

公立林業試験研究機関  
研究成果選集

No.9  
(平成23年度)

2012.3

独立行政法人 森林総合研究所 編集・発行

## はじめに

我が国は、国土の3分の2を森林が占める緑豊かな「森林国」であり、戦後、先人の営々たる努力によって造成された約一千万ヘクタールの人工林は、植栽から幾十年もの歳月を経て資源として本格的に利用可能な時期を迎えつつあります。

林野庁としましては、この豊かな森林資源を積極的に活用し、林業の再生を図るべく「森林・林業再生プラン」を策定し、「森林・林業基本計画」に沿って、現場で使いやすく実効性の高い森林計画制度の定着、「森林管理・環境保全直接支払制度」による支援、低コスト化に向けた路網整備の推進、フォレスター等の人材の育成などの取組を進めていくこととしております。また、木材加工流通施設の整備、木質バイオマスの利用促進、さらに、関係府省と連携しつつ、公共建築物の木造化、木質化等の地域材の利用拡大に率先して取り組んでいくこととしており、これらの取組によって、木材自給率50パーセントの実現を目指しているところです。

また、海岸防災林の復旧・再生や台風等により被災した山地の復旧整備など災害に強い森林作りに取り組むとともに、森林内における放射性物質による汚染実態調査、放射性物質の拡散防止・除染等の技術実証等を進めていくこととしております。

森林・林業の再生や災害の復旧など、森林に対する国民のニーズに適切に答えていくには、森林・林業・木材産業分野の科学的知見が大きな役割を果たすため、効率的・効果的な研究・技術開発の推進が重要であります。

公立林業試験研究機関研究成果選集は、「林業研究開発推進ブロック会議」に公立林業試験研究機関から提出された研究成果を取りまとめたものであり、本成果選集が、関係各位の森林・林業・木材産業分野の研究に対する理解を深める一助となることを希望しております。また、研究者各位が科学的視点のもと、分かりやすく、広く国民の利益にかなった研究を目指して研鑽されることを期待しております。

結びに、本成果選集を作成するに当たって、原稿を作成していただいた公立林業試験研究機関の皆様方及び編集にご尽力いただいた独立行政法人森林総合研究所の皆様方にこの場を借りて感謝申し上げます。

平成24年3月

林野庁 研究・保全課長

出江 俊夫

# 目 次

## ◇ 森林に係わる研究

---

1	カラマツ長伐期施業導入の手引きの作成 (北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場)	1
2	地域特性に応じた森林獣害対策の確立 (北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場)	3
3	GPS やレーザー距離計を活用した森林測量手法の確立 (宮城県林業技術総合センター)	5
4	スギ人工林の低コスト間伐技術の導入システムの確立 (秋田県農林水産技術センター森林技術センター)	7
5	里山広葉樹二次林の形成過程の解明と管理手法の開発 (山形県森林研究研修センター)	9
6	菌類によるスギ花粉飛散抑制技術 (福島県林業研究センター)	11
7	林地残材におけるスギ非赤枯性溝腐病菌の子実体発生状況の解明 (千葉県農林総合研究センター森林研究所)	13
8	スギ・ヒノキ人工林伐採跡地の広葉樹林化技術開発 (東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター)	15
9	『神奈川県広葉樹実生図鑑』の作成 (神奈川県自然環境保全センター)	17
10	松くい虫抵抗性アカマツ暫定採種園産実生苗の抵抗性 (新潟県森林研究所)	19
11	カシノナガキクイムシによる枯損被害の実態と防除 (富山県農林水産総合技術センター森林研究所)	21
12	ナラ類集団枯損被害跡地における森林再生技術の開発 (富山県農林水産総合技術センター森林研究所)	23
13	長伐期施業推進のための育林技術の開発 (山梨県森林総合研究所)	25
14	針葉樹人工林の針広混交林化を目的とした抜き伐り効果 (静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター)	27
15	ニホンジカの生息密度と森林被害の関係把握 (三重県林業研究所)	29
16	ニホンジカの人工林成木剥皮の実態解明及び防除手法の開発 (京都府農林水産技術センター農林センター森林技術センター)	31
17	多様性の高い植生回復のためのシカ柵の大きさと設置場所 (兵庫県立農林水産総合技術センター森林林業技術センター)	33
18	イノシシ用広域防護柵の設置状況とその効果 (島根県中山間地域研究センター)	35
19	港湾周辺でのマイマイガ密度管理方法の開発 (広島県立総合技術研究所林業技術センター)	37
20	木材エンドユーザーのニーズを満たすスギ品種の探索 (福岡県森林林業技術センター)	39
21	長伐期施業に対応したヒノキ人工林管理技術の開発 (長崎県農林技術開発センター)	41
22	集約的な間伐施業地における収支試算ソフト開発 (鹿児島県森林技術総合センター)	43

## ◇ 木材に関する研究

---

23	木材の育苗培土への利用（北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場）	45
24	県産スギ湾曲集成材を活用した家具の開発（青森県産業技術センター林業研究所）	47
25	天然乾燥したアカマツ平角材の修正挽き後の寸法変化（岩手県林業技術センター）	49
26	屋外暴露試験による長寿命の木材塗装法の開発（富山県農林水産総合技術センター木材研究所）	51
27	三重県産ヒノキを使った木質トレイの開発（三重県林業研究所）	53
28	兵庫県内産スギ柱材における座屈強度特性の把握（兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター）	55
29	間伐材を利用した土木資材の劣化調査（奈良県森林技術センター）	57
30	スギノアカネトラカミキリ被害材の強度性能把握（鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場）	59
31	ヒノキ巻き枯らし材の材質劣化について（愛媛県農林水産研究所林業研究センター）	61
32	高知型低コスト木製防護柵（構造用C種）の開発（高知県立森林技術センター）	63
33	スギ3層クロスラミナパネルを用いた簡易ハウスの開発（大分県農林水産研究指導センター）	65
34	地域材利用推進のためのコストシミュレーション（宮崎県木材利用技術センター）	67
35	竹繊維を活用した高強度材料の開発（鹿児島県工業技術センター）	69
36	沖縄の未利用森林資源オオバギを活用した機能性素材の開発（沖縄県森林資源研究センター）	71

## ◇ 特用林産に関する研究

---

37	木酢液を用いたきのこの類のナメクジ食害防除法の開発（長野県林業総合センター）	73
38	食用きのこ栽培で収益性の向上を図る（岐阜県森林研究所）	75
39	クリの新品種「ぽろたん」の用途開発（京都府農林水産技術センター農林センター森林技術センター）	77
40	木質系未利用資源を活用したウメ園地若返り技術の開発（和歌山県農林水産総合技術センター林業試験場）	79
41	アカマツを利用した菌根性きのこの栽培（岡山県農林水産総合センター森林研究所）	81
42	高収量・高品質シイタケ栽培技術（第2報）（徳島県立農林水産総合技術支援センター森林林業研究所）	83

# 1 カラマツ長伐期施業導入の手引きの作成

北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場 森林資源部経営グループ 大野 泰之

## 研究の背景・ねらい

北海道のカラマツの資源構成は、現状ではⅧ齢級（36～40年生）をピークとし、Ⅶ齢級（31～35年生）以下が少ない不均衡な状態にあります。近年、道産材需要の高まりによりカラマツの皆伐面積が増加し、再造林が追いつかない状況となっており、カラマツ資源の保続に懸念が生じています。このため、一般民有林におけるカラマツの伐期延長を促進することにより、カラマツの皆伐時期を分散し、森林の公益的機能の急激な低下を防ぐとともに、資源構成の平準化や木材の安定供給に資することを目的に、高齢級林分を調査し、伐期延長に向けたマニュアル作成に取り組みました。

## 成 果

600本以上の立木、4,000以上の丸太断面の測定データを用いて、最大胸高直径56cm、樹高34mまで対応する新たなカラマツ細り表を作成しました。作成した細り表は、林業試験場のホームページ（<http://www.fri.hro.or.jp/karahosorihiyo/karahosorihiyo.html>）からダウンロードできます。

継続観察しているカラマツ人工林では、いずれの林齢（32年、41年、58年）の間伐においても直径成長に対する間伐の効果が認められ、比較的高齢な林分においても間伐の有効性が確認できました（図1、2）。さらに、丸太断面における成熟材の面積割合を間伐林分と無間伐林分との間で比較したところ、間伐林分の60年輪の成熟材率は、無間伐林分に比べて10%大きいことを確認しました（図3）。したがって、伐期の延長と適切な間伐を組み合わせることで、成熟材率を高め、強度の高い材の生産に貢献できると考えられます。

これらの調査結果に既存の研究成果を加え、伐期延長の長所・短所やカラマツ長伐期施業の導入における留意点などをとりまとめました。

## 成果の活用

本課題で取りまとめられた知見は、北海道水産林務部林業木材課から「カラマツ長伐期施業導入の手引き」として発刊されます。人工林の林齢の偏りを解消することは行政上の喫緊の課題であることから、細り表および手引きを活用し、普及指導組織を通じて森林所有者にカラマツ長伐期施業の導入を働きかけていきます。

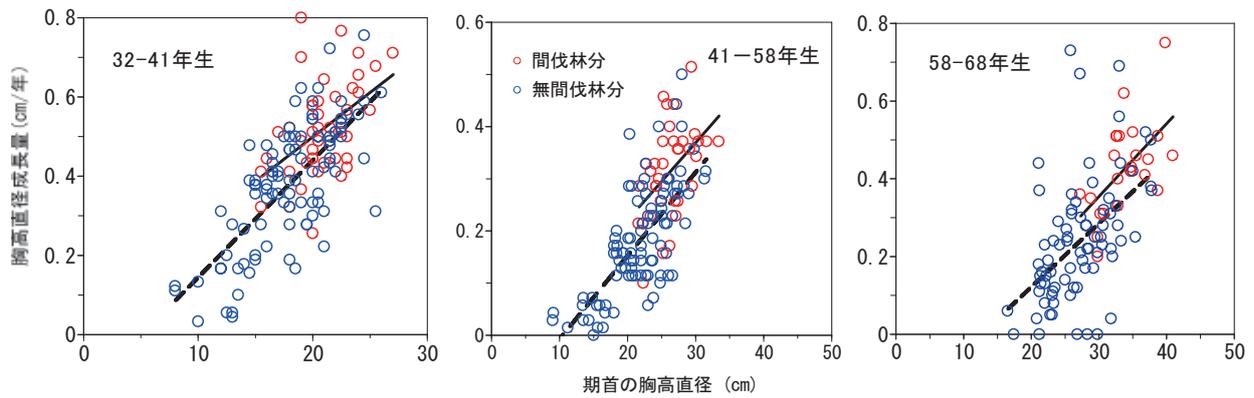


図1 期首の胸高直径と胸高直径成長量との関係

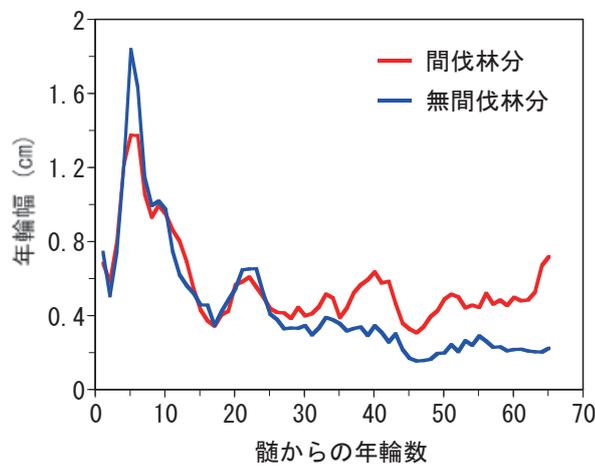


図2 68年生カラマツの年輪幅の推移

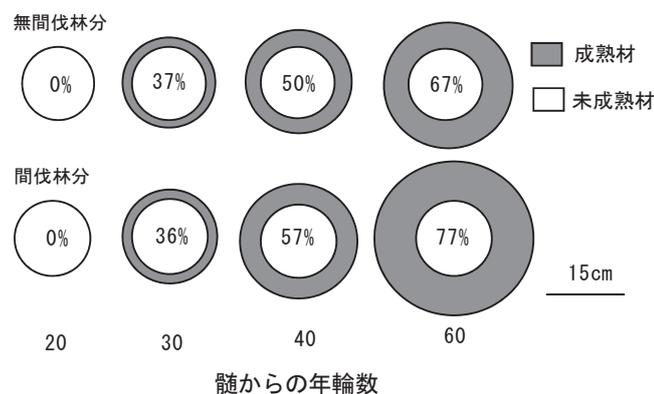


図3 68年生カラマツの丸太断面における成熟材の面積比率の経年変化  
 円中の数値は成熟材の面積比率であり、20年目以降に形成された材を成熟材としている。

## 2 地域特性に応じた森林獣害対策の確立

北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場 森林資源部保護グループ 明石 信廣

### 研究の背景・ねらい

北海道ではエゾシカが道東から南西部に分布域を拡大している一方、野ネズミによる被害も継続的に発生しており、獣害に関する総合的な対策技術が求められています。これらの獣害は、地域ごとに発生状況の違いが大きく、地域特性に応じた対策が必要です。そこで、広葉樹のエゾシカ被害状況等の調査や統計資料の解析を行い、地域特性を踏まえた森林獣害対策を提示しました。

### 成 果

釧路・根室地方の1～9年生広葉樹植栽地26か所でエゾシカ食害を調査した結果、食害の発生確率は樹種や樹高により大きく異なっていました(図1)。ハルニレは食害率が高いにもかかわらず、その後2年間の生残率は高く、一方、ダケカンバやシラカンバ、植栽直後に食害を受けたヤチダモ、数年間繰り返し食害を受けたミズナラなどの生残率は低くなっていました。どの樹種も平均樹高が100cmを超えると順調に成長していましたが、100cm未満の調査地では2年間ほとんど樹高が変化していないことから(図2)、植栽直後の樹高成長の確保が重要であることがわかりました。

2009年に北海道水産林務部が実施した調査の結果、広葉樹幼齢林のエゾシカ食害は全道的に発生していましたが、特に本数被害率の高い場所は日高、釧路、根室地方に集中していました(図3)。

過去30年間の資料を解析したところ、野ネズミ被害は全道的にはカラマツに多く、道南ではスギ、道北はトドマツの割合が高くなっていました(図4)。道東や道南では野ネズミ被害をもたらすエゾヤチネズミの捕獲数の年変動が大きく、大発生年に大きな被害が発生する傾向がみられました。

### 成果の活用

以上の研究成果や野ウサギ被害の実態を踏まえ、森林獣害対策として注意すべき点を森林計画区ごとにとりまとめた普及用資料「地域特性に応じた獣害対策の手引き」を作成し、林業試験場ホームページで公開しています(<http://www.fri.hro.or.jp/01sigen/pdf/jugai.pdf>)。また、関係行政機関に配布し、道庁各振興局や普及指導組織を通じて成果を普及することにより、地域特性に応じた獣害対策への活用を図っています。

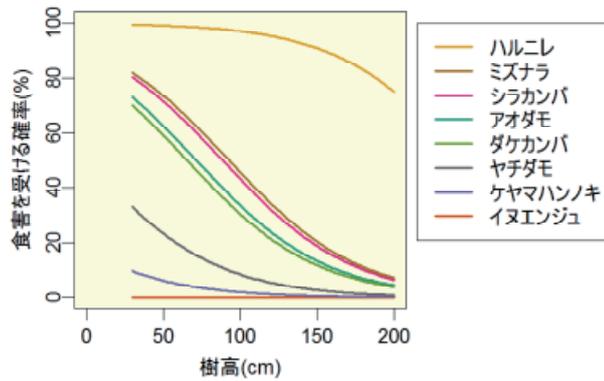


図1 エゾシカ食害を受ける確率と樹高、樹種の関係

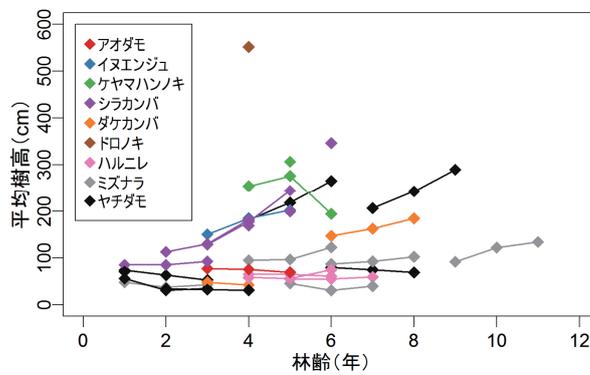


図2 エゾシカ食害林分における林齢と樹高の関係

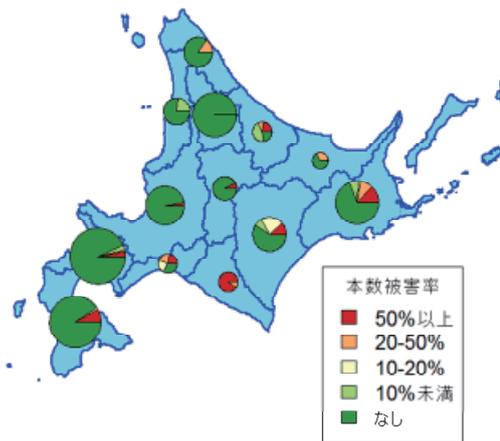


図3 エゾシカによる広葉樹被害率

円の大きさは調査箇所数(2009年)の大きさを示す(資料:北海道水産林務部)。

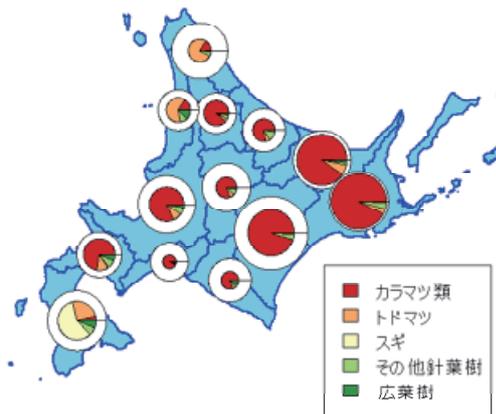


図4 野ネズミ被害の樹種別内訳

外側の円は人工林面積の大きさ、内側の円は被害区域面積(1980~2009年)の合計の大きさを示す(資料:北海道水産林務部)。

### 3 GPS やレーザー距離計を活用した森林測量手法の確立

宮城県林業技術総合センター 企画管理部 水田 展洋

#### 研究の背景・ねらい

現在、森林測量ではポケットコンパスと巻き尺を使った「コンパス測量」と呼ばれる方法が一般的に用いられています。コンパス測量は操作が比較的簡単で機器も軽量であるといった利点がありますが、作業には最低2人以上の人員が必要となるほか、巻き尺を張るために測点間を直進しなければならない、見通しが悪い場合は測点間の刈り払いが必要になるなど、作業効率が低下し労働負担が大きくなる場合も多々あります。

そこで、超音波距離計やレーザー距離計、GPS等の機器の作業効率、測量精度などを調査し、コンパス測量に変わる手法として利用できるかどうか検討を行いました(表1)。

#### 成 果

面積の異なる林分数カ所を対象に各測量方法で実際に実施し、作業時間を比較したところ、従来のコンパス測量と比較して、レーザー測量では約半分、GPSやDGPSでは約半分～1/4となり、作業効率は大幅に向上することがわかりました(表2、図1)。

測量精度については、試験地A、D、FではGPSによる測量誤差が大きくなりました。試験地Aは測量面積が小さかったため、図2のように面積割合で示すと誤差が大きくなりました。また、DとFは、V字谷の窪地など上空が遮蔽された環境にも測点がありました。このように、対象地が小面積である場合や測点に谷底地形などがある場合は、GPSによる測量は好ましくないことがわかりました。

林分条件が異なる森林内で測位条件調査を行ったところ、GPS、DGPSとも胸高断面積合計が $50\text{m}^2/\text{ha}$ を超えたあたりから急激に誤差が大きくなり、 $54\text{m}^2/\text{ha}$ で誤差2m、 $63\text{m}^2/\text{ha}$ で誤差5mを超えることがわかりました(図3)。

宮城県民有林スギ林林分収穫表(地位1等)のデータを参考にすると、概ね35年生以上の林分で誤差2m、50年生以上の林分で誤差5mとなり、これ以下の誤差に抑えたい場合は、当該林分ではGPS以外のレーザー測量や超音波測量、コンパス測量などで実施すべきであることがわかりました。

#### 成果の活用

これまでに、宮城県林業技術総合センター成果発表会(2011)や、緑の雇用担い手対策事業の研修会(2011)などを通じて成果の普及を行いました。

今後は、当該成果を分かりやすくまとめたパンフレットを作成するとともに、県内自治体や森林組合、林業事業者等の関係者などへの現地指導を行うなどして成果の普及に努めていきます。

表1 機器の組み合わせ方法

組み合わせ方法	
ポケットコンパスと巻き尺 (以下, コンパス測量)	
ポケットコンパスと超音波距離計 (以下, 超音波測量)	
電子コンパスとレーザー距離計 (以下, レーザー測量)	
単独測位GPS(以下, GPS)	
ディファレンシャル機能付きGPS (以下, DGPS)	

表2 調査地一覧

	試験地A	試験地B	試験地C	試験地D	試験地E	試験地F	試験地G
林相	スギ林	伐採跡地	スギ林	広葉樹人工林	スギ林, 広葉樹天然林	スギ林, 広葉樹天然林	スギ林, 広葉樹天然林
面積(ha)	0.04	0.3	0.4	0.5	4.7	1.2	4.0
地形	谷底	平坦	山腹	山腹	尾根~谷底	尾根~谷底	尾根~谷底
傾斜	10°	5°	25°	40°	—	—	—
作業効率調査	○	○	○	○	○	—	—
測位精度調査	○	○	○	○	○	○	○
コンパス測量	○	○	○				
超音波測量		○	○				
レーザー測量	○	○	○	○	○		
GPS	○	○	○	○	○	○	○
DGPS		○	○	○	○	○	○
トータルステーション						○	○

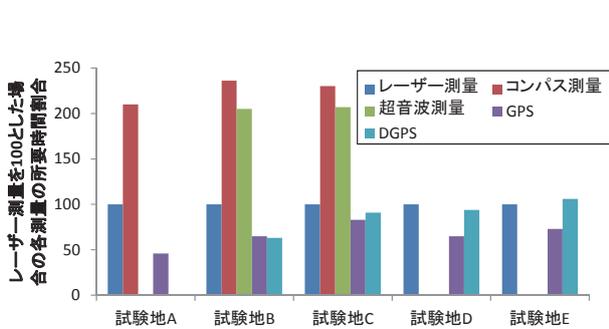


図1 各測量方法における所要時間割合

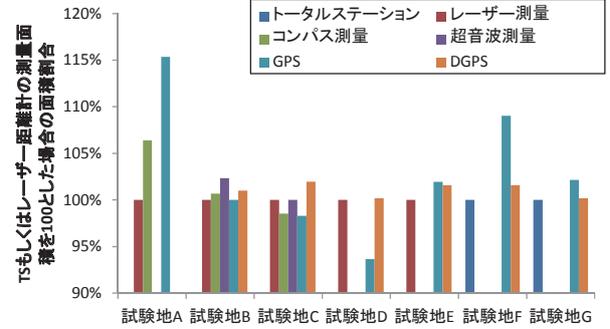


図2 各測量方法における面積割合

(試験地によって面積が異なるため、実所要時間や面積ではなく割合とした)

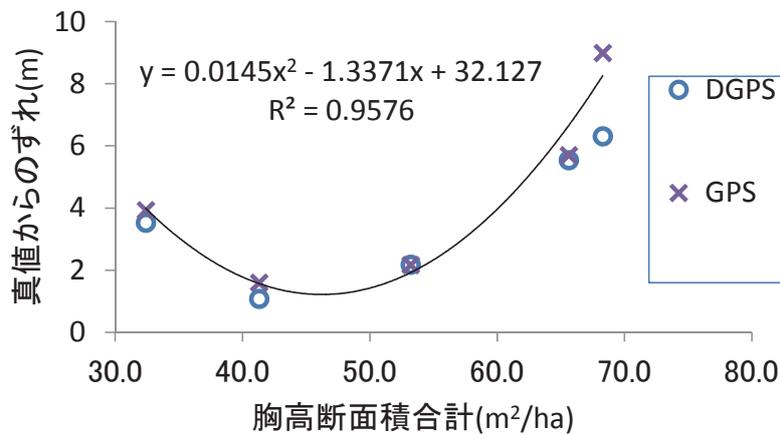


図3 胸高断面面積合計と誤差の相関関係

## 4 スギ人工林の低コスト間伐技術の導入システムの確立

秋田県農林水産技術センター森林技術センター 森林環境部 澤田 智志

### 研究の背景・ねらい

低コスト間伐技術として注目されている列状間伐について、列状間伐の生産性や残存木の成長特性を解析することで、効果的な間伐方法の確立を目指しました。また、高性能林業機械による間伐作業の低コスト化を実現するために、高密度路網整備による作業システムの改善についても技術開発を行って、秋田スギ優良材生産を目指した長伐期施業に対応できるような間伐施業マニュアルを作成することを目標にしました。

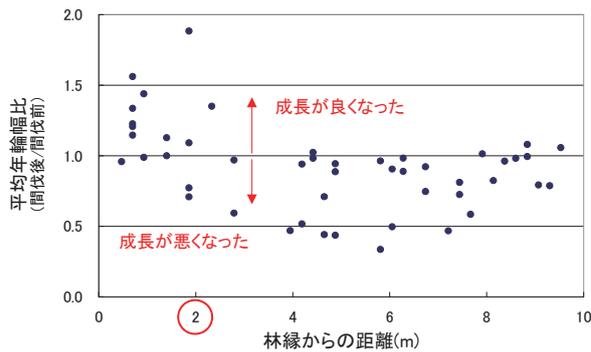
### 成 果

成長量調査や樹幹解析の結果、林分調査では明確に現れなかった個体の成長量は、樹冠解析では2列（幅約4m）の列状間伐林分で林縁部ほど間伐効果が年輪幅の違いとして確認されましたが、間伐効果は林縁から3m程度の範囲に限られていました（図1）。

列状間伐は点状間伐に比べて事業費が約3割削減されることが確認されました。列状間伐後の間伐方法として永代木選抜による中層間伐の間伐方法と高密度路網配置による高性能林業機械を利用した点状間伐の生産性の調査を行いました。一連の間伐作業を機械3台と3人のオペレーターで作業し、簡易な作業路をha当たり200m以上の密度で配置することで、プロセッサでの造材と集材を一連の作業で行うことが可能となり（図2）、点状間伐でも山土場での労働生産性は $6.6\text{m}^3/\text{人日}$ となるなど、作業効率がアップすることが確認されました。列状間伐と点状間伐の伐倒から造材までの工程に注目して生産性を解析したところ、伐倒時は列状間伐が点状間伐の1.7倍の生産性となったものの、集材～造材までの生産性は列状間伐ではプロセッサの移動時間が少ない分だけ点状間伐に比べて1.4倍の生産性となりました。高性能林業機械による作業時の残存木への損傷を防ぐために、ポリエチレン製の防護具を改良し、試験を行いました（写真1、2）。この防護具は重さが2～3kgで、1回で2～4枚を持ち運びすることができます。防護具の設置の有無で残存木の損傷被害状況を調査したところ、防護具を設置した試験区では残存木への損傷が少なくなり、防護具の使用効果が確認されました（図3）。

### 成果の活用

これまで、行政や現場の要請に応じて2008～2011年までの間に県内の林業関係者を対象とした3回の講習会ならびに2冊の普及冊子などを通して、研究成果の周知と普及を図ってきました。成果の詳細については当センターの平成23年度の研究報告に詳しくまとめています。本研究成果は高密度路網整備に対応した低コスト間伐の実現に向けた具体的な手法として活用されることが期待されます。



(注) 間伐前は1996～2000年、間伐後は2002～2006年のいずれも平均

図1 間伐前後の年輪幅比と林縁からの距離との関係

(注) グラフの縦軸は1.0で間伐前後で年輪幅が同じことを示し、それより大きければ成長が良くなったことを示している



写真1 防護具の設置方法

<設置方法>

伐採作業後に必要と判断される立木にのみ実施する

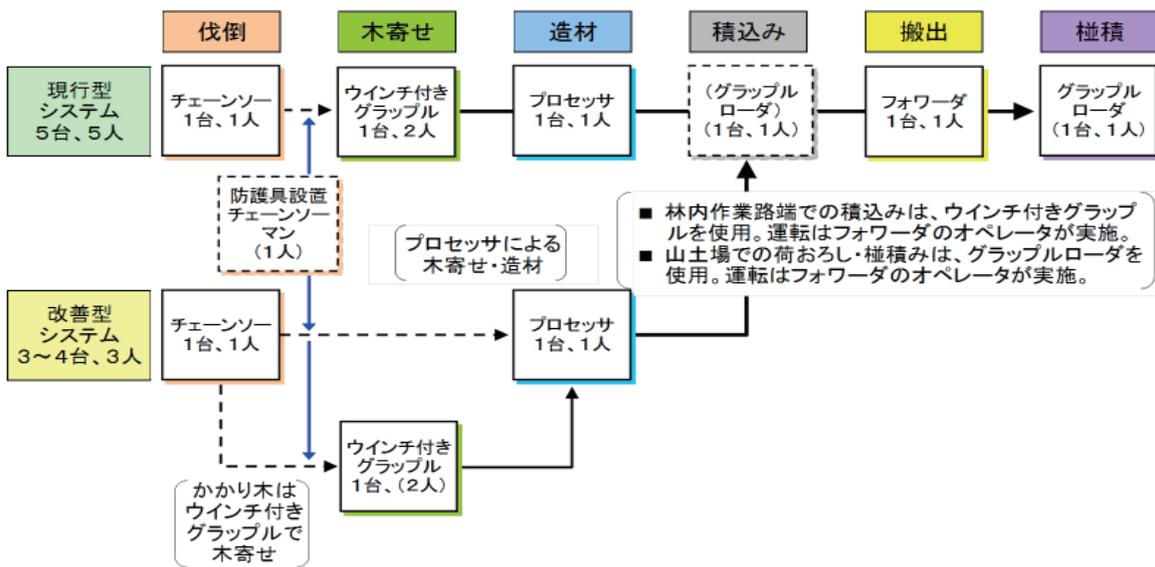


図2 作業システム改善の工程図

写真2 ポリエチレン製防護具の仕様

<改良点>

- ①下部に切れ込みを入れた
- ②ひもを本体と一体型にした

防護具の仕様

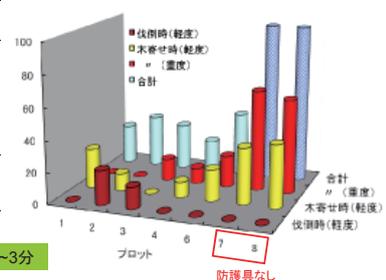
重量 2～3kg  
肉厚 20mm, 5mm  
本体価格 1,500円～2,000円程度  
ベルト代 1,000円程度



防護具試験区の概要

列番号	防護具の有無	調査の本数	設置時間(分/本)
1	有	4	2.0
2	有	9	1.8
3	有	7	1.7
4	有	10	1.2
6	有	5	3.2
7	無	11	
8	無	5	

◎防護具の設置により、重度の被害を防ぐことができる



◎1基当たりの設置時間は1～3分

図3 防護具使用の効果

## 5 里山広葉樹二次林の形成過程の解明と管理手法の開発

山形県森林研究研修センター 専門研究員 上野 満

### 研究の背景・ねらい

里山林に人手が入らず、管理が滞ってから約半世紀が経過しています。その結果、山形県における広葉樹林の林齢は、50年生以上に大きく偏った構成になりました(図1)。里山林の管理は、これまで薪炭林を目的とした施業が行われてきました。しかし、高齢化する里山林では、これまでの薪炭林施業とは異なった管理を行う必要があり、現状に即した里山林の管理手法の体系化が求められています。本課題では、今後の里山林の管理方法を確立する目的で、林分構造、更新状況の実態調査を行ない、実用的な管理手法について検討しました。

### 成 果

調査は、山形県内50カ所のコナラを主体とした広葉樹二次林において行いました。調査林分は、年代(若齢・壮齢・高齢)ごとの特徴を調べるために、伐採後6年から85年生の林分を対象にしました。林冠を構成する立木について、林齢と密度、樹高、胸高直径、材積の関係を求めた結果、高い相関が得られました(図2)。一方で、実生更新、萌芽更新の実態調査を行い、「山形県の広葉樹二次林における成長量と更新方法の目安」を作成しました(表1)。萌芽更新成立は、萌芽能力の高い胸高直径20cm未満の立木が、1,500本/ha程度必要であることを基準としました。その結果、県内の広葉樹二次林で萌芽更新が可能と判断できた林分は、林齢30年生以下の林分であることがわかりました。また、実生更新については、更新に必要な林齢や立木サイズの判断は困難でしたが、ここでは高木性樹種の構成や立木密度などから判断した結果、30年生以降が実生更新すべき時期であると判定しました。

山形県の里山林の林齢構成を見ると、萌芽更新が可能と判断される林分は、極めて少ないことが確認されます。今後、山形県の里山林においてコナラ林を維持するためには、実生更新を考慮した更新補助作業が必要になると考えられます。

### 成果の活用

近年、森林ボランティア活動などによる里山保全活動が盛んに行われるようになりました。里山林が、多様な利用空間として活用されるとともに、里山景観が良好に維持されることを期待し、今後も里山林整備における具体的な技術の提供を行いたいと思います。

なお、本成果は、東北森林科学会第15回大会において発表しました。また、山形県森林研究研修センター業務年報(平成17～21年度)において公表し、里山保全活動の普及指導資料として活用されています。

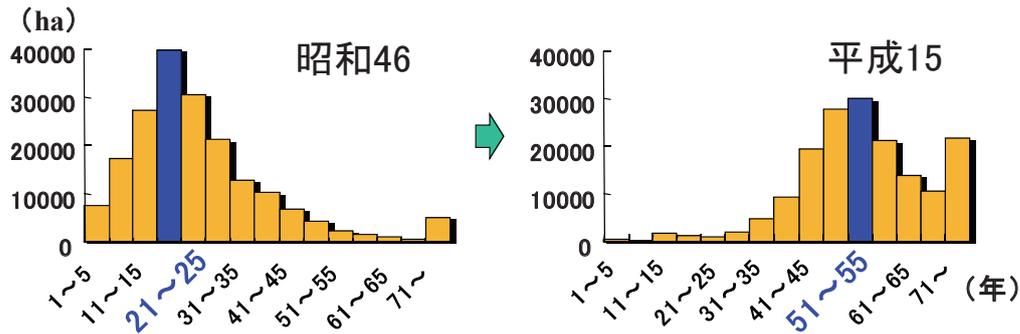


図1 山形県における天然性広葉樹林の年齢構成

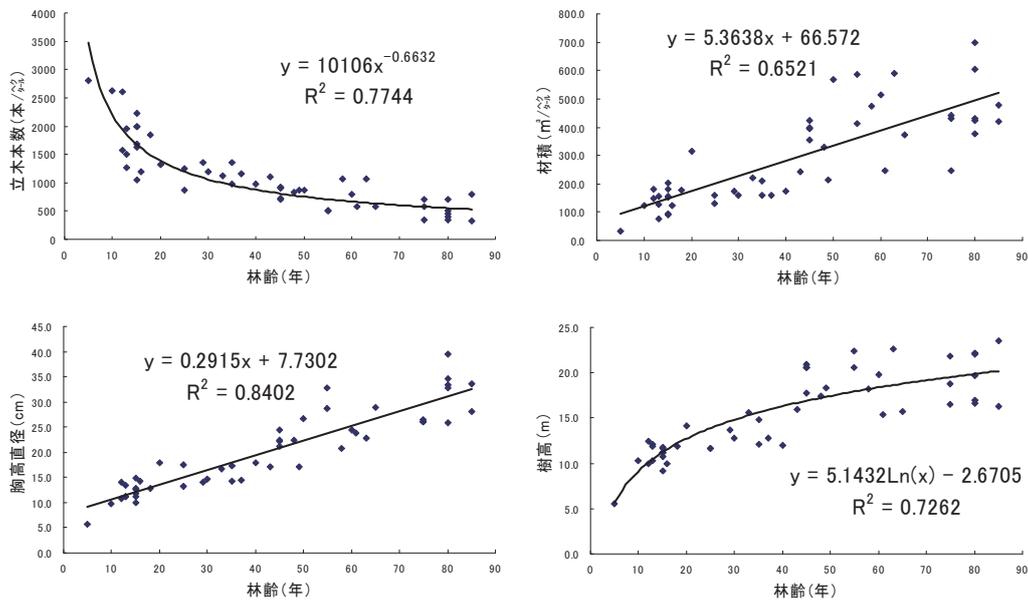


図2 山形県における里山林の林齢と立木密度、材積、胸高直径、樹高の関係

表1 山形県の広葉樹二次林における成長量と更新方法の目安

林齢	上層木				萌芽更新	実生更新	植栽
	密度(本/ha)	胸高直径(cm)	樹高(m)	材積(m <sup>3</sup> )			
5	2568.4	9.2	11.0	93.2	○	×	○
10	2046.2	10.6	14.5	120.0	○	×	○
15	1740.8	12.1	16.6	146.8	○	×	○
20	1524.0	13.5	18.1	173.7	○	×	○
25	1355.9	15.0	19.2	200.5	○	×	○
30	1218.5	16.5	20.2	227.3	○	○	○
35	1102.4	17.9	21.0	254.1	△	○	○
40	1001.8	19.4	21.7	280.9	×	○	○
45	913.1	20.8	22.3	307.7	×	○	○
50	833.7	22.3	22.8	334.5	×	○	○
55	761.9	23.8	23.3	361.4	×	○	○
60	696.3	25.2	23.8	388.2	×	○	○
65	636.0	26.7	24.2	415.0	×	○	○
70	580.2	28.1	24.5	441.8	×	○	○
75	528.2	29.6	24.9	468.6	×	○	○
80	479.6	31.0	25.2	495.4	×	○	○
85	433.9	32.5	25.5	522.2	×	○	○
90	390.8	34.0	25.8	549.0	×	○	○
95	350.1	35.4	26.1	575.9	×	○	○
100	311.5	36.9	26.4	602.7	×	○	○

[問い合わせ先：山形県森林研究研修センター 森林環境部 TEL 0237-84-4301]

## 6 菌類によるスギ花粉飛散抑制技術

福島県林業研究センター 森林環境部 寿田 智久  
 森林総合研究所 森林微生物研究領域 窪野 高德

### 研究の背景・ねらい

スギ花粉症は大きな社会問題になっており、医療面はもとより、林業面からの花粉症対策も求められています。現在、多数の県で開発、あるいは一部実用化が進められている花粉症対策苗（無花粉スギ）による花粉症対策は、既存スギ林の大幅な植え替えを前提とした対策ですが、スギ花粉飛散の低減に対する効果を得るまでには、かなりの時間を要します。このような状況から、花粉症対策苗への植え替えが進捗するまでの間、即効的な対策として、既存スギ林からの花粉飛散そのものを抑制する技術の開発が求められています。

そこで、平成5年に福島県耶麻郡西会津町のスギ人工林において、開花前のスギ雄花を褐変枯死させている菌類（スギ黒点病菌；*Leptosphaerulina japonica*）を発見したことから、本菌を活用した人工接種によってスギ花粉の飛散を抑制する技術の開発に取り組みました。

### 成 果

福島県耶麻郡西会津町の約25年生スギ人工林で採取したスギの罹病雄花から、スギ黒点病菌を分離後、米ぬか・ふすま固形培地に10℃で約2週間培養した菌叢を接種源として、平成19年10月に福島県林業研究センター内の40年生のスギの健全な雄花穂20本に、付着法（雄花穂に接種源を密着させ、その周囲をビニールテープ覆う方法（写真1））で人工接種しました。人工接種翌年の平成20年6月に雄花の枯死状況を調査した結果、9本の雄花穂において自然感染した罹病雄花と同様の病徴が観察されました（写真2）。このことから、スギ黒点病菌がスギ雄花を枯死に至らしめる病原菌であることが判明しました。また、平成21年11月には、スギ黒点病菌の米ぬか・ふすま培地培養菌糸粒攪拌懸濁液（以下、菌糸粒懸濁液）に0.003%の界面活性剤（Tween20）を添加し、さらに大豆油の濃度を、添加なし、1%、5%、10%、15%に変えて散布液を作成し、福島県林業研究センター内のビニールハウスで育苗したスギ4年生実生苗（100ppmのジベレリン水溶液葉面散布により着花促進した苗木）の雄花に、散布法（ハンドスプレーにより接種源を雄花穂に散布する方法）で人工接種しました。平成22年3月に雄花の枯死状況を調査した結果、「菌糸体懸濁液＋Tween20＋10%大豆油」処理区で平均92.1%、「菌糸体懸濁液＋Tween20＋15%大豆油」処理区で平均80.0%と、高い雄花枯死率が得られました（写真3、図1）。以上のことから、散布法によってもスギ黒点病菌の人工接種が可能であり、高率でスギ雄花を感染枯死させることが明らかになりました。

### 成果の活用

ビニールハウス内という高湿度の環境下ではあるものの、実用的な散布法によって開花前のスギ雄花を枯死させることが出来たことから、現在、野外における中・大規模散布による人工接種法の実用化を目指して、平成22年度より、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「菌類を利用したスギ及びヒノキ花粉飛散防止技術の開発」に取り組んでいます。

### 知的財産取得状況

特願2009-199433、「スギ花粉飛散抑制剤及びスギ花粉飛散抑制方法」として、平成21年8月31日に独立行政法人森林総合研究所と共に特許出願中です。



写真1 附着法



写真2 附着法により枯死した雄花穂



写真3 散布法により枯死した雄花

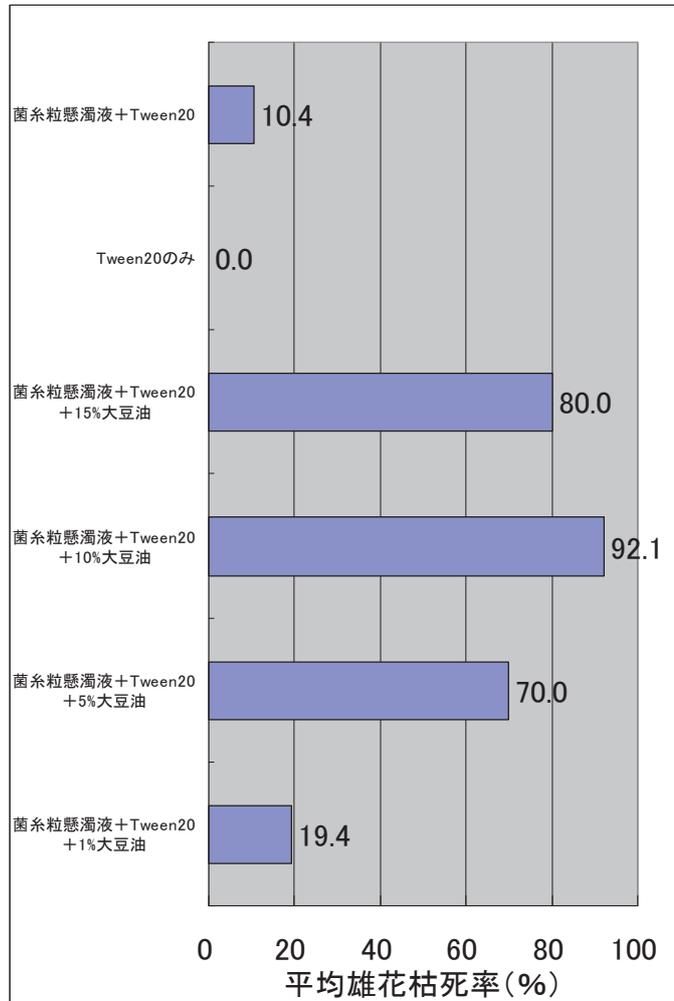


図1 人工接種処理液別の平均雄花枯死率

[問い合わせ先：福島県林業研究センター TEL 024-345-2816]

## 7 林地残材におけるスギ非赤枯性溝腐病菌の子実体発生状況の解明

千葉県農林総合研究センター森林研究所 岩澤 勝巳

### 研究の背景・ねらい

千葉県ではサンプスギを中心にスギ非赤枯性溝腐病に罹病した林分が多くあり（写真1）、被害林の伐採・更新が大きな課題となっています。本病はチャアナタケモドキ (*Fomitiporia sp.*) という病原菌が枯れ枝から侵入し、辺材部を腐らせる病気です。腐朽が進行すると、稀に立木にこぶ状の子実体が発生し、胞子を放出させて新たな伝染源になります。本病の被害木は間伐により伐採されても、製材用にほとんど利用できず、搬出経費もかかるため、多くが林内に集積されてきました。しかし、林内集積された木材（以下、林地残材という）の一部にも子実体の発生が認められたため、林地残材における子実体の発生状況について調査を実施しました。

### 成 果

スギ非赤枯性溝腐病菌の子実体の発生割合は、調査地平均で立木が0.4%と少なかったのに対し、林地残材が4.6%と統計的に有意差が認められ、林地残材で子実体が多く発生していることが明らかとなりました（写真2、図1）。林地残材の伐採後の年数では、1～5年目にかけて徐々に子実体発生割合が高くなり、4～6年目で多く発生していました。したがって、チャアナタケモドキは生育に適した環境であれば、伐採後も生存し、木材を腐朽させて栄養分を蓄え、数年後に子実体を形成していると考えられます。また、林地残材の子実体面積は伐採後1～3年目よりも4～6年目の方が大きい傾向が認められ、子実体が徐々に生長していくことが推定されます。

林地残材における溝腐れ被害の有無別の子実体発生割合は、「溝腐れ無し」が0.5%と少なかったのに対し、「溝腐れ有り」は8.3%と多く発生していました（図2）。これは「溝腐れ無し」の林地残材は、伐採時にはチャアナタケモドキにほとんど感染しておらず、伐採後の感染の可能性も低いことが要因と考えられます。

林地残材における子実体の発生は、すべての集積段数と位置で認められましたが、3段積み以上に集積された材の中段が5.8%と、上段や下段よりやや多い傾向が認められました（図3）。これは林地残材の上段は乾燥しやすく、地面に接した下段は他の雑菌により侵されやすいため、子実体が発生しにくいと考えられます。

### 成果の活用

千葉県内にはまだスギ非赤枯性溝腐病に罹病していない、あるいは罹病率が低いサンプスギ林が多くあり、これ以上の被害拡大を防止するため、本研究成果を活かして被害材の林外搬出及びバイオマス利用の促進を図っていく必要があります。



写真1 スギ非赤枯性溝腐病被害木



写真2 林地残材に発生した子実体 (矢印)

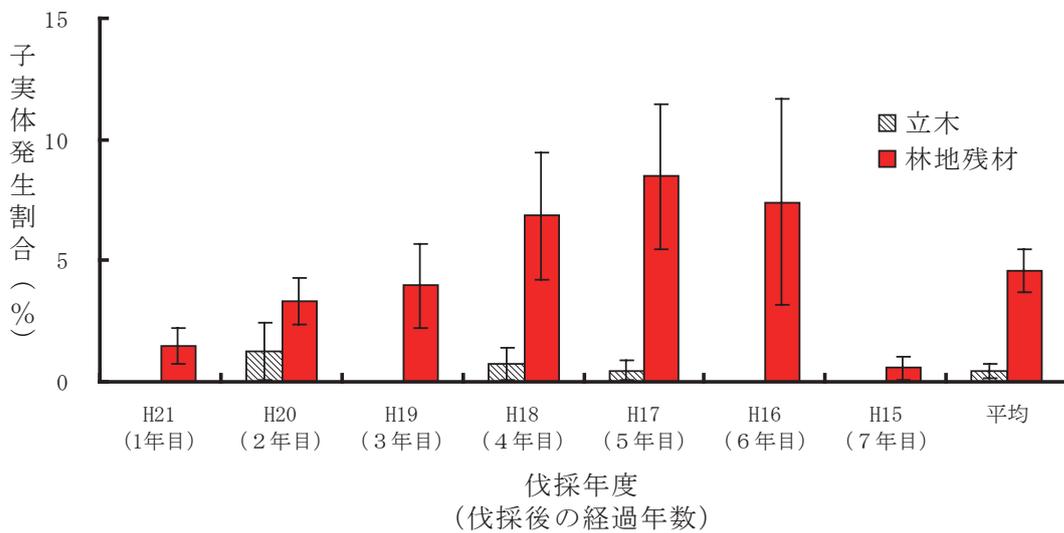


図1 立木と林地残材における伐採年度別の子実体発生割合

注) 図中の縦棒は標準誤差

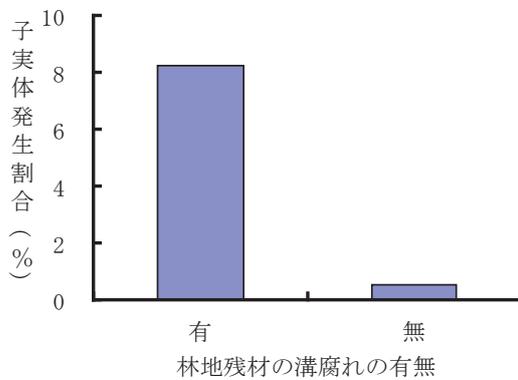


図2 林地残材の溝腐れの有無と子実体発生割合

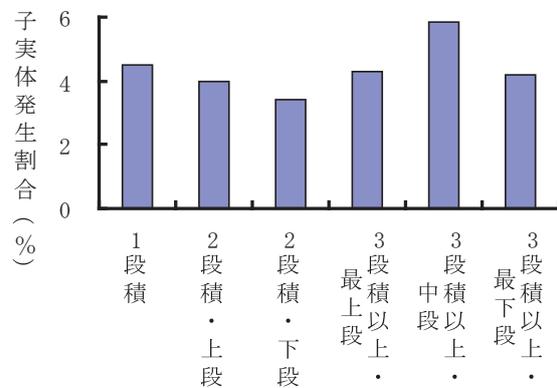


図3 林地残材における集積段数と位置別の子実体発生割合

[問い合わせ先：千葉県農林総合研究センター森林研究所 TEL 0475-88-0505]

## 8 スギ・ヒノキ人工林伐採跡地の広葉樹林化技術開発

東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター 緑化森林科 西澤 敦彦

### 研究の背景・ねらい

昨今、多面的機能向上の観点から過密人工林に対する広葉樹導入への社会的関心は高く、東京都においても、常緑広葉樹だけではなく、落葉広葉樹を導入した色彩豊かな森づくりに取り組んでいます。しかし、東京都の多摩地域では広葉樹の導入手法が確立されていません。また、人工林伐採後に何も植栽しない事例も見られ、伐採後に果たして広葉樹が天然更新するかどうかの問題となっています。

そこで、伐採後の年数が異なる人工林伐採跡地において、広葉樹がどのように生育しているかを調べ、人工林伐採地における天然更新による広葉樹林化の可能性について検討しました。

### 成 果

調査は、東京都多摩地域（あきる野市、奥多摩町、檜原村）内の標高 600 m より低い伐採跡地 11 カ所で行いました（図 1）。調査地のうち、7 カ所は、方形のコドラートを設置し、樹種別の本数、樹高、胸高直径について調査しました。残りの 4 カ所については、ライントランセクト法により同様の調査を行いました（表 1）。

その結果、今回の調査地では、伐採後に放置すると、数年で、アカメガシワやヌルデなどの先駆種や低木、アラカシなどの常緑高木（以下、「カシ類」という）が密生し、人が入るには困難な状況になることがわかりました。また、カシ類の密度の高低で調査地が二つのパターンに分けられました（表 2）。カシ類の高密度（A 1～A 5）では、落葉高木が伐採後 7 年を境に大幅に減少し、放置するとカシ類中心の常緑広葉樹林になっていきます（図 2 左）。一方、カシ類の低密度（B 1～B 6）では、低木や先駆種が多く、伐採後 7 年前後から競争が起こって落葉高木が減少し、16 年経過しても将来の主要な高木性の樹種が決まっていない状況です（図 2 右）。

以上のことから、標高 600 m より低い伐採地において、天然更新では色彩豊かな広葉樹林化の可能性は低く、落葉樹林を主体とした広葉樹林を目指すためには、先駆種や不要な萌芽枝の整理伐を、人工林伐採後 5～7 年頃に行うことが必要であると考えられました。また、東京都多摩地域の埋土種子を調査した結果、落葉広葉樹はほとんどみられない（データ省略）ことから、生育状況により落葉広葉樹を植栽することも必要であると考えられました。

### 成果の活用

成果については、森林・林業発表会（東京都内）で発表するとともに、東京都農林総合研究センター成果情報（2008～2012）に掲載しています。また、「スギ・ヒノキ人工林皆伐地における広葉樹林化指針」を作成し、普及していきます。

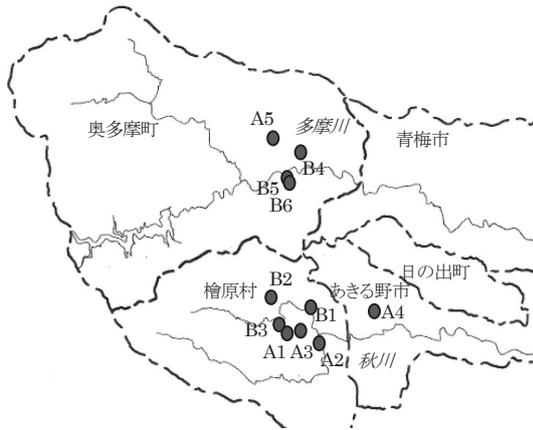


図1 調査地位置図

表1 調査地の概要

調査地	伐後年数	調査面積㎡	コドラート	標高m	斜面方位	傾斜度°
A1 払沢	2	200	横20×10	390	SW	38
A2 役場	6	100	横10×10	308	NE	36
A3 払沢の滝	7	200	ライトランセト	320	E	35
A4 星竹	10	400	横20×20	273	SE	32
A5 古里	15	150	横15×10	320	SW	37
B1 三都郷	1	86	ライトランセト	360	N	40
B2 宮ヶ谷戸	7	100	ライトランセト	446	NE	38
B3 夏地	9	150	横15×10	345	N	38
B4 御岳	12	150	横15×10	285	SW	35
B5 寸庭手前	15	200	ライトランセト	570	E	43
B6 寸庭	16	300	横20×15	550	E	40

表2 カシ類の密度別における常緑高木の本数

カシ類の密度	調査地	本数		優占種	
		調査地	(本/ha)	(積算優先度	上位2位)
高密度*	A1 払沢		4,600	シラカシ/アラカシ	
	A2 役場		7,600	ヌルデ/アラカシ	
	A3 払沢の滝		4,650	ウワミズザクラ/アラカシ	
	A4 星竹		6,680	アカメガシワ/アラカシ	
	A5 古里		13,333	アラカシ/ウワミズザクラ	
低密度*	B1 三都郷		116	アブラチャン/マルバアオダモ	
	B2 宮ヶ谷戸		200	アブラチャン/ヌルデ	
	B3 夏地		0	アブラチャン/ミヤマハウソ	
	B4 御岳		1,000	アカメガシワ/マルバウツギ	
	B5 寸庭手前		0	アカメガシワ/ヌルデ	
	B6 寸庭		0	アブラチャン/オニグルミ	

\*3,000本/haを基準として、基準値以上を高密度、基準値未満を低密度とする

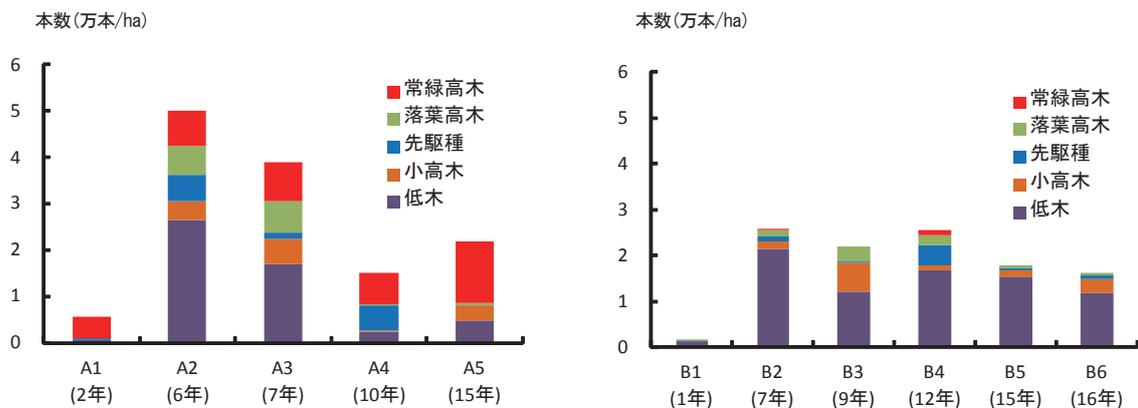


図2 伐採後の時間の異なる林分での生活型組成 (左: 高密度、右: 低密度)

## 9 『神奈川県広葉樹実生図鑑』の作成

神奈川県自然環境保全センター 研究企画部研究連携課 田村 淳

### 研究の背景・ねらい

近年注目を集めているスギ・ヒノキ人工林の針広混交林化や広葉樹林化では、施業担当者やモニタリング従事者が広葉樹実生（以下、実生）を現地で識別する能力が必要になっています。しかしながら、実生の識別は難しく、高木種と雑草木の見分けがつかない場合が多いのが実情です。その理由の一つには、既存の樹木図鑑は成木の形態を図示して記載したものばかりであり、当年～数年生の実生は成木と異なった形態を呈していることが多いことにあります。そこで、針広混交林施業や広葉樹林施業に関わる担当者やモニタリング従事者に役立つ広葉樹実生図鑑を作成しました。

なお、本図鑑のとりまとめには、林野庁の平成22年度林業普及情報活動システム化の予算を用いました。

### 成 果

当センター研究連携課では、衰退したブナ林の再生や水源地域の森林づくりの目的で、ブナ林やモミ林、スギ・ヒノキ人工林で天然更新により芽生えた実生の追跡調査を実施しています。その過程で広葉樹実生の写真を撮影、同定、収集しました。不足した樹木については現地にて写真を撮影、収集しました。

こうしてとりためた写真を整理して実生図鑑を作成しました（図1）。掲載した種数は合計で119の種と変種、亜種です（表1）。そのうち発芽当年の実生の写真を掲載したのは、68の種と変種、亜種です。残りの51種については、発芽当年ではなく数年生の実生の写真を掲載しました。

この図鑑の特徴は、子葉のついた実生の写真を数多く掲載したことのほかに、写真はすべて丹沢や箱根、横浜など県内各地で撮影したこと、用語図解をつけたこと、神奈川県内での分布や生育環境について既往文献を参考にしつつ野外観察に基づく記載を心がけたことです。また、科名を最近の分子系統学に基づくマバリー体系に従って記載したことも特徴です。そのため樹種によってはこれまで私たちが慣れ親しんできた科名と異なるものがあります。例えばカエデ科やトチノキ科はムクロジ科に変更になりました。また、アオキ属はミズキ科からガリア科に変更されました。

### 成果の活用

『神奈川県広葉樹実生図鑑』を100部発行して、県内施業担当者とNPO法人かながわ森林インストラクターの会などに配布しました。限定部数の発行だったため、当センター研究連携課のホームページに掲載して、自由にダウンロード・印刷できるようにしました（<http://www.agri-kanagawa.jp/sinrinken/tebiki.html>）。本図鑑を公開後、県内の森林・林業関係者に加えて、県民や自然関係団体からも入手希望が多く大変好評です。当センターのホームページからのダウンロードも多く、当センターの広報活動にも貢献しています。今後も未掲載種の実生写真を収集して、改訂版を作成しアップロードしていく予定です。

神奈川県

広葉樹実生図鑑



平成23年3月

カマツカ

バラ科

*Pourthiaea villosa* (Thunb.) Decne. var. *villosa*



実生



稚樹

県内の分布: 全域  
森林帯区分: 暖温带~冷温带  
生育環境: 山地・丘陵地・台地の斜面の落葉広葉樹林内  
生活型: 落葉低木  
特徴: 子葉は長楕円形である。本葉の葉縁は赤褐色で鋭鋸歯がある。葉の裏面脈上と葉柄に毛がある。

図1 図鑑の表紙とサンプルページ (カマツカ)

表1 収録した実生一覧 (「実生写真」に○がついている種については発芽当年の実生写真を掲載)

科名	種名	実生写真	ページ	科名	種名	実生写真	ページ	科名	種名	実生写真	ページ
マツブサ	シキミ	○	12	クワ	ヤマグル	○	52	ミズキ	ヤマボウシ	○	91
モクレン	ホオノキ	○	13	イラクサ	コアカソ		53		クマノミズキ	○	92
モクレン	コブシ	○	14	ブナ	クリ		54		ミズキ	○	93
クスノキ	アブラチャン		15		スダジイ	○	55	アジサイ	ウツギ		94
	クロモジ		16		ブナ	○	56		マルバウツギ		95
	タブノキ		17		イヌブナ		57		タマアジサイ		96
フサザクラ	フサザクラ	○	18		ミズナラ	○	58		ガクウツギ		97
アケビ	ミツバアケビ	○	19		コナラ	○	59	ツバキ	チャノキ		98
メギ	ヒイラギナンテン		20		アラカシ	○	60		ヒコサンヒメシヤラ	○	99
アワブキ	ミヤマハハソ	○	21		シラカシ	○	61	サクラソウ	ヤブコウジ		100
ヤマグルマ	ヤマグルマ		22	カバノキ	ミヤマヤシヤブシ		62	エゴノキ	オオバアサガラ	○	101
ブドウ	ツタ (ナツツタ)		23		ケヤマハソノキ	○	63		エゴノキ	○	102
ミツバウツギ	ゴンズイ		24		ミズメ	○	64		ハクウンボク	○	103
	ミツバウツギ	○	25		サワシバ		65	マタタビ	ミヤママタタビ		104
キブシ	キブシ	○	26		アカシデ		66	リョウブ	リョウブ		105
ニシキギ	ツルウメモドキ	○	27		イヌシデ	○	67	ツツジ	サラサドウダン		106
	マユミ	○	28		ツノハシバミ		68		アセビ		107
	ユモトマユミ	○	29		アサダ	○	69		シロヤシオ		108
トウダイグサ	アカメガシワ		30	クルミ	サワグルミ	○	70		トウゴクミツバツツジ		109
マメ	ネムノキ		31	アオイ	シナノキ	○	71	ガリア	アオキ	○	110
バラ	アズキナン		32	ジンチョウゲ	ミツマタ		72	モクセイ	クアオダモ (アオダモ)	○	111
	ウラジロノキ		33	ムクロジ	アサノハカエデ		73		ヤマトアオダモ		112
	マメザクラ	○	34		ホソエカエデ	○	74		シオジ	○	113
	カスミザクラ	○	35		チドリノキ	○	75		マルバアオダモ		114
	ミヤマザクラ	○	36		ミツデカエデ	○	76		トウネズミモチ	○	115
	ヤマブキ	○	37		カジカエデ	○	77		ミヤマイボタ	○	116
	ウワミズザクラ	○	38		コミネカエデ	○	78		ヒイラギ	○	117
	シウリザクラ		39		イロハモミジ	○	79	シソ	ムラサキシキブ		118
	カマツカ	○	40		オニイタヤ	○	80		クサギ		119
	ナナカマド		41		イトマキイタヤ	○	81	ハナイカダ	ハナイカダ	○	120
	コゴメウツギ	○	42		ウリハダカエデ	○	82	ウコギ	コシアブラ		121
	カナウツギ		43		オオイトヤメイゲツ	○	83		ヤマウコギ		122
グミ	マメグミ		44		コハウチワカエデ		84		ミヤマウコギ	○	123
	ナツグミ		45		トチノキ		85		ハリギリ		124
クロウメモドキ	クロウメモドキ	○	46	ウルシ	ヌルデ	○	86	レンブクソウ	コバノガマズミ	○	125
ニレ	オヒョウ		47	ミカン	コクサギ	○	87		ゴマキ		126
	ケヤキ	○	48		オオバキハダ	○	88		オオミヤマガマズミ		127
アサ	ムクノキ	○	49		カラスザンショウ	○	89	スイカズラ	ツクバネウツギ		128
	エゾエノキ	○	50		サンショウ	○	90		スイカズラ	○	129
	エノキ	○	51						ニシキウツギ		130

## 10 松くい虫抵抗性アカマツ暫定採種園産実生苗の抵抗性

新潟県森林研究所 森林・林業技術課 樋口 有未

### 研究の背景・ねらい

新潟県では、「東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」で選抜された松くい虫抵抗性一次検定合格木 58 クローンで抵抗性アカマツ暫定採種園を造成し、平成 15 年度から種子生産を行っています。採種園で生産される抵抗性アカマツ苗木を実用普及するため、各クローンから生産された後代実生苗に線虫接種検定を実施し、実生苗における抵抗性を明らかにしました。抵抗性の指標として、テーダマツ（マツノザイセンチュウに抵抗性がある）の抵抗性と同等であることが確認されている、アカマツ精英樹 5 系統（以下、対照系統）を用いました。

### 成 果

- 1 線虫接種検定は 5 年間実施し、各系統における 5 年間の生存率\*の最小二乗推定値を算出しました。  
\* 生存率 (%) = {(健全苗 + 部分枯苗) / 接種本数} × 100 (写真 1)
- 2 採種園構成系統の 63.8%にあたる 37 系統が対照系統より高い生存率となり、全系統の平均生存率は、対照系統よりも高い結果となりました (図 1)。
- 3 採種母樹がマツノザイセンチュウ抵抗性品種\*\* (二次検定合格木) として認定されている系統でも、後代実生では対照系統より低い生存率となるものが生じました (図 1)。  
\*\* つぎ木苗による線虫接種検定で対照系統より高い抵抗性を示し、(独) 森林総合研究所林木育種センター新品種開発委員会で決定されたものです。

### 成果の活用

本成果は新潟県森林研究所研究報告第 52 号に掲載しております。また、平成 23 年度新潟県農林水産業研究成果の普及技術として公表し、県のホームページでも公開しています。

本成果により各クローンの後代実生の抵抗性が判明したことから、抵抗性の低い系統の母樹については種子の供給停止や伐採して採種園の改良を行う等、より抵抗性の高い苗木の生産を進める判断材料として使用します。



写真1 左：健全苗、中央：部分枯苗、右：枯損苗

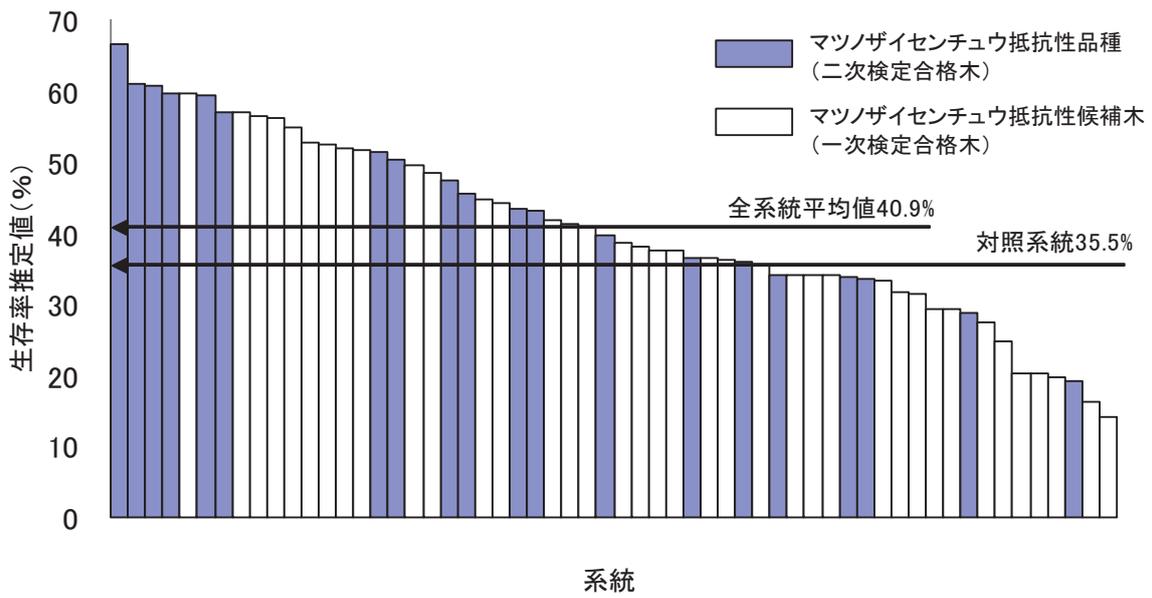


図1 各採種母樹の後代実生苗の生存率推定値

# 1 1 カシノナガキクイムシによる枯損被害の実態と防除

富山県農林水産総合技術センター森林研究所 松浦 崇遠

## 研究の背景・ねらい

甲虫の一種カシノナガキクイムシ（カシナガと略記）はナラ類に穿入して病原菌を媒介し、萎凋や枯死を引き起こします。このような樹木の枯損被害が、各地に拡大して問題となっています。富山県における被害は2002年に初めて確認され、2005年には県内の広い範囲で発生するようになりました。本研究では、被害の実態を調査するとともに、被害を防除する新たな方法の開発に取り組んだ成果を報告します。

## 成 果

被害がほぼ終息した地域に、標高が異なる5箇所の区画を設定し、林分を構成する樹木の種類とその生死を調査しました。図1は、樹木の蓄積量を表す指標である胸高断面積（地上から1.3mの高さにおける幹の断面積）に関して、生存木と枯死木それぞれの合計を、左右に並べて示しています。全ての区画においてミズナラの枯死木が多く見られ、とりわけミズナラの構成割合が高い標高500～600m付近の林分では、大きな被害を受けやすいと考えられました。また、コナラとミズナラの枯死率は平均して22%と75%に達していました。

被害を受けた林分では、カシナガに穿入されて枯れた木（枯死木）と穿入されても枯れずに生き残った木（生存被害木）が観察されました。それぞれの被害木から脱出したカシナガ成虫をトラップで捕獲することによって、次世代成虫の個体数を比較しました。その結果、枯死木からは多くの成虫が脱出しましたが、生存被害木からはごく少数の成虫しか脱出しませんでした。したがって、次世代成虫の発生を抑制するためには、枯死木を優先的に防除すべきであることがわかりました（図2）。そこで、枯死木を対象に以下の防除方法を試みました。

枯死木を伐倒し、丸太をビニールシートで被覆しました。このとき、殺虫剤は使用せず、成虫が飛散しないよう物理的に封じ込める効果を調査しました。その結果、シートの裂け目の最大長が1cm程度であれば、成虫が被覆外へ脱出することはないと判断されました（図3）。

富山県は多雪地帯に属し、冬期には根雪となります。積雪がカシナガの繁殖に影響を与えているのではないかと考え、枯死木の丸太を積雪前に設置して、積雪下の期間と融雪後の幼虫の生存率との関係を調査しました。その結果、積雪下の期間の合計が長くなるほど、積雪前を基準とした幼虫の相対生存率は低下することがわかりました（図4）。積雪下にある状態では、丸太の材内温度は0℃付近で安定しており（図5）、このような温度条件に長くさらされることが、幼虫の死亡要因になっていると推察されました。

## 成果の活用

本研究によって、被害を受けやすい樹種や標高帯が明らかになり、被害に対して枯死木を優先的に防除する必要があることがわかりました。これらの成果は、被害を効果的に防除するための指針として活用できます。また、枯死木をビニールシートで被覆したり、積雪下に設置したりすることによる、薬剤を使用しない防除方法の確立が期待されます。

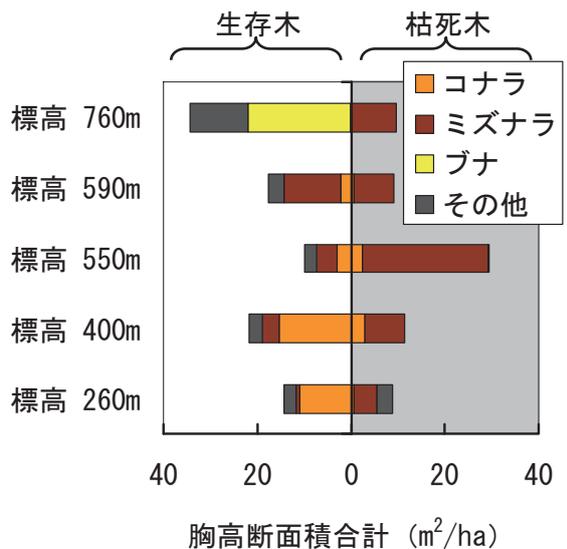


図1 標高別にみた生存木と枯死木の胸高断面面積合計

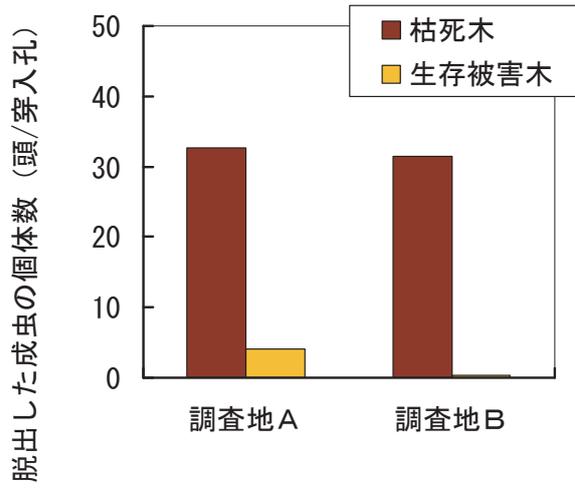


図2 枯死木と生存被害木から脱出した次世代成虫の個体数

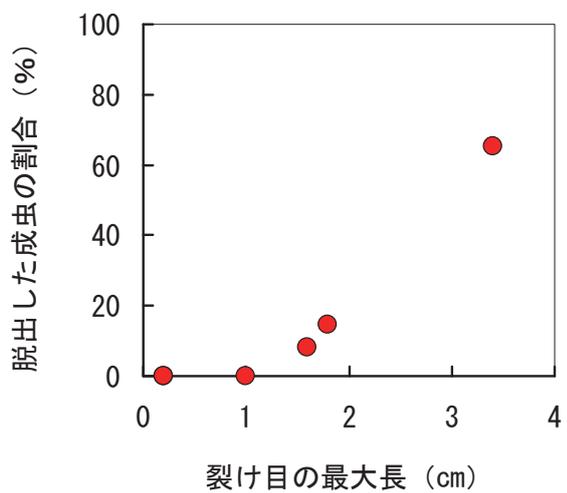


図3 ビニールシートの裂け目の最大長と被覆外に脱出した成虫の個体数の割合

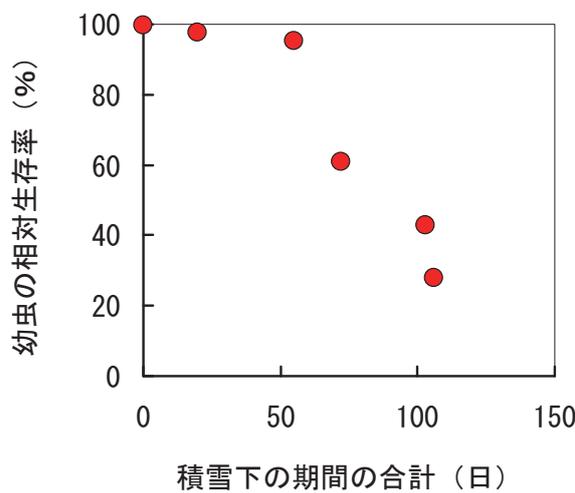


図4 積雪下の期間と幼虫の生存率との関係

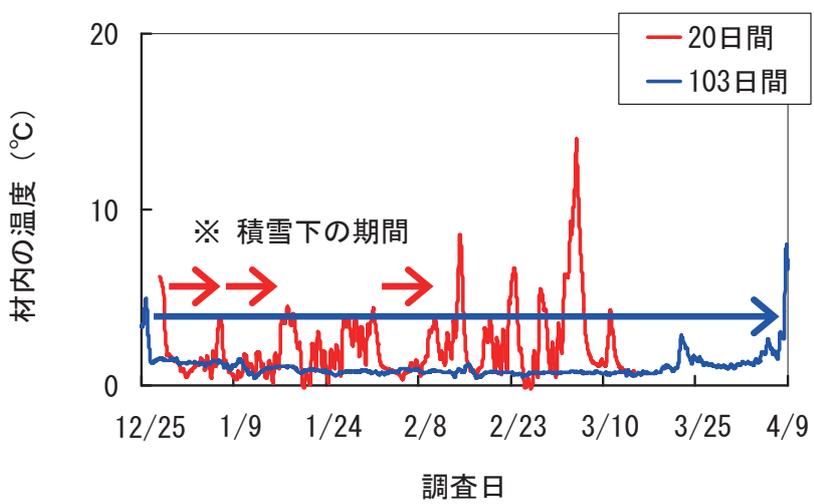


図5 積雪下の期間別にみた材内温度の推移

[問い合わせ先：富山県農林水産総合技術センター森林研究所 TEL 076-483-1511]

## 12 ナラ類集団枯損被害跡地における森林再生技術の開発

富山県農林水産総合技術センター森林研究所 中島 春樹

### 研究の背景・ねらい

カシノナガキクイムシによるナラ類の集団枯損跡地では、大小の林冠ギャップが形成され、森林の機能低下が危惧されています。そこで、① 被害林分を実態調査して枯死率や林分構造の特徴を明らかにすること、② 天然更新状況を調査して更新しやすい樹種を明らかにするとともに、更新に関わる要因を解析して、有効な天然更新補助作業を検討すること、③ ギャップサイズに応じた異なる光環境下において植栽苗の生育状況を調査し、適切な人工更新方法を検討することを目的としました。

### 成 果

#### 1 被害林分の実態調査

県内全域にわたる10林分(図1)で枯死被害を追跡調査したところ、枯死率はコナラでは最大でも37%でしたが、ミズナラは80%を超えることもありましたが(表1)。ナラ類は小径木が少ない直径分布でしたが(図2)、その他の高木樹種はコハウチワカエデなど耐陰性の高い樹種の小径木が多く、これらが枯損で生じたギャップ内にある場合には、後継林冠木への成長が期待されました。

#### 2 天然更新状況調査

2005年に枯損被害が発生した林分に36調査区を設定し、2006～2010年に高木樹種の稚樹の更新状況を調べました。被害前に発生していた前生稚樹ではウワミズザクラとコシアブラが(図3左)、被害後の2006年に発生した稚樹ではミズキが(図3右)よく更新していました。更新に関わる要因を解析したところ、林冠木の量、下層木の量、林床植生による被覆はいずれも更新の阻害要因でした(表2)。被害が激しく、残存する林冠木が少ない箇所でも、ユキツバキなどが繁茂していると稚樹の生育する林床に差し込む光が遮られるので、これらの除去により更新を促進できることも考えられます。

#### 3 植栽試験

2005年のブナ、ミズナラ植栽地を、相対散乱光により50%以上を明区、30～50%を中区、30%未満を暗区に、さらに明区は下刈りする明刈区と放置する明放区に2分して調査しました。明放区では繁茂した雑草木に被陰され(図4)、両種とも成長は悪く(図5)、ミズナラの生存率は2010年に40%まで低下したので、明区の光条件では下刈りが必要と考えられました。中区では雑草木の繁茂は著しくなく、下刈りを行わなくても耐陰性のあるブナは比較的良好に成長していました。暗区では雑草木の繁茂はなかったものの、特にミズナラの成長はよくありませんでした。コスト削減等のため下刈りが困難ならば、中区程度の光環境でブナと同等の耐陰性のある樹種を植栽するのが適当です。

### 成果の活用

当所発行の研究レポート No. 2 「ナラ枯れQ & A」に掲載したほか、行政職員や林業関係団体を対象とした研究発表会等において、普及を図っています。



図1 調査林分の位置

表1 調査林分の概要と本数枯死率

	標高 m	面積 ㎡	累積本数枯死率	
			コナラ	ミズナラ
<b>コナラ優占林分</b>				
医王山下	330	2,400	18%	
五位	250	1,750	9%	
瀬成	90	1,000	11%	
吉峰	340	1,225	12%	
魚津	160	1,575	26%	
<b>ミズナラ優占林分</b>				
医王山上	560	3,500	37%	84% 激害
大長谷	630	2,250		50%
芦峯寺	620	4,000	28%	90% 激害
馬場島	730	3,450		32%
境川	350	2,800		98% 激害

\* 被害前本数が20本未満の場合は、累積本数枯死率は示さない。

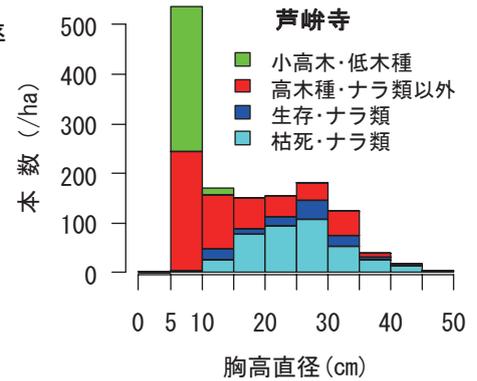


図2 激害林分の直径分布

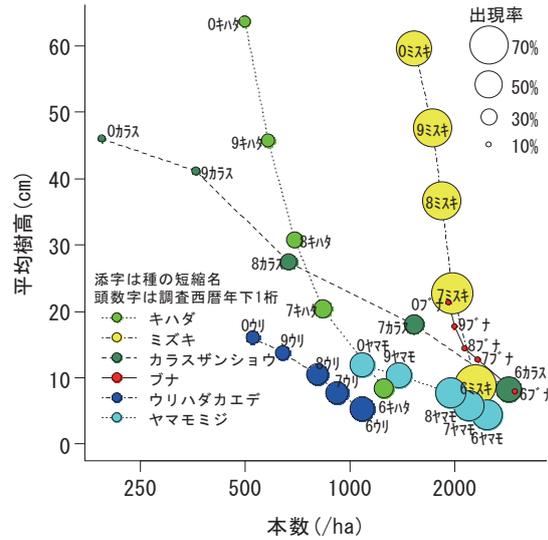
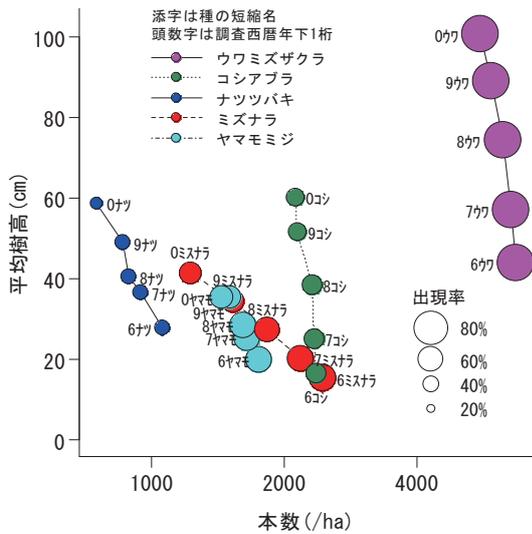


図3 前生稚樹（左）と2006年生稚樹（右）の本数密度、平均樹高、出現率の推移（2006～2010年）  
本数密度と平均樹高は全調査区の平均、出現率は出現した調査区の比率を表す

表2 稚樹の生育に影響する要因

要因 (説明変数)	前生稚樹			2006年生稚樹		
	'06年 個体数	'10年 生存率	'06-10年 樹高成長量	'06年 個体数	'10年 生存率	'10年 樹高
林冠木 胸高断面積合計			▲			▲
下層木 胸高断面積合計	▲				▲	
林床植生 常緑樹・ササ植被率	▲	▲	▲	▲	▲	
初期樹高 '06年樹高			●			
立地 標高	●			●		
斜面方位 (北)		●				
傾斜	▲					▲

▲ : 阻害要因 (負の効果) ● : 促進要因 (正の効果)

個体数, 生存率, 樹高を目的変数として一般化線型モデルにより解析し, 回帰係数が有意 ( $p < 0.05$ ) となった説明変数に記号を付した。

林冠木の量, 下層木の量,  
林床植生の被覆はいずれ  
も更新を阻害する要因

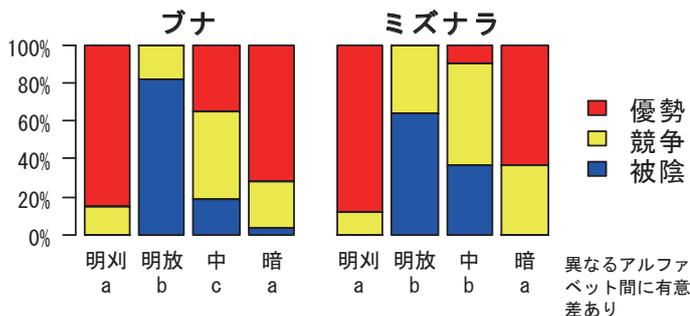


図4 植栽木の雑草木に対する競合関係 (2010年)

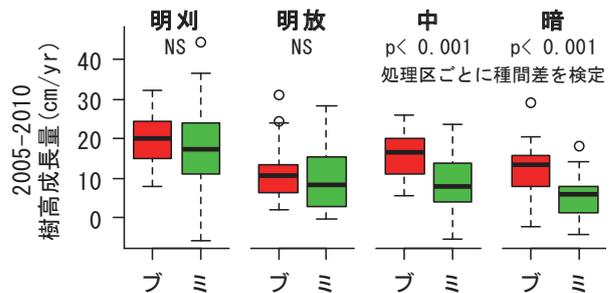


図5 年樹高成長量 (ブ: ブナ, ミ: ミズナラ)

[問い合わせ先: 富山県農林水産総合技術センター森林研究所 TEL 076-483-1511]

## 1 3 長伐期施業推進のための育林技術の開発

山梨県森林総合研究所 森林研究部 田中 格

### 研究の背景・ねらい

近年、公益的機能の高度発揮を図りつつ、長引く林業の不振にも対応する施業方法として長伐期施業が注目されています。県有林の管理計画の方針として長伐期施業の導入が示唆されるなど、山梨県の森林施業においても長伐期施業への転換が進行しつつあります。そこで、長伐期施業に対応した森林管理方法を検討するため、高齢林に対応した山梨県版システム収穫表を作成し、山梨県における長伐期施業のための間伐指針を作成することを目的として本研究を実施しました。対象樹種は、山梨県の主要保育樹種であるヒノキ、スギ、カラマツとしました。

### 成 果

#### 1 長伐期に対応した、スギ、ヒノキ、カラマツの山梨県版システム収穫表の作成

ベースにしたシステム収穫表は Lycs で、システム収穫表（エクセル版）の作成は、共同研究者で Lycs の開発者の 1 人である東京大学の中島徹氏に作成いただきました。本研究により実施した高齢林の実測データを組み込んでミッチャーリッヒ式で近似されたスギ、ヒノキ修正版樹高曲線のパラメータおよび既存の線形対数式の樹高曲線がそのまま使えることが明らかとなったカラマツのパラメータを組み込むことにより山梨県版のシステム収穫表を作成しました。システム収穫表作成に用いた樹高曲線式を図 1 に示します。また、修正前後の胸高直径と樹高を比較した結果をスギについて図 2、ヒノキについて図 3 に示します。

#### 2 作成したシステム収穫表を用いた予測に基づく長伐期施業における間伐指針の提示

作成した山梨版システム収穫表を用いて地位中のヒノキ林で伐期 100 年、間伐回数 4 回を想定した試算を行いました。試算結果を表 1 に示します。ここでの試算に基づく長伐期施業のための間伐指針は以下のとおりです。

- 1) 胸高直径 30cm 以上の立木生産を目指すならば、強度間伐を実施する必要があることが示唆され、長伐期施業での間伐は強度間伐が基準になると考えられました。
- 2) 最終間伐において全層間伐と下層間伐を比較すると間伐率が同じ場合は、伐期での胸高直径が下層間伐の方が全層間伐よりも大きくなるので、最終間伐は下層間伐とするほうが良いと考えられました。すなわち、間伐種は最初と最後を下層間伐、中間を全層間伐とするという指針が得られました。

### 成果の活用

作成したシステム収穫表は、県有林計画担当職員、普及職員に提供して、県有林管理計画策定、普及員の間伐推進のためのツールとして活用していただきました。ただし、現段階ではシステム収穫表は暫定版であるため、現場における正式なツールではありません。今後、県有林の経営・管理および普及現場で活用できるツールとするために、共同研究者である東京大学の中島徹氏および現場と連携を取りながら精度検証を行うとともに、材価、搬出経費などを組み込んだ収支予測も行うシステムに向上させる方向で研究を継続する予定です。

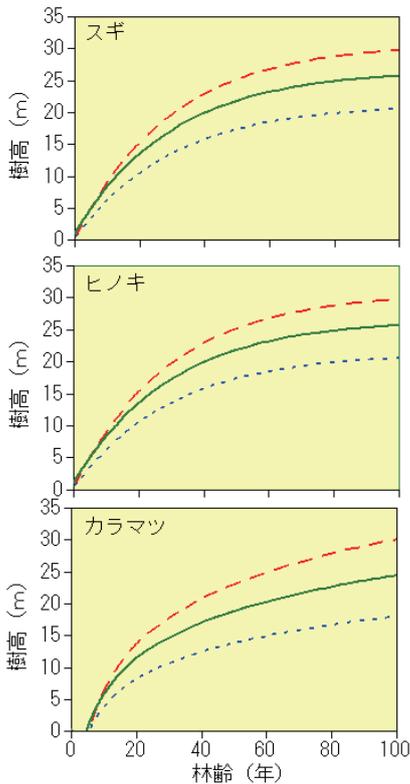


図1 高齢林データを追加して作成された樹高曲線

— 地位上 — 地位中 - - - 地位下

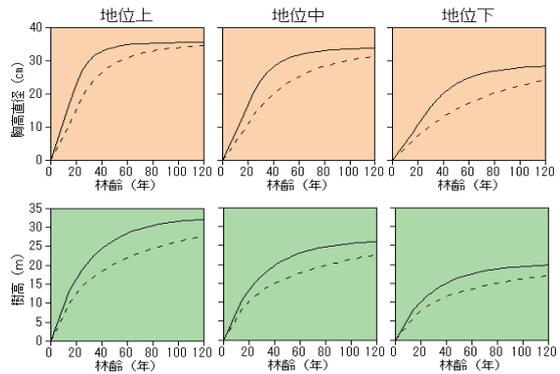


図2 スギの修正前後における胸高直径と樹高の比較  
- - - 修正前 — 修正後

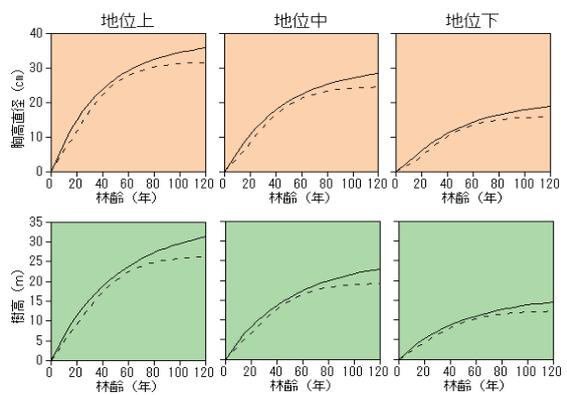


図3 ヒノキの修正前後における胸高直径と樹高の比較  
- - - 修正前 — 修正後

表1 間伐率および間伐種を変えて間伐を実行したヒノキ林の伐期における林分状況の推定

No.	間伐林齢	25	45	65	90	推定された伐期(100年生)時の状況			
						本数 (/ha)	平均D.B.H. (cm)	平均樹高 (m)	総材積 (m <sup>3</sup> )
1	間伐率(%)	30	30	30	20	645	27.0	21.6	394
	間伐種	下層	全層	全層	全層				
2	間伐率(%)	30	30	30	20	645	27.8	21.6	415
	間伐種	下層	全層	全層	下層				
3	間伐率(%)	30	30	30	30	565	27.6	21.7	361
	間伐種	下層	全層	全層	全層				
4	間伐率(%)	30	30	30	30	565	28.8	21.7	388
	間伐種	下層	全層	全層	下層				
5	間伐率(%)	40	40	40	30	381	35.7	22.2	382
	間伐種	下層	全層	全層	全層				
6	間伐率(%)	40	40	40	30	381	37.1	22.2	408
	間伐種	下層	全層	全層	下層				
7	間伐率(%)	40	40	40	40	327	36.7	22.5	349
	間伐種	下層	全層	全層	全層				
8	間伐率(%)	40	40	40	40	327	38.6	22.5	381
	間伐種	下層	全層	全層	下層				

(註1) 地位中のヒノキ林を想定した。

(註2) 本研究の成果として作成された山梨県版ヒノキのシステム収穫表を用いて推定した。

## 1 4 針葉樹人工林の針広混交林化を目的とした抜き伐り効果

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 森林育成科 近藤 晃・加藤 徹・綿野 好則

### 研究の背景・ねらい

森林内が暗く下層植生が消失したスギ・ヒノキ人工林では、森林の土壌保全機能や生物多様性保全機能等、住民が享受できる生態系サービスの低下が危惧されています。このような“荒廃した森林”の機能を回復させるため、スギ・ヒノキ人工林に広葉樹を混交させる抜き伐りの効果を解明し、針広混交林化が森林の多面的機能の発揮に及ぼす短期的な効果を検証しました。

### 成 果

- 1 荒廃したスギ・ヒノキ人工林を針広混交林へ誘導するため、列状の抜き伐りが広葉樹の侵入、並びに森林の生物多様性保全機能と土壌保全機能に与える短期的な効果を検証しました。
- 2 抜き伐りは、短期的には出現する広葉樹、特に高木種と低木種の種数と個体数を増加させ、下層植生の回復を促進して、林床被覆を向上させる効果が認められました（図1）。特に針広混交林化に求められる林冠を構成する高木種では、埋土種子由来と考えられるアカメガシワやカラスザンショウ等の先駆種の種数と個体数の増加が著しく、シイ・カシ類等の遷移後期種の侵入は多く認められませんでした（図2）。
- 3 帯状の抜き伐りでは、幅6m～9mの伐採が林床の被覆効果を持つ下層植生量を増大させ（図3）、かつ堆積腐植層（A<sub>0</sub>層）を低減させない有効な抜き伐りであることが確認されました。
- 4 抜き伐りは、下層植生の回復を通じて、森林内の昆虫（地上徘徊性甲虫）の種数を短期的に増加させ、生物多様性保全機能の向上に寄与することが確認されました（図4）。
- 5 抜き伐り後、新たに発生する広葉樹等で林床被覆率が経年的に増加するのに伴い、森林の表土移動は指数関数的に減少し（図5）、土壌保全機能の向上が確認されました。特に、等高線方向の列状の抜き伐りは細土移動の抑止に効果があると認められました（図6）。

### 成果の活用

静岡県では荒廃した針葉樹人工林を抜き伐りして針広混交林化をめざす「森の力再生事業（静岡県森林づくり県民税）」を平成18年度から実施中です。本事業は森林の土壌保全機能や生物多様性保全機能の向上に寄与することを目的とし、事業実施後の整備効果を経年的にモニタリングして、その成果は毎年開催される事業評価委員会等を通じて県民に広く公表されています。また抜き伐り等の手法や整備効果などについては、整備を担う林業事業者、森林所有者及び行政関係者等に普及しています。

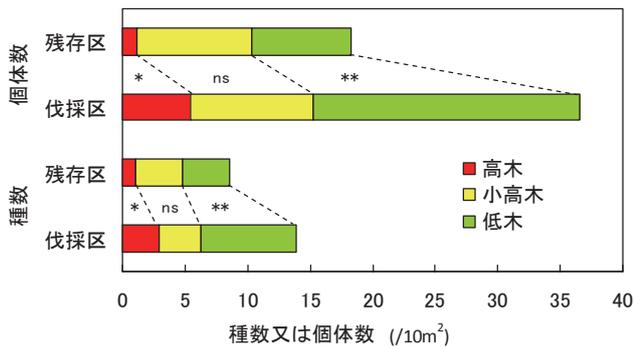


図1 抜き伐り4年後に出現した木本(生活型)の種数と個体数

種数及び個体数は前生稚樹と新たに侵入した後生稚樹を込みにした値。伐採区ではカラスザンショウなどの高木種とキイチゴ類などの低木種の種数と個体数が増加。

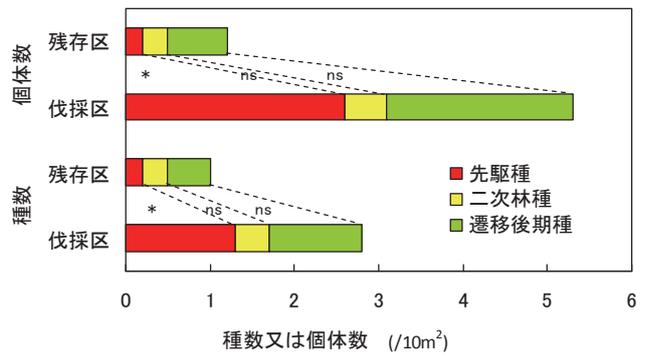


図2 抜き伐り4年後に出現した高木種の遷移系列別の種数と個体数

種数及び個体数は前生稚樹と新たに侵入した後生稚樹を込みにした値。伐採区では先駆性高木種の種数と個体数が増加。

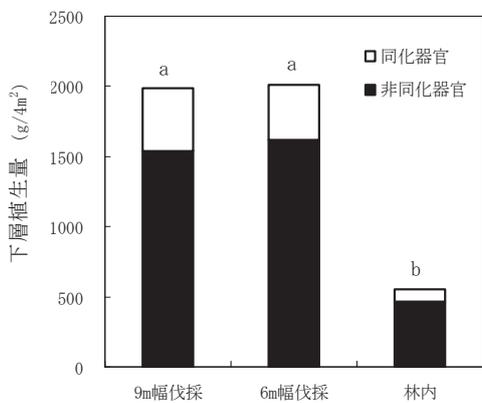


図3 抜き伐りが下層植生量に及ぼす影響

帯状伐採6年後の下層植生地上部現存量(2m 四方コドラート)。草本及び木本(緑枝葉)は同化器官、その他非同化器官に区分。帯状伐採地は林内と比べて下層植生が有意に増加し林床を被覆している。

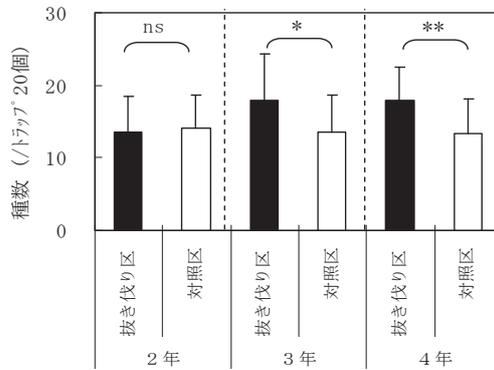


図4 抜き伐り後の経過年数と甲虫の種数

写真上は抜き伐り後の林況、写真下は捕獲された甲虫。抜き伐り直後は撓乱の影響等で抜き伐り区は対照区と差異はないが、3年目以降は抜き伐り区が多い。

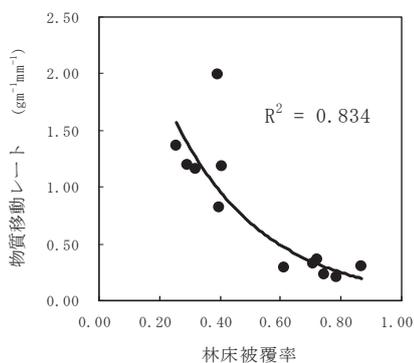


図5 林床被覆率と表土移動との関係

写真は表土移動を捕捉する土砂受け箱とその調査状況。表土移動は林床被覆率の増加に伴い減少した。

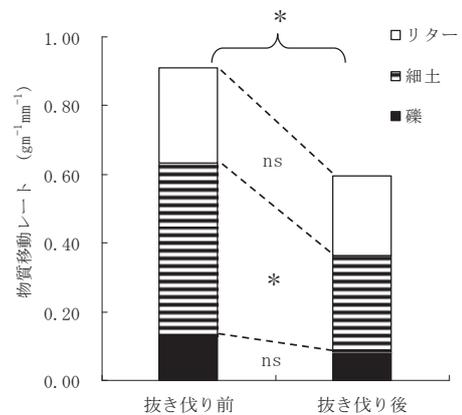


図6 等高線方向の抜き伐りにおける表土移動

抜き伐り後は細土の移動が抑制された。

## 15 ニホンジカの生息密度と森林被害の関係把握

三重県林業研究所 福本 浩士

### 研究の背景・ねらい

近年、ニホンジカ（以下、シカ）の個体数増加により、森林被害が深刻化しています。スギやヒノキなどの造林木への剥皮害だけでなく、森林の下層植生の食害も著しく、森林の公益的機能への影響も懸念されています。そこで本研究では、県内の人工林に固定調査地を設定し、複数の手法によりシカの生息密度を把握するとともに、森林被害（造林木の剥皮害、下層の広葉樹低木（樹高 50cm 以上）の枝葉食害）の程度を測定しました。さらに、糞粒法による生息密度と森林被害の関係から、被害を許容できる生息密度の水準を検討しました。

### 成 果

#### 1 シカの生息密度調査

固定調査地周辺の森林において、糞粒法、糞塊法、スポットライトセンサス法によるシカの生息密度を推定しました（表1、写真1）。また、狩猟報告から目撃効率（SPUE）を算出しました。糞粒法による推定密度と糞塊法による推定密度の間には有意な正の相関関係がありましたが、目撃効率と糞粒法及び糞塊法による推定密度の間には有意な相関関係はありませんでした。

#### 2 森林被害モニタリング調査

糞粒法によるシカの生息密度とスギおよびヒノキの当年成長期における剥皮害の関係を図1に示します。剥皮害はスギよりもヒノキにおいて被害率が高くなる傾向がありました。特にヒノキは、生息密度が8頭/km<sup>2</sup>を超える状況では、最大で成立本数の25%程度が剥皮を受けていることが明らかとなりました。また、人工林内の広葉樹低木の枝葉食害率は生息密度が増加するにつれて高くなる傾向がありました（図2）。

以上の結果から、現在のシカ生息密度は森林被害を許容できる水準ではなく、個体数調整等により5頭/km<sup>2</sup>程度以下に誘導していく必要があると考えられました。

### 成果の活用

本成果は、第122回日本森林学会大会、第58回日本生態学会大会、三重県林業研究所業務報告会で発表するとともに、当研究所が発行している情報誌「林業研究所たより」に掲載し、県民に紹介しました。また、三重県が特定鳥獣保護管理計画（ニホンジカ）を策定する際の参考資料としました。

表1 各調査方法におけるニホンジカの生息密度指標

	糞粒法 (頭/km <sup>2</sup> )	糞塊法 (頭/km <sup>2</sup> )	ライトセンサス (頭/km)	目撃効率 (頭/人・日)
	H22	H22	H22	H21
亀山市	47.2	24.6	2.4	1.8
津市	12.9	11.0	1.1	4.6
松阪市	18.3	6.2	1.6	4.4
大台町	8.7	5.5	目撃なし	1.0
大紀町	10.4	11.9	目撃なし	1.2
紀北町	31.9	19.2	-	1.2



写真1 スポットライトセンサスで観測されたニホンジカ

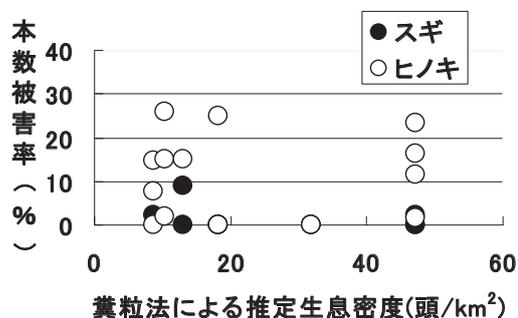


図1 ニホンジカの推定生息密度と当年の成長期における剥皮被害率の関係

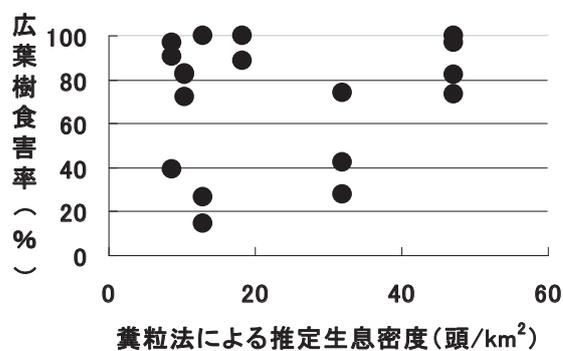


図2 ニホンジカの推定生息密度と広葉樹低木の枝葉被害率の関係

[問い合わせ先：三重県林業研究所 森林環境研究課 TEL 059-262-5352]

## 16 ニホンジカの人工林成木剥皮の実態解明及び防除手法の開発

京都府農林水産技術センター農林センター森林技術センター 境 米造・野崎 愛\*・安藤 正規\*\*  
(\* 現南丹広域振興局森づくり推進室、\*\* 現岐阜大学)

### 研究の背景・ねらい

近年問題となっているニホンジカ（以下、シカ）による人工林成木への剥皮被害は、人工林の長伐期化が進む中、大きな問題となりつつあり、剥皮被害の発生状況の実態把握と防除技術の開発が急務となっています。

そこで、2009年4月～2011年3月、ツキノワグマが生息していない京都府中部の水田から200～300mの距離にあるヒノキ林において、シカによる剥皮被害の観察区と防除試験区を設定し、季節的・形態的な被害実態と有効な防除方法について検討しました。

### 成 果

- 1 剥皮被害は5月から7月に発生し、多くは樹皮が剥けやすい晩春から夏にかけて発生していました。また、年被害本数率は2009年が18%と大きく、2010年が1%と僅かであり、被害は年により大きく変動しました。(写真1～5、図1)
- 2 2010年末までの過去からの被害実本数率は80%と大きくなり、その被害状況から繰り返し被害を受け、被害が拡大していました。(図3、写真3)
- 3 2010年のセンサーカメラの撮影結果（撮影機種フィールドノート5台、延撮影日数1,650日、重複を補正した有効撮影枚数568枚）から、シカは1年中出没しており、特に5月・11月に多く出没していました。(写真1・図2)
- 4 根張があると剥皮被害を受けやすく、経済価値の大きい元木につながる根張部分も覆う防除資材を利用する必要があります。(写真5、写真6左上、右下)
- 5 防除資材試験区(写真6)では、調査した2年間はいずれも被害を受けませんでした。期間が短すぎるため、今後の防除効果についても経過観察をしていく必要があります。

### 成果の活用

林業普及指導員との共同調査により、シカ剥皮被害の危険性を広く普及することができました。

この間、人工林の剥皮被害の防止に対する助成が制度化され、被害対策に取り組みやすくなりました。



写真1 剥皮試験地内に出没するシカ



写真2 上方まで剥皮



写真3 繰り返される被害

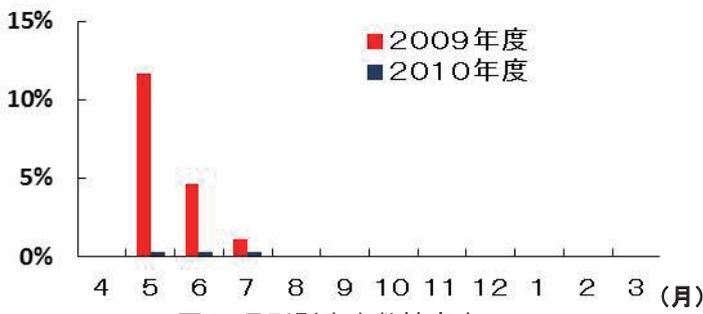


図1 月別剥皮本数被害率



写真4 剥皮と拡大痕跡

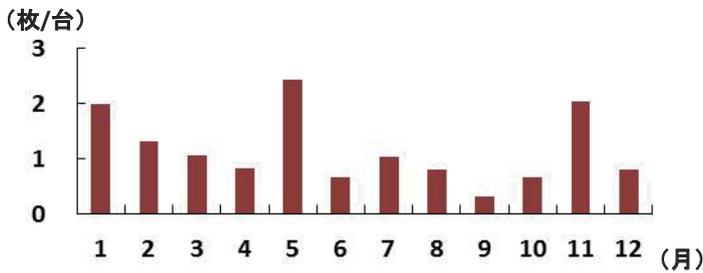


図2 1ヶ月稼働中のシカ撮影枚数(2010年)



写真5 根張部の被害と初期剥皮箇所

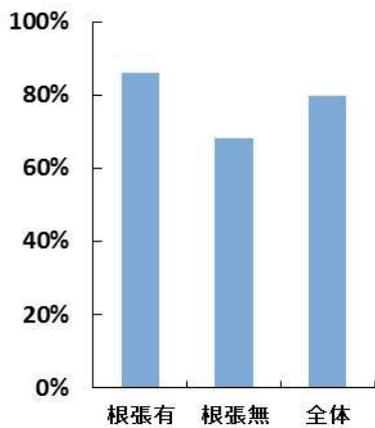


図3 根張の有無による剥皮被害率 (被害実本数率)



写真6 防除資材試験区(間伐木、竹・枝条件、ベルト状・格子状資材、カーテン状資材)

[問い合わせ先：京都府農林水産技術センター農林センター森林技術センター TEL 0771-22-1790]

## 17 多様性の高い植生回復のためのシカ柵の大きさと設置場所

兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター 資源部 山瀬 敬太郎

### 研究の背景・ねらい

近年、ニホンジカ（以下、シカ）の個体数増加は、森林地域の植生にも大きな影響を及ぼしていることが指摘されています。その対策として、シカ排除柵（以下、柵）の設置による植生回復が各地で行われており、シカの採食害を著しく被る前に確実に柵を設置すれば、植生回復に一定の効果のあることがわかっています。しかし、現地では倒木や積雪、落石などによって柵の一部が破損し（写真1）、森林植生が十分に回復していないケースが見受けられ、こうした破損は、柵の総延長が長くなる大面積柵でより多く発生しています。そこで、植物の種多様性の高い植生回復を図るという観点から、柵の最適な大きさとその設置場所を検討しました。

### 成 果

柵で囲い込んだ面積と出現した植物の種数との関係を調べたところ、1,000㎡程度で十分な種数が得られることがわかりました（図1）。この結果は、破損リスクの大きい大面積柵で全体を囲い込むのではなく、1,000㎡程度の小面積柵で一部を確実に植生回復させる方が、植物の種多様性を高めるうえで、効果的かつ効率的であることを示しています。さらに、小面積柵は見回り点検などの維持管理もしやすく、シカ採食害の危険性はさらに低くなることが期待出来ます。

次に、柵の設置場所については、連続斜面における種子量（散布種子を含む）の分布から（図2）、緩傾斜を除く斜面部では土壤中に含まれる種子が流出しやすいこと、谷部は種子が集まりやすくて多くなる傾向がみられました。しかし、その谷部の土壤含水率は高く、こうした条件に一定期間晒されると（6ヵ月および24ヵ月の間、4℃に保管）、種子の発芽率の低下がみられる植物（リョウブやウツギなど）があること（図3）がわかりました。これらの結果は、土留工などの土砂流出対策を併用した緩傾斜の斜面部と、種子の絶対量が多い谷部に、柵を設置するのがよいことを示しています。

今後、設置面積を減らし設置場所を選定することで、確実に植生回復を図り、個体数管理によってシカの個体数が将来適正な密度になれば、その回復場所を種子供給源として、さらにその周辺部へと植生回復を広げる可能性があります。

### 成果の活用

伐採地や広葉樹林への樹種転換地において、効果的な柵の設置方法を技術移転することによって、植物種子や、植栽木、萌芽個体の組み合わせによる植生回復を図ることが可能です。植物の種多様性の高い豊かな森づくりや災害に強い森づくりの推進に役立てています。

なお、成果の一部については、日本緑化工学会誌33（『スギ林内の連続斜面における埋土種子の分布』）やELR2008 福岡三学会合同大会（『埋土期間中の土壤水分が森林樹木種子の発芽率に及ぼす影響』）にて公表しました。



写真1 倒木によるシカ排除柵の破損

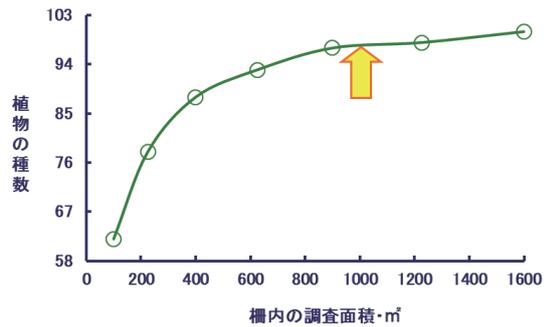


図1 柵内の調査面積と出現植物の種類数との関係

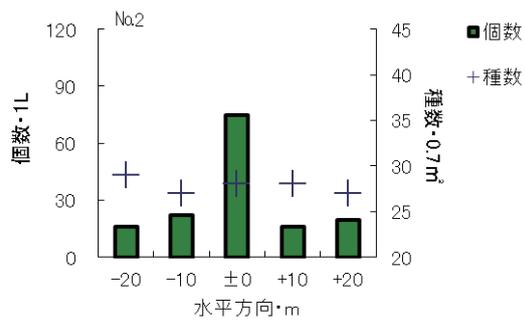
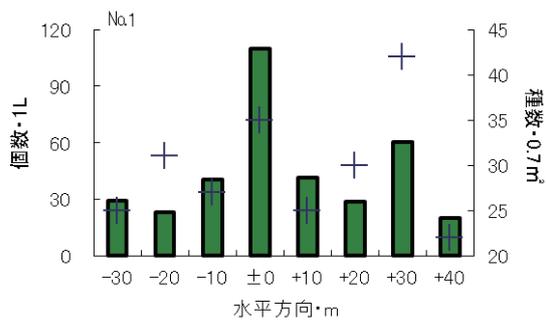
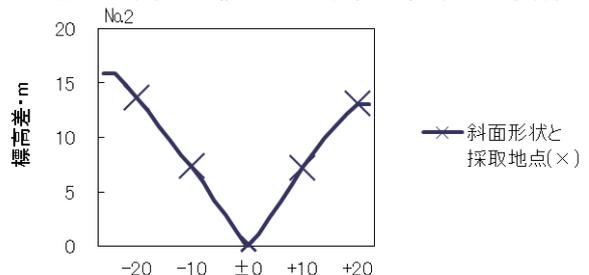
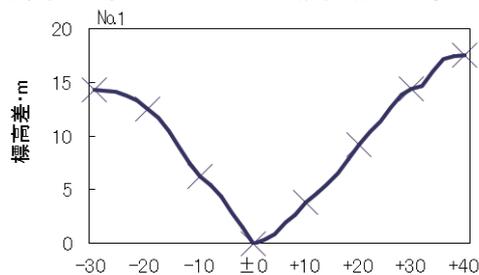


図2 連続斜面2カ所の斜面形状（上）と種子の個数および種数（下）

×印(10mごと)で150cm四方(深さ5cm)の表土を採取し、種子量を測定。±0は谷底部、+は左岸、-は右岸側を示す。

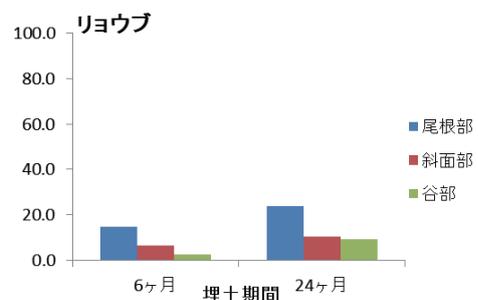
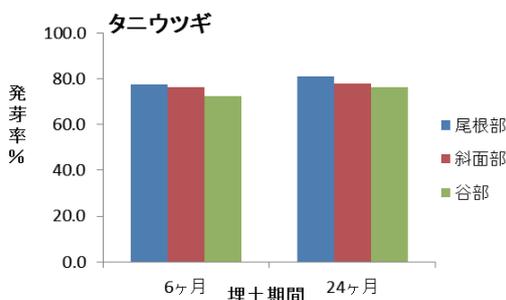
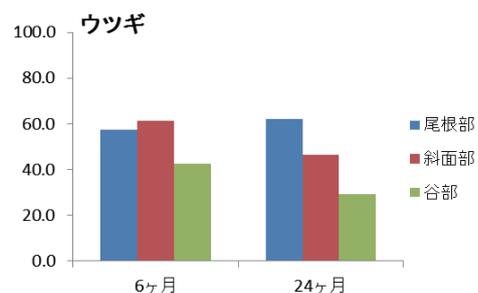
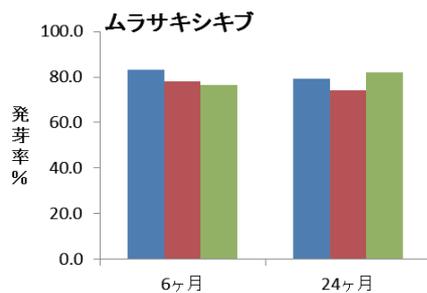


図3 一定土壤水分条件下(尾根部10%、斜面部30%、谷部50%)に埋設後の種子発芽率

[問い合わせ先：兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター 資源部 TEL 0790-62-2118]

## 18 イノシシ用広域防護柵の設置状況とその効果

島根県中山間地域研究センター 農林技術部 竹下 幸広

### 研究の背景・ねらい

島根県では、イノシシによる農作物への被害対策を効率的に行うため、集落単位での広域防護柵の設置を推進してきました。そこで、平成21年度に194か所の広域防護柵を設置した集落等を対象にアンケート調査を実施して、設置状況を把握すると共にその侵入防止効果を明らかにしました。また、7～13年間もの長期間に渡って高い侵入防止効果が持続している優良事例の3集落での聞き取り・現地調査によって、侵入防止効果が長期間に渡って持続している理由を明らかにしました。

### 成 果

#### 1 広域防護柵のアンケート調査

72か所からアンケートの回答があり、回収率は37%でした。広域防護柵は電気柵とワイヤーメッシュ柵がそれぞれ22%とやや多く、ついで金網フェンス柵と2種類の組合せ柵（ワイヤーメッシュ柵＋電気柵など）が設置されていました（図1）。これらの資材の購入には、ほとんどが国、県または市町村からの補助金を使っていました。広域防護柵の多くは、受益農家で組織した防護柵の管理組合または集落営農組合などの既存組織によって、集落ぐるみで効率的に維持管理が行われていました（図2）。管理作業としては、物理柵では見回りや草刈り、破損箇所の修繕を実施しており、電気柵ではこれらに加えて電圧のチェックを行っていました。また、これらの管理作業の頻度をみると、物理柵では年に1～2回と少ない場合が多かったのに比べて、電気柵では週1回以上の頻繁な場合が半数以上を占めていました。その結果、トタン柵は60%とやや低かったものの、その他の電気柵、ワイヤーメッシュ柵、金網フェンス柵および2種類の組合せ柵では、90%以上のもので高い侵入防止効果が認められました（図3）。

#### 2 優良事例の調査

3集落の優良事例では、資材費（900～2,300千円/か所）の購入には、国、県または市町村からの補助金を充てており、防護柵の設置と維持管理はいずれも集落ぐるみで行っていました（写真1、2）。いずれの集落でも、設置前に十分な話し合いによって合意形成を図っており、集落全体に強い結束力が生まれている点や強い統率力を持つリーダーの存在などが共通点として認められました。

### 成果の活用

効果的な広域防護柵の設置と集落ぐるみの頻繁な維持管理の重要性について、研修会などで普及指導しています。

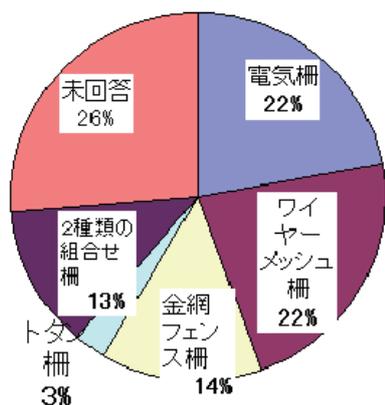


図1 広域防護柵の種類

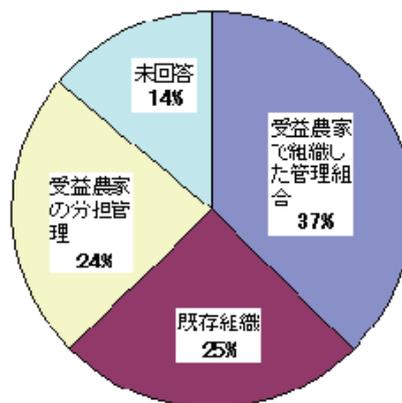
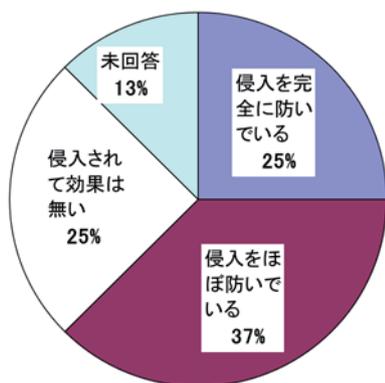
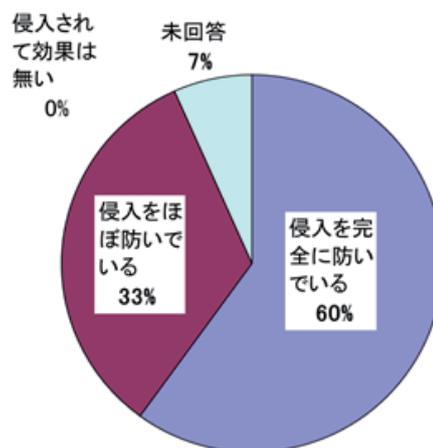


図2 広域防護柵の管理主体



トタン柵



その他の防護柵

図3 広域防護柵の侵入防止効果



写真1 奥出雲町八代東部集落のワイヤーマッシュ+トタン柵



写真2 斐川町大黒山麓地区の鳥根型電気柵 (畦波板+電線)

[問い合わせ先：島根県中山間地域研究センター 鳥獣対策グループ TEL 0854-76-3818]

## 19 港湾周辺でのマイマイガ密度管理方法の開発

広島県立総合技術研究所林業技術センター 林業研究部 亀井 幹夫

### 研究の背景・ねらい

マイマイガ(写真1)は多くの種類の植物を食害する森林害虫です。アジア、ヨーロッパ、北米などに分布していますが、とくに日本を含む東アジアやロシアに生息するいくつかの亜種を欧米の亜種と区別してアジア型マイマイガと呼んでいます。米国及びカナダは、アジア型マイマイガが船舶を経由して侵入する恐れが大きいとして、2007年から港湾周辺のマイマイガ密度が高かった広島港など日本の一部の港をハイリスク港として指定し、これらの港に寄港した船舶には入港時にマイマイガの卵塊が船体や積荷などに付着していないという不在証明書の提示を求めるなどの規制措置を実施しました。ハイリスク港の指定は港内での性フェロモントラップによる雄成虫の捕獲数に基づいて決定されることから、ハイリスク港の指定解除に向けて、港湾周辺でのマイマイガ密度を低減させる方法の開発を目指して研究を行いました。なお、2012年からは日本のすべての港に寄港した船舶に規制対象が拡大されることになっています。

本研究は「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」(農林水産省)の「ハイリスク港指定解除に向けたマイマイガ密度管理方法の開発」の一環として行いました。

### 成 果

#### 1 防除範囲の推定

港湾へ飛来するマイマイガ成虫の密度を下げるためには、その分散距離を把握し、防除範囲を特定しなければなりません。雄成虫の分散距離を性フェロモントラップによる標識再捕法で調べたところ、雄成虫を放した地点とトラップとの距離が離れるほど、トラップによって捕獲される数は徐々に減る傾向が確認され、その平均分散距離は137mと推定されました(図1)。雌成虫の分散距離は野外での観察から数十m程度と考えられました。また、雌成虫の潜在的な飛翔能力をフライトミル実験(図2)により測定した結果、総距離1,000m以上の個体が多く、最大6,174mに達しましたが、1回の飛翔の最長距離は多くが500m以下でした(図3)。これらの結果から、港湾およびその外縁から数百m程度の範囲を防除範囲とすることで飛来するマイマイガ密度を大きく下げられることが分かりました。

#### 2 餌として適さない緑化樹の特定

マイマイガ幼虫は多くの植物を餌として利用しますが、餌として適さない植物があることも知られています。そこで、ふ化幼虫による摂食試験を行い、港湾とその周辺の緑化樹のなかで、マイマイガ幼虫の餌として適さない樹種を特定しました。広島港周辺に多く分布していた20種のうちでは、2齢幼虫に達しなかった樹種はセンダン、カイヅカイブキ、クロマツ、アキニレ、キョウチクトウ、ナンキンハゼでした(図4)。

### 成果の活用

本成果は、当センターの研究成果発表会、日本生態学会、日本森林学会などで発表しました。また、森林総合研究所が課題の成果をまとめてパンフレット「港湾におけるアジア型マイマイガ(AGM)の生態と防除」(<http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/2nd-chuukiseika27.html>)を配布しています。



写真1 マイマイガ幼虫(左)  
成虫(右:白♀茶♂)

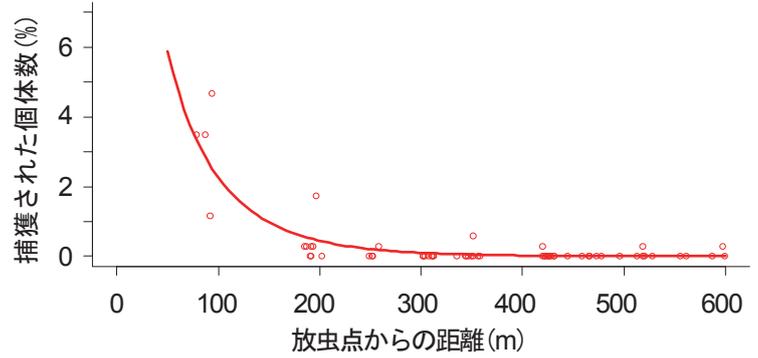


図1 距離の異なるフェロモントラップによる雄成虫の捕獲数

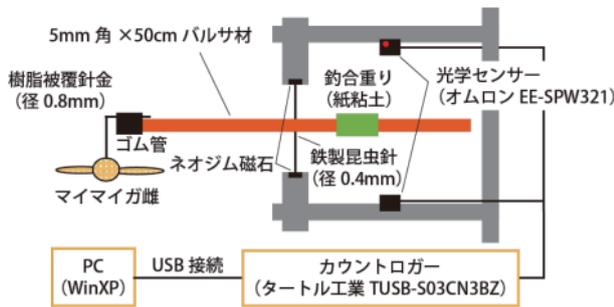


図2 フライトミル装置の概要

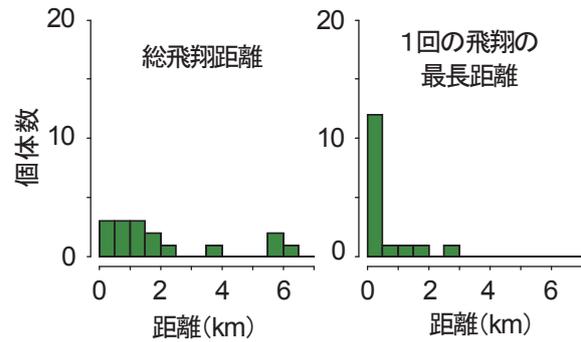
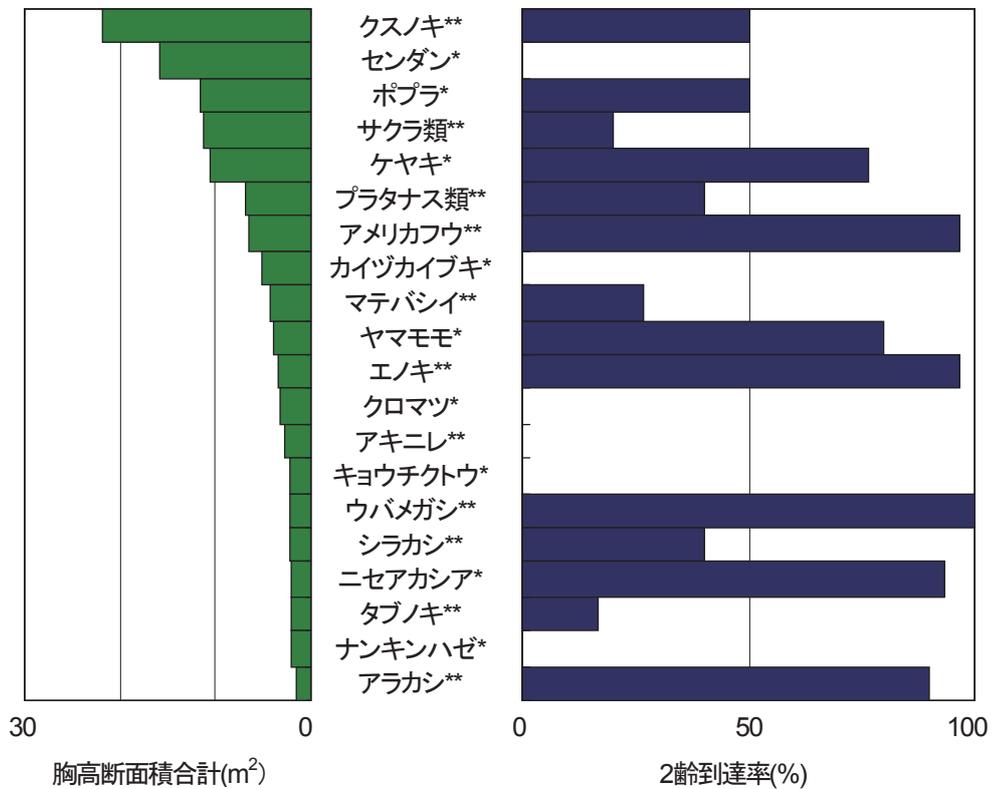


図3 雌成虫・フライトミル実験の結果



\*平成 21 年度、\*\*平成 22 年度の摂食試験結果。サクラ類はソメイヨシノ、プラタナス類はモミジバスズカケノキ。クスノキ、アラカシ、ヤマモモは当年葉のみ、残りの常緑樹は当年葉・旧年葉を区別していない。

図4 広島港周辺の緑化樹上位20種(左)と摂食試験結果(右)

[問い合わせ先：広島県立総合技術研究所林業技術センター 林業研究部 TEL 0824-63-5181(代)]

## 20 木材エンドユーザーのニーズを満たすスギ品種の探索

福岡県森林林業技術センター 研究部 森 康浩・上田 景子・大川 雅史・宮原 文彦

### 研究の背景・ねらい

九州地方で盛んな挿し木林業は、植栽木の遺伝子が林全体で同じという特徴を利用して、均質な木材を生産できるのが強みです。その強みを生かすには、それぞれの挿し木品種の特性を把握しておかなければなりません。しかし、これまでは生産者（林家）が重視する成長性や病虫害抵抗性といった特性や、中間消費者（製材所や工務店など）が重視する強度や心材含水率といった特性の調査が中心で、木材と最も永く付き合うエンドユーザー（木造住宅購入者）が重視する特性はあまり考えられてきませんでした。

そこで本研究では、木材に対するエンドユーザーのニーズを調べ、そのニーズを満たすには、どのスギ品種を利用したらよいかを探りました。

### 成 果

#### 1 木材エンドユーザーのニーズ調査

一般の福岡県民を潜在的な木材エンドユーザーと定義し、県民 410 名を対象に、木材の改善すべき点をアンケートしました。その結果、最も多い回答は「シロアリに弱い」（23%）でした（図 1）。この調査に先立って、木材の嫌いな点を異なる福岡県民 405 名にアンケートしましたが、同様に「シロアリに弱い」が最も多い回答（32%）でした。したがって、シロアリに対して耐性の高い木材を提供できれば、エンドユーザーの満足度はより高まると考えられました。

#### 2 福岡県産スギ挿し木品種のシロアリ耐性

福岡県産スギ挿し木品種であるアカバ、ホンスギの心材から木粉を調製し、これを餌にシロアリを飼育して耐性を検討しました（写真 1）。その結果、イエシロアリにおいても、ヤマトシロアリにおいても、アカバの木粉で飼育すると、他のスギ品種や対照として用いたマツの辺材木粉に比べ、シロアリがより早く死ぬことがわかりました（図 2 上下）。一方、木粉から抽出成分を除去した場合、たとえアカバの木粉でも、死ぬスピードが大きく低下しました（図 2 下）。このことから、アカバ特有の心材成分がシロアリを早く死亡させるよう働いたのだと考えられました。

このように、シロアリを早く死亡させられるアカバは、シロアリに耐性が高い可能性があり、挿し木林業でアカバ材を均質生産できれば、高い再現性をもってエンドユーザーのニーズを満たせるものと考えられました。

### 成果の活用

アカバは、すでに福岡県内に広く植栽されており、その木材は、エンドユーザーのニーズを満たせる福岡県産材として差別化できます。さらに、アカバは「花粉が少ない精英樹」として公表された「県八女 10 号」と同じ品種である可能性が非常に高く、花粉症対策の森づくりにも貢献できます。

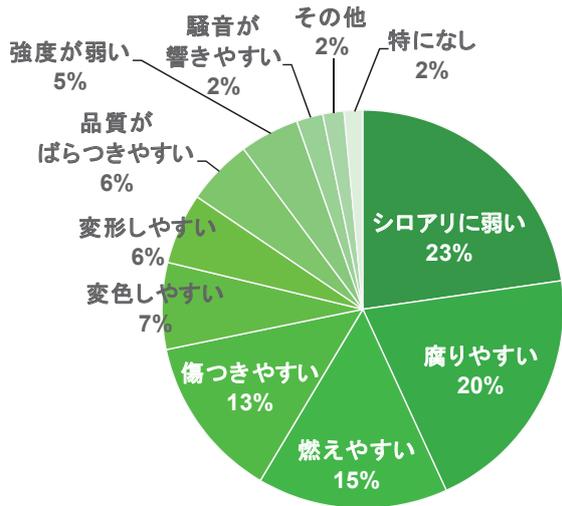


写真1 シロアリの飼育試験

図1 福岡県民410名が考える「木材の改善すべき点」

(各品種の木粉でシロアリ33頭を飼育し、毎日死虫頭数をカウントした。)

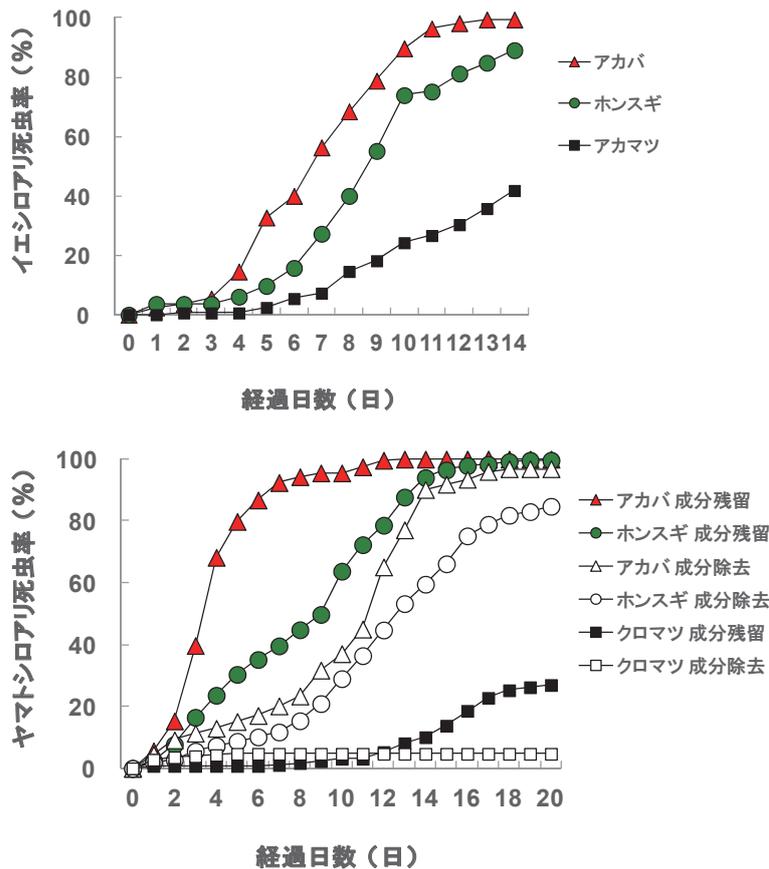


図2 スギ挿し木品種のシロアリ死虫率の推移

(イエシロアリ (上) およびヤマトシロアリ (下) の死虫率 (死虫頭数/投与頭頭) の経時変化を表す。成分残留: 未処理の木粉、成分除去: 有機溶媒にて成分を抽出除去した木粉)

[問い合わせ先: 福岡県森林林業技術センター 研究部資源開発課 TEL 0942-45-7870]

## 2 1 長伐期施業に対応したヒノキ人工林管理技術の開発

長崎県農林技術開発センター 森林研究部門 前田 一

### 研究の背景・ねらい

近年、森林・林業を取り巻く情勢の変化により短伐期施業を推進してきた人工林の育林方針が多様化し、長伐期施業へ誘導される林分が増えつつあります。しかし、高齢林の調査データが少ないこと等から、これまでの管理基準では長伐期施業には対応しづらいことが懸念されています。そこで、長伐期施業の目安である標準伐期齢の2倍の80年生までに対応した本県ヒノキ人工林における新たな地位指数曲線および林分密度管理図を調製し、それらを基準としたシステム収穫表を開発しました。

### 成 果

まず、長崎県内のヒノキ人工林を対象に当センターおよび行政関係機関が収集した高齢林を含む調査データ262点を用いて林分密度管理図を調製しました。現行の長崎県ヒノキ人工林林分密度管理図(1984)と比較した結果、最多密度曲線がha当たり本数3,000本付近を中心に右回りに傾きが変化しました(図1)。このことから、ha当たり本数が減少した低密度時のha当たり幹材積が上方修正されることが示され、長伐期のように伐期齢が延長された場合でも幹材積成長をつづけることがわかりました。

次に、地位指数曲線を調製するため、成長関数への当てはめを行った結果、Mitscherlich式、Gompertz式、Logistic式において収束しました。収束した3つの成長関数は、目標とする80年生までに顕著な差は認められませんでした(図2)。今回は決定係数の最も高かったGompertz式を地位指数曲線として採用しました。長崎県の地位は5つに区分されており、現行の地位区分と今回の地位指数曲線より算出した地位区分を比較したところ、80年生においても樹高成長の顕著な低下は認められませんでした(図3)。このことから、高齢林においても樹高成長が期待できることが示されました。

以上の基準を活用して、林齢・平均樹高・ha当たり本数、間伐条件を入力することで林分の成長予測を行うシステム収穫表を開発しました(図4)。このシステム収穫表を用い、現地で行う標準地調査のデータを入力することによって、将来の間伐計画を効率的に策定することが可能になりました。

### 成果の活用

近年、スギなどの人工林の管理には地位指数曲線や林分密度管理図等を基準としたシステム収穫表が活用されています。本研究においても、長崎県のヒノキ人工林に対応したシステム収穫表を開発し、行政・普及関係の職員へ配布し、実務に活用されています。また、現場で活躍されている森林組合の集約化施業プランナーの施業提案にも活用されています。

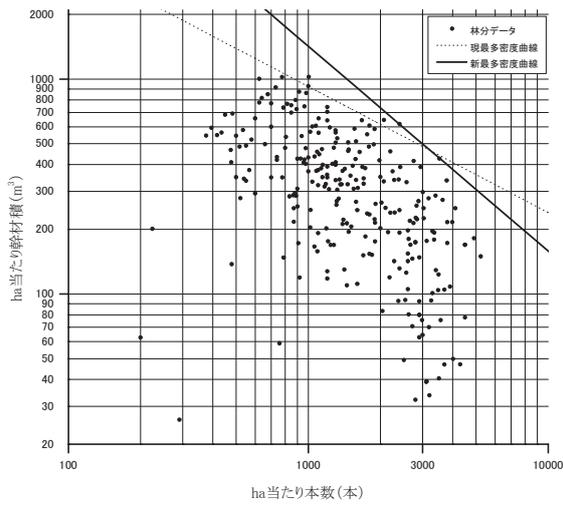


図1 最多密度曲線の比較

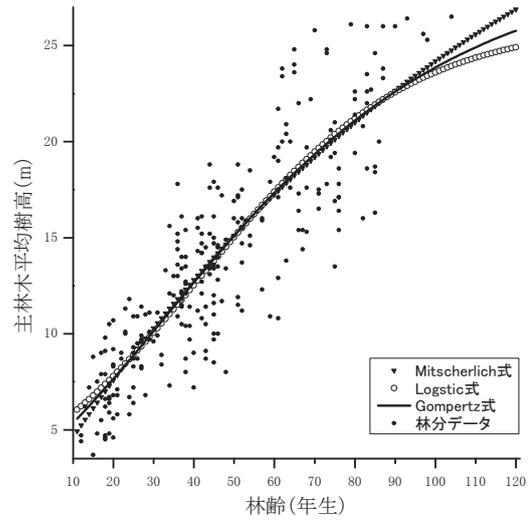


図2 3つの成長曲線への当てはめ結果

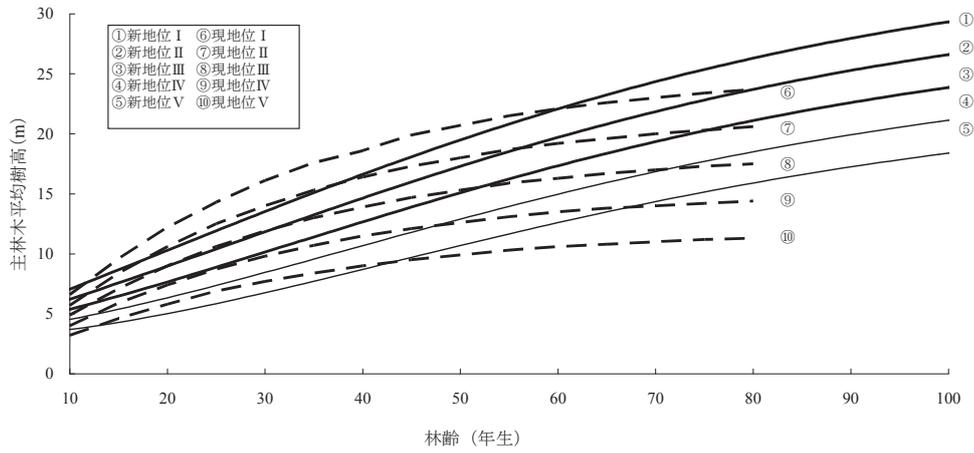


図3 地位区分別の地位指数曲線の比較

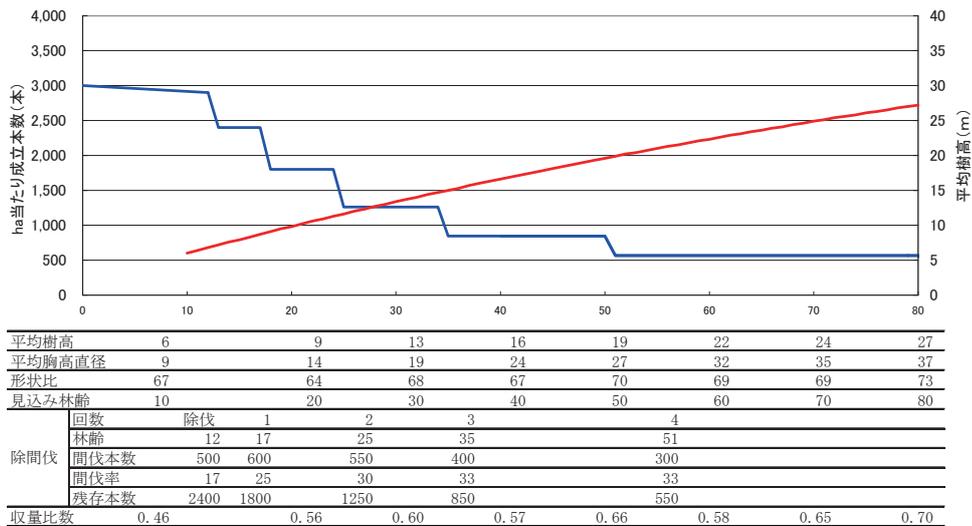


図4 システム収穫表によって計算したシミュレーション結果の例

## 2 2 集約的な間伐施業地における収支試算ソフト開発

鹿児島県森林技術総合センター 資源活用部 河野 雄一

### 研究の背景・ねらい

林業従事者の減少や木材価格の低迷等から敬遠されがちな間伐を積極的に推進するため、間伐施業地を団地的に集約し、高性能林業機械を導入して間伐作業の効率化を図る取組みが推進されています。これにより、これまで林内放置されることが多かった間伐材を低コストで搬出し、販売することも可能となります。その一方で機械の導入には高額な経費がかかります。さらに高性能林業機械による伐出作業は現場ごとに作業効率が大幅に異なり経費算出が難しく、機械化が低コスト化につながるのか現場ごとに見極める必要があります。これらのことが機械化の推進が進まない一因となっております。そこで、間伐作業の機械化にかかる収入と支出を、事前に机上試算できるパソコンソフトの開発に着手しました。

### 成 果

#### 1 「間伐生産性シミュレーター」の開発

林業機械の作業効率は主に地形、林況、林内路網密度に左右されますが、そのほかにも、集材機械については集材木（全幹集材）または丸太（短幹集材）の本数・重量に左右され、造材機械については造材木の本数や径級、採材長・採材本数に左右されます。そこで、スギ・ヒノキ人工林の列状間伐（図1）について、高性能林業機械を導入した機械作業システムによる伐出作業の効率と素材生産量を様々な現場条件下で試算する「間伐生産性シミュレーター」を開発しました。スギ・ヒノキの収穫予測式等は鹿児島県独自のものを採用し、ユーザーの設定した採材長・採材本数に応じて丸太生産本数・材積を算出し効率を試算するため（図2）、現場ごとの状況を踏まえた生産性の予測が可能となっております。

#### 2 「間伐収支シミュレーター」の開発

「間伐生産性シミュレーター」の算出結果を基に、作業経費と素材収入を算出し、列状間伐の収支を試算する「間伐収支シミュレーター」を開発しました。素材収入については、生産本数の見込みが規格別に算出されるため、単価修正を行うことで、直近の市場単価を反映した試算が可能となっております。

#### 3 「フォレストリー・フォーキャスター」(図3)の開発

上記の両シミュレーターを現場普及用として一本のソフトに集約した「フォレストリー・フォーキャスター」を開発しました。このソフトは、森林所有者及び林況が異なる複数筆を集約した間伐施業地の生産性と収支の試算を行うもので、間伐施業地内における筆別の収支内訳作成機能を追加しています。これにより、間伐施業地内の森林所有者それぞれに対し、現場の生育状況をこまめに反映した見積の提示が可能となっております。（図4）

また、汎用性をより高めるため、列状間伐だけでなく定性間伐での試算に対応すると共に、高性能林業機械だけでなく林内作業車による従来型の伐出作業システムの試算にも対応するよう改良しました。機械作業システムによる列状間伐と従来型作業システムによる定性間伐の経費比較等、同じ現場でも伐出方法と作業システムの組み合わせを変えた複数の試算結果が作成可能となっております。

### 成果の活用

森林施業の集約化を図るうえで有効なツールとして、「フォレストリー・フォーキャスター」の普及は鹿児島県の森林・林業再生プランの円滑な推進に寄与するものとして期待されています。従って、行政関係者だけでなく、鹿児島県内の森林施業プランナーや林業事業者等に、集約化のための活動支援ツールとして無償配布する予定です。今後は、現地実証を行いながら、相互フィードバックにより、更なるソフトの改良や機能拡充につなげていくことが期待されています。

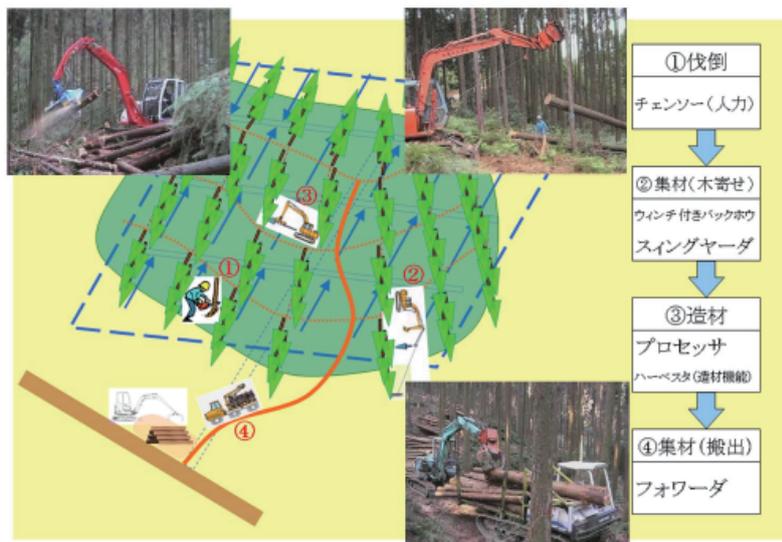


図1 列状間伐の作業システム

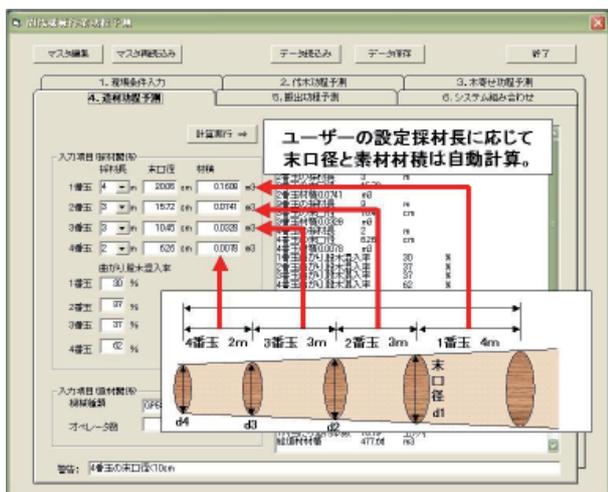


図2 間伐生産性シミュレーターの採材計算



図3 フォレストリー・フォーキャスター画面

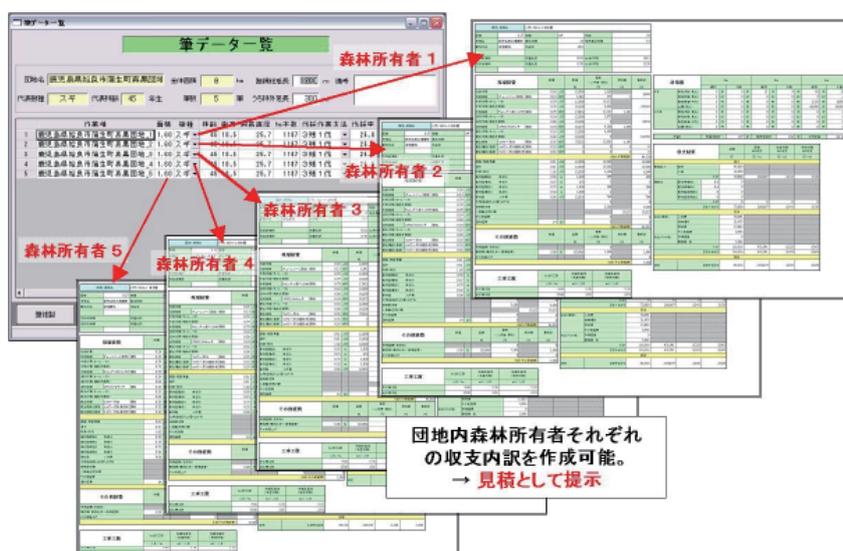


図4 フォレストリー・フォーキャスターの収支内訳作成機能

[問い合わせ先: 鹿児島県森林技術総合センター 資源活用部 TEL 0995-52-0074]

## 2 3 木材の育苗培土への利用

北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場 利用部バイオマスグループ 関 一人

### 研究の背景・ねらい

北海道の農業を支える育苗培土には、広葉樹バークやピートモスなどの有機質資材の配合が不可欠ですが、資源枯渇、環境保全、輸入制限、品質低下などの理由により、これらの供給不足が懸念され、新たな有機質資材が求められています。そこで、苗生産に適した木材配合培土の開発を目的として、作物苗の生育に対して親和性を示す木材の物理的および化学的な改質条件、改質した木材の育苗培土への最適な配合条件などを検討しました。なお、本研究は北海道立総合研究機構花・野菜技術センター、同機構林業試験場、北海道大学大学院農学研究院および民間企業1社と共同で実施されました。

### 成 果

#### 1 木材の化学的な改質条件の確立

木材は、微生物に分解されて窒素飢餓を起こし易いこと、抽出物があることなどから、作物にそのまま施与すると生育障害を生ずる場合があります。そこで、木材粉碎物（木粉）にアンモニアを気相吸着させて窒素分を付加するとともに、抽出成分を易溶脱化した“改質木材”（図1、2）の有機質資材としての利用を検討しました。改質木材の品質向上のために、木粉水分率、樹種、処理温度、木粉粒度におけるアンモニア吸着の最適条件を明らかにしました。

#### 2 育苗培土の配合条件の確立

改質木材を配合した育苗培土（図3）（改質木材配合培土）を用いて、花き、野菜、緑化樹などの育苗試験を行い（図4）、育苗に適した配合条件を明らかにしました。いくつかの花き、野菜については、播種から育苗期間を経たのちに定植し、作物収穫まで行った結果、ほぼ実用可能であることを確認しました。

#### 3 改質木材配合培土における窒素および土壌微生物の動態把握

改質木材配合培土を用いた育苗において、作物苗は木材に吸着させたアンモニア由来の窒素を利用して成長することを明らかにしました（図5）。これにより、改質木材は育苗における窒素栄養源として有用な資材になりうることを示されました。また、改質木材配合培土では、土壌微生物の活性および多様性が増加することが明らかとなりました（図6）。

#### 4 育苗培土の製造コストの試算

改質木材の製造は簡易で迅速な化学処理であることから、化学工業企業などの既存設備で製造可能と考えられます。また、改質木材配合培土の製造コストを試算した結果、既存の育苗培土と競合できる可能性のあることがわかりました。

### 成果の活用

本研究で得られた成果は、これまでに当該ホームページ、道総研研究成果選集、成果報告会、関連学会、関連展示会、山村再生支援センター・木質バイオマス利活用関連技術への情報登録などで広く公表してきました。

本技術を応用することにより、北海道における低質木質資源の有効活用を含めた、より包括的な循環型農林業の推進への貢献が期待されます。

### 知的財産取得状況

関連特許出願中： 特願 2006-116141 「緑化資材とその製造方法」



図1 アンモニアによる木材改質

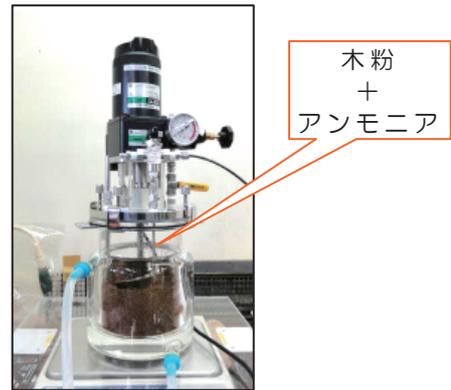


図2 小型木材改質装置による改質木材の調製

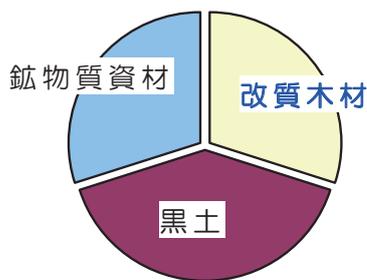


図3 改質木材の育苗培土への配合イメージ



図4 育苗培土による育苗試験  
(作物：トマト、鉢上げ後19日目)

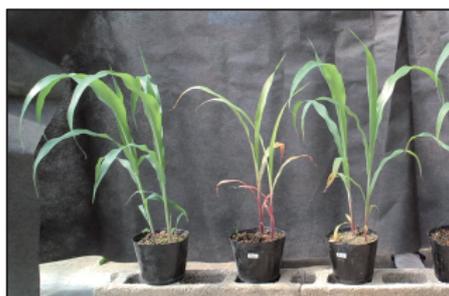


図5 作物苗の窒素集積を検討している様子  
(作物：ソルガム、左から対照培土(窒素肥料添加)、  
対照培土(窒素肥料無添加)、改質木材配合培土)

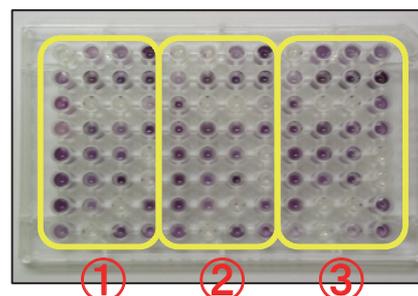


図6 土壌微生物の活性測定の様子  
(濃色調の箇所は微生物活性の高い部分、  
3反復で実施)

## 24 県産スギ湾曲集成材を活用した家具の開発

青森県産業技術センター林業研究所 木材加工部 鎌田 淳

### 研究の背景・ねらい

本研究は、当所で開発した「クランプ式湾曲集成装置」(写真1、写真2)を活用し、県産スギ材に広葉樹を積層した集成材を使用することにより、スギ材の強度的弱点をカバーし、かつ曲線的なデザインを活かした家具製品を業者と連携して開発することを目的としました。

### 成 果

#### 1 クランプ式湾曲集成装置の開発

湾曲部材の製作は、油圧やエアシリンダーによって木製の曲げ型を圧縮するとか、曲げ型を用いずに型と圧縮を一体化したような既製機器を使うのが一般的です。

それに対して、クランプ式湾曲集成装置は既製クランプを装置に組み込み、より簡易な操作で、比較的小さい断面の湾曲集成材を作るのに適しています。大きな圧縮力は得難い代わりに、材料の状況に応じ、クランプによる圧縮の加減を手動で自在かつ簡易に操作できます。

#### 2 家具の試作

この湾曲集成装置を活用して、スギ材を始めとする県産材等を材料に湾曲部材を使って製作した平成22年度と23年度の試作品を紹介します。平成22年度の試作であるユニット椅子(写真3)はサイズが480×475×440mm(幅×奥行×高さ 座高415)であり、スギ集成材、スギ湾曲集成材、スギ無垢材、スギとブナの複合集成材を用いて、公共的空間での設置を想定しており、ユニットとなる1人掛けの組み合わせや台数により、設置空間の条件に幅広く対応できます。

また、平成23年度の試作であるパソコンデスク&チェア(写真4)はデスクのサイズが750×885×1,290mm(幅×奥行×高さ)であり、スギ集成材、スギ湾曲集成材、スギ無垢材、スギとヒバの複合集成材を用いました。チェアはサイズが605×570×900mm(幅×奥行×高さ 座高435)でありデスクと異なる材料として、スギとニセアカシアの複合集成材を用いています。複合集成材を使用する理由は、金具の保持力を強化するためで、スギと比べて釘引き抜き強度の大きい木材を挟み込んでいます。

### 成果の活用

研究の成果は、平成22年度に当所の研究発表会で紹介しました。また、クランプ式湾曲集成装置を県内業者に紹介するとともに、試作品を通じての製品提案などを行って、実用化に向けた普及指導を行っています。その成果として、業者による製品にも活用されました(写真5、写真6)。



写真1 クランプ式湾曲集成装置



写真2 基本となるパーツ

基本となるパーツを連結することによって任意の長さや曲率を持つ湾曲集成材を製作できます（場合によっては、通直）。比較的小さい断面 100×100mm 程度までの湾曲集成材を作るのに適しています。



写真3 ユニット椅子

設置場所の状況によって背中あわせにも横に並べて使うこともできます。



写真4 パソコンデスク&チェア

青森県木工業組合連合会の展示会に出展しました。



写真5 活用例：和風建具

和建具障子の湾曲棧に活用

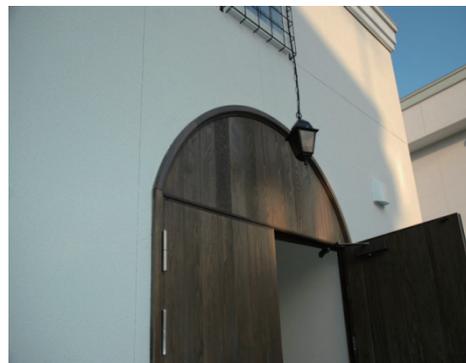


写真6 活用例：ドア枠の一部

ドア枠上部のR形状部分に活用

[問い合わせ先：青森県産業技術センター林業研究所 木材加工部 TEL 017-739-8551]

## 25 天然乾燥したアカマツ平角材の修正挽き後の寸法変化

岩手県林業技術センター 研究部 中嶋 康

### 研究の背景・ねらい

近年の地球温暖化問題を背景として、自然エネルギーを乾燥材生産に利用する天然乾燥技術は、省エネルギー型乾燥としてその重要性が見直されてきています。一方で、最近では住宅建築で天然乾燥材を使用する際、設計・施工者は住宅引渡し後の床鳴り等のトラブルによる瑕疵を回避するため、竣工後の寸法変化の有無など天然乾燥材の性能評価と品質保証を求めるようになってきています。そこで本研究では、品質の確かなアカマツ平角材の天然乾燥技術の開発を目的として、乾燥日数が異なる天然乾燥材の含水率と修正挽きによる仕上げ後の寸法変化との関係を検討し、さらに、天然乾燥した平角材の製材等の日本農林規格（以下製材 JAS とする）への適合性について評価しました。

### 成 果

図1に試験の流れを示します。供試材はアカマツ平角材（274×151×4000mm）とし、表1に示す6種類の乾燥期間で天然乾燥を行いました。天然乾燥終了後、平角材をモルダーで修正加工（240×120×4000mm）して仕上げ材とし、仕上げ材の寸法（精度 1/100mm）および含水率を測定しました。また、仕上げ材を屋内で1ヶ月間静置した後の寸法と含水率を測定し、修正加工から静置後までの寸法変化（mm）および含水率変化（%）を天然乾燥期間別に比較検討しました。

その結果、天然乾燥 160 日間とした仕上げ材は、天然乾燥 260 日間以上と比較して含水率が高く（図2）、1ヶ月静置後の寸法変化も大きくなりました（図3）。さらに、天然乾燥した仕上げ材の寸法変化は、静置期間中の含水率変化が影響していることが明らかとなりました（図4）。また、製材 JAS では人工乾燥材の含水率 20%以下の材を SD20 と規定していることから、天然乾燥後の含水率が 20%以下となった仕上げ材の出現率を天然乾燥期間別に比較したところ、天然乾燥期間が長くなるほど含水率 20%以下の出現率が増加する傾向がみられました（図5）。さらに、製材 JAS では仕上げ材の寸法変化を -1.5mm 以内と規定しており、天然乾燥 520 日間以上の仕上げ材は全て規定値内に収まりました（図3）。これにより、天然乾燥を一定期間以上とすることで、天然乾燥材でも製材 JAS の含水率基準と寸法基準を満たすことが明らかとなりました。

### 成果の活用

今回の成果を実際の現場で有効に活用するためには、天然乾燥開始日を明記したうえで、修正挽きから出荷までのスケジュールの調整が重要となります。このため、林業技術センターでは、アカマツ天然乾燥技術の講習会および現地説明を開催し、きめ細かな指導を行っております。また、今回の結果から、天然乾燥期間が短い場合でも人工乾燥機による追加乾燥を行えば、仕上げ材の含水率が低下することにより、寸法変化は抑制されることが考えられるため、現在は追加乾燥の研究を行っています。



## 26 屋外暴露試験による長寿命の木材塗装法の開発

富山県農林水産総合技術センター木材研究所 長谷川 益夫

### 研究の背景・ねらい

屋外環境で使用される木製品、例えば、外装材、デッキ、フェンス、サッシ・ドア、ベンチ、遊具などには、耐久性保持や意匠性付与を目的に、屋外用塗装が施されています。屋外環境で使用される、アルミニウム製品は30年以上の耐候性があるものが多いのに対して、塗装木材は早ければ1、2年で美観低下が見られるなど耐候性の向上が望まれるケースが多々あります。そこで、富山県内の屋外環境で使用されている塗装木材の実態を調査し、さらに各種の塗装木材の屋外暴露試験によって塗装寿命を調べ、塗装寿命が長くなる塗装条件すなわち基材、塗料、塗り方を選択しました。

### 成 果

木製外装材は、富山県では10%以上の住宅(一部施工を含む)において、羽目板張り(暴露角 $90^\circ$ )および下見板張り(同約 $85^\circ$ )で使用されています。また、その他の塗装木製品、例えばサッシ下框などにみられるように、吸水防止の観点から、ほぼ水平に設置される塗面には $5^\circ$ 前後の水切り角が設けられている例が多く見られます。塗布方法は、刷毛塗りが多く、塗り回数は、サッシ・ドアでは3、4回ですが、外装材など他の木製品では通常2回のおよびです。

塗装寿命(月)は、森林総研の木口らによれば、塗装表面の光沢度減少、変色( $\Delta E^*_{ab}$ )、欠陥(欠陥率、(カビ)汚染率)を指標として、それぞれ耐用限界を設定して示すことができます。これらの耐用限界と塗装寿命の関係を見直したところ、欠陥率:10%は塗装寿命が極端に短くなるケースが多く、 $\Delta E^*_{ab}$ :20は塗装寿命が他指標と比べて異常に長くなるケースが多いことが認められました。また、欠陥率を構成する指標の「剥離」や「割れ」も見かけや基材含水率の変化を知る上で重要で、「汚染」と同様に別個の指標として取り上げるべきと考えました。そこで、ここでは、木口らが提案した指標値とは異なりますが、塗装寿命は、 $\Delta E^*_{ab}$ :12、欠陥率:30%、剥離率:10%、割れ率:10%、汚染率:10%を耐用限界として、求めることにしました。

実用を考慮して、各種の市販塗料と基材との組合せで屋外暴露試験を行いました。まず、塗り回数の影響ですが、2回塗りと3回塗りでは、塗装寿命(耐用限界欠陥率:30%)が2倍近くになる結果が得られ(図1)、屋外環境下で使用する場合は3回塗りが適当と認められます。つぎに、暴露角及び基材樹種による塗装寿命の違いですが、塗装寿命はスギ辺材 $\gg$ オウシュウアカマツ心材 $>$ ロシアカラマツ心材の順になり、平均の塗装寿命は暴露角 $90^\circ$ のものは同 $5^\circ$ のもの約2倍となりました(図2)。また、各種塗料の気候環境による塗装寿命の違いは、射水(富山県;多雪の温帯気候)、菅平(長野県;高標高寒冷地)、与那国(沖縄県;海洋性亜熱帯)の3暴露地で試験を行いました(図3)。塗料の塗装寿命は、高標高寒冷地や海洋性亜熱帯気候で短いものがあるなど、気候環境による寿命の長短傾向が異なる塗料があることがわかりました。さらに、自然(油性)系塗料のあるものは、長い塗装寿命(48ヶ月前後;耐用限界塗面欠陥率:30%)を示し、羽目板貼り( $90^\circ$ )ではその約8年の寿命が期待できそうでした。また、別の屋外暴露試験の結果からは、塗料メーカーや銘柄は同一でも塗料色が異なると塗装寿命がかなり違い、濃色側の塗料色が長寿命となりやすく有利なこともわかりました。

### 成果の活用

これまで共同で研究を行ってきた木製サッシメーカー、建築設計事務所、住宅メーカー、塗装会社、木材加工会社は、すでに成果を活用しています。また、県内外から寄せられる技術相談や塗料メーカーなどから依頼される塗料の耐候性評価試験に際して、成果を利用しています。さらに、普及資料「富山県産スギ活用ハンドブック」(富山県森林・木材研究所振興協議会、2011年2月発行)で公表し、広く活用しています。

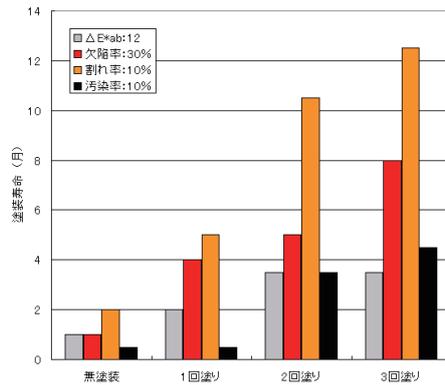


図1 塗り回数による塗装寿命の違い

注) 塗料: 合成樹脂(溶剤)系塗料の1種/チーク色 暴露条件: 射水-0° (水平)

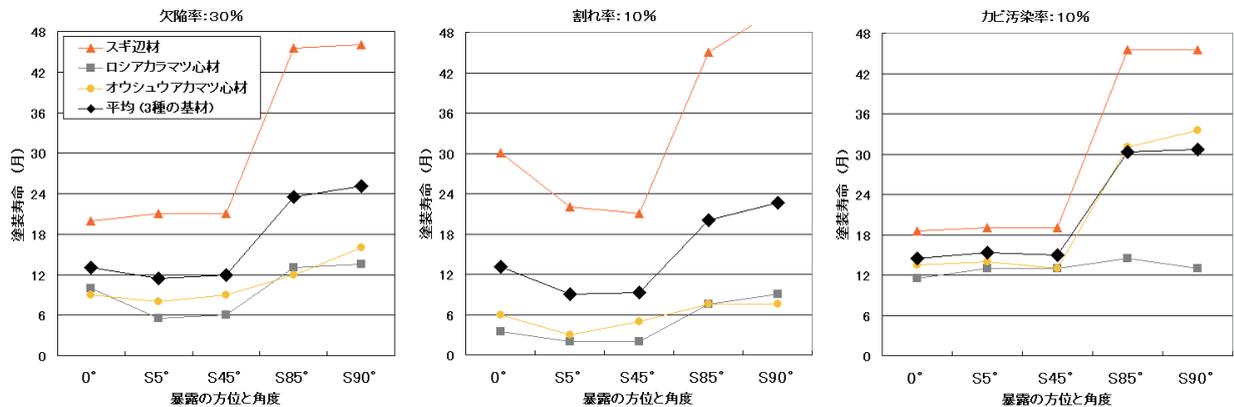


図2 暴露角及び基材樹種による塗装寿命の違い

注) 基材: 板目板 塗装: 自然(油性)系塗料の1種/パイン色3回塗り 塗装寿命: 耐用限界欠陥率:30% 暴露地: 射水 S: 南

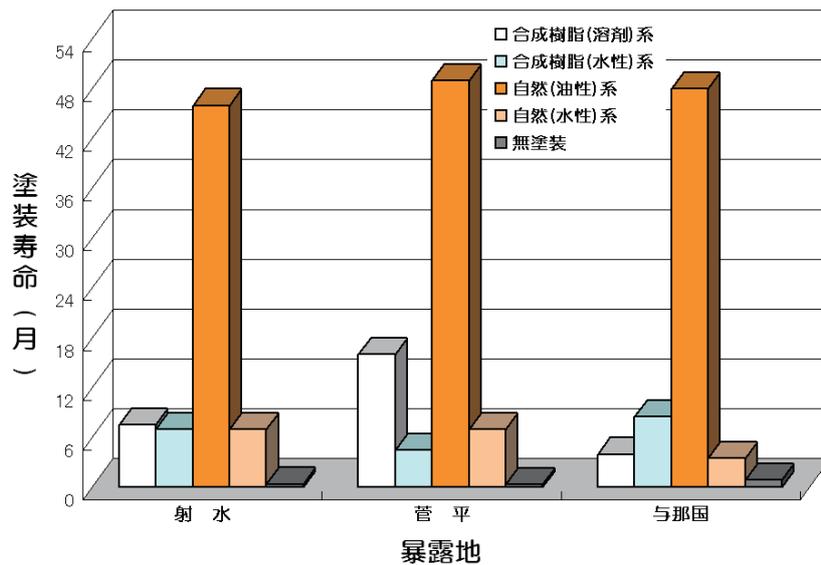


図3 暴露地(気候環境)による塗装寿命の違い

注) 基材: スギ板目板 塗料: 各塗料型の中で塗装寿命が長いもの1種 塗装寿命: 耐用限界欠陥率:30%

[問い合わせ先: 富山県農林水産総合技術センター木材研究所 TEL 0766-56-2917]

## 27 三重県産ヒノキを使った木質トレイの開発

三重県林業研究所 中山 伸吾・萩原 純

### 研究の背景・ねらい

木質トレイは、焼却しても大気中の二酸化炭素量を増加させないカーボンニュートラルな製品であり、現在、大量に使用されている発泡スチロール製トレイの一部にこれを置き換えることができれば、地球温暖化防止に貢献できると期待されています。

三重県では、県産材の需要拡大を図る取り組みの一つとして、素材生産量が全国第4位であるヒノキを用い、林内に放置されている切株など、利用されていない木質資源の有効活用を推進することを目的とした木質トレイの実用化開発に取り組みました。

### 成 果

木質トレイの製造にあたっては、独立行政法人森林総合研究所との共同研究を実施し、浅型（224mm × 158mm × 18mm）および深型（196mm × 160mm × 30mm）の木質トレイの試作を行いました。

丸太の造材時に残される根元の部分を材料とし、そこから幅 200mm ほどのフリッチと呼ばれるブロックをつくり、厚さ 1.0mm 程度にスライスしたヒノキ単板を用いて試作を行いました。立ち上がりの角度やサイズなどを検討するため3種類の金型を作成するとともに、森林総合研究所が保有する装置・技術を使用することにより、含水率などを調整した後に 170～200℃の熱をかけながらプレスすることで木質トレイを成型することが可能となりました。

また、木質トレイについて一般消費者の方がどのようなイメージを持つか調査するため、三重県内のスーパーマーケットに協力していただき、試作した木質トレイに松阪肉をのせて販売していただくとともに、店頭にてアンケート調査を行ったところ、見た目については高級感があるという評価のほか、環境に優しいイメージを持たれた方も多くみえました。また、香りについては好意的な評価が多かったのですが、直接トレイにのせたときに香り成分が食品に移る問題から、食品トレイとして利用するには、実際に使用される条件でのモニタリングなどを行う必要があります。

### 成果の活用

将来的な事業化に向けた取り組みを進めていくため、企業や森林組合などを対象に木質トレイの開発報告会を開催し、開発の経緯などについて説明するとともに、事業化に取り組む際に受けられる支援制度などについて説明を行いました。

今後は、行政との連携を図りながら、食品トレイ以外での利用方法を見いだすための市場調査などを行うとともに、県内企業や森林組合などに対して事業化に向けた情報の提供などを引き続き行っていきます。

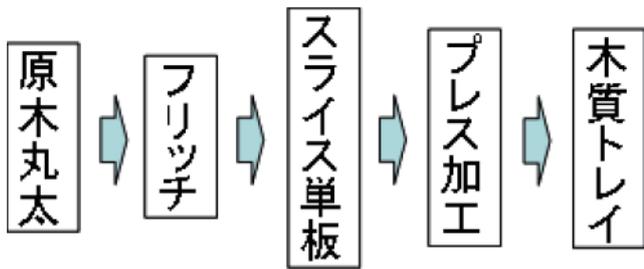


図1 木製トレイ製造の流れ



写真1 材料となる丸太根本部分



写真2 水分調整および予備加熱



写真3 金型によるプレス成型



写真4 試作した木質トレイ



写真5 「松阪牛」店頭販売の様子

[問い合わせ先：三重県林業研究所 林産研究課 TEL 059-262-5352]

## 28 兵庫県内産スギ柱材における座屈強度特性の把握

兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター 木材利用部 山田 範彦

### 研究の背景・ねらい

県産木材の需要拡大のためには、①強度等の品質保証と②製材の歩留まり向上が不可欠です。針葉樹製材品の横架材(梁材)では、荷重に対する許容たわみが定められていますが、柱材の場合、そのような基準がありません。このため、ユーザーにとっては曲げヤング係数が比較的小さいスギ柱材において座屈たわみが大きいのではないかと不安視されています。そこで、スギ心持ち柱材の信頼性と製材歩留まりを高めることを目的に、スギ原木丸太の動的ヤング係数等とそこから得られる心持ち柱材の座屈強度(特に座屈たわみ)の関係について調査しました。(図1)

### 成 果

#### 1 曲げヤング係数と座屈強さの関係(図2)

(1) 県産スギ材において、座屈強さはオイラー式<sup>\*1</sup>から求まる値とほぼ一致することを実証しました。このことから、曲げヤング係数を測定すれば座屈強さがおおむね計算でき、機械等級区分によりその製材品の座屈強さが県産スギ材でも推測できることが分かりました。さらに、原木丸太の動的ヤングとそこから得られる製材品の曲げヤングとの相関も高いことから、丸太の動的ヤングを測定すれば、そこから得られる製材品の座屈強さを県産スギ材でもおおむね把握できることも分かりました。

(2) オイラー式の値よりも下回る座屈強さとなった試験体もみられました。

#### 2 座屈たわみと荷重の関係

(1) オイラー式の値に近い座屈強さとなった試験体の座屈たわみは、比例限荷重まで小さな値となりました(図3▲, ●)。

(2) オイラー式での値よりも小さい座屈強さとなった試験体は、小さい座屈荷重から座屈たわみが大きくなりました(図3□, ◇)。このような挙動は試験体に元たわみ(そり)が生じていることに起因していました。したがって、製材品の寸法精度が座屈強さに影響しており、製材および乾燥の品質管理が重要であることが分かりました。

\*1 オイラー式 曲げヤング係数から座屈強さが計算可能。

$$F_k = c \pi^2 EI / L^2$$

F<sub>k</sub>: 座屈強さ, E: 曲げヤング係数, I: 断面2次モーメント, L: 柱の長さ

### 成果の活用

1 機械等級区分で製材品の座屈強さを推測し、提示して県産スギ柱材の信頼性向上を図ります。

2 元たわみ(そり)と座屈強さおよび座屈たわみの関係について木材業者に普及し、製材品の寸法精度向上への意識付けを図ります。

なお、成果の一部については、当センターの試験研究成果・事例発表会(2011.3.3)で公表しました。

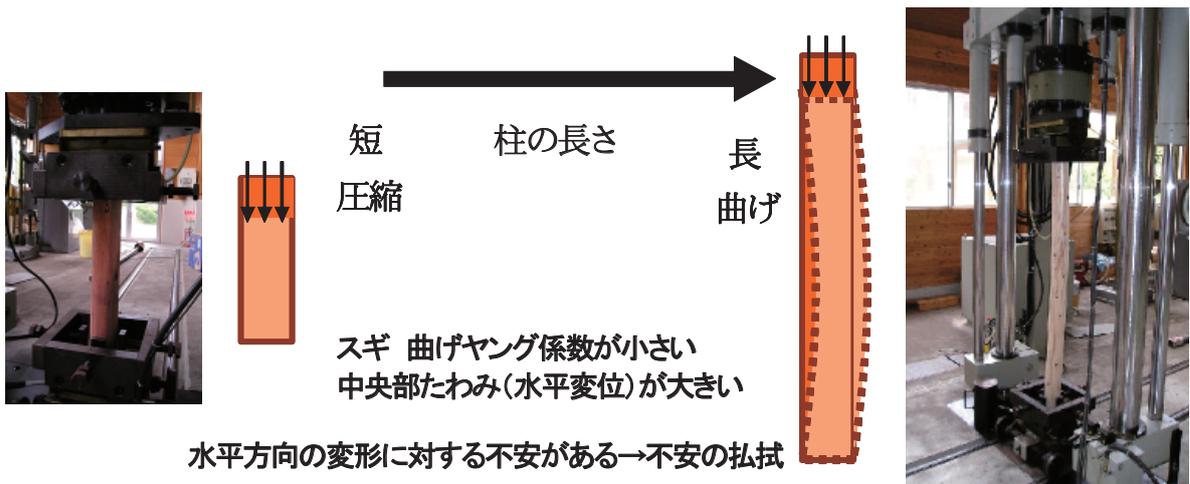


図1 研究背景・ねらい

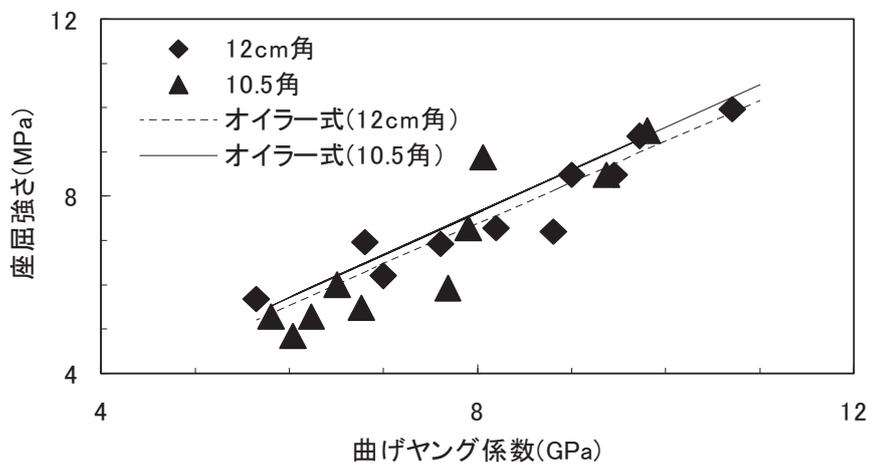


図2 曲げヤングと座屈強さの関係

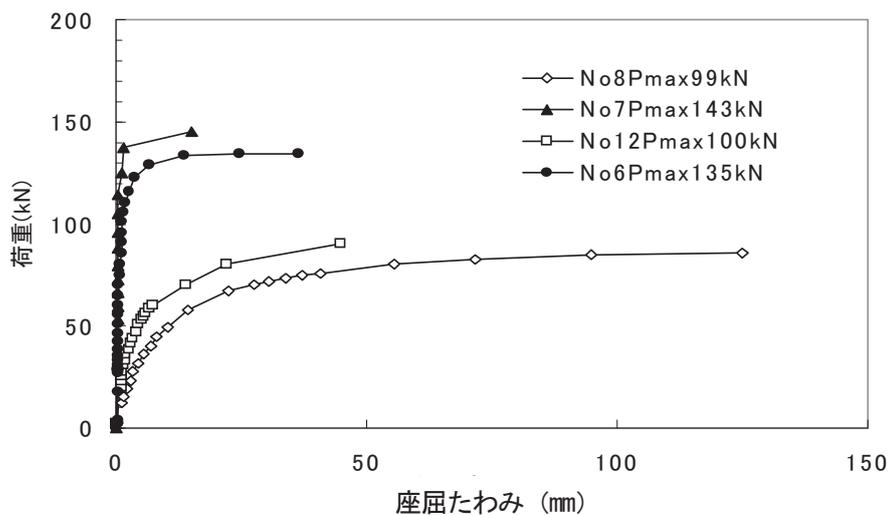


図3 座屈たわみと荷重の関係

[問い合わせ先：兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター木材利用部 TEL 0790-62-2118]

## 29 間伐材を利用した土木資材の劣化調査

奈良県森林技術センター 木材利用課 増田 勝則

### 研究の背景・ねらい

治山や林道などの森林土木工事や、自然公園の整備事業などの各種構造物に、間伐材の利用が進められています。今後、間伐材の利用をさらに円滑に進めるためには、設計者に対しては用途ごとの間伐材の耐用年数等について、また、管理者に対しては適正な保守点検の方法等について情報を提供する必要があると考えられます。さらに、発注者に対しては、間伐材を使用した場合の初期費用にメンテナンス費用を含めたトータルコストを提示することで、間伐材を材料の選択肢の一つとして提案できるようになります。本調査では、主として間伐材を利用した県内の落石防止壁を対象に劣化調査を行い、上記情報の根拠となる土木施設に使用された間伐材の耐久性についてのデータを得るとともに、間伐材を使用する際の指針となるようなマニュアル等の資料を作成することを目的としました。

### 成 果

県内で施工された落石防止壁(写真1)に衝撃緩衝材として使用した縦使いの6層の間伐材丸太を調査対象としました。この落石防止壁では、保存処理された丸太と無処理の丸太を同時に施工し、保存処理の有無、6層中の位置、上下の位置、傾斜角度などが、丸太の劣化に及ぼす影響について検討しました。その結果、薬剤で保存処理された丸太は施工後6年経過時点で、劣化はほとんど認められませんでした。無処理の丸太は、施工後3年半経過した時点で、山側に面した表層部のみの軽度の劣化が全体の70%、辺材内部まで進行したものが全体の7%存在し、劣化の進行が明らかでした(図1)。劣化は、層中の位置では、落石を受ける山側の丸太の1、2層目から進行し、3年半経過した時点で4層目まで進行していました(図2)。また、劣化は丸太が互いに接する面で進行し、上下の位置では下部、上部、中央部の順で進行しました。丸太の傾斜角度による影響についてみると、垂直方向から35°より45°の傾斜の方が劣化が速く進行しました。また、間伐材の劣化を特に早める要因として、周囲の植生や落葉落枝による被覆が大きく関与することが明らかとなりました(写真2)。これらの情報に加え、ピロディンやレジストグラフを用いて木材の劣化度を測定する際の留意点など維持管理に関する情報や、間伐材利用者から問い合わせの多い木材の耐久性に関する情報を中心にまとめた木材の基礎知識等、木材を扱う上で必要とされる各種情報を掲載したマニュアルを完成させました。

### 成果の活用

完成した「木材保存を観点とする間伐材の土木利用マニュアル」を県の農林部、市町村、森林組合を中心に森林土木構造物の施工、管理に関連する各機関に配布しました。このほか、奈良県森林技術センター研究報告やその他広報誌、各種発表の機会を通じて普及に努めています。



写真1 調査対象の落石防止壁



写真2 落葉による劣化の進行例 (写真中矢印)

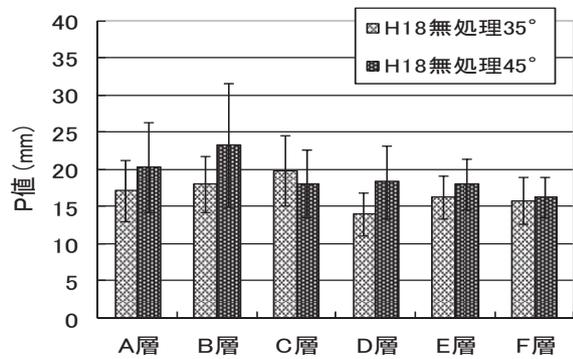
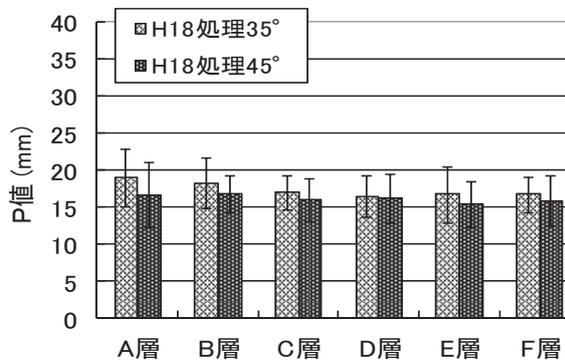


図1 落石防止壁の間伐材処理丸太(左図)と無処理丸太(右図)のピロディン測定値(P値)  
(測定値が大きいほど劣化が進行、図中A層が落石を受ける山側の丸太第1層目、順次F層が6層目)

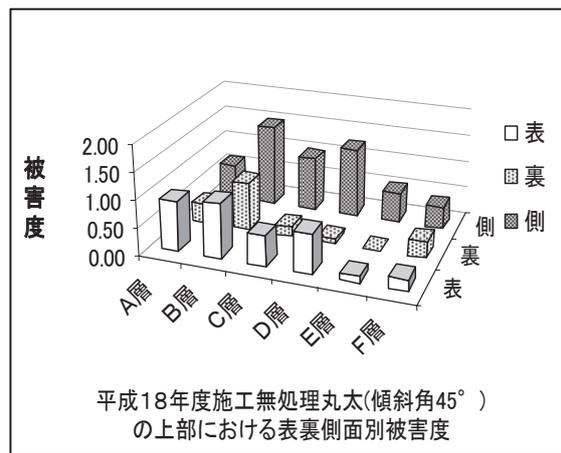
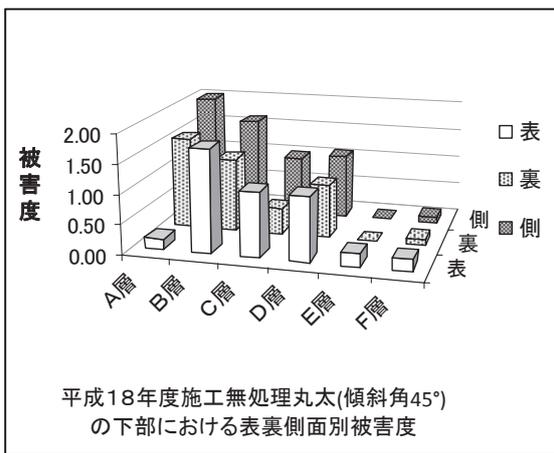


図2 落石防止壁の間伐材無処理丸太の目視による被害度  
(表、裏、側は、それぞれ一本の丸太の山側の面、谷側の面、山側(谷側)から90度回転した面を表す)

## 30 スギノアカネトラカミキリ被害材の強度性能把握

鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場 木材利用研究室 森田 浩也

### 研究の背景・ねらい

スギ、ヒノキの丸太を製材すると、死節の周辺に虫による食害痕が現れることがあります（写真1）。これは「スギノアカネトラカミキリ」の食害によるもので、枝打ちされず枯れ枝が残存している森林で発生します。鳥取県では現在、多くのスギ、ヒノキ林が順次伐採適期を迎えつつあり、今後もスギノアカネトラカミキリ被害材（以下、被害材）の出材が増加すると考えられます。被害を受けた製材品は、少しの被害であっても、見た目の悪さを理由に利用されにくくなります。加えて、被害材は強度性能が低下するのではないかと不安視されますが、その実際については明らかにされていません。

本研究は、被害材の強度性能を実大の製材品を用いて明らかにすることを目的とし、食害の長さや強度性能の関係について検証しました。

### 成 果

試験材料は、腐朽していない長さ3mのスギ105mm正角材（以下、スギ105）97本を用い、写真2のとおり食害痕の長さを測定し4材面を合計して「食害長さ」としました。測定の結果、スギ105の食害長さの平均値は426mm、最大値3,425mm、最小値11mmを示し、微害から激害のものまで含まれていました。

強度性能は、構造用木材の強度試験マニュアル（（財）日本住宅・木材技術センター）に準じて曲げ試験を行い、曲げヤング係数、曲げ強度を算出しました。その結果、スギ105は鳥取県内から収集された無被害材の数値と比べても、その分布に特徴的な傾向は認められませんでした（図1、2）。

試験材料の食害長さや曲げヤング係数、曲げ強度の関係を調べたところ、食害が長くなっても曲げヤング係数、曲げ強度の低下は見られず、食害長さが強度性能（曲げヤング係数、曲げ強度）に与える影響はないことがわかりました（図3、4）。また、ほとんどの被害材の曲げ強度は国土交通省告示で定める無等級材の基準強度（スギ22.2N/mm<sup>2</sup>、図4中の赤点線）を超えており、被害材は住宅用建材として利用可能な強度性能を有していることがわかりました。

また、ヒノキ105mm正角材及びスギ厚板（厚さ3cm）における食害長さや強度性能の関係を調べたところ、同様な結果が得られました。

### 成果の活用

本研究は、鳥取県木材協同組合連合会との共同研究として実施し、試験結果を提示することができました。今後は、木材業界及び行政に対し報告会を開き、研究成果を広く普及していくことを計画しています。また、強度性能が必要な箇所に被害材の利用が可能であることについて、消費者の理解を得るとともにその利用を普及していきたいと考えています。



写真1 材面にスギノアカネトラカミキリの被害を受けた製材品

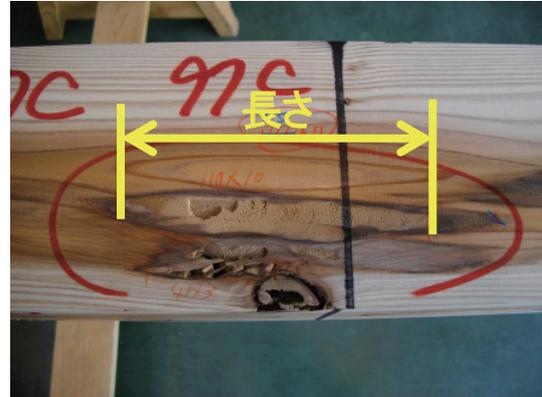


写真2 食害痕の長さ

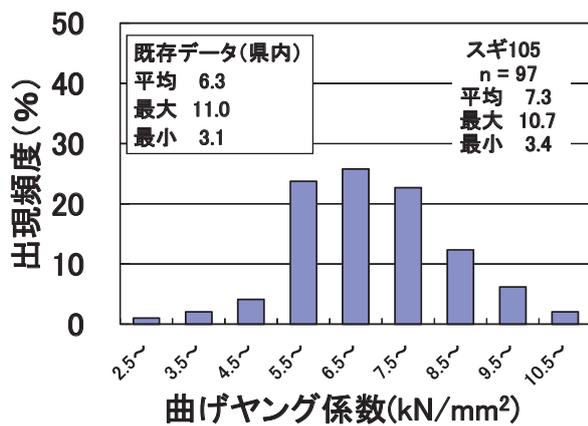


図1 曲げヤング係数の出現頻度

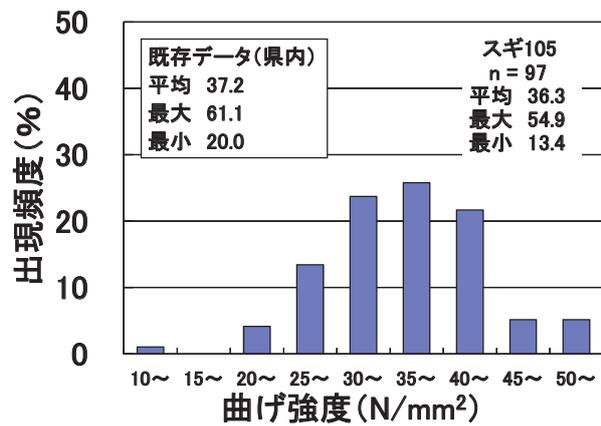


図2 曲げ強度の出現頻度

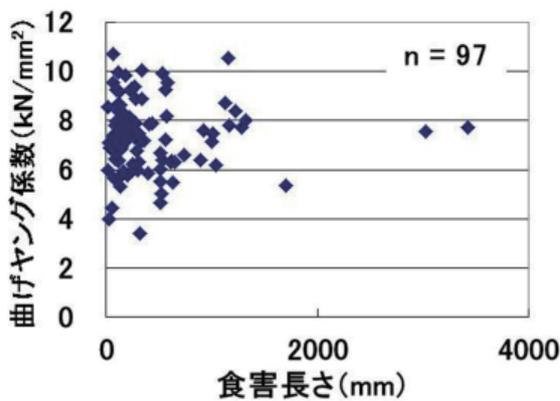


図3 食害長さと曲げヤング係数の関係

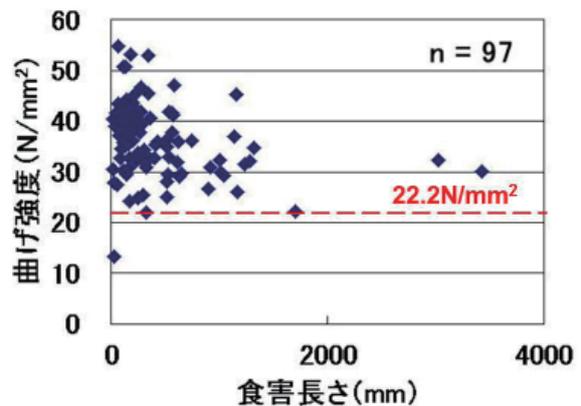


図4 食害長さと曲げ強度の関係

## 3 1 ヒノキ巻き枯らし材の材質劣化について

愛媛県農林水産研究所林業研究センター 田中 誠

### 研究の背景・ねらい

本研究は「人工林の強度な間伐の有利性と森林の機能に与える影響研究」の一課題としてスタートしたものです。愛媛県では、林業労働力の減少・高齢化、木材価格の低迷による採算性の低下等により主伐期が長期化する傾向にある中、強度な間伐により採算性を確保しつつ、施業回数の削減を図る手法がすすめられています。高齢化の顕著な県内山村地域でも労働力削減の手法の一つとして巻き枯らしによる除間伐に期待が寄せられるようになってまいりましたが、森林病害虫や材質等への影響について様々な意見があったことから、特に材質への影響について焦点を絞り本試験を行いました。

### 成 果

虫害の材質への影響については、センター内の試験林のヒノキ 90 本（平均胸高直径 16.7cm）に巻き枯らしを施し（写真 1）、3 年間、巻き枯らし施業木を毎年 3 月に 30 本ずつ伐採し 2 番玉（2.0 m）を剥皮、丸太の食害痕の数と種類について調査しました。巻き枯らしは、平成 19 年 3 月に行い、地際より 60cm を上端とし約 30cm の幅で全周剥皮しました。虫による被害数は年をおうごとに増加し、被害の種類については、巻き枯らし 2 年目まではヒバノキクイムシ及びヒメスギカミキリの害、3 年目にはヤマトシロアリが巣を形成する固体がみられるなど被害が激化し白色腐朽菌の侵入も見られました（写真 2）。また、1 番玉について毎年 30 本（9 cm 正角、長さ 2.0m）ずつ製材したものの材表面の食害痕数について調査したところ、巻き枯らし 1 年目では製材することで全て食害痕が取り除かれました。2 年目以降は材表面に食害痕が現れ、3 年目には 1 本当たりの平均で 42 箇所（穿孔性害虫：36.7 箇所、樹皮下害虫：5.3 箇所）測定され、1 本当たりの最大の食害痕数は 175 箇所（穿孔性害虫：129 箇所、樹皮下害虫：46 箇所）、全く被害が無かったものは 1 本のみでした（写真 3、表 1）。

巻き枯らし材について、丸太、正角曲げ試験および辺材 JIS 小試験体による曲げ試験を行いました。巻き枯らし 1 年目ではコントロール材（同林分の非施業材）の曲げ強度との間で平均値に有意差は見られませんでした。2 年目以降ではほぼ全ての曲げ強度でコントロールを下回り、3 年目にはその差が顕著なものとなりました（表 2）。

これらの結果から、除伐として巻き枯らしを行う場合は問題ありませんが、搬出間伐としては 1 年程度の期間で搬出を行わなければ、材の美観・強度共に損なわれてしまうことなどがわかりました。

### 成果の活用

本研究の成果を受け、本県では林業労働者の減少・高齢化対策の一環として、平成 23 年度から巻き枯らしに対し環境税を利用した県単補助事業をスタートさせ、他の施策とあわせ事業を展開しています。



写真1 センターに設置した巻き枯らし試験林



写真2 巻き枯らし3年目の丸太の食害状況



写真3 巻き枯らし3年目の正角材の表面

表1 巻き枯らし年数と正角材(8cm×2m)の食害痕数

巻き枯らし 後の年数	食害痕数(正角材1本の平均)		
	穿孔性害虫 (ヒメスギカミ キリ等)	樹皮下害虫 (ヒバノキクイ ムシ等)	計
1年目	0.0	0.0	0.0
2年目	3.8	13.2	17.0
3年目	37.6	5.3	42.9

表2 センター試験地における曲げ強度試験結果

試験材料	処理方法	強度試験結果				
		曲げ強度 (平均)(N/mm <sup>2</sup> )	曲げ強度 (95%下限値)(N/mm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 (平均)(kN/mm <sup>2</sup> )	平均密度 (kg/m <sup>3</sup> )	平均含水率 (%)
正角(90mm角) (1番玉)	コントロール	68.3	49.7	11.31	501.8	15.1
	巻き枯らし1年後	70.0	53.9	11.61	496.3	14.6
	巻き枯らし2年後	64.5	49.9	10.90	494.3	13.6
	巻き枯らし3年後	71.0	43.8	12.83	506.8	14.5
丸太(2番玉)	コントロール	82.7	65.4	---	496.2	14.7
	巻き枯らし1年後	80.5	64.9	---	488.2	14.8
	巻き枯らし2年後	69.0	53.0	---	483.6	13.6
	巻き枯らし3年後	58.8	28.7	---	465.6	---
辺材JIS試験体	コントロール	91.2	75.0	11.17	494.3	13.1
	巻き枯らし1年後	92.7	78.3	11.26	485.5	13.1
	巻き枯らし2年後	90.1	73.5	10.99	478.2	12.3
	巻き枯らし3年後	80.0	54.0	9.56	466.8	9.9

## 3 2 高知型低コスト木製防護柵（構造用C種）の開発

高知県立森林技術センター 資源利用課 沖 公友

### 研究の背景・ねらい

「高知県産材利用推進方針（平成 16 年度策定）」、「県産材利用促進に向けた行動計画」に基づき、県自らが率先、実行して県産材を公共の建築物や土木工事に積極的に活用するよう取り組んでいます。このような中、公共土木工事における木材利用として、木製の車両用防護柵に関心が高まっており、平成 18 年度に国土交通省四国地方整備局が中心となり四国木製防護柵（構造物用 B 種）が開発されました。しかし、県内に木製防護柵を計画する場合、構造物用 C 種規格の箇所の方が多く存在するため、この規格に対応できる製品の開発が多く要望されていました。そこで、本研究では、木製防護柵の普及推進を目的として、四国木製防護柵を基本とした構造物用 C 種で低コストの「高知型木製防護柵」を開発しました。

### 成 果

高知型低コスト木製防護柵（構造物用 C 種）の基本構成は、スギ材と鋼製プレートからなる複合横梁と既存のガードレール用支柱によるものとししました。まず、横梁を鋼製プレートとの複合構造としたことから従来の土中用木製防護柵に見られるスギ円柱材の単純構造のものに比べ、コスト高となることから、低コスト化を横梁の鋼製部分を中心に行い、木製部分の加工の簡素化等も加え、既存の土中用木製防護柵単価を目標に設計を行いました。低コスト化設計後、横梁の曲げ試験及び連結部の引張試験等により、各パーツの強度特性を確認し、仕様を決定しました。次に、決定した仕様により試作を行い、静荷重試験を実施しました。結果、特定変位時の耐力及び初期剛性は現行の C 種ガードレールより大きい値を示しました。また、追加試験として実施した鋼製プレートのみを試験体において、その初期剛性の低さから、初期段階における木材の曲げ抵抗の有効性を確認しました（図 1）。これらの結果から、高知型木製防護柵は初期段階における木材の曲げ抵抗とその後の鋼製プレートの張力が有効に作用し、変形に対する抵抗力が大きい事がわかりました。その後（財）土木研究センターにて防護柵設置基準に基づく車両衝突試験を行い、車両用防護柵（構造物用 C 種）として必要な性能とされる車両の逸脱防止性能、乗員の安全性能、車両の誘導性能、構成部材の飛散性能を満たすことを確認しました（表 1）。

車両衝突試験を満足した高知型木製防護柵を山間部、市街地、海岸部の環境条件の異なる 3 箇所と当センター構内において試験施工を行い、劣化調査を実施しました（写真 1）。横梁の木部は、収縮による変形と割れが発生しましたが、耐力に影響するものは確認されず、保護塗装は、施工地に限らず横梁天端部の退色や剥離が確認されました。横梁の鋼製プレート部では、ボルト穴部及び木製横梁との接触部において錆の発生が認められました。また、木製横梁の取付けボルトは、大部分において木部収縮による緩みが認められ、施工後の増し締め必要性を確認しました。

### 成果の活用

高知型木製防護柵仕様書及び維持管理マニュアルを作成し、市町村や県の関連機関を対象に説明会を随時開催しております。今後は、施工後の木製防護柵の劣化調査等を継続していきます。

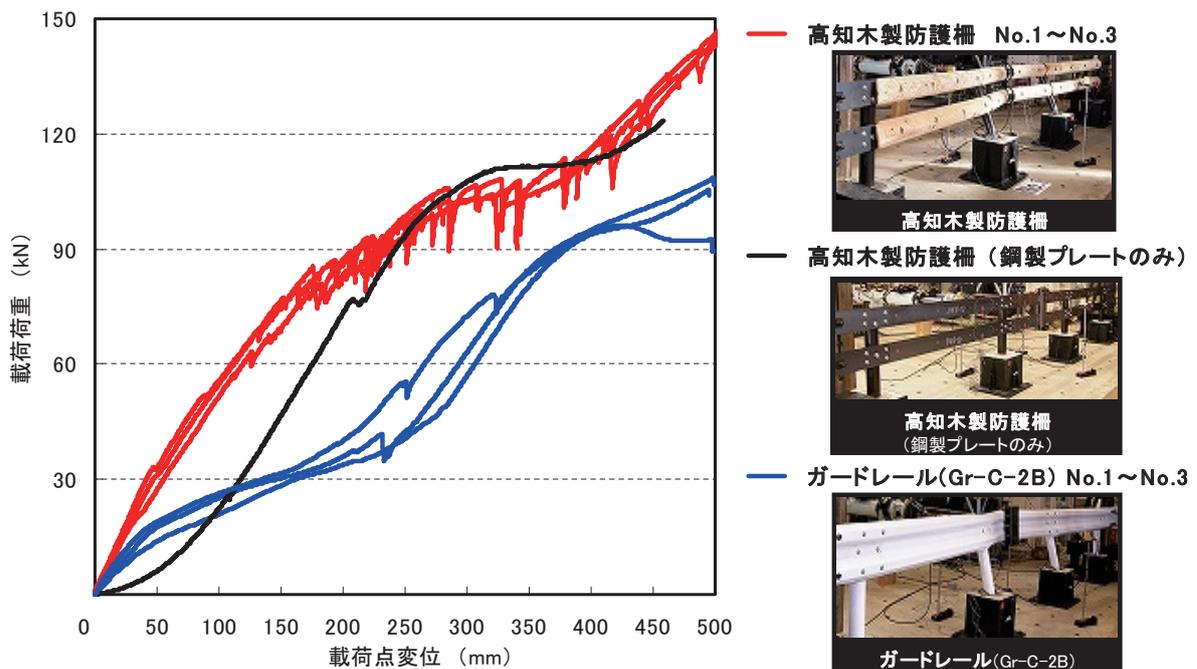


図 1 高知型木製防護柵の静荷重試験結果

表 1 高知型木製防護柵の車両衝突試験結果

評価項目		衝突条件 A(大型貨物車) B(小型乗用車)	必要性能	試験結果	判定
車両の逸脱防止性能	強度性能	A	防護柵が突破されない強度を有する	主要部材及び構成部材間の大きな取り外れ等はなく、防護柵が連続保持されている。	OK
	変形性能	A	車両の進入行程が0.3m以下である	最大進入行程は-0.04mであり、規定値を満足している。	OK
乗員の安全性	車両重心加速度	B	10ms移動平均値が120m/s <sup>2</sup> /10ms未満	X=110.3 m/s <sup>2</sup> /10ms (防護柵延長方向)	OK
				Y= 63.5 m/s <sup>2</sup> /10ms (防護柵直角方向)	OK
車両の誘導性	車両の挙動	A, B共通	衝突後に横転などを生じない	横転することなく誘導した。	OK
	離脱速度	A, B共通	衝突速度の6割以上	衝突条件A: 衝突速度の65.3% 衝突条件B: 衝突速度の62.7%	OK
	離脱角度	A, B共通	衝突角度の6割以下	衝突条件A: 衝突角度の 0.0% 衝突条件B: 衝突角度の 0.0%	OK
構成部材の飛散性能	部材の飛散	A, B共通	構成部材が大きく飛散しない	主要部材の飛散は見られなかった。	OK



山間部



市街地



海岸部



センター構内

写真 1 高知型木製防護柵の試験施工状況

[問い合わせ先：高知県立森林技術センター 資源利用課 TEL 0887-52-5105]

## 3 3 スギ3層クロスラミナパネルを用いた簡易ハウスの開発

大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 山本 幸雄

### 研究の背景・ねらい

近年、非木造系のミニハウスや倉庫、ガレージ、工事現場事務所などが増加しています。本研究は、この分野での県産スギ材の利用拡大を図るため、スギ3層クロスラミナパネル（以下、パネルという）を利用した簡易ハウスを提案することを目的としました。この簡易ハウスは、柱などを立てずにパネルを水平方向に積み上げることで壁を構成し、パネルの強度や寸法安定性などの利点を生かした、購入者が簡単に組立てられ、かつ、解体も容易で再利用可能なことを目標としました。研究期間は、平成20～22年度の3カ年で、大分県農林水産研究指導センター林業研究部、大分県産業科学技術センター、大分大学福祉環境工学科木質構造研究室、株式会社トライ・ウッドの4者で取り組みました。

### 成 果

パネルの基本寸法は長尺部材でも一人で持ち運びできるように、高さ300mm、厚さ45mmおよび36mmとしました。ラミナ厚さは15mmまたは12mmで、接着剤はイソシアネート系接着剤を使用しました。購入者が簡単に組立てられかつ解体も容易で再利用を可能にするという目標のため、3つの工法を検討しました。

工法1は丸太組み工法や校倉造をパネルに応用したもので、45mm厚さのパネルを、張り出し部が100mmの相欠き加工を施し、それらを組み合わせて壁体を構成する工法としました。層間すべりを防止するため、パネル間には直径12mm長さ80mmのブナ製ダボを300mm間隔で挿入し、上下方向の引き抜けを防止するため、引き抜け防止板をトラスビス（ねじ呼び径5mm、頭部径11.5mm、長さ45mm、写真1）で固定しました（図1）。工法2はあり継手を応用したもので、45mm厚さのパネルに2種類の異なる切欠きを施し組み合わせると共に、家具などに用いられている丸ナット（直径16mm、長さ30mm、写真1）を予めパネル内に埋め込んでおき、ボルトを用いて丸ナットを引き寄せてパネル同士を接合する工法としました。上下方向の引き抜けを防止するため、M12の全ねじボルトを通して一体化し用いました（図2）。工法1、工法2を用いた実大モデルハウスを試作したところ、工法1は解体が難しいこと、工法2はパネルの加工が難しいことが分かりました。そこで、工法2の改良型で36mm厚さのパネルに、組み合わせのための簡素な切り欠きを施し、直径10mm、長さ30mmの丸ナットで接合する工法3を開発しました（図3）。壁の水平加力試験の結果、壁倍率は工法1が1.8、工法2が2.9、工法3が2.8で簡易ハウスの耐震性能などを確認することができました。また購入者が簡単に組立てられるよう全ての手順を説明した図入りの説明書を作成しました。

### 成果の活用

成果については、大分県農林水産研究指導センター林業研究部研究発表会、日本木材学会大会、日本建築学会大会などで発表しました。特に工法3を用いたモデル（図4）は、別府市で開催された大分県農林水産祭（写真2）や、福岡市で開催されたありがとう「水」交流物産展で展示し好評を得ました。その後、実大モデルハウスを林業研究部などに設置し来部者にPRするとともにアンケート調査も実施しています。今後は、業界を通じ開発した簡易ハウスの普及促進に取り組んでいきます。

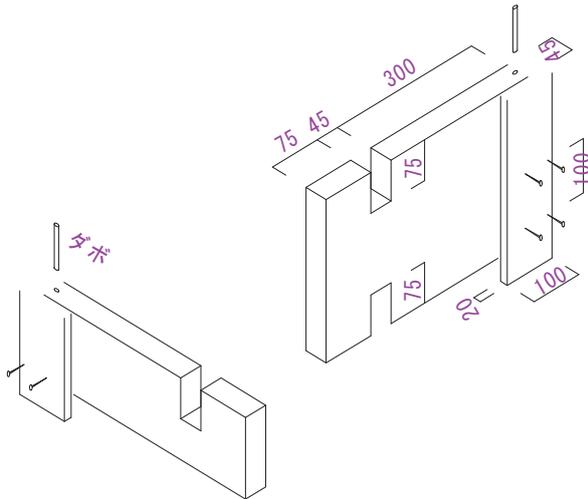


図1 工法1の概要

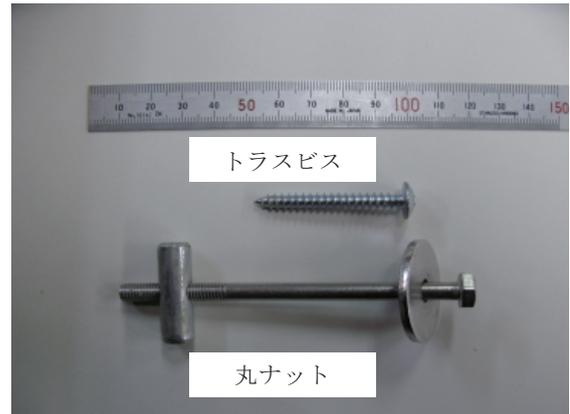


写真1 トラスビスと丸ナット

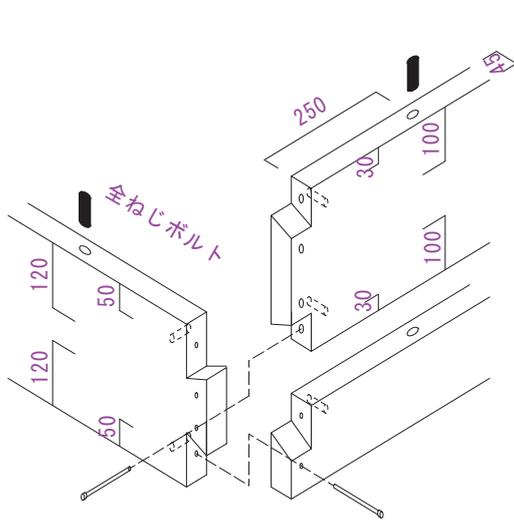


図2 工法2の概要

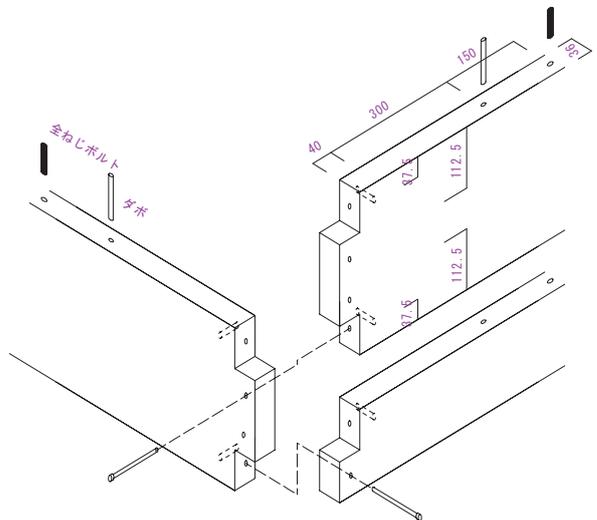


図3 工法3の概要



写真2 大分県農林水産祭での展示

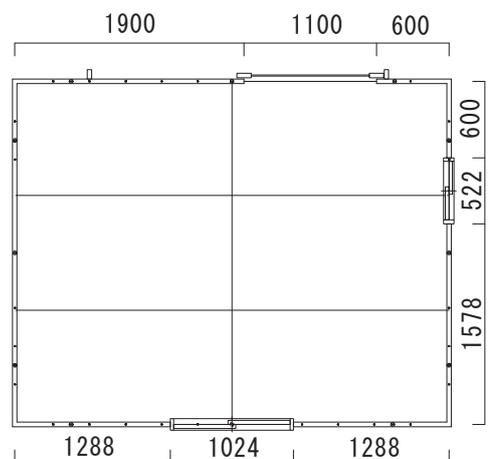


図4 展示した簡易ハウスの平面計画

[問い合わせ先：大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 TEL 0973-23-2146]

## 3 4 地域材利用推進のためのコストシミュレーション

宮崎県木材利用技術センター 皆内 健二・椎葉 淳・田中 洋・飯村 豊

### 研究の背景・ねらい

宮崎県では、公共建築物の建設実績から、大中規模の公共木造建築物は鉄骨造より建設費が割高であるとの認識が定着し、また、大規模木造非住宅に対する建築構造設計者のモチベーションの問題もあり、公共建築物等の木造化推進に向けては、供給側、需要側双方の体制整備が課題になっています。一方、住宅分野では、技術・積算体系が確立され、コスト情報が公開され、技術者も多く、部材の規格化や標準化が進み、「常時需要があること」で成立する「部材の安定した生産・供給体制」により建設コストに競争原理が働き木造住宅は最も安く、日本人の嗜好とも合致し大きなシェアを占め続けてきました。

そこで、木造非住宅にも住宅と同様の条件を設定し、経済的な架構を検討することでコストの縮減を試みました。あわせて、地域材の利用に伴う地域への経済還元効果や環境負荷低減を数値化し、地域材を利用した木造建築物の優位性を示し、今後の木造化推進につなげることを意図しました。

### 成 果

本事業では、木材の利用拡大という共通認識のもとに需要側・供給側・行政及び審査機関等の木造建築物に関係する者（団体）からなるWG（構法検討・コスト検討・法令検討）をつくり、協働することで試設計に取り組み、更に公共施設等地域材利用推進部会（行政）ともリンクさせ事業を実施しました（図1）。

既に建設されている鉄骨造 15 m スパンの武道館と機能・規模が等しい木造モデルを予め規格限定した中断面材で設計し、その主体工事の直接工事費を求め、平成 22 年度市場単価を用いて積算し直した鉄骨造武道館の直接工事費と比較しました。その際、木造の積算は直接仮設工事費と躯体木工事費のみ詳細に数量を拾い平成 22 年度単価で積算し、他の科目は鉄骨造の科目内訳金額を採用しました。大中規模木造の割高要因と考えられる一品生産型の大断面集成材や特注接合金物に依存しない架構を念頭に、県内技術で常時生産（製材、集成材、プレカット）・供給可能な規格化された標準部材（中断面集成材・JAS 乾燥製材）を想定し、接合部には市販の汎用住宅用金物を用いることでコストの縮減を図りました。その結果これまで割高とされてきた木造公共建築物の直接工事費は、鉄骨造を 100 とした場合 JAS 製材（乾燥材）木造が 98、中断面集成材木造が 96 となり鉄骨造以下に縮減することができました（表1）。

また、これまで大中規模木造非住宅を敬遠していた建築構造設計技術者が、この事業への取り組みを通じて、木造化推進の意義を理解し大規模木造に大きな関心を持つようになりました。

一方、試算による地域経済への波及効果は、6 千万円の工事で鉄骨造は総合効果が 7 千 9 百万円であったのに対し、地域材を利用した木造では 2 千 7 百万円多い 1 億 6 百万円となりました（表2）。また環境負荷低減の観点から、C、CO<sub>2</sub> 収支に単純にクレジット取引実績単価を乗じて求めた結果、今回の武道館建設事例では、木造が鉄骨造より 250 万円ほど優位にあることを確認しました（表3）。

### 成果の活用

公共建築物等木材利用促進法の施行にあわせて実施した今回の調査研究により、大中規模公共建築物の建設費に関し、鉄骨造に比べ木造は割高だとされた認識を改め、部材断面・長さの規格化と市販の汎用接合金物を使用できる架構とすることで経済設計ができることを証明し、また、可視化情報としての経済の地域還元効果や、CO<sub>2</sub> 排出量抑制やCストックによる環境負荷低減に見られる木造の社会的優位性を示すことで、今後の木造化推進に大きな弾みになると考えます。

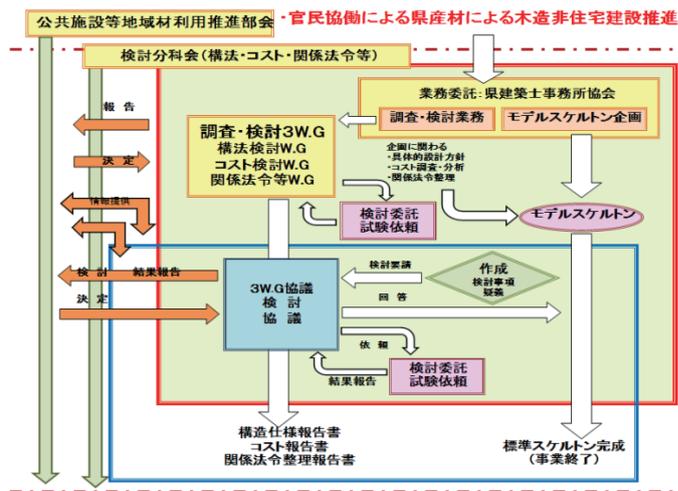


図1 検討フロー図

表1 建設費比較

部分別科目	鉄骨造	木造(JAS乾燥製材)	木造(中断面集成材)
I 建築主体工事			
1 直接仮設工事	2,319,200	2,129,490	2,129,490
2 土工事	1,177,252	1,177,252	1,177,252
3 地業工事	5,224,625	5,224,625	5,224,625
4 コンクリート工事	2,800,980	2,800,980	2,800,980
5 型枠工事	1,566,990	1,566,990	1,566,990
6 鉄筋工事	1,768,910	1,768,910	1,768,910
7 躯体(鉄骨・木)工事	10,863,628	9,728,756	8,899,712
8 粗積工事	1,400,800	1,400,800	1,400,800
9 防水工事	144,636	144,636	144,636
10 タイル工事	38,641	38,641	38,641
11 木(造作)工事	2,246,720	2,246,720	2,246,720
12 屋根工事	5,229,947	5,229,947	5,229,947
13 金属工事	1,685,955	1,685,955	1,685,955
14 左官工事	435,915	435,915	435,915
15 木製建具工事	355,900	355,900	355,900
16 金属製建具工事	9,037,800	9,037,800	9,037,800
17 ガラス工事	355,934	355,934	355,934
18 塗装工事	1,537,283	1,537,283	1,537,283
19 内外装工事	9,873,563	9,873,563	9,873,563
20 ユニットその他工事	2,651,180	2,651,180	2,651,180
21 雨水設備工事	581,480	581,480	581,480
直接工事費計	61,297,339	59,972,757	59,143,713
対鉄骨造コスト比	1	0.98	0.96

表2 地域への経済還元効果比較

区分	木造(製材)	鉄骨造	備考
1 最終需要額	59,972,757	61,297,339	建設費(主体直接工事費)
2 直接効果	65,812,757	49,279,496	木造の生産先は県内のみ、鉄骨造は、県内外区分不明として扱った。
3 第一次間接効果	20,725,347	14,735,750	資材原材料等の新規需要が他産業の生産を誘発する波及効果
4 第一次波及効果	86,538,104	64,015,246	直接効果+第一次間接効果
5 第二次波及効果	19,492,482	15,180,189	第一次波及効果に誘発された雇用者所得が向けられることによる生産波及効果
総合効果	106,030,586	79,195,435	第一次波及効果+第二次波及効果
総合効果/最終需要額	1.77	1.29	一億円の最終需要額で総合効果は、木造が鉄骨造より4千8百万円多い。

表3 環境負荷低減に係る比較

区分		JAS製材木造		鉄骨造		備考
		乾燥材	炭素 t-C		炭素 t-C	
木材使用量	m <sup>3</sup>	73.3	13.9	9.8	1.9	杉比重0.38
原木換算	m <sup>3</sup>	120		16		製材歩止61%
① 原木中の炭素量CO <sub>2</sub>	kg-CO <sub>2</sub>	83,600	22.8	11,147	3.0	炭素量=木材重量/2
② 建築物存命期間中炭素貯蔵量CO <sub>2</sub>	kg-CO <sub>2</sub>	51,052	13.9	6,813	1.9	鉄骨造の約7.5倍
③ ①-② 製材残材中の炭素量CO <sub>2</sub>	kg-CO <sub>2</sub>	32,548		4,333		製材後焼却と仮定
④ 躯体建設時排出CO <sub>2</sub>	kg-CO <sub>2</sub>	53,700		118,750		鉄骨造の約1/2
⑤ 生産時排出CO <sub>2</sub>	kg-CO <sub>2</sub>	31,437		236,122		鉄骨造の約1/8
⑥ ④+⑤ 建設時排出+製造時排出	kg-CO <sub>2</sub>	85,137		354,872		
⑦ 原木中の炭素+製造・建設時排出	kg-CO <sub>2</sub>	168,737		366,018		建物存命期間蓄積を無視
⑧ 製造・建設時の排出量と製材残材からの排出量	kg-CO <sub>2</sub>	117,685		359,205		建物存命期間のC蓄積をカウントした場合

[問い合わせ先：宮崎県木材利用技術センター 構法開発部 TEL 0986-46-6041]

## 3 5 竹繊維を活用した高強度材料の開発

鹿児島県工業技術センター 日高 富男・福留 重人・山角 達也

### 研究の背景・ねらい

鹿児島県は竹が豊富に存在し、3～5年で成竹になることから短期間で利用でき、持続可能なバイオマス資源として最適な材料です。本県の平成20年度における竹材の利用状況をみると、パルプ用が約6割を占め、次いで工芸用、竹炭用、農林業用、水産業用の順であり、付加価値の低い利用に留まっています。そこで本研究では、モウソウチク材を構成する強靱な竹繊維に着目し、竹材から強靱な竹繊維を選択的に取り出す最適な蒸煮処理条件の検討し、木造住宅の構造用仕口の接合部材として活用する竹繊維成形部材（以下「竹ダボ」という）の製造条件並びに接合部の強度性能評価（T型引張試験）を行いましたのでその成果を報告します。

### 成 果

#### 1 竹繊維の解繊条件

各蒸煮処理条件で得られた竹繊維の引張強度試験結果を図1に、竹繊維の収率を図2に示します。200℃で30分処理して得られた竹繊維の引張強度が300N/mm<sup>2</sup>と最も高く、また解繊も容易であり竹繊維の収率も5割を超えました。

#### 2 T型引張強度試験

解繊した竹繊維を金型によりプレス成形して得られた12mm角の竹ダボ4本を使用し、直径20mmの先穴の中に竹ダボを入れてエポキシ系接着剤で固め2週間養生しました。その後実施した接合強度性能を評価するためのT型引張強度試験の概要を図3に、試験結果を図4に示します。土台埋め込み深さ35mm、53mm、70mmの試験体の平均引張強度は、それぞれ18.5kN、19.8kN、27.1kNであり、埋め込み深さが深くなるほど強度が向上する傾向が見られました。

#### 3 接合部の評価

今回の試験結果から算出した短期基準接合耐力を表1に、平成12年建設省告示第1460号で例示された仕口の許容引張耐力を表2に示します。今回の試験結果から算出した短期基準接合耐力は、土台埋め込み深さ70mmの場合では12.67kNを示し、平成12年建設省告示第1460号で例示された仕口の許容引張耐力「10kN用引き寄せ金物(10.0)」と同等以上の耐力が得られました。

### 成果の活用

今回の試験条件下における竹ダボ接合の短期基準接合耐力は、建設省告示で例示され仕口の許容引張耐力と遜色ない耐力が得られており、木造住宅における竹ダボ接合の可能性が示唆されました。

今後、住宅の接合部に用いられている金具の代替品となり得ることが期待され、また住宅の解体時においても金具を用いないことで分別回収費用の低減化が図られることが想定されます。

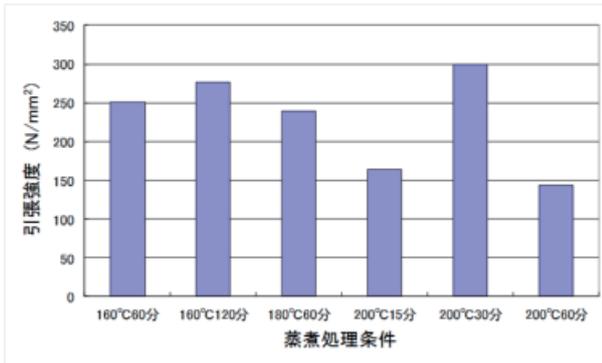


図1 蒸煮処理条件毎の竹繊維の引張強度

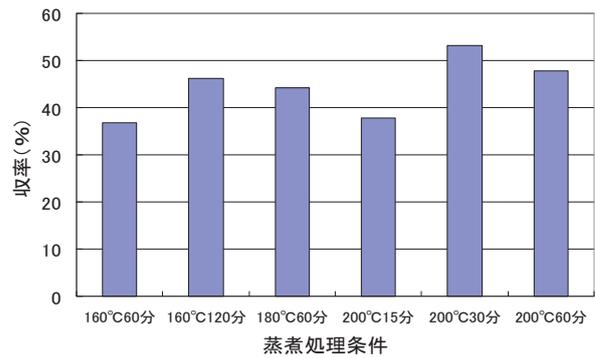


図2 蒸煮処理条件毎の竹繊維の収率

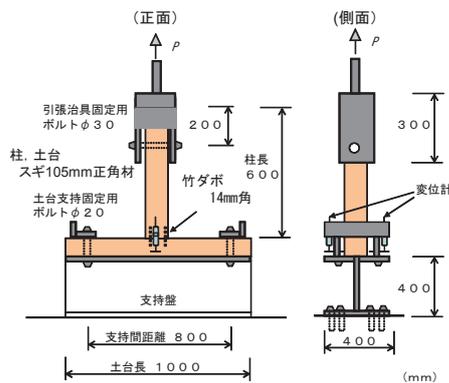


図3 T型引張試験の概要

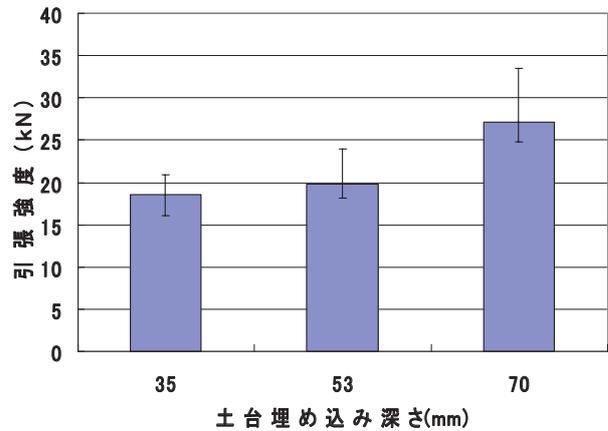


図4 ダボの土台埋め込み深さ別の引張強度の関係

表1 竹ダボ接合における短期基準接合耐力

土台の埋め込み深さ (mm)	35	53	70
最大荷重 $P_{max}$ (kN)	18.6	19.8	27.1
標準偏差	1.89	2.18	3.29
変動係数 (%)	10.2	11.0	12.1
$2/3P_{max}$ (kN)	12.3	13.2	18.1
ばらつき係数 ( $2/3P_{max}$ )	0.76	0.74	0.70
短期基準接合耐力 (kN)	9.35	9.77	12.67

表2 建設省告示で例示された仕口の許容引張耐力

仕 様	引張許容耐力 (kN)
T字型かど金物くぎ CN65×5本	5.07
山形プレート金物くぎ CN90×5本	5.88
羽子板ボルトφ12または短冊金物	7.50
羽子板ボルトφ12mmに長さ50mm	8.50
径4.5mmスクリューくぎ1本	
10kN用引き寄せ金物	10.00
15kN用引き寄せ金物	15.00

## 36 沖縄の未利用森林資源オオバギを活用した機能性素材の開発

沖縄県森林資源研究センター 伊藤 俊輔・酒井 康子・宮城 健・平田 功

### 研究の背景・ねらい

オオバギ (*Macaranga tanarius*) は奄美大島以南に分布するトウダイグサ科のパイオニア樹種です。葉は抗酸化活性や殺菌効果のあるニムフェオール (ポリフェノール的一种) を多く含有することから機能性素材として注目を集めています。

森林資源研究センターでは、沖縄ポッカ食品 (株)、(株) ポッカコーポレーション、静岡県立大学、玉川大学と産学官連携により、オオバギの生産技術の開発、葉のポリフェノール含有量に影響する因子の検討を行いました。

### 成 果

#### 1 オオバギ生産技術

種子の採種適期は、沖縄島では6月上旬から7月中旬でした。朔果が裂開した種子の発芽率は、78%であったのに対して、未裂開種子の場合は、32%でした。種子の貯蔵については、低温より室温貯蔵の方がよいが、2ヶ月貯蔵で発芽率は、45%まで低下します。ポット育苗の施肥量別苗高生長量は、0.25g 施肥区 (苗木1本当たりのNの基準量) が最も高く、0.5g 施肥区以上では施肥量の増加に伴って樹高成長が抑制されました。1g 施肥区では、枯死する苗も発生しました (表1)。

これらの結果からポット苗での施肥量は、苗木1本当たりNの基準量で0.25gが適しており、施肥しすぎると樹高成長が抑制され、生育障害をおこすことが明らかになりました。

#### 2 オオバギ葉のポリフェノール含有量に影響する因子

沖縄県内 (国頭村、西原町、糸満市、伊平屋島、宮古島、石垣島) および台湾から自生のオオバギ葉を採種し、抗酸化活性を測定しました。その結果、緯度的に南に行くほど抗酸化活性が高く、特に台湾産のオオバギの抗酸化活性が高い結果となりました。しかし、当センター圃場内に植栽し、同一条件で灌水管理した挿し木苗では、産地による抗酸化活性に差はありませんでした (図1)。

圃場で行った施肥量別のオオバギ葉収量調査では、施肥量が増えるに伴い葉の収量 (乾重) が増加しました (図2)。

### 成果の活用

成果は、普及に移しうる技術「オオバギの苗木生産技術」、「オオバギ *Macaranga tanarius* の抗酸化活性に影響する要因について」、「オオバギ *Macaranga tanarius* の初期生長と収穫量に施肥量を与える影響」、として公開しました。機能性素材の生産・販売は沖縄ポッカ食品 (株) 及び (株) ポッカコーポレーションが行い、素材生産者には当センターが技術指導を行っています。

表1 ポット育苗施肥量別苗高成長量

試験区	開始時(2009.9.9)		調査時(2010.2.1)		生存率(%)	樹高生長(cm)
	施肥本数(本)	平均苗長(cm)	生存本数(本)	平均苗長(cm)		
無施肥区	30	12.2±2.2	30	13.4±2.0	100	1.2±0.6
0.25g施肥区	30	11.5±2.2	30	28.8±8.3	100	17.3±8.7
0.5g施肥区	30	11.4±1.7	30	20.3±6.7	100	8.9±7.0
0.75g施肥区	30	11.8±2.4	30	18.5±5.7	100	6.7±2.9
1.0g施肥区	30	11.5±1.7	26	15.6±3.3	87	2.7±2.8

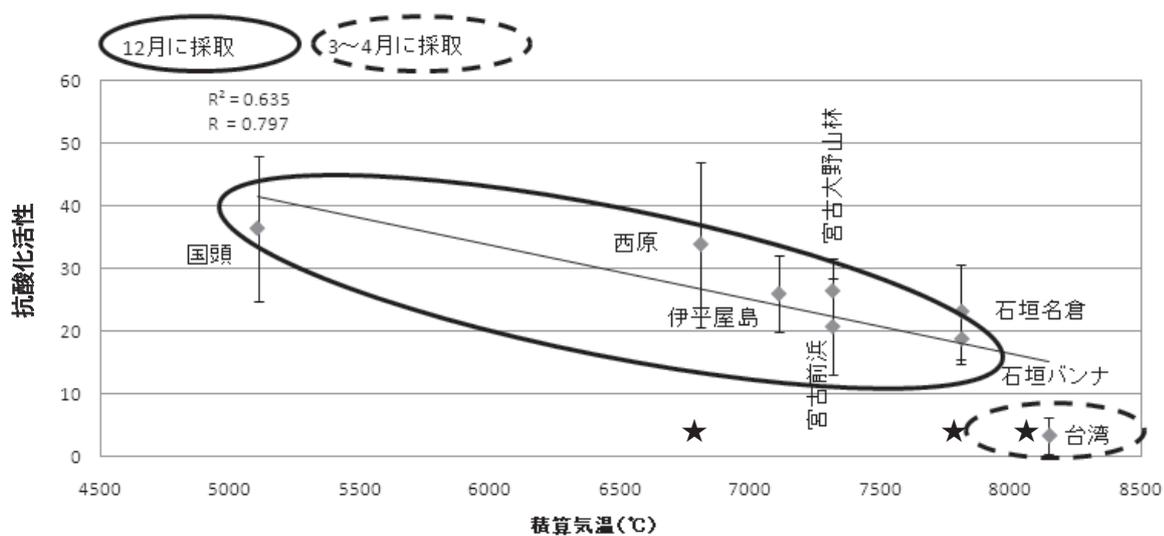


図1 抗酸化活性と積算気温の相関図

★印は、同一条件下で育苗した各地由来のさし木苗による

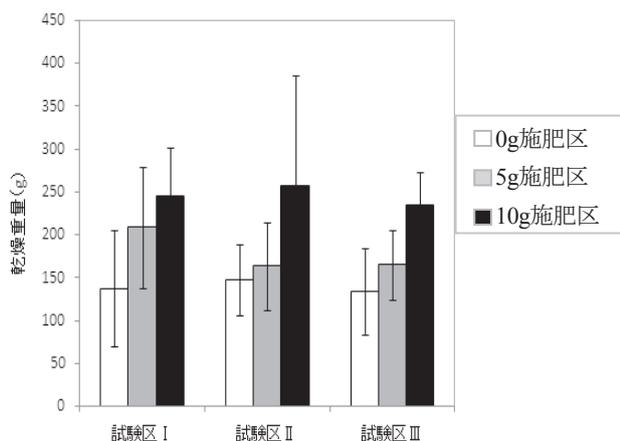


図2 施肥量、試験区別オオバギ葉収穫量(乾燥重)

[問い合わせ先：沖縄県森林資源研究センター TEL 0980-52-2091]

## 3 7 木酢液を用いたきのこ類のナメクジ食害防除法の開発

長野県林業総合センター 特産部 高木 茂・増野 和彦

### 研究の背景・ねらい

きのこ類の露地栽培において、ナメクジ等の害虫対策は重要な問題です。一方、食品の安全・安心の観点から農薬・化学物質を用いず、天然物由来の素材による技術開発が望まれています。そこで、きのこ類の露地栽培における食害を忌避して、里山等の森林空間を利用した持続的なきのこ栽培を実現するため、木酢液の利用方法を検討しました。なお、本研究の一部は「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の一環として実施したものです。

### 成 果

木酢液のナメクジ忌避効果を、室内実験で木酢液を浸漬したろ紙を用いて検討しました。その結果、木酢液に忌避効果が認められましたが、時間の経過とともに木酢液を浸透したろ紙が乾燥すると、効果がなくなりました。そこで、効果を持続させるために、木酢液の浸漬と乾燥を繰り返して木酢液を濃縮して定着させた乾燥ろ紙を考案・作成しました。このろ紙を用いて、室内実験を行ったところ、ナメクジ忌避効果が72時間経過しても認められました。

室内実験によりナメクジ忌避効果が認められたことから、野外実証試験に移行しました。また、忌避効果を持続させ、浸漬する木酢液の濃度を高める効率的な方法として、冷凍濃縮法を採用しました。この方法で得られた濃縮木酢液を用いて、クリタケ菌床を野外に埋設させた周囲に木酢液浸透布を敷設し、ナメクジの忌避効果を検証しました。その結果、ナメクジの食害は対照区(木酢液なし)と比較し、6倍濃縮させた木酢液区において顕著に減少しました(図1~3、写真1~2)。

以上の結果、小規模ではありますが、きのこのナメクジ食害忌避法として木酢液が利用できることが実証されました。

### 成果の活用

日本木材学会(2011 京都大学)で成果を発表するとともに日本木竹酢液協会で講演しました。また、行政や現場の要請に応じて各種講習会等で成果の活用を図りました。詳細は長野県林業総合センター研究報告に掲載予定です。

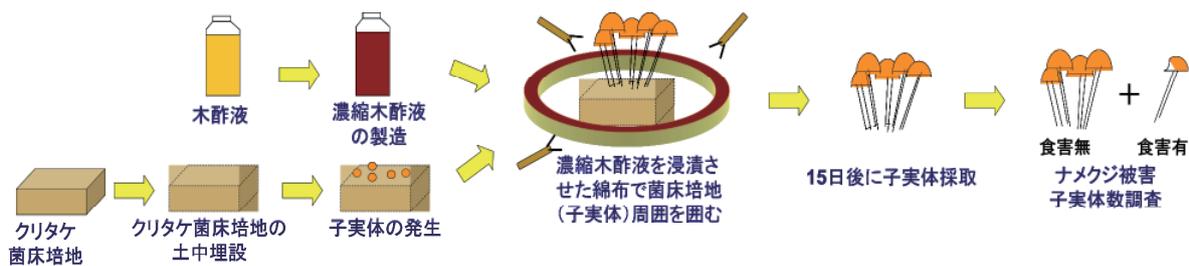


図1 ナメクジ忌避効果現地試験概念図

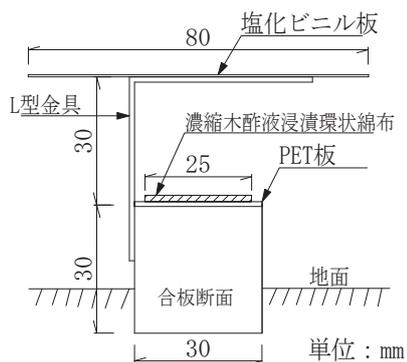


図2 ナメクジ忌避試験 環状合板断面図

写真1 ナメクジ忌避試験状況



写真2 試験結果

左: 食害なし(木酢液区) 右: 食害あり(木酢液なし・対照区)

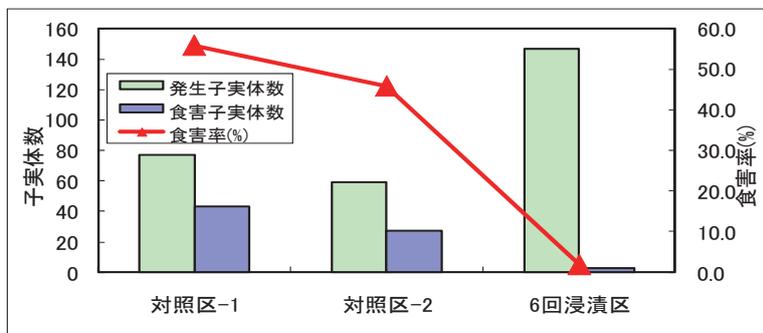


図3 木酢液忌避効果

[問い合わせ先: 長野県林業総合センター 特産部 TEL 0263-52-0600]

## 38 食用きのこ栽培で収益性の向上を図る

岐阜県森林研究所 森林資源部 久田 善純・水谷 和人・上辻 久敏

### 研究の背景・ねらい

近年、きのこ生産者の経営は、産地間競争に伴う市場価格の低迷や材料費、燃料費の上昇などにより厳しさを増しています。岐阜県内のきのこ生産者からは「収益性の向上を図る技術を開発してほしい」という要望が出されています。そこで、食用きのこ菌床栽培における収益性の向上を目的として、収量を増大する栄養材の開発と、きのこ収穫後に廃棄されている廃菌床の再利用により菌床材料費を低減する方法について検討しました。

### 成 果

#### 1 収量を増大する栄養材の開発

エリンギの菌床栽培において、スギおが粉：米ぬか：ふすま = 10 : 1.25 : 1.25 (容積比) で作製した菌床を対照区とし、栄養材の一部を乾燥おからで置換したり、消石灰を菌床に添加して、増収効果を調査しました (800ml 瓶使用)。

結果、栄養材に米ぬかやふすまを使用した場合と比較して、栄養材をおからで置換することにより、いずれの割合でも子実体の収量が増加しました (写真1、図1)。最も収量が多かったのは栄養材の75% (容積比) をおからで置換した場合の1瓶当たり191gで、対照区と比較して収量が48%増加しました。さらに消石灰を1瓶当たり1.2g加えると、対照区と比較して収量が51%増加しました。

#### 2 菌床材料費を低減する方法

ブナシメジの菌床栽培において、基材にスギおが粉のみを使用する菌床を対照区とし、生産者が排出したブナシメジ廃菌床によってスギおが粉を25%、50%置換 (容積比) する区を設けました。栄養材は1瓶当たり80g (ふすま69.3g, おから10.7g) 添加しました (850ml 瓶使用)。瓶詰め後、同生産者の施設内で通常生産時と同じ手法により殺菌、接種、培養、菌掻き、発生管理を行いました。

その結果、基材の25%、50%に廃菌床を利用した区からは、外観上の品質に問題のない子実体が発生し、さらに、子実体の収量が対照区と比較して増加しました (写真2、図2)。廃菌床を50%利用した区の収量は1瓶当たり170gで、対照区 (137g) と比較して24%増加しました。この結果により、ブナシメジ廃菌床は基材の一部として再利用可能であることが確認できました。また、廃菌床中に含まれる成分に増収効果がある可能性が示唆されました。

### 成果の活用

これらの成果を、県内きのこ生産者を対象に行う「きのこ情報交換会」(2011年2月)において紹介し、手法や費用対効果等について話し合いました。

今後は、県内生産者と協力して、生産現場における実証試験を進め、実用化を目指していきます。



写真1 おからと消石灰を添加した菌床における  
エリンギ子実体の発生状況

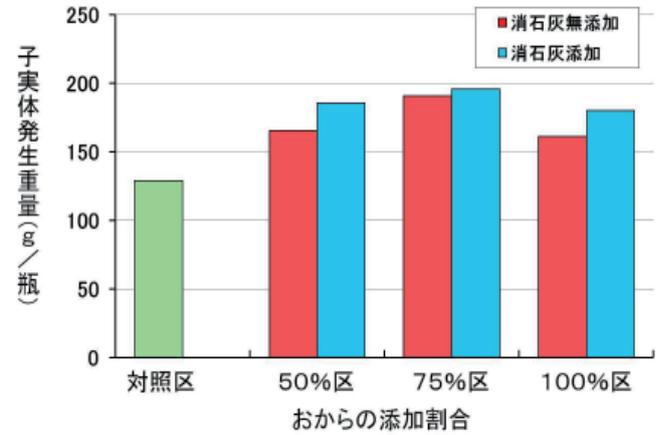


図1 おからと消石灰を添加した菌床における  
エリンギ子実体の発生重量

(注1) スギおが粉は、4mmの篩にかけ通過したものを使用  
(注2) 菌床の含水率65%  
(注3) 供試数は各区とも瓶6本(800ml瓶)

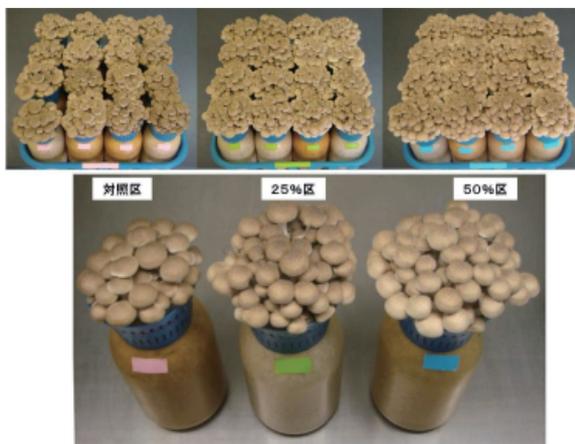


写真2 廃菌床を再利用した菌床における  
ブナシメジ子実体の発生状況

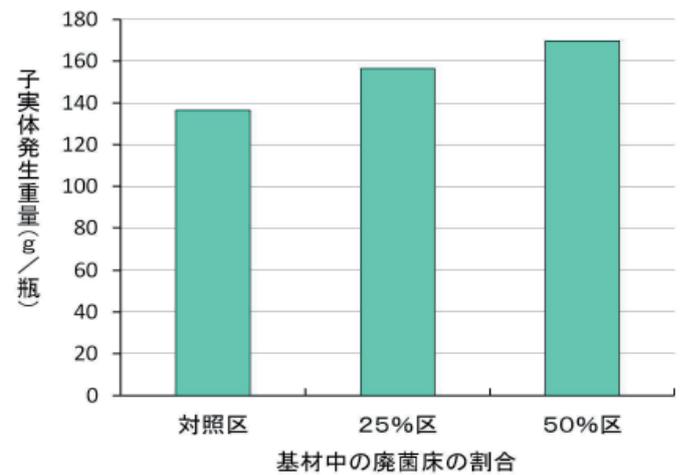


図2 廃菌床を再利用した菌床における  
ブナシメジ子実体の発生重量

(注1) スギおが粉とブナシメジ廃菌床は、4mmの篩にかけ通過したものを使用  
(注2) 菌床の含水率65%  
(注3) 供試数は各区とも瓶20本(850ml瓶)

## 39 クリの新品種「ぼろたん」の用途開発

京都府農林水産技術センター農林センター森林技術センター 小林 正秀

### 研究の背景・ねらい

中国大陸から侵入したクリタマバチは、日本のクリ栽培に大打撃を与えました。そこで、クリタマバチに強い品種を育成する目的で、昭和20年代より、農林省園芸試験場（現（独）農研機構果樹研究所）が育成した品種を公立研究機関が栽培する「系統適応性検定試験」が繰り返されてきました。ところが、天敵の導入によってクリタマバチ被害は低減されました。また、消費者のニーズも味を重視するようになりました。そこで、食味を重視した育種が行われた結果、良食味で剥皮性に優れた品種が開発され、平成19年に「ぼろたん」として品種登録されました。日本クリ（和栗）は、中国や欧州産のクリに比べて大きくて風味が豊かですが、甘味が弱く、剥皮性が悪いという欠点を有していました。これらの欠点を克服した「ぼろたん」の特性を活かした用途の開発を目指しました。

### 成 果

- 1 新品種「ぼろたん」の特性を把握するため、試験地に植栽した「ぼろたん」の収穫量、病害虫に対する耐性、収穫果実の品質などを調査しました。その結果、収量などに問題はなく、果実の比重が高くて食味が優れ（図1、表1）、剥皮性も良いことが確認できました（表2、写真1）。
- 2 「ぼろたん」や他のクリ品種を用いて、焼き栗、モンブラン、マロングラッセ、渋皮煮を試作して生産歩留まりや品質を把握しました（写真2）。その結果、「ぼろたん」は剥皮性が良いために渋皮煮にすることは困難ですが、他の用途には適していることが確認できました。
- 3 試作品と市販品を対象に、消費者に食べていただき、味を評価する官能試験を実施しました。その結果、焼き栗とマロングラッセでは、「ぼろたん」による試作品が最も高い評価を得ました（表3）。焼き栗にした場合、大粒な「ぼろたん」は小粒な天津甘栗よりも剥きにくいと判断する人が多く、モンブランや渋皮煮にした場合、他の和栗との味の差は明確ではありませんでした。これに対して、マロングラッセにした場合、他の和栗では剥皮が困難だけでなく、表面に傷や斑点などの欠点が生じましたが、「ぼろたん」では天然のシワによる模様が美しく、優れた商品が開発できました（写真3）。本場ヨーロッパ産の高級マロングラッセとも比較しましたが、食味が優れるだけでなく、大きさや美しさも勝っていました。以上のように、「ぼろたん」の特性に適する用途がマロングラッセであることを解明し、高品質な商品を開発しました。

### 成果の活用

農林水産技術会議事務局では、毎年、農林水産研究開発の内容に優れ、社会的関心の高い成果10課題を選定していますが、「ぼろたん」の開発は、平成18年度の第一位に選定されています。今回の成果も、平成21年度の日本森林学会関西支部にて発表し、全国紙やNHKの全国放送などで紹介されました。また、京都市内の著名な和菓子店や料理店などに試作品を紹介した結果、大きな反響を得ました。さらに、クリ生産者にも成果を公表しており、「ぼろたん」の普及に貢献しています。

### 知的財産取得状況

【商標登録番号】第5363085号 TANBA POLOTAN GLACE

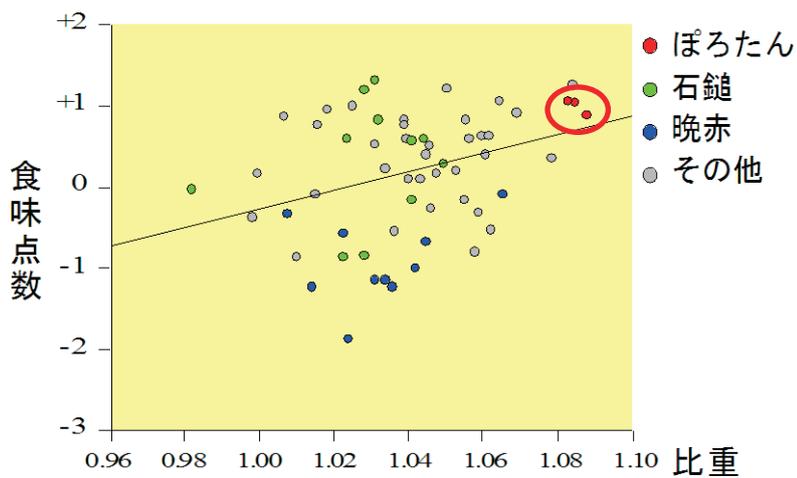


図1 クリの比重と食味点数

表1 食味採点基準

食味点数	採点基準
+3	際だって美味しい
+2	美味しい
+1	どちらかという美味しい
0	不味くも美味しくもない
-1	どちらかという不味い
-2	不味い
-3	際だって不味い

表2 クリの剥皮試験

品種名	ゆで時間(秒)	調査果実数(個)	剥皮時間計(秒)	剥皮成功率(%)
ぽろたん	120	20	21	100
利平ぐり	180	20	101	80
丹沢	150	20	120	55
国見	180	20	137	10
美玖里	180	20	174	25



写真1 ぽろたんの剥皮状況



写真2 クリ菓子の試作品

表3 グラッセの食味結果

品目	食味点数
ぽろたん	1.55
利平ぐり	1.50
筑波37号	1.29
丹沢	0.84
B社製	0.21
A社製	-0.13
C社製	-0.50
平均値	0.68

回答者38人の平均値



写真3 大粒のグラッセ

## 40 木質系未利用資源を活用したウメ園地若返り技術の開発

和歌山県農林水産総合技術センター林業試験場 橋本 千賀子

### 研究の背景・ねらい

木質バイオマスの有効活用は、地球温暖化の防止や循環型社会の形成、山村地域の活性化等につながる重要な課題であり、そのひとつとして木材を炭化して利用する方法があります。木材炭化物は、燃料、土壌改良材、水質改善用資材などとして幅広く利用されていますが、利用に際して、炭化物の特性を十分に把握しておくことが必要であると考えられます。

本県はウメの一大産地ですが、老木園の増加とウメ園地の若返りが問題となっています。しかし、改植の際には生産性が低下する連作障害が深刻になっており、対策技術が求められています。そこで、本研究では、針葉樹や果樹剪定枝など木質系未利用資源から炭化物を試作し、連作障害の原因とされる生育阻害物質の低減効果について検討しました。なお、本研究は、当試験場と和歌山県農林水産総合技術センター果樹試験場うめ研究所、国立大学法人鳥取大学との共同研究により実施しました。

### 成 果

材料および炭化温度の違いが炭化物の性質に及ぼす影響を明らかにするため、スギ、ヒノキの小径丸太およびその樹皮、タケ、ウメ伐採枝（剪定枝、枝直径が10 cm未満および10 cm以上の枝の3区分）から、試験用炭化装置を用いて異なる炭化温度で炭化物を作出し（写真1）、その性質を比較しました。

比表面積については、炭化温度が高くなるほど大きくなる傾向がみられました（図1）。また、スギ樹皮、ヒノキ樹皮についてはそれぞれの材部に比べて大きく、ウメでは枝直径が小さくなるほど大きくなる傾向がありました。比表面積の増大と共に吸着性能がより高くなる可能性が示されました。

ウメの生育阻害物質と考えられているフェノール性物質の吸着率は、炭化温度が高いほど高くなり、特に炭化温度が900℃の場合、生育阻害低減効果が認められている市販活性炭と同等の吸着能を示すことがわかりました（図2）。

### 成果の活用

研究成果については、学会等での発表の他に、当試験場で刊行している業務報告やホームページ等を通じて公表しています。

また、本研究の成果の活用については、県内関連企業等を対象に技術の普及を進めているところです。



写真1 試験用炭化装置（左）と試作したウメ剪定枝の炭化物（右）

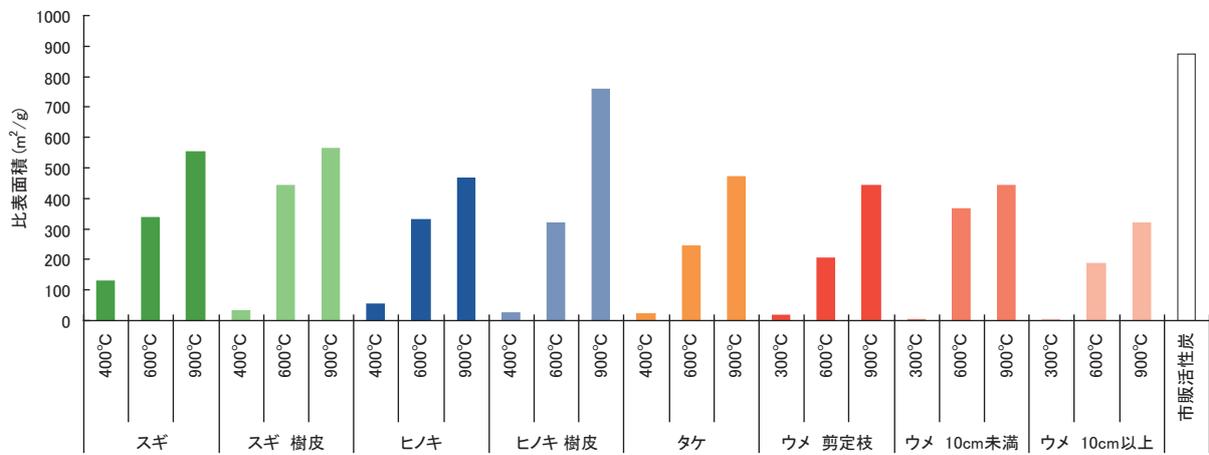


図1 各炭化物の比表面積

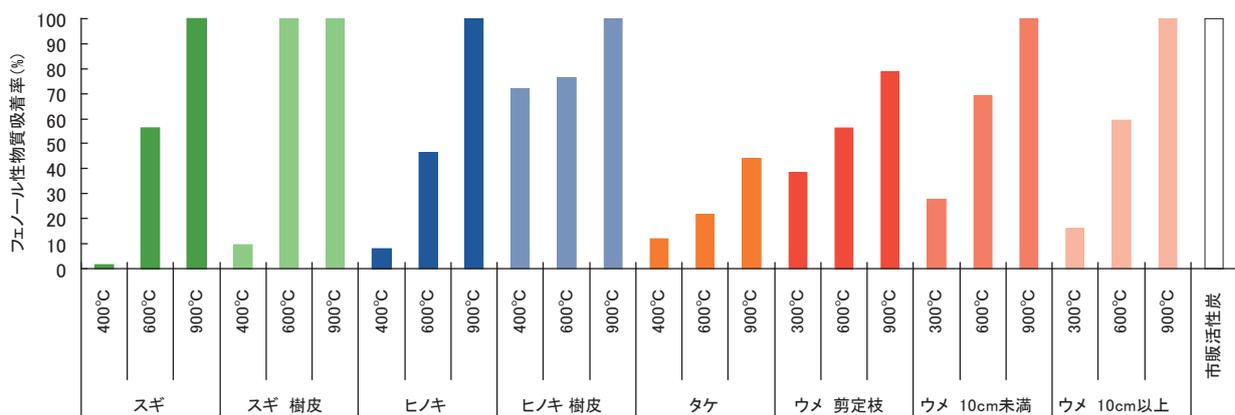


図2 各炭化物のフェノール性物質吸着率

ウメの根の水抽出液 (1:20) 20 ml を用いて、各種炭化物 0.5 g を添加し、ろ過後、フォーリンチオカルト法によりクロロゲン酸相当量で示しました。求められたフェノール性物質吸着量を根の水抽出液中のフェノール性物質質量で除したものをフェノール性物質吸着率としました。

(データ提供：和歌山県農林水産総合技術センター果樹試験場うめ研究所)

[問い合わせ先：和歌山県農林水産総合技術センター林業試験場 TEL 0739-47-2468]

## 4 1 アカマツを利用した菌根性きのこの栽培

岡山県農林水産総合センター森林研究所 藤原 直哉

### 研究の背景・ねらい

岡山県では、マツタケを代表に、ホンシメジ、アミタケ、コウタケ、ショウロ等菌根性きのこが好まれ、独特の食文化を形成しています。都市部の住民においても、きのこ狩りは実益があり、森林浴によって本格的な秋の到来を実感することができることから人気が高く、きのこ狩りを通じた森林体験や都市と中山間地の交流が盛んになり、中山間地の活性化に繋がっています。そこで当研究所では、里地里山の有効利用や中山間地域の活性化を目的として、菌根性きのこの栽培に役立つ手法について検討し、簡易な菌根苗の作製法などが開発できたので報告します。

### 成 果

- 1 菌根性きのこの簡易な感染苗作製法と、菌根性きのこのアカマツのポット苗木を利用した林地での人工栽培方法を開発しました。
  - (1) ホンシメジ等菌根性きのこの感染苗の育成方法として、当研究所が開発した、休眠を人工的打破し発根を促進したアカマツ苗木と、種菌をポット苗作製時に組み合わせる「二段ポット苗木法」により、ホンシメジ、ショウロ、アミタケの菌が感染した苗木を簡易に育成することができました(図1)。
  - (2) また、ホンシメジについては、自然に分解されるバイオマスプラスチック素材のフィルムで被覆した種菌を、直接コナラやクヌギの苗木の根に巻き、林地へ植栽する感染および林地での栽培法を開発、その有効性を調査しました。その結果、写真1に示す様に子実体の発生がみられ、本法の実用性が確認できました。
- 2 マツタケの発生不良の対策に役立つ、マツタケの発生環境を改善する2つの手法が開発できました。
  - (1) マツタケについては、高温障害による発生不良の対策として、シロの庇陰と10cm厚の客土によって、最高地温をそれぞれ1℃抑制することができました(図2)。
  - (2) シロの乾燥防止対策として、植木鉢を埋設しその中に注水する方法により、800ml/日の水を1週間以上シロに給水することができました(写真2)。

### 成果の活用

上記の成果は、当研究所研究成果発表会、県下の林業研究グループ発表会、林業普及指導員研修大会、栽培講習会などで発表すると同時に、研究報告やホームページで公開しています。さらに、林業普及指導員、林研グループ、地域住民等を対象に現地指導を行うことにより、県内各地へ広まっています(写真3)。今後これらの成果を踏まえ、里山の利用や中山間地域の活性化が図られることを願っています。

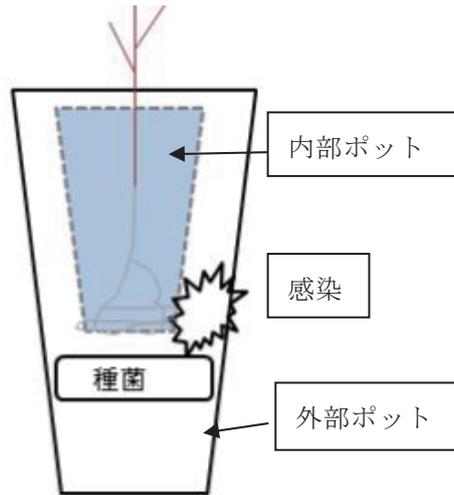


図1 二段ポット苗木法



写真1 発生したホンシメジ



写真2 植木鉢を利用したかん水



写真3 現場へのフィードバック  
(岡山県赤磐市暮田地区)

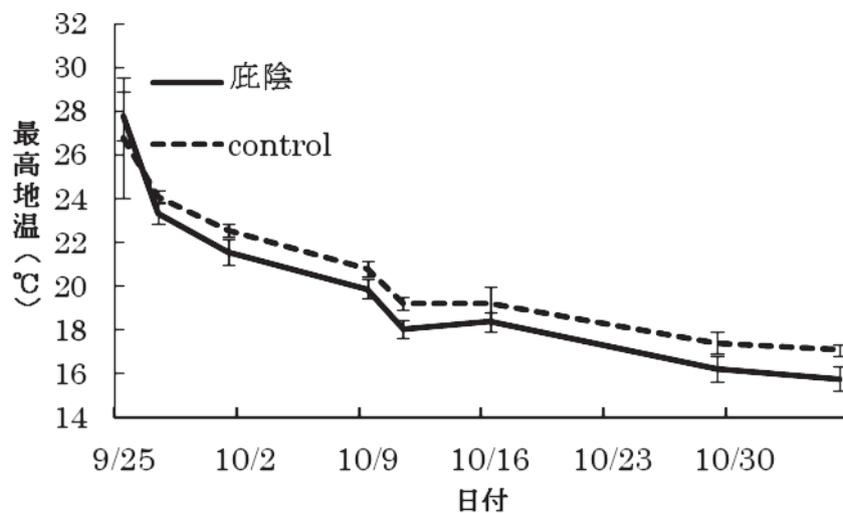


図2 寒冷紗の地温抑制効果 (2008年度)

[問い合わせ先：岡山県農林水産総合センター森林研究所 TEL 0868-38-3151]

## 4 2 高収量・高品質シイタケ栽培技術 (第2報)

徳島県立農林水産総合技術支援センター森林林業研究所 西澤 元

### 研究の背景・ねらい

徳島県は、生シイタケの生産量が全国1位となっており、本県の農林水産物で重要な位置を占めています。現在、その栽培は、菌床栽培が主流となっており、当研究所では、収量を増加させるため栽培技術の改良に取り組んできました。

これまでの研究で、核酸関連物質(商品名:RNA-M、販売元:日本製紙ケミカル(株)、写真1)、またはクエン酸鉄(販売元:関東化学(株)、写真2)を菌床培地に添加すると、シイタケの収量が増加するだけでなく、シイタケ中の旨味成分であるグアニル酸と鉄分がそれぞれ増加することが分かっています。

そこで今回は、栄養成分の付加技術に着目し、RNA-M とクエン酸鉄を併せて菌床培地に添加することにより、シイタケの収量と共に、シイタケ中のグアニル酸と鉄分が増加することが判明したので報告します。

### 成 果

1 シイタケ菌の品種は、森 XR-1 号を用い、菌床培地に RNA-M、クエン酸鉄を培地絶乾重量の1%、それぞれ別に添加、または同時に添加して収量を調査しました。試験区の名称は、RNA-M を R、クエン酸鉄を Fe の略号を用い、それぞれ無添加の培地を ROFe0、RNA-M を1%添加した培地を R1Fe0、クエン酸鉄を1%添加した培地を ROFe1、RNA-M とクエン酸鉄をそれぞれ1%添加した培地を R1Fe1 としました。

写真3は、R1Fe1 の1次発生の様子です。4次発生までの結果として、両方を添加した R1Fe1 区の発生重量は、無添加の ROFe0 区より増加しましたが、それぞれを単体で添加した R1Fe0 区、ROFe1 区より大きく増加せず、相乗効果は認められませんでした。

また、Mサイズ以上の発生個数の増加は、クエン酸鉄より RNA-M 添加の方がより寄与していると推察されました(表1)。

2 採取したシイタケを傘と柄に切り分け、添加率、発生次(発生回)、測定部位別にグアニル酸、鉄含有量を測定しました。

グアニル酸含有量は、発生回数を重ねるにつれて減少していき、すべての発生次において、無添加の ROFe0 区と比べて、RNA-M を添加している R1Fe0 区、R1Fe1 区で増加し、ほぼ同等量となりました。

また、鉄含有量も、発生回数を重ねるにつれて減少していき、すべての発生次において、無添加の ROFe0 区と比べて、クエン酸を添加している ROFe1 区、R1Fe1 区は増加し、ほぼ同等量となりました(図1、2)。

3 以上の結果から、RNA-M とクエン酸鉄を併せて1%添加することによって、シイタケの収量とシイタケ中のグアニル酸、鉄含有量を同時に増加させ、市場価値の高いMサイズ以上の発生個数の増加を促し、市場価値の低いSサイズと奇形の発生個数の増加を抑えることができました。

### 成果の活用

研究成果を「平成23年度 農林水産業における主要な研究成果の紹介(徳島県立農林水産総合技術支援センター、平成23年6月)」にとりまとめました。「技術情報カード No.133(徳島県立農林水産総合技術支援センター森林林業研究所、平成23年3月)」を作成し、シイタケ生産者に配布するとともに、当研究所のホームページに掲載しました。また、森林林業研究発表会、日本きのこ学会において発表し、成果を広く公表しました。

今後、普及担当との連携により、高収量・高品質シイタケ栽培技術の現場へ定着を図ります。



写真1 核酸関連物質



写真2 クエン酸鉄



写真3 R1Fe1の1次発生状況

表1 子実体の発生結果

試験区	発生重量 (g/菌床)	発生個数(個/菌床)	
		Mサイズ以上	Sサイズ+O
R1Fe1	344.1±55.3	18.2±7.0	30.3±8.9
R0Fe0	270.0±88.2 ** ↓	13.3±7.8 ** ↓	26.5±14.9 =
R1Fe0	346.2±44.8 =	16.6±6.1 =	37.2±13.2 ** ↑
R0Fe1	326.6±32.0 =	14.2±6.9 ** ↓	32.6±9.5 =

R1Fe1:RNA-M、クエン酸鉄1%添加 Mサイズ以上:菌傘直径4cm以上  
 R0Fe0:無添加 Sサイズ:菌傘直径4cm未満  
 R1Fe0:RNA-M1%添加 0:奇形  
 R0Fe1:クエン酸鉄1%添加

平均値±標準偏差  
 =:有意差なし。  
 \*\* ↑:危険値 P<0.01 で有意に大きい。  
 \*\* ↓:危険値 P<0.01 で有意に小さい。

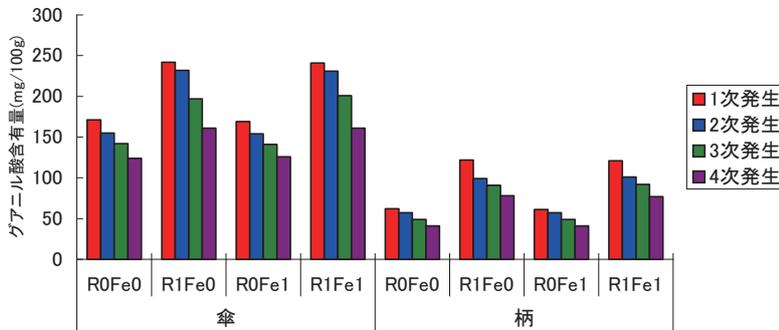


図1 子実体中のグアニル酸含有量

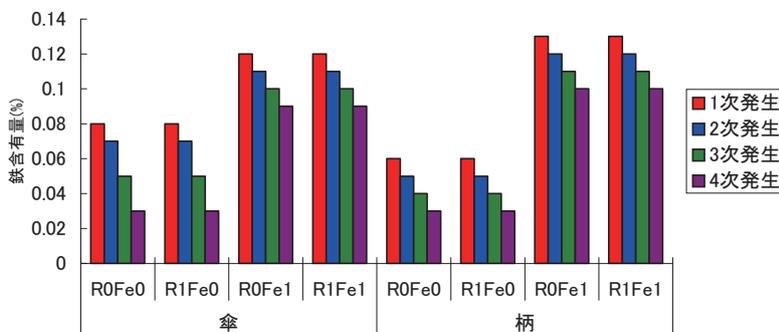


図2 子実体中の鉄含有量

※ 試験区の記号は表1と同じ

公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.9 (平成23年度)

---

発行日 平成24年3月31日

編集・発行 独立行政法人 森林総合研究所

茨城県つくば市松の里1

電話 029(873)3211

お問い合わせ 企画部研究管理科地域林業室

印刷・製本 大成印刷株式会社

茨城県日立東多賀町4-11-7

電話 0294(36)1837

---

独立行政法人森林総合研究所の許可を受けずに本誌を転載・複製することを禁ずる。

---

公立林業試験研究機関

研究成果選集

No.9

2012.3

独立行政法人 森林総合研究所  
編集・発行

公立林業試験研究機関

# 研究成果選集

No.9

(平成23年度)

2012.3

独立行政法人 森林総合研究所 編集・発行