



林業技術



〈論壇〉

ゲノム情報が森林および
林業にもたらすもの / 津村義彦

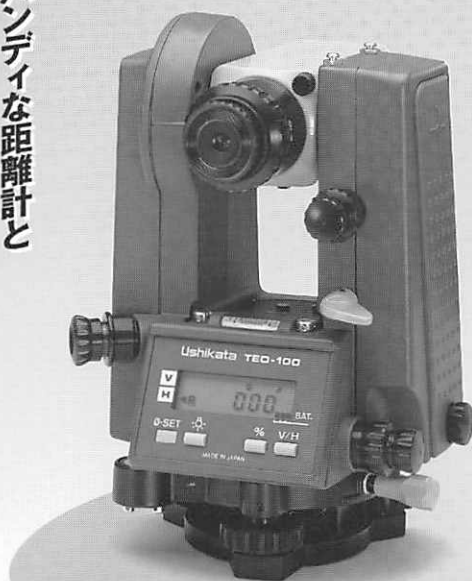
〈今月のテーマ〉 スギ材の乾燥 上

●第49回林業技術賞業績紹介/第14回学生林業技術研究論文コンテスト受賞論文の紹介

2003 7 No. 736

7

“**軽快測量**”
 ハンディな距離計と
 小型セオドライトのコンビで



1,800gの小型セオドライト 〈TEO-100〉 **テオ・100**

一般の経緯儀の大きさ・重量を約半分に軽減した1分読セオドライトです。
 山林、農地、建築土木測量に最適。

- 本体寸法：124(W)×130(D)×198(H)mm
- 本体重量：1.8kg
- 望遠鏡：倍率20倍、全長130mm
- 分 度：1分

+
ULD-300
反射式距離計

レーザ距離計と組合わせて
 トータルステーションに発展!!

上下それぞれ分離しても使えます

+
LaserAce 300
ノンプリ距離計



反射板式高精度 レーザトータルステーション

300mで±3mmの精度

LTS-300

- 距離測定：1m～300m以上
- 距離精度：±(3mm+3ppm×距離)
- 角度精度：1分(水平角、鉛直角)
- 計算機能：水平距離、高低差

NTS-300/LTS-300とも
 現場から《データ記録/転送》



- データ記録(距離、角度、現地メモ)
- 座標表示
- 測定データをPCへ転送してCSV、DXF、SIMA形式に変換
- 測定データを離れたPC等へ携帯電話で転送
- 特注ソフトの制作も承ります



プリズム反射板不要 ノンプリズムトータルステーション

300mで±10cmの精度

NTS-300

- 距離測定：～300m以上
- 距離精度：±10cm
- 角度精度：1分(水平角、鉛直角)
- 計算機能：水平距離、高低差

お持ちのテオ・100に、レーザ距離計の装着・調整も承ります。

林業技術 ● 目次 ● 7. 2003 No.736

RINGYO GIJUTSU



▲複合乾燥装置

● 論壇 ゲノム情報が森林および林業にもたらすもの

.....津 村 義 彦 2

● 今月のテーマ／スギ材の乾燥 上

スギの乾燥—概説.....	黒 田 尚 宏	8
スギ構造材の乾燥法—特に高温セット法という高温乾燥について	吉 田 孝 久	14

● 第 49 回林業技術賞業績紹介

エリンギの栽培に関する研究とその普及.....	澤 章 三	22
スギ材の高周波・蒸気複合乾燥法の開発と普及	小野広治・久保 健・寺西康浩・山本泰司	23
食用きのこ類の育種と栽培技術の開発およびその普及.....	増 野 和 彦	26

● 第 14 回学生林業技術研究論文コンテスト受賞論文の紹介

山地斜面における落葉リター滞留および分解に影響を与える倒木の特性	時 岡 あ き 子	28
熊本県におけるシカによる人工林剥皮害とその発生要因の解明	井 上 友 樹	29
果実の色が異なるウメモドキ 2 品種の鳥類による種子散布	辻 田 香 織	30
樹木病原菌ベッコウタケの厚膜胞子の特性.....	妻 田 か よ 子	31
都市住民による森林管理の実体と可能性	渡 辺 梨 沙	31
窒素、リン、カリウムが塩水灌漑下のユーカリ (<i>Eucalyptus gunnii</i>) の 成長に及ぼす影響について	中 川 友 希	32
黄土高原における土地荒廃の状況—その回復の対策と地域の人々の暮らし.....	小 川 結 希	33

● 会員の広場 間伐材を原料にした木炭粉の用途開発

—木炭粉活用による下水汚泥のエネルギー資源化

頼 信 文 夫 34

● 随筆 リレー連載 レッドリストの生き物たち

7 ノグチゲラ	小 高 信 彦	38
シアトル便り No.4 囚人労働	勝 久 彦次郎	40

● コラム

緑のキーワード （「持続可能な森林経営」と貿易自由化）	7	本の紹介	42
新刊図書紹介	7	林政拾遺抄	43
技術情報	21	八木久義の 5 時からセミナー 4	44
林業関係行事一覧	37	統計にみる日本の林業	44
グリーングリーンネット（千葉県支部）	42	こだま	45

● ご案内

明日のくらしと環境・木材フェア —木材新技術・新製品展示会—開催.....	13
Air Photo Lab（エール・フォト・ラブ）の活動紹介	37
『森林航測』誌終刊のお知らせ、ならびに関係記事の『林業技術』誌への継承について	46
日本林学会支部大会（日林協支部連合会併催）のお知らせ／協会のうごき.....	46

〈表紙写真〉 園児たちとお母さん 第 50 回森林・林業写真コンクール 一般題材の部 3 席 安藤光男
（秋田県北秋田郡比内町在住）撮影 秋田県大館市桂城公園にて。オリンパスizm 220, 56
ミリ、ズーム。「夏を迎えた公園のヤナギの巨木を囲む木製ベンチで、木陰を求めて涼風を
受ける年少組の園児とお母さん。屋外での微笑ましいひととき（撮影者）」

ゲノム情報が森林および林業にもたらすもの

つむら よし ひこ
津村 義彦

独立行政法人森林総合研究所
森林遺伝研究領域ゲノム解析研究室長

1959年福岡県生まれ。1988年筑波大学大学院農学研究科博士課程修了。筑波大学農林学系助手として2年間在職後、森林総合研究所へ。2001年から現職。2003年から筑波大学連携大学院教授。専門は森林遺伝学。最近はゲノム情報を活用した植物の保全研究を主に手掛けている。趣味は修行と称した登山、フィールド調査でへばらないためのジョギング、研究。



●はじめに

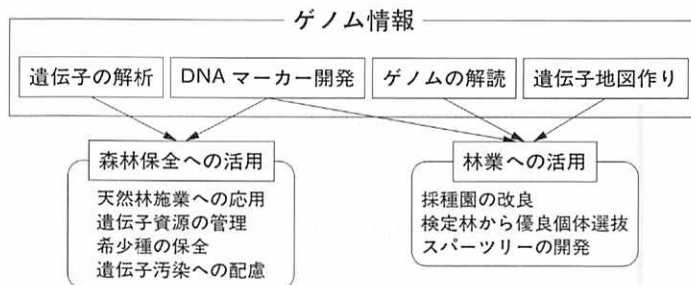
最近の報道でゲノムという言葉をよく耳にされることが多いと思いますが、実態は生物が生存するために必要な染色体の最小のセットのことを言います。ゲノムはDNAからできており、ヒトがヒトたる遺伝情報が書き込まれています。同様に樹木にもゲノムが存在し、ブナがブナになるための遺伝情報があるわけです。このゲノム研究も、ヒト、イネなどではそのすべてのゲノムの解読が終了し、ヒトでは個人ごとに微妙に異なるゲノム情報を利用してのテーラーメイド医療が現実のものとなろうとしています。またイネでもこれまでの従来育種ではできなかった新品種の作出が行われようとしています。この動きは森林植物にも波及し、ポプラではイネと同様に全ゲノムの塩基配列の解読がアメリカを中心に進んでいます。しかし、実際にこれらの情報がどのように森林の保全および林業に利用されるのかよく見えてこない部分を整理してみようと思います。以下に樹木で進んでいるゲノム研究および応用研究について述べ、それらがどのように利用されると森林および林業に有効かを述べたいと思います(図①)。

●樹木のゲノム研究

ー全ゲノムを解読するー

ポプラではアメリカのエネルギー省が中心となり全ゲノムの塩基配列の解読が行われています。これはポプラが短伐期で収穫が可能でパルプ材として重要であるためです。また生物学的にはゲノムサイズが小さく(550 Mb)、シロイヌナズナのわずか4倍でイネよりもわずかに大きい程度であるため、巨大ゲノムサイズである針葉樹などと比較すると容易な

図① ゲノム情報の森林・林業への活用▶



めです。また遺伝子組換えも比較的簡単なことも理由に挙げられます。ポプラを樹木のモデル植物として捉え、材形成、長期環境適応性、永年性など樹木特有の生物現象をゲノム情報を活用することによって明らかにしようとする

ものです。そのため林木のゲノム研究はポプラの情報で一層加速することが予想されます。

ー遺伝子の地図を作るー

一方、針葉樹ではゲノムサイズがシロイヌナズナの100倍以上であるため、全ゲノムの解読は画期的な手法が開発されない限り行われることはないでしょう。そのため発現している遺伝子の塩基配列を読み取る作業とこれらを使った遺伝子の地図作りが主に行われています。遺伝子地図では、直接有用な遺伝子の単離が難しい場合に、ゲノムのどの辺りにこの遺伝子があるのかを地図から読み取ります。その後、連鎖しているDNAマーカーを用いてこの遺伝子を持つ個体を選抜することができます。アメリカではテーダマツで精力的に遺伝子の情報が取得され、遺伝子の地図が作られ、材質などの形質(量的形質遺伝子座)についても遺伝子地図上に位置づけられ複数の効果の異なる遺伝子によって支配されていることがわかっています。

わが国では森林総合研究所が中心となってスギで同様の研究を行ってきました。スギでも遺伝子の地図が完成し、また簡便で情報量の多いDNAマーカーが多数開発されています¹⁾。これらを活用した新たな品種作り(分子育種)もすぐにできる状況にあります。

ーDNAマーカーを開発するー

このほか、多くの樹種で情報量の多いDNAマーカーが開発され、主に生態研究に利用されています。これはマイクロサテライトマーカーと呼ばれる単純な塩基の繰り返しからなるものです²⁾。ヒトの親子判定および犯罪捜査などに用いられているDNAマーカーで、個体の識別に最も適したマーカーだと言われています。

●森林の保全への活用

ー種の系統進化的関係ー

わが国で最も有用な針葉樹であるスギとヒノキは系統進化的には近縁な種でしょうか？この関係を調べるために葉緑体DNAのいくつかの遺伝子の塩基配列を解読して調べたところ、スギ科とヒノキ科は科を分けるほどは離れていないことが明らかになっています³⁾。スギに最も近いのは中国にあるスイショウとアメリカとメキシコにあるヌマスギで、その次に近いのがヒノキ科の種となります。スギ科にはセコイア、メタセコイア、コウヨウザン、タイワンスギ、タスマニアスギなどがありますが、ヒノキ科のほうがよりスギに近いことがわかっています。その場合、分類学的には命名が古いものに優先権がありますから、スギ科はなくなりヒノキ科に統一されることになります。このように必要があればゲノム情報を用いることにより、これまでに形態で行われてきた分類の再編成が行えます。このように生物種としての基礎的な理解があって、ゲノム情報を森林および林業へ活用が行いやすくなります。

ー森林の更新実態の理解と持続的森林経営ー

森林でどのような更新が行われているかはこれまでに多くの生態学者によって研究されてきました。これまでの研究では母親としての繁殖における貢献度は評価できても父親の貢献度の評価はできないのが現状でした。しかし、花粉の拡散範囲および動物による種子

の散布範囲はDNA マーカーを用いることにより正確に把握できるようになってきました。これまでの研究ではハウノキで500 m以上の距離から花粉が運ばれてきた例などが報告されています²⁾。虫媒性の植物でも花粉媒介者の種類によって遠距離から花粉が運ばれていることが他の樹種でも明らかになっています。また東南アジアの熱帯林で行われている択伐施業では、遺伝的な多様性などは考慮されることなく行われているのが実態です。しかし、樹種によって最低限必要な個体密度は異なるはずで、私たちがフタバガキ科のセラヤという樹種の天然林と択伐林を対象にマイクロサテライトマーカーを用いて調査したところ、個体密度の高い天然林では近隣から花粉が来ており高い他殖率を維持していましたが、個体密度の減った択伐林では自殖が50%程度まで増えていました⁴⁾。これは近隣に交配相手がなくなったために自殖によって種子を生産せざるをえなかったためだと考えられます。本来、他殖（他の個体からの花粉で受精）を好む樹木では、自殖により生産される種子では近交弱勢（遺伝的に近い個体間での受精は有害な遺伝子を発現させるため弱体化する）が強く現れ、健全な森林の更新は望めないと考えられます。このようにどの範囲からどれくらいの花粉が運ばれて来るかがわかると、ある植物集団の遺伝的多様性を保全するためにはどれくらいの個体密度を維持したらよいかがわかることになります。

－森林の保全と遺伝子源としての管理－

遺伝子の情報を有効に活用すると現存する保護林の遺伝的な多様性および複数の保護林間の遺伝的な違いが実測できます。例えば現在、世界遺産に指定されている白神山地のブナ林は他の地域のブナ林と遺伝的に違うのでしょうか？ 答えは、白神山地のブナ林は特徴的な遺伝的変異はあまりないというのが実態です⁵⁾。むしろ西日本に残存するブナ林が特徴的な遺伝的変異を保有しています。また遺伝的な多様性も西日本のブナ林のほうが高いのです。これは日本列島での最終氷期からブナ林の歴史の変遷を考えると納得のいく結果です。しかしこの結果は白神山地のブナ林の重要性を否定するものではありません。もう一つの世界遺産である屋久島のスギはどうでしょう。これは他の天然スギの森林と比較した場合、多様性が高く特徴的で遺伝的な変異を保有しています。これは最終氷期ごろに屋久島がスギの逃避地になっていたのと、現在でも大面積のスギ天然林が残っているためだと考えられます。このようにゲノム情報を調べることで森林の遺伝的な多様性の程度を実測でき、どの森林が遺伝的に多様かを知ることができ、また森林の歴史的な変遷までも理解することができます⁶⁾。

－希少種の保全－

人間活動が活発になるにつれ、特定の動植物を絶滅へと追いやっています。そのため、保護するのも人の努めとして、さまざまな研究および保護活動が行われています。希少種に指定されるのは、当然のごとく個体数が著しく減少した生物種です。個体数が減少することにより、遺伝的な多様性もまた減少します。そのため、希少種の保全のためには、残っている集団の遺伝的多様性が重要になってきます。これは遺伝的な多様性が減少し近親交配の機会が増えると近交弱勢が強く発現し、健全な種子生産および更新が難しくなるからです。個体がある程度残っていても将来も存続できるかは、その中身である遺伝的多様性が重要な要因になってきます。

また希少種が園芸用に利用されている種であれば盗掘も頻繁に起こります。この場合、残っている個体の遺伝子情報を解析しておく、どこで盗掘されたかもわかりますし、盗掘に対する抑止力としても活用できるかもしれません。

－遺伝子汚染を考慮した広葉樹造林および緑化－

最近、広葉樹造林がもてはやされていますが、その造林用の苗はどこから来るのでしょうか

か？ また林道法面および災害地の緑化に使われている植物種子はどのように供給されているのでしょうか？ 郷土種を使っているとか、在来種を使っているのでは問題はないと言われる方もいます。しかし日本海側にあるブナ林から採取した種子で育成した苗を太平洋側に植栽してもよいのでしょうか。遺伝的にはこれらは有意に分化していますから使うべきではありません。緑化工学会は緑化に当たって「生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言」を行っています (<http://www.soc.nii.ac.jp/jsrt/>)。このような意識は徐々に高まりつつありますが、種子および苗木の供給体制が追いついていないのも現状です。同じ種でも地域によって保有している遺伝的変異は異なります。まして生育環境の異なる所に生育している個体は、それまでに永い期間の淘汰を経験してそれぞれの環境に適応してきているはずです。また単純に距離が近いから大丈夫というわけでもありません。

森林総合研究所では三宅島の災害地緑化のために遺伝子汚染の少ない種子源を特定する調査を行っています。早生種3種で三宅島に最も遺伝的に近い島を調査したところ、3種で結論が異なりました。ハチジョウイタドリは三宅島固有の変異を持っていたため他島からの導入は極力避けるべきで、ハチジョウススキは御蔵島が最も遺伝的に近く、オオバヤシャブシでは神津島が最も近い結果でした。これは東京都が行う事業で遺伝的変異性を考慮したわが国で最初の緑化事業となるでしょう。このように種によってその生態的な特徴および歴史的経緯が異なるため、一概に採種地が近いということで大丈夫ということにはなりません。そのためにはまず、対象種での分布域全体での遺伝的変異性と遺伝的分化の調査を行うべきです。その後、広葉樹造林または緑化を行う場合に、その対象地周辺の集団と種子源の遺伝的な類似性を調査してから行ったほうがよいでしょう。基礎的なデータを蓄積するだけでは問題はなくなりません。行政の積極的な支援と法整備がそろって遺伝的変異性を考慮した生物多様性の保全が可能になるのです。

●林業への活用

ー採種園の改良ー

スギ花粉症の時期になると、全くスギ林が存在しない東京都心でも多くのスギ花粉が観察されます。このようにスギの花粉飛散範囲はかなり広いことが知られています。一方、わが国の森林を造成するための実生の多くは採種園で生産されています。採種園では精英樹クローンの任意交配を期待して優良な実生を生産するのが目的です。しかし、スギ花粉の飛散範囲が大きいことを考えると採種園にもかなりの外部花粉が降り注いでいる可能性があります。またすべてのクローンが父親として均等な貢献をしているとも思えません。これらを調べるためにもマイクロサテライトマーカーが力を発揮します。

新潟大学と共同で5カ所の採種園で生産された種子を調べたところ、興味深いことがわかりました。外部からの花粉流入は35～68%とどこも高く、これらは周辺のスギ林面積と相関がありました。すなわち周囲にスギ林が多いと外部の花粉の流入も多くなりますが、周囲10km四方にスギ林がほとんどなくても30%ほどの花粉は外部から来ていますから、これをなくすためにはスギ林のない外国で種子を生産するか、ハウス採種園しかないことになります。また自殖率は構成クローン数が少ないほど上がる傾向にあることがわかりましたから、採種園の構成クローン数をなるべく多くするほうがよいでしょう。生産された種子にすべてのクローンが父親として均等に貢献しているかという問題の答えは“いいえ”で、わずか3～6クローンが父親として生産種子の全体の6～7割の種子に貢献している結果でした。このような著しい偏りはクローンの花粉生産量および開花時期の違いによって生じているものと考えられますので、なるべく花粉生産量の同じクローンで構成された

採種園を作るべきでしょう。スギ採種園の調査を通じて、他の問題点も浮かび上がってきました。それは名前が同じ精英樹クローンが実は異なるクローンであることがしばしば見受けられました。採種園の造成、枯れた個体の補植、クローンの転換など人間の行うことです。ですから、ある程度の間違いは常に起こることが予想されます。材料の管理を適切に行わないと本来の目的に合わないものが作られてきます。これにも DNA を調べることによって厳密な管理が行えることになります。

－優良品種の選抜－

林業経営者にとって将来的には成長が早く通直冠満で材質も良いスパーツリーができれば申し分ないことでしょう。ゲノム情報を使えば、これも夢ではなくなります。イネでも遺伝子地図を利用して、有用な遺伝子を集積させ新品種の作出が試みられています。樹木ではまだ例がありませんが、アメリカのノースカロライナ大学およびアメリカ農務省の森林遺伝研究所では有用な材質を持つテダマツを選抜しようと大規模な研究が行われています。しかし樹木で問題なのは永年性であるため形質の検定までに時間を要することです。また遺伝解析用の材料を作るのに、イネならば1年間に3世代までを作ることができますが、スギなどの針葉樹ですと3世代目まで最低でも5年はかかります。しかし、いったん材料がそろえば、イネと同様に解析が進むことになります。問題は材料作りですから、次世代の優良な個体選抜のために、今から入念に計画を立てて材料を準備しておく必要があります。例えば、西日本地域で長年使われている在来品種間で交配し、その子どもたちまたは孫たちの中から両親の良い形質だけを受け継いだ個体の選抜も、スギのゲノム情報を使えば可能です。また現在問題になっているスギ花粉症についても、新潟大学が中心に行っている雄性不稔個体(花粉をつけないスギ)を DNA マーカーで選抜できれば、より効率的な花粉をつけないスギ苗木の生産も可能になります。

●おわりに

DNA を調べる技術の進展には目を見張るものがあります。画期的な技術が開発されれば、さらに安価に使いやすくなる技術です。森林・林業研究で積み重ねられた知識に DNA から得られる情報を補うことにより、正確な理解ができる場合が多くあります。どのような研究でも材料および視点が重要なのは周知のことです。DNA を見て森を見ずでは困りますので、ゲノム情報はこれらを正確に分析する一つの道具として活用されることを期待します。

〔完〕

《参考文献》

- 1) 津村義彦, 針葉樹のゲノムマッピングとその活用-スギ-, 植物のゲノム研究プロトコル, p. 228-233, 秀潤社, 2000 年
- 2) 種生物学会編, 森の分子生態学-遺伝子が語る森林のすがた-, 文一総合出版, 2001 年
- 3) Kusumi, J. et al. Phylogenetic relationships in Taxodiaceae and Cupressaceae based on *matK*, *chlL*, *trnL-trnF* IGS region and *trnL* intron sequences. American Journal of Botany 87: 1480-1488, 2000
- 4) Obayashi, K. et al. Genetic diversity and outcrossing rate between undisturbed and selectively logged forests of *Shorea curtisii* (Dipterocarpaceae) using microsatellite DNA analysis. International Journal of Plant Science 163: 151-158, 2002
- 5) Tomaru, N. et al. Intraspecific variation and phylogeographic patterns of *Fagus crenata* (Fagaceae) mitochondrial DNA. American Journal of Botany 85: 629-636, 1998
- 6) 津村義彦, 集団遺伝学知見から考えられるわが国の針葉樹の分布変遷. 植生史研究 10: 3-16, 2001
- 7) 津村義彦・岩田洋佳, 遺伝的変異性を考慮した緑化とは. 日本緑化工学会誌 28: 470-475, 2003

去る4月公表された平成14年度の森林・林業白書では、メインテーマに「世界の森林の動向とわが国の森林整備の方向」を取り上げ、世界の森林および木材を巡る動向を見るとともに、開発途上国における森林の減少・劣化、燃料を含めた木材消費量の増大等、「持続可能な森林経営」の実現に向けてのグローバルな課題を提示している。一方、わが国の森林・林業についても、再生産が不可能なレベルまでに低下した木材価格の影響等により、森林面積の4割を占める人工林の手入れが行き届かないなど、「持続可能な森林経営」を脅かされている課題を提示している。

このように、「持続可能な森林経営」を目指す課題は、国あるいは地域によってさまざまであり、その対処方法も幅広く、ときによっては国間や地域間の利害が相反することもある。折から、世界貿易機構(WTO)における次期多角的貿易自由化(新ラウンド)交渉が本年(2003年)9月のメキシコ国カンクン閣僚会議を目途として進められており、わが国は、林産品については非農産品市場アクセス交渉の中で「持続可能な開発」を掲げ交渉している。

WTO交渉におけるわが国最大の懸案は、「米」を頂点とする農産品の扱いであり、この推移によっては、^{とよあしほらみずほ}豊葦原瑞穂の国といわれる国土の景観はもとより、森林・林業の成立基盤である農林家や農山村に深刻な影響が及ぶことが推察される。

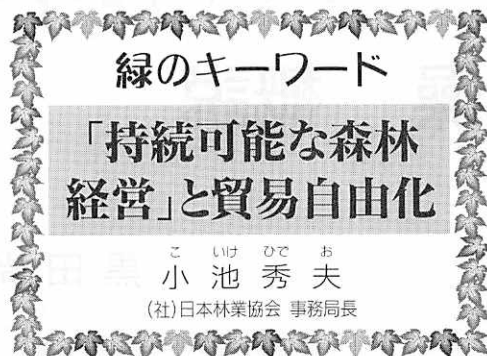
一方、林産品については、すでに丸太は無税、一

部の針葉樹製材品および合板等新建材に^{ひとけ}一桁台の関税が残るのみとなっており、このことが自由な外材輸入をもたらし、今日、国産材のシェアが2割を下回る事態を招いた大きな要因の一つとなったことは、周知のとおりである。

貿易立国を唱えるわが国としては、グローバル

な貿易の自由化は国民の総意といってもよいが、国土を形成し地域の歴史を背負っている農業や林業が他産業と同様に扱われることに無理があると考えても、あながち農林関係者のわがままとはいえない。

わが国において、「持続可能な森林経営」を実現するためには、農林業や山村の役割を多くの人々に理解してもらうとともに、森林整備への協力、国産材の使用などに対する支援が必要である。



- 目指せ環境大国への道—新たな森林・緑空間の創出のもとに 監修：小澤普照 編者：ゴルファーの緑化促進協力会 発行所：博友社 (☎ 03-3268-8271) 発行：2003.3 A5判 227p 本体価格2,500円
- 生態系と地球環境のしくみ 著者：大石正道 発行所：日本実業出版社 (☎ 03-3814-5161) 発行：2003.4 A5判 190p 本体価格1,500円
- 2020年 日本の森林、木材、山村はこうなる—森林化社会がくらし・経済を変える 編著者：森林化社会の未来像編集委員会 発行所：全国林業改良普及協会 (☎ 03-3583-8461) 発行：2003.4 四六判 272p 本体価格1,800円
- 平成14年度 森林・林業白書(森林及び林業の動向に関する年次報告) 編者：林野庁 発行所：日本林業協会 (☎ 03-3586-8430) 発行：2003.4 A4判 336p 本体価格2,000円
- バイオマスニッポン 編著者：小宮山 宏・迫田章義・松村幸彦 発行所：日刊工業新聞社 (☎ 03-3222-7081) 発行：2003.4 四六判 252p 本体価格1,500円
- エコ・エコノミー時代の地球を語る 編著者：レスター・ブラウン 監訳者：福岡克也 訳者：北濃秋子 発行所：社家の光協会 (☎ 03-5261-2301) 発行：2003.4 A4判 337p 本体価格2,500円
- 木とつきあう智恵 編著者：エルヴィン・トーマ 訳者：宮下智恵子 発行所：樹地湧社 (☎ 03-3258-1251) 発行：2003.5 四六判 264p 本体価格2,500円
- 生態学事典 編集：巖佐 庸・松本忠夫・菊沢喜八郎・日本生態学会 発行所：共立出版 (☎ 03-3947-2511) 発行：2003.6 A5判 ソフト上製 708p 本体価格13,000円

今月のテーマ

今求められる林業技術、その大事な分野の一つとして「乾燥」、特にスギ材の乾燥を取り上げます。本号では「乾燥の概説」と「高温乾燥」の2題を、次号では「乾燥と規格」、「乾燥の実際」の2題を、誌面の都合により上下2回に分けてお届けします。

ちなみに乾燥の「蒸気」と聞いて「機関車」と即答できる方でしたら、廃熱を利用して給水をおよそ90℃に高める「給水温め器」(有名なD51では煙突前部に置かれている筒状のもの)や、燃料をペレットや粒状木炭にするなら、蒸気ノズルで散布方向を調節する「自動給炭機」の機構が応用できそうだと「思い」が巡るのでは……。

スギ材の乾燥 上

■ スギの乾燥 — 概説

黒田 尚宏*

*くろだ なおひろ/(独)森林総合研究所 加工技術研究領域 木材乾燥研究室長
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地
☎029-873-3211(内線579), Fax.029-874-3720
E-mail: naokun@ffpri.affrc.go.jp



はじめに

工場における建築部材のプレカット化、パネル工法等による建築施工期間の短縮・合理化、断熱性・気密性や耐震性の向上による住宅の高性能化といった住宅建築を巡る情勢を背景として、国産針葉樹製材の人工乾燥の必要性和乾燥材供給体制の重要性が叫ばれ始めて久しくなります。一方で、人工乾燥製材の生産量は、この10年間に増加は認められるものの必ずしも多くない状況が続いてきました。平成13年においても、全製材品に占める人工乾燥材の割合は13%ほどです¹⁾。これは、乾燥材需要に対して当初の供給能力が量・質ともに不足していた状況に端を発しており、結果として構造用の国産製材が輸入材や集成材等に代替されているのが現状です。この状況の一因に、主要造林木のスギは、含有水分量が多いので乾燥に時間がかかり、その分コストが高くなりますが、一方で、乾燥材の販売価格には乾燥経費が反映されないことが多く、製材業への乾燥施設導入と乾燥材の生産意欲が助長されないことがありました²⁾。

現在、強くて住み心地がよく、不具合のない木造住宅が一層求められ、施工性や性能重視の住宅建築に対する行政や企業の取り組みは強化されています。「住宅の品質確保の促進に関する法律」の施行(平成12年)によって、「住宅に不具合を生じさせない材料としての製材品」に向けられる住宅メーカー・工務店の目は、さらに厳しさを増しています。国産針葉樹製材が他材料との厳しい競争に打ち勝ち、住宅建築における主要な国産材需要を確保するため、少なくとも乾燥処理による品質確保が求められているところです。そこで、ここではあらためて乾燥の必要性を説き、スギ乾燥の問題点と今後の展望について論じます。

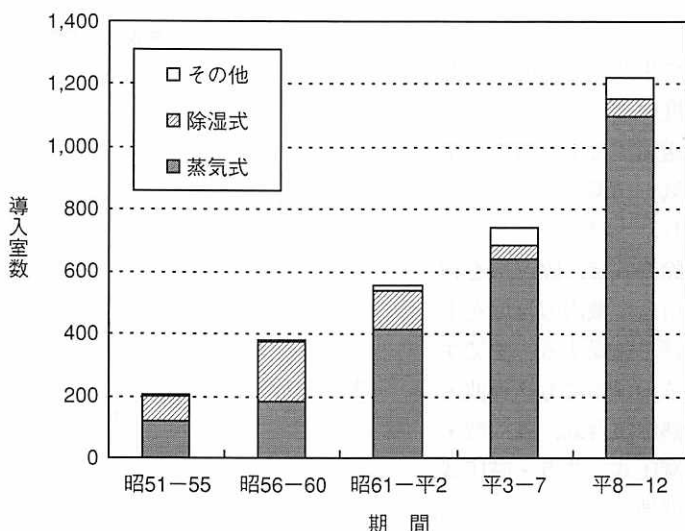
木材は収縮し変形する

木材が乾燥によって縮まなければ乾燥の是非はさほど問題にならないでしょう。しかし、木材はもともと多量の水分を含み、しかも乾燥によって収縮し変形するから厄介なのです。生材を大気にさらすと、材内湿度が外気と同等になるまで材内水分量は減少して、ある一定の値(平衡含水率)

になります。わが国における屋外での平衡含水率は、乾量基準（水分重量／水分を含まない木材重量×100として計算）で約15％ほどです。木造住宅に使われている木材では、地域や住環境による違いはありますが、平衡含水率はおおよそ10％弱～20％強になります。したがって、日本農林規格(JAS)における針葉樹構造用製材（乾燥材）の含水率基準は、表面仕上げ材について20％以下(SD 20)もしくは15％以下(SD 15)とされているところです。含水率が繊維飽和点と呼ばれる値（約30％）以下になって初めて木材は収縮

しますので、JASの含水率基準に見合う乾燥材は、10～15％程度の含水率低下に応じて大きな収縮を経験することになります。使用前にこの寸法変化を一度経験したかどうか利用上大切です。例えば、乾燥を施さないまま木造住宅の柱や梁材として使用した場合、木造住宅には不具合の発生しやすいことが知られています。柱、梁、土台、鴨居、敷居などの部材の割れや曲がり、壁、襖、障子、鴨居、敷居と柱の間や回り縁と床材の間などに生じる隙間、床鳴りや傾斜、内装塗り壁や壁タイルの亀裂、壁クロスのよれ・はがれ・亀裂などなど、さまざまなものです。住宅の上棟時から10年後の柱材断面寸法を調べると、105 mm 角の柱材寸法が5 mm 以上の減少を示す場合も報告されています³⁾。このような住宅の不具合や部材の寸法変化が、施主と工務店との間のトラブルにつながることもあります。

本質的に「乾燥による収縮」が避けられない以上、乾燥処理を施すことによって前もって収縮・変形を生じさせ、使用時の寸法変化をできるだけ少なくすることが不可欠です。乾かすと木材は強くなり、構造用材料としての木材のよさはあくまでも「軽くて強い」が信条です。なお、乾燥処理によって含水率を15％に調整したとしても、その後の吸放湿によっては含水率が増減し、それに相応して寸法も変化します。この使用環境下では、



▲図① 針葉樹製材工場への乾燥施設新規導入の動向

製材も集成材も同様に寸法変化を生じます。スギ柱材の場合、心持ち材である分、寸法変化は小さくてすみ、スギ乾燥材の利点となります。

乾燥の方法－天然乾燥と人工乾燥－

天然乾燥は屋外に木材を棧積みし、太陽熱、風など自然のエネルギーを利用して乾燥する方法で、古くから行われています。天然乾燥には長い日数がかかり、到達できる含水率にも限度があります。また、季節、地域などによっても乾燥にかかる日数が大幅に異なるため、よほど土地に余裕がないと生産管理が難しくなります。また、乾燥条件(温度、湿度、風量)の制御ができませんので、割れなどの欠点発生を制御することができません。したがって、乾燥目的によっては天然乾燥がそぐわないこともあり、施設機械によって乾燥時間や仕上がり方を制御する方法(人工乾燥)を用います。図①は、針葉樹製材工場への新規乾燥施設の導入数を昭和51年から5年ごとに集計し、その動向を示したものです⁴⁾。すなわち、針葉樹材乾燥では、蒸気加熱式と除湿式を中心に導入が進んできています。特に、蒸気加熱式は、規模、目的、乾燥条件等の汎用性に優れており、最近(平成8～12年)では全体の9割を占めるに至っています。

蒸気加熱式では、ボイラーからの蒸気を乾燥機内の熱交換器に送って空気を加熱し、必要に応じ

▼表① 乾燥性に影響する因子（材質指標）

乾燥性の尺度	乾燥条件		組織構造的因子	性質 (特性)	材質指標
	外周条件	木材条件			
乾燥速さ (乾燥時間)	温度 湿度 風 圧力	含水率 密度 材寸法	密度 辺心材率 木目 年輪幅 細胞壁厚さ	水分拡散性 気体透過性	含水率 密度 (拡散係数) (透過係数)
割れやすさ	温度 湿度 風	含水率 密度 材寸法 木取り	年輪幅 年輪構造 繊維長 細胞壁厚さ ミクロフィブリル傾角	収縮 強さ 応力緩和	密度 年輪構造 ヤング率 収縮率
変形しやすさ	温度 棧積み	密度 木取り	年輪構造 繊維傾斜 目切れ 偏心	収縮	収縮率 繊維傾斜角 偏心率

て生蒸気を噴射して湿度の調整を行い、また、送風機により機内の空気を循環することにより、木材を乾燥します。除湿式は、除湿機を利用して機内の湿度を下げて乾燥する方法です。そのほかにも高周波・熱風複合式、高周波・減圧式、蒸煮・減圧式、過熱蒸気式、太陽熱式、液相式、燻煙式等のさまざまな乾燥方法があります。乾燥方法には

それぞれに特色があり、乾燥材生産目的に合った方法を選択することが必要です⁵⁾。一般的に要求される乾燥材品質は、材種や使用目的などによって異なることが当然ですので、すべての乾燥材が同様の方法による同様の品質である必要はないように思います。生産する側から見ても、生産規模や材種、原木、立地、コストなどの生産条件によって、生産方法と製品の品質は異なっても当然です。むしろ、製品が競合する中で、品質とコストが担保できれば他工場、他地域との差別化を求めることも必要かもしれません。なお、林野庁木材課によると、平成12年度に生産された3,914千m³のスギ製材品のうち、天然乾燥材の比率は約6.4%、人工乾燥材の比率は11.6%でした。

スギ材の乾燥性に何が影響するか

一般的に木材の乾燥過程では、樹幹の断面方向（樹幹方向、幹の円周方向、半径方向）によって、また、材の表面と内部とでは収縮の経緯が異なるために、部分的に乾燥応力と呼ばれる力が生じます。その結果、材内部位によって圧縮されたり引っ張られたりしながら収縮することになります。この際、年輪の方向（繊維に直角方向）に生じる引っ張り力が割れの原因になります。スギ等の針葉樹材は、広葉樹材に比べて柔らかいので、厳し

い条件で乾燥しても割れにくいとされています。表面に現れる材面割れは、天然乾燥を施した場合に特に大きな割れが生じやすく、乾燥温度が高いほど木材の軟化によって引っ張り力が緩和され割れにくくなります。一方、高温で乾燥する場合には、材内部に割れが生じやすくなります。他方、材内には立木時の成長によって生じたひずみが残っており、このひずみは高温の熱を与えたときに動きやすくなります。したがって、処理温度によっては収縮の経過が異なり、処理後の寸法安定性も変化します。このような熱の働きを利用して、割れを制御するなど材の性質を制御することも乾燥のポイントです。

温湿度等の乾燥条件の制御によってどんな材でもうまく乾燥できるかという点、そうではありません。材の狂いやねじれは、木取り方や繊維傾斜などによる収縮の乱れが原因ですので、適当な乾燥条件や棧積みの工夫によってある程度軽減できるものの、完全に防止することはできません。このような場合には、乾燥性を見極め、乾燥性の区分によって木取り（製材の方法）を変えるか、乾燥条件を変えることが必要になります。ここで、乾燥性とは、乾燥の速さと欠点の生じにくさとを併せて意味します。表①に、針葉樹材の乾燥性に影響する乾燥条件および組織構造的因子と、乾燥

▼表② 心持ち材の製材・乾燥処理を想定した丸太の選別指標

対 象	選別指標	評価の尺度	選別の方法
材の性質	重量	乾燥時間	重量測定
	生材含水率	乾燥時間	(電気、振動測定)注1)
	容積密度数	乾燥時間、割れ	
	ヤング率	乾燥時間、割れ、強さ	重量・振動測定
形質 (外見)	丸太径	乾燥時間	機械計測、画像処理
	心材色	乾燥時間	目視
	辺心材率	乾燥時間	〃
	曲がり(通直性)	変形(反り・ねじれ)	目視、機械計測
	繊維傾斜	変形(反り・ねじれ)	〃
	偏心率	変形(反り・ねじれ)	目視、画像処理
	年輪幅	乾燥時間、割れ	〃

注1) 開発中

性にかかわる材質の指標を示しました。基本的に大切な材質指標となるのが密度(収縮の観点から)と含水率(乾燥時間の観点から)です。樹種間で比較すると、乾燥性への密度の影響は大きく現れますが、同一樹種内では密度と収縮率との関係は強くありません。特にスギ材では年輪構造、細胞壁構造の個体間や部位によるばらつきが大きいため、

乾燥性を一律に評価できない難しさがあります。他方、樹幹の含水率は、一般的に辺材で高く心材では低いことになっていますが、スギ材では心材でも高い場合(特に心材色が濃い黒心材)があります。スギ心材の平均生材含水率は品種間で50～260%にばらつくことが知られ⁶⁾、クローン間でも40～290%の広い範囲でばらつくことが報告されています⁷⁾。すなわち、含水率の高い材と低い材とでは、単純計算でも乾燥にかかる時間に10倍以上の違いが生じることになります。この心材含水率が高いことと個体間に生じる含水率のばらつきが、スギ材の乾燥品質の管理が難しい根本原因となっています。

スギ製材乾燥の問題点と今後

〔問題点その1〕

一定形質・密度・水分状態の原木確保が難しい。

当然に製材の乾燥性は、丸太の形質(径、曲がりなど)や性質(密度、含水率、心材色、年輪幅、ヤング率など)によって影響されます。例えば、品種やクローンによる丸太の生材含水率のばらつきは、製材乾燥時の初期含水率のばらつきに直結します。樹幹径や高さ方向によって、心持ち材における辺材(白太)と心材(赤身)の比率とともに含水率分布が変わります。葉枯らし処理は、主に辺材の含水率が低下するために、丸太内の含水率分布に影響します。曲がり材では、心持ち材の心のずれや目切れを生じ、長さ方向の反りが生じ

やすくなります。このように形質、材質の異なる丸太から、心持ちの材を製材・乾燥処理をすると、乾燥品質をそろえることが難しく、歩留りも低下します。表②には、心持ち材の製材を想定した場合、乾燥材生産に向く丸太を選別するための指標を挙げています。どんな丸太でも乾燥材として付加価値がつくとは限りません。少なくとも、通直で、心材含水率の低い丸太が心持ちの正角・平角材の乾燥には適しています。原木の選別は、原木利用の効率を上げるだけではなく、乾燥歩留り等の乾燥材生産効率の向上にも寄与できるのです。そのため、利用目的に合った原木段階での仕分けによって、その後の供給・加工の合理化を図る必要があります。

〔問題点その2〕

初期含水率等のばらつきによって、乾燥品質を整えることが困難である。

初期含水率が異なる材を同一条件(乾燥室)で乾燥するとき、材内・材間に生じる含水率のばらつきを均一化するためには長時間を必要とし、また、欠点も発生しやすくなります。したがって、乾燥前に重量や心材色等によって製材を選別し、グループごとに乾燥条件を設定することによって、不良材の発生や仕上がりのばらつきを減らすようにします。重量に基づいた選別が一部製材工場で行われ、有効であることがすでに確かめられています⁸⁾。樹種や材種ごとに乾燥条件を変えることは当然ですが、多種多様な材質を有するスギ材に

については、できるだけ仕上がり品質を想定した個々の材の仕分けを行うことも必要です。なお、工場の規模と乾燥方法によって、選別工程導入の可否とその効果は異なります。

〔問題点その3〕

初期含水率が高く、しかも断面が大きいため、コストの低減が難しい。

初期含水率が高くても時間と手間をかければ乾燥できますが、それだけのコストがかかることを覚悟する必要があります。例えば、現状の蒸気式乾燥機の場合、ボイラー燃料として重油もしくは灯油を使用して、初期含水率が100%のスギ柱材を15%まで乾燥させるには、乾燥条件が良好な場合で、少なくとも1m³当たり2,300~2,500円のエネルギー費が必要です⁹⁾。通常は、設備償却費や人件費を合わせると直接的な経費のみで、1m³当たり9,000~11,000円ほどは乾燥にかかる試算されています⁵⁾。単一技術のエネルギー低減には限界がありますので、原木処理や天然乾燥を活用するなど、地域における生産目的とコストの実情に合わせたシステムづくりが必要なゆえんです。さて、住宅の構造強度の面からも、また、二酸化炭素排出を抑え、かつ長期固定によって地球環境に寄与するという観点からも、大きな断面の製材を利用することには価値があると思います。一方で、一般的にスギの構造用材は心持ち材であり、特に梁桁材など断面が大きいほど乾燥が難しく時間がかかりコスト高になり、ひいては市場における競争が難しくなるというジレンマもあります。なお、正角や平角材に比べて集成材用板材（ラミナ）の乾燥が低コストに済むとしても、スギ集成材の製造コストに比べると乾燥製材のほうが低コストにつきます。また、住宅構法の変遷によって部材需要が変化しない限り、軸組構法ひいては断面の大きさへの対応が必要なのです。そのため、例えば、①生産規模の適正化、②工場廃材を熱源として利用すること等による省エネ化、③乾燥機運転の自動化や棧積みの省力化、④熱処理と天然乾燥との組み合わせや高周波加熱との複合化等のシステムの適正化による製品歩留りの向上、など

によって軸組用の構造用製材の乾燥コスト低減を一層進めることが必要です。

〔問題点その4〕

断面が大きい製材ほど品質管理が難しい。

乾燥材を継続的に市場に供給するためには、品質への信頼性を確保することはあたりまえです。そのため、出荷前までに的確な含水率管理を行うことによって、品質管理に努める必要があります。適正な乾燥条件による乾燥品質の向上を求めることが基本ですが、できない場合には養生による水分調整が必要です。含水率の測定には含水率計が欠かせません。製材用の含水率計には、汎用性と簡便性を追求した携帯型のものと、連続測定用の据え付け型のものがあります。いずれも高周波、もしくはマイクロ波を利用し、水分による電気信号の変化を応用したもので、認定機関（（財）日本住宅・木材技術センター）による認定機種もあります。含水率管理の一層の効率化が必要であり、インライン式の含水率計が製材品の平均含水率を計測するための有効な技術として普及しています。

〔問題点その5〕

住宅市場における材種の多様化と品質要求に対応しなければならない。

住宅建築部材として、使用時に不具合を生じてはなりません。そのため、各種部材として使用される乾燥材の強度や耐久性の評価、使用環境下での寸法安定性、接合部の挙動や性能、壁組や床組といった住宅建築における部材性能の評価が求められています。スギ乾燥材の価値評価は、基本的にその住宅建築における性能と無関係ではありえません。住宅建築の設計の多様化に伴って、求められる材種と量も多様化しています。そのため、乾燥材の品質向上に努めるとともに、的確な品質評価（グレーディング）に基づき、一定品質の材をまとめて供給できる体制が必要です。

スギ乾燥の価値向上に向けて

スギ材の乾燥では、乾燥の効率を上げることによって乾燥材の生産コストを低減することと、整った品質の乾燥材を安定して継続的に供給するこ

とが求められています。このコスト低減と品質の確保という一見相反する課題の同時解決を図るためには、乾燥機・乾燥条件の見直しや新技術の開発によって乾燥処理技術を向上させることはもちろん必要ですが、加えて原木の生産から流通までのトータルプロセスとしてスギの乾燥を位置づけ、そのプロセス全体の効率化を図ることが必要です。すなわち、スギ材の生産・利用の特性に対応して、効率的な原木供給と適切な選別、製材の乾燥前選別、乾燥処理の省エネルギー化、廃材の利用、安定した製材供給システム、乾燥材製品価格の差別化などが高品質の乾燥材生産のためのキーワードとなります。そのため、造林スギの多様な材質情報、乾燥を含めた加工技術情報、および強度、耐久性など建築部材として求められる性能情報等の蓄積に基づく、適正な生産システムの構築が必要です。一方で、林木生産、乾燥材生産の環境負荷や住環境への影響の評価に基づいて、林木生産・木材加工・利用の社会的な価値を向上させ、さらに、「乾燥材生産の付加価値」を高めることも大切かと思えます。

おわりに

一般的に柱材や梁桁材等の断面が大きい建築用のスギ製材品は乾燥に時間がかかり、コスト高に

なるとともに、品質を整えることが難しいという技術的な課題を抱えています。しかし、住宅に性能保証が求められる時代にあつては、適正な含水率管理を行うことによって、質の高い製材品を提供することが不可欠です。そのためには、育林、施業、伐採から製品出荷まで乾燥材生産の効率的な仕組みを構築し、少なくとも他材料と競合するためのステージに上がる必要があります。今後ともスギ材への需要は軸組木造住宅建築に支えられるといっても過言ではなく、木造住宅建築におけるさまざまな要求に即した乾燥材生産技術の向上と供給システムの充実を図っていく必要があるように思います。

【参考文献】

- 1) 林野庁木材課：KD REPORT, vol.37 (2003)
- 2) (社)日本木材総合情報センター・(社)全国木材組合連合会：「スギ乾燥材供給の現状と将来の供給動向に関する調査報告書」(1998)
- 3) (財)日本住宅・木材技術センター：調査事業報告書「木造住宅の乾燥材使用に関する調査」(2000)
- 4) 日本木材乾燥施設協会：KD REPORT, vol.21 (1997), vol.22 (1998), vol.35 (2002)
- 5) (社)全国木材組合連合会：「わかりやすい乾燥材生産の技術マニュアル」(2000)
- 6) 三輪雄四郎：木材の科学と利用技術, 5.スギ, 2.1 材含水率, 10-13 (1991)
- 7) 平川泰彦ほか：森林総合研究所研究報告, 2(1), 31-41 (2003)
- 8) 池田和行：林野時報, 46(2), 29-32 (1999)
- 9) 黒田尚宏：第53回日本木材学会大会発表要旨集, p 595 (2003)

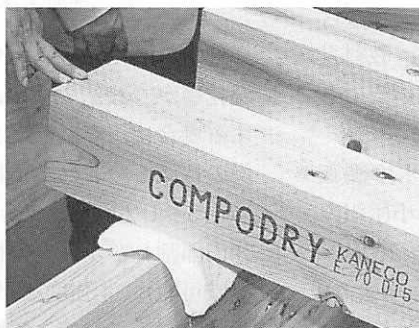
●明日の暮らしと環境・木材フェア

— 木材新技術・新製品展示会 —

開催

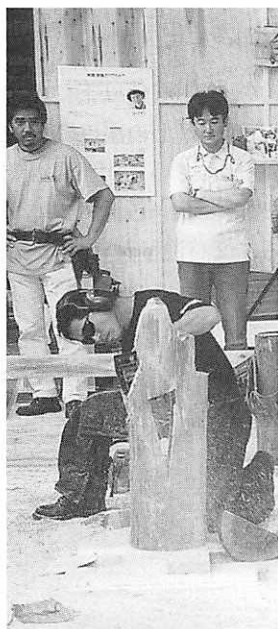
主催：全国木材協同組合連合会，後援：林野庁・国土交通省・埼玉県・さいたま市／期間：6月21～22日／場所：さいたまスーパーアリーナ

広く一般の方々や親子連れの皆さんに木材に親しんでもらおう、新技術や新製品の実物をじかに見てもらい知ってもらおうという標記催しが開催された。広大な会場内には、上棟式直前の状態で展示された軸組構法住宅まるまる1棟をはじめ、広告筒(とう)に応用できそうな中空LVL、モニュメントやアーチに仕立てられた湾曲集成材、E 70、D 15の印字も鮮やかな人工乾燥材の展示はもちろん、チェーンソーアートの実演、親子大工広場、木のおもちゃコーナー、チビッコ向け「木の学校」などがあり、多様なキッカケから木材に親しめるイベントで、大盛況だった。(普及部編集室／吉田 功)



▲人工乾燥材 (E 70, D 15 の例)
出展：金子製材株式会社
☎ 0494-22-6155, www.kaneco.co.jp

▶チェーンソーアートの実演



■ スギ構造材の乾燥法

— 特に高温セット法という高温乾燥について

吉田 孝久*

* よしだ たかひさ／長野県林業総合センター 木材部 主任研究員
〒 399-0711 長野県塩尻市大字片丘字狐久保 5739
☎ 0263-52-0600, Fax.0263-51-1311
E-mail : t-yoshida@frc.pref.nagano.jp



構造材を乾燥するには／

木材乾燥技術は材質、材色、強度、耐久性等広い範囲で、消費者の要求を満足しなければならない総合的な技術です。日に日に乾燥材への要望が高まっていることから、木材業界の中では現在、最も注目されている技術であるかもしれません。

昨今、木材乾燥の必要性、特に、針葉樹構造用材の乾燥がますます叫ばれるようになり、この中で乾燥材の材面割れ防止に対する要求が強くなります。しかし、その評価が割ればかりに注がれ、肝心な仕上がり含水率を軽視することがあってはなりません。

針葉樹構造材の乾燥方法は、天然乾燥をはじめ、蒸気式乾燥（中温乾燥、高温乾燥（写真①））、高周波蒸気複合乾燥（写真②）、高周波真空乾燥（写真③）、除湿式乾燥、液相乾燥等いろいろとあります。いずれを選択したとしても、割れないことはもちろんですが、最も重要なことは、適正な含水率に仕上げることにあります。では、適正な含水率とは何％かということになりますが、教科書的には「使用する場所の平衡含水率」ということになります。

十数年経過した木造住宅の部材別含水率調査（埼玉、岡山、長野）¹⁾の結果を見ると、小屋組み部材はおおよそ12％以下、室内部材は12～15％、床下部材は15～20％という結果でした。つまり、この含水率に仕上げた材が最も寸法安定性に優れた材であり、最も狂いにくい材といっても過言ではありません。針葉樹構造用材の日本農林規格

（JAS）で見るとD20とD15が目標含水率となります。

構造材の乾燥は、造作材や集成材のラミナの乾燥とは違って、比較的断面の大きな材の乾燥であるため、①乾燥に時間がかかりコスト高となる、②心持ち材であれば割れの発生が多い、③割れた材はユーザーに嫌われる等、さまざまな問題を抱えています。これらの点が、乾燥材生産者の頭の痛いところでもあります。

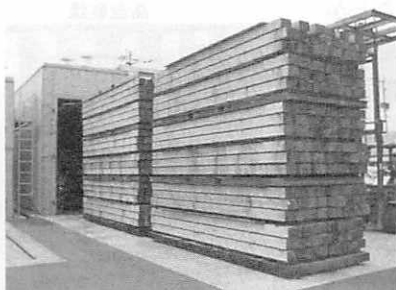
これまでの木材乾燥は、広葉樹のフローリングや家具用材、針葉樹では壁板・床板や集成材ラミナといった比較的断面の小さい材を中心に行ってきたわけで、厚さが数倍にもなった構造材を短時間・低コストで乾燥することは、そう簡単なことではありません。これらの問題点を含めて、現在でも幾つかの乾燥方法が研究されていますが、ここでは現在、全国的に最も普及している「蒸気式の高温乾燥」²⁾について述べたいと思います。

高温乾燥とは…？

通常の蒸気式人工乾燥では、100℃以下での中温乾燥が一般的ですが、100℃以上の温度で乾燥する場合は、高温乾燥と呼ばれています。高温乾燥の特徴としては、①乾燥時間が一般蒸気式乾燥の1/5～1/2に短縮できる、②材面割れが少ない、③内部割れが多い（乾燥スケジュールによっては軽減可能）、④強度・耐久性等の材質劣化を起ししやすい（乾燥温度・乾燥時間により左右される。また、樹種により特性あり）、⑤明度が低下し、材色変化が認められる（乾燥スケジュールによって



▲写真① 高温乾燥（蒸気式）
100℃以上の温度で、材表面にドラインゲットを形成して乾かします（外部加熱）。



▲写真② 高周波蒸気複合乾燥
材積みの中に電極板を挟み、高周波による内部加熱と蒸気による外部加熱とを組み合わせ乾燥します。



▲写真③ 高周波真空乾燥
高周波による内部加熱と真空（減圧）による沸点の低下を利用して乾燥します。

は軽減可能)、⑥木材の平衡含水率が低下する、⑦ヤニ^{しんしゅつ} 防止効果がある、等ですが、以下、この中から読者が興味を持たれるであろう「割れ」と「強度」について解説してみたいと思います。

なぜ割れる?…そして、どう防ぐ?

板材を中心とした従来の木材乾燥の考え方からすると、乾燥温度の上昇は収縮率の増大をもたらす、割れ・落ち込み・狂いの発生につながるため、高温条件での乾燥スケジュールは控えられてきました。このことは、たいがいの広葉樹乾燥では確かに当てはまりますが、落ち込みの少ない針葉樹では該当しない例が数多くあります。つまり、高温ほど割れにくいということです。さらに、高温での乾燥により乾燥が速まることは、これまでの基礎試験でも報告されています。あとは、断面の大きな針葉樹構造材に対してどう応用していくか、つまり、「柱や桁材^{けら}を短時間で、いかに割れを少なく乾燥させるか!」ということです。木材は軸方向、半径方向、接線方向で収縮の度合いが違う、いわゆる異方性を持つ材料であり、このことは、木材が乾燥する過程で均一に収縮しないことを意味します。半径方向に比べ接線方向の収縮率は2倍も大きいので、特に心持ち柱材などでは、材面割れを抑えて乾燥することは非常に難しいとされてきました。

ここで割れ発生の原理を考えてみます。ある断

面を持った木材の乾燥は、外から熱を加えた場合、材の表面から乾燥が進みます。この段階、つまり乾燥初期では、表層部は乾燥され内部は依然生の状態にあります。このため、表層部は乾燥に伴って収縮しようとしませんが、内部は乾いていないため収縮しません。こうなると、「表層部は縮みたくても縮めない状態」になり、表層部に強い引張応力（引張られる力）が働きます。この引張応力が強く、材表層部の材自身の引張強さに勝てないときに表面が破壊し、材面割れとなります。製材直後に見られる干割れも、この理由から発生します。

では、このようにして発生する割れは、どのように防いだらよいのでしょうか。この点が一つの乾燥技術の開発ということですが、結論としては、割れが発生しないように表層部の引張応力をできるだけ小さくしながら乾燥するということになります。問題は、そのためにはどうしたらよいかということです。

●どう防ぐ? その1

まず考えられるのは、従来から行ってきた広葉樹の乾燥のように、乾燥初期に低い温度、高い湿度で乾燥することです。針葉樹の場合、たいがいは中温高湿で乾燥しますが、これは、表層部の乾燥速度をできるだけ抑え、極力表層部の乾燥と内部の乾燥を同時に行い、表層部の引張応力を小さくするという考え方です。この考え方は、スギ柱材に対して70～80℃の中温域で乾燥するのに応用

されていますが、長時間を要することが難点です。このため、短時間乾燥を意識して、乾燥装置内を100℃以上の高温を保たせながら、圧力を制御することによって湿度制御された高温空気、すなわち過熱蒸気状態を作りだし、スギ柱材を割れなく乾燥する方法が研究されています³⁾。

●どう防ぐ？ その2

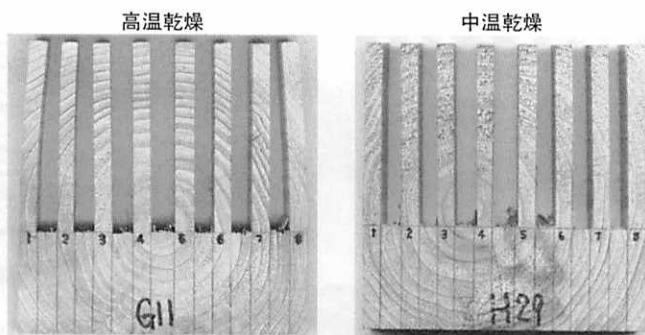
二つめは、内部から乾かす、つまり内部から収縮させるという方法があります。これは高周波⁴⁾やマイクロ波⁵⁾を利用した内部加熱方式によるものです。この内部から乾燥するという考え方は、材に対して物理的に行われることもあり、材の中心部をくり抜き心抜き材もその方法の一つです⁶⁾。こうすることによって内部の乾燥を先行させ、表層部の引張応力を小さくして乾燥します。また、材の透過性をよくして内部の水分を効率よく抜けるような状態にする水蒸気爆砕法⁷⁾等も考えられています。

●どう防ぐ？ その3 高温セット法⁸⁾

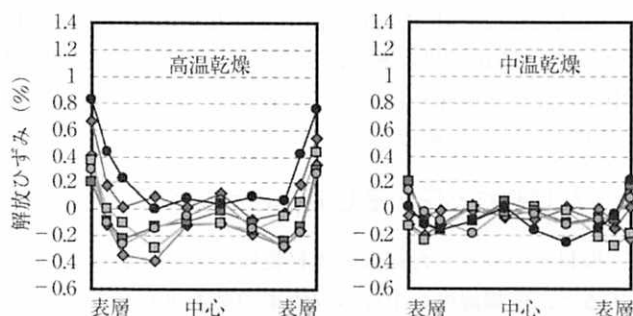
さて三つめですが、今回話題として取り上げる高温乾燥…高温セット法です。高温セット法とは、乾燥初期に高温中で木材を軟化させ、一気に低湿度状態を作ることに、表層部に引張りの強いドラインセットを形成させる（乾燥時の収縮を抑えた状態で固定させる）方法です。これは、先に述べた従来の木材乾燥の考え方（その1）とは、相反する考え方になります。

このドラインセット形成のポイントは、高温で行うことであり、木材を軟化させることによって乾燥初期の表層の引張り応力を緩和させ、表面が乾燥して起こる初期割れを抑えることができます。つまり、表層の収縮を抑えられた状態で乾燥し固定されます。

ドラインセットは、曲げ木を行うときに材に熱と水蒸気を与えて柔らかくしてから、帯鉄を木材の一面に沿わせて曲げ、圧縮応力下で乾燥し固



▲写真④ 乾燥材の応力状態を目で見る（徳本氏撮影）
材を櫛型に挽いた場合、高温セット材は最外層が内側に反り、中温乾燥材はその反りが小さい。内側に反るということは、その部分に圧縮応力が働いており、割れの危険が少ないことを意味します。

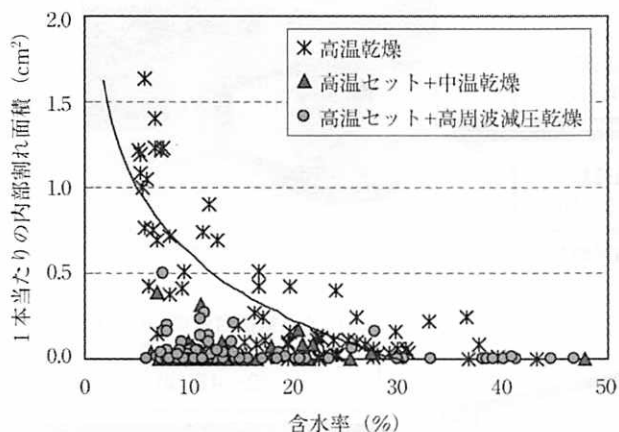


▲図① 乾燥材の応力分布図
（左：高温乾燥、右：中温乾燥、写真④と対応）
解放ひずみが+側は圧縮応力を、-側は引張応力を示します。グラフの左右両端は表層部の応力を示しています。高温乾燥材（高温セット材）は表層部に強い圧縮応力が働いています。

定することを考えれば理解しやすいと思います（トーネット法）。高温セット法は、固定を材表面において引張応力下で行っています。

木材成分の軟化温度は、湿潤状態ではリグニンがおよそ80℃以上、ヘミセルロースがおよそ55℃以上であるとされています⁹⁾。ある程度の軟化状態を得るには、100℃以上の高温域のほうが無難であると考えます。100℃以上の液体中で木材を乾かす液相乾燥⁸⁾（木材の空揚げ⁹⁾）も、原理的にはこの高温セット法と同様であると思われます。乾燥初期の表層の引張応力は、やがて内層が乾燥収縮するにつれ圧縮応力に転換し、割れの危険がさらに少なくなります（写真④、図①）⁹⁾。

針葉樹構造材の乾燥方法として、現在では高温



▲図② 仕上がり含水率と内部割れ面積（スギ柱材）

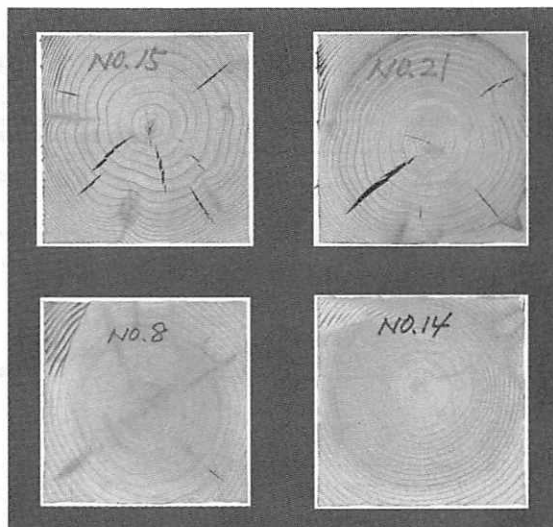
高温乾燥を最後まで続けると、含水率が低くなるに従って内部割れの発生が多くなる危険があります。しかし、途中から中温で乾燥するとその発生量はかなり減少します。

セット法をはじめ、前述の幾つかの手法をいろいろと組み合わせた高周波熱気複合乾燥¹⁰⁾や爆碎高周波真空乾燥¹¹⁾などの、ハイブリッド乾燥法も見られるようになりました。

内部割れを防ぐ！

高温乾燥では、材面割れが非常に少なくなる一方、高温のまま最後まで乾燥を続けると、乾燥の中期から末期にかけて、つまり、材内部の含水率が低下するに従って内部割れが多くなるという欠点があります（図②の高温乾燥、写真⑤）。これは特にスギについて顕著であり、カラマツやヒノキではそれほど多くはありません。

では、どうしたら内部割れが防げるかということですが、乾燥初期から末期まで終始高温乾燥を続けると内部割れが発生してしまうこと、そして、中温乾燥では内部割れがほとんど発生しないことから、内部割れの発生し始める時期に、中温乾燥に移行してやることで解決しました（図②）。ただ、内部割れが乾燥温度に起因して発生するのか、それとも高温セット後に中温乾燥にすることで乾燥速度が遅くなり、材内部がゆっくり乾燥したためなのかは不明でした。そこで、この問題を解決するため、高温セット後に高周波真空乾燥を行うことにより、中温で、かつ短時間で乾燥すること



上：高温セット＋高温乾燥材
下：高温セット＋中温乾燥材

▲写真⑤ 内部割れの様子（132 mm スギ柱）

NO.15：含水率＝5.9%，内部割れ＝1.05 cm²，

NO.21：含水率＝5.3%，内部割れ＝1.08 cm²，

NO.8：含水率＝7.7%，内部割れ＝0.04 cm²，

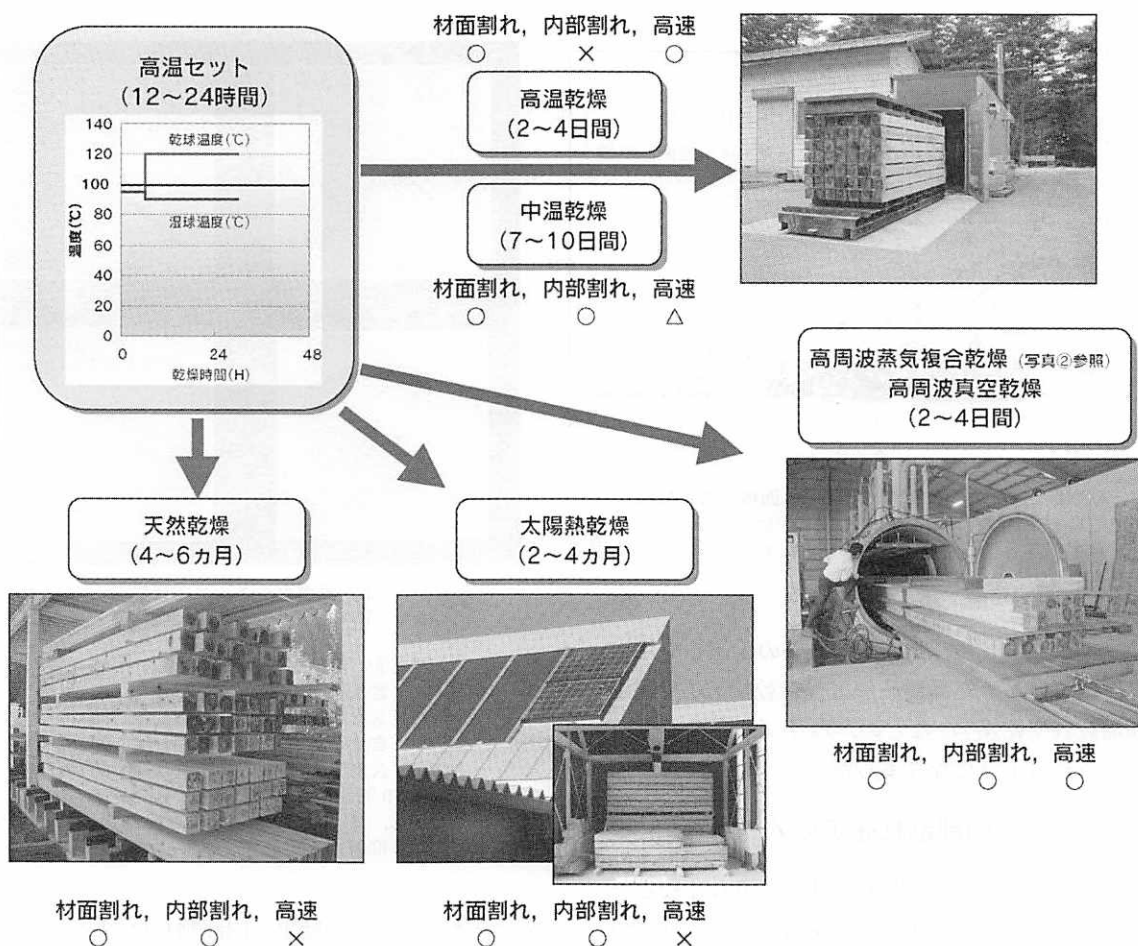
NO.14：含水率＝8.7%，内部割れ＝0.00 cm²

含水率が10%を下回ると大きな内部割れの危険があります。しかし、高温セット＋中温乾燥法を用いると、内部割れはかなり抑制されます。

を試みました。その結果、内部割れは高温セット後に中温乾燥を行ったときと同様に、かなり減少しました（図②）¹²⁾。

したがって、内部割れは乾燥速度よりも乾燥温度に起因して発生することがわかり、現時点では、24時間程度の高温セット後に、100℃以下の中温乾燥に移行する方法や、あるいは、高温セット後に太陽熱乾燥¹³⁾や天然乾燥¹⁴⁾に移行する方法により、材面割れ、内部割れともに、かなり防止できることが明らかになりました。

最近の高温乾燥は、内部割れ防止の目的はもちろん、後で述べる強度劣化や材色等の材質の変化を考慮し、高温で乾燥する時間を必要最小限とし、より品質の高い乾燥材を生産するよう改良されてきています。現在では、高温セット法をうまく組み合わせることにより、無背割りの状態で心持ち柱材や桁材を、短時間で、材面割れや内部割れが少なく、さらに、材色変化の少ない状態で乾燥す



▲図③ 高温セット法と他の乾燥方法との組み合わせ例

ることが可能となりました (図③)。

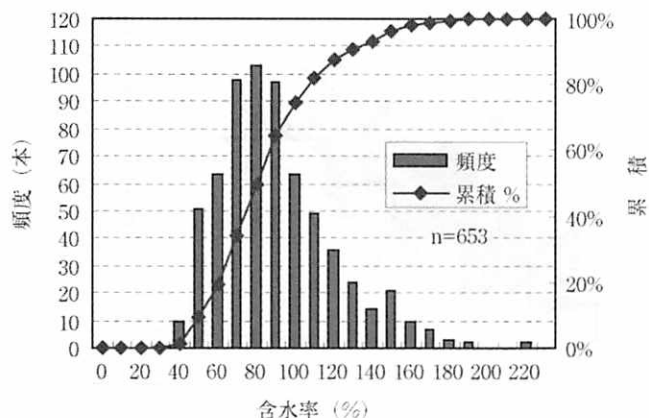
前選別にする?…後選別にする?

スギの初期含水率は他の針葉樹に比べ非常に高く、また、ばらつきの大きいことで知られています(図④)。乾燥が非常にやりにくい材であることは間違いありません。このように含水率が高くばらつきの大きい材を、いかに含水率をそろえて仕上げるかは、かなり困難な話かもしれません。そこで、少しでも仕上がり含水率をそろえるため、重量選別(含水率選別)という方法を採用します。これは、乾燥前含水率と乾燥前重量が高い相関にあるため(図⑤)、乾燥前の段階で重量を分け、ほぼ同程度の重量(含水率)の材を1ロットとして乾燥しようとするものです。こうすること

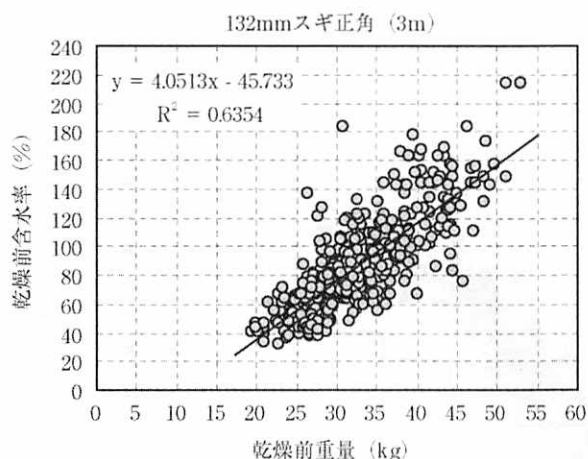
により、仕上がり含水率をかなりそろえることができ、さらに、分けしたロットに見合った乾燥時間が設定できるため、必要以上のコストをかけることなく済みます。

問題は、一定の製材量が確保できる大規模工場でない、なかなか採用しにくいことです。小規模工場では乾燥前の重量選別を行おうとすると、あるロット(△kg~○kg)の本数がそろわず、乾燥までに数週間かかってしまい、乾燥待機中に材面割れが発生してしまうことがあります。こういった小規模工場では、乾燥後に重量選別(含水率選別)を行うという考えもあります。この方法は、高温セット法を用いた乾燥を前提として考えています。

高温乾燥した材は、仕上がり含水率のばらつき



▲図④ スギ柱材の乾燥前含水率の頻度



▲図⑤ スギ柱材の乾燥前重量と乾燥前含水率の関係

が大きいというのが一般的です。乾燥時間は、含水率低下が先行する材に合わせ、過乾燥材を少なくします。出庫後、含水率の高い材（重い材）は、ロット本数がそろって養生を行います。適正な高温セットさえ行っておけば、これらの含水率の高い材であっても、養生中に材面割れの危険はほとんどありません。そして本数が1ロット分そろった時点で再乾燥します。

いずれにしても、乾燥期間中における水分管理が非常に重要な役割を果たすことになります。

高温乾燥材の強度

乾燥材生産だけの視点から木材乾燥を考えると、その仕上がりは、ややもすると割れの発生ばかり

を気にし、含水率の仕上がりは二次、さらには、乾燥の対象となる材が構造材であり、強度性能を必要とすることを忘れてしまっている傾向が多いようです。木材流通の現状では、割れがないほうがよいとか、色焼けしていないほうがよいとか、見た目にこだわるのはやむをえないとしても、構造材として最も重要な使命である、家を支える耐力が果たして十分かどうかということも考慮した乾燥を、並行して考えていかななくてはなりません。

一方、大壁構造であるのに、なぜ割れがあってはいけないのか…？、なぜ材色が変わってはいけないのか…？、なぜ背割りが嫌われるのか…？など、生産者側にも意見はいろいろとあります。…が、やはり主役は消費者なのです。そんなことも踏まえて、高温乾燥材の強度について触れてみます。

高温乾燥材は強度性能が低下するとよくいわれますが、実際はどうでしょうか。国内外の文献に当たってみると、弱かったり、変わらなかったり、いろいろと答えは返ってきます。ではほんとうのところはというと…。問題は使用する材の乾燥履歴、つまり、何℃で何時間乾燥を行ったかをはっきりさせることでその答えは大きく変わってきます。樹種別の違いも大いにあるようです。実大材の試験では、節の影響なのか乾燥条件の影響なのか、考察においてはこの点も十分検討しなくてはなりません。乾燥の立場では、許容範囲内に強度低下が収まってくれればと思うところです。できれば強度低下はないほうがよいのですが…。強度低下は何℃の処理、何時間の処理で起こるのが最も知りたいところであり、これがわかれば乾燥スケジュールの組み立ても変わってくるはず（現在いろいろと試験中）。当センターで行った柱材強度試験での最新データを次ページの図⑥、⑦に示しました^{15）、16）}。

高温乾燥を行った場合、曲げヤング係数はカラマツ、スギともに変化はないようですが、曲げ強度については、カラマツが低下し、スギはあまり

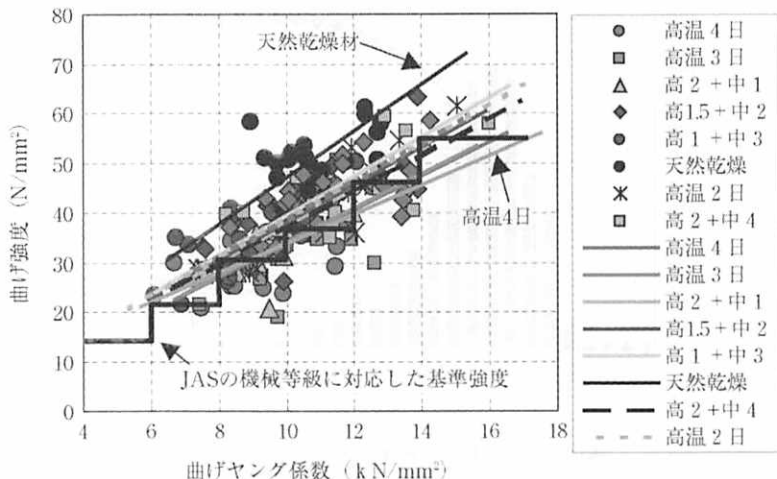
変化がないという結果でした。ただし、カラマツは天然乾燥材との比較、スギは中温乾燥材との比較です。このほか、カラマツの圧縮強度は変わらない、カラマツの材中心部の衝撃曲げ強度が低下する等の報告もあります(17), (18)。

おわりに

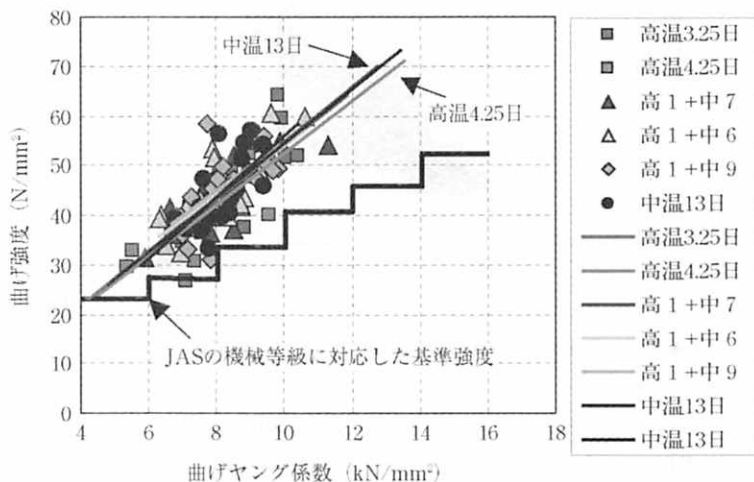
最近では、スギをはじめとする国産構造用材の乾燥技術がかなり普及し、乾燥材が市場に多く流れるようになりました。それに伴い、乾燥材の品質を評価する目も日に日に厳しさを増しています。強度的劣化はどうだ！ 内部割れは強度に影響するのか？ 耐久性は？ などの声も多く聞かれます。これらの疑問に対して、各方面からの早急な対応が必要と思われます。

《参考文献》

- 1) 齋藤周逸ほか：木材工業，Vol. 57，No.10，438-443，2002
- 2) 日刊木材新聞：平成 15 年 5 月 10 日，第 14913 号
- 3) 小林 功ほか：第 53 回日本木材学会大会研究発表要旨集，120，2003
- 4) 例えば河崎弥生：平成 7 年度岡山県木材加工技術センター業務報告書，2-16，1996
- 5) 例えば藤本登留ほか：第 51 回日本木材学会大会研究発表要旨集，150，2000
- 6) 例えば山田範彦ほか：木材学会誌，Vol.47，No.6，501-507，2001
- 7) 木材の物理：文永堂，134-139，1985
- 8) 例えば中山茂生ほか：第 53 回日本木材学会大会研究発表要旨集，119，2003
- 9) 徳本守彦：第 53 回日本木材学会大会研究発表要旨集，129，2003
- 10) 例えば山本泰司：木材工業，Vol.56，No.11，519-521，2001
- 11) 野地清美ほか：木材学会誌，Vol.48，No.3，129-135，2002
- 12) 吉田孝久ほか：第 53 回日本木材学会大会研究発表要旨集，114，2003



▲図⑥ カラマツ高温乾燥材の曲げヤング係数と曲げ強度との関係
処理条件が厳しいほど、曲げヤング係数に対する曲げ強度の割合が低下することがわかります。



▲図⑦ スギ高温乾燥材の曲げヤング係数と曲げ強度との関係
処理条件による差異はほとんど認められません。スギの品種は多種ありますから、品種ごとの確認が必要と思います。

- 13) 例えば武山 倫ほか：第 53 回日本木材学会大会研究発表要旨集，123，2003
- 14) 例えば豆田俊治：第 52 回日本木材学会大会研究発表要旨集，134，2002
- 15) 橋爪丈夫ほか：第 53 回日本木材学会大会研究発表要旨集，91，2003
- 16) 武田孝志ほか：第 53 回日本木材学会大会研究発表要旨集，92，2003
- 17) 中嶋 康ほか：木材工業，Vol.54，No.6，265-268，1999
- 18) 中嶋 康ほか：第 50 回日本木材学会大会研究発表要旨集，138，2000

平成 13 年度業務報告書

平成 14 年 8 月 佐賀県林業試験場

□林木育種に関する研究

ーマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツに関する研究ー

宮崎潤二

□組織培養に関する研究

ーニホンギリの増殖に関する研究ー

宮崎潤二

□育林技術に関する研究

桑原康成

□長伐期施業に対応する森林管理技術の開発

桑原康成

□森林病虫害に関する研究

ーキバチ類調査ー

ークワカミキリ被害調査ー

ー野生化した山羊による食害調査ー

馬場信貴

□昆虫を指標とした里山広葉樹林の評価手法及び管理手法に関する調査

馬場信貴

□針葉樹幹腐朽被害の発生要因の解明と効果的な被害木除去手法の開発に関する調査

宮崎潤二

□特用林産物に関する研究

蒲原邦行

□特用林産物の栽培手法に関する調査研究

ーニュータイプきのこ資源の利用と生産技術の開発ー

蒲原邦行

□住宅資材性能規定化対策事業

山口 修

□土木資材等に利用されるスギ材等の耐久性に関する調査

山口 修

研究報告No.54

平成 15 年 1 月 島根県林業技術センター

□有用広葉樹のさし木増殖 (II)

ーブナとケヤキのさし木増殖ー

福島 勉

□広葉樹の組織培養における外植体の試験管内への無菌的取り込み方法の検討

福島 勉

□ヒトツバタゴの増殖

福島 勉

□ブナ、ミズナラ造林におけるニホンノウサギ、ネズミ類による被害実態と被害回避試験

金森弘樹・河井美紀子・羽原純二・

周藤成次・西 信介・扇 大輔・

井ノ上二郎・陶山大志

□トラップを用いたスギカミキリの捕獲による脱出消長調査

周藤成次

□ヒノキ漏脂病の発病と材質劣化の調査例

陶山大志・周藤成次

□小型多機能機械を活用した間伐作業例

堀江俊輔

□木材チップ敷設による温度特性・水分特性の検討

後藤崇志・池淵 隆・中山茂夫・

福岡 厚

研究報告第 17 号

平成 15 年 3 月 長野県林業総合センター

□機械化作業システムに適した森林施業法の開発

ー機械化作業が森林にあたる影響ー

ー生産性の把握と作業時間解析作業工程の検討ー

今井 信・宮崎隆幸・近藤道治

□木炭及び木酢液の新用途開発

大矢信次郎・一ノ瀬幸久・小坂信行

□炭素繊維強化集成材の強度特性 (1)

ー炭素繊維による強化方法と曲げ強度性能との関係ー

柴田直明・橋爪文夫

研究報告第 11 号

平成 15 年 3 月 岩手県林業技術センター

□新建築基準法に対応した防火処理木材の開発 (第 1 報)

ー樹種、含水率が薬剤含有量、防火性能へ及ぼす影響ー

谷内博規

□木炭を用いた水質浄化に関する研究

鹿野厚子・谷内博規

□寒冷地方におけるキリてんぐ巢病の発病と被害の進展

泉 憲裕・高橋健太郎・作山 健・吉川信幸

佐賀県林業試験場 〒 840-0212 佐賀郡大和町池上 3408 TEL.0952-62-0054 FAX.0952-51-2103
 島根県中山間地域研究センター (旧・島根県林業技術センター) 〒 690-3405 飯石郡赤来町大字上島 1207
 TEL.0854-76-2025 FAX.0854-76-3758
 長野県林業総合センター 〒 399-0711 塩尻市片丘字狐久保 5739 TEL.0263-52-0600 FAX.0263-51-1311
 岩手県林業技術センター 〒 028-3623 紫波郡矢巾町煙山第 3 地割字清水 560-11 TEL.019-697-1536 FAX.019-697-1410

★ここに紹介する資料は市販されていないものです。必要な方は発行所へお問い合わせくださるようお願いいたします。

第49回 林業技術賞 業績紹介

本会では、その技術が多分に実施に応用され、また広く普及され、あるいは多大な成果を収め、林業技術の向上、林業の振興に大きく貢献したと認められる業績があった方に、毎年本賞を贈呈、表彰させていただいております。今次の選考では、3組の方々を受賞されました。表彰は、本年5月28日の本会第58回通常総会席上で行われました。

第49回林業技術賞(愛知県支部推薦) エリンギの栽培に関する 研究とその普及

前・愛知県林業センター 技術開発部長 **さわ しょうぞう**
澤 章 三



はじめに

近年、きのこの生産量は食生活の多様化と健康食品志向等により増加したが、既存のきのこの嗜好性に富んだ新しいタイプのきのこのことが要望されるようになった。そのため、栽培の研究は既存のきのこのほか、野生種を探索し、その栽培化と機能性の解明等が目的となってきた。本県ではその一環として、ヤナギマツタケの栽培技術の開発と品種登録を行った(平成3年)が、美味であるが日持ちが悪いため市場性がなく、代替きのこの開発が強く要望された。同年、台湾省に「アワビ」というきのこのことを知り、このきのこの標記の「エリンギ」であるとの情報を得た。以後、本種の入手、栽培技術の研究および品種登録等を行ったが、その経緯や試験結果について概要を報告する。

今までの経緯

エリンギは日本には野生種はなく、地中海沿岸から中央アジアにかけて分布するヒラタケ科ヒラタケ属のきのこである。平成5年に正式に導入以来、現在までいろいろな問題に直面してきたが、これらについて述べる。

1) 正式の入手:平成4年12月、名古屋植物防疫所に本種の入手について相談したところ、有害であるきのこか否か、どちらにもリストアップされていなかった。そこで文献を添えて「有害か否か」の申請を行い、平成5年1月に「有害植物でない」と認定を受け、正式に入手した。

2) ニンジン等セリ科植物に対する病原性:平成5年10月、中部林学会で本種の栽培方法を発表し、生産者の試験栽培や市場調査等が始まったが、平成6年7月、森林総研からドイツ文献にエリンギのセリ科植物に対する病原性が記載されているので、栽培を中止するよう指摘を受けた。本県では全国で初めて輸入し紹

介したこともあり、同年9月から1年間、本種の病原性の確認のため栽培の中断を決定した。

3) 種苗法の改正:本種のセリ科植物に対する病原性がないと確認してから間もなく、平成8年2月に種苗課から本種の指定種苗希望の意向調査があり希望したが、その年は採用されなかった。翌平成9年にも同様の調査があり、その結果は平成10年11月の指定種苗追加の形で反映され22品目中に加わり、品種登録ができるようになった。

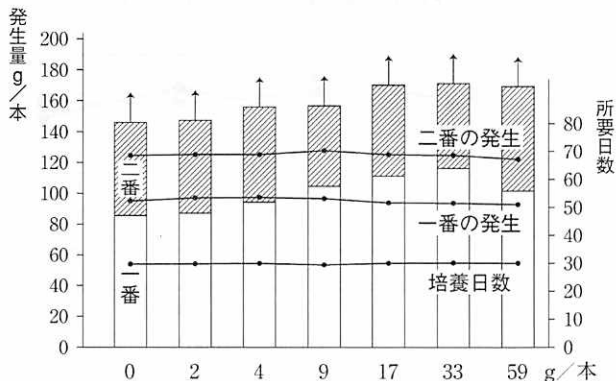
4) 立ち枯れの原因究明:セリ科の問題解決以来、本県の試験は品種の開発ときのこの立ち枯れ防除に移向したが、エリンギへの害菌接種試験の結果、立ち枯れの主原因はトリコデルマであることを解明した。

5) 品種登録:本県では平成11年3月に、交配により選抜してきた2品種を品種登録出願し、同年11月に出願公表された。平成14年9月30日に「とっとき1号」「とっとき2号」の名称で登録された。

主な業績

1) 最適条件の確立:①菌糸の最適生長温度:入手した菌株では26℃と28℃の温度で菌糸の生長が最もよかった。②高温に対する耐性:PDA培地は45℃で5時間以内、オガ粉種菌は45℃で15時間以内、子実体は45℃で24時間以内、50℃で15時間以内で発菌が可能であった。③種菌接種から子実体発生までの期間:培養期間が30日、発生処理期間が20日間ぐらいで収穫できた。④きのこの芽出し・発生生長最適温度・収量:菌糸の最適生長温度が26℃の系統では13~15℃、28℃の系統では15~17℃であった。収量は800ccビン1本当たり100~150gであった。⑤培地材料の選択性:スギ、ヒノキの針葉樹ではアラカシ、アカメガシワ、ツブラジイ等広葉樹12種と同等の発生量が認められ、また、コナラ、クリ、ラワン類等5種では、それより少なかった。⑥添加物:使用5種ではフスマ、コ

▼ニンジンの添加量別発生量



ーンプラン、コーン粒がよく、最適配合比は10：5であった。ニンジン^{のりょう}は17 gの添加で20 gぐらいの増収効果があった。

2) セリ科植物に対する病原性：エリンギの廃菌床や培地がセリ科植物に罹病をもたらすとの指摘に対し、廃菌床を施用してのセリ科植物の栽培の結果、10 a 当たり2 t (通常の農業の施用量) では、病原性が認められないことを確認した。

3) 立ち枯れ対策：①立ち枯れと発生室の消毒の有無と拡大回数^{のりょう}の関係：3回拡大試験では、消毒区は発生量および立ち枯れ本数が横ばいであったのに対し、無消毒区では、いずれも4回目の発生で立ち枯れ本数が増え、発生しなくなった。また、7回拡大試験では、2系統は変わらなかったが、1系統では7回目の発生から無消毒区で立ち枯れが多くなり、発生量が50%低下し、消毒が有効と確認できた。②立ち枯れの防除：立ち枯れ培地や発生室から害菌の分離を行ったが、アオカビ、バクテリア、コウジビ、トリコデルマ等6種が分離された。これら害菌を用いて、エリンギと対峙培養をしたところ、エリンギが侵害されるのはトリコデルマのみであった。さらに、栽培ビンにこれら害菌を接種直後から菌カキ後10日までの各ステージごとに接種したところ、接種直後と菌カキ直後(水入れ一有)

のトリコデルマ接種のみ侵害が見られ、きのこが発生しなくなる立ち枯れの主要原因であると考えられた。

4) 交配による新品種の作出：収集菌株を用いて、混合交配により2系統を選抜した。これらは親菌株より集中性があり発生量が多く、形態が良好であった。この2種は平成11年3月に品種登録申請し、平成14年9月30日に登録された。

おわりに

エリンギは日持ちがよく商品性の高いきのこで、その入手から一連の栽培上の諸問題に関与し、本県のみならず全国に普及できたことは幸運であった。平成13年の全国の生産量は第6位の1万tに達しメジャーになったが、その過程で大手メーカーの製品が大半を占め、われわれの指導の対象の農林家の製品が端に追いやられ、2極化が進んでいるのは残念である。エリンギに続く新しいタイプのきのこの開発は全国で行われており、今後も次々と商品化されていくことを期待している。最後に、今回、わが林業センターの前所長からの推薦により、林業技術賞という荣誉ある賞を受賞できたことに謝意と御礼を申し上げる。私にとってはよい卒業記念に、後輩にとってもよい目標ができた。

第49回林業技術賞(奈良県支部推薦) スギ材の高周波・蒸気複合乾燥法の開発と普及

奈良県森林技術センター 副主幹

奈良県森林技術センター 主任研究員

奈良県中小企業課 主査

山本ビニター(株) 取締役社長

おのこうじ
小野広治
くぼたけし
久保健
てらにしやすひろ
寺西康浩
やまもとやすじ
山本泰司

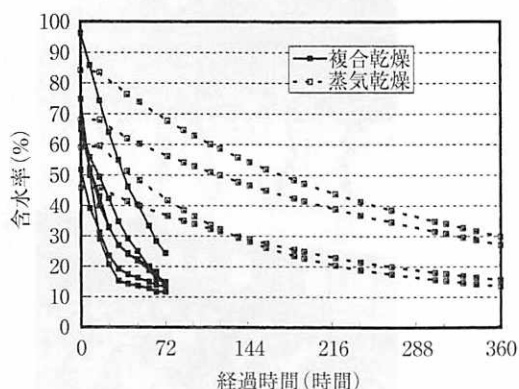


◀左から小野、久保、寺西、山本の各氏

はじめに

近年、プレカット等の建築工法の多様化により建築工期が短縮されるとともに、「住宅の品質確保促進等に

▼図① 蒸気乾燥および複合乾燥の乾燥経過



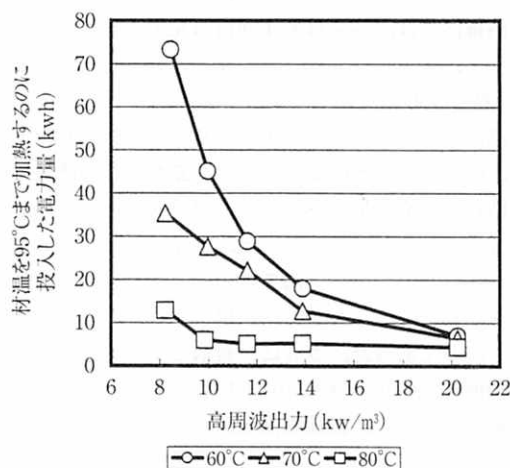
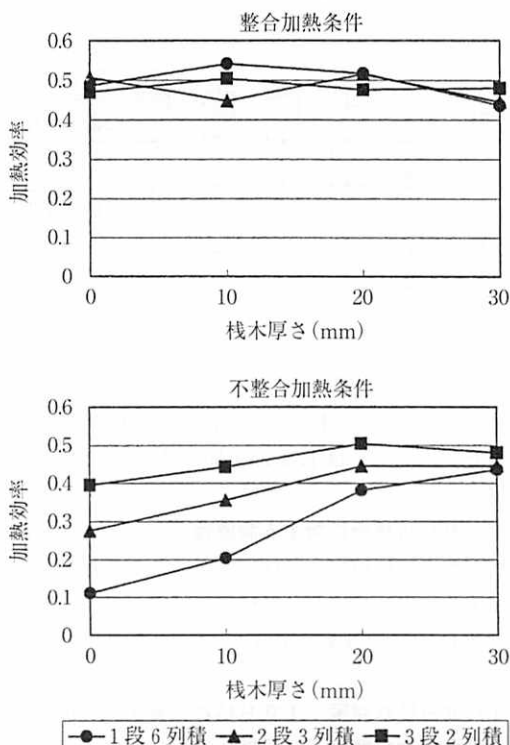
関する法律」が施行されたことから、木造住宅で使用されるスギ、ヒノキ等構造用材の乾燥の必要性が高まっている。奈良県内の製材工場でもさまざまな方式の乾燥装置でスギ、ヒノキ製材品の人工乾燥が行われているが、その多くは優良材を対象にしているために、中温域の乾燥温度で行われている。ヒノキ材は中温域の乾燥温度でも一定時間で所定の含水率まで均一に乾燥することができるが、スギ材は生材含水率が高く、バラツキも大きいために乾燥時間が長くなり、所定の含水率まで均一に乾燥することが困難である。そのため、スギ材を生産している製材工場等の乾燥現場から、柱材や梁材を割れや変色が少なく、短時間で乾燥できる乾燥法の開発が求められていた。

これらの要望を受け当センターでは、山本ビニター(株)との共同研究により、スギの柱材や梁材を割れや変色が少なく、短時間で乾燥するために、従来の蒸気乾燥による外部加熱と高周波誘電加熱による内部加熱を併用した高周波・蒸気複合乾燥法（以下、複合乾燥という）を開発して、その特徴や乾燥性ならびに乾燥コスト等について検討するとともに、実大規模での乾燥試験を実施してその普及に努めた。

複合乾燥の開発とその特徴

複合乾燥は上述のような併用により、従来の蒸気乾燥に比べて、仕上がり品質のよい乾燥材を短時間で生産できる乾燥法である。しかし、灯油や重油等に比べてエネルギーコストが高い電力を使用するため、乾燥コストが高くなることが予想された。そこで、開発にあたっては複合乾燥の乾燥コストを他の乾燥法と大差なくするために、高周波発振機の整合回路の調整による加熱効率の差、適正な高周波出力の大きさ、効果的な高周波加熱時期について検討するとともに、実大乾燥装置により、高周波出力条件と仕上がり含水率や乾燥経費について検討した。

▼図② 栈木厚さと加熱効率の関係

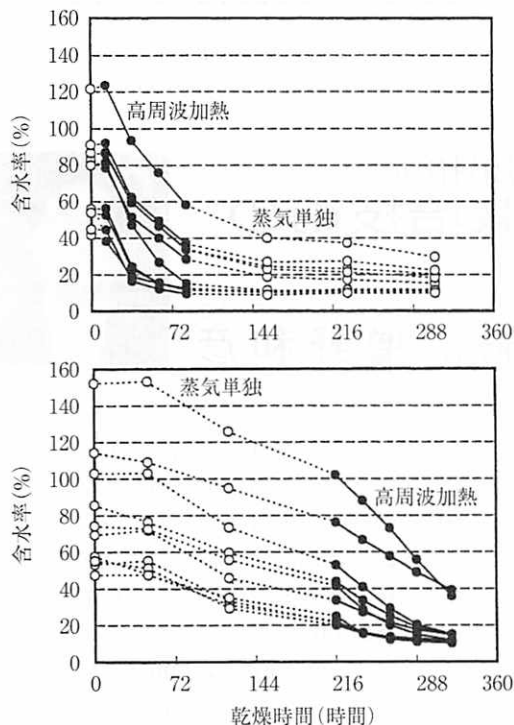


▲図③ 高周波出力と電力量の関係

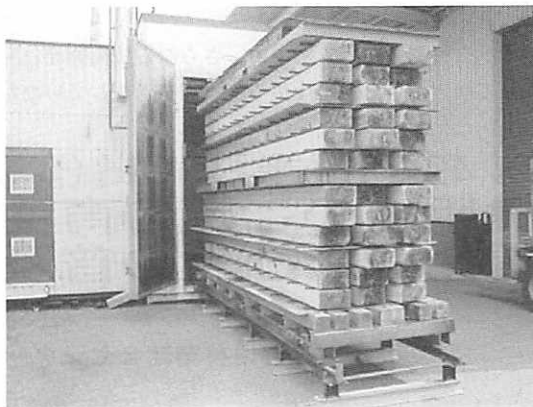
図①はスギ柱材(125 mm 角、背割り材)を乾球温度 50~60℃の一般的なスケジュールで蒸気乾燥した場合と、同様な外周条件で複合乾燥した場合の乾燥経過で、複合乾燥は高周波加熱により材内部を 100℃程度に加熱することにより、蒸気乾燥の 1/5 程度の乾燥時間で含水率 20% に乾燥できることを明らかにした。

図②は、高周波発振機の整合回路の調整の有無による加熱効率（材温上昇と水分蒸発に要した熱量と電力量の熱量換算値との比）を比較したものである。従来、

▼図④ 乾燥前後期の高周波加熱による乾燥経過



▼写真 複合乾燥装置



重視する場合には乾燥後期に高周波加熱することが効果的であった。

実用技術への課題

複合乾燥を実用化するためには、蒸気乾燥と高周波加熱が効率的行える装置が不可欠であり、特に、常圧下で栈木を挿入した状態で効率的な高周波加熱が行える装置の開発が必要であった。装置の開発については山本ビニター(株)が、(財)住宅・木材技術センターが推進する革新的技術開発促進事業で「高周波・蒸気複合乾燥機の開発」に取り組み、高周波回路に新たな同調回路を組み込むことにより、栈木を挿入した状態でも効率的な高周波加熱が可能な装置を開発した(写真)。また、この装置で各種の実証試験を実施して、複合乾燥が従来の蒸気乾燥に比較して仕上がり品質がよく、短時間で乾燥できるとともに、乾燥コストでも遜色がないことを実証した。

成果の公表と普及

研究の成果は、日本木材学会、日本木材加工技術協会の年次大会、木材工業、木工機械、当センターの研究報告等に発表するとともに、複合乾燥装置の導入を計画している企業に対しては実大材による試験乾燥等を行い、乾燥時間や仕上がり状態、乾燥コスト等を明らかにして、技術相談、技術協力の形で情報提供や技術移転を図った。現在、複合乾燥装置は奈良県をはじめ九州、中国、東海、関東などの製材工場、森林組合等に導入され、スギの柱材や梁材、ペイマツの梁材等が乾燥されている。

おわりに

複合乾燥が実用化されてまだ2年ほどであるが、今後も乾燥現場での状況を把握して、そこで求められる要望に対処していくとともに、複合乾燥をより効果的、

高周波加熱では栈木のような空間が存在すると加熱効率は低下するといわれていたが、高周波発振機の整合回路を調整してインピーダンス整合を適正に行えば、加熱効率は低下しないことが明らかになった。

図③は、外周温度が異なる場合の高周波出力の大きさと材温を95℃まで加熱するのに要した電力量の関係である。いずれの外周温度でも、出力が小さくなると電力量が直線的ではなく、指数的に増加する傾向を示した。高周波出力の決定に際しては、短時間で昇温でき、かつ少ない電力量で加熱できる大きさが重要である。また、複合乾燥では、栈木部分は乾燥初期に、より加熱されやすい特性があり、出力が大きすぎると極端な加熱むらが起こる可能性がある。したがって、高周波出力の大きさは、加熱に要する時間や電力量が大きく増加する手前の出力が適正と考えられた。

図④は、スギ柱材を乾球温度60℃、乾湿球温度差7℃一定で材温を95～100℃に制御して、乾燥前期と乾燥後期に高周波加熱した場合の乾燥経過である。高周波加熱中の乾燥速度はいずれも蒸気単独乾燥時に比べて大きくなり、乾燥前半に加熱した場合には乾燥初期の乾燥速度は大きくなるが、仕上がり含水率のバラツキが大きくなった。一方、乾燥後期に加熱した場合には一部の初期含水率が高い材以外は、仕上がり含水率のバラツキは小さくなった。したがって、乾燥時間の短縮を重視する場合は乾燥初期に、仕上がり品質を

効率的に使用していくために、さらなる技術開発に努力していききたい。末尾ながら本研究を支援していただ

いた当センターの方々、県関係者はじめ多くの業界の皆様に対して深く感謝申し上げたい。

第49回林業技術賞(独森林総合研究所 支部推薦) 食用きのこ類の育種と栽培技術の 開発およびその普及

長野県林業総合センター 主任研究員 増野和彦



はじめに

きのこ栽培は中山間地の貴重な収入源で、林業粗生産額に占めるきのこ類の割合は、この20年間で15%から37%にまで伸び、地域経済に大きく貢献してきた。しかし、生産量の増加とともに、産地間競争の激化、企業経営の参入、海外産の輸入増大などにより、市場価格の低迷は続いている。

そのような状況の中で、きのこ生産者の経営を支援していくためには、経営の効率化を図るとともに、新たな品目を開発して多品目化と付加価値の高い機能性きのこなどの開発を推進する必要があった。

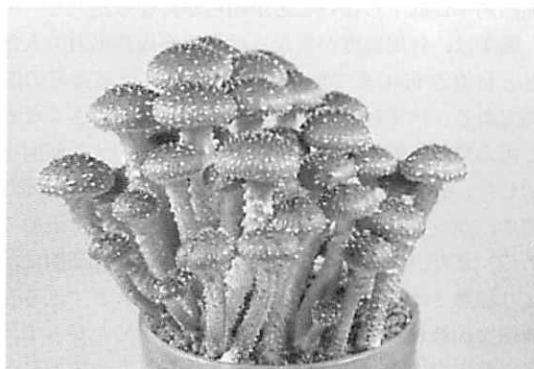
その一環として、長野県が全国第1位の生産量を占めるナメコについて、長野県の職務育成品種として優良品種を開発し、低価格で生産者に供給することを可能にした。また、森林に存在する野生きのこの遺伝資源を活用して新たなきのこ生産を可能にし、きのこ産業の裾野を広げ、さらに付加価値の高いきのこ生産の確立に努めた。以下にこれらの概要を紹介する。

ナメコ新品種の開発

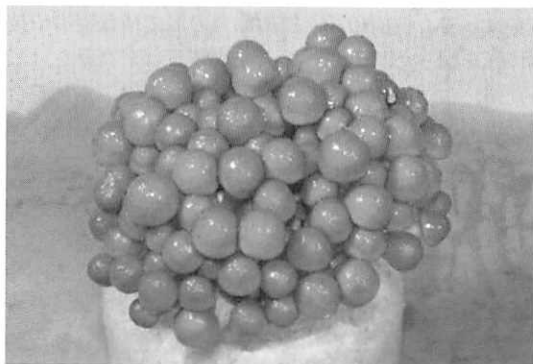
ナメコは日本と台湾でのみ自生が確認され、ほぼ日本固有種といわれる有力な栽培きのこの一つである。ナメコ生産は、昭和50年代の後半から空調施設を用い

た生産方法が主流となり、生産量をさらに増大させた。しかし、それに伴い販売価格の下落が始まり、ナメコ生産者は、生産コストの削減や単位当たり収量の増大などの経営の合理化を迫られた。

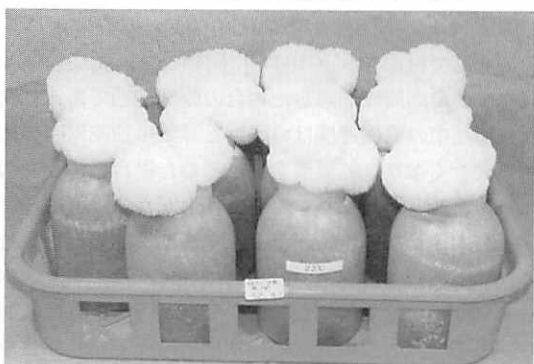
これらの課題の解決策の一つとして、公立研究機関による実用品種の開発を試みた。ナメコ野生株の交配により1,056系統を作出し、その中から空調栽培特性の優れたナメコ2品種を選抜し、種苗法に基づく品種登録を行った(写真①)。これにより、生産者は公立機関による開発品種として、低価格での優良品種の利用が可能になった。ナメコプロトプラス再生菌株を利用することにより、原基形成所要日数、子実体形成適温度、収量などで親株と異なる特性を持つ菌株が選抜で



▲写真② ヌメリスギタケ登録品種(長林総NU-1号)



▲写真① ナメコ登録品種(長林総2号)



▲写真③ ヤマブシタケ

▼表① ヤマブシタケ現地適応化試験収支計算（10,000本当たり，K氏）

区分	項目	金額(円)	備 考
経費	培養原価	30,870	種菌費 単価 105 円 使用量 280 本
		90,720	オガクズ 7,200 円 12 m ³
		16,280	豆皮 35 円 443 kg
		17,758	コーンマッシュ 37.5 円 451 kg
		9,035	宝クリーン 494.5 円 17.4 袋
	労務費	131,985	ブナシメジ3年間の平均を準用
	電力費	16,970	栽培日数割でブナシメジ3年間平均の1/4を計上
	燃料費	7,600	ブナシメジ3年間の平均を準用
	水道費	2,300	ブナシメジ3年間の平均を準用
	修繕費	20,000	ブナシメジ3年間の平均を準用
経費計	消耗品費	81,000	出荷用トレイなどは実費，ほかはブナシメジを準用
	経費計	424,518	
生産物収入		849,000	平均単価 84.9 円×10,000 本，1ピン当たり平均収量 100 g
利 益		424,482	生産物収入－経費

減価償却費は未計上

きることを見だし，プロトプラストを利用したナメコ育種技術の開発を行った。

きのこ新品目の栽培技術の開発

野生するきのこ類は，5,000 種とも 6,000 種ともいわれるが，主要な栽培きのこは 10 種にも満たない。自然界には，栽培できる有用なきのこがさらに多く存在すると思われる。一方，有力な栽培きのこは，1 品目の生産量が増大するに従い販売単価が下落し，生産者の経営が悪化してくる。

そこで，新たに自然界から有用な栽培きのこを検索し，多様なきのこ栽培を実現するとともに，付加価値の高い機能性きのこの開発を行った。

①ヌメリシグタケ栽培技術の開発：野生きのこであるヌメリシグタケの栽培技術を開発した。野生株の選抜により，菌床栽培特性の優れた 1 品種を，種苗法に基づく品種登録を行った(写真②)。秋期の販売価格の上昇する時期に出荷する複合経営品目の一つとして実用化されており，多品目化，地産地消の促進に貢献した。

②ヤマブシタケ栽培技術の開発：野生きのこであり，脳神経生長因子誘導促進物質を含み，薬理効果が高いことが知られているヤマブシタケについて，菌床栽培技術を開発した(写真③)。特に，培養が 15～20 日の短期間で十分なこと，形状のよい子実体の生産には発生温度が 10～12℃の低温が適すること，などを明らかにした。また，簡易測定法を用いて，抗腫瘍活性は系統差，培地基材および栄養材の種類により異なることも明らかにした。

生産者などの要請により，種菌を提供して現地適応化試験を実施した。現地適応化試験においては経営収支の試算も行い(表①)，実用可能なことを明らかにした。ヤマブシタケの生産量は，平成 9 年の 4.6 t から平成 13 年の 148.5 t に急激に増加しており，付加価値の高い機能性きのことして，新品目の実用化に大きく貢献した。

③クリタケ菌床栽培技術の開発：原木栽培のみであったクリタケ栽培において，菌床栽培を可能にした(写真④)。また，野外栽培，簡易施設栽培，空調栽培の技



▲写真④ 菌床クリタケ

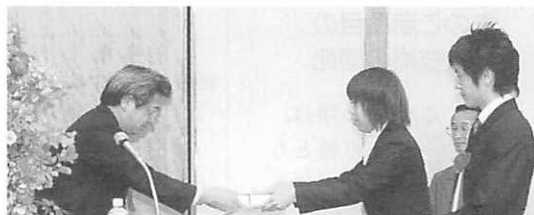
術を開発した。クリタケ栽培は昭和 50 年代の後半，原木栽培により広がりを見せたが，発生の短期間集中により販売価格が最盛期に暴落してしまうため，しだいに生産が減少した。この解決策として，菌床栽培になじまなかったクリタケにつき，菌床栽培特性のある菌株を選抜することにより，環境調節による不時栽培を可能にした。

おわりに

今回の受賞の対象となり報告した事項は，いずれも林野庁補助研究課題，「細胞融合による食用きのこの優良個体の作出」(昭和 61～平成 2 年度)，「菌床栽培用きのこの育種と栽培技術の改良」(平成 3～7 年度)，「ニュータイプきのこ資源の利用と生産技術の開発」(平成 8～15 年度)の一環として，それぞれ実施したものである。この間，ご指導，ご助言いただいた森林総合研究所(旧・国立林業試験場)の先生方，林野庁研究普及課研究企画官，参加各県研究担当者および関係各位の皆様に，厚くお礼申し上げます。

第14回学生林業技術研究論文コンテスト

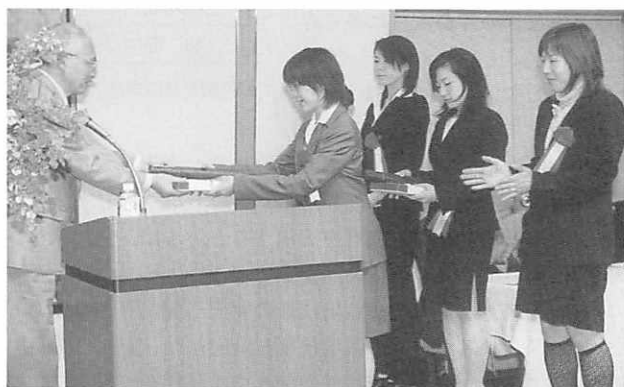
- 日本林業技術協会では、林業技術の研究推進と若い林業技術者育成のため大学学部学生を対象として、森林・林業に関する論文（政策提言を含む）を毎年募集・審査し、優秀論文に対して表彰を行っています。本誌5月号でお知らせしましたように、今回は7名の方々が受賞されました。本号では要旨をご紹介します。なお、受賞者の所属は応募時のものです。
- 表彰は、5月28日、虎ノ門パストラル（東京）において開催された本会第58回通常総会の席上で行われました。
- 訂正とおわび…本誌5月号42ページに掲載した「受賞者の発表」記事で、井上友樹氏・渡辺梨沙氏・中川友希氏の論文タイトル、井上・渡辺・小川氏の大学所属名に誤りがありました。本号掲載分をもって訂正させていただきます。まことに申し訳ございませんでした。



▲林野庁長官賞(加藤長官(当時))



▲日本林学会会長賞(長坂会長代理)



▲日本林業技術協会理事長賞・同特別賞(弘中理事長)

受賞論文の紹介

林野庁長官賞

第14回学生林業技術研究論文コンテスト



ときおか
あきこ

山地斜面における落葉リター滞留 および分解に影響を与える倒木の特性

時岡 あき子 東京大学 農学部 応用生命科学課程 森林生物科学専修

落葉リターは、森林の腐食連鎖の中で重要な位置を占めている。山地斜面に成立する森林では、林床上のリターは主に風によって斜面下方に向かって移動する。山地斜面には林床植生や小凹地などのさまざまなリターの捕捉滞留構造が存在するが、定(2001)は、大きなリター滞留パッチは倒木によって形成される場合が多いこと、そうしたパッチの深部は湿潤で、土壤動物が多く、落葉リターの分解は速いことを示している。

上記の内容を踏まえ本研究では、山地斜面において、落葉リターの滞留量や滞留様式に影響する倒木の特性とともに、落葉リター分解および土壤動物に対して影響を与える倒木の特性を、野外調査、リターバッグを用いた落葉分解実験によ

って明らかにすることを目的とした。

調査地では斜面方向、すなわち縦向きに位置する倒木が多かった。倒木の長さ、断面積、横臥角^{おうが}の間には正の相関が認められ、サイズの大きな倒木は縦向きに倒れている場合が多いことが示された。

倒木によって形成されるリター滞留部の落葉リター量には、倒木の長さと横臥角が影響を与えていた。また、大きなリター滞留部の形成される過程として、サイズの大きな倒木が縦向きに位置し、その両側に細長いリター滞留部を形成する場合と、比較的サイズの小さな倒木が斜面上の構造物に支えられて横向きの状態を維持し、斜面上側に広く深いリター滞留部を形成する場合があると考えられる。リター滞留部における落葉リターの分解と土壤動物には、倒木の太さ、長さ、腐朽の程度が影響を及ぼしていた。太い倒木は直接的な水分供給を通して、また、長い倒木は大きなリター滞留部を形成することにより、間接的な水分保持効果を生じることで、分解を促進するとともに、土壤動物の生息環境に正の効果をもたらしていた。倒木の諸特性がリター分解および土壤動物に与える影響は、リター滞留を介した間接効果よりも直接効果のほうが大きかった。

以上より、森林生態系の物質循環や腐食食物網に大きな影響を与える倒木の特性は、サイズ、横臥角、腐朽の程度であり、特に倒木のサイズは、リター滞留とともに水分の保持、供給を通して重要な影響を及ぼすものであるといえる。

この研究は、日本列島の森林の物質循環を考えるうえで極めて重要な問題を取り扱ったものである。また、その研究方法と得られたデータの解析にも独創性があり、高く評価される研究である。

林 野 庁 長 官 賞

第14回学生林業技術研究論文コンテスト



いのうえ
ともき

熊本県におけるシカによる人工林剥皮害と その発生要因の解明

井 上 友 樹 九州大学 農学部 地球森林科学科

ニホンジカ (*Cervus nippon*, 以下、シカ) の個体数増加に伴い、全国各地で農林業被害が発生し大きな社会問題となっている。特に、剥皮害^{はくひ}は被害木の枯損や材質の劣化を引き起こす原因となり、林業経営の厳しい現状に一層の追い打ちをかける深刻な問題であるが、枝葉採食被害と比較すると研究例が少なく、その発生量と発生傾向を明らかにすることが急務とされている。この研究は、その課題を解明するために、被害が深刻化している熊本県ですで行われている被害調査データを利用し、①単年の剥皮害量の把握、②剥皮害発生因子の検討、③剥皮害とシカ生息密度との関係の解析を行っている。さらに、その結果を利用して県下全体の剥皮害発生ポテンシャルマップの作成までを行ったものである。

今回の研究から、スギよりヒノキに多く剥皮害が発生する傾向があり、そのう

えヒノキの剥皮害長のほうが長いことが明らかとなった。また、単年の剥皮害本数率の分析から、単年で剥皮害発生量は両樹種とも非常に低いこと、新規剥皮害本数率の分析から、両樹種ともに高い値が示されたことから、シカによる剥皮害は同じ立木に重複して発生するというよりも、年々わずかながら新たな立木が被害を受け、しだいに被害が拡大していることが明らかとなった。さらに、剥皮害発生因子について GIS を利用して立地環境解析を行い、各地点の平均標高、平均傾斜、道路からの距離および市街地の占有割合が主な要因であることを明らかにするとともに、剥皮害発生確率モデルを構築し、熊本県全体の剥皮害発生ポテンシャルマップを作成した。

今回得られた結果は、経験的に得られている知見とも合致し、特に今回作成された剥皮害発生ポテンシャルマップは現在確認されているシカ生息地域とも極めてよく合致している。今後のシカ被害に関する行政施策への非常に有益な資料となっており、実地への応用面においても高く評価される研究である。

日本林学会会長賞

第 14 回学生林業技術研究論文コンテスト



つじた
かおり

果実の色が異なるウメモドキ 2 品種の 鳥類による種子散布

辻 田 香 織 京都大学 農学部 生産環境科学科

樹木の果実のうち種子の周囲を果肉で包んでいるものは、果肉が鳥に食われ種子が排出されることにより種子散布が果たされていることが知られている。果実は鳥に目立ちやすいような赤などの色をしているものが多い。目立ちやすい色をした果実は、目立ちやすくすることに力を注ぐ結果、果実の味（糖度など）は劣るのではないかとする考え方もある。これらを植物間で比較するには、果実の色以外に大きさ、形なども異なるために、厳密に果実の色と味だけの効果を抽出することは困難である。

辻田は同種で果実の色が異なる品種を選び比較することにより、この困難を克服している。赤い実のなるウメモドキと白い実の品種シロウメモドキでは、糖度はシロウメモドキが高い。二つを並べてどちらに多く鳥が誘引されるかをみると、ジョウビタキなどの渡り鳥（冬鳥）は赤い実に有意に誘引される。これに対し、留鳥のヒヨドリでは白い実に誘引されることが多く、赤い実に誘引される場合でも赤から白へ移動することが観察される。この植物に対する経験の少ない渡り鳥では、目立ちやすい赤に誘引されるのに対して、果実の味について学習した留鳥のヒヨドリは、糖度の高い白い実に誘引されることが多いものと考えられた。

以上のようにこの研究は、うまくデザインされた野外実験において、精緻な観察により、果実の目立ちやすさが渡り鳥と留鳥に対しては異なる効果を発揮することを立証したもので、興味深くかつ高いレベルの研究であると評価できる。

つまだ
かよこ

樹木病原菌ベッコウタケの 厚膜孢子の特性

妻田 かよ子 東京農工大学 農学部 地域生態システム学科

ベッコウタケは街路樹や公園の樹木に材質腐朽を起こしたり、ときには衰退させるとして都市の樹木管理者には最も危険視されているが、山林では被害報告がなく、若いきのこは大型で派手な^{だいだい} 橙色にもかかわらず、林内での採集例が少ない不思議な菌である。

本論文では、栄養成長する菌糸体上の厚膜孢子に着目し、孢子の生産、発芽、耐久性について実験し、生理特性とベッコウタケ病における役割を明らかにした。まず、どんな条件で、どれだけの孢子を作るのかを丁寧な^{ていねい} 検鏡で調べ、きのこにできる担子孢子と異なり、好条件下で大量に生産する様式を明らかにした。発芽の様子を観察するため、厚膜孢子を菌糸から分離する方法を工夫して、実験系を確立した。この孢子が幅広い pH 条件で発芽可能であることなどを明らかにし、それ以上の悪条件でも耐久性があることまで調べ上げた。

どの実験も孢子だけでなく、それを生産する菌糸体についても同条件で行っており、緻密に^{ちみつ} 考察を深めている。極端な pH や高温、乾燥など、樹木に厳しいストレスを与える環境に耐えられることと、他の腐朽菌が弱い都会のアルカリ土壌での優位性が、都会で優占できる理由という結論は興味深い。

丁寧な実験の組立てと新^{など} 方法の開発によって、森ではまれなのに都市で強いというベッコウタケの謎の一端を明らかにし、都市と森林の樹木が抱える環境の違いを、腐朽菌という存在から浮き彫りにした内容は高く評価できる。

わたなべ
りさ

都市住民による森林管理の 実体と可能性

渡辺 梨沙 東京農業大学 地域環境科学部 森林総合科学科

環境問題が国際的に議論される中で、「国民参加の森林づくり」など森林に対する国民の関心が高まっている。こうした中で、森林ボランティア団体が80年代の中ごろより多く見られるようになり、90年代になって急速にその数を増している。今日、森林ボランティアによる森林管理が人工林や雑木林などを問わず各地で進められるようになっている。

ところで、近年のわが国における森林・林業の情勢は、長期的な木材価格の低迷から農家林家の林業離れが進み、戦後造林した林分の大半が除・間伐などの要保育林分となっているにもかかわらず放置される林分が多く、森林荒廃を引き起こしている。そのことは、木材生産機能をはじめ森林の公益的機能を低下させている。特に、都市近郊の森林については、環境財としての側面からも森林の適正な管理が緊急の課題といえる。

こうした現状を踏まえて本論文は、そもそも現代社会におけるボランティア活動とは何かについて理論的検討を進め、荒廃しつつある都市近郊森林の適正な管理のために、森林ボランティアはどのように位置づけられるのか、森林ボランティアによる森林管理の可能性はあるのか、また、森林ボランティアを進める場合のボランティア組織や運営のあり方等について、東京都の森林ボランティア団体を事例（実際に参加とアンケート調査）に検討し、都民参加による森林管理の方向を提示したものであり、「国民参加による森林づくり」の理論的根拠と展開方向を提示した優れた論文である。

日本林業技術協会理事長賞

第14回学生林業技術研究論文コンテスト



なかがわ
ゆき

窒素、リン、カリウムが塩水灌漑下のユーカリ (*Eucalyptus gunnii*)の成長に及ぼす影響について

中 川 友 希 鳥取大学 農学部 生物資源環境学科

乾燥地の環境条件の特徴として、土壌の①水分条件の悪さ、②貧栄養、③塩類集積が挙げられる。この中で③の土壌塩類集積は、乾燥地緑化のみならず、農業にとっても非常に大きな問題である。この改良、対策として、従来から土木工学的的手法により種々行われているが、陸地の1/3を占める広大な乾燥地と経費なども相まって、この手法は限界に遭遇している。これを自然、生物の力を利用して改良し、その生態系の生産力を上げる試みを乾地緑化研究室では推し進めている。その中で中川は、広く乾燥地緑化に用いられているユーカリを塩類集積地に植栽し、上記の事柄を解決することを考えた（中川は乾燥地緑化に非常に関心を持ち、4年生の卒業論文を鳥取大学乾燥地研究センターで行うために乾地緑化学研究室に所属した）。

乾燥地樹木の中で、ユーカリは中程度の耐塩性を持ち、いわゆる塩類集積地に植栽するにはユーカリは、耐塩性の面で困難さを伴う。そこで、塩類によるナトリウム障害および浸透圧バランスの乱れを和らげるために、施肥をすることを考案した。

1年余にわたる実験の結果、施肥によるイオン拮抗作用^{きっこう}により、ナトリウム障害を軽減させることが判明した。また、施肥によるカチオンにより、ナトリウムによる浸透圧バランスの崩れが緩和されることが解明された。

この成果は、今後の乾燥地緑化の一助となると思われ、創造的かつ発展性のある論文として、高く評価されるものである。

日本林業技術協会理事長賞特別賞

第14回学生林業技術研究論文コンテスト



おがわ
ゆうき

黄土高原における土地荒廃の状況 — その回復の対策と地域の人々の暮らし

小川 結希 日本大学 生物資源科学部 森林資源科学科

まず黄土高原について、これまでに調査された報告を広く集め、変化に富む広大な地域の自然と社会について、基礎的な条件と状況を取りまとめ、地域に暮らす人々の課題を次のようにまとめた。①農民が緑化の意義を認識すること、②農耕地を森林に転換し、経済林による収入アップを図る、③井戸水枯渇による生活水の深刻な不足、④干ばつ年の食糧不足、⑤耕地拡大と過放牧による森林減少対策、⑥集中豪雨による家屋の破壊。

次に、今日行われている荒廃地回復の代表的なプロジェクトの具体的な内容を説明し、取り組まれている課題を次のようにまとめた。①緑化について国と現場との間のずれをなくす、②現地の人々の樹林管理技術の向上、③その土地の条件に合った緑化を進めていく。

そして最後に、短期間ではあるが、筆者は現地を訪れ、荒漠とした高原の姿を観察し、人々の暮らしに接した感慨をまとめ、乾燥地での緑化がどんなに難しいかを思い知らされたという。水不足がどの村でも年々深刻になっており、しかし植林には水が必要であるから、農民の生活用水との調整を図りつつ緑化していくことは、最大の課題となっていくだろうと結んでいる。

この論文を読むと、黄土高原の自然の荒々しさと、それに挑む人間の執念を感じることができる。自然と人間との“共存”のドラマに思わず引き込まれていく。ある種の感動を覚える卒業論文である。黄土高原はあまりに広く、人の営みの歴史はあまりに長い。卒業論文のテーマには、あまりに壮大である。一方、テーマを狭く短くすれば論文としてまとめやすくなるが、筆者の意気込みは薄れやすい。スケールと情熱を秘めている点を特に評価したい。



▲受賞者の皆さん（左から、時岡、井上、辻田、妻田、渡辺、中川、小川さん）

間伐材を原料にした木炭粉の用途開発

— 木炭粉活用による下水汚泥のエネルギー資源化

頼信文夫 (株)九州チャコール 代表取締役

〒 886-0005 宮崎県小林市南西方 7164 ☎

Fax.

1. はじめに

全国の下水道整備は、社会基盤整備の一環として1990年ごろから急速に普及しており、終末処理場で発生する余剰汚泥の処分が、海洋投棄を禁止する「ロンドン条約」の影響もあって大きな社会問題となっている。また、処理場にとっては大きな経費負担となっているばかりでなく、地域住民の負担も軽視できないものとなっている。

一方では国内産木材の需要低迷から山林の荒廃が進んでおり、その影響は山林のみならず河川や海域、災害の発生、飲料水や農業用水の確保、生態系の維持など、広範な分野に及んでいる。したがって「森林の再生」は急務なのである。

国内産木材の需要開拓については各種の試みがなされているが、継続的、恒久的対策としての産業ベースでの対策は未だ見あたらない。筆者は木材チップで起業し、その後、成型木炭など木炭との付き合いが始まり、以来40年が経過した。化石燃料時代の到来とともに燃料としての需要は大幅に落ち込んだものの、ここに来て、その素材が持つ特性、機能が評価され、環境資材としての価値が見直され、大きな用途開発の可能性が出てきた。従来からスギ、ヒノキは木炭の材料とは見なされなかったが、粉にすることによって新しい産業ベースでの用途開発が実現した。それが、今回発表する木炭粉添加による下水汚泥の発電用燃料化技術である。

2. 木炭粉と木炭塊の違い

同じ木炭でもこの両者は、用途という点では別のものであるという認識をまず持つことが重要である。その違いは、小麦と小麦粉の違いと考えればわかりやすい。粉になることによって流動性を持ち、素材自体の特性、機能性を増大する資材となる。複合的働きをするのは粉ならではのもので、塊の世界とは違うのである。

木炭粉製造工程には、木炭塊を粉砕する方法と、初

めから木炭粉をつくる方法(壁炉方式)がある。後者は市販の重機を効率的に使うことができ、また、原料に安価な材料が使えるため他の製造方法に比べて有利である。

産業ベース用途では「大量」と「安価」が不可欠の要件で、木炭粉でなければならないという産業ベース用途にこそ継続性、恒久性が求められるものと考えている。塊と粉との違いをことさらに強調するのは、木炭業界の関係者の間でもこの認識が薄いため、産業ベース用途の開発に対する挑戦意欲がわからないからである。木炭粉に対する認識の重要性をあらためて強調したい。

3. 木炭粉と下水汚泥の 組み合わせによる効果

1) 脱水率の向上(吸着、凝集効果): 下水汚泥処理は、一般に高分子凝集剤を使った機械脱水を主体にしたものである。脱水工程では種々の機械式脱水が行われているが、結果的に水分78%程度にとどまっている。無機系凝集剤を使い、フィルタープレスを使用すれば65%になるのであるが、これはCa過剰の土壤資材向けにしかならないのである。

木炭粉を高分子凝集剤と併用することによって、フィルタープレスで水分60~65%の脱水ケーキを得ることができる。これは単に処分のために焼却するのではなく、発電用のエネルギー生産のための資源となるのである。このことが本開発の中核となっている。それはまた、土壤資材としても有効なものであることはもちろんである。

2) 脱臭効果: 水分96%の濃縮汚泥では悪臭があるが、木炭粉の添加で大幅な改善が行われる。この脱臭効果によって、従来は困難だった外部へのトラック移動が可能となり、その他本件工程を全面的に改善することになる特長がある。

3) 燃焼効果: 下水汚泥の組成は、有機物20に対し無機物5の割合で、発熱量は約4,000 kcal/kgが全国平均とされている。木炭粉は6,500~7,000 kcal/kgとなっているが、本件ではスギ、ヒノキの間伐材が主体

であることから6,500 kcal/kgと見てよい。水分96%の濃縮汚泥と木炭粉3%を混合した脱水ケーキの乾燥物は、カロリーメーターによる測定では約5,600 kcal/kgとなる。これによって一挙にタービン発電による電力生産の余力が生まれることになるのである。

4) 農業、土壌資材効果：従来法による有機系、無機系凝集材を使った脱水ケーキでは、コンポスト化に数十日を要している。木炭粉添加の脱水ケーキは「菌体チャコール(仮称)」となってコンポスト化を必要とせず、直接作物に施すことのできる農業資材となるのである。木炭粉の保持する水溶性ミネラル効果は肥料要素であり、ミクロの細孔隙は物理的、化学的に土壌改良効果をもたらす。特に、地方の市町村では農村地域など周囲の事情により、発電燃料化よりも土壌資材化の方向を目指したほうが有利な場合もある。

しかし、農業分野においては近隣諸国の台頭に押され厳しい状況にあるなかで、また、複雑な肥料の流通分野に参入することは容易ではない。さらに、あらゆる産業の残渣が農業資材向けを^{どん}はけ口^きにしていることもあり、この分野では混乱期にある。

5) 焼却灰効果：下水汚泥のみの焼却灰はカリ分がないといわれ、農業用には向かないとされている。木炭粉を添加することによってその焼却灰は、木炭粉の持つ水溶性カリ分がそのまま残るため、農業資材としての有効性が増し、従来のコンポストなどの加工汚泥

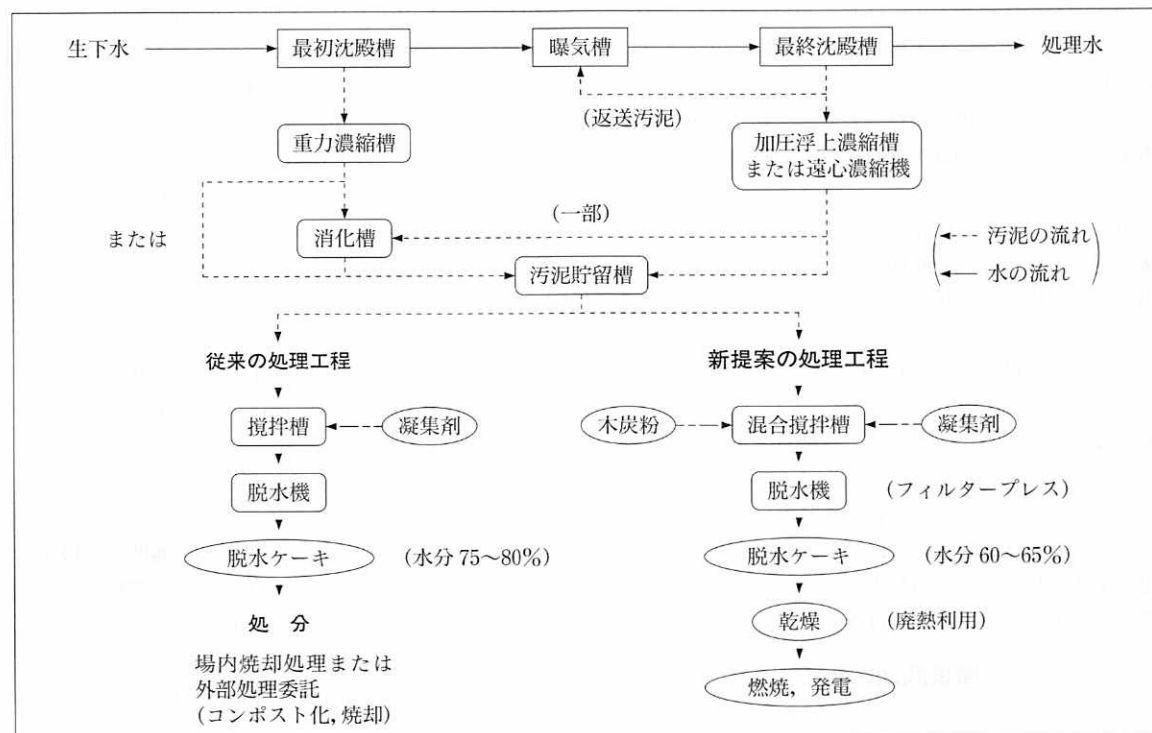
に対する評価も高まるものと期待される。

4. 下水処理場の現状

下水道整備事業では流域下水道の場合、家庭や工場の排水は市町村が建設する下水管によって集められ、さらにそれを集める幹線の下水管と終末処理場を県が建設するものである。運営経費では下水管の建設、維持管理が75%を占めており、25%が処理工場なのである。いずれも国から多額の補助費が出るものの、最終的には地域住民の負担^{めだ}に委ねられている。終末処理場では、BOD(生物化学的酸素要求量)を20 ppm以下に浄化して近くの河川や海に放流することが「下水道法」によって義務づけられている。処理に伴って発生する汚泥は、脱水ケーキにして処理場自体で焼却、コンポスト化するか、処理費を払って外部に委託処分しているのが現状で、人口50万都市以上では焼却処理のケースが多い。焼却処理では残灰の処理を伴うが、同じく処理費を払って外部のセメント工場や建設資材業者に委託処分しているのが実態である(図)。

5. 発電燃料化の収支

下水処理場で発生する汚泥を、木炭粉を使って発電用の燃料資材にする場合、新たに発生する支出の主なものとしては、木炭粉購入費と焼却発電のための新設設備の償却費が出てくる。一方、従来の支出から削減



▲図 下水処理場の処理工程の概要

される主なものとしては、年額にして大きな経費となる脱水ケーキの委託処理費、不要となる分の無機系凝集剤購入費、自家発電による電力料金、汚泥消化工程にかかる設備、経費等が挙げられる。

処理場で消費される電力は曝気槽の送風機用電力が全電力の約80%を占め、ランニングコスト中、人件費を上回る最も高額なものとなっている。木炭粉添加汚泥の燃料化によって全電力の約75%が自家発電で賄われるため、従来、汚泥の処分に外部委託経費を要していたことに比べるとその差は顕著なものがある。

6. 木炭粉の供給体制

木炭粉供給側の課題としては3点ある。

第1に、需要に対応する生産量の確保の問題である。国内の山林には莫大な量の間伐材が残されているといわれている。林野庁森林整備部から発表された数字を基に試算すると、仮に全国の下水汚泥に木炭粉を添加して発電燃料化しようとすれば、約半分の量しか賄えないことになる。しかし、国内産主伐材、輸入材の製材所廃材などで賄うことによって、間伐材の伐採計画にも余裕ができるはずであり、木炭粉の供給量は担保できるものと考えられる。

第2に、質の問題がある。原料となる資材は、環境上問題にならない樹木を原料にしたバージン木炭粉でなければならない。すなわち、建築廃材などを使用しないことを条件にする生産体制が必要である。このことは、発電燃料資材と土壌資材の両立を考えるうえで非常に重要なことである。産業廃棄物の炭化処理の傾向が多いなかで、環境資材である木炭粉とは異なり、重金属などの有害物質を含有するこの種のものの参入を防ぐことが重要である。

第3に、コストの問題である。木炭粉の価格は、今後入札などによる競争原理が導入されると、現在トン当たり6万円前後の相場が低下するものと見込まれる。一方、現在大手企業で数億の生産設備が開発されているが、製品単価が10万円以上になってしまっている。これに対して高積み式平炉の壁炉では、収率は同じでありながら市販の重機を効率よく使うことで、生産コストも1/3に削減可能である。しかし、従来のコストダウンのための技術開発は進められなければならない。

それとともに重要なのは、原料木材のコストの安定化である。将来、需要の増大に伴うコスト上昇は、当然考慮に入れておかなければならないところである。

7. 環境問題の視点から

下水汚泥は生ゴミに比べて焼却の際の有害ガスの発

生が1/10といわれている。また、木炭粉は自然物である木材から生産されることにより、有害成分を含まない。下水汚泥は、従来から悪臭が問題視されてきた経緯があるが、木炭粉との組み合わせによりこの問題も解決されることから、環境にやさしい資材であるといえる。

燃焼による大気への影響については、CO₂問題とNO_x、SO_xの問題があるが、このうち樹木には硫黄分は含まれていないため、当然木炭粉も同じである。化石燃料を使用する発電に比べて環境上好ましいといえる。木炭粉を燃焼しない農業資材や土壌改良材として利用する場合は、木炭粉は炭素の固定化剤としての機能を有し、地球温暖化防止に貢献するといえる。

また、国内産木材の需要減少による山林の荒廃ならびに河川や海への影響を考えると、間伐材の安定的、恒久的産業ベースでの需要を創出することは、単に環境上好ましいだけでなく、国土の保全に大きく貢献するものと考えられる。

このような環境メカニズムは、この取り組みの出発点でもあり基本でもある。その点で国が先頭に立って本件の推進にご理解、ご尽力されることを望むものである。

8. まとめ

元来、下水処理業界では汚濁物質や汚泥の減量化を目的とするものであり、木炭粉を添加し汚泥の量を増加させることは必ずしも理にかなった方法とはいえない。しかし、従来から産業廃棄物扱いとなっている下水汚泥が、電気エネルギーを生産するクリーンなバイオマスエネルギー源となることによって、処理場の経営革新、環境保全、木炭業界ならびに林業界の振興や活性化につなげることができれば、それは画期的な事業といえる。処理場サイドでも、経営の合理化、経費の節減が望まれており、時宜を得た提案と考える。脱水テストはテストプラントによる試験ですでに所定の脱水率を確認しており、燃焼によるタービン発電部門は専門分野のI社に委ね、効率的な設備の開発を依頼しているところである。

以上のとおり、木炭粉の原料供給母体となる林業技術界の諸氏に批判を仰ぎたく発表するものである。

最後に、この研究にあたって幾多の難関を突破する原動力となっていた元・福岡県工業技術センター生物食品研究所長の猿渡高治氏、そして前・日本下水事業団研究開発部総括主任研究員中沢均氏、九州大学大学院教授楠田哲也氏のご指導に対し、厚く感謝申し上げます。

林業関係行事一覧

7 月

区 分	行 事 名	期 間	主 催 団 体 / 会 場 / 行 事 内 容 等
全 国	平成 15 年度山火事予防ポスター用原画および標語の募集	6.1~9.18	林野弘済会(東京都文京区後楽 1-7-12 ☎ 03-3816-2471) / 全国の中学・高等学校の生徒から山火事予防ポスター用原画と標語を、一般から標語を募集する。
〃	第 13 回世界子ども愛樹祭コンクール	6.1~16.3.31	世界子ども愛樹祭コンクール実行委員会(福岡県八乙女郡矢部村大字矢部 10528 ☎ 0943-47-2122) / 自然や郷土を愛する心を培うことを目的に、絵画、作文、詩を全世界から募集する。
〃	平成 15 年度間伐・間伐材利用コンクール	6.24~9.5	間伐推進中央協議会(東京都千代田区神田 1-1-12 全国森林組合連合会内 ☎ 03-3294-9715) / 間伐および間伐材利用推進を目的として、間伐による森づくり部門、暮らしに役立つ間伐材利用部門の取り組みを募集・表彰。
栃 木	第 15 回ふるさと松ポスター原画コンクール	7.1~9.30	栃木県(林務部造林課) / 松くい虫被害対策の一環として、ふるさと松を題材としたポスター原画を募集・表彰。
埼 玉	全国高等学校林業教育研究協議会研究大会ならびに総会	7.29~30	全国高等学校林業教育研究協議会・埼玉県農業高等学校校長会。事務局=埼玉県立秩父農工高等学校(埼玉県秩父市大野原 2000, ☎ 0494-22-3017) / ナチュラルファームシティ「農園ホテル」/ 林業関連学科の関連職員が集い、研究協議・情報交換を行う。
熊 本	第 14 回 緑の少年団全国大会	7.30~8.1	全国緑の少年団連盟(東京都千代田区平河町 2-7-5 砂防会館内 ☎ 03-3262-8457) ほか / 記念式典「阿蘇町立体育館」、交流集会「阿蘇郡 12 町村」/ 全国の緑の少年団が一堂に会し、自然の中での体験学習等や共同生活を行う。
東 京	大地の恵み里山のゆたかさ体験展	7.31~8.5	里山のゆたかさ実行委員会(国土緑化推進機構ほか) / 日本橋三越本店(6 階 3 越劇場、屋上) / 日本の原風景をテーマにした体験展。ミュージカルショー、ワークショップ、森の仕事紹介等。

8 月

区 分	行 事 名	期 間	主 催 団 体 / 会 場 / 行 事 内 容 等
新 潟	アースセレブレーション 2003	8.22~24	アースセレブレーション実行委員会(新潟県佐渡郡小千町 1940-1 小千町企画商工観光課内 ☎ 0259-86-1113) / 和太鼓演奏集団「鼓童」の演奏を主体とした国際芸術祭。森林再生を目的にブナ林でのコンサートやワークショップ等を開催。
島 根	第 16 回国際木材機械加工セミナー	8.24~30	第 16 回国際木材機械加工セミナー運営委員会(島根県松江市西川津町 1060 島根大学内 ☎ 0852-32-6562) / 松江テルサ / 国際林業研究機関連合(IUFRO)の製材・機械加工部会主催、木材・木質材料の切削加工に関する研究発表・討論・国際会議。
北海道	第 9 回全国市町村の森サミット	8.26~27	第 9 回全国市町村の森サミット実行委員会(北海道下川町幸町 63 ☎ 01665-4-2511) / サミット「下川町公民館大ホール」/ 現地視察「下川町 21 世紀の森」ほか / 全国の自治体が一堂に会し、森林活用に関する情報交換・討議を通じて「市町村の森」制度の普及を図る。
東 京	JAPAN DIY SHOW 2003	8.29~31	日本ドゥ・イット・ユアセルフ協会(東京都千代田区鍛冶町 1-8-5 ☎ 03-3256-4475) / 幕張メッセ国際展示場(千葉市美浜区中瀬 2-1) / 素材・道具の展示、DIY スクール、親子工作大会等。

□Air Photo Lab (エール・フォト・ラブ) の活動紹介

「大人も子どもも全部ひっくるめて空中写真判読を楽しもう。そんな発想で平成 11 年 10 月に「Air Photo Lab」が札幌に発足しました。この一文は、以後 3 年間の活動状況を、「森林航測」第 197~199 号の 3 回にわたり、前・北海道大学の板垣恒夫氏にご紹介いただいた際の冒頭部分です。板垣さんはこの春に大学を退かれましたが、同会の世話役としてますます意欲的に活動が続けておられます。ほぼ月例として開催される勉強会には、全くの初心者でも安心して途中参加できるそうです。最近、渡辺 宏 元・本会理事(札幌在住)も講師のお手伝いをされています。時に応じて現地に出向いたり、ジギスカンを食べたり、関連する分野の専門家のお話をうかがったりと、うらやましいような活動をされています。近在の方で空中写真判読に興味のある方は、一度問い合わせをされてはいかがでしょうか。技術士事務所: 森林航測研究(代表: 板垣恒夫, 〒063-0824 札幌市西区発寒 4 条 3 丁目 1-23, ☎ & Fax, E-mail: kouken-i@beige.plala.or.jp)

リレー連載 レッドリストの生き物たち

7 ノグチゲラ

こ たか のぶ ひこ 環境省 やんばる野生生物保護センター 自然保護専門員 E-mail: NOBUHIKO - KOTAKA@env.go.jp
小高信彦 〒905-1413 沖縄県国頭郡国頭村比地 263-1 ☎ 0980-50-1025, Fax 0980-50-1026

ノグチゲラ (*Sapheopipo noguchii*) は世界で沖縄県のやんばるにのみ生息する固有のキツツキです。古くは琉球政府により天然記念物に指定され、現在は国内希少野生動植物種、国指定特別天然記念物、沖縄県の県鳥、環境省および IUCN レッドリストの絶滅危惧 I A 類など、この世界的な珍鳥を保護するためにさまざまな指定がなされています。ノグチゲラという風変わったこの名前は、1886 年に、この種を採集したイギリス人貿易商の Pryer さんに同行していた日本人採集人のノグチさんに由来すると言われています。1887 年にイギリス人鳥類学者 Seebohm さんによって新種として記載され世界に紹介されて以来、ノグチゲラは常にやんばるにおける開発や自然保護問題の中心に居続けました。

那覇空港に降り立ち、人口約 30 万人の那覇市を抜けて国道 58 号線を 100 km ほど北上すると、東洋のガラパゴスとも呼ばれる野生生物の宝庫、「やんばる (山原)」に到着します。実は地図上に「やんばる」という地名はなく、国頭村、大宜味村、東村の 3 村を中心とした、沖縄島北部の地域をこ

う呼んでいます。やんばるはスダジイを中心とした亜熱帯照葉樹林に覆われ、ノグチゲラをはじめとしてヤンバルクイナやヤンバルテナゴコガネなど、多くの固有種が生息しています。

発見当時からノグチゲラの分布域は沖縄島名護市以北にほぼ限られていたのですが、その後 1960 年代から 80 年代にかけての林道開設や森林伐採・農用地の拡大・ダム建設などによってその生息地が極度に縮小、分断化されてきました。個体数は、ブレイバック法（ドラミングなどを録音したテープを再生し反応した個体をカウントする）によるセンサスや、繁殖個体のなわばり面積などを基に、つがいの営巣数が約 160~200、成鳥の個体数は多く見積もっても 400~500 羽程度と推定されています。

ノグチゲラの有効な保護策を計画し実施するために、環境省では 1998 年に「種の保存法」に基づいて「ノグチゲラ保護増殖事業計画」を策定しました。99 年には国頭村比地に「やんばる野生生物保護センター」が設置され、保護増殖事業の拠点となっています。ノグチゲラ保護増殖事業では、保護策を立てるうえで重要な情報である基礎的な生態情報（つがい関係やなわばり面積、寿命や死亡要因など）を収集するため、1999 年 3 月から足環を装着したノグチゲラの追跡調査を行っています。写真のオスは、99 年 3 月から今年 2003 年 5 月（今年は 3 羽の雛を育てています）まで 5 年連続で巣作り、子育てが観察されています（写真①）。

ノグチゲラの巣穴はスダジイやオキナワウラジロガシ、センダンなどの立ち枯れ木や心材が腐朽した生木に掘られます。入り口の直径が約 6.5 cm、深さ 35~50 cm の巣穴がほぼ毎年新たに掘



▲写真① 1999 年 3 月に捕獲されたノグチゲラのオス

られ、4月ごろになると真っ白な卵が産み落とされます。雛がかえると、親鳥はせっせと巣穴に餌を運び始めます。雛への主要な餌はカミキリムシの幼虫などの穿孔性の昆虫です（写真②）。立ち枯れ木や倒木などをコツコツとつつきながら獲物を捕

らえます。一方、およそキツツキらしからぬ方法で餌を捕ることがあります。これは特に育雛期のオスに多いのですが、セミの幼虫や地上性のクモなどを、嘴に泥をいっぴいつけながら掘り出して採餌します。動物質の餌以外には、ヤマモモやタブなどの木の実もよく運んできます。ノグチゲラの生息に必要な環境として、営巣に必要なスタジイなどの老齢木や大径木、実のなる木を残すだけではなく、豊かな土壌動物相を維持することが、森林管理を行ううえで重要であると言えます。

現在、米軍の北部訓練場内に残された天然林が、ノグチゲラにとって最も重要な生息地となっています。米軍基地があったからノグチゲラが生き残ったのだとの声も聞きます。しかし、基地内に残されている原生の自然もずっと安泰であったわけではありません。琉球政府時代の1970年には、米軍によるやんばるでの実弾砲撃演習が計画され、地元国頭村民による反対行動や、内外の自然保護団体からの要請によって、その計画が中止されるなどの経緯がありました。現在も演習地の部分返還に伴う返還後の森林伐採や、米海兵隊ヘリパッドの北部訓練場内への移設計画に伴う森林伐採や環境改変が、ノグチゲラをはじめとするやんばる固有の希少な生き物たちに与える影響が危惧されています。生息環境の開発以外に、野生化したネコやイヌ、マングースなどの移入動物による影響が心配されています。最近ネコと思われる動物の糞からノグチゲラの爪が見つかっています。また、やんばるでは近年林道の拡幅や、農地化、ゴミのポイ捨てなどの人為的な要因によってハシブトガラスの個体数がずいぶん増えているようです。2002年の繁殖調査では、ハシブトガラスが営巣中



▲写真② カミキリムシの幼虫をくわえて雛に給餌するオス親



▲写真③ 子育て中の巣（写真②と同じ巣）をのぞき込むハシブトガラス

のノグチゲラの巣穴に顔を突っ込むところが確認されました（写真③）。

やんばる野生生物保護センターが設置されてから、今年で5年目を迎えます。設置当初はセンターのある比地集落周辺ではほとんどノグチゲラが観察されませんでした。ところが、2000年ごろから夏季に若鳥を見かけるなど、ちらほらとノグチゲラが見られるようになり、2002年にはセンターのすぐ近くの山林でノグチゲラの巣作りが観察されるようになりました。この地域では、以前農地として利用されていた山が農地としては放棄され、近年ノグチゲラの棲むことのできる森林に育ってきたようです。このことは、適切な土地利用管理を行うことができれば、集落付近でも人とノグチゲラが共存していけるということの証明かもしれません。ノグチゲラをはじめとするやんばる固有の自然、そしてその生物多様性を維持していくためには、現在米軍の北部訓練場内や脊梁山部にわずかに残されている原生の自然を確実に残すとともに、その周囲では人と希少な野生生物が共存できる賢い利用とその環境作りを実践することが重要ではないかと考えています。

《参考文献》

- 安座間安史・石田 健：ノグチゲラとやんばるの森。BIRDER. 11(6), 32-36 (1997)
- 安座間安史・島袋徳正：沖縄島北部地域（国頭村・大宜味村・東村）におけるノグチゲラ生息状況調査。特殊鳥類等生息環境調査VI。沖縄県環境保健部自然保護課。41-58 (1993)
- 金城道男：ヤンバルの森の珍鳥—ノグチゲラ。週刊朝日百科 動物たちの地球 29, 140-142 (1991)
- ノグチゲラ・ワーキンググループ：ノグチゲラ保護増殖事業調査報告書（1999-2000年）。環境省沖縄奄美地区自然保護事務所。46 pp (2002)
- 上田恵介・石田 健：やんばるの自然と鳥—米海兵隊ヘリパッド移設計画が招く危機—。遺伝。55(6), 91-95 (2001)

シアトル便り

No. 4

囚人労働

勝久彦次郎

日本木材総合情報センター シアトル事務所長

米国では各州それぞれの法律に基づき、服役中の囚人をさまざまな労働に使っている。最も一般的なのは、家具製造、ジーンズやTシャツ縫製、印刷、洗濯サービスなどであるが、最近はコンピュータCADなどのハイテクサービスも出現している。

ワシントン州、オレゴン州およびカリフォルニア州の西部3州では州有林での林業労働に服役囚を積極的に使っているが、今回ワシントン州でのキャンプを訪れる機会があったので報告したい。

場所はオリンピック半島西部の山の中、国立公園および国有林に隣接して州有林が多く存在する所である。ここにワシントン州懲治局 (Department of Corrections) のオリンピック懲治センター (Olympic Corrections Center, 以下 OCC) があり、現在約360人が服役している。このうち半数近い約170人が林業労働に従事している。

OCCは州天然資源局 (Department of Natural Resources, 以下 DNR) が管理する約12万エーカー (約48,000 ha) の州有林団地

の施業に資するため、1969年に約100人収容規模のキャンプとしてスタートし、その後一時休止、他施設との合併等を経て現在に至っている。この地域は人口が希薄で林業労働力の確保が困難であったこと、また、民間請負に出すよりも安くつき、苦しい州財政の助けになること、囚人には懲罰的な労働をさせるべきだとの州民感情があったことなどが背景にある。ちなみに、ワシントン州では服役囚労働は原則として本人の自発的な意思に基づくものであるが、隣のオレゴン州では強制義務となっている。

服役囚の日課は4:30の起床に始まり、朝の簡単な運動のあと、5:45から30分間朝食をとる。食事は3食すべて交代で服役囚が作っている。外部作業に出かける者のランチ (簡単なサンドイッチ)

も用意する。ビュッフェスタイルの食事を一緒に食べさせてもらったが、なかなか味はよかった。7:00から仕事開始である。外勤者は黄色い輸送バスに乗って30分ほど離れた現場に向かい、内勤者は掃除、洗濯、厨房、機械器具および車両メンテナンスなどローテーションに従ってそれぞれの部署に就く。

作業の大半は切り捨て保育間伐である。この団地には皆伐後の天然更新木がぼうぼうと密生しているヘムロックやダグラスファー林分、または植栽林分で手入れ不足のものが多く、仕事がなくなることは当分考えられない。服役囚は大部分が都会育ちで森林にはなじみが薄く、森林・林業に関する知識はほとんど皆無のため、DNR職員が初歩的なことから教えている。ここで3~5年鍛えられて刑期を終えた後、民間の造林請負会社に採用されたケースもあるとのことであった。適当な保育間伐作業地がない場合は林道整備、また、春先には植林作業に従事する。

作業は10人一組で、それぞれに監視員が一人付いている。脱走を企てる者がいるのではないかと尋ねてみたら、総勢170人のうち毎年2~3人はいるそうである。た



▲写真① ワシントン州オリンピック懲治センターの入り口。
金網には高圧電流が流れている



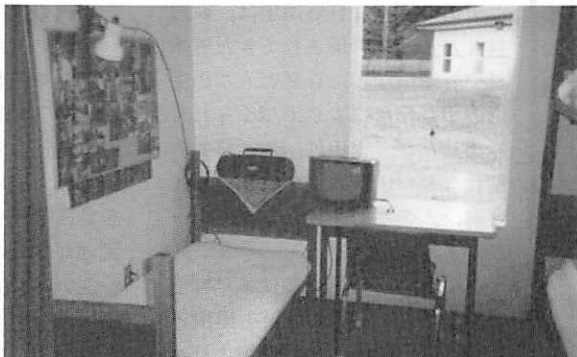
▲写真② 輸送バス。後部はチェーンソーなどの器具類収納庫となっている



▲写真③ 保育間伐作業中の服役囚。本人のプライバシー保護のため、本来は写真撮影は禁止されている



▲写真④ 機械器具ワークショップ。何でもここで直してしまう



▲写真⑤ 寝室。通常は2段ベッドが二つ入った4人部屋であるが、模範囚には一人用のベッドが与えられ、テレビも供与される

だし、直ちに捜索隊が出され、一兩日中に御用となるケースがほとんどとのことである。脱走者にはその後の懲罰が厳しく、刑期も追加される。林業労働に駆り出されるのは刑期2年以上5年未満の服役囚で、重罪者は含まれない。最も多いのは麻薬販売関連の犯罪者である。林業労働に従事すればわずかながらも小遣い稼ぎにはなる。職種によって異なるが、1時間約70セントが支払われている。1日約5ドル、1週間で25ドル、1カ月約100ドルになる計算である。11:30から30分間のランチタイムがあり、現場作業は2:30に終了する。

OCCに戻ると、しばらくは自由時間である。夕食は4:30～6:00の間の好きな時間に食べればよい。敷地の中にはバスケット

コートとバレーボールコートがあり、チームを作ってトーナメントを行っている。スポーツに興味のない者は図書室で本を読んでもよいし、娯楽室でテレビやビデオを見てもよい。6:00～8:30は矯正教育および林業教育、8:30～9:30は各自の洗濯、家族との通信、散髪、読書等の時間で、9:30消灯となる。

OCCには車両類、機械器具類が種々あり、これらのメンテナンスはすべて服役囚が行っている。物いじりの好きな者にとっては格好の職業訓練所である。

林業労働はかなりきついのでこれを嫌がる者もいる。ワシントン州では強制労働ではないと述べたが、働く者にはさまざまなインセンティブが与えられている。労働をよしとしない者は独房でじっと

しているだけであり、前述のスポーツ、娯楽室、小遣い稼ぎなどの機会はない。労働に汗を流し、行いの模範的な者は部屋もグレードアップされる。

独房で悶々とするよりは、森の新鮮な空気を吸いながら汗を流し、わずかでも報酬をもらうほうがよいとふつうの神経の持ち主であれば考えるであろう。3食付きで多少の収入があるということで、中には意識的に窃盗等の犯罪で捕まり、舞い戻ってくるメキシコ人がいるとのことである。彼らは1カ月100ドル程度の収入をせつせと本国の家族に仕送りしているそうである。林業の場合はそうではないが、最近、他の産業部門では囚人労働が民業を圧迫しているとの批判も出ている。



「千葉県里山の保全、整備および活用の促進に関する条例」について

千葉県支部

里山の多様な自然環境は、薪炭林などとして管理されてきた雑木林や谷津田など、自然と人との生活の相互作用により形づくられてきましたが、里山は、生活様式の変化などにより人とのかわりが薄れ、人の手が加えられなくなっています。

このため、千葉県では本年開催した第54回全国植樹祭を契機として、里山の保全、整備および活用の促進を図るための条例を制定したので紹介します。

条例の概要は、次のとおりです。

目的：里山の有する多面にわたる機能を持続的に発揮させ、県民の健康で文化的な生活の確保と活力ある社会の実現に寄与する。

定義：里山とは、人が日常生活を営んでいる地域に隣接し、維持・管理がなされ、またなされていた一団の森林またはこれと谷津田、水辺地等が一体となっている土地をいい、里山活動団体とは、里山に係る活動を積極的かつ主体的に行う営利を目的としない団体をいう。

基本理念：里山の機能を積極的に評価するとともに、県、県民、里山活動団体、土地所有者等が適正な役割分担の下に、協働して里山の保全、整備および活用を図る。

県の責務：県は、基本理念のっとり、里山の保全、整備活用に関する総合的な施策を定め実施するとともに、県民、里山活動団体、土地所有者等を支援する。

里山基本計画：県は、里山に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、里山基本計画を策

本の紹介

清野紀彦 著

あひるの一人ある記

— 息子よ、かくしてオヤジは大人になり記 —

発行所：文芸社

〒160-0022 東京都新宿区新宿 1-10-1

☎ 03 (5369) 2299・3060

2003年4月発行 B6判、277頁

定価（本体1,200円＋税）ISBN4-8355-5484-1

著者は、引き揚げ、両親の死別、中学卒業と同時に自活、公務員試験合格後営林局職員、労働組合活動に没頭、疑問を感じ脱皮、管理者への道、営林署長で退職といった自己の半生を、今はやりの自费出版を計画したところ、面白いから文芸社で出版させてくれということとなり、この本が世に出ることとなったという。

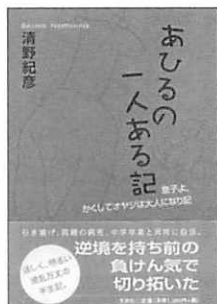
昭和14年生まれ、戦後のひもじい思いをした最後の世代の一人であろう。日本の戦後の混

乱期から高度経済成長期にかけて多感な少年時代を両親なしに暮らす中で、映画に感動する彼は、「私のように、ずっと人の家で育てられ、人の世話で生活するということは基本的には「すべてを我慢し」「すべてを受け入れる」ことから毎日が成り立っている」と言いつつ、映画の中にそれとは違った勇氣、強さなどを感じ取る。

定時制高校を5年かけた後、札幌営林局に入り、歌声運動が日本中を席捲している中で歌声サーク

ルに入った彼は、「弱者、搾取階級に負けるな」といった歌について、「私が経験した食うや食わずの飢えの時代でも、先輩や上司の経営者の中には悪い人など一人もおらず、優しい人ばかりだった。ただ、組織の中の秩序や立場上、自分とその他の距離、位置関係があるだけであって、短絡的に経営者と労働者、搾取階級と被搾取階級という捉え方はどうもなじめなかった」と、何か違和感を覚える。

そうは言いつつも、結局労働組合活動に没頭していく。その後、過激になるばかりの労働組合活動に嫌気がさし、管理者の登竜門、担当区主任の研修を半年間学ぶ。



林政拾遺抄

湿地谷津

定する。

里山の日：県民の間に広く里山についての関心と理解を深めるとともに、積極的な活動に参加する意欲を高めるため、5月18日を「里山の日」に制定する。

里山活動協定の締結および認定：里山活動団体と土地所有者等において、里山の保全・整備に向けた協定を締結し、県はこれを認定する。

施行期日：施行日は、第54回全国植樹祭の開催日である5月18日とする。

(千葉県農林水産部みどり推進課)
千葉県ホームページの中の、条例関連記事を開けるURLは、下記のとおりです。

<http://www.agri.pref.chiba.jp/nourinsui/10rinmu/index.html>

林業の技術経験の乏しい彼は勉強に追いつくのに苦労する。

航空写真を立体視できない彼に対し、講師は2枚組のヌード写真を配り、「右の目は右の写真を、左の目は左の写真を見るんだ」と言う。豊かな胸の膨らみをしっかり確認し、急に研修に自信がつく。

日経新聞の「私の履歴書」のように功なり名を遂げた人でなくとも、負けず劣らず苦労し、しかも苦労を顔に出さず、人間的に立派な人が世の中にはいることをこの本は示してくれている。

林業技術者とか山官というべきかの人で、そういえば、彼に類するような人がわれわれの職場の身边にいることを想起させてくれるとうれしく、かつ勇気を与えてくれる本である。彼は文章もうまく、小説家としての才能があるのかもしれない。一気に読ませてくれる。一読をお勧めしたい。

(日本林業技術協会専務理事／
根橋達三)

平成3年4月の暖かい春の一日、千葉県佐倉市を「水源の神を語る会」のメンバー有志の人たち10人と訪れた。ここで「湿地谷津」(しめじやつ)という珍しい言葉を聞いた。紹介した安藤 操さん(房総ふるさと大学代表)によれば、房総半島の自然の特徴を的確に言い表した用語だという。かつて房総半島が海の底にあったとき、その岩盤の所に黄褐色の砂の層が堆積していた。それが隆起した後、森林に覆われたが、その上に植物の腐葉土が積もり、やがて肥よくな黒土層を形成したという。降った雨はこの黒土と砂の層でろ過され、隆起した丘と丘との間に作られた狭間(丘の高さは20~30mくらい)から湧(わ)き出て小川となって流れた。湧水で絶えず湿っている谷津という意味で湿地谷津と呼ばれたのだろう。

丘と谷津の連なる一角に湧水を集めて池を造り、200種を超す自然生の落葉樹をそのまま残した川村記念美術館があった。館内にはレンブラント、モネ、シャガール、ルノワールなどの多くの名品が陳

列され、私も好きなモネの「睡蓮」(1907年作)の前で長くたたずみ鑑賞した。館の外にはカタクリが咲き乱れ、コブシ、サクラが満開であった。

館を出てしばらく車を走らせると、丘の一角に皇産霊神社が鎮座していた。地形から考えて、あるいはここに水神が祭られているのではと、車から降り探してみた。期待どおり、水の神と山の神を祭った二つの祠(ほくら)が並んで建てられていた。風化した祠の上に刻まれた文字をみんなでそっと手でなで、水の神は雷(おかみ)だろうとほぼ確かめた後、山口 充さん(元・川村美術館勤務、水源の神を語る会会員)の体験農場(約2ha)に着いた。ここは周りが谷津田と広葉樹の林が続く斜面で、まさに湿地谷津に取り囲まれた台地の農場である。ここで数々の農場産のおいしい料理に舌鼓を打った。偶然の水源の神との出会いをはじめ、素晴らしい絵や春の野生味豊かな山野料理いっぱいの里山探訪で、実りの多い一日であった。(筒井迪夫)



▲山の神と水の神(雷)



八木久義の 5時からセミナー ④

スクランブル後遺症

とある熱帯途上国に土壤調査で派遣されたときのことである。

調査予定地の近くで車を降りて、カウンターパートと二人の作業員、それに時間つぶしに付いてきた運転手の5人で、調査地目指して草原の中を歩いていったときである。

輸送機とおぼしき中型の飛行機が低空で飛来し、上空を旋回し始めた。迷彩を施してあるところから空軍機と思われた。いったいこんな無立木草原で、何の調査をしているのかといぶかしかったが、やがてその飛行機はもと来た方向

へ去っていき、われわれの意識からも消えた。

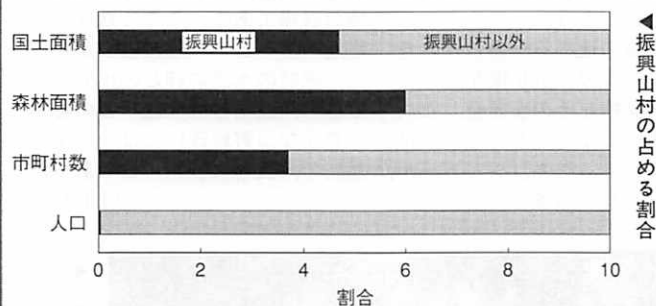
そうこうするうちに目的地に到着し、交代して深さ1m前後の試孔を掘り上げ、その中に座り込んで土壌断面の調査を始めた。しばらくしてふと気が付くと、いつものような運転手を中心としたにぎやかな話し声が途絶え、辺りの空気が妙に張り詰めた状態になっていた。不思議に思っ立ち上がって辺りを見回して驚いた。われわれは銃口をこちらに向けた完全武装の兵士10人くらいに包囲され

ていた。カウンターパートが隊長らしき人物の所に行き、必死にわれわれの身分や仕事の目的を説明していた。やがて彼らもわれわれの任務を理解し、包囲を解いて去っていった。彼らは来るときもそうであったが、帰るときもほとんど物音を立てなかった。さすがにプロは違うなと変なところで感心しながら後ろ姿を眺めていると、突然、先ほどの軍用機が偵察機であったと思い至った。

確かに、ギラギラと照りつける太陽の下、人っ子一人いない熱帯の大草原の中を、むくつけき男が5人、鍬やシャベルを担ぎリュックサックを背負って一列縦隊で歩いている姿は、誰が見ても怪しい。鍬やシャベルが銃に見えたかどうかは定かではないが、ゲリラではないかと疑われるのも無理からぬことであった。

統計にみる
日本の林業

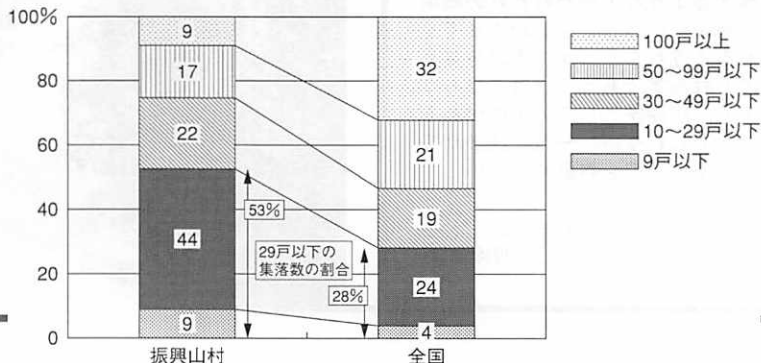
集落規模が小さくなる山村



資料：農林水産省「2000年世界農林業センサス」

「山村振興法」に基づく振興山村の面積は、日本の国土面積の5割、全国市町村数の4割を占めるが、人口は4%を占めるにすぎない。近年、山村では、若年層を中心に人口が減少するとともに、高齢化が進んでいる。

▼全国と振興山村の総戸数規模別農業集落の割合



今後のこともあるし、何かいい方策はないものかと思案したが、作業員を連れて草原を歩き回らなければ仕事にならず、かといって作業服の背中に日の丸を描くのも気が引けた。聞くとゲリラは夕暮れを待って行動することが多いというので、次善の策として、できるだけ朝早く出発し暗くなる前に帰ることにした。

幸い、われわれの存在が偵察機にしっかりとインプットされたのか、その後、武装兵士によるスクランブルは2度となかったが、調査中に何か物音がすると一斉に皆がその方向を見、何事もないことがわかったとほっとして顔を見合わせ照れ笑いするなど、スクランブル後遺症がしばらく続いた。

八木久義（やぎ ひさよし）／
三重大学生物資源学部教授

人口の減少に伴って、山村の集落規模も小さくなってきている。「2000年世界農業センサス」によると、一農業集落当たりの平均総戸数は、全国では213戸であるのに対し、振興山村では50戸と少ない。29戸以下の集落が全体の53%を占めており、全国の28%の約2倍となっている。

また、「過疎地域等における集落再編の新たなあり方に関する調査」（平成11年度、国土庁）によると、過疎地域市町村において、今後10年間で消滅するおそれのある419集落のうち、8割が林野率80%以上の集落である。

山村では人々の生活や林業生産活動を通じて森林が整備・保全されてきた。集落機能が失われると、地域社会の崩壊だけでなく、適切な森林の整備にも支障を来すおそれがある。

こだま

この夏に中国黄土高原での調査を予定していたが、SARS（新型肺炎）の発生で中国山西省は渡航自粛の対象地域となり、調査は延期せざるを得なくなった。広東省で新たに発生したらしいこのウイルスが、あっという間に各国に広まったのは、グローバリゼーションの副作用と言えよう。SARSは尊い人命にかかわる問題ゆえ各国とも迅速に対応し、「疑い例」も含めて隔離したうえで、感染者の住居や病院などを徹底的に消毒しているらしい。

一方、中国における初期の対策の遅れや情報操作は、世界中から厳しい批判にさらされた。おかげで、流行は沈静化しつつあるようで、このままいけば今秋から春には調査ができるのではないかと、少しほっとしている。

これに比して思うのは、松枯れに対するわが国の対応である。わが国が鎖国を解いた明治期に北米から侵入したらしいマツノザイセンチュウは、日本のマツ類には致命的であった。感染木が木材や燃料として消費されていた戦前まではほぼ完全に防除されていたが、戦中戦後の混乱と高度成長期以降の松林の放置によって急激に各地へと広がった。今では北海道と青森を除く全国、さらに中国、朝鮮半島、台湾で深刻な被害が生じ、1999年にはポルトガルにも波及して世界的な脅威となっている。これが人命にかかわる問題であったら、日本政府は流行病の拡大を許した失政によって手厳しい批判を浴びたであろうが、松枯れがそれほど大きな国際問題にならなかったのは幸いであった。

しかし、感染したマツの致死率の高さでいえば、ザイセンチュウはSARSに引けをとらない世界最強クラスの病原体である。すべての松林を対象に漫然と被害木の伐倒駆除や農薬の散布を続けるだけでは、松枯れが沈静化しないことは実証されている。見逃されたわずかな数本の被害木や林床に放置された枯れ枝さえ、感染源となり得るからである。各地の防除成功例が示す「正解」は、守るべき松林を絞り込み、周辺の感染源から隔離したうえで徹底的な防除を行うことである。つまり、松枯れを制圧する方法はSARS対策と基本的には同じである。まずは、松枯れの原因が強力な外来病原体であるという正しい認識を市民と共有するところから始めなければならぬ。

（草刈）

（この欄は編集委員が担当しています）

『森林航測』誌終刊のお知らせ、ならびに関係記事の 『林業技術』誌への継承について

本会刊行の『森林航測』（昭和31年（1956）創刊）は、当時黎明期にあった林業界への空中写真利用（全国森林を対象として空中写真成果による森林基本図・森林計画図等の作成、林相・地形等の判読技術など）について、技術・知識の研鑽やその普及・啓蒙に寄与してまいりました。また、近年では、人工衛星による遠隔探査技術や森林GISに関するさまざまな情報、さらには、森林環境教育など一般・子どもたちを対象とした空中写真の活用方法などにも記事内容の幅を広げてまいりました。

このように、『森林航測』の内容はすでに森林・林業全般とのかかわりを一層深めており、当誌の読者層もこれまでの専門技術者中心から広範な読者へと移ってまいりました。一方、本会では、全国の会員向け機関誌『林業技術』（月刊誌）を刊行しており、両誌の読者が重複していることも考慮しますと、今後『林業技術』の中で広くこれらの技術を普及したほうが本会の趣旨に添うものとの判断に至りました。

つきましては、ここに、『森林航測』は200号発刊（平成15年10月刊行予定。現在199号まで刊行）をもって終刊とし、以後、本誌の理念・構想は『林業技術』に引き継いでいくことといたしました。

これまで、長い間『森林航測』をご購読・ご支援を賜りましたことを厚く御礼申し上げますとともに、今後、森林に関するさまざまな航測情報も加わる『林業技術』を一層ご愛読賜りますようお願い申し上げます。

（社）日本林業技術協会

『森林航測』200号（平成15年10月刊行予定）のご購入申込先：普及部（販売担当）（☎ 03-3261-6969 Fax 03-3261-3044）

会員機関誌『林業技術』のお申し込み（入会）：普及部（会員担当）（☎ 03-3261-6692 Fax 03-3261-5393）

編集内容：普及部（編集室）（☎ 03-3261-6968 Fax 03-3265-6707）

●日本林学会支部大会（日林協支部連合会併催）のお知らせ

□東北森林科学会大会（日林協東北・奥羽支部連合会併催）……日時：8月25（月）～26（火）／会場：宮城県自治会館（仙台市青葉区上杉1丁目2-3）。当日、会場への電話は、宮城県研究開発推進課 ☎ 022-211-2952 までおかけください。転送していただけます。外線から会場への直通電話はございません。／プログラム：25日＝テーマ別セッションA（東北地方における森林資源循環利用の現状と課題、10時～12時）、ポスターセッション（11時～16時）、テーマ別セッションB（市民と森林を結ぶ森林教育－森林教育研究が求められているもの、13時～16時）、東北森林科学会総会および日林協東北・奥羽支部連合会総会（16時～17時30分）。26日＝口頭発表（9時～12時）。／大会問い合わせ先＝井良沢 道也氏（岩大、☎ & Fax 019-621-6137, E-mail: irasawa@iwate-u.ac.jp）。□日本林学会九州支部大会（日林協九州支部連合会併催）……日時：10月17（金）～18（土）／会場：17日＝サザンプラザ海邦（沖縄県那覇市）、18日＝琉球大学教育センター共通教育棟（沖縄県西原町）。／プログラム：17日＝総会・特別講演会等、18日＝林学会研究発表会（9時～17時）。詳細は次号にて…。

*日林協支部連合会のお世話をいただく皆様には、予定が決まりましたら、本会総務部宛てにご一報賜りますようお願いのほど、よろしくお願い申し上げます（☎ 03-3261-5281, Fax 03-3261-5393）。

協会のうごき

◎海外出張（派遣）

6/1～30、安養寺理事、6/1～7/30、西尾課長、6/1～7/28、鈴木（淳）主任調査員、ニカラグア開発調査、同国。

◎研修

6/2～6、森林測量、ドミニカ共和国、Mr. M. HERRERA RAMIREZ ほか1名。

◎海外森林情報センター関係業務
6/6、於本会、「アジア東部地域森林動態把握システム整備事業」平成15年度第1回委員会。

◎番町クラブ6月例会

6/26、於本会、（社）全国林業改良普及協会専務理事・真柴孝司氏を

講師として「緑の循環認証について」と題する講演・質疑を行った。

林業技術 第736号 平成15年7月10日 発行

編集発行人 弘中義夫 印刷所 株式会社 太平洋

発行所 社団法人 日本林業技術協会 ©

〒102-0085 東京都千代田区六番町7 TEL 03 (3261) 5281(代)

振替 00130-8-60448 番 FAX 03 (3261) 5393(代)

【URL】http://www.jafta.or.jp

RINGYO GIJUTSU published by
JAPAN FOREST TECHNOLOGY ASSOCIATION
TOKYO JAPAN

〔普通会費 3,500円・学生会費 2,500円・終身会費(個人) 30,000円〕

平成15年度 公開研修のご案内

◎ 公益的機能増進のための森林整備

目的：森林が有する水土保全や生物多様性保全などの公益的機能を高めるための森林整備に関する専門的な技術・知識の習得
対象者：本技術分野に関する森林土木技術者（30名以内）
期間：平成15年9月29日(月)～平成15年10月3日(金) 5日間
申込期限：平成15年8月29日(金)
会場：(財)林業土木コンサルタンツ 技術研究所（群馬県高崎市）
受講料：4万円（受講料の他に別途宿泊費が必要）

◎ 土石流・流木の調査と対策

目的：土石流・流木災害を防止するための調査法・対策工法の計画・設計に関する専門的な技術・知識の習得
対象者：本技術分野に関する森林土木技術者（30名以内）
期間：平成15年10月6日(月)～平成15年10月10日(金) 5日間
申込期限：平成15年9月5日(金)
会場：(財)林業土木コンサルタンツ 技術研究所（群馬県高崎市）
受講料：4万円（受講料の他に別途宿泊費が必要）

◎ 複合路網の計画と整備手法（本年度開講）

目的：森林整備の根幹となる路網の最適な配置計画と整備手法に関する専門的な技術・知識の習得
対象者：本技術分野に関する森林土木技術者（30名以内）
期間：平成15年10月20日(月)～平成15年10月24日(金) 5日間
申込期限：平成15年9月19日(金)
会場：(財)林業土木コンサルタンツ 技術研究所（群馬県高崎市）
受講料：4万円（受講料の他に別途宿泊費が必要）

すぐに役立つ技術図書のご案内

税込・送料別

・ 森林土木ハンドブック	価格 9,200円
・ 道路円曲線表	価格 1,600円
・ 自然をつくる植物ガイド	価格 5,000円
・ 自然をつくる緑化エガイド	価格 5,000円
・ 治山ダム・土留工断面表	価格 4,000円
・ 森林土木構造物標準設計シリーズ	
擁壁Ⅰ 重力式コンクリート もたれ式コンクリート コンクリートブロック・2段式擁壁	価格 4,500円
擁壁Ⅱ 鉄筋コンクリート擁壁	価格 40,000円
排水施設Ⅰ コンクリート管 ボックスカルバート	価格 40,000円

新刊のご案内

森林土木構造物標準設計 排水施設Ⅰ
コンクリート管技術資料
(平成14年林道技術基準対応版)

価格1,260円 A4版
ISBN4-902150-08-5

治山工事標準仕様書

(平成15年版)
価格2,100円 A4版
ISBN4-902150-09-3

独自に開発した測定器のご案内

土力計（地盤支持力簡易測定器）

特許取得PAT. 3083484

定価 198,000円

※基礎地盤の支持力が現場ですばやく判明する

※従来の試験に比べると、低コスト・短時間・装置の現場搬入出が容易・評価がすぐでき現場の対応が迅速



お申込先：技術研究所
〒370-0851 群馬県高崎市上中居町42-1
TEL 027-330-3232 FAX 027-323-3335
E-mail g-info@jfec.or.jp

安全、そして人と自然の調和を目指して。

巾広い適用害獣

ノウサギ、カモシカ、そしてシカに忌避効果が認められた初めての散布タイプです。

散布が簡単

これまでに無いゾル剤で、シカ、ノウサギの樹幹部分の皮剥ぎ被害にも予防散布が行えます。

長い効果

薬液は素早く乾燥し、降雨による流亡がなく、被害を長期にわたって防止します。

安全性

有効成分のジラムは、殺菌剤として長年使用されてきた低毒性薬剤で普通物です。

ニホンジカ

ノウサギ

カモシカ

野生草食獣食害忌避剤

農林水産省登録17911号

コニファー[®]水和剤

造林木を野生動物の食害から守る

販売 **DDS 大同商事株式会社**

製造  **株式会社 日本クリーンアンドガーデン**

本社 / 〒105-0013 東京都港区浜松町1丁目10番8号(野田ビル)

東京本社 ☎03(5470)8491 FAX03(5470)8495 / 大阪 ☎06(6231)2819 / 九州 ☎092(761)1134 / 札幌 ☎011(631)8820

カタログのご請求は、上記住所へどうぞ。

Kanebo
The Lifestyle Company

トウモロコシから生まれた繊維で作りました



幼齡木の枝葉・樹皮食害に

ラクトロン[®]

幼齡木ネット

軽量で運搬・設置が実に簡単

通気性があるので蒸れない

風雪に強い

製造元 **カネボウ合繊株式会社**

販売元 **東エコーセン株式会社**

*まずはお試ください。試供品配布中
詳しくは下記の東エコーセン株式会社素材グループへ

〒102-8362 東京都千代田区四番町4-2

TEL 03-3512-3932

FAX 03-3512-3952

e-mail: forest-k@tokokosen.co.jp



<http://www.tokokosen.co.jp> <写真>群馬県六合村:トチノキ

TOKKOSEN

日林協編集 東京書籍発行 森林の100不思議 101のヒント シリーズ+2

- 森林の100不思議 (1988) : 知っていますか? 森と木の科学を。ミクロの世界から地球的規模の話まで、おもしろくてためになる森林の秘密100。当たり前のこと、正しいと思っていたことの意外な事実とは…。定価: 本体981円 (税別)
- 森と水のサイエンス (1989) : 知っていますか? 地球の生態系を形づくる森と水の働きを。地球の水の循環過程を追い、私たちの暮らしを支える貴重な水を貯留し浄化する森林のメカニズムとは…。定価: 本体1,000円 (税別)
- 土の100不思議 (1990) : 知っていますか? 私たちの生活を豊かにする驚くべき土の働きを。私たちの生活に密着した働きとは? 土を豊かにしている生き物とは? 植物とのかかわりや土の中で起こっていることとは…。定価: 本体1,000円 (税別)
- 森の虫の100不思議 (1991) : 知っていますか? 自然界での虫の役割を。ほかの動物や気候風土などをも含めた複雑なシステムの下で、栄枯盛衰を繰り返す森の虫たちの姿とは…。森の虫の小百科。定価: 本体1,165円 (税別)
- 続・森林の100不思議 (1992) : 知っていますか? もの言わぬはずの木や草が、ひそかにささやき合っている事実を。カビや細菌が果たす重要な役割とは? 木材をはじめとする森林の産物の意外な事実とは…。定価: 本体1,165円 (税別)
- 熱帯林の100不思議 (1993) : 知っていますか? 世界の森林が熱帯林を中心に減少し続けている事実を。種の多様性とは? 巨大な炭素の蓄積とは? 構造や相互関係の複雑さなどの中から読み取る熱帯林の秘密100。定価: 本体1,165円 (税別)
- 森の動物の100不思議 (1994) : 知っていますか? 森に住む動物たちのさまざまな暮らしぶりを。森の恵みを受け、森の世代交代を手伝いながら生きている森の動物たちのオモシロ生態や行動の意味とは…。定価: 本体1,165円 (税別)
- 木の100不思議 (1995) : 知っていますか? 自然に優しく暮らしに役立つ身近にある木材の豊かな世界を。森の中で自然環境を保ってきた木は木材となって役に立ち、やがて土にかえり、そして何度も生まれかわる木(材)の姿とは…。定価: 本体1,165円 (税別)
- 森の木100不思議 (1996) : 知っていますか? ナンジャモンジャの木の本体を。奇想天外という名の木もある文字どおり不思議に満ちた樹木のあれこれ。そのしたたかな暮らしぶりとは…。定価: 本体1,165円 (税別)
- きのこの100不思議 (1997) : 知っていますか? 世界最大の生物はきのこの仲間ということ。健康によい成分をたくさん含むきのこ。命を奪うほどの猛毒を秘めているきのこ。森の妖精と呼ぶにふさわしいきのこはいったい…。定価: 本体1,200円 (税別)
- 森を調べる50の方法 (1998) : 知っていますか? 木の身長・胸囲の測り方を。森にはいろいろな顔があります。森をもっとよく知り、もっと楽しむための、わかりやすい森の調べ方教室。定価: 本体1,300円 (税別)
- 森林の環境100不思議 (1999) : 知っていますか? 大いなる出会いの不思議を。大気と大地の接触面に森林は育ち、人間はそこから数え切れないほどの恩恵を受けてきました。四者の出会いが織りなす世界とは…。定価: 本体1,300円 (税別)
- 里山を考える101のヒント (2000) : 日本人の心の故郷、里山。自然のなごり漂う生活の場、里山が人々をひきつけ、見直されているのはなぜか…。里山を訪ね、里山に親しみ、里山を考えるためのヒント集。定価: 本体1,400円 (税別)
- ウディライフを楽しむ101のヒント (2001) : 知らないうちに地球に貢献。捨てる部分がない「木」、変幻自在の「木」、気候風土と一体の「木」。木のある暮らしを楽しむための絶好のヒント集。定価: 本体1,400円 (税別)
- 森に学ぶ101のヒント (2002) : 山歩きの楽しみ方は各人各様。もっと知りたい、自分なりの発見をしたい。こうした楽しみに応えてくれるものを森林は持っているはずです。見えるもの、聞こえるものを増やすためのヒントが満載。定価: 本体1,400円 (税別)
- 森の野生動物に学ぶ101のヒント (2003) : 野生動物(哺乳類・両生類・は虫類)の暮らしぶり、生態系を乱す外来種の問題など、森の動物たちの世界に注目。動物たちに学び親しむための新たなヒント集。定価: 本体1,400円 (税別)

お求めは、お近くの書店または
直接東京書籍 (☎03-5390-7531) までどうぞ。

〈平成15年度 林業技士養成研修〉受講者募集！

林業技士制度は、昭和53年に発足した森林・林業に関する専門的技術者の資格認定・登録制度であり、今までに約9,000名の有資格者が登録されています。平成15年度、新たに2部門が新設され、全7部門になりました。

[厚生労働大臣指定講座]

●**申込み期間**：平成15年6月1日(日)～7月31日(木) (当日消印有効)

●**養成研修**：[通信研修] 平成15年9月～11月の3ヵ月。

[スクーリング研修] 平成15年12月～平成16年2月のうち4日間(ただし、新設の森林総合監理部門は2日間)、東京で実施。

●**研修カリキュラム(教科内容)**：下記のとおり。

(新設) 森林総合監理部門

森林総合監理部門の林業技士は、森林・林業に関する調査・計画策定、各種事業の企画・実行等について指導的技術業務を行う者であり、とりわけ地球温暖化防止に果たす森林のCO₂吸収機能、森林認証問題に関する照査能力および国際的な森林・林業動向等に関する確に対応できる技術力を有し、これらの技術力を踏まえ、森林の分析、評価、検証を行い、森林を総合的に監理できる者を養成します。

(新設) 林産部門

林産部門の林業技士は、木質材料、木材の製材・乾燥・高次加工・保存・チップ、木構造利用など林産全般にわたり技術力を有する者であり、木材流通、貿易等についても深い識見を有し、これらをもとに木材加工および流通、木構造利用分野において製造、品質管理等について技術的指導が行える者を養成します。

<林業技士養成研修実施部門(平成15年度)>

部 門	教 科 内 容
森林総合監理(新設)	①地球温暖化と森林／②森林認証問題／③森林計画制度／④森林・林業の国際動向
林 産(新設)	①複合木質材料／②製材技術／③木材乾燥技術／④木材保存／⑤木構造利用／⑥チップ・紙パルプ／⑦木材流通
林 業 経 営	①森林計画／②森林造成／③間伐技術／④労働安全衛生／⑤生産技術／⑥森林環境／⑦林業税制
森 林 土 木	①林道技術／②治山技術／③保安林制度／④労働安全衛生／⑤緑化工／⑥森林土木と環境調査／⑦山地地質
林 業 機 械	①林業機械／②労働安全衛生／③高性能林業機械／④素材生産
森 林 環 境	①森林生態系と森林管理／②生物多様性保全／③森林景観評価／④環境関係法規／⑤環境影響評価

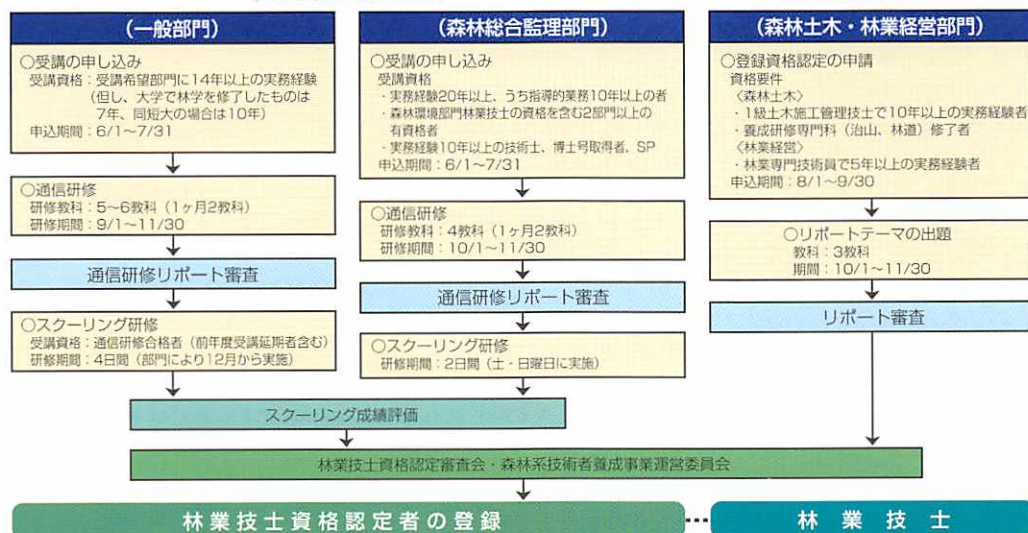
※森林評価は、平成16年度に実施されます。

※受講申込書および募集案内の郵送を希望される場合は、120円(1人分)の切手を貼付した送付先記入の返信用定型封筒(角2号 24×33.2cm)を同封のうえ、請求して下さい。受講申込書は、日林協ホームページからもダウンロードできます。

林業技士の称号を得るまで

①林業技士養成研修

②資格要件審査



社団法人 日本林業技術協会 林業技士事務局

〒102-0085 東京都千代田区六番町7 TEL 03-3261-6692・5286 FAX 03-3261-5393

*詳細は本誌No.735(平成15年6月号)の中綴広告、日林協ホームページ(<http://www.jafta.or.jp>)をご覧ください。