報士養成研修合格者の声		
	森林情報士資格取得の動機と今後（森林 GIS2級部門）	菅原史緒	34
	森林リモートセンシング2級部門を受講して（森林 RS2級部門）	高橋市衛	35
本の紹介	森林景観づくり—その考え方と実践—	田中伸彦	36
縁の付せん紙	2017ミス日本みどりの女神 野中 葵さん 日林協を表敬訪問	一 正和	36
ご案内等	日本農業遺産、世界農業遺産 認定地域の公表等 6／『森林ノート2017』のご案内 19／新刊 図書紹介 37／協会からのお知らせ 38／羅森盤通信（40）		



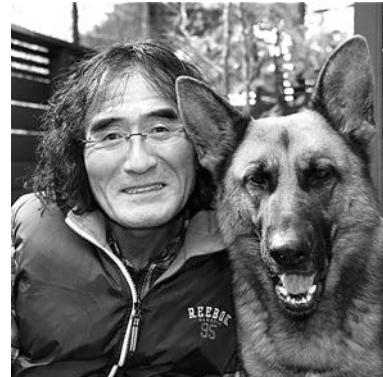
### 〈表紙写真〉

『中国向けスギ径40cm上丸太』（鹿児島県志布志市 志布志港）遠藤日雄氏 撮影  
中国へ輸出するために土場に巻き立てられたスギ径40cm上の丸太。写真でもお分かりのように径50cm以上の丸太も少なくありません。40cm上丸太の一部は長さ2.2mに採材され、中国の富裕層の棺桶の材料に使われています。  
(撮影者記)

# 「スギ大径材問題」とは何か？ その対応策を考える —製材品販路拡大の視点から—

NPO 法人活木活木（いきいき）森ネットワーク 理事長  
 〒112-0004 東京都文京区後楽1-7-12 林友ビル4階  
 Tel 03-5844-6272 Fax 03-3816-5062  
 E-mail : kusakura@kde.biglobe.ne.jp

1949年生まれ。九州大学大学院農学研究科博士課程修了。  
 農学博士。専門は森林政策学。農林水産省森林総合研究所勤務を経て2002年から鹿児島大学農学部教授。2015年に退官後、現職。（一財）林業経済研究所フェロー研究員。著書に『丸太価格の暴落はなぜ起こるか』（全国林業改良普及協会）など多数。



▲愛犬さくらとともむ(ジヤーマンシェパード♀6歳)

えんどうくさお  
遠藤日雄

## ●はじめに

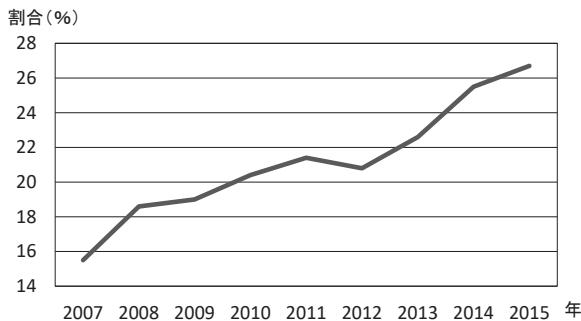
戦後の拡大造林によって造成された人工林が主伐期を迎えるなか、大径化したスギ丸太が増加し、その用途開発と販売戦略の確立が焦眉の課題になっています。特にスギ人工林が最も早く成熟期に入った九州でこの問題が深刻化しています。これは四国、西日本へと北上し、やがて全国に広がることは時間の問題です。ですから、今のうちにその対応策を考えておかねばなりません。

そこで本稿では、まず「スギ大径材問題」とは何かを整理してみます。そしてそれを踏まえて、今後の対応策について考えてみたいと思います。

## ● 「スギ大径材問題」とは何か？

### (1) 増え続けるスギ大径材

周知のように日本農林規格（JAS）では、素材（丸太）の規格は次のようになっています。すなわち小丸太が未口径14cm未満、中丸太が14～30cm未満、大丸太が30cm以上です。そこで径級30cm以上のスギ大丸太が増加していることを確認しておきましょう。図①は宮崎県森林組合連合会（以下、宮崎県森連）のスギ丸太共販事業量に占める径級30cm以上丸太の割合の推移です。宮崎県は四半世紀にわたってスギ素材生産量日本一を誇っています。その宮崎県で径級30cm以上のスギ丸太が年々増加し、2015年には27%近くになっています。また径級30cm以上丸太をさらに細かな径級別で示したのが表①です。いずれの径級も増加していることが確認できます。



▲図① 宮崎県森連共販事業に占める径級 30cm 以上

丸太割合の推移

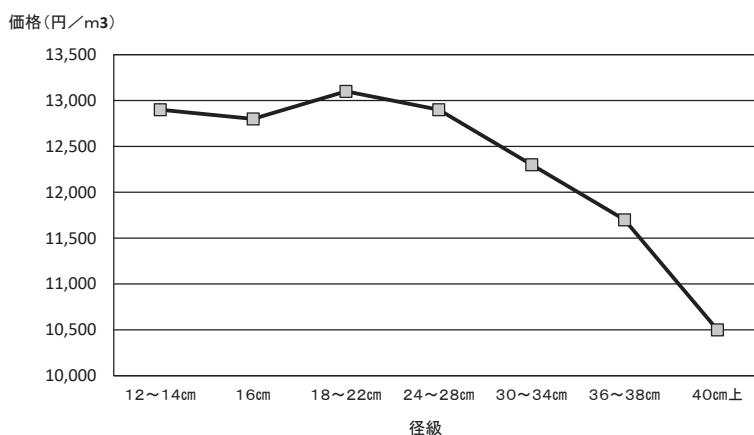
資料：宮崎県森連調べ。

注：スギ ABC, 長級 2m, 3m, 4m, その他込み。

▼表① 径級別材積割合の推移

径級 (cm)	割合 (%)	
	2007 年度	2015 年度
30~34	12.2	16.1
36~38	1.8	5.3
40~44	1.1	3.7
46 上	0.4	1.6

資料：宮崎県森連調べ。



▲図② 宮崎県森連日南共販所における径級別スギ丸太価格分布

資料：宮崎県森連調べ（2015年10月9日、販売量 2,170m³）。

注：4m 材、中値。

ただし今後、スギ大径材がこのようなペースで増加するかどうかについては精査が必要でしょう。というのは、宮崎県などでは素材生産量の増加につれて、伐境が確実に奥地化しています。里山付近では比較的間伐が実行されていますが、奥地化するにしたがって間伐が行き届かない手入れ不足林分が増えることが予想されるからです。

## (2) 太くなればなるほど丸太価格が低下

ではなぜスギ大径材の増加が問題なのでしょうか。図②をご覧ください。スギ大径材の「メック」である宮崎県日南地域のスギ径級別価格分布を示したものです。径級 18 ~ 22cm (KD 柱取り用) 及び 24 ~ 28cm (中目丸太) をピークに、その後径級が太くなるにつれて価格がダウンしています。径級 30cm 以上丸太のなかでも、30 ~ 34cm > 36 ~ 38cm > 40cm 上という価格差が生じているのです。価格が安いということは、用途（需要）に乏しいことにはなりません。したがって 40cm 上の価格が最安値ということは、用途（需要）がきわめて乏しいということになります。そこで私は「スギ大径材問題」の対象を、先述の日本農林規格のように 30cm 以上で一括りにするのではなく、径級 40cm 上に絞ったほうがより「スギ大径材問題」の本質に

迫れると考えています。その理由は以下のとおりです。

### (3) スギ大径材がここまで増えるとは予測できなかつた

その前に「スギ大径材問題」のスギ材を大雜把に定義しておきましょう。ここでいうスギ材とは戦後造林スギ、換言すれば「スギ並材」のことです。「並材」とは「戦後の植栽木は3,000本植栽で自然落枝で無節材となるにはやや疎植に過ぎ、また枝打ちが必ずしも十分に行われていないものが多く、無節材は少ない（中略）（さらに）年輪幅は全くといってよいほど不揃い」<sup>1)</sup>な材のことを指します。ですから役物製材が可能な良質スギ大径材とは根本的に違います。

ではなぜ「スギ大径材問題」がここまで深刻化したのでしょうか。第1の理由はスギ大径材がここまで増えるとは予想されなかつたことです。例えば、製材の権威といわれる西村勝美氏は1990年当時、次のような予測を立てています。「供給増が予想されるスギ材は、多少長伐期になんでも（中略）品質的に良好といえない、いわゆる『並材』の中小径木が主体となることが十分予想される。（したがって）その製材方式の今後はより徹底した低コスト生産を基底において設定しなければなるまい」<sup>2)</sup>。これは西村氏に限らず、当時の林材業関係者に共通した考え方だったと思います。そのため小中径材の出材を前提にしたツインバンドソー製材システムが開発され、これが多くのスギ量産製材工場で採用されたのです。

ところが予期せぬ事態が起きました。90年代後半になってスギ丸太価格が急落し、皆伐しても伐採跡地の再造林がままならない状況に陥ったのです。そこで緊急避難の一策として、林野庁は間伐を繰り返して標準伐期齢の倍に相当する80年を想定した「長伐期」へと政策転換しました。さらに京都議定書による森林の二酸化炭素吸収達成のため、大々的な間伐が促進されたことはご存知のとおりです。加えて民主党政権時代の森林・林業再生プランでは、「viva（万歳）間伐」が閣歩し、林業界は間伐一色になってしまいました。この「副産物」がスギ大径材です。

### (4) 厄介物扱いの40cm上スギ大径材

スピード（生産性）が要求されるツインバンドソー製材システムでは、40cm上のスギ丸太製材は厄介物です。多くのスギ量産製材工場では、径級36～38cmまではツインバンドソーやチッパークリヤーで効率的に製材できます。しかし、それ以上太くなるとシングル台車で製材するしかなく、よほど付加価値の高い製品が採れない限り生産性が悪くなります。ならば合板用に使えばという考え方もありますが、リングバーカー（皮剥き機）に投入される末口径はせいぜい45cmくらいまでです（写真①）。しかもロータリーレースで单板に剥いた場合、目粗なため強度や乾燥の面で不安が残ります。そのため、合板メーカーも径級40cm上は敬遠してしまいます。それならいっそチップにして木質バイオマス発電用の燃料にしたらどうかと言う御仁がい

1) 中野達夫「材質加工上の問題点に関する報告」、『SUGI・情報ネットワーク：並材のフロンティアを求めて』、スギ並材研究会、1990年、98頁。

2) 西村勝美「スギ並材の効率的な製材加工・利用の方向」、同上、113頁。

ますが、私はこれには賛成できません。<sup>ぶじょく</sup>森林所有者への侮辱にほかならないと思うからです。私たちはできるだけ付加価値の高い製材品の用途開発とその販売戦略の確立を目指さなければなりません。



▲写真① 径級 40cm 上はカッターバーカーで剥皮  
(熊本県上球磨森林組合製材工場)

## ● 「スギ大径材問題」の対応策を考える

### (1) 径級 38cm までは製材可能

幸いなことに、スギ大径材の有効利活用をめぐっては、九州や北関東で新たな動きが出てきました。九州では大手製材工場を中心に、スギ大径材（ただし径級 36～38cm まで）が製材ができるよう設備を更新したり、新たにシングル（もしくはツイン）台車の導入を計画するケースが目立ってきました。あえてスギ大径材を製材しようとする理由は 4 つあります。第 1 は、特に森林組合の製材工場で見られるケースですが、組合員（森林所有者）から出材された丸太が大径材化しているため、この製材方法を確立し「山元還元」をしなければならないことです。第 2 はスギ大径材が柱取り丸太や中目材より価格が安いことです。第 3 は、九州の建築現場ではスギ小割製品はごく当たり前のように使われてきましたが、工務店やビルダーが好むのは芯去り材です。スギ大径材の中心部は未熟材が多く角挽きには向きませんが、芯をはずして板割にしてラミナ製材や小割などの羽柄材を製材するにはスギ大径材は有利です。九州屈指の大型量産工場で、スギ大径材を大量に製材している松本木材（福岡県）では、これまでグリーンのラフ仕上げだった小割製品を乾燥（天然乾燥+人工乾燥）・プレナー仕上げで販売し、たいへんな好評を得ています。第 4 は沖縄で新たな木造建築市場が広がりつつあることです。プレカット工場もできるなど、今後小割製品の販路開拓が期待されそうです。

こうしたなかで北関東ではスギ量産工場と中小工場の連携（分業）の気運が醸成されてきたことは注目に値します。北関東産のスギ大径材から平角を製材し、独自のムク平角市場を形成している二宮木材（栃木県）では、2013 年からツインバンドソーで製材していた径級 32cm 以上のスギ大径材の製材を中小の台車挽き工場に外注し、自社のツインバンドソーは径級 30cm 前後の丸太の製材に集中させています。また、トーセングループに丸太を供給している鈴木材木店（栃木県）では、トーセン那珂川工場（栃木県）に集まるスギ丸太のうち、那珂川工場では挽けない大径材（36cm 以上）を中心に構造用集成材ラミナや小割用の原板を一次製材してトーセンに納入しています。

北関東の事例は、量産工場のツインバンドソーシステムに乗らないスギ大径材でも、

## 日本農業遺産、世界農業遺産 認定地域の公表等について

- 標記につきましては、昨年の本誌誌上にて公募のお知らせをしてきましたが、去る3月14日に、認定地域の公表が行われましたので、ご案内します。ご協力ありがとうございました。
- 林業関連では、三重県尾鷲市・紀北町の「急峻な地形と日本有数の多雨が生み出す尾鷲ヒノキ林業」が日本農業遺産に認定されました。また森林・林産物に関する件として、埼玉県武蔵野地域の「落ち葉堆肥農法」や、静岡県の「静岡水わさびの伝統栽培」も認定されています。
- 詳しくは下記サイトをご覧ください。  
<http://www.maff.go.jp/j/press/nousin/kantai/170314.html>
- 問合先：農村振興局農村政策部農村環境課農村環境対策室（Tel 03-3502-8111（内線5490））

中小の台車挽き工場なら製材可能なだけでなく、量産工場と連携することで二次加工（乾燥、仕上げ）によって付加価値化が可能なことを示唆しています。

### （2）問題は40cm上の用途開発が急務

以上見てきたように、径級30cm以上のスギ大径材でも36～38cmは、利用の目途がつきそうな気配ですが、厄介なのが40cm以上のスギ大径材です。40cm以上と言っても末口径が50～70cmの丸太も結構多いのです。製材システムがどうこうと言う前に、リングバーカーに入りません。たとえ製材機に投入できたとしても、重量が1t近くになります。最初の背板取り製材の際、背板落下の衝撃荷重が大きく製材システムに支障を与えかねません。

では、どのような製材システムが望ましいのでしょうか。わが国の森林・林業政策は、従来の間伐一辺倒から皆伐へも門戸を開き始めました。それに伴って、出てくる林地残材のバイオマス利用も徐々に進展し、出材された丸太をすべて使い尽くすことが今後の製材の基本になることが予想されます。となると大径材専用製材機ではなく、もっとフトコロが大きくて丸太の径級に弾力的に対応できる大型ツインバンドソーの開発が必要になってくるのではないかでしょうか。搬送工程はがっちりさせながらも、本機自体は巨大化させずに径級によって製材速度を変えるシステムがベターな感じがします。

いずれにしても40cm上のスギ大径材の利用については、製品だけではなく他の用途（例えば家具など）も含めて開発が必要になってきます。協同組合兵庫木材センターでは、昨春、既存の量産製材システムとは別に最大径1.1mが製材可能な台車とテーブルを導入し、スギ大径材からムクのフリー板を挽いて家具や窓枠として販売しています。今後は、林業関係者だけでなく市民（消費者）の意見も積極的に取り入れた用途開発が求められるのではないかでしょうか。

[完]

### 《参考文献》

伊地知美智子・遠藤日雄「スギ大径材の有効利活用に関する研究」、『鹿児島大学農学部演習林研究報告』37号、2010年。  
『木材建材ウイクリー』No.2027、日刊木材新聞社、2015年。

## 世界の木材貿易の動向

(要旨) 世界の木材消費量は再び増加傾向にある。

主要国の中材輸入について10年前と比べると、我が国の産業用丸太、米国の製材・合板等の輸入量が大きく減少する一方、中国の産業用丸太・製材の輸入量が大きく増加している。

主要国の中材輸出について10年前と比べると、ロシアの産業用丸太、カナダの製材の輸出量が大きく減少する一方、ニュージーランドの産業用丸太、ロシアの製材、中国の合板等の輸出量が大きく増加している。

世界の木材の消費量は、近年は2008年秋以降の急速な景気悪化の影響により減少したが、2010年以降は再び増加傾向にある。

### ○主要国の中材輸入の動向

2014年における品目別及び国別の木材輸入量を10年前と比べると、産業用丸太については、我が国の輸入量は1,268万m<sup>3</sup>から444万m<sup>3</sup>に減少し、全世界の輸入量に占めるシェアは10%から3%に低下している。一方、中国の輸入量は2,607万m<sup>3</sup>から5,269万m<sup>3</sup>に大きく増加し、シェアも21%から39%に上昇している。

製材については、米国の輸入量は、国内の住宅着工戸数の減少等により4,399万m<sup>3</sup>から2,224万m<sup>3</sup>に減少する一方で、中国の輸入量は、国内の需要増加により600万m<sup>3</sup>から2,579万m<sup>3</sup>に増加している。

合板等についても、米国の輸入量が2,108万m<sup>3</sup>から1,005万m<sup>3</sup>に減少している(図①)。

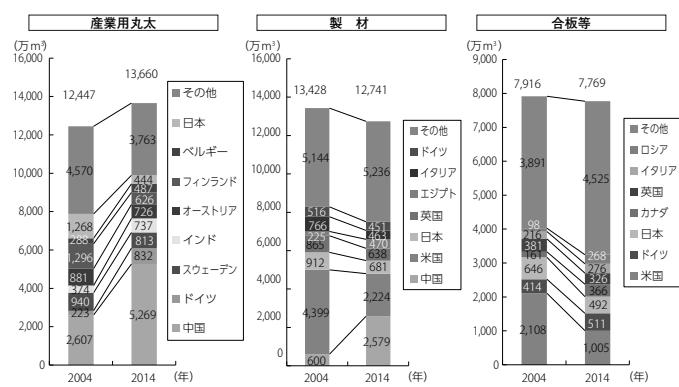
### ○主要国の中材輸出の動向

2014年における品目別及び国別の木材輸出量を10年前と比べると、産業用丸太については、ロシアの輸出量は、2007年以降の丸太輸出税引上げにより4,155万m<sup>3</sup>から2,090万m<sup>3</sup>へと減少しているが、依然として世界一の輸出国となっている。一方、ニュージーランドの輸出量は524万m<sup>3</sup>から1,656万m<sup>3</sup>へと増加している。

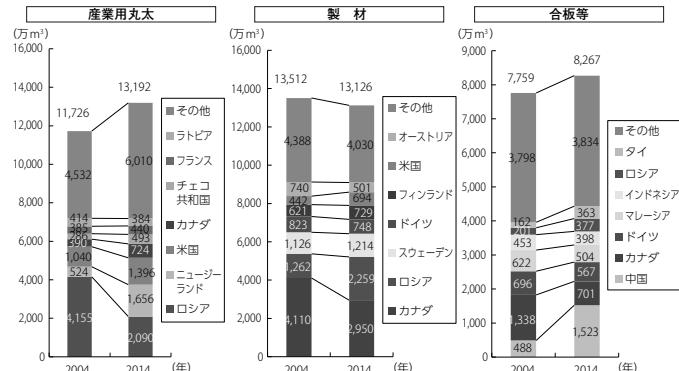
製材については、カナダの輸出

量は、米国の需要減少等により4,110万m<sup>3</sup>から2,950万m<sup>3</sup>に減少する一方、ロシアの輸出量は、輸出形態が製品へシフトしたことにより、1,262万m<sup>3</sup>から2,259万m<sup>3</sup>に増加している。

合板等については、中国の輸出量は、ポプラ等の早生樹を原料とした合板の生産拡大等により、488万m<sup>3</sup>から1,523万m<sup>3</sup>へと大きく増加し、同国は世界一の輸出国となっている(図②)。



▲図① 世界の木材（産業用丸太・製材・合板等）輸入量（主要国別）



▲図② 世界の木材（産業用丸太・製材・合板等）輸出量（主要国別）

注1：合板等には、単板、合板、パーティクルボード及び繊維板を含む。

2：計の不一致は四捨五入による。

資料：FAO「FAOSTAT」(2015年11月30日現在有効なもの)

# 伐木—大径化した立木を効率的に伐採していくには

高野 毅

長野県林業総合センター 指導部 林業専門技術員  
〒399-0711 長野県塩尻市大字片丘字狐久保 5739  
Tel 0263-52-0600 Fax 0263-51-1311 E-mail : takano-tsuyoshi@pref.nagano.lg.jp



## はじめに

長野県林業総合センターでは、安全に作業ができる林業従事者を増やすため、安全衛生特別教育規程に基づく「伐木等の業務の特別教育」を行っています。その際、当センター構内の森林でチェーンソーの基本操作を教えていますが、受講者が持参するチェーンソーは小型のものが多く、追い口切りを左右両側から行わないと伐倒できない大径化した立木が増えています。また、伐倒した木は枝払い・玉切りをして2m弱の丸太にし、次回以降の模擬伐倒（丸太を立ててトビで固定し、受け口、追い口を作る練習）の材料としており、以前は木の重量の体感や集材体験として受講生が数十mの距離を人力で運んでいましたが、最近は木が太くなり、重すぎて足の上に落とす危険が増えたため、伐倒場所付近に集積させるのが精いっぱいになっています。

日本中の森林の多くで当センター内と同様に木が大きくなっている、伐倒も集材もこれまでに比べてより労力がかかる状況となっていると思われます。加えて、採算性を高めるために生産性を向上させることも現場では求められています。

本稿では、大径化した立木を、どのようにしたら効率的に伐採できるのか、現場で聞いた話も含めながらその一端を述べたいと思います。

## 大型チェーンソーの導入

大径木に対しては、パワーの大きい大型のチェーンソーを使えば効率よく伐倒できるのではないかということが想像できます。小面積分散皆伐地の現場の方から、「70ccクラスの大型のチェーンソーを導入したら、今までの40ccクラスの機種の3倍速く伐れる」という話を聞くことができました。25万円程度のチェーンソーへの投資で伐倒作業の効率が現場の方のイメージどおりに3倍になれば、生産性を大きく上げられるのではないかと思い、検証試験を行いました。

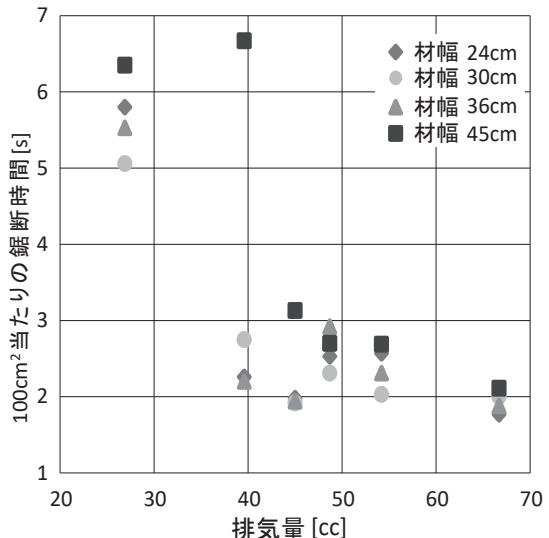
山脇らの論文<sup>1)</sup>を参考に、当センター所有のチェーンソー6機種(27～67cc)を使用し、厚さ12cm、幅24～45cmのカラマツ接着重ね梁の矩形材を試験材とした鋸断試験を行ったところ、67ccの機種は100cm<sup>2</sup>当たりの鋸断時間が短く、大径木を想定した幅45cmの試験材では、54cc以下の機種に比べて明らかに鋸断時間が短く、特に40ccの機



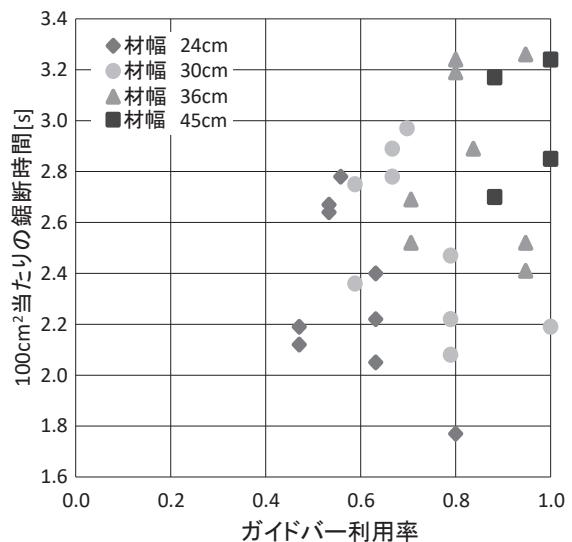
▲写真① 鋸断試験実施状況

種に比べて3倍速く鋸断できる結果が得られました(写真①、図①)。なお、目立てはN型目立て機を用い、できるだけ同じ条件にして試験を行いました。排気量とともに刃の規格も異なる機種間での試験であり、単純に比較できるものではありませんが、それでも60ccを超える排気量の機種は大径木伐採に有利であることがうかがえます。

また、試験を実施している中で、鋸断時間はガイドバーの長さと鋸断した幅との比率に関係があるように思えました。そこで次に、ガイドバーの何%の長さで鋸断するのかをガイドバー利用率として表し、作業の能率が良いガイドバー利用率を調査することにしました。チェーンソー3機種(45cc, 49cc, 54cc。刃の規格は同一のものを使用)に3種類の長さのガイドバー(30~51cm)を付け替えて鋸断試験を行ったところ、概ねガイドバー長の8~9割程度の長さの試験材を鋸断した場合に、100cm<sup>2</sup>当たりの鋸断時間が短い傾向がみられました(図②)。石井・辻の報文<sup>2)</sup>でも、ガイドバー長の概ね8割程度の場合に能率が良いとされていることから、ほぼ同様な結果を得ることができたことになります。60cc未満の機種は、およそ50cmまでのガイドバーを付けて使用される場合が多く、9割のガイドバー利用率で片側からだけで伐倒するためには、胸高直径と根元直径との算定式<sup>3)</sup>を考慮すると、胸高直径がスギ・ヒノキで30cm、マツ類で36cm、広葉樹で34cmとなり、これらよりも太い場合は、55cm



▲図① 排気量と100cm<sup>2</sup>当たりの鋸断時間との関係



▲図② ガイドバー利用率と100cm<sup>2</sup>当たりの鋸断時間との関係

以上のガイドバーを取付け可能な60cc以上のチェーンソーを現場に導入することが、作業能率を上げるための一つの方法であると思われます。実際に現場で聞いたところ、胸高直径が40cm以上の立木を伐る際に大型のチェーンソーを導入している人がいました。

しかし、チェーンソーが大きくなると重量が重くなり、労働強度も増します。路網が充実している昨今、徒歩による機材の運搬距離は短くなっているとはいえ、疲労の原因となる大型のチェーンソーを積極的に使うのは避けたほうが良いと考えます。私も伐採作業で67cc（重量約8kg）の機種を使ってみましたが、特に登りの歩行時は大変疲れを感じました。また、造材時の枝払いは、かなりの労力が必要となるため、伐採時に使った大型のチェーンソーを使い回さずに、軽量でガイドバーの短い機種を使うことが大切です。

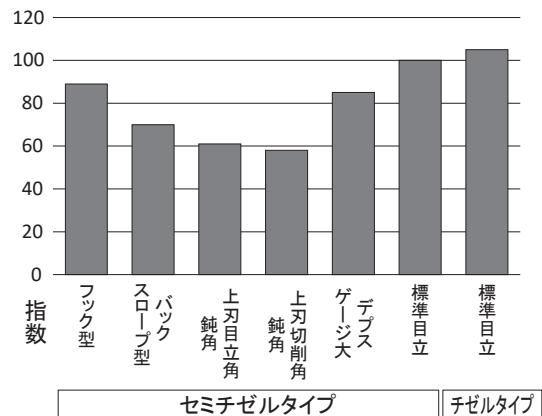
大型のチェーンソーを導入しても、機材の整備が不良では能率が上がりません。特に目立ての良否は、鋸断時間を決定づける大きな因子となっています。参考までに、原島・佐々木の報告<sup>4)</sup>に掲載されている目立方法別鋸断能率指数のグラフを転載します（図③）。同図には、目立ての良し悪しで作業能率が大きく変わることが示されています。刃が不揃いなソーチェーンも振動が大きくなる傾向があり、特に、刃の長さとデプス量の不揃いが作業能率を低下させます<sup>2)</sup>。また、作業者の経験年数、年齢が増加するにつれて整備状況が悪くなる傾向があるという報告があります<sup>2)</sup>。こうしたことから、定期的に目立て機等の機械を使い、個人の目立ての癖を修正する必要があると思われます。

チェーンソーは、高性能林業機械のように大きな投資を必要とせず、少しの気遣いさえあれば効率を上げられる機械であることをこれらの資料が語っています。機械整備をおろそかにせず、基本に忠実にチェーンソーを使用していきたいものです。

## 大径化に伴う高性能林業機械導入の課題

長野県では、伐木ではハーベスター、造材ではプロセッサ、集材ではワインチ付きグラップルやスイングヤーダなどの高性能林業機械を使う現場が増えています。これらはいずれも木を掴む機械です。このため、立木が大径化すると掴む部分も大きくする必要があります。20年前に導入した当センター所有のプロセッサも35cmまでの鋸断が精いっぱいのため、現在では鋸断できないものが増えています。

現場の方からも、立木が大きくなってきてるので大きな林業機械が欲しいという意見が多くなっています。建機ベースの機種が多い国産の高性能林業機械では、ベースマシンを大きくすれば大型のアタッチメントヘッドが取付け可能で、現在でも約60cmの鋸断能力を持つ機種があります。ひと昔前であれば、A材で出すような大径木は手造材でも十分採算が合ったと聞いていますが、現在では、よほど良い木でないと、手造材しても期待し



▲図③ 目立方法別鋸断能率（文献4から転載）

た値段で売れないことがあります。そのようなことから、今後、大型の林業機械を導入していく流れが大きくなると思われますが、大型の林業機械を導入するに当たっては、少なくとも以下の2点に留意していただきたいと思います。

まず、作業道による潰れ地面積の増加です。<sup>つぶ</sup>現在、幅員3.0mの作業道が標準的に開設されていますが、現在より大型のベースマシンを入れた場合、機械の全幅や旋回半径、作業の安全性を考慮すると、4.0mの幅員が必要となります。わずか1mの差ですが、最近現場で見かけるようになった200m<sup>2</sup>/ha程度の路網密度となると、潰れ地面積が200m<sup>2</sup>/ha増加することになります。幅員3.0mの際に失われていた森林面積に加え、さらに森林が失われることをどうとらえますでしょうか。森林作業道の整備は、将来の施業に向けての先行投資を考えることもできますので、あと何回間伐を行うのかは、潰れ地面積が増加することを判断する際に、重要な因子になるかもしれません。

もう一つは、機械回送の困難さです。これまでセルフローダー等重機回送車（総重量25t以下）で運搬できたものが、ベースマシンが大きくなるとセミトレーラーでなければ運搬できず、回送費が嵩んだり、目的地への運搬ができなかったりする可能性が高まります。メーカーによって異なりますが、バケット容量0.45m<sup>3</sup>級のベースマシンは重量が約11～13tあり、セルフローダー等で運べる限界です。それ以上の大きさとなると、セミトレーラーで運搬しなければなりません。もしも現地への進入路としている集落内の道が狭かったり、曲線半径が小さかったりすると、セミトレーラーは進入できません。また、林道に架橋されている橋梁の耐荷重も考慮する必要があります。

大型の高性能林業機械ともなると、投資額がこれまでよりもさらに大きくなりますので、導入に際しては、こうした点の他にも、稼働率を確保するなど、様々な状況を多角的に検討する必要があります。

## おわりに

これまで主流だった中・小径木と異なり、大径木は重量がはるかに重く、ちょっとした手違いが大きな事故を誘発しかねません。実際、チェーンソー作業による死亡事故は、林業労働災害における死亡事故の6割を占め、常に大きな問題となっています。こうした状況を踏まえ、大径木の伐採作業では安全の面からも、これまで以上に慎重に作業を行っていく必要があります。大径木の伐り方は基本に忠実に行なうことが大切です。いま一度、特別教育のテキスト等を皆さんそれぞれで確認していただきたくお願いします。一方で、指導普及に携わる私どもとしても、しっかり啓発をしていかなければならないと思っています。

今回は現場やメーカーの方々にいろいろな話を聞きし、文献を執筆された皆様の研究成果を援用させていただきながら試験調査を行い本稿をまとめました。大径化しつつある立木を、効率的で安全に伐採するための一助となれば幸いです。お世話になりました皆さんに厚くお礼を申し上げます。

(たかの つよし)

《文献》 1) 山脇三平・平松 修・三村和男・猪内正雄：チェーンソーの性能試験、林業試験場研究報告、第160号、pp.37-165、1963／2) 石井邦彦・辻 隆道：林業機械の振動・騒音の防止に関する研究、林業試験場研究報告、第275号、pp.37-126、1975／3) 平成28年度治山林道必携 積算・施工編、p.476、2016／4) 原島武治・佐々木賢一：ソーチェーンの目立と鋸断能率、機械化林業、No.309、pp.34-40、1979

# 中距離対応型架線系 集材システムについて

中澤昌彦

(研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所  
林業工学研究領域収穫システム研究室 主任研究員  
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1  
Tel 029-829-8284 Fax 029-874-3720 E-mail : naka1978@ffpri.affrc.go.jp



## 中距離対応型架線集材システム

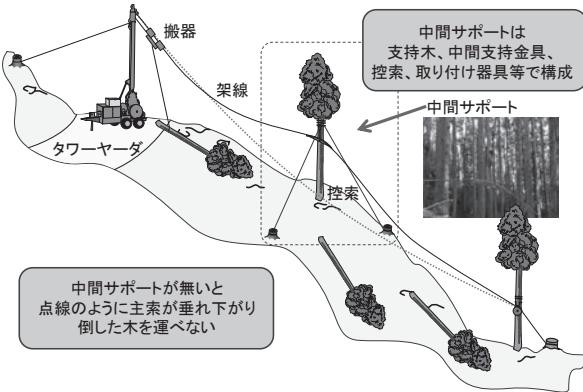
地形が急な森林から木材を集めてくるためには架線による集材が必要です。現状では、国内メーカーの開発・販売のもと安価で汎用性が高い等の理由から、建設機械に2胴のワインチをつけたスイングヤーダが日本の架線系集材システムの主流となっています。しかし、スイングヤーダでは、高い集材生産性が得られる距離帯が短く、高密な作業路網の整備が必須ですが、降雨が多く地形条件の厳しい日本では、高密路網を整備できる森林は限られます。また、木材を引き上げる能力が不十分であるため、資源が成熟し大径化しつつある森林への対応が困難な状況も見られるようになってきています。一方、路網整備が困難で急峻な森林の中・長距離対応型の集材システムとして、従来の集材機を用いた架線系集材システムも各地で展開されていますが、架線の架設・撤去に手間がかかり、かつ相当の索張り技術を要します。そこで、索張りが比較的容易で大径木に対応した集材能力があり、急峻な森林にも適用できる中距離対応型架線系集材システムの導入が各地で求められており、これにはタワーヤーダが適していると考えられます。高性能林業機械として以前にタワーヤーダ（以下、既存機）は導入されていますが、当時の森林現況においては生産性が低く、広く普及しませんでした。しかし、森林資源が成熟しつつある今日、欧州の山岳地域で広く普及しているタワーヤーダが再び注目を浴び始めています。ここでは、近年の林野庁補助事業「先進林業機械の導入・改良事業」等で導入された欧州の先進的なタワーヤーダ（以下、先進機）による中距離対応型架線系集材システムをご紹介します。

## タワーヤーダの特徴

タワーヤーダとは、伐り倒した木を森林内から道沿いまで集めるための架線系集材機械です。トラックやトレーラをベースマシンとして、集材用のワインチとワイヤロープを高く張り上げるためのタワーを装備しています。従来の架線系集材機械に比べ、機動性に優れ、必要とする機材が少なく架設が容易です。

## 中間サポート架設技術

タワーヤーダは、中間サポートを使用することでワイヤロープが地面につかないように



▲図① 中間サポートを使ったタワーヤーダによる索張り



◀図② 中間サポート架設の手引き

森林総合研究所の HP からダウンロードが可能です (<http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/3rd-chukiseika20.html>)。

高く張り上げることができるために、凸地形等の必要箇所で高さを確保することができます(図①)。つまり、地形から受ける制約を緩和し、架線集材の適用範囲を拡大することができるようになります。中間サポートは、架線と支持木との距離や、架線を持ち上げたい高さによって種類を選択します。実際に使い勝手が良い中間サポート4種類の架設手順と、注意点、作業のポイントを「中間サポート架設の手引き」を取りまとめています(図②)。

## ■ 欧州の先進的なタワーヤーダの例

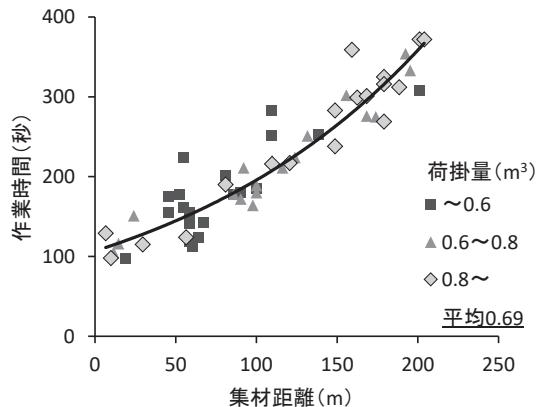
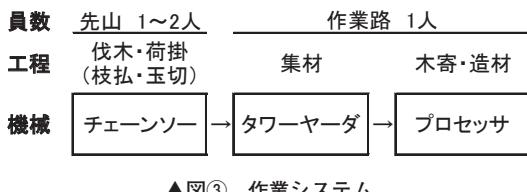
日本に導入されたタワーヤーダは、オーストリア製が多く、これらの他に国産機やチエコ製もありますが、ここでは高知県香美森林組合に導入されたオーストリア製のタワーヤーダ(先進機、写真①)を例に挙げて説明します。機械諸元について、機械質量は10.2t、幅は2.374m、長さは6.572m、タワーの高さは10.57m、エンジン出力は100kw、吊上げ能力は2tです。主索ロープ径は16mm、ロープ長は500mと、スイングヤーダでは集材が困難な中距離帯や大径材への対応が可能です。搬器の機械質量は0.41t、最大荷掛量は3.0t、最大走行速度は5m/秒です。先山と元山の間を自動で走行して停止する自動走行機能があり、携帯可能な2台のリモコンを用いて先山や元山で搬器を操作します。また、事前に中間サポートの位置を設定すると、搬器はその位置の5m手前から減速し、通過後5mを過ぎてから加速して、中間サポートを安全に通過する自動制御機能があります。

なお、本機と作業性能等の比較のために、機械諸元が機械質量7.95t、タワー高10m、エンジン出力78kw、吊上げ能力2.5t、搬器の最大走行速度5m/秒のタワーヤーダを既存機として取り上げています。出力が先進機よりやや小さいものの、その他の諸元は同程度です。



▲写真① 集材作業の状況（手前；プロセッサ、奥；タワーヤーダ）

プロセッサ(造材機械)の運転席から遠隔操作して、搬器を動かしている様子。



## ■ 作業システム

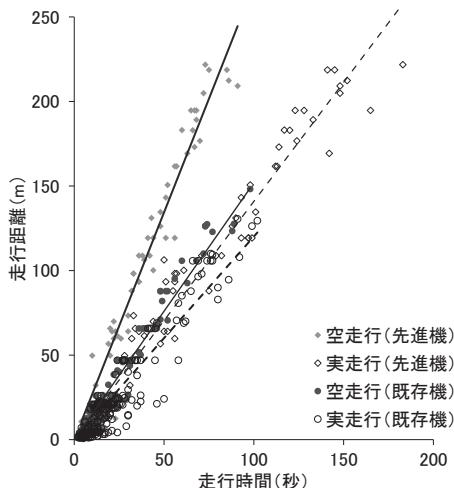
作業システムを図③に示します。先山では、1人または2人で連携してチェーンソーで斜面下方に伐倒後、リモコンで搬器を操作して元口に荷掛けを行います。作業路上では、プロセッサのオペレータがコックピットからリモコンで搬器を操作して作業路脇まで集材し、プロセッサで材を引き寄せて造材します。この際にオートチョーカーを使用することで、オペレータはコックピットから降りずにリモコンで順次材の荷はずしを行うことができます。また、プロセッサで材をつかみながら荷はずしが行えるので、材の滑落も防ぐことができます。このシステムでは2人または3人作業と省人化され、リモコンを用いて先山と元山の両方で搬器操作を行うことで、スムーズな連携作業を可能にしています。現場では、架線の架設・撤去の際にタワー側と先柱側に2人ずつ4人で作業を行うのが効率的であるため、集材時に空いた作業員が先行して伐倒を進めるなど4人体制にしています。

## ■ 間伐集材作業での実証

架線下の間伐した伐倒木を搬器で吊り上げ、上げ荷集材した場合（図④）、荷掛け量（搬器に掛けた材積）は集材作業時間に影響せず、集材距離が長いほど作業時間が多くかかることが分かりました。また、架線下から離れた横取り部分においても、作業時間と距離との間に同様の関係がありました。搬器の走行速度を既存機と比較すると（図⑤）、先進機の方が荷を掛けていない空走行では2倍、荷を吊った実走行では1.2倍程度速いことが分かりました。上げ荷集材作業の生産性（図⑥）は、同様の作業条件下の既存機と比べると、先進機の方が架線下では1.5倍、横取り部分を含めると1.8倍程度の高い生産性が得られるることを実証しました。

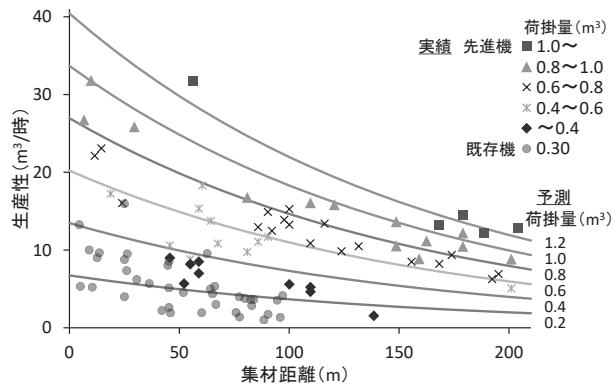
## ■ 主伐集材作業での予測

間伐集材作業での実証結果をもとに、主伐での労働生産性をシミュレーションしました。作業条件は、高知県香美地域でのヒアリング調査をもとに決定しました。支間水平距離を300m、横取り幅を20m、伐区面積を1.2ha（300m × 20m × 2）、架設・撤去を2日、集材作業日数を間伐では3日、主伐では9日、作業員数を4人とすると、平均荷掛け量が $0.6\text{m}^3/\text{回}$ の場合は、架設から撤去までの伐採作業の労働生産性が間伐では $5\text{m}^3/\text{人日}$ 、主伐では $8\text{m}^3/\text{人日}$ 、平均荷掛け量が $1.0\text{m}^3/\text{回}$ の場合は、間伐では $9\text{m}^3/\text{人日}$ 、主伐では $15\text{m}^3/\text{人日}$ と予測され、間伐と主伐のいずれの伐採作業においても、欧州の先進的なタワーヤーダを



▲図⑤ 搬器の走行速度

荷を吊っていない搬器の空走行と荷を吊った実走行について、先進機と既存機で比較した結果、特に空走行で先進機の方が格段に早いことが分かる。



▲図⑥ 架線下における集材距離と生産性との関係

実績値と、図④より求めた集材距離ごとの集材時間から生産性を予測したグラフを示している。実績値が予測式付近に分布しており、精度の高い生産性予測式を求めることができた。また、先進機の生産性が既存機に比べ、かなり高いことが分かる。

用いた中距離対応型架線集材システムは高い労働生産性が期待できることが分かりました。

主伐時等の大径材を対象とした実際の集材作業は行っていませんが、試験的に荷掛量を $2.18\text{m}^3$  ( $1.05\text{m}^3$  (胸高直徑 36cm) と  $1.13\text{m}^3$  (同 38cm) の 2 本掛け) として、線下で集材作業を行いました。全木の場合、フック下で計測した集材時の平均けん引力は  $19.8\text{kN}$  となり、集材することはできましたが、本機の吊り上げ能力からすると限界に近かったと推測されます。同じ材を全幹にすると平均けん引力は  $14.8\text{kN}$  と約  $5\text{kN}$  低減しました。先山での作業は増えることになりますが、実走行から空走行までの搬器の移動時間内にできる範囲で枝払い作業等を行えば集材生産性を落とすことなく、安全に集材できると考えられ、こういった作業の工夫を行うことで大径材への対応も可能となります。

## まとめ

日本では過去にタワーヤーダを導入したものの、定着しませんでした。当時、森林資源は未成熟であり、路網整備も不十分で、タワーヤーダを効率的に使える場所が少なかったためです。現在では森林資源が成熟してきており、大型トラックが走行できる高規格の林業専用道等の整備も進みつつあります。そこで、先進的なタワーヤーダによる中距離対応型架線集材システムを用いて、厳しい地形条件に適用するために必須な中間サポートを組み合わせた架設技術を開発しマニュアル化するとともに、この技術を用いた作業システムが日本でも高い生産性を有することを実証しました。

今後も、スイングヤーダや集材機が活躍する現場は残っていくと思います。しかし、林業専用道等の路網整備がさらに進めば、欧州の山岳地域と同様に、高い労働生産性が得られる中距離型のタワーヤーダが主流に取って代わると期待しています。

車両系集材システムについては、森林総合研究所交付金プロジェクト「大径・長尺材に対応した新たな生産技術の開発」(平成 27 ~ 29 年度) で取り組んでおり、また機会があれば紹介したいと思います。

(なかざわ まさひこ)

## 運材ートレーラーとトラックなど

山下史洋

木脇林業株式会社 代表取締役社長  
〒885-1105 宮崎県都城市丸谷町458  
Tel 0986-36-0533 Fax 0986-36-1138 E-mail : fumi-ro@axel.ocn.ne.jp



### はじめに

宮崎県は昨年、スギの素材生産量が25年連続日本一を達成した林業県で、素材生産量は近年さらに伸びて、現在年間2百万m<sup>3</sup>を超えると言われる。しかし、その山で生産された原木は必ずトラックやトレーラーで運ばれるのだから、木材運送業の役割も重要である。実際、最近宮崎では道を走っていて木材を積んだ運搬車と行き交うのは日常茶飯事、当たり前の風景になった。しかし、運材の問題は、なかなか林業、木材産業の中でも取り上げられることが少なく、あまり知られていない。林業、木材産業の発展のためには、運材が直面する課題を解決し、木材流通を効率化していくことが重要だと考えている。

### 流通効率化における木材輸送の重要性

弊社は木脇産業グループの一員である。グループ全体では、山の買付から伐採、搬出、トラック運搬（写真①）、製材、プレカット加工に至るまで一貫体制で事業を行っており、弊社はその中で、製材用、製紙チップ用、バイオマス燃料チップ用などの原料となる原木を生産し、供給する仕事をしている。親会社である木脇産業は年間125千m<sup>3</sup>を製材するが、そのための原木を中心に年間約160千m<sup>3</sup>の原木を取り扱っている。立木買いで約40千m<sup>3</sup>、国有林からの購入で約60千m<sup>3</sup>、素材業者からの直納で約50千m<sup>3</sup>、原木市場からの仕入れで約10千m<sup>3</sup>の原木を年間に集荷している。

この原木集荷や、本社工場で挽かない原木の他社製材工場、合板工場への出荷、本社工場で生産した製品・チップの出荷に関わる輸送業務のほとんどはグループ内の運送会社3社で行っている。原木については、毎日、工場土場に総重量22tの大型トラック（いわゆるロングボディの10t積みトラック）もしくは総重量20tの大型トラック（いわゆるショートボディの10t積みトラック）で50～60台が出入りし、500～600m<sup>3</sup>の原木が入



▲写真① 22t トラック



▲写真② 22t トラック + 15t フルトレーラー

荷する。これだけの原木が入ってくるので、効率よく選別、仕分けをして、次の向かい先に持って行かなければ、土場がすぐに満杯になる。実際、入ってきた原木はその日のうちに、あるいは長くとも2~3日中には、自社工場、販売先、別のストックヤードに送られ、土場の回転率を高く維持できている（写真②）。

これができるのは、グループ内に運送会社を持ち、原木輸送を手がけているからである。山の現場にトラックが出入りし、運材を引き受けていることで、日々、どこの山から誰のどういった材が出てくるかを把握している。その情報を、毎朝、仕入れ担当者、土場の担当者、ひいては5人いる土場のリフト運転手に至るまで共有する。さらに、原木の販売先に持って行くのも自前のトラックなので、販売先と搬入について前々から打ち合わせておくことで、土場に原木を滞留させないで、スムーズに運び出すことができる。このように、原木流通を効率的に行う上で、トラックを自前で持って全体を把握し、コントロールできることが大変重要である。

本社製材工場では毎日450m<sup>3</sup>の原木を消費する。製材だけでなくプレカット工場もあり、「邸別配送」に取り組んでいることもあり、多種多様な建築用材をほぼ全て挽いて取り揃えるようにしているが、しかし、工場内にある原木在庫は3~4日分しかない。これが可能であるのも、工場内の原木在庫はそれだけだが、山の土場にある原木の在庫まで把握しており、必要に応じて運んだり、時には市場買いに切り替えたりできる体制を持っているからである。

なお、最近は素材業者がトラックを持ち、自分で運ぶことも増えてきた。その場合には、素材業者としては自社トラックを持つことで、山土場の回転効率を上げるなど工夫をしている。それは、弊社のやり方とはまた違うが、輸送を内部に取り込んで、流通効率化を行っているという点では共通する。木材運送業を行うことは、それはそれで大変苦労の多いことであるが、このように木材流通の効率化を考える上では重要なことと考えている。

## 木材運送が直面する様々な課題

宮崎県では生産量が年々伸びる中で、木材運送の役割は増している。運ぶ木材の量が増えているだけでなく、運送距離も延びていると思われる。大規模製材工場ができたり、大型のバイオマス発電所ができたりして、販売先が増えたことはよいことだが、一方で、生産現場の奥地化が進み、かなり奥までトラックが入って行くことが増えており、運送距離は確実に延びている。そのため、トラックが足りないということがよく言われるようになった。

トラックは全て受注生産である。現在その納期は 10 ヶ月程度は見ておいたほうがよい。そこで、なかなかトラックを増やしてもすぐには増やせないということもある。しかし、それ以上に難しく時間がかかるのは、トラック運転手を育てることである。木材運送の運転は、一般道を走るのとは違う運転技術が求められる。長い距離、狭い道幅、整備の十分でない道、地元の人に気を遣う道、そういう所を任せることができるのは、技術の高い運転手である。入社して 3 年くらいは、土場⇒土場の運転など、比較的容易な仕事から始めて経験を積ませ、ようやく山⇒土場の仕事を任せられるようになる。最近はどの業界も人手不足で、募集をかけてもなかなか人が集まらない中で、山の現場を任せられるトラック運転手をいかに育していくかは大きな課題である。

林業機械と同じで、山に入るトラックは消耗も激しい。タイヤの消耗が早いし、修理に手間も費用もかかる。そのため採算を取るのも難しい。トラックの燃費はリッター 2km しかなく、燃料代が運送コストの 1/3 を占める。人件費が 1/3 で、残りの 1/3 が減価償却費と維持費となるが、燃料代が上がると、このバランスが崩れ、減価償却費が出なくなる。木材運送用のトラックは、一般に販売されているトラックを木材搬送用にグラップルを付けたりして籠装しているのだが、もともとの車体が一般道を走るように作られていて、山を走ることには向かないところもある。特に修理の原因になるのが、バンパーの位置が低いことである。未舗装の道ではバンパーが路面に当たり、壊れやすい。おまけにどのメーカーのトラックもバンパーとライトが一体化しているので、ライトまで壊れることがある。バンパーが低いのは、一般道を走るには問題なく、空気抵抗が少なく燃費を上げるためににはよいのだろうが、日本の林道には向いていない。維持費がかかるのである。日本の林道を走ることを想定したトラックが開発できないだろうか。

先に、伐採現場の奥地化が進んでいると書いたが、奥地化によって運材距離が長くなるだけでなく、全般的に運送条件の悪い現場が増えている。日本の林道や農道、田舎道は 10t 積みの大型トラックが入れない所もままある。4t 積みトラックが精一杯で、4t 積みトラックで中出しをして、大型に積み替えないといけない現場もあり、そうなると山の価値は大きく下がる。10t 積みトラックが入りそうな現場でも、入り口の所だけ狭くて入らない、回転場所が確保できない、道沿いの庭木などを切ってもらわないと通れないなど、少しのことで断念しないといけないことも少なくない。もともと 10t 積みトラックが入ることなど考えずに道が作られてきたところへ、山が伐採時期を迎えたことで、こうした問題が起こるようになったのである。

10t 積みトラックでもショートボディなら入るが、ロングボディでは入らないという現場も増えている。そのため、ショートボディの 10t 積みトラックのほうが不足気味である。しかし、4m 材ではどちらでも一山だが、3m 材はロングボディなら二山積めるのに対し、ショートボディでは一山しか積めない。どちらを使っても運送コストはほとんど変わらないのに、運送効率が落ちる。そのため、運送会社としてはショートボディは採算が取りにくく、需要があると分かっていても、台数を増やしにくいのである。とはいえ、現在はロングボディとショートボディの台数比率は一般に 6 対 4 くらいではないかと思うが、そのうちに逆転するかもしれない。

トラックが入れる林道が延びないので、フォワーダでの搬出距離が延びる傾向もはっきりしている。これも運送効率を大きく下げることになるので、できれば林道が欲しいとい

う所が多い。

最後に大径化について考えてみると、二つのことが心配である。まず、丸太が太くなると、フォワーダ付属のグラップルでは掴みきれなくなるので、別にグラップルが積み場所、下ろし場所に必要となることである。トラック付属のグラップルは4m材でも直径50～60cmの丸太まで掴めるので当面大丈夫だが、フォワーダによる搬出は作業効率の落ちることが心配である。その意味では、やはりリフォワーダ道ではなく、トラックの入る林道がますます大事になると考えられる。そして、掴めさえすれば、大径木は1本で材積が稼げるので、運材効率は上がると期待できる。二番目に、これは運材ではないが、機械の運搬が大変になることである。大径化が進めば、それだけ林業機械にパワーが必要で大型化することになる。しかし、例えば、 $0.45\text{m}^3$ の機械は10t積みトラックで運搬可能だが、 $0.7\text{m}^3$ は運搬できず、トレーラーが必要になる。これを考えても、より幅が広く大型のトラック、トレーラーが入れる林道を整備していくかないと、来たるべき大径材の時代に対応できないのではないか（写真③）。



▲写真③ 高性能林業機械（プロセッサー）

## おわりに

欧米で山の現場を見せてもらうと、トレーラーがそのまま現場まで入っているのを見て愕然とする。日本の林業の競争力を高めるには、運材条件から変えていかないといけないのではないか。宮崎県は林内路網密度が平成27年度末で37.9m/haで、これは日本一だそうだが、道が入っていればよいというのではなく、どのような道が入っているかが問題である。行政は高性能林業機械の導入や製材工場の大規模化などには熱心であるが、路網整備やトラックの性能にはまだ十分に意識がいっていないように思う。現場でどのような問題が起こっているかを知ってもらい、将来に向けた投資、整備を真剣に考えていただきたい。

（やました ふみひろ）

## 『森林ノート2017』のご案内

（一社）日本森林技術協会

2017年度版・森林ノートを販売しています。ぜひ、ご利用ください。  
カレンダー機能や森林・林業関係の情報が付いたシンプルなノートです。  
なお、普通会員の方には1冊、団体会員には一口あたり2冊を無料でお届けしています。

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

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

ご注文

冊数・お送り先・ご担当者名・電話番号・会員割引有無・ご請求者宛名等を明記の上、  
ファクシミリで本会販売係宛にお申し込みください。

当協会Webサイトに掲載の注文書もご活用ください。 ●価格：1冊500円（税、送料別）



# 林業労働災害事例から見た 大径木伐採の安全上の留意点

山田容三

愛媛大学大学院農学研究科森林環境管理学サブコース 教授  
〒790-8566 愛媛県松山市樽味3-5-7  
Tel & Fax 089-946-9665 E-mail : yamada.yozofu@ehime-u.ac.jp



## 大径木とは？

第二次世界大戦後の復興とそれに続く神武景気の中で、奥山の天然林の伐採が進み、国産材増産が進められてきた。この時代は、チェーンソーの普及も相まって、大径木の伐採が日常的に行われ、江戸時代から続く大径木伐採の経験を活かしながら、チェーンソーによる大径木伐採の技術が伝承されてきた。しかしながら、外材輸入が本格化し、奥山の拡大造林も下火になるとともに、大径木伐採の機会は少くなり、拡大造林された人工林の除伐ならびに間伐といった細い木の伐採が主流となった。これに林業の低迷が拍車をかけ、林業労働力が減少するとともに、大径木伐採の技術が各地で途絶えてきている。

これらの拡大造林された人工林が主伐期を迎えており、木材価格の低迷が続く現在、ほとんどの民有林の所有者は主伐の時期を無期限に遅らせており、日本の人工林は年々大径木化が進んでいる状況にある。このような状況で、高齢級間伐や択伐をするにしても、扱う木は胸高直径が40cmを超える大径木になりつつある。

伐出作業を行う場合に、どの程度の胸高直径以上の立木を大径木とするかという問題がある。森林利用学の視点からは、機械の大きさでひとつの判断ができる。例えば、丸太直径が30cm以下の材を扱えるのは、いわゆる間伐用のハーベスターあるいはプロセッサと考えられる。一方、丸太直径が60cmまで扱える機械は、かなり大型になり、これらは主伐用と定義づけられる。しかし、チェーンソーで伐採する場合は、胸高直径40cmを超えると木の重量が、スギでは1.2tを超え、ヒノキでも700kgを超えるため、伐採作業の少しの手違いが大きな挙動を生み、伐採には胸高直径が30cm以下の立木とは異なる細心の注意が必要になる。そこで、ここでは大径木を胸高直径40cm以上と定義づけることとする。

## 大径木の伐採方法

大径木は、その大きな樹体を支えるために地際近くに大なり小なりの根張りを有している。まず、この根張りを除去することが、伐倒方向を確実にするために不可欠な作業である（写真①）。受口の両サイドの根張り部分は、木が倒れる際に左右に引っ張る力を生み、伐倒方向に少なからず影響を与える。日本の従来の大径木伐採においても、受口を作る前に、まず根張り切りを行っている。ヨーロッパで一般的に行われているオリエンテーション



▲写真① 根張り切りと大きな受口



▲写真② オリエンテーションカット

ンカットも、根張り切りの一種と考えられる（写真②）。日本の根張り切りとの違いは、両サイドの切り欠きが日本の根張り切りよりも大きいということである。オリエンテーションカットでは、この根張り切り方向に木が倒れる（すなわちオリエンテーション）ので、両サイドに慎重にオリエンテーションカットを入れる。ドイツのフォレスターの模範演技を見ていると、伐倒方向に向かって右側のオリエンテーションカットを入れてから、受口を作り、その後、左側のオリエンテーションカットを入れていた。これはオリエンテーションカットと受口を正確に直角にするようにという配慮である。

受口を作る際には、確実な方向に伐倒するために、特に入念に注意する必要がある。受口の水平切りが水平に作られていることは当然のことながら、斜め切りと水平切りがきっちり合っているか、予想される伐倒方向を確認して、受口を調整する。さらに大径木では、斜め切りを通常の30～45度で作っていては、直径が太いだけに伐倒時に受口が塞がってしまい、上部の樹体の重さによって幹裂けや芯抜けを起こしたり、伐倒方向が変化したりする危険性がある。そこで、斜め切りを60度近くのきつい角度で行うこともある（前掲写真①）。

大径木の追口切りでは、後ろから切り進める場合、速やかに切り進めないと幹裂けや芯抜けを起こしたり、十分なツルが残される前に倒れることにより伐倒方向が受口と異なる方向に変わったりする危険性がある。特に、胸高直径が1mを超えるような超大径木や重心が偏っている大径木の場合は、追口の後ろを残してツルを完成させて、最後にその部分を切る昔ながらの追いツル切りを行うこともある（写真③）。

先述したオリエンテーションカットには、このような危険性を回避する効果もある。ヨ



▲写真③ 追いツル伐り

▲写真⑤ ワイヤーによる伐倒補助



▲写真④ クサビによる伐倒補助

一口ッパでは、チェーンソー防護ズボンの保護材のファイバーの長さが50cm程度であり、安全なソーチェーンの停止を考慮して、チェーンのバーが40cm(16インチ)以下のチェーンソーを一般的に使っている。また、大径木を伐るためのチェーンソーは重く、作業負担が大きいばかりではなく、大径木用に高価なチェーンソーを揃える経済的な無駄がなくなる。しかし、胸高直径が40cm以上の立木を伐採する場合は、40cmのソーチェーンでは届かないため、根張りの部分の両サイドを切り取って追口の幅を短くする必要がある。それでも届かない場合は、ツルの幅を残して突っ込み切りを行い、そこから回し切りをしながら追口を切り上げる(前頁写真②)。このように丸太の中心部から先に切り進めるので、幹裂けや芯抜けを起こす危険性が回避されることになる。

日本の根張り切りもオリエンテーションカットも、大径木を伐採する際は、追口を切り終えるかほとんど切り終えたところで、安全のためにクサビを打ち込む。ツルだけが残っている伐倒中の立木は極めて不安定な状態にあり、枝ぶりによる重心の偏りや風の影響で容易に伐倒方向が変わる危険性がある。大径木では樹体の重量が重いため、その影響はより顕著に現れるので、安全な伐採作業のためにクサビは必要不可欠な道具である(写真④)。クサビは胸高直径が30cmくらいの立木から必要であるが、胸高直径が50cmを超える大径木ではクサビを2本打った方が確実である。

伐倒方向を正確に規制して、周囲の立木や家屋などの保護対象に影響が出ないように伐採する際には、伐倒木の地際から数mの高さにワイヤーをかけ、滑車を通して方向を変えて、チルホールあるいはワインチで引っ張り、伐倒方向を規制する補助を行う(写真⑤)。



▲写真⑥ チルホールによる引っ張り



▲写真④ クサビによる伐倒補助

⑥)。大径木になればなるほど、少しの伐倒方向の変化が周りに大きな被害を与えるので、細心の注意を要する。また、チルホールあるいはワインチで伐倒補助を行う場合は、チェーンソー操作員との連絡を密にして伐採作業と息を合わせる必要があり、決してワイヤーの引っ張りが伐採作業より早めにならないように注意しなければならない。

## 労働災害事例に見る 大径木伐採の安全のポイント

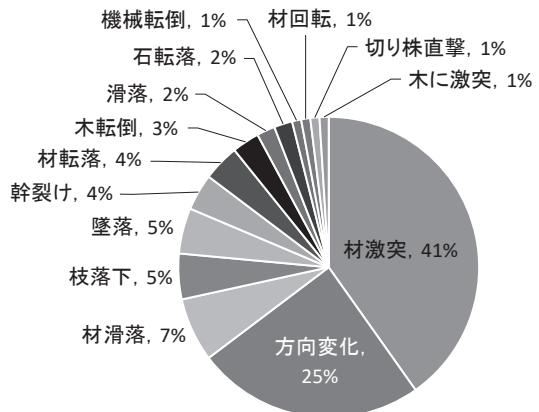
林業・木材製造業労働災害防止協会のホームページから平成13～28年までの16年間分の死亡災害データを集計し、災害内容から胸高直径が40cm以上の大径木に関わる災害であると判断できる105件について分析を行った。

作業種としては、皆伐と択伐（単木の伐倒も含む）が同じ33%を占め、それらに間伐が14%で続いている。さらに、造材7%，風倒木処理5%，吊し伐り4%が続いている。吊し伐りは、伐倒による被害が周りに及ばないように、クレーンを用いて上から順番に枝を吊るしながら切り進めていく伐倒方法であり、大径化した街路樹や庭木の多くや広葉樹の伐採で一般的に行われている。

死亡災害データの災害内容から考えられる要因をキーワードにして集計した（図①）。最も多かった要因が「材激突」41%であり、この原因にはかかり木処理、ワイヤーによる伐倒補助、危険範囲への立入り、伐倒木のリバウンドによる元口跳ねなどが抽出された。次に多い要因は「伐倒方向の変化」25%であり、この原因にはツルを全て切ることによる制御機能の喪失や、ワイヤー補助や蔓絡みによる伐倒方向への障害などが抽出され、その結果、危険範囲に立ち入っている他者が災害に巻き込まれる。

死亡災害データの集計結果では、それほど多い要因ではないが、大径木特有の要因と考えられるものを紹介したい。第1に「枝落下」5%である。大径木では針葉樹でも枝がかなり太くなり、その落下による被害は甚大になるので注意を要する。先の蔓絡みによる伐倒方向の変化と合わせて、大径木を伐る場合には、特に上方確認を怠らないように注意すべきである。次に、「幹裂け」4%である。大径木では追口切りをスムーズに行わなければ、樹体が自重で先に傾き始め、まだ追口切りが終わっていないところから縦に樹幹が裂け上がる。「幹裂け」を避けるためには、先述した回し切りや追いツル切りを行うことが有効である。

死亡災害データの分析からは、一般的な伐採作業に共通する要因が見出されるが、大径木では重量が重いだけにその挙動や被害が大きくなり、「材激突」や「方向変化」の要因がより顕著になる。今後、大径木伐採が増えるにつれて、少しの間違いが予期せぬ大きな挙動を招くことを常に頭に入れて、細心の注意を払って、一本一本丁寧に伐採するように心がけることが望まれる。



▲図① 大径木による死亡災害の要因



## 崖の上の多肉植物（後編） ～収斂のオロスタキス～

・・・奇妙な格好をした人たちがいる。

僕はベンケイソウ科の多肉植物「ツメレンゲ」の自生地を見に、栃木県の「岩舟山」<sup>いわふねさん</sup>に来ていた。関東平野の縁に位置する標高170m程度の小さな山で、その異様な山容で知られる。古くから採石が行われた結果、山は全体が切り立った崖になってしまって、そこへ東日本大震災で山体の崩壊が起きて、尾根の一部がV字型に削れている。頂上の神社に至る参道の階段を登っていくと、脇に小径が延びて、採石場跡の広場に抜けていた。情報によると、ツメレンゲはこういう採石場跡で見られるとのことだった。

ところがその広場に、鎧やロープやマントを纏った、RPGにでも出てきそうな格好の人たちがたむろしている。横に並んで平野の方を向き、なにやらポーズをとっている。何かの口けだろうか。うーん…入りづらい。採石場を後回しにして他を探したものを見つからず、意を決して広場に足を踏み入れた。訊けばコスプレのイベントとのことだった。後に知ったが、岩舟山は口けやイベントのメッカらしい。

「植物を見にきたんですけど、ちょっとウロついてもいいですか？」

僕はそう言って、広場の隅に積み重なる岩塊に登った。彼らの目には、僕のほうこそ怪しい人間だったに違いない。

採石場の岩は、黒っぽくごつごつした岩で、「安山岩質角礫凝灰岩」というのだそうだ。<sup>あんざんがん かくれきぎょうかいがん</sup>とりつくと、お目当てのツメレンゲは直ぐに見つかった。ちょうど良い時期に来られたようで、赤みを帯びた多肉質のロゼットから円筒形の白い花穂<sup>かすい</sup>が伸びて、岩肌によく映えていた。他にはマルバマンネングサやイワヒバがちらほら生えるくらいでしかない岩上で、ツメレンゲだけがあちこちで花穂を立てていた。崖下には、大勢のコスプレイヤー。奇観というほかなかった。

\*

翌日、僕は別の場所に出かけた。岩船山から真東に80kmほど、茨城県ひたちなか市の海辺であった。「イワレンゲ」が見られると聞いたからだ。「ひたち海浜公園のコキア」「ほしいも」「海の幸」を餌に、妻も連れ出した。

その名の通り、ツメレンゲと同じオロスタキス（イワレンゲ属）の多肉植物である。日本ではほかに「アオノイワレンゲ」、「コモチイワレンゲ」、「ゲンカイイワレンゲ」などがあるが、現在はいずれもイワレンゲの変種とされている。また、同じベンケイソウ科の多肉植物に「チャボツメレンゲ」というのがあるが、これは別属であって、花も集散花序に咲くので趣が異なる。つまり日本のオロスタキスは、おおざっぱにツメレンゲとイワレンゲの2種といってよい。

海の見える高台の公園に保護柵があって、イワレンゲの花穂が何十と立っていた。解説

1) かつては別種扱いだった、アオノイワレンゲなどの変種を含めない場合。 2) 正確には、Orostachys schoenlandii という、さらに系統の離れた種が第3のグループとなっているが、学者によって別属（Kungia 属）とするためここでは扱わないことにした。 3) Gontcharova et al. (2006) Russian Journal of Genetics 42 : 654-661.



▲写真③

左) ツメレンゲは葉の先端に棘状の突起がつく。  
右) ツメレンゲの越冬芽は、鱗片状に葉が折り重なって小さく丸まる。葉の先端の棘が上向きに並んでケンザンのようだ。

◀◀写真①

岩舟山・採石場の岩上にツメレンゲが咲く。

◀写真② ひたちなか市の沿岸部にて、イワレンゲ。

板が、「イワレンゲの北限<sup>1)</sup>」を謳っている。丘の下を歩くと、段丘崖<sup>うた</sup>にも咲いているのが見えた。ツメレンゲと同じ、ロゼットの中心から円筒形の花穂<sup>だんきゅう</sup>が立つあの奇妙なカタチ。同じように岩上や民家の屋根に生え、秋に花を咲かせる。明らかな違いといえば、イワレンゲのほうが葉が扁平<sup>へんぺい</sup>で、ツメレンゲは葉の先端に小さな棘状の突起<sup>とげ</sup>があるくらいである。よく似た存在だ。

ところが、ツメレンゲとイワレンゲが「他人のそら似」であるという。

オロスタキスは世界に20～25種とされ、東アジアに多い。それらは2つのグループ<sup>2)</sup>に分けることができ、ツメレンゲとイワレンゲは別々のグループに属している。ベンケイソウ科の系統樹<sup>3)</sup>を見ると、この2つのグループは結びつかず、離れた位置にでる。イワレンゲはツメレンゲよりも、むしろミセバヤやベンケイソウに近縁である。ツメレンゲは別属のチャボツメレンゲに近い。どうやらあのオロスタキスの特徴とされる独特の姿は、別個に進化して偶然似たものらしい。

血筋の違ひが、ある部分に残っている。それがツメレンゲの「爪」だ。葉の先端の突起が獣の爪のように見えるので「爪蓮華」なワケだが、系統樹で近い位置にあるチャボツメレンゲも、「爪」を持つ。いっぽうイワレンゲやミセバヤの仲間は、葉に爪を持たない。別系統の生物が似たような形質を進化させることを収斂<sup>しうれん</sup>という。ツメレンゲやイワレンゲのあの姿には、収斂進化を果たす、なにか生存上の必然があったのだろう。

\*

ツメレンゲの株は、開花すると枯れてしまうという。我が家の大鉢植えも冬の間に大半が枯れたが、脇から出てきた子株が冬を越して、芽吹きを待っている。葉が鱗片状に折り重なって丸く固まったその姿を見ると、鱗片の一つひとつが爪を立てていて、なんだか意味深に感じた。



## ●菊地 賢（きくち さとし）

1975年5月5日生まれ、41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。

# ツーバイフォー工法による 木材需要の創出

三井ホーム

辻川豊隆

三井ホーム株式会社 技術研究所

JAPIC—森林再生事業化委員会委員の企業・団体の皆さまの活動の模様をご紹介します！

## はじめに

三井ホームは、ツーバイフォー工法を中心に専用住宅及び事業用建物等の受注・設計・施工他、引渡し建物のリフォーム事業等を手掛けるハウスメーカーです。

### ツーバイフォー工法（枠組壁工法） による注文住宅事業

ツーバイフォー工法は北米の住宅建築工法の主流で、例えば年間住宅着工戸数がアメリカで100万戸、カナダで20万戸、合計120万戸レベルとして、その内の各々8割強となる100万戸の住宅がツーバイフォー工法によるものと考えられます。

一方、日本では、昭和49年に同工法がオープン化されて以来、41年間の累積で250万戸超の建設戸数となりました。昨年度の全住宅に占めるシェアは12.5%，全木造に占めるシェアも23%に達しており、日本の主要な建築工法の1つとして定着しました。

三井ホームは、同工法オープン化の年に設立され、日本の洋風住宅の先駆けとなった商品を発売するなど、瀟洒な外観と卓越したデザイン力や性能が評価されてきました。また、平成7年の阪神・淡路大震災（震災エリア内当社施工3,568棟）以降、昨年の熊本地震（震災エリア内当社施工1,263棟）までの大地震においても全壊・半壊ゼロと堅牢さを証明してきました。

## 中大規模木造建築物施工事例

平成22年に「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行され、公共建築物を含む非住宅分野での中大規模建築物の木造化が推進されていますが、その中で当社の施工事例を紹介いたします。

### ①5階建て特別養護老人ホーム（花畑あすか苑）

昨年5月にツーバイフォー工法建築物として延床面積で国内最大（2,956坪）となる5階建て（1階の



写真①  
「花畑あすか苑」  
外観



写真②  
「花畑あすか苑」  
外観

みRC造）の特別養護老人ホームが東京都足立区花畑に完成しました（写真①）。

老人ホームは高齢者施設であるとともに、入居者にとっては第2の住まいでもあります。木造の施設建築物は入所者にとって、「木の持つ風合いや温もりによる居心地の良さ」や「転倒時の安全性」による安心感があります。また、木造の床はRC造等に比べクッション性があり、介護職員にとっても「足腰の疲れが軽減される」など身体的負担が少なく、労働環境の改善に繋がります。この建物は、大規模中高層木造建築物の先導的モデルとして評価され、平成26年度の国土交通省木造建築技術先導事業に採択されました。

### ②キッズデザイン賞を受賞した幼稚園（明澄幼稚園）

ツーバイフォー工法による木造幼稚園が千葉県富津市に建設されました（写真②）。

無塗装・無垢材の千葉県産のヒノキ床とスギ板の壁や天井に囲まれた優しい空間は、素足で踏んでも柔らかで暖かく、園児は素足で安心して遊び遊ぶことがで



▲写真③ 「Remy」上棟中現場（左）、竣工現場（右）

きます。園児たちはヒノキ床の雑巾がけ大会を楽しんだり、光・風・太陽熱等の自然エネルギーを活用するパッシブデザインの園舎で、自然を感じています。

昨年、キッズデザイン協議会主催（後援：経済産業省、消費者庁）の「第10回キッズデザイン賞」を、子どもたちの安全・安心に貢献するデザイン部門において受賞しました。

### 海外での取組

#### —Mitsui Homes Canada Inc. の事例

カナダ・ブリティッシュコロンビア州（以下BC州）では平成21年（2009年）にWood First法が施行され、州政府が発注する建築物はまずは木造で検討することが定められました。林産業はBC州の基幹産業ですが、BC州産木材製品の最大消費地はアメリカです。しかしリーマンショック後、米国住宅市場の低迷により、木材輸出量の大幅低下が及ぼす州経済の減速が懸念されていました。そのため、他国の需要に頼るだけではなく自力で可能な限り木材を消費することが奨励されました。同年、BC州の建築基準法も改正され、ツーバイフォー工法で6階建てが建設可能になりました。その後、昨年までにBC州内で施工されたツーバイフォー6階建て建築物は、260物件に及んでいます。

当社の現地法人であるMitsui Homes Canada Inc.は、記念すべきカナダ初のツーバイフォー工法6階建て集合住宅プロジェクト「Remy」において、延床面積5,510坪規模の構造材支給と建方工事を請け負いました（写真③）。

写真④

実験棟上棟現場



### 可能性

平成27年に枠組壁工法構造用材について、JAS規格と基準強度が改正され、国産のスギ材等がこれまでの樹種群から独立して、基準強度が新たに制定されたことにより利用環境が改善されました。

供給の安定や価格の観点から、ツーバイフォー工法用ランバーとして使用できる国産材は、限られていますが、かつては輸入材一辺倒だったランバーも、これからは国産材を適材適所に使用する機会が増えることになると思われます。

また昨年、日本ツーバイフォー建築協会は、同工法による6階建ての実験棟を建設しました（写真④）。一部の床にCLT、壁にスギスタッドを使用しています。耐火、耐震、耐久性等の実験を経て木造4層から6層への可能性が期待されています。

（つじかわ とよたか）

### JAPIC 森林再生事業化委員会\*とは



「産官学のプラットフォーム」として、新たな林業システム、産業化の実現にむけて、木材自給率向上、関連産業の育成による雇用創出、地域活性化、地球温暖化対策等の道付けを研究しています。

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



偶数月連載 森と木の技術と文化

特別編 長伐期林を考える②

## 長伐期林の 生長・収穫予想

内田健一



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

### ●スギ巨木林調査の結果

かねやまち  
2月号では、山形県金山町のスギ巨木林調査について報告した。日本のスギ人工林は、環境条件が良ければ、樹高 50 ~ 60m に達し、材積は 4,000 ~ 5,000m<sup>3</sup>/ha に達する可能性がある、という結論が得られた。

金山での驚くべき調査結果を踏まえて、いよいよ今回は、長伐期林に対応した、新しい人工林の生長・収穫の様子をシミュレーションしてみたい。

### ●樹高生長曲線

まずは樹高生長の予想である。現在、日本で使われている樹高曲線は、今から 30 年以上前に作成されたものが主流。けれど残念ながら、多くの曲線は、実際の樹高生長よりも低く見積もられている。また途中から、樹高生長が、ほぼストップする曲線も多い。

そこで今回、試算のための樹高曲線を作成した。対応樹種はスギとカラマツ。60 年生までのカーブは、島崎洋路氏(元信州大学)が作成した樹高曲線を参考にし、それ以降は、徐々に生長が緩やかになりながらも樹高が自然な形に伸び続けるよう 200 年生まで描いた。

試算では、40 年生時に樹高 20m、200 年生時に 40m に生長する、真ん中の曲線を使う(図①)。

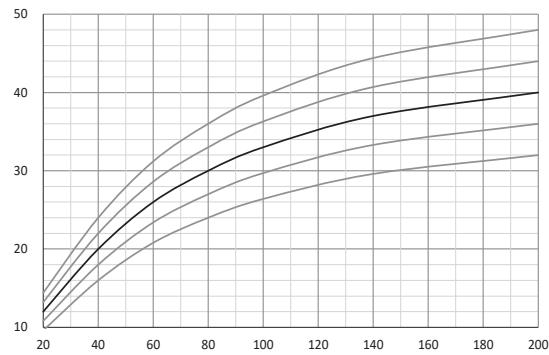
### ●胸高形数

次に、林分材積の算出方法だ。これは金山でも使った「胸高形数」を用いて計算する。計算式は、

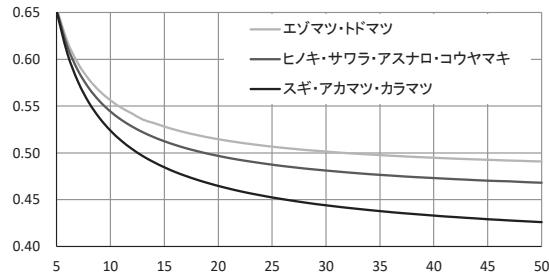
立木幹材積 = 胸高断面積 × 樹高 × 胸高形数  
であり、簡単に、単木や林分の材積を計算できる。なお、スギとカラマツの形数は一緒である(図②)。

### ●林分密度

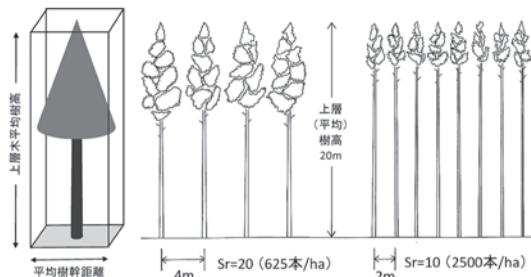
日本では、林分密度の指標に収量比数(Ry)を使うことが一般的だ。しかしここでは、樹種や地域を問わずに利用可能な、相対幹距比(Sr)を使う。これは、上層木平均樹高に対する平均樹幹距離を百分率的に表したもので、非常に分かりやすいのが特徴だ(図③)。



▲図① 樹高曲線（スギ・カラマツ）  
縦軸：樹高（m） 横軸：林齢（年生）

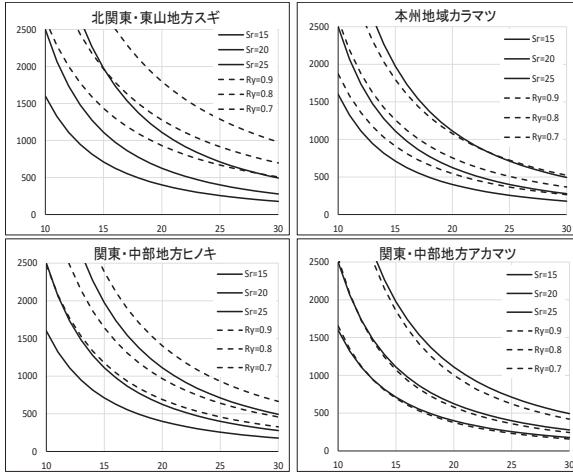


▲図② 胸高形数  
縦軸：胸高形数 横軸：樹高（m）



$$Sr = \sqrt{\frac{\text{測定面積}}{\text{立木本数}}} \times \frac{100}{\text{樹高}}$$

▲図③ 相対幹距比（Sr）



▲図④ Sr と Ry の比較  
縦軸：成立本数（本/ha） 横軸：樹高（m）

なお、Sr と Ry の相関関係を、図④に示す。

今回の試算では、スギまたはカラマツの苗木を 3,000 本 /ha 植栽し、間伐しながら育てていく。密度管理の指標は Sr = 20 に設定。風雪害に強い健康な森づくりが期待できる数字で、欧洲人工林では一般的な値だ。

### ●年輪幅

樹木は、光合成によって育つ。だから、毎年の材積生長は、結局のところ、葉の量に由来すると考えれば無理がない。そして葉の量は、おそらく単木が占有する空間と比例的な関係にあるはずだ。

そこで今回の試算では、単木の年間生長量を、単木が占有する空間容積と比例させ、そこから逆算して毎年の年輪幅を求めた。計算式は次のとおりである。

$$\text{年輪幅} = \sqrt{\frac{\text{単木容積} \times \text{胸高形系数}}{\text{樹高} \times \pi \times \text{円周率}}} \times \text{前年直径} \times \text{係数}$$

空間容積を計算する成立本数は、Sr = 20 に基づく指標本数とした。間伐前後で年輪幅が急変することを避けるためだ。係数は、40 年生時にちょうど形状比 7.0 となる値を選び、全期間固定した。

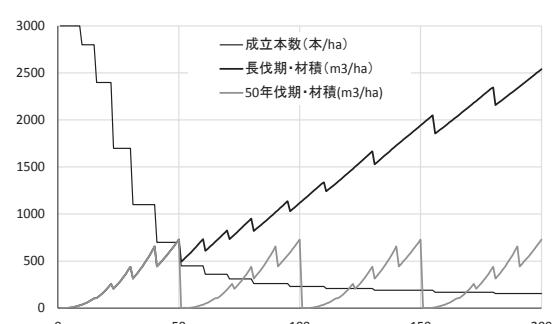
なお、今回は、すべての林木を同じサイズとして扱った。残存木と間伐木のサイズも一緒である。

### ●試算結果

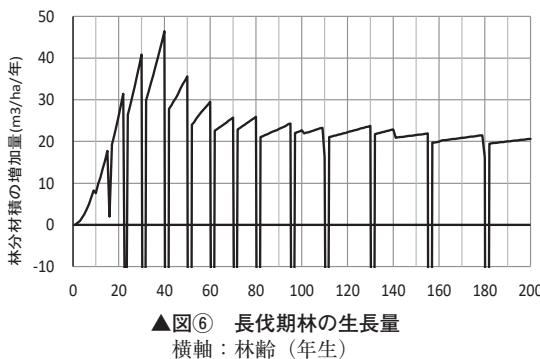
今回の試算では、50 年生で皆伐した場合と、100 年生、150 年生、200 年生で皆伐した場合、それぞれ主伐と間伐を合わせた総収穫材積は、伐期に比例して増加し、短伐期と長伐期で「まったく一緒」という、非常に興味深い結果が得られた（表①、図⑤）。

▼表① 長伐期林の生長・収穫予想表

林齢 (年生)	樹高 (m)	年輪幅 (cm)	胸高 直径 (cm)	形状比	単木 材積 (m³)	ha 本数 (本)	ha 断面積 (m²)	長伐期		長伐期		50年伐期 材積 (m³)
								材積 (m³)	面積 (m²)	材積 (m³)	面積 (m²)	
10	5.0	0.33	7	70	0.0	2800	11	37				37
20	10.0	0.36	14	71	0.1	2400	38	197				197
30	15.0	0.36	21	70	0.3	1700	61	441	160	441	160	
40	20.0	0.36	28	70	0.6	1100	71	655	246	655	246	
50	23.0	0.34	36	65	1.0	700	69	729	270	729		
60	26.0	0.32	42	62	1.6	450	63	734	152	37		
70	28.0	0.30	48	58	2.3	360	66	826	119	197		
80	30.0	0.29	54	55	3.1	310	72	954	160	441	160	
90	31.5	0.28	60	53	3.9	260	73	1019	137	655	246	
100	33.0	0.27	65	51	4.9	230	77	1117		729		
110	34.0	0.25	70	48	5.8	230	90	1337	121	37		
120	35.0	0.24	75	46	6.8	210	94	1436		197		
130	36.0	0.24	80	45	7.9	210	106	1667	166	441	160	
140	37.0	0.23	85	44	9.1	190	107	1731		655	246	
150	37.5	0.22	89	42	10.2	190	119	1943		729		
小計								1943	1531	2188	1217	
主伐+間伐=合計材積(m³/ha)										150年 伐期計	3474	50年 伐期×3
小計								2540	1974	2815	1823	
主伐+間伐=合計材積(m³/ha)										200年 伐期計	4514	50年 伐期×4
小計								2540	1974	2815	1823	



▲図⑤ 長伐期林の材積  
横軸：林齢（年生）



▲図⑥ 長伐期林の生長量  
横軸：林齢（年生）

## ●人工林の材積生長

### (1) 長伐期林の材積生長

林分材積増加量が、40年生頃に高いのは、①樹高生長のスピードが高く、②それに間伐が追隨できず、指標本数に基づく空間容積が若干重なってカウントされる、からだ。ところが、こうした様子は、現実林分の若齢時の動態と、非常によく一致している（図⑥）。

しかし、その後も材積生長が一定の増加量を保ったまま高齢林になるという試算は、今回がおそらく最初ではないか。これまで日本の林学では、森林には、畑の作物と同じ「生長と収量の限界」があると考えられてきた。だから、ある程度のところで皆伐しないと「時間と材積がもったいない」という話だった。

これに対して、私の意見はこうだ。①生物としての樹木には、葉量に応じた年間生長量の限界がある。しかし、樹木の生物部分は、葉、吸収根、形成層（+辺材）などの周辺組織であり、その内側は生物遺骸。樹木は、生物+遺骸のハイブリッド構造だから、森林に材積生長の限界はない。②多くの人工林は、従来の予想よりも樹高の伸びが良い。①、②の理由によって、高齢林の材積生長が、従来の予想より良いのである。

### (2) 短伐期林の材積生長

40年生をピークに高い生長量がありながら、短伐期林の収穫材積がさほど伸びないのは、若齢時、太陽光の利用効率が悪いからだ。①初期の下刈り期間は、太陽光の多くが木材生産に使われていない。②伐り捨て間伐では、せっかく太陽光で蓄えた材積を、山に捨てている。①、②がマイナス作用をした結果、短伐期林の収穫量は長伐期林と変わらない。

## ●長伐期施業のメリット

日本の人工林が抱える最大の悩みは、高額な再造林費だ。一般的に、再造林には数百万円の費用がかかり、短伐期施業の主伐収入が激減してしまう。

しかし、長伐期施業では再造林の回数を減らすことができる。総収穫材積は一緒なので、再造林の回数が減れば、経済的メリットが非常に大きい。

また長伐期林は、水土保全や生物多様性維持などの公益的機能が高い。さらに、節が少なく、心材の割合が多い、高品質材の生産が期待できる。

## ●長伐期林の育て方

私は今回の試算結果を見て、若齢時の間伐・選木が極めて重要だと再認識させられた。伐り捨て間伐を含む初期の間伐では、徹底した定性・下層間伐（不良木を伐る）が望ましい。樹冠の形が整う前の列状間伐は、できるだけ避けたい。また、初期段階の間伐遅れは、深刻な事態を招く。人工林はその初期に、繰り返しの間伐がどうしても必要なのだ。

一方で、60～80年生以上の森林では、列状間伐、複層林施業、択伐林など、かなり自由に、多様な施業にも対応できるはずだ。

若齢時と壯齡以降の取扱いの差は、すべて太陽光の利用効率がキーワードだ。一般に、若齢林に林床植生が少なく、高齢林に多いことも、今回の試算から、分かりやすく説明できる。

再造林の回数が減らせるなら、コストダウンばかりを追求せず、苗木の本数・品質など、数百年の実績を持つ伝統的な手法も再評価すべきだろう。

## ●長伐期林の集材と利用

大径木を収穫するには、チェーンソーによる伐木造材、架線集材、クレーン付きトラック、馬搬など、伝統的な手法が有利になる場面も多い。大径木は、伐採と集材の生産効率が良く、採材歩留りも高い。材価が良ければ、ヘリコプター集材も検討の価値がある。

大径材は、現状、製材や合板の規格から外れ、安い価格でしか販売できない、との嘆きも聞く。しかし、製材や合板の機械も更新される。高品質で安価な材に着目する事業者がきっと現れるだろう。また、大径材は、集成材の用途を無垢材に持たせることができる。

## ●日本人と長伐期林

日本には、巨大な木造の歴史的建築物が多数存在する。こうした建築物を修繕・新築するためには、大径材が必要不可欠だ。天然林に限りがある以上、日本人はその歴史的な宿命として、一定以上の長伐期林を育てる責任があると、私は思う。（うちだ けんいち）

『謝辞』 溫かい応援と貴重な助言をいただいた藤森隆郎、島崎洋路の両氏に、深く感謝申し上げます。

『参考文献』 島崎洋路「保残木マーク法による新しい間伐法」、信州大学農学部紀要、第26巻、1990／安藤 貴「林分の密度管理」、農林出版、1982／藤森隆郎「多様な森林施業」、全国林業改良普及協会、1991／内田健一「森を育てる技術」、川辺書林、2007

# 自走式木材破碎機を活用した森林整備のための機械経費の見積りと現場管理の方法の検討

長野県佐久地域振興局 林務課 治山林道係  
 (前・長野県林務部森林づくり推進課 全国植樹祭推進室 施設植樹係)  
 〒385-8533 長野県佐久市跡部65-1 (佐久合同庁舎3階)  
 E-mail : seki-kenichiro@pref.nagano.lg.jp

関 憲一郎

## ●はじめに

自走式木材破碎機による林地残材等のチップ化処理については、平成23(2011)年、「木材のチップ化」について標準歩掛が設定され、治山、林道等の公共工事で活用されてきた。しかし、自走式木材破碎機の販売台数は、建設機械の中でも著しく少ない。ショベル系建設機械の販売台数は10万台というオーダーであるのに対し、破碎機の販売台数は様々な形式や種類を合わせても100台オーダーとなっている<sup>9), 10)</sup>。

また、公共工事の施工経費の積算で使用する「森林整備保全事業標準歩掛」<sup>6)</sup>における木材のチップ化の歩掛は、1種類(タブ式)のみが示されているが、標準歩掛が想定する破碎機を地域の林業事業体が必ずしも所有しているとは限らず、標準相当の機械を使用するために、別途、機械の多額の運搬費が必要になることもある。一方、「機械経費損料算定表」<sup>6)</sup>には、8種類の自走式木材破碎機の損料計算に係る諸元が設定されており、地域にある破碎機が標準歩掛に適合しなくとも、一定の内容を調査すれば、その破碎機に適合した歩掛を作成できることを示している。

このように、近年開発された自走式木材破碎機による施工経費の見積りは、①機械経費についての十分な理解を踏まえて行わなければならず、②集材・運搬する林地残材の量と利用する木材チップの量の整合を取りなくてはならないことから、現場管理の方法が確立されていない。

そこで、全国植樹祭(平成28年、長野)の植樹会場の整備工事において、現地の林地残材等をチップ化し、積極的に利用するための工事を行うに当たり、積算方法と現場管理を合理的に行う方法を調査・検討したので報告する。

## ●森林・林業のサイクルを取り戻す 木材利用工「木材チップ化」

森林・林業のサイクルを取り戻す発想を実際の工事に取り入れるために、林地残材の原木と製造した木材チップをそれぞれ「資源」として認識し、そのための工事経費の見積り(積算)と現場管理を行う必要がある。従来からの公共工事は有用な伐採木を木材市場や土場まで運搬したり、廃棄物として処理するものが多かったため、今回の工事では、実現可能な範囲で原木搬出と木材チップ利用の両立を目指して工夫した。

## ●自走式木材破碎機の 運転経費(施工単価)の見積り

破碎機の購入費、出力、処理能力が分かれれば歩掛を組み立てられる。自走式木材破碎機の運転経費積算のために調査した事項は表①のとおりである。なお、調査に当たっては、地域内の施工実態や機械の市場取引を的確に反映した見積りが目的であることに留意した。

調査は、カタログ等による文献調査と破碎機を所有する事業体へ照会する方法により行った。本体価格5,000万円、出力400馬力の破碎機についての、機械損料と燃料消費量の計算例を次頁表②に示す。この例の場合、機械の運転1時間当たりの換算損料は34,200円、1時間当たり燃料消費量は55.2リットル

▼表① 自走式木材破碎機の機械経費の見積りをするために事前に調査した項目

調査事項	調査方法	左記調査事項から求められる積算に必要なデータ	備考
機械の本体価格	破碎機を所有する事業体へ照会	機械損料	機械経費算定要領により計算。機械の購入に当たり補助金を受けている場合は、その金額も照会。
耐用年数等	機械経費算定要領の諸元を転記		機械経費算定要領により計算。
機械の馬力	カタログ又は事業体へ照会	燃料消費量	〃
燃料消費量	〃	燃料消費量の実態	
特殊免許の必要性の有無	メーカー又は破碎機を所有する事業体へ照会	労務費の計上(一般的の運転手、特殊運転手の判断)	1日の運転経費の場合、1人分の労務費を計上する。
処理能力(原木ベースで1日何m <sup>3</sup> チップ化できるか)	〃	歩掛	小型のチッパーで枝等を処理する場合、調査できないことがある。
レンタル費用	破碎機を所有する事業体へ照会	1日当たりレンタル費用	上記の積算を行うためには不要だが、レンタルを行ふ場合について参考のため調査。

注) 林業関係の公共事業における機械の損料単価については、建設機械損料算定表(森林保全事業建設機械経費積算要領)に定められている。損料単価は、当該機械が損料算定表に定められた耐用年数に達するまで標準的な供用日数や運転時間により使用されることを前提に設定されている。したがって、受注者がその機械を標準供用日数等により使用すれば、機械の購入価格相当額をほぼ回収でき。

▼表② 自走式木材破碎機の損料単価の計算表素案（損料単価の計算は複雑で、従来からその適正な算定について会計検査等で指摘がなされている<sup>11)</sup>。このため筆者は、林野庁が示す標準歩掛の損料単価のデータについて表計算ソフトで計算式を入力し、その式の入力が正しいことを確認した上で、見積り対象の機械を併記して比較できるよう表示した。）

諸元	単位	原価等計算方法	根拠法令等	自走式チッパー	自走式チッパー
				標準歩掛	適用例
メーカー				A社	
出力(馬力)	HP	z			400
出力	kW	x=z/1.341		140	298.3
機械質量	t			10.7	16
基礎価格(本体価格等)	円	j ※補助金を受けている場合は補助残額		26,400,000	50,000,000
標準使用年数	年	a	機械経費算定期要領	8	8
運転時間	時間	b	//	380	380
運転日数	日	c	//	70	70
供用日数	日	d	//	100	100
維持修理費率	%	e	//	50	50
年間管理費率	%	f	//	9	9
運転1時間当たり損料率		j=((1/2)*h+e)/100/a)/b(小数点以下5位止め)		0.000306	0.000306
運転1時間当たり損料	円	k=i*((1/2)*h+e)/100/a)/b		8,080	15,300
供用1日当たり損料率		=i*((1/2)*h/100/a+f/100)*1/d(小数点以下6位止め)		0.001438	0.001438
供用1日当たり損料	円	m=*((1/2)*h/100/a+f/100)*1/d		38,000	71,900
運転1時間当たり換算損料率		n=*((1/2)*h/100/a+f/100)*1/d(小数点以下4位止め)		0.000684	0.000684
運転1時間当たり換算損料	円	p=*((f+e)/100/a+f/100)*1/b		18,100	34,200
供用1日当たり換算損料率		q=((h+e)/100/a+f/100)*1/d(小数点以下4位止め)		0.0026	0.0026
供用1日当たり換算損料	円	r=i*((h+e)/100/a+f/100)*1/d	機械経費算定期要領	68,600	130,000
残存率	%	g	//	14	14
償却費率	%	h=100-g	(:1-残存率)	86	86
1日当たり運転時間	時間	S=b/c(小数点以下1位止め)		5.4	5.4
1時間当たり人件	人/時間	t=c/b(小数点以下2位止め)		0.19	0.19
特殊免許、資格等の必要性			有り	有り	
公道を走行するか			公道走行しない	公道走行する	
職種			特殊運転手	特殊運転手	
運転1時間当たり燃料消費率(別表第3その2)	l/kW・h	u	機械経費算定期要領	0.185	0.185
燃料消費量	l/h	v=u/x		26	55.2
燃料消費量	l/日	y=v*s		140.4	298.08

であり、それぞれ運転経費として計上する。なお、本体価格には消費税は含まない。また、機械の購入に補助金が交付されている場合、受注者側の収益や費用の計上と施工経費の見積りとの整合を考慮し、基礎価格として減価償却の対象となる補助残額を計上した。

なお、長野会場及び上田会場において小型のチッパーで枝条等を処理する場合については、乱雑に集積された枝条をチップ化し、そのまま林地に散布したため、枝条やチップの数量の把握が困難であった。そのため、日報記載の運転日数によりチッパーの運転経費を計上し、受注者と変更契約した。

#### ●木材のチップ化調査(資源量と換算率調査)

##### (1) 木材のチップ化調査の目的

当該地における会場整備工事は、現地にある林地残材や伐採木を、現地においてチップ化し、そのチップを林地へ敷き均して還元したり、作業道の舗装に使用したりする。このような工事を設計する上で、林地残材等の原木量と使用するチップの量について整合を取り必要がある。このため、原木とチップの間の体積換算値を求める必要があり、現地で調査を行った。

##### (2) 調査の方法

この調査は、丸太を直接チップ化して



▲写真① 調査風景 左上：丸太の材積調査 右上：チップ化前（フォワーダが空荷であることの確認）左下：調査した丸太のチップ化 右下：丸太のチップ化後（チップを均し、容積を確認）

チップの容積を求める方法により行った。当該地にある丸太（直径30cm前後、長さ3m程度）を数本、直径と延長を測定して材積を求め、その後、測定した丸太をチップ化し、フォワーダの荷台においてチップの容積を求めた。そして、丸太の材積に対するチップの容積の比を換算値とした（写真①）。

#### (3) 調査結果

松本会場の整備工事における調査結果の概要を表③に示す。アカマツの丸太1m<sup>3</sup>をチップ化すると容積約2.2m<sup>3</sup>のチップになることが分かり、換算値として使用した。

#### (4) 原木材積とチップの量(数量)の算出

松本会場と上田会場の各整備工事において、現地の伐採木をチップ化し、植樹会場や周囲の路網に敷き均して再利用することにした（表④）。

松本会場整備工事では、伐採後約1年を経過したアカマツ林伐採跡地の林地残材をチップ化した。集積した原木は、細いものや太すぎるものなど様々で、原木の量を測定することは困難であると思われた。また、作業道や林地の敷均しのために、現地で製造したチップの全量を使い切ることになった。したがって、①現地におけるチップの使用量（敷均し面積×敷均し厚さの合計）を求め、②使用量を換算値で除し、原木の量

▼表③ 丸太からチップへの体積換算値の調査（松本会場）

調査場所	調査日	試験サンプルの状況				原木量(試験サンプルの合計)(m <sup>3</sup> )	チップ容積(空m <sup>3</sup> )	換算値	混合割合(幹材積ベース)(%)	左記混合割合を考慮した換算値
		樹種	サンプルの状況	平均延長(m)	平均直径(cm)					
松本市アルブス公園	2015/12/17	アカマツ	丸太6本	2.86	33.90	1.495	3.309	2.213	100	2.213

\*るものとなっている。一方、機械の購入に当たっては国庫補助を受けて行う場合が多いことから、①機械の購入価格とともに、②補助金を受けている場合は当該金額を調査した。

▼表④ 木材のチップ化に係る数量の算出例  
(当該整備発注工事にて機械経費を計上したものに限る。)

市町村	会場名	森林所有者	伐採木等の種類	自走式木材破碎機の規格等				施工数量			
				メーカー	機械形式	定格出力	機械質量	機械の操作に必要な特殊免許	換算係数(別表参照)	原木の材積(m <sup>3</sup> )	製造したチップの容積(m <sup>3</sup> )
長野市	茶臼山自然植物園	長野市	枝条、笹等	コマツゼノア	SR3000	22.3kW	1.33t	不要	枝条処理のため、換算係数等不明。機械の運転日数により施工経費を積算。		
松本市	アルプス公園	松本市	林地残材	Bentele Biomass Technologie GmbH	BBT800	286kW (384HP)	16t (10t車の重量を含み 24.99t)	必要	2.213 (換算係数による計算値) 212(470+2.213)	2.213 (470+2.213)	(換算係数による計算値)
上田市	自然運動公園	上田市	枝条等	古河ロックドリル	FPC1600	115kW	10.4t	不要	枝条処理のため、換算係数等不明。機械の運転日数により施工経費を積算。		

を求めた。これにより原木の運搬とチップ敷均し作業の費用を求め、施工を実施することができた。

### ●チップを敷き均した公園内の森林整備の成果

筆者は全国植樹祭会場整備工事として、都市公園内で一定以上の材積のあるマツクイムシの被害林等を更新するため、①全国的に台数が少ない木材破碎機の施工単価の具体的な算出方法を提示し、②処分しなければならない丸太と、資源として利用できるチップの数量を調査結果に基づき算出した。その結果、発注者と受注者が互いに納得しつつ、長さや太さのばらつきが非常に大きく扱いにくい現場の木材をチップ化し、そのチップを活用した公園内の歩道や林地の整備を、合理的に行うことができた(写真②、③)。

今後は、このような設計、積算、現場の管理を入念に行う工事を進めることが望ましい。住民の皆様の快適な環境を形成する機能等を維持増進する森林整備<sup>1, 2, 3)</sup>につなげるための、一つの手がかりになるのではないかと考える。

### ●今後の課題

近年、性能の向上した自走式木材破碎機が導入されつつあり、当該機械の市場取引や施工実態を反映した、様々な種類の機種に対応できる歩掛表や損料表の整備が求められる。当該機械が本格的に普及するまでの間は、それぞれの発注機関が必要に応じて調査を行い、施工経費の見積り方法の確立を図っていく必要があると考える。

### ●おわりに

近年公共工事の経費の見積りは、事務の効率化のためコンピューター化(歩掛のコード化等)が進んでいるが、コンピューターによるシステムに頼りすぎると、工事の発注に当たってコード化された工種のみが採用されるなど、事務処理が形式化してしまうことが懸念される。このことは、公共工事において自走式木材破碎機のように、開発の著しい機械を活用することが困難になっていることを意味する。本稿で述べた調査等を行うことで、色々なタイプの自走式木材破碎機等の工事費の見積りが可能となる。そうすれば、皆さんの



▲写真② 上田会場の整備状況  
(上田市自然運動公園)



▲写真③ 松本会場の整備状況  
(松本市アルプス公園)

近くにある機械も、公共工事で活用できるのではないかだろうか。

(せき けんいちろう)

『謝辞』 これらの自走式木材破碎機を用いた工事は、平成28年6月5日に長野県で開催された第67回全国植樹祭において、県の内外からお越しいただいた招待者の皆様に植樹をしていただくために、長野市、松本市、上田市の3箇所で設定された「招待者記念植樹会場」の整備のために行われた工事である。これらの工事を進めるに当たり、受注者側の現場代理人である長野森林組合の黒岩純一様、川瀬建設株式会社の奥原信行様、信州上小森林組合の中村武志様、開催市ご担当者ほか関係者にサポートをいただいた。ここに記して謝意を表したい。

『参考・引用文献』 1) 土に還す(コラム森の休憩室Ⅱ樹とともにその9), 二階堂太郎, 森林科学 61, p.36, 2011 / 2) 造園的視座からみたみどりの発生材の教育現場における活用(技術報告編), 清田秀雄・荻野淳司, 造園技術報告集(3), pp.84-87, 2005 / 3) 地域木材資源の活用研究: 木材チップの衝撃緩和力, 池際博行・辻 麻未・石橋幸四郎・湯川和幸他, 和歌山大学教育学部紀要, 自然科学 63, pp.1-6, 2013 / 4) 『改訂建設機械経費の積算』, 経済調査会積算研究会編, pp.1-473, 2006 / 5) 『機械化のマネジメント』, 全国林業改良普及協会, pp.1-239, 2001 / 6) 『平成26年版治山林道必携 積算・施工編』, (一社)日本治山治水協会, 日本林道協会, 2014 / 7) 「工作物の新築、改築又は除去に伴って生じた根株、伐採木及び末木枝条の取扱について」, 平成11年11月10日付け厚生省産業廃棄物対策室長から各都道府県・政令市産業廃棄物行政主管部長あて / 8) 「森林内における建設工事等に伴い生ずる根株、伐採木及び末木枝条の取扱いについて」, 平成11年11月16日付け林野庁主管課長から都道府県林務担当部長あて / 9) 平成25年度移動式廃棄物処理施設に係る基準設定調査検討業務報告書, (一財)日本環境衛生センター, 2014 / 10) 経済産業省, 生産動態統計 [http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08\\_seidou.html#menu6](http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08_seidou.html#menu6) / 11) 建設機械経費の積算に関する会計検査研究, 盛武建二, 建設マネジメント研究論文集, vol.8, 2000

# 森林情報士資格取得の動機と今後

菅原史緒

株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル



私は開発コンサルタントとして、JICA等の実施する途上国での森林再生・保全事業に従事しております。近年、地理情報を伴う森林情報の整備が進められており、すでに整備の進んでいる国々ではこれらを活用した事業が多く実施されております。このため、これらの整備や活用について指導や意見を求められる場合も多く、情報技術の専門家でなくとも、森林GISの操作や基本的な活用方法の習得は必須ともいえる状況になっています。

こうした状況から、かねてより本研修を受けたいと考えていたものの、受講経験のある先輩社員から、講習前の課題や、最終日の実技試験について聞かされ、本気で取り組まないと受講料が無駄になる、と及び腰になっていたり、業務の都合上日程が合わない等、参加の機会を逃してきました。しかし、出産を機に、GISの技術や知識を資格という形で取得し、今後のキャリアに生かしたいと考えたこと、産後休暇からの復帰直後であれば、5日間の全講習日程に参加可能であることなどから、「今しかない」と、思い切って参加を決めました。

実際の講習は、午前中に座学、午後には実技という形式で進みました。座学では、森林・林業及びGISにかかる基礎から応用まで幅広い内容を扱いましたが、きちんと整理され系統立てて解説され、スムーズに理解することができました。一緒に受講した方々の中には、GISについての知識はあるが、森林・林業はまったく専門外、あるいはその逆といった方もいらっしゃいましたが、講義の内容はどちらについても丁寧に説明がありました。また、講義のテキストは森林GIS1級養成研修と共に通じており、レベルに応じて扱わない項目もありましたが、空き時間などに、より発展的な内容についても覗き見ることができ、有用でした。

午後の実技では、GIS操作に必要な最低限の知識をテンポよくご指導いただきました。時として聞き逃し



▲途上国の政府職員と森林インベントリ調査を実施

たり、操作ミスなどで全体の流れについていけなくなってしまった場面もありましたが、講師だけでなく、多くのサポートのスタッフが教室におり、個々に合わせて丁寧に対応してくださいました。さらに、講師・サポートスタッフは日々業務で森林GISを利用している日林協の方々が務めていることもあり、教科書には書いていない「よくある失敗」「ArcGISソフトの操作のコツ」「使用するデータのわかりやすい整理方法」など実践的な内容についても説明してくださり、大変参考になりました。

受講後の現在は、まだ子どもが幼く海外出張は控えているため、残念ながら森林GISの技術や知識を海外の現場で直接活用する機会にはなかなか恵まれておりません。しかし、現在従事している業務でGISをどのように活用するか、意見を求められた際に自信を持って発言できる等、小さな変化を実感しております。今後も、既存のデータなどを活用して研鑽を重ね、将来海外の現場に復帰した時に備えたいと考えています。

最後になりましたが、5日間という決して短くない期間、毎日講義いただいた田中先生や日林協のスタッフの皆様にこの場を借りて、お礼申し上げます。ありがとうございました。  
(すがわら ふみを)

# 森林リモートセンシング 2級部門を受講して

高橋市衛

長浜市伊香森林組合



私は、滋賀県最北部の長浜市伊香森林組合に勤務しています。現在、森林組合では全国的に施業集約化に取り組んでおり、当組合も平成19年頃からメイン事業にしています。地区内の民有林は、26,305haで人工林率は36%程度です。所有規模が零細で、天然林内に人工林がモザイク状に散在しているような林分が多く、天然林の割合が多いところでは施業集約化による間伐等の実施が困難になっています。そのような森林では、集約化に伴う境界確認も実施できず放置林化し、荒廃が進むことが懸念されます。当組合はそのような森林を避け、比較的人工林のまとまった地区で施業集約化を進め利用間伐の実績を積み上げてきましたが、広葉樹の利用を含め天然林と人工林を一体的に整備できる様な施業集約化を行う必要に迫られています。

そのような森林で、蓄積などの情報を効率的に収集するにはやはりITを駆使する必要があると考え、まずは写真測量に興味を持ちその関係の講習を受けたりしていましたが、実際に仕事で使うまでには至りませんでした。そこで今回「森林情報士」の森林航測2級を受講しようと申し込みました。ところが、事務局の方から森林航測2級は応募人数の関係で平成28年度は開講予定がないので、リモートセンシング2級を受けないかとの連絡があり、変更して今回の受講となりました。

すでに、森林GIS2級と1級を取得済みで、楽しく受講させていただいた記憶しかなく、都合の悪いことは忘れており今回は2級だから楽勝と直前まで事前課題に手をつけずにいました。教科書を見てはじめて自分はリモセンのことを何も知らないではないかと気づき、難解な専門用語の数々に焦りました。それでもなんとか課題を仕上げ東京でのスクーリングに臨みました。

スクーリングでは、毎日講義と実習があり、実習の最後には毎回課題を仕上げて提出しました。実習しな



▲林分調査作業中

がら作った画像などを保存して課題の準備を進めておき、最後にまとめて仕上げるという流れでしたが、これがなかなか大変で、頭の回転が鈍り始めた私にはスムーズについていくことができませんでした。でも、追いつくまでサポートしていただけたので大丈夫でした。内容はほとんど基礎的なもののことですが、私には高度に感じられました。教師付き分類と教師無し分類の結果比較などが特に興味深く、自分でもきれいな画像が作されました。しかし、課題には画像についての説明や論述が必要で、これに苦労しました。「仕事には納期があるでしょう。だから時間内に仕上げないとね。」などと言われながらも毎日最後まで居残りしてしまい、先生方、スタッフの皆さん大変申し訳ありませんでした。

この原稿を依頼され、受講を振り返ってみたのですが、内容を見事に忘れていました。リモセン技術は今後も著しく進歩していくでしょう。実習で使用したENVI（リモートセンシング画像解析ソフト）が職場にないこともあり難しいのですが、継続して取り組んでいくことが重要だと思います。施業集約化を推進するため、この技術を使えるよう精進していきます。

（たかはし いちえい）

# BOOK 本の紹介

堀 繁 監修 由田幸雄 著

## 森林景観づくり —その考え方と実践—

発行所：株式会社 日本林業調査会

〒160-0004 新宿区四谷2丁目8番地 岡本ビル405

TEL 03-6457-8381 FAX 03-6457-8382

2017年2月発行 A4判 269頁

定価（本体3,500円+税）ISBN 978-4-88965-248-2

「国土の3分の2が森林だ」と、日本人は誇らしく言いますが、景観的には少し「ダサい」のが現実です。ドイツ、アメリカ、NZなど、世界各地の森林は「眺めたい」「歩きたい」「憩いたい」という魅力に溢れています。一方、日本では、四季折々の美しい森林景観ポテンシャルに恵まれているにもかかわらず、雑然とした遊歩道、落ち着

けない休憩ベンチ、<sup>やぶ</sup>藪に囲まれた展望所等、残念な状況です。既存の森林整備にいくら熟練しても、この状況は改善できず、既存の整備体系から一步踏み越えた柔軟な「森林景観づくり」が必要です。

そのためにすべきことを本書は具体的に提示し、読みやすさもさることながら、著者のライフワークとしてのこだわりを感じさせる

高い完成度に仕上がっています。

例えば、森林景観づくりで大切な「視点の選定」「視点場の整備」「見通しの確保」など、現場の森林技術者が見過ごしがちな景観づくりの肝を、本書は写真入りで丹念に解説しています。筆者が十数年かけて、日本各地の森林や緑地、庭園などに足繁く通い、定点観測してストックした豊富な時系列写真で解説されているため、説得力が他書の比ではありません。そこには著者の自信が感じられ、内容も学問の基礎に忠実なので、都市緑地から原生自然まで、あらゆる場面に応用が利きます。

本書は17章立てで、林学や造園学の大学講義、国や自治体の研修教材にも使い勝手が良いボリュームです。個人的には、映写教材

## ●緑の付せん紙●

### 2017ミス日本みどりの女神 日林協を表敬訪問

本年1月23日に開催された「第49回ミス日本コンテスト2017」において「2017ミス日本みどりの女神」に選ばれた野中葵さんが、去る2月22日に当会を表敬訪問されました。

「ミス日本みどりの女神」は、林野庁・国土緑化推進機構がミス

日本コンテスト事務局と連携して2015年から選出・任命を開始したもので、日本の木の文化、緑や木の重要性などをわかりやすく発信する役割を担い、全国の植樹祭・育樹祭など森林・林業関係行事への出演などを毎年行っています。

3代目「ミス日本みどりの女神」

となる野中さんは、福島県生まれ千葉県育ちの20歳。この2月には農林水産省「みどりの広報大使」にも任命されました。

これから1年間、森林・林業関連をはじめとした多くのイベントでの活躍が期待されています。

(文・写真：一 正和)



◀▶写真  
当日の訪問の  
様子など

# ■新刊図書紹介■



用に是非DVD化を望みます。これほど明快な実例写真に富んだ本は、今後まず出ないでしょう。

観光立国で地方創成を目指す日本において、森林技術者に景観づくりのセンスがないのは致命的です。本書を読んで理解し、共感し、ちょっと実践に移すだけで、日本の森林は見違えるほど魅力的になるでしょう。きゅうたいいげん旧態依然のちょっとダメな森林整備から脱却することが望されます。

(東海大学観光学部 教授／田中伸彦)



○森の日本文明史 著：安田喜憲 発行所：古今書院（Tel 03-3291-2757）発行：2017年3月 A5判 406頁 定価（本体 5,500円+税）ISBN 978-4-77228-117-7

○人と植物の文化史 編：国立歴史民俗博物館・青木隆浩 発行所：古今書院（Tel 03-3291-2757）発行：2017年3月 A5判 190頁 定価（本体 3,200円+税）ISBN 978-4-77227-143-1

○生物多様性概論—自然のしくみと社会のとりくみ— 著：宮下直・瀧本岳・鈴木牧・佐野光彦 発行所：朝倉書店（Tel 03-3260-7631）発行：2017年3月 A5判 192頁 定価（本体 2,800円+税）ISBN 978-4-254-17164-8

○カラー版 東京の森を歩く 著：福嶋司 発行所：講談社（ブックサービス Tel 0120-29-9625）発行：2017年3月 新書判 256頁 定価（本体 980円+税）ISBN 978-4-06288-420-4

○森林親和運動としての木育—ものづくりの復権と森林化社会の実現 著：田口浩継 発行所：九州大学出版会（Tel 092-833-9150）発行：2017年3月 A5判 288頁 定価（本体 5,200円+税）ISBN 978-4-7985-0202-1

○ミクロデータで見る林業の実像 2005・2010年農林業センサスの分析 編著：藤掛一郎・田村和也 発行所：日本林業調査会（Tel 03-6457-8381）発行：2017年3月 A5判 204頁 定価（本体 2,000円+税）ISBN 978-4-88965-249-9

○くらべてわかる木の葉っぱ 著：林将之 発行所：山と渓谷社（ブックサービス Tel 0120-29-9625）発行：2017年3月 B5判 160頁 定価（本体 1,850円+税）ISBN 978-4-63506-353-1

○土木技術者のための木材工学入門 編：木材工学委員会・木材利用マニュアル作成小委員会 発行所：土木学会（Tel 03-3355-3445）発行：2017年3月 A5判 217頁 定価（本体 3,000円+税）ISBN 978-4-8106-0919-6

○林業改良普及双書 No.184 主伐時代に備える—皆伐施業ガイドラインから再造林まで 編：全国林業改良普及協会／No.185 「定着する人材」育成手法の研究—林業大학교の地域型教育モデル 編：全国林業改良普及協会／No.186 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 著：椎野潤 発行所：全国林業改良普及協会（Tel 03-3583-8461）発行：2017年2月 新書判 209頁／152頁／184頁 定価（本体 1,100円+税）ISBN 978-4-88138-344-5／978-4-88138-345-2／978-4-88138-346-9

01

## 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）、森林情報士（各部門）は、5/1（月）～6/15（木）です。詳細は、当協会 Web サイトをご覧下さい。

02

## 協会のうごき

### ●人事異動【平成 29 年 3 月 24 日付け】

命 小笠原父島駐在	藤田夏子
<b>【平成 29 年 3 月 31 日付け】</b>	
退職 事業部事務主任、管理・普及部兼務	地行貴子
退職 指定調査室技師、事業部兼務	野依恭子
委嘱期間満了 管理・普及部事務員	細谷智子
委嘱期間満了 事業部主任研究員	嶋崎省
委嘱期間満了 事業部専門調査員	角田羊平
委嘱期間満了 事業部主任調査員	鈴木美憲
委嘱期間満了 事業部主任調査員	飯島哲夫
委嘱期間満了 事業部主任調査員	川村操
委嘱期間満了 森林認証室主任研究員	笹沼修
委嘱期間満了 東北事務所主任研究員	勝浦浩二
委嘱期間満了 長野事務所主任調査員	元島清人
<b>【平成 29 年 4 月 1 日付け】</b>	
採用 管理・普及部主任調査員（委嘱）、 森林情報士事務局兼務	吉田功
命 森林認証室上席技師	高橋純一
命 森林保全グループ長	宮下洋平
命 保全管理グループ長	丸山文彦
命 リーダー	平野晶彦
命 リーダー	富岡土郎
命 リーダー	村尾未奈
命 東北事務所専門技師、指定調査室兼務	塔筋太郎
命 長野事務所技師、指定調査室兼務	町田祐樹
命 森林認証室長（委嘱）	森川誠道
命 森林認証室主任研究員（委嘱）	柏木治美
命 森林認証室主任研究員（委嘱）	関厚
命 管理・普及部主任調査員（委嘱）、 森林情報士・林業技士事務局兼務	三宅芳博

### ◎ 3 月号訂正 p.26 「競技種目の特徴」本文 7 行目

学生発案による NASA ⇒ NASA 競技は、Woodsman Workshop の水野雅夫氏の発案です。訂正して、お詫び申し上げます。

## 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 たか 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。

## 編集後記

4 月です。衣替えの季節になって「太ったかな？」と思ったら、ヒトは「ダイエット」という方法でスリムになることができますが、樹木は一方的に太るだけ。痩せることはできません。

そういうた「太くなった木」=大径木を伐り出して、運搬して、製材して、活用する際のあれこれについて、それぞれの立場から皆様に解説いただきました。

## 森 林 技 術 第 901 号 平成 29 年 4 月 10 日 発行

編集発行人 福田 隆政 印刷所 株式会社 太平社

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

〒 102-0085 TEL 03 (3261) 5281 (代)

東京都千代田区六番町 7 FAX 03 (3261) 5393

三菱東京 UFJ 銀行 蔿町中央支店 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〕

# 土と水と緑の技術で社会に貢献します。



## コンサルティング

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

## 工事・施工管理

地すべり防止工事／斜面・法面工事

## 技術・開発

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

ISO 9001 登録



国土防災技術株式会社

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

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

## 平成 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が近づいてまいりましたので、ご案内致します。

「払込取扱票」を、会誌とは別便にて平成 29 年 5 月初めに、お送りさせて頂きますので、これにより会費納入方よろしくお願ひ致します。本票使用の場合、払込手数料が不要です。また、郵便局だけでなくコジビニもご利用になります。

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

### 会費の期間

平成 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 : [isao@jafta.or.jp](mailto:isao@jafta.or.jp)

※お問い合わせの際は、会員番号を明示願います。

# 森林クラウドポータルサイト

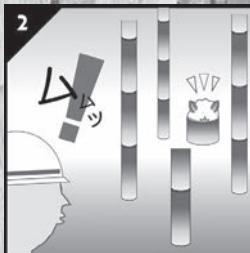


# 通信 4月号



- ▶ 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...

## ●『竹林の利用を促進しよう!』の巻



「活用事例レポート」  
4コマつきで更新中！

4月17日 「ICT つかえる人材 育てよう。」  
(59歳 林業) (仮)

3月17日 竹林の利用を  
促進しよう！

2月17日 再造林放棄地を  
無くすためには？

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

JAFEE

# 森林分野 CPD(技術者継続教育)

森林分野 CPD は森林技術者の継続教育を支援、評価・証明します

森林技術者であればどなたでも CPD 会員になります！！

☆専門分野（森林、林業、森林土木、森林

②通信教育を実施

環境、木材利用）に応じた学習形態

③建設系 CPD 協議会との連携

①市町村森林計画等の策定、②森林経営、③造林・  
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

☆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)

☆迅速な証明書の発行

☆詳しくは HP 及び下記にお問い合わせください

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

一般社団法人 森林・自然環境技術者教育会 (JAFEE)

☆豊富かつ質の高いCPDの提供

CPD 管理室 (TEL : 03-3261-5401)

①講演会、研修会等を全国的に展開

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

東京都千代田区六番町7 (日林協会館)

# SGEC森林認証日本森林技術協会システム

## 【日本森林技術協会システムによる認証】

日本森林技術協会は、緑の循環認証会議（SGEC）の認証機関としての認定を受け、「SGEC森林管理認証システム」「SGEC CoC認証システム」の審査業務を実施しており、森林認証機関の国際規格である ISO/IEC 17065の認定を平成27年10月27日に取得いたしました。

この規格の取得は、平成28年6月3日に実現したSGECとPEFCの相互承認と併せ、森林認証の国際的な展開とわが国の森林・林業の発展に寄与するものと期待されております。

### 認 証 審 査

申請から認証に至る手順は次のようにになっています。

<申請>→<申請のレビュー>→<契約>→<現地審査>→<報告書作成>→<評価結果のレビュー>→<森林認証判定委員会による判定>→<SGECへ報告>→<SGEC認証>→<認証書授与>

#### ● 現地審査

書類の確認、申請森林の管理状況の把握、利害関係者との面談等により審査を行います。

### 認 証 の 有 効 期 間

5年間です。更新審査を受けることにより認証の継続が行えます。

### 定 期 審 査

毎年1回の定期審査を受ける必要があります。

(1年間の事業の実施状況の把握と認証取得時に付された指摘事項の措置状況の確認を行います。)

### 認 証 の 種 類

「森林管理認証」と「CoC認証」の2つがあります。

#### 1. 森林管理認証

持続可能で環境を保全する森林経営を行っている森林を認証します。

##### ● 認証のタイプ

多様な所有・管理形態に柔軟に対応するため、次の認証タイプに区分して実施します。

①個別認証（一人の所有者の所有する森林を対象）

②グループ認証（一つの認証書で多数の森林所有者・管理者で構成される森林を対象）

##### ● 審査内容

SGECの定めるガイドラインの指標ごとに、指標の事項を満たしているかを評価します。満たしていない場合は、是正処置を求めることがあります。

#### 2. CoC認証

認証生産物に非認証生産物が混入しない加工・流通・建築等の業務を実践する事業体を認定します。

##### ● 審査内容

SGECの定めるガイドラインに基づき、入荷から出荷にいたる各工程における認証生産物の、

①保管・加工場所等の管理方法が適切か、②情報の伝達が適切か、を確認します。

### [審査費用の見積り]

「認証審査」に要する費用をお見積りいたします。

「森林管理認証審査」については、①森林の所在地（都道府県市町村名）、②対象となる森林面積、③まとまりの程度（およその団地数）、④関係する森林計画を、「CoC認証審査」については、①CoC対象事業体の所在地、②対象業種を、森林認証室までお知らせください。

### [申請書の入手方法]

「審査申請書」及び森林認証Q & A（手続解説）は、協会HP<<http://www.jafta.or.jp>>からダウンロードしていただくか、森林認証室にお申し出ください。

## ◆SGECの審査に関するお問合せ先◆

 一般社団法人 日本森林技術協会 森林認証室

〒102-0085 東京都千代田区六番町7 TEL 03-3261-5516 FAX 03-3261-6849 [E-mail : ninsho@jafta.or.jp]

# 環境計測、

この一手。

平成二十九年四月十日発行  
昭和二十六年九月四日第三種郵便物認可（毎月一回十日発行）

森林技術

第九〇一號

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



### 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>