

公立林業試験研究機関

# 研究成果選集

NO.5

2008.3

(独) 森林総合研究所 編集・発行

## はじめに

森林については、近年、木材の供給はもとより、国土の保全、水源の涵養、保健休養の場の提供に加え、温室効果ガス吸収源としての働きなど、その多様な機能に対する国民の期待がますます高まってきております。

一方、我が国の森林については、戦後築き上げてきた人工林を中心に利用可能な資源が充実しつつある中、世界的な木材需要の増加、加工技術の向上等により、国産材が注目されてきております。

このような中で、森林・林業基本計画に示された社会ニーズを的確に捉え、研究・技術開発に関する課題や目標等を明確にするため、平成19年1月、「森林・林業・木材産業分野の研究・技術開発戦略」を策定したところです。

林野庁としましては、この研究・技術開発戦略に基づき、産学官の関係機関による連携が図られ、長期的展望に立った森林・林業・木材産業分野の研究・技術開発が推進されることを強く期待しています。

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す。本成果選集が関係各位の林業分野の試験研究に対する理解を深め、その活用の一助となり、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試験研究を目指して研鑽されること、今後「森林・林業・木材産業分野の研究・技術開発戦略」の趣旨に基づく研究がさらに展開されることを期待しております。

結びに、本成果選集を作成にするに当たって、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20年3月

林野庁 研究・保全課長  
渋谷 晃太郎

# 目 次

## ◇ 森林に関する研究

1	高性能林業機械による作業難易度マップの作成（北海道立林業試験場）	1
2	豪雨による山地災害実態の解明と流域保全技術の開発（北海道立林業試験場）	3
3	マツノザイセンチュウ抵抗性アカマツ種子供給と改良効果の試算（岩手県林業技術センター）	5
4	間伐見積シミュレーションソフトの開発（宮城県林業試験場）	7
5	海岸砂丘地における広葉樹の植栽方法（秋田県農林水産技術センター森林技術センター）	9
6	林内マルチング技術の開発（福島県林業技術センター）	11
7	ツキノワグマの被害対策としての電気柵設置の効果（栃木県民の森管理事務所）	13
8	湯脛曾川沿いにおけるユビソヤナギの分布と増殖（群馬県林業試験場）	15
9	糞粒法による東京都のニホンジカ生息密度分布の変化（東京都農林総合研究センター）	17
10	自然林内の表面土壌侵食に対する対策手法の改良・開発（神奈川県自然環境保全センター）	19
11	菌根菌資材を施用した広葉樹苗の成長（静岡県農林技術研究所森林・技術研究センター）	21
12	スギ花粉を抑制するための技術に関する研究（愛知県森林・林業技術センター）	23
13	ナラ集団枯損被害の抑制メカニズムの解明（石川県林業試験場）	25
14	ウラジロに覆われた再生林未済地における更新技術確立（三重県科学技術振興センター）	27
15	スギ林内への広葉樹樹下植栽による針広混交林への誘導（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）	29
16	樹木病害に対する防除薬剤の効率的適用化に関する研究（島根県中山間地域研究センター）	31
17	イノシシの生態解明と農作物被害防止技術の開発（島根県中山間地域研究センター）	33
18	システム立木幹材積表の開発（山口県農林総合技術センター）	35
19	BAP処理で得られたクロマツ苗のマツ材線虫病抵抗性接種検定（香川県森林センター）	37
20	放置モウソウチク林の表層土壌の乾燥（愛媛県林業技術センター）	39
21	放置竹林の現況と竹林管理が資源の質や量に与える研究（高知県立森林技術センター）	41
22	緑化樹等樹木の病害に対する防除薬剤の効率的適用化（福岡県森林林業技術センター）	43
23	地域環境に配慮した切土法面の吹付緑化（鹿児島県森林技術総合センター）	45

## ◇ 特用林産に関する研究

---

24	菌根合成苗によるショウロ栽培試験（宮城県林業試験場）	47
25	独自に開発した専用容器によるマツタケ菌根苗の作出（茨城県林業技術センター）	49
26	機能性を強化したきのこ成分育種－ヤマブシタケ－（長野県林業総合センター）	51
27	施設栽培きのこの微生物被害の防除対策（山梨県森林総合研究所）	53
28	中国栗の品種登録について（岡山県林業試験場）	55
29	青色発光ダイオードはシイタケの発生を促進させるか？（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）	57
30	ムキタケ菌床栽培技術の開発（佐賀県林業試験場）	59
31	シイタケの菌床栽培技術の改善（大分県農林水産研究センターきのこ研究所）	61
32	焼酎粕を利用した菌床キノコ栽培技術の開発（宮崎県林業技術センター）	63

## ◇ 木材に関する研究

---

33	わん曲集成材の用途と製造技術（北海道立林産試験場）	65
34	使用済み合板の再利用法の検討（北海道立林産試験場）	67
35	高齢者向け木製玩具の開発（青森県農林研究センター）	69
36	スギ平割積層材の開発（新潟県森林研究所）	71
37	機能性フィルムを加熱転写したスギ内装材の開発（富山県林業技術センター木材試験場）	73
38	設置後 20 年経過のカラマツ製遮音壁の現状と音響性能（長野県林業総合センター）	75
39	木質ペレット小規模生産の低コスト化に関する研究（福井県総合グリーンセンター）	77
40	県産スギ残材の有効活用に関する研究（三重県科学技術振興センター）	79
41	スギ心持ち平角材の速くて損傷の少ない乾燥方法の開発（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）	81
42	台風風倒被害を受けたスギ材による複合合板の製造試験（鳥取県林業試験場）	83
43	軸組構造材への樹脂含浸注入技術の開発（広島県立総合技術研究所林業技術センター）	85
44	県産木材を用いた接着重ね梁の製造・使用基準の確立（高知県立森林技術センター）	87
45	間伐材等を活用したオール木質スギパレットの開発（福岡県森林林業技術センター）	89

# 1 高性能林業機械による作業難易度マップの作成

北海道立林業試験場

酒井明香・菅野正人

## 研究の背景・ねらい

森林の機能を持続的に発揮させるためには、適切な森林管理が必要です。しかし近年、林業の収益性が悪化したこと等により、森林所有者の森林管理意欲が減退しています。そのため、施業コストを低減し収益性を改善することが急務となっています。

そこで、高性能林業機械の普及率の高い北海道において、高性能林業機械をより効率的に活用し間伐などの施業コストの削減を図るために、森林 GIS を利用し集中的・効率的な作業を可能とする機械作業難易度マップを作成しました。

## 成 果

高性能林業機械がより一層活用されるためには、施業に先立って要施業林分と機械作業の難易度（機械の林内での作業のしやすさ）を、地図上で視覚的に把握できると便利です。そこで、北海道全域の一般民有林を対象に、GIS（Geographic Information System：地理情報システム）の解析機能を利用して、小班ごとの“傾斜”と“道路からの距離”によって機械作業の難易度を「機械作業に適しています（適）」、「普通です（普通）」、「検討を要します（要検討）」の3段階に区分したマップを作成しました（図1）。なお、ここでいう機械作業とは、車両系の高性能林業機械が林内を走行することを前提としています。マップ上で黄色が集中している箇所は、団地化して施業することで機械作業の低コスト化が期待できる森林であり、逆に赤が集中している箇所は、高性能林業機械を使用するに当たって十分な検討が必要な森林だと考えられます（図2）。

このマップは、市町村単位、あるいは数市町村単位の地域特性を大まかに把握するのに有効であり、地域で高性能林業機械の導入を検討する際などに活用できます。

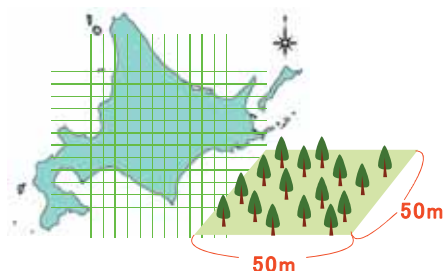
また、このマップを活用した低コストの間伐方法として列状間伐を想定し、全道4箇所生産性調査と現地検討会を実施しました。そこで得られた生産性データを用い、列状間伐のさまざまなパターンの伐出コストについて試算したところ、2伐5残の列状間伐のコストが最も低く、従来の定性間伐と比較して約3分の2となり、コスト削減効果が期待できることがわかりました（図3）。

## 成果の活用

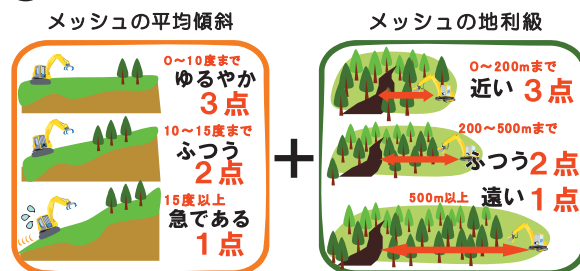
機械作業難易度マップは、高性能林業機械による間伐可能林分の空間的把握や機械作業適地の視覚的把握に役立ち、団地化による施業コストの低減や機械作業からみた地域特性の把握に活用できます。

また、生産性調査の結果は、列状間伐に関するこれまでの知見などを加えてパンフレットにまとめ、森林組合や森林所有者に配布し普及を図っています。

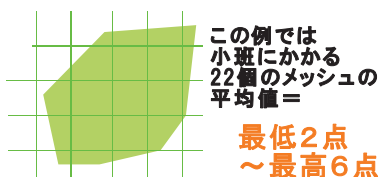
① 北海道を50m×50mのメッシュに分ける



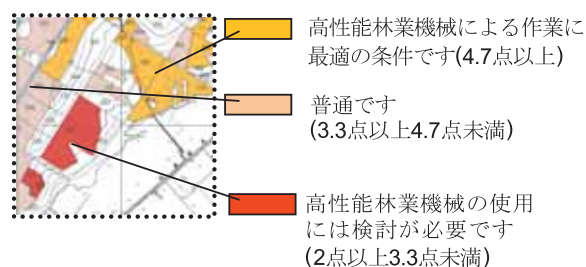
② メッシュの傾斜と地利級に点数を与える



③ 小班にかかるメッシュの点数の平均を出す



④ 小班の平均得点をもとに、機械作業の難易度を3段階に区分する。



⑤ 作業難易度マップの完成

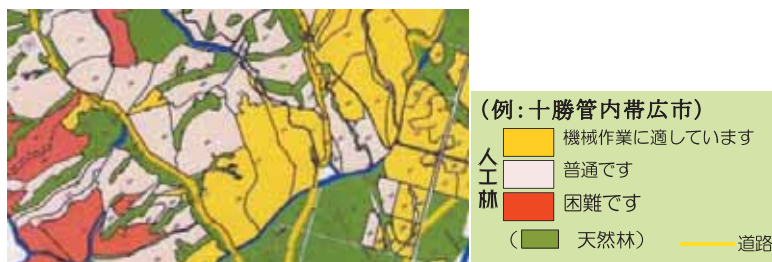


図1 作業難易度マップの作成方法

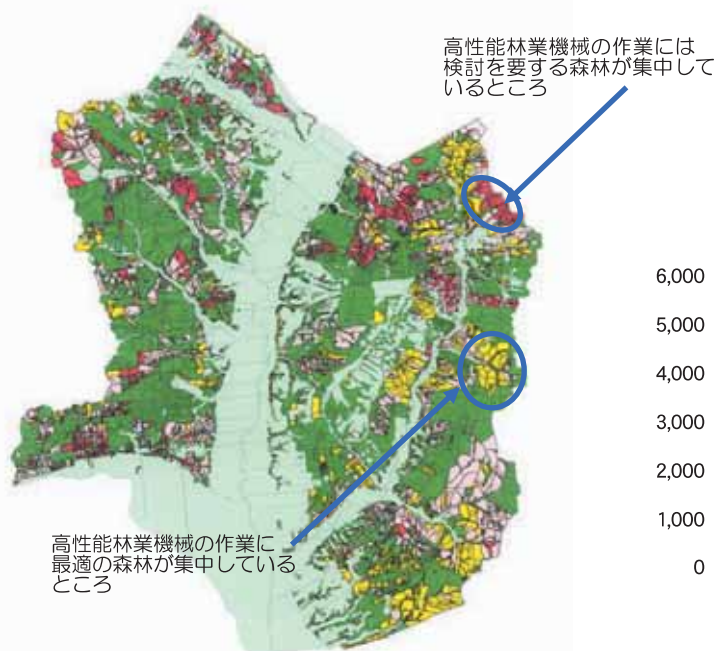


図2 作業難易度マップの例

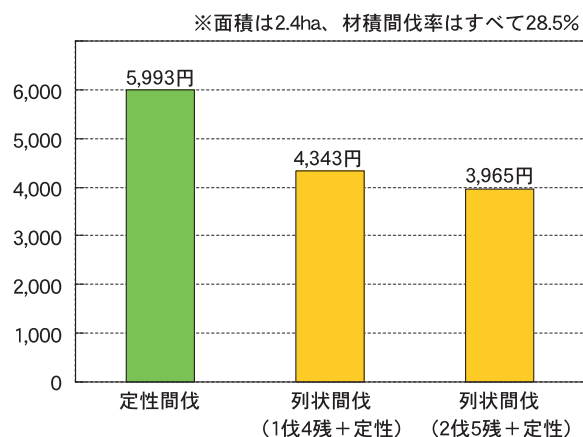


図3 間伐方法別出材 1m³ 当たり実行経費 (試算例)

[ 問い合わせ先: 北海道立林業試験場 経営科 TEL. 0126-63-4164 ]



## 2 豪雨による山地災害実態の解明と流域保全技術の開発

北海道立林業試験場

佐藤 創・山田健四・長坂晶子・菅野正人

北海道立地質研究所

石丸 聡・川上 源太郎・田近 淳

### 研究の背景・ねらい

北海道でも豪雨による山地災害が毎年のように発生しており、災害を最小限に抑える山づくりが緊急かつ重要な課題となっています。平成 15 年の台風 10 号の接近により、停滞していた前線が活発化し、特に日高地方西部の内陸地域では時間降水量が 50mm に達し、総降水量が 400mm を越える記録的な豪雨となりました。この豪雨により山間部では斜面崩壊が多数発生し、河川が氾濫することで、大量の流木や土砂が下流へ流出し、農林水産業や家屋、施設に多大な被害を及ぼしました。そこで、豪雨による被害が特に大きかった日高管内の厚別川流域を対象に、斜面崩壊の発生に影響を及ぼす地形、地質、林相、林内路網の有無などの要因の解析、河畔林からの流木発生状況の調査、および河畔林の流木捕捉機能の評価を行うことにより、豪雨による山地災害を軽減する流域保全技術を開発することをねらいとしました。

### 成 果

#### 1 斜面崩壊要因の解析

厚別川流域全体 (19,739ha) を対象とした数量化 1 類による解析で、崩壊面積率に最も影響の大きかった要因は、地質で次いで斜面傾斜角、降水量、林相の順に影響は小さくなりました (表-1)。また、より詳細な崩壊要因を知るために設定した、里平川調査区 (340ha) とイタラッキ川調査区 (650ha) では、崩壊の有無に最も影響の大きかった要因は、斜面傾斜角と集水面積から計算した地形指数\*で、次いで地質、林相の順に影響は小さくなりました。以上の解析をもとに、崩壊危険度マップを作成しました (図-1)。また、集材路が崩壊地を拡大する働きがあることがわかりました (図-2)。(※傾斜が急になり集水面積が大きくなるほど崩壊しやすくなるという土質力学と水文学から導かれた法則を利用した地形的な崩壊しやすさの指数)

#### 2 河畔林の流出および河畔林による流木捕捉の実態

平水時には蛇行する流路が、河川の氾濫時には河床堆積地いっぱいに水位が上昇した状態で直線化するため、蛇行内側の河畔林が特に流出しやすいことが明らかになりました (図-3)。また、河畔林からの流木の流出量と河畔林による流木捕捉量は、それぞれ  $7,971\text{m}^3$  と  $11,117\text{m}^3$  となり、捕捉量が流出量を上回ることがわかりました。

#### 3 皆伐が流木堆積や土砂移動に及ぼす影響

類似した流域面積を持つ源流域 ( $0.09 \sim 0.24\text{km}^2$ ) のうち、皆伐直後の流域では二次林流域に比べて、流木によって形成される小段が少なく、流木堆積量も少ないことがわかりました (図-4A)。その結果として、流木による土砂堆積量も少なくなっていることがわかりました (図-4B)。

### 成果の活用

崩壊危険度マップは、斜面崩壊の発生危険度が高い場所の特定を通じて予防治山事業に活用されるほか、日高支庁における治山事業地の選定や治山施設の配置に活用されることになっています。また、同様の地質条件を示す日高支庁管内や留萌支庁管内北部に应用することができることから、門別川や沙流川流域についても同様の手法で崩壊危険度マップを整備する予定です。

表 1 3 調査区における斜面崩壊に及ぼす各要因の影響

厚別川流域では林小班内の崩壊面積率を目的変数とした数量化 1 類の、他の 2 調査区では 10m メッシュ内の崩壊の有無を目的変数とした数量化 2 類の結果を示す。

カテゴリー	偏相関係数		
	厚別川流域 (19,739ha)	里平川調査区 (340ha)	イタラッキ川調査区 (650ha)
地形*	0.095	0.182	0.114
林相	0.076	0.099	0.061
地質	0.148	0.139	0.066
降水量	0.078	—	—

\*：厚別川流域では斜面傾斜角を他の 2 調査区では地形指数を示す。

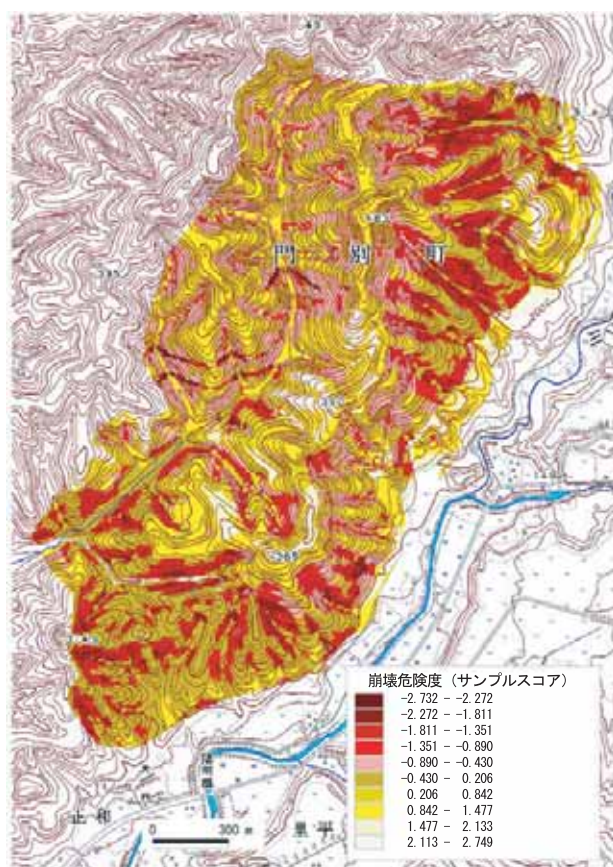


図 1 里平川調査区の崩壊危険度マップの作成例  
-0.430 を境に小さい値は崩壊すると、大きい値は崩壊しないと判定されたメッシュ

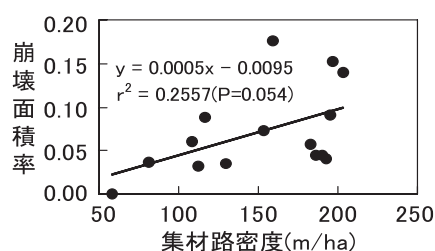


図 2 小流域内の集材路密度と崩壊面積率の関係

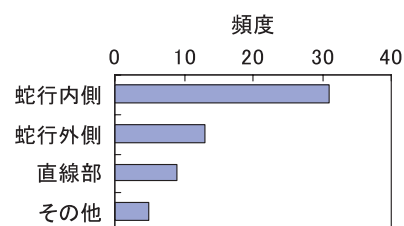


図 3 河畔林の流出被害の出現位置  
(厚別川本流)

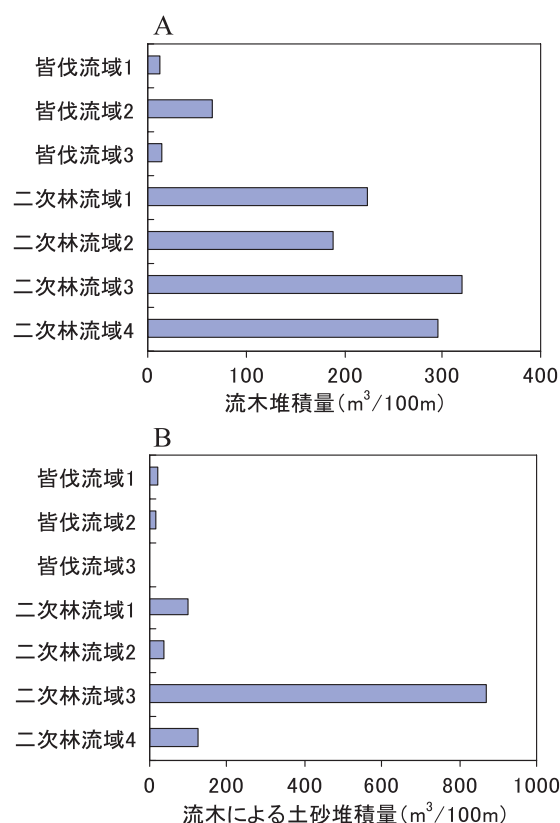


図 4 源流域の河道長 100m 当たりの流木堆積量 (A)  
と流木による土砂堆積量 (B)

[ 問い合わせ先：北海道立林業試験場 森林環境部 TEL. 0126-63-4164 ]



### 3 マツノザイセンチュウ抵抗性アカマツ種子供給と改良効果の試算

岩手県林業技術センター 森林資源部 蓬田英俊

#### 研究の背景・ねらい

岩手県の松くい虫（マツ材線虫病）被害は、県南部を中心に 11 市町で発生し、ここ数年被害量は減少していますが、なお内陸部を北上する懸念があります。森林面積の約 20% がアカマツ林で占められる岩手県では、ここから生産される木材資源を将来にわたって確保するために、マツノザイセンチュウ抵抗性品種の開発が不可欠です。そこで、長年にわたり林業用種苗生産の母樹として使用実績があり、次代検定林の調査結果からも成長や幹の通直性などといった林業上有用な特性をもっている「アカマツ精英樹」を育種素材に用い、マツノザイセンチュウ抵抗性を改良した採種園を造成しました。平成 16 年度から種子の供給を開始し、苗の出荷に先立ち、普及宣伝を図るため抵抗性改良効果を試算しました。

#### 成 果

##### 1 精英樹の抵抗性評価

岩手県が採種園に保有する 84 の精英樹から採種し、3 年生苗木にマツノザイセンチュウを人工的に注入し、その後の生死を判定する接種検定を行い、どの精英樹から種子を取ると苗木の生存率が高くなるか調査しました。その結果から、全精英樹の接種検定平均生存率が 31% であったのに対し、同じ採種園の中でも採種木を生存率の高い上位 28 精英樹クローンにしぼって採種すれば、平均生存率が 45% に上昇すると推定されます（図 1）。

##### 2 採種園の造成

抵抗性評価結果から上位 28 の精英樹を選び、採種園を造成しました（写真 1）。

##### 3 精英樹相互の人工交配

精英樹の抵抗性を高めるため、抵抗性上位 28 精英樹相互に人工交配を行いました。得られた苗に対し接種検定を行い、人工交配で抵抗性が高まることを確認しました。さらに、この結果を利用して改良効果を試算すると、抵抗性上位 28 精英樹で造った採種園から得られる種子は、28 精英樹から無作為に親を選んで行った人工交配家系の抵抗性に等しいとみなし、人工交配家系に対する接種検定平均生存率の 54% が、平成 16 年度に供給を開始した種子の抵抗性と推定されます（図 2）。これは抵抗性改良前の 31% と比べ 1.7 倍抵抗性が改良されたことになります。

#### 成果の活用

抵抗性上位 28 精英樹で新しく造った採種園で平成 16 年から種子の採取を開始し、不足分は抵抗性未改良の精英樹採種園から採種木を絞って採種しています（写真 1）。新しい採種園産の種苗は、県南被害地に優先的に植栽してもらえるよう、パンフレットやポスターを作り苗木の普及を行っています（図 3）。このとき抵抗性が 1.7 倍改良されていることと、成長など素性が良いことをセールスポイントとしています。

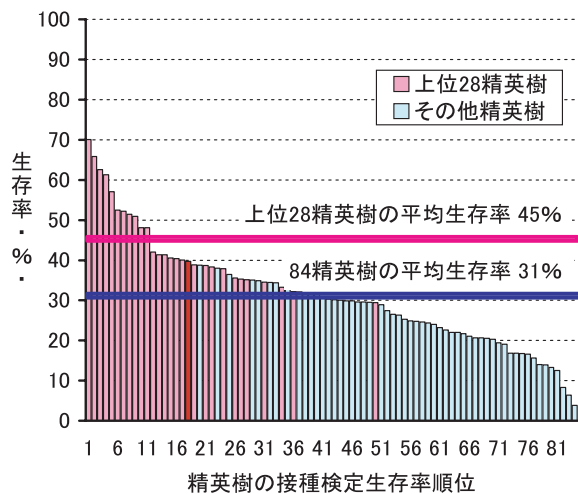


図 1 精英樹クローン別接種検定生存率

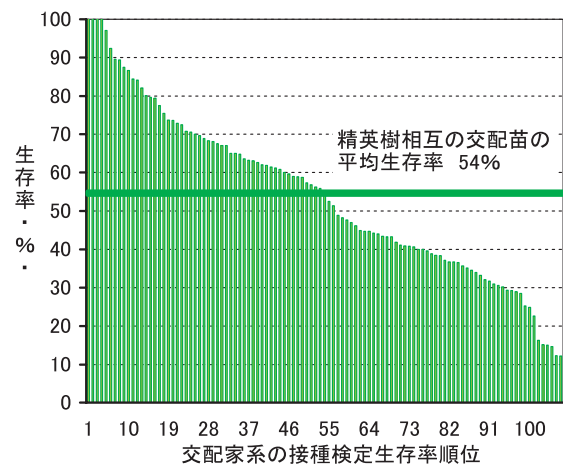


図 2 交配家系の接種検定生存率と平均生存率



写真 1 抵抗性を改良した採種園



図 3 苗木普及のため作成したポスター

[ 問い合わせ先：岩手県林業技術センター 森林資源部 TEL. 019-697-1536 ]

## 4 間伐見積シミュレーションソフトの開発

宮城県林業試験場

水田展洋

### 研究の背景・ねらい

間伐の推進は森林整備の喫緊の課題となっていますが、そのためには、森林所有者に対し、間伐を実施する前に生産コストや売上を試算し、収益を示す必要があります。しかし、事業地の林分状況などから最適な作業システムを選択し、収益を試算するには経験と知識が必要です。

そこで、宮城県林業試験場および宮城県林業振興課では、間伐事業の調査・研究結果をもとにして、間伐事業の収益を試算するソフト（図1）を作成しました。これは、林分の概況や標準地の調査結果を入力することにより、素材生産量や販売額などの収入及び伐採搬出経費などを予測するものです。

### 成 果

本ソフトは、【丸太価格】、【作業システム】、【林分の概況】、【標準地調査結果】等について入力を行うと、素材生産量、素材販売額、事業経費等を計算し、収益を試算することができます。

本ソフトの主な機能として

- ①ソフトに樹幹曲線や標準功程式（図2）が内蔵されており、コスト計算に必要な素材生産量、労働生産性、所要人工数をほぼ自動で計算できること
- ②各種条件（間伐率、間伐方法、作業システム、所要人工数など）を変更することによって、最適な作業方法を簡易に予測・比較できること、
- ③収益の計算結果をA4版1枚の「見積書」という形で印刷し、森林所有者に対して収益を分かりやすく提示できること（図3）
- ④事業地の面積と収益の関係がグラフで表示され、収益を黒字にするための団地化の目標面積等が一目で分かること（図4）

等があげられます。

特に、間伐方法や作業システムの組み合わせで10通り以上の作業パターンを選択できるため、既存のソフトに比べてより実際の作業に近い形でシミュレーションを行えることが大きな特徴となっています。

なお、本ソフトの樹幹曲線や標準功程式はスギ林分での調査結果を基にしているため、現時点ではスギ以外の樹種についてシミュレーションすることはできません。

### 成果の活用

本ソフトを利用することによって、効率的な作業計画の作成、森林所有者への資料とするなど、間伐の推進に活用できると考えられます。

現在、県内の事業体に本ソフトのモニターを依頼しており、ソフトの予測精度や使い勝手等について調査し、今後改良を行う予定です。

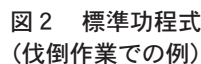
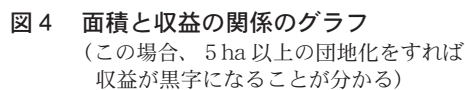


図3 見積書画面



[ 問い合わせ先：宮城県林業試験場 研究開発部 TEL. 022-345-2816 ]



## 5 海岸砂丘地における広葉樹の植栽方法

秋田県農林水産技術センター森林技術センター

金子智紀

### 研究の背景・ねらい

1982年以降、本県の沿岸部を保全してきたクロマツ人工林はマツ材線虫病の被害を受け、激害地では疎林化が進行して防風・防砂・防潮等の保安機能が著しく低下しています。そこで、砂防林の早期再生やクロマツ単純一斉林の弊害を回避することを目的に、海岸域に成立する広葉樹二次林の調査や植栽試験等によって砂丘環境で生存する可能性のある広葉樹を選出し、また人工植栽における成長阻害要因やその回避策を検討して広葉樹の砂丘植栽指針を作成しました。

### 成 果

#### (1) 適用樹種

本県の海岸域に自然植生として分布し、かつ植栽試験でクロマツと同等以上の生存率を示した樹種はケヤキ、エゾイタヤ、シナノキ、カシワの4種でした(図1、2)。また樹幹解析の結果、汀線からおよそ500m離れた砂丘後背地では、樹高が10年で2~3m、20年で5~7mとなって成林が見込まれました(図3)。

#### (2) 造成手法

主な成長阻害要因は潮風害、乾燥害、養分不足でした。生育形態は、植栽後2年間は生存率や樹高が低下し、3年目以降は定着して成長を回復させるという生育特性を示しました(図4)。このため活着の見極めは3年時に行い、枯損状況に応じて補植が必要となります。

なお、苗木の形質が生存率等に影響するため、その規格を吟味し、特に根系の充実した苗木を使用することが重要です。

①防風工：汀線から距離にしておよそ300m以内や風衝地で施工します。

②本 数：砂丘環境の厳しい地帯はha当たり10,000本、その他は3,000~5,000本を基準とします。

③客 土：客土は環境にかかわらず必ず行い、苗木1本当たりの施用量はバーク堆肥2kg、化成肥料100g、粉炭1リットル、黒土0.05m<sup>3</sup>を標準とします(写真1)。

④植 栽：環境の緩やかな場所では広葉樹のみによる普通植栽とします。ただ、環境の厳しい場所では、クロマツの先行植栽(クロマツの樹高が約1mに達した時点で広葉樹を植え込む方法)による異齡混交林に樹高促進効果が認められ(図5)、森林化の速度や種々のリスク回避の点で有利と考えられました。一方、同齡混交植栽は5年生時点で広葉樹とクロマツの樹高が同レベルとなることから、活着や初期成長ではクロマツの混植による効果は認められませんでした。しかし、6年目以降はクロマツの樹高が広葉樹を上回ると予測されるため、庇護効果による成長促進等については今後の動向を把握する必要があります。

#### (3) 侵入広葉樹を活用した造成手法

被害跡地やマツ林に侵入している広葉樹のうち、有用樹種は個体数が少なく偏在していました。このことから自然更新した広葉樹は、人工植栽を補助する役割に位置づけられます。

#### (4) 免害マツ林の機能維持手法

相対照度25~40%の条件下で、クロマツ林内に樹下植栽した結果、生存率、初期成長とも良好な生育成績を示し、激害地周辺におけるマツ林の機能強化に有効と考えられました。

### 成果の活用

この造成技術により、保安林管理者、企業、ボランティア等による被害跡地の復旧が進展するとともに、種組成や構造が多様化した諸被害に強い砂防林の造成に貢献します。

[発表文献等]

金子智紀・田村浩吉(2004) 海岸砂丘地への広葉樹植栽における土壌混入及び剪定の効果。日本林学会学術講演集373。

金子智紀(2005) 秋田県中央部の海岸砂丘後背地に植栽した広葉樹混交林の成長。東北森林科学会誌10(2)90-94。



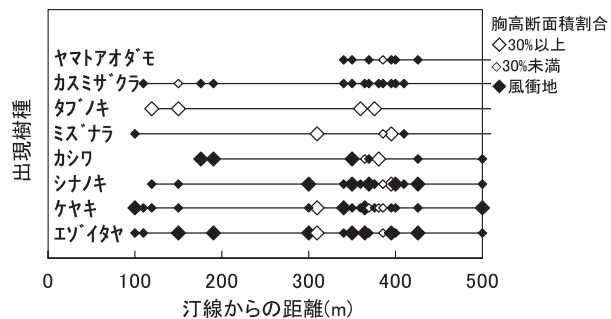


図1 広葉樹二次林における樹種の出現状況

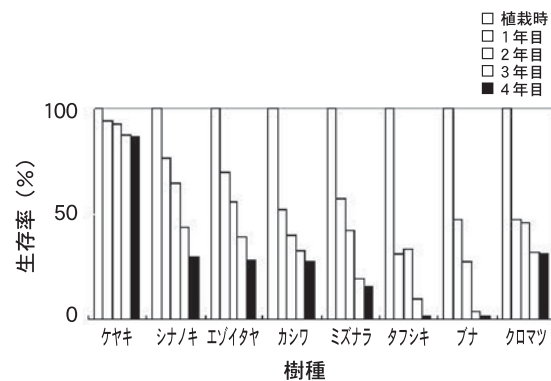


図2 生存率の推移

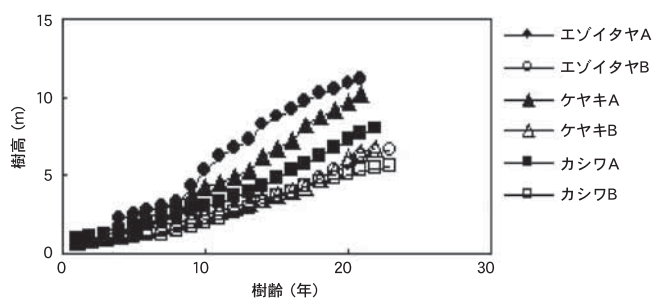


図3 人工植栽した広葉樹の樹種別樹高総成長

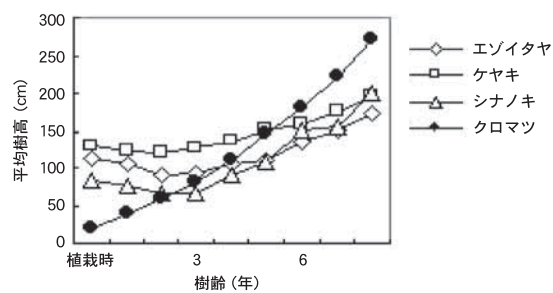
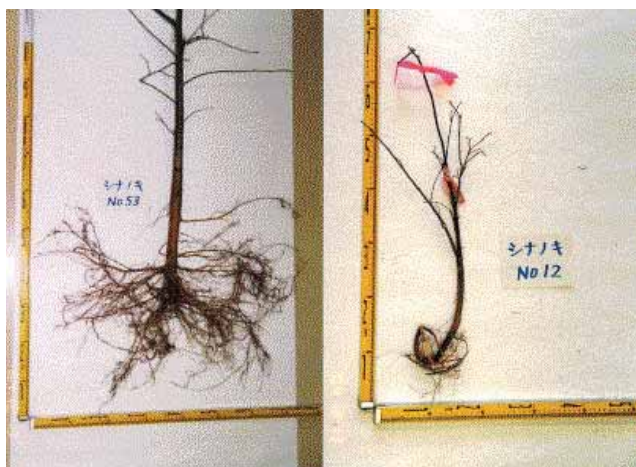


図4 広葉樹の樹高成長特性



(客土区) (対照区)

写真1 客土による効果

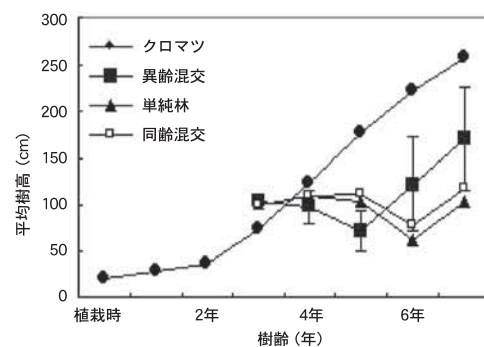


図5 混交林と単純林の成長比較 (エゾイタヤ)

[ 問い合わせ先：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 TEL. 018-882-4511 ]

## 6 林内マルチング技術の開発

福島県林業研究センター 森林環境部 今井辰雄

### 研究の背景・ねらい

木質バイオマス利用技術の一環として、林地残材（林内で発生する枝条末木・曲がり材）など未利用資源の利活用を促進するため、2003年から2006年度の4年間、チップ化したスギの枝葉および幹をマルチング資材として施工し、敷設厚毎（5cm、10cm、15cm）の雑草の抑制効果と植栽木への影響を調査しました（写真1）。また、チップの分解による土壌へのミネラルの供給状況を併せて調査しました。

### 成 果

枝葉チップ施工地の雑草の植被率は、敷設厚の違いによらずマルチング資材としての抑制効果を認めることができませんでした。一方、幹チップは敷設厚が厚いほど植被率は低く、植被率50%に達するのに2年以上を要しました（図1）。

雑草の出現種は当初、枝葉チップ施工地が31～36種、幹チップ施工地が27～33種で、優占度の高い種はススキ、アズマネザサ、トコロ、オカトラノオ、ヨモギ等でした。時間の経過とともに雑草は枝葉チップ施工地が21～24種、幹チップ施工地が18～21種と減少し、上記のほかヤマハギ、イチゴ類、ヤマウコギ等の木本類とツル類が増加しました。

植栽木の平均伸長量は敷設厚15cmの幹チップ施工地で大きく、敷設厚15cmの枝葉チップ施工地で小さい傾向にありました（図2）。

植栽木の不定根の出現する高さの範囲は、枝葉チップ施工地で低く、幹チップ施工地は敷設厚に比例し高くなりました（図3）。

チップの分解率は枝葉チップが幹チップより早いものの（図4）、含水量は幹チップが枝葉チップより15～20%高い割合にありました。また、ミネラルの供給は、特に枝葉チップの厚い施工地で交換性カルシウム・交換性マグネシウムの供給量が高い割合にありました。

孔隙量など理学的性での大きな変化はみられませんでした。

### 成果の活用

幹チップは厚く敷設することで抑草効果が高まる傾向にありますが、枝葉チップは敷設厚が厚いと植栽苗木の成育は不良となりやすい傾向にあります。また、施工箇所の環境条件によっては特定の雑草が株立ちするため、適宜、坪刈りやツル類の除去に努める必要があります。

幹チップは街路樹や遊歩道での抑草・緩衝材等として活用が期待されます。



写真1 チップ施工試験地  
淡色が幹チップ敷設  
濃色が枝葉チップ敷設

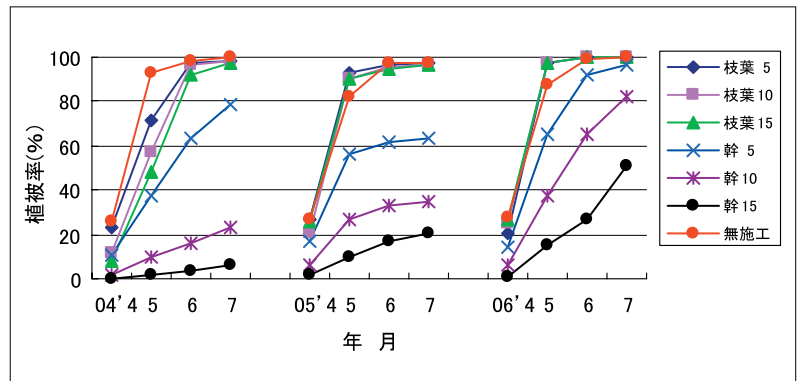


図1 植被率の推移

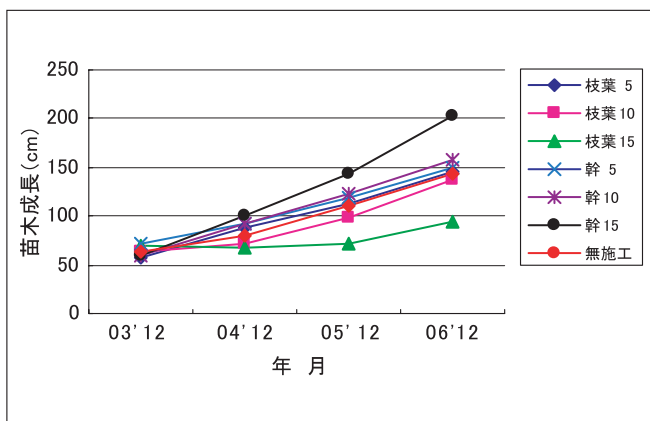


図2 スギ苗木の成長

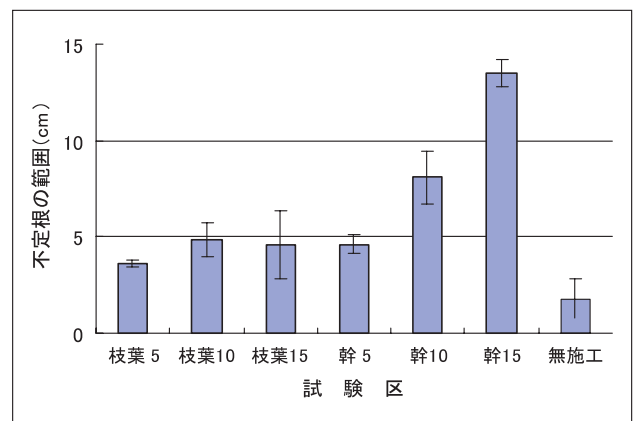


図3 不定根の出現する高さ(範囲)

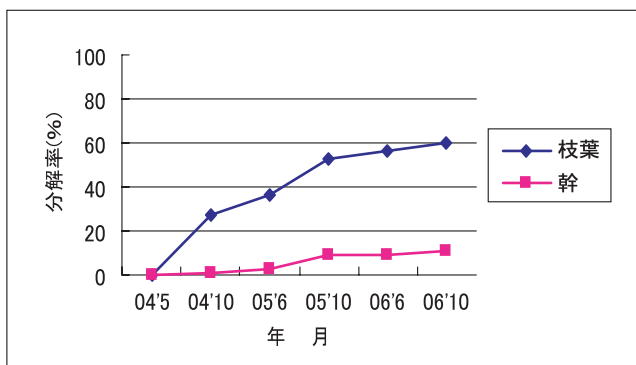


図4 各チップの分解率

[ 問い合わせ先：福島県林業研究センター 森林環境部 TEL. 024-945-2161 ]

## 7 ツキノワグマの被害対策としての電気柵設置の効果

栃木県民の森管理事務所鳥獣課

丸山哲也 \*・矢野幸宏・松田 奈帆子  
(\* 現・栃木県自然環境課)

### 研究の背景・ねらい

ツキノワグマによる被害への対策として主に有害捕獲が行われており、捕獲個体を奥地放獣することで殺さずに被害を防ぐ試みも行われています。しかし、放獣した個体とその被害地へ回帰する事例もあり、奥地放獣のみでは被害防除と個体群の維持の両立が達せられない可能性があります。このような場合、放獣と同時に被害地を物理的に防除することが必要となります。このことから、電気柵等の被害防除対策の効果を検証することを目的として試験を実施しました。

### 成 果

牛の飼料に恒常的に被害発生のある牧場でクマの侵入路を一部電気柵で囲み、これによりクマの出没状況が変化するかを赤外線センサーカメラにより調査しました（写真1）。7-9月にクマが撮影されたのは電気柵設置前の平成14年は403回、平成15年は474回、電気柵設置後の平成16年は10回でした。電気柵設置の前後で比較したところ、撮影頻度に有意に差があり、設置後出没が少なくなっていました（図1）。同時に設置したビデオに電気柵に触ったクマが逃げる様子が写っていました（写真2）。

平成17年には、同牧場への侵入路を全て電気柵で囲み、牧場で捕獲したクマに発信器を装着して行動の変化を調査しました。電気柵設置後、追跡した5頭のうち2頭は牧場から離れた地域を利用するようになり、他の2頭は以前から同牧場以外も行動の中心としていたため大きな変化はみられませんでした。残りの1頭は、電気柵設置後も牧場周辺に執着していました。

また、周囲を全て森林に囲まれていた牧場とは条件の異なる場所での効果をみるため、一つの面のみが林に接し、毎年被害が発生している畑に電気柵を設置し、クマの畑内への侵入があるかを赤外線センサーカメラにより確認しました。電気柵は畑の林に面している面を含む3面に設置しました。クマはいずれも林に面した箇所・電気柵の外で撮影され、畑内への侵入はありませんでした。ここでも電気柵の効果はあり、またクマは開けた場所を避けていると考えられます。

これらの試験から、電気柵はクマの侵入を防ぐ効果があるといえます。ただし、人為的な餌への執着には個体差があるため条件付け放獣と電気柵のような物理的防除を併用し、執着の強い個体のみを選択的に殺処分とすることで、被害防除と同時に個体群への過度の捕獲を避けられると予想されました。また、畑周辺に開けた場所を作ることによってもクマの出没を抑えられる可能性もあります。地域で環境整備を行うことで集落へのクマの出没を減らす効果が期待できます。

### 成果の活用

試験により効果が確かめられたことで、栃木県の事業として一部の被害農地に電気柵を設置し普及を図っています。また、栃木県自然環境課のHPで電気柵に触って逃げるクマのビデオも公開されています。

HPアドレス <http://www.pref.tochigi.lg.jp/eco/shizenkankyoku/shizen/1193619122672.html>





写真 1 電気柵設置状況

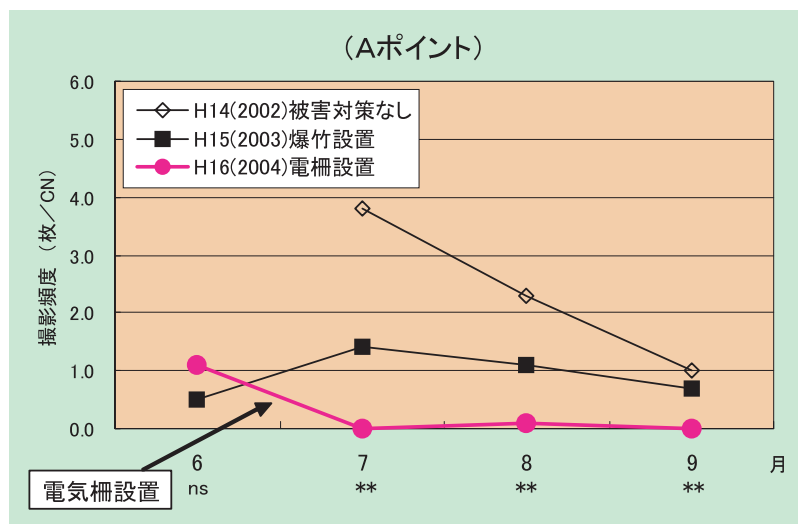


図 1 撮影頻度の変化と年度間比較



写真2 クマの電気柵への接近から通電、逃走の状況 (ビデオ画像より)

[ 問い合わせ先 : ]



## 8 湯桧曽川沿いにおけるユビソヤナギの分布と増殖

群馬県林業試験場 竹内忠義 高橋史彦\*

### 研究の背景・ねらい

ユビソヤナギ (*Salix hukaoana*) は、群馬県みなかみ町湯桧曽で発見された日本固有種のヤナギ科の樹木です (写真-1)。その分布は、みなかみ町その他、東北地方の一部の地域に生息が確認されているにすぎず、環境省の絶滅危惧種ⅠB類に指定されています。先駆的な種であるユビソヤナギは、土石流や洪水などの河川攪乱により形成された砂礫堆積地に更新してきたといわれています。しかし、河川改修の影響などによる更新機会の減少で、生育範囲、本数の減少が危惧されています。そこで、ユビソヤナギの今後の保全対策の基礎資料とするため、湯桧曽川を中心とする分布と効率的な増殖方法を把握するための調査を行いました。

### 成 果

#### 1 ユビソヤナギの分布

分布の調査 (2004、2005 年実施) は、倒れているもの、極度に樹勢が悪いものを除いた胸高直径 5 cm 以上の幹を対象に行いました。その結果、ユビソヤナギの分布は湯桧曽川沿いでは、利根川合流点から約 10km 上流の芝倉沢出合付近まで確認することができました。湯桧曽川沿い以外でも谷川、利根川沿いに生息していることがわかりました。本数は、湯桧曽川沿いで 1,695 本確認でき、1996 年実施の同様の調査結果と比べると約 6 割に減少していました。(表)。また、減少の割合は区域により差があることもわかりました。

#### 2 ユビソヤナギの挿し木増殖の検討

ユビソヤナギの挿し木を実施し、増殖方法としての有効性を検討しました。発根率は、個体間や処理方法による差が若干みられましたが、各回の平均発根率は 40% に満たない値でした (図-1)。試験場所と生息地域との環境の違いが影響していることも考えられますが、発根性が高いといわれる他のヤナギ類の挿し木に比べ、ユビソヤナギの挿し木は発根性が低い可能性が示唆されました。

#### 3 ユビソヤナギの種子特性の把握

湯桧曽川沿いのユビソヤナギから採取した種子を、温度条件の違う恒温器に保存し、保存期間による発芽能力の低下について調べました。ユビソヤナギの種子は、常温では約 2 週間で発芽能力はなくなりましたが、保存温度を低くするほど発芽能力の維持する期間が長くなることがわかりました (図-2)。今回、-20℃で保存した種子は 200 日過ぎても 50% 以上の発芽率を保っていました (写真-2)。

### 成果の活用

今後、ユビソヤナギの保全対策の基礎資料として提供できると考えています。また、増殖したユビソヤナギは、林業試験場内に現地外保存というかたちで植栽し、来場者に観察して頂くことで、ユビソヤナギの存在を周知していくことができると考えます。

\* 群馬県環境森林部森林保全課



写真 湯桧曽川沿いのユビソヤナギの様子

表 ユビソヤナギの分布調査結果

流域区分 <sup>1)</sup>		本数		2005 年 / 1996 年
		1996 年 <sup>2)</sup> (本)	2005 年 (本)	(%)
A	利根川との合流地点から赤沢砂防ダム	140	127	90.7
B	赤沢砂防ダムから土合橋	1,658	912	55.0
C	土合橋からマチガ沢出合	571	443	77.6
D	マチガ沢出合から一ノ倉沢出合	286	129	45.1
E	一ノ倉沢出合から武能沢出合	165	84	50.9
谷川及び他流域		41	22	53.7
合計		2,861	1,717	60.0

注 1) A～Eは湯桧曽川沿い。

注 2) 1996 年調査結果は、阿部（1996 未発表）の調査によるもの。

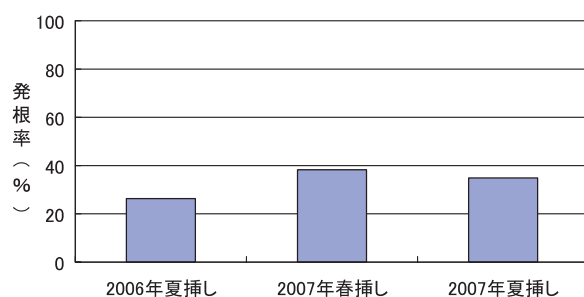


図-1 ユビソヤナギの挿し木結果  
注) 各回平均発根率を示す。



写真-2 - 20°C保存 200 日目の発芽状況

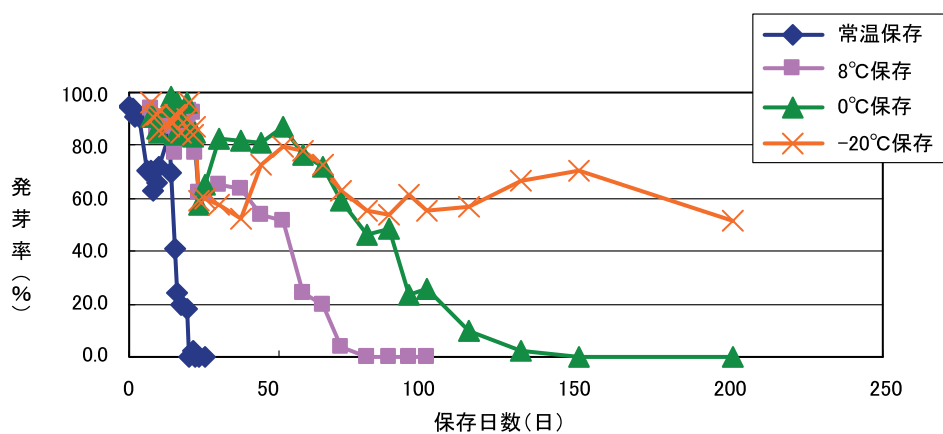


図-2 保存温度の違いによる種子保存期間と発芽率の関係

[ 問い合わせ先：群馬県林業試験場 森林科学グループ TEL. 027-373-2300 ]

## 9 糞粒法による東京都のニホンジカ生息密度分布の変化

東京都農林総合研究センター 都市環境科 新井一司

### 研究の背景・ねらい

東京都西多摩郡奥多摩町やその周辺の地域では、ニホンジカ（以下、シカと略す）による森林被害が生じており、2004年には、裸地化が進行し、大量の土砂が流出するという甚大な被害地がみられるようになりました。東京都は、2005年に東京都シカ保護管理計画を策定し、今後、生息数を管理しつつ、シカとの共存を目指すとしています。この共存を達成するには、シカがどの地域に高密度に分布するのか、その実態を把握しておくことが、極めて重要です。そこで、糞粒法を用いてシカ生息密度分布図を作成し、2004年から2006年にかけての2年間の変化を明らかにしました。

### 成 果

対象地域は、東京都西部の奥多摩町と檜原村の全域、青梅市西部、あきる野市と日の出町の一部です（図1）。現地調査は、森林課、森林事務所などの協力により上層がうっ閉したスギ人工林などの林内環境において35ヵ所、造林未済地のような上層木がほとんどない明るい林地の林外環境において24ヵ所、合計59ヵ所について2006年10月に行いました。1ヵ所の調査は、約1ha内を5m間隔で1m<sup>2</sup>内の糞粒数を数え、これを240地点行い、平均糞密度としました。得られた糞密度から東京版シカ個体密度計算プログラム(ver.0411)を用いて生息頭数を算出し、1キロメッシュ区分の分布図を作成しました。同様の調査を2004年、2005年に行い、その推移を比較しました。

2004年、2005年と2006年を比較すると、10頭/km<sup>2</sup>以上という高密度のメッシュが多くみられた川乗山や鋸山周辺では、2～10頭/km<sup>2</sup>と低密度になりました。一方、埼玉県との県境である西谷山周辺や山梨県との境である奥多摩湖の北側の地域では、高密度になりました（図2）。

林内環境における生息密度の平均値は、2004年から2006年にかけて減少傾向がみられましたが、林外環境では、ほとんど変化がみられませんでした（表1）。

以上の結果から、低密度となった川乗山周辺の地域では、集中的な捕獲の効果が現れたものと考えられました。一方、高密度となった地域は、いずれも都県境付近であることから、シカを都内で大量に捕獲しても、その後、管理捕獲を行っていない周辺の県からシカが移動してくることが推定され、今後、近県との調整が必須です。

### 成果の活用

東京都シカ保護管理計画などに活用されています。



図1 調査位置図(2006年)  
●は林内環境  
▽はスギ伐採跡地などの林外環境

表1 林外と林内におけるシカ生息密度の変化

環境	年	生息密度 (頭/km <sup>2</sup> )		地点数
		平均値	最大値	
林内	2004年	3.8	31.4	34
	2005年	3.5	16.3	33
	2006年	3.1	18.4	35
林外	2004年	30.0	165.1	24
	2005年	30.4	122.6	25
	2006年	29.1	151.5	24

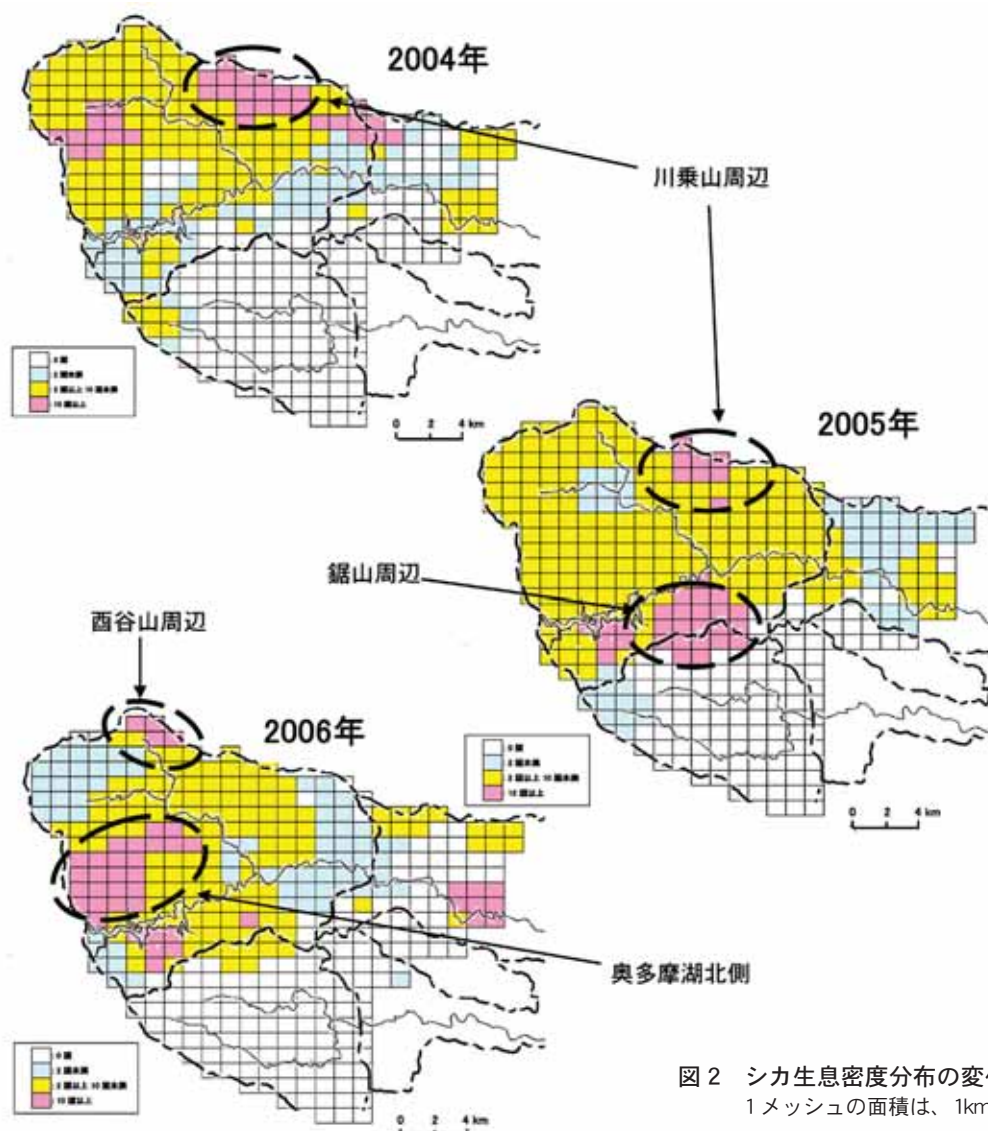


図2 シカ生息密度分布の変化  
1メッシュの面積は、1km<sup>2</sup>

[ 問い合わせ先：東京都農林総合研究センター 都市環境科 TEL. 042-528-0538 ]



## 10 自然林内の表面土壌侵食に対する対策手法の改良・開発

神奈川県自然環境保全センター研究部

内山佳美

### 研究の背景・ねらい

丹沢山地は、都市化の進んでいる神奈川県の中でも比較的まとまって自然が残されている地域であり、国定公園にも指定されています。ところが近年では、ニホンジカが広範囲に生息し、その採食の影響で林床の植生が衰退しています（写真1）。さらに、そのような場所では、森林内の表面土壌侵食が進行しています。そこで、本研究は、特に土壌侵食が深刻化しており、かつこれまで対策の行われてこなかった、国定公園の特別保護地区のブナ林を対象として、現地の実態調査と施工試験を基に、特別保護地区にふさわしい対策手法を検討しました。なお、現地調査は東京農工大学と連携して実施し、対策手法は各専門分野の学識者からなる検討委員会で検討しました。

### 成 果

#### 1 林床植生が衰退したブナ林内の土壌侵食実態の把握

ブナ林内で設置後6年経過したフェンスの中と外に調査枠を設置し、2005年から2007年の間、1～2週間おきに枠内の表層の土壌が侵食された量を測定しました。その結果、フェンス内の林床植生の植被率80%の箇所では、土壌侵食がほとんどみられませんでした。フェンスの外の植被率1%の箇所では、落葉の堆積量も少なく年間の土壌侵食深は最大約1cmに達しました（図1）。年間では、林床植生の植被率に関わらず累積降雨量の多い夏季に土壌侵食量が最も多くなりました。また、土壌侵食量の多さについて、測定期間内の最大24時間降雨量等との関係を見ると、降雨量が大きいほど土壌侵食量は多くなりますが、同程度の降雨量でも7～9月の土壌侵食量が他の月に比べて多くなり、落葉の堆積量の違いが影響していると考えられました。

#### 2 ブナ林内での土壌保全対策手法の開発

林床植生が衰退し落葉の堆積が減少することによって、降雨時の土壌の浸透能が低下して土壌侵食が進行していることから、土壌侵食を軽減する中長期的な対策としては林床植生の回復、短期的対策としては、毎年供給される落葉を維持する方法等が考えられました（図2）。この考え方にに基づき対策工法を検討し、現地で施工試験を行いました（写真2）。その結果、施工1年後では、非施工箇所と比較して、すべての工法で土壌侵食の軽減効果が認められました。しかし、今後はフェンス内の植生回復や資材の腐朽や破損も影響すると考えられるため、モニタリングを継続し中長期的な効果も比較していく必要があります。さらに、ブナ林の斜面で広範囲に進行する土壌侵食は、地表流の集中によって平坦な斜面がガリー侵食へと発達する恐れがあることから、斜面一体での対策が必要と考えられました。そこで、前述の対策工法のそれぞれの特性を踏まえて、斜面での工法配置について取りまとめました（図3）。

### 成果の活用

神奈川県では、既に開始しているニホンジカ保護管理対策と合わせて、今回改良・開発した対策手法による土壌保全対策を平成19年度から開始しました。今後は、普及に向けたマニュアルを作成するとともに、検証のための現地モニタリングを継続し、より良い手法に改善していきます。





写真1 ブナ林内の林床の植生衰退状況

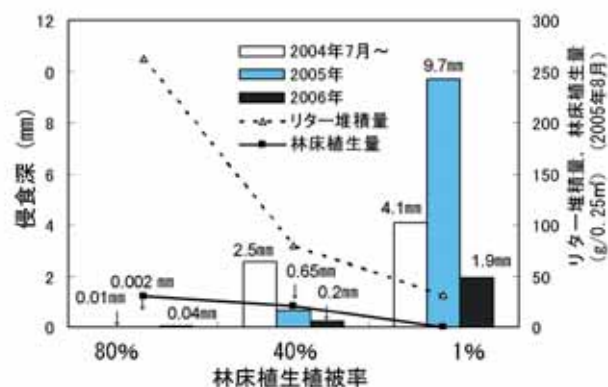


図1 林床植生植被率と土壌侵食量



図2 サイトスケールの対策工法の考え方



写真2 リター捕捉ロール工の施工試験状況

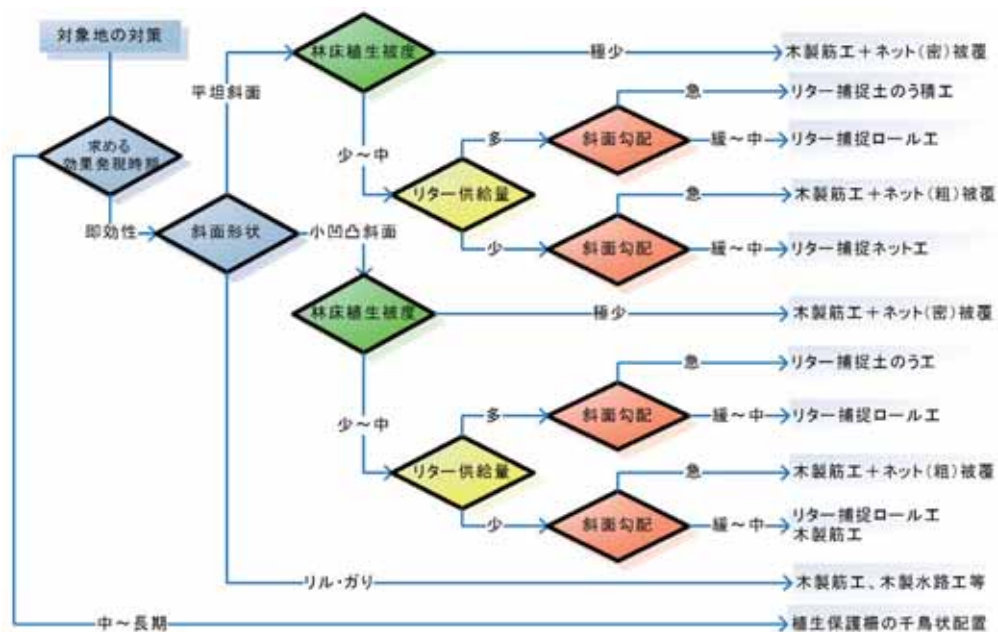


図3 ブナ林斜面における土壌保全対策工法の配置

[ 問い合わせ先：神奈川県自然環境保全センター 研究部 TEL. 046-248-0323]

## 11 菌根菌資材を施用した広葉樹苗の成長

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター 広葉樹遺伝子プロジェクトスタッフ

袴田哲司

### 研究の背景・ねらい

荒廃森林の整備、生物多様性の維持、彩り豊かな森林景観の形成などを目的に、全国各地で広葉樹の植栽が行われています。静岡県で進める「森林・林業基本方針」、「森林と県民の共生に関する条例」、「森林共生基本計画」、「森林づくり県民税」、「森の力再生事業」、「森林景観形成ガイドライン」などの方針や施策でも、針・広混交林化や多様な広葉樹林への誘導が目標に掲げられ、優良な造林用の広葉樹種苗の安定供給が求められています。活着と成長の優れた苗木を生産するために、菌根菌資材を施用する例が見られますが、一部の樹種で効果が検証されているものの、その事例は多いとはいえません。本研究では、数種の広葉樹苗に3種類の市販の菌根菌資材を施用し、これらが成長にどのように効果を及ぼすかを調査しました。

### 成 果

広葉樹の稚苗を5～7月にポリポット内の用土（赤玉土、パーミキュライト、ピートモスを3：1：1の容積割合で混合したもの）に植栽する際、VA菌根菌を含む資材A（Glomus属6種、Gigaspora属1種を含む）、資材B（Glomus属数種を含む）、資材C（Glomus属1種を含む）をそれぞれ根系に付着させました。また、これらの資材を滅菌処理した区と無施用の対照区も設定し、8月と11月に苗高を測定しました。

街路樹として植栽されるアキニレでは供試したすべての資材で効果が認められ、特に非滅菌の資材Bでは、対照区と比べて8月時点、11月時点ともに1%水準の有意差が認められました（表1、図1）。紅葉が美しいカマツカでも、8月時点では非滅菌の資材Bに効果があり、対照区との比較で5%水準の有意差が認められました（表1、図2）。準絶滅危惧種のサクラバハノキ、シイタケ原木となるコナラ、彩りのある森づくりに有効なイロハモミジ、イタヤカエデ、ウリハダカエデでは、対照区と比較して有意に苗高が高かった菌根菌資材はなく（表1）、菌根菌資材の施用により対照区よりも苗高が劣る場合もありました。

今回の試験では、アキニレやカマツカに対して非滅菌の資材Bに成長促進の可能性があり、滅菌処理した場合と比較して有意性が認められたことから、資材に含まれる各種の成分ではなく、VA菌根菌そのものが成長促進に作用したことが示唆されました。今後は、VA菌根の形成状況を確認したうえで、根系の発達程度や実際に植栽した後の追跡調査も行い、菌根菌資材の有効性を検証したいと考えています。

### 成果の活用

菌根菌との共生により、苗木の活着率の向上や成長促進が期待されます。今回の試験からも、広葉樹苗の種類と菌根菌資材の組合せによっては、成長促進効果が認められました。林家による植林をはじめ、公共事業やイベント・ボランティア活動等による広葉樹の植栽が積極的に行われると考えられるため、参考データとして植栽現場での活用を図りたいと考えています。

なお、本研究の一部は、第118回日本森林学会大会でポスター発表しました。

表 1 広葉樹に菌根菌資材を施用した場合の成長促進効果

	8 月調査						11 月調査					
	資材 A		資材 B		資材 C		資材 A		資材 B		資材 C	
	非減菌	減菌	非減菌	減菌	非減菌	減菌	非減菌	減菌	非減菌	減菌	非減菌	減菌
サクラバハノキ	×	—	○	—	○	—	×	—	○	—	○	—
コナラ	○	—	○	—	—	—	×	—	×	—	—	—
アキニレ	○	○	◎	○	○	○	○	○	◎	○	○	○
カマツカ	○	○	◎	○	×	×	○	×	○	○	×	×
イロハモミジ	×	—	○	—	×	—	×	—	○	—	×	—
イタヤカエデ	○	○	—	—	○	×	○	×	—	—	○	×
ウリハダカエデ	×	—	×	—	○	—	×	—	×	—	×	—

注) ◎ 対照区の平均苗高と比較して、1 %または 5 %水準で有意に大きい。  
 ○ 対照区の平均苗高と比較して、大きい。  
 × 対照区の平均苗高と比較して、小さい。  
 — 試験設定なし。

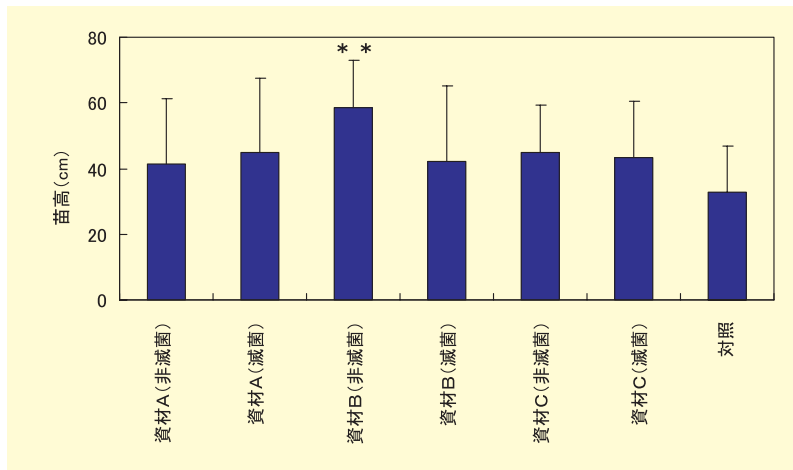


図 1 菌根菌資材を施用したアキニレの苗高（11月時点）

\*\* 対照区と比較して 1 %水準で有意差あり。

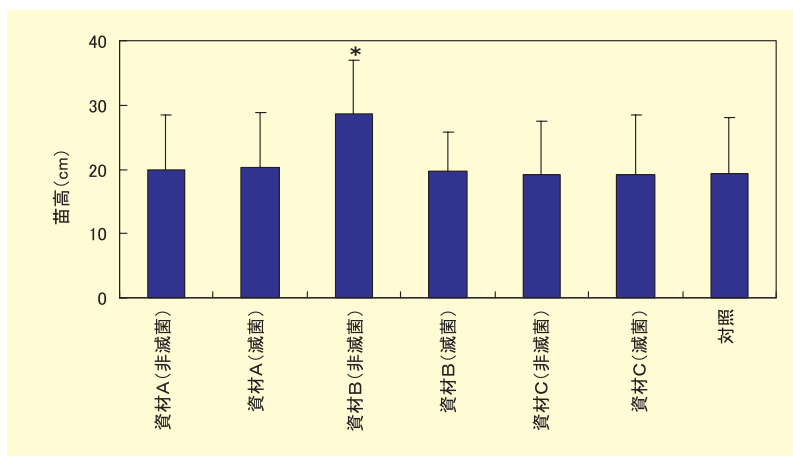


図 2 菌根菌資材を施用したカマツカの苗高（8月時点）

\* 対照区と比較して 5 %水準で有意差あり。

〔 問い合わせ先：広葉樹遺伝子プロジェクトスタッフ TEL. 053-583-3160〕

## 12 スギ花粉を抑制するための技術に関する研究

愛知県森林・林業技術センター

小山善寛

### 研究の背景・ねらい

近年、スギ花粉による花粉症患者が増加しており、スギ林への風当たりが強くなっています。そのため、林業の立場からもスギ花粉を抑制する技術について検討する必要があります。そこで、愛知県における林業面からの花粉症対策として、雄花着生量の少ないスギ精英樹及び精英樹交雑育種木の選抜を行うとともに、富山県で発見されたスギ雄性不稔個体と愛知県のスギ精英樹からスギ雄性不稔個体の作出を行いました。また、施業面からの対策として、列状間伐による雄花着生量の低減効果について検討しました。

### 成 果

愛知県精英樹と精英樹を交配した精英樹交雑育種木について雄花着生量を調査しました。その結果、多重比較で有意差がなく選抜には至らなかったものの、精英樹では北設楽7号が雄花着生量の少ない品種として、精英樹交雑育種木では天竜18号×北設楽7号、南設楽2号×東加茂2号、北設楽2号×東加茂2号が雄花着生量の少ない交雑として有望であると考えられました。

富山県で発見されたスギ雄性不稔個体と愛知県精英樹を交配させたF1苗同士の交配を行いました。その結果、得られた(富山不稔×北設楽8号)×(富山不稔×額田2号)、(オープン135×南設楽3号)×(富山不稔×北設楽8号)、(富山不稔×額田2号)×(富山不稔×南設楽2号)、(オープン308×北設楽8号)×(オープン291×北設楽2号)の4交雑382本のF2苗のうち、雄花着生があった266本から47本の雄性不稔個体を選抜しました(表1、写真1)。

愛知県新城市で2残1伐の列状間伐区と対照区を2004年5月に設定し、雄花落下数と雄花の乾重量を調査しました。その結果、雄花着生量は有意差がなかったものの、間伐後2年間は減少しました(図1)。しかし、2004年の雄花1,000粒あたりの乾重量に対する2005、2006年の乾重量は、間伐の翌年に列状間伐区が対照区より多くなりました(図2)。乾重量と花粉量は相関が高いことから、花粉量は間伐の翌年に対照区より多くなり、列状間伐は花粉量の抑制に効果がなかったと考えられました。

### 成果の活用

選抜した雄性不稔スギ個体について、実用化を図るためさし木等の増殖法や初期成長等の形質を解明していくとともに、得られた成果については森林・林業研修や現地指導などで普及に努めます。



表 1 スギ雄性不稔個体の選抜状況

	(富山不稔×北8号) ×(富山不稔×額2号)	(オープン135×南3号) ×(富山不稔×北8号)	(富山不稔×額田2号) ×(富山不稔×南2号)	(オープン308×北8号) ×(オープン291×北2号)	合計
雄花不稔	8	14	22	3	47
雄花着生	52	73	110	31	266
雄花未着生	13	21	56	26	116
計	65	94	166	57	382

※略記は、額：額田、北：北設楽、南：南設楽。オープンとは富山県で富山不稔個体にオープン交配してできた種子から選抜された不稔個体。



写真 1 選抜した雄性不稔個体

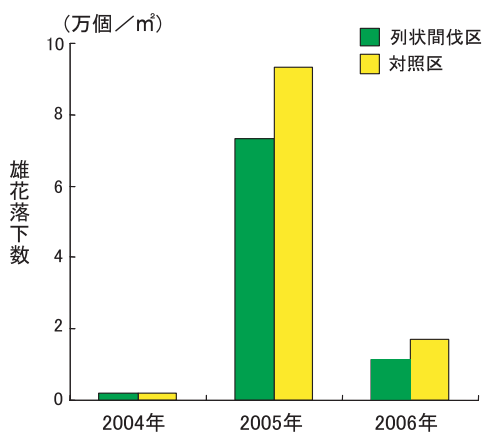


図 1 m² あたり雄花落下数

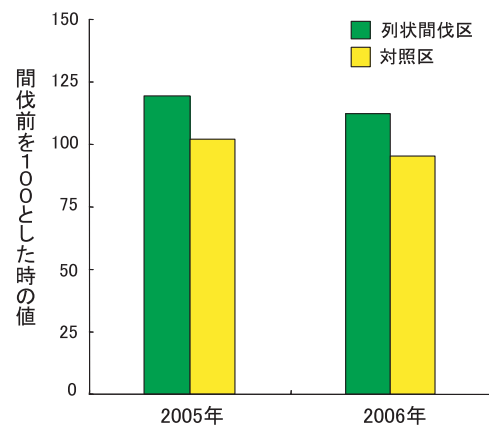


図 2 間伐前の雄花乾重量 1,000 粒あたりを 100 とした時の値

[ 問い合わせ先：技術開発部森林機能グループ TEL 0536 - 34 - 0321 ]



## 13 ナラ集団枯損被害の抑制メカニズムの解明

石川県林業試験場・森林環境部

江崎 功二郎

### 研究の背景・ねらい

石川県ではナラ集団枯損被害が平成9年に発生して以来、継続・拡大し、大きな問題となっています。この被害は樹木を枯死させる病原菌をカシノナガキクイムシが媒介することによって発生します。近年には以前の被害地より、ミズナラの占有率が高い森林で被害が発生していますが、高標高域であるほど小集団または単木的に発生することが知られています。石川県林業試験場では、この抑制原因を明らかにし、防除技術に利用するための試験を行いました。

### 成 果

石川県白山市中宮スキー場の標高500m、700mおよび900mの森林において、カシノナガキクイムシの穿入による枯死木各5本に、1本あたり20個ずつのトラップを設置しました。トラップはクイムシの穿入孔に設置され（写真1）、排出されるフラスと脱出する成虫をスムーズに回収するために作成されました。トラップは枯死当年の9月から積雪期の12月～3月を除いた翌年の8月まで設置され、10日ごとに回収を行いました。その結果、当年11月までのフラス排出量は標高の違いに影響されませんでした。翌年夏期の成虫脱出数は標高が高くなるほど少なくなり、標高900mの穿入孔あたり脱出成虫数は1.7頭で、500mと比較すると8%以下でした（図1）。これにより、高標高森林における被害の抑制原因は、病原菌の媒体者であるクイムシの繁殖成功度の抑制に関係し、さらに冬期間の低温が越冬生存率に影響を与えている可能性が考えられました。

このことを明らかにするために、どの程度の低温がクイムシに影響するかを調査するため、室内実験において自然環境で低温馴化したクイムシ穿入丸太の低温処理を行いました。10℃～－5℃の4段階の低温に各5本ずつの丸太を最大で75日間の飼育を行い、少しずつ割材して5齢幼虫の生存率を調査しました（写真2）。その結果、10℃および5℃区における生存率の低下は認められませんでした。0℃で15日間および－5℃に5日間飼育すると生存率が10%以下に低下することが明らかになりました（図2）。

### 成果の活用

石川県林業試験場では、過去10年間で冬期間の日平均気温0℃以下日数（白山吉野アメダスデータ）が最多であった平成18年には、ナラ集団枯損被害量の減少予測を、この日数が最少であった平成19年には増加予測をプレス・リリースしました。これらの被害増減予測は概ね的中させることが出来ました（図3）。この予測は地域単位に行い、冬期間の低温日数以外に、地域の被害履歴や樹種などのデータを利用して行っています。この被害増減予測を活用して、適切な被害木の駆除や予防に取り組みたいと考えています。



写真1. キクイムシの穿入孔に設置したトラップ



写真2. 越冬中のキクイムシの幼虫と成虫

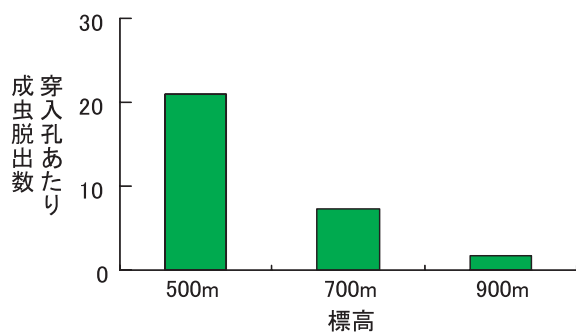


図1. 標高と繁殖成功度の関係

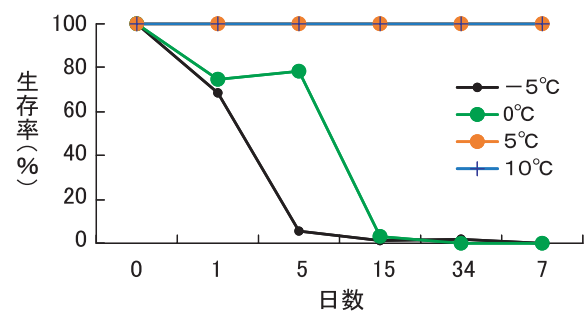


図2. 低温と処理日数による生存率の低下

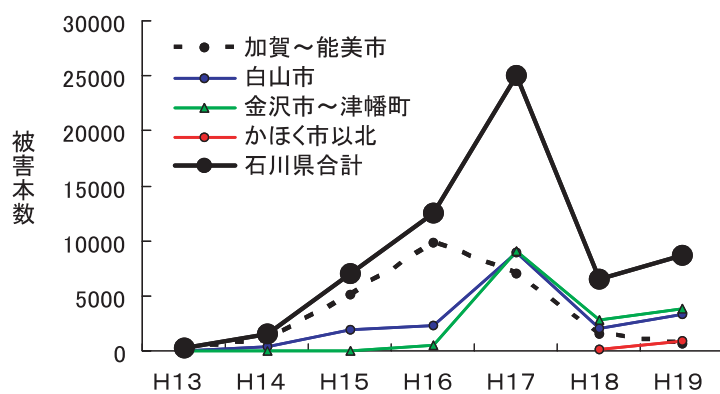


図3. 石川県および地域ごとの被害量の推移  
(石川県農林水産部森林管理課調べ)

[ 問い合わせ先：石川県林業試験場 森林環境部 TEL. 0761-92-0673 ]

## 14 ウラジロに覆われた再造林未済地における更新技術確立

三重県科学技術振興センター林業研究部

島田博匡

### 研究の背景・ねらい

三重県尾鷲地域の再造林未済地では、大型シダ植物のウラジロが最大 2m 程度の高さで著しく密生して林地のほぼ全面を覆っており、樹木がほとんどみられません。このような林地を低コストで森林再生するための技術確立が求められていますが、この地域ではシカ生息密度が高いため、植栽や播種、天然更新によって導入した更新木に対するシカ食害の防止が重要となります。

そこで、本研究では更新木導入にあたり、繁茂したウラジロを全刈せずに導入箇所のみ坪刈して植栽を行い、坪刈区周囲のウラジロがシカに対して物理的な遮断や視覚的な遮蔽などの効果を発揮することで侵入を防ぎ、植栽木を育成する手法を検討しました。

### 成 果

ウラジロはシカの不嗜好植物であり、シカにとってウラジロに覆われた再造林未済地は餌場としての魅力がなく、身動きもとりにくい場所であると考えられることから、その奥深くまで侵入しないと推測されます。そこで、植栽箇所のみウラジロを坪刈した坪刈区（3 × 3m）をパッチ状に配置し、それぞれに 9 本のヒノキを植栽した試験地（図 1、写真 1）を 2 箇所に設置しました。その後、植栽木にみられるシカ食痕の有無と食害レベル（食害の激しさを 6 段階評価）を 2 ～ 3 年間追跡調査しました。

全調査回数あたりの侵入回数（植栽木のうち 1 本でも新規食痕が確認された調査回数）を侵入頻度とし、これを各坪刈区ごとに計算して、侵入頻度と立地要因との関係を統計的に解析したところ、山道（図 2 の赤点線）付近や緩傾斜部の坪刈区ではシカの侵入頻度が高く、急傾斜部の坪刈区では低い傾向がみられました（図 2）。

坪刈区では試験地設置後に下刈を行っていませんが、植栽木の多くは再生してきたウラジロの高さ（最終調査時 68.3 ～ 138.6cm）を越えて順調に成長しており、3 年間で最大 196cm まで成長しました（図 3）。植栽木の樹高成長に影響する要因を統計的に解析したところ、植栽初年度に受けた食害レベルが小さく、2 年目以降の食害回数が少ないほど、樹高成長が大きくなる傾向が認められました。

これらのことから、傾斜が急な斜面部ではこの手法によりシカ食害を防ぎつつ植栽木を育成できると考えられました。尾鷲地域の山地は急峻であり、再造林未済地のほとんどでウラジロが繁茂していることから本手法が適用可能な箇所が多く、地形や植生の地域特性を生かした有効な手段であると考えられます。

### 成果の活用

本成果や他の調査から得られた成果をもとに、普及用冊子「三重県南部の暖温帯域における再造林未済地の森林再生に向けて」を作成し、県内の森林・林業関係機関に広く配布しました。同時に学習会などで成果を解説し、広く普及に努めています。今後、再造林未済地における森林再生の一手法として活用されることが期待されます。





図1 シカの生態と坪刈植栽の考え方



写真1 パッチ状に配置した坪刈区

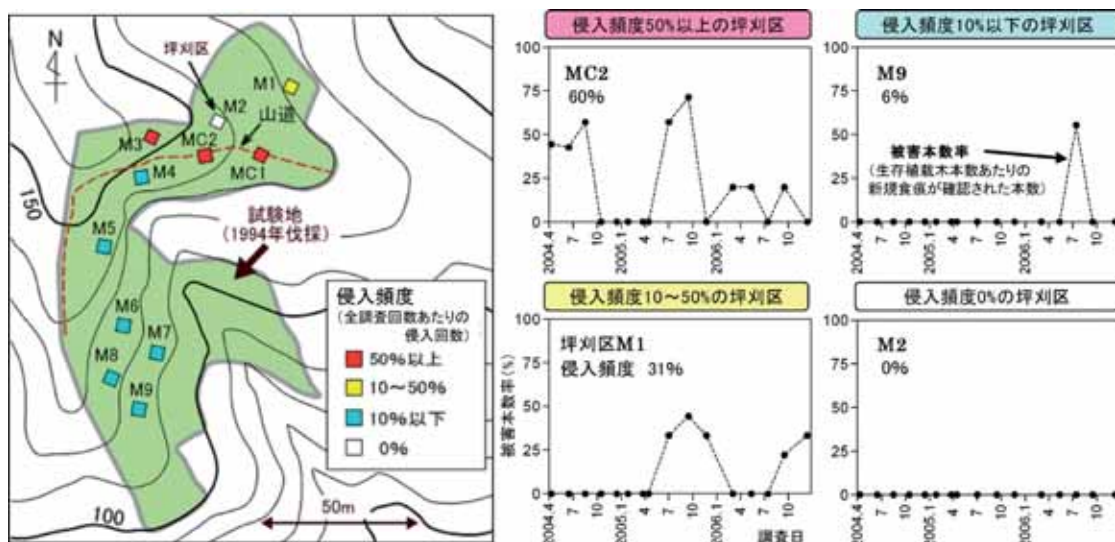


図2 坪刈区の配置と3年間の侵入頻度および被害本数率の経時変化（南浦試験地）

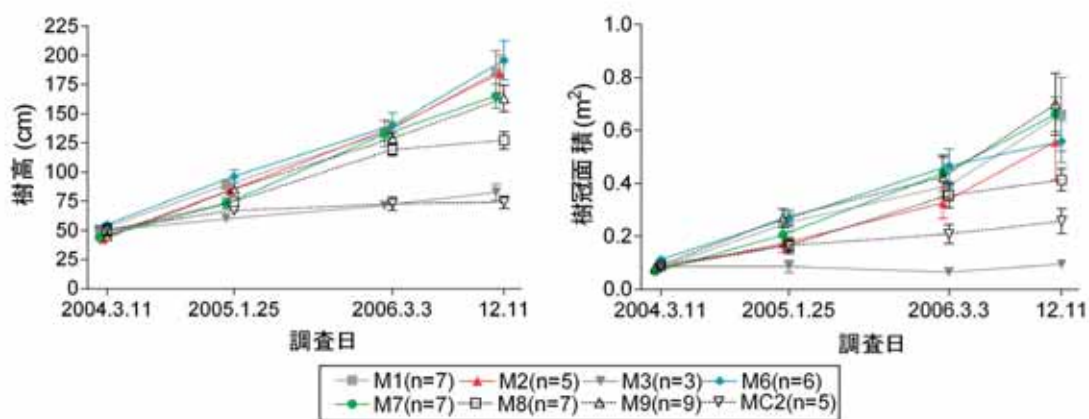


図3 植栽木の樹高と樹冠面積の成長（南浦試験地）

[ 問い合わせ先：三重県科学技術振興センター林業研究部 森林環境研究課 TEL. 059-262-5352]



## 15 スギ林内への広葉樹樹下植栽による針広混交林への誘導

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

吉野 豊・前田雅量

### 研究の背景・ねらい

森林の公益的機能を増進し、森林気象害に対する耐性を増すなどの目的で既存の針葉樹林を針広混交林に誘導する技術の開発が求められています。また、林業の採算性の悪化に伴い従来行われてきた皆伐・再造林とその後の集約的下刈り作業の継続は、もはや困難となっており、新たな省力更新技術の開発が急務となっています。この研究は針葉樹林を強度に間伐した林内に落葉広葉樹苗木を樹下植栽し、光環境の変化に伴う樹種別の成長、下層植生の変化、下刈り作業の省力の程度などを明らかにして針葉樹林から針広混交林への省力的な誘導の可能性について明らかにするためにを行いました。

### 成 果

- 1) 海拔高約 900 mにあるスギ 32 年生人工林を強度に間伐（間伐本数率 56%）し、その林内に落葉広葉樹 4 種（ブナ、ミズナラ、ヤマザクラ、ケヤキ）の苗木を樹下植栽し、9 年間にわたり林内の相対照度の変化、下木の生存率と成長、および林床植生の変化を調査しました。
- 2) 林内照度は当初 40%で、照度の変化は間伐 3 年後まではゆるやかでしたが、その後急激に低下し、9 年後には 14%となりました（図 1）。
- 3) 下木の枯死は、相対照度が 20%を下回った 6 年後から発生しました。枯死率が高かったのはミズナラ、低かったのはブナでした（図 2）。
- 4) 照度の低下に伴って伸長・肥大成長が減退したのは、ミズナラとヤマザクラで、特にミズナラの伸長成長は小さく、その樹冠断面は傘型を示しました（図 3、写真 1）。一方、ケヤキ、ブナは照度が低下しても伸長・肥大成長は減退せず、試験開始後の樹高は 2.5 m以上を示しました（図 3、写真 2）。
- 5) 下木の成長を阻害した植生は、チマキザサ、タニウツギなど少数で分布範囲も局所的で、ツル植物、他の陽性植物などの繁茂量が少なかったことから、下刈りは 1 回で済み省力的でした。
- 6) 今後、上木を適宜間伐することにより針広混交林に、上木を皆伐することにより広葉樹林に誘導できる可能性が高いと予測されます。
- 7) この結果から場所によっては強度に間伐したスギ林内に比較的耐陰性の高い広葉樹の苗木を植栽することにより省力的に針広混交林や広葉樹林に誘導できる可能性があることがわかりました。

### 成果の活用

兵庫県が行っている「県民緑税」を活用した災害に強い森づくり施策の一環として針葉樹林を針広混交林に誘導する取り組みが進められており、この研究成果は省力的に針広混交林へ誘導するための技術指針として活用されています。

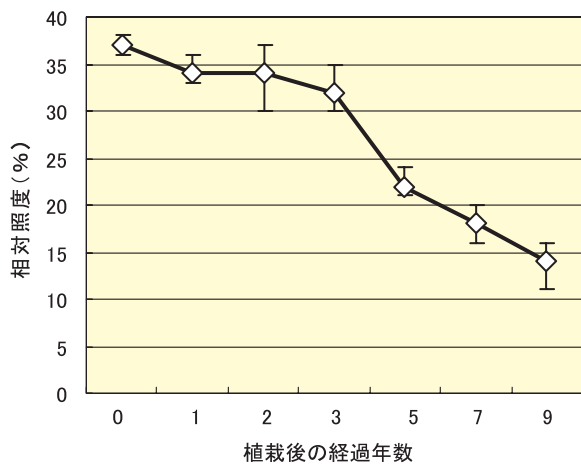


図1 林内照度の経年変化 (平均と範囲)

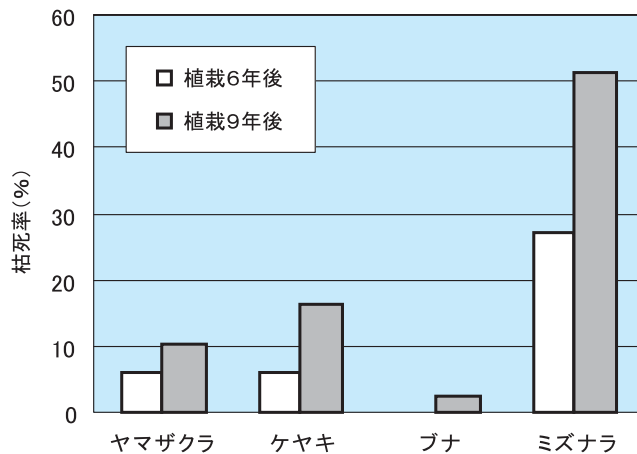


図2 樹種別の枯死率

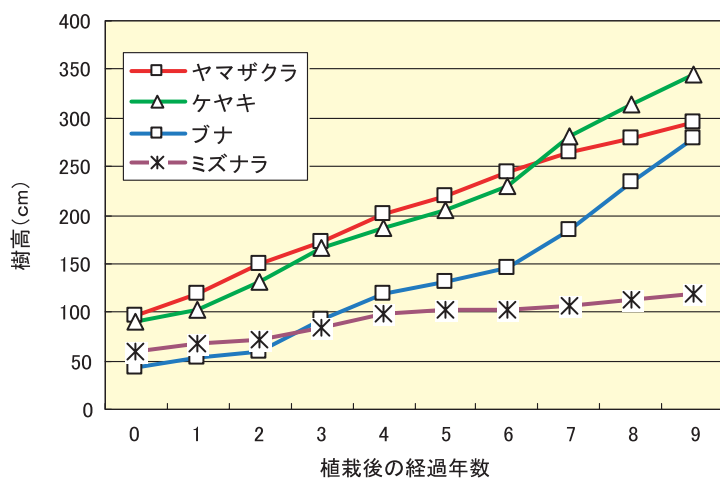


写真1 樹冠が傘型を示したミズナラ

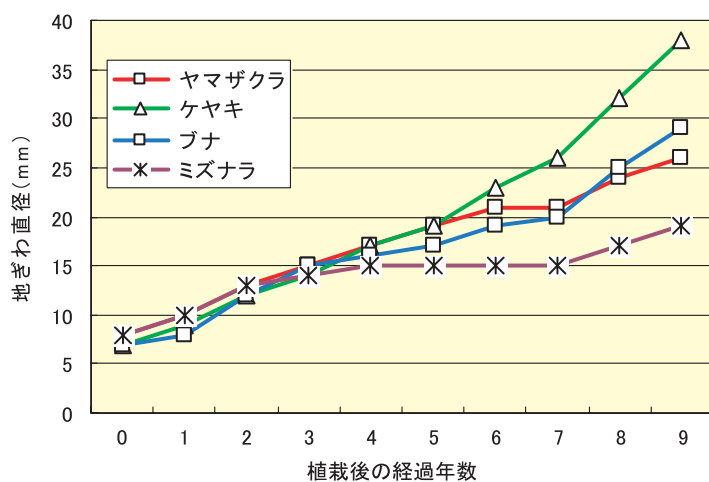


図3 樹種別の樹高・胸高直径の成長



写真2 ブナの成長状況 (9年生)

[ 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 緑化センター 079-676-2257 ]

## 16 樹木病害に対する防除薬剤の効率的適用化に関する研究

島根県中山間地域研究センター

陶山大志

### 研究の背景・ねらい

平成 15 年 3 月に改正農薬取締法が施行され、樹木病害に使用できる農薬の種類がきわめて限定されました。このため、主要な樹木病害に対して農薬が使用できるよう、農薬の適用拡大が緊急の課題となりました。そこで、適用拡大に必要な薬効・薬害試験データを得るため、(独) 森林総合研究所をはじめとして、本県を含む 5 都県の農林試験研究機関によって共同研究を実施しました。

### 成 果

#### 1 島根県における成果

県内で発生が問題となっている樹木病害のうち、うどんこ病、輪紋葉枯病など 5 病害について試験を行いました。試験は各病害に対して 3～11 種の薬剤の効果試験を 1～3 回繰り返しました(薬効試験)。また、これら薬剤を散布したときの樹木への薬害についても調査しました(薬害試験)。その結果、5 病害について 3～7 種の薬剤の適用拡大に必要な試験データを得ることができました(表 1)。また、いずれの薬剤も樹木の生育に問題となる薬害は認めませんでした。

1 例として、サカキ輪紋葉枯病に対して行った試験の結果(図 1)を示します。本病は 6 月上旬に発生を認め、無処理区では 7 月上旬から急速に進展し、10 月上旬には発病率 37%に達しました。これに対して、ベンレート、Z ボルドーを 6 月上旬から散布した処理区では 10 月上旬にはそれぞれ発病率 2%、10%と低率に留まり、これら薬剤の有効性を確認しました(写真 1)。一方、フルピカフロアブルを使用した場合は無処理区より発病率が高くなり、本病に対する効果は認めませんでした。

#### 2 共同研究による成果

共同研究によって、10 種の主要な樹木病害に対して、3～7 種の薬剤が適用拡大されるのに必要な試験成績を得ることができました。

### 成果の活用

現在、本試験で得られた試験成績をもとに、農薬メーカーによる適用拡大に向けた作業が進められています。今後、主要な樹木病害に対して、多数の薬剤が使用できるようになります。また、今回の研究成果等をふまえ、薬剤防除の普及用の手引“樹木病害とその防除薬剤(仮称)”を発刊する予定です。

表 1 適用拡大に必要なデータが得られた試験薬剤

樹 病 名	農 薬 名	商 品 名
うどんこ病	チオファネートメチル水和剤	トップジン M 水和剤
	メパニピリム水和剤	フルピカフロアブル
	イミノクタジン・ポリオキシン水和剤	ポリベリン水和剤
	イミベンコナゾール乳剤	マネージ乳剤
	キノキサリン系水和剤	モレスタン水和剤
さび病	クレソキシムメチル水和剤	ストロビードライフロアブル
	イミベンコナゾール乳剤	マネージ乳剤
	ヘキサコナゾール水和剤	アンビルフロアブル
	メプロニル水和剤	バシタック水和剤 75
斑点性病 (サーコスボラ属菌による 斑点性病害)	塩基性塩化銅	ドイツボルドーA
	塩基性硫酸銅	Zボルドー
	チオファネートメチル水和剤	トップジン M 水和剤
	ジフェノコナゾール水和剤	スコア顆粒水和剤
	アゾキシストロビン水和剤	アミスター 10 フロアブル
	マンゼブ水和剤	ペンコゼブ水和剤
	塩基性硫酸銅混合剤	オキシボルドウ
	クレソキシムメチル水和剤	ストロビードライフロアブル
	チオファネートメチル水和剤	トップジン M 水和剤
	イミベンコナゾール乳剤	マネージ乳剤
マルゾニア病	チオファネートメチル水和剤	トップジン M 水和剤
	イミベンコナゾール乳剤	マネージ乳剤
輪紋葉枯病	チオファネートメチル水和剤	トップジン M 水和剤
	アゾキシストロビン水和剤	アミスター 10 フロアブル
	フルジオキシニル水和剤	セイビアーフロアブル 20
	ベノミル水和剤	ベンレート水和剤
	塩基性硫酸銅	Zボルドー

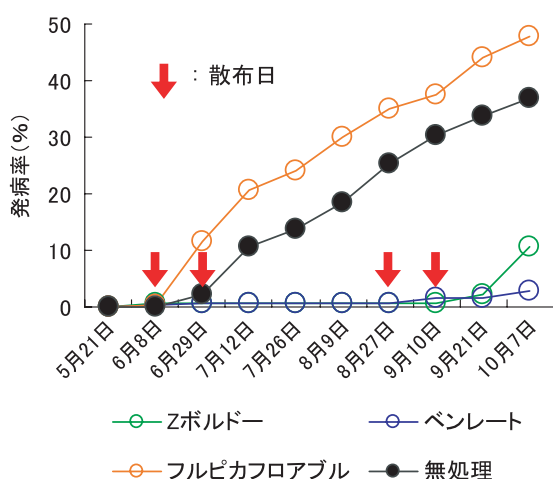


図 1 サカキ輪紋葉枯病の薬効試験



写真 1 輪紋葉枯病に対する薬剤の効果 (9 月下旬)。左の無処理区は激しく発病・落葉。右のベンレート散布区は未発病。

[ 問い合わせ先：島根県中山間地域研究センター 森林保護育成グループ 陶山大志 TEL. 0854-76-3823 ]



## 17 イノシシの生態解明と農作物被害防止技術の開発

島根県中山間地域研究センター農林技術部

山川 渉・長妻武宏・金森弘樹

### 研究の背景・ねらい

西日本を中心にイノシシによる農作物被害が増加し、各地で様々な防護柵が使用されています。しかし、現地での設置状況や各種の防護柵の効果については十分に検証されていません。そこで、島根県大田市において既存防護柵の設置状況とイノシシによる被害発生状況を把握し、その問題点を検討しました。また、飼育イノシシを使って、これまで使われてきた各種の防護柵などの効果を検討しました。

### 成 果

既存防護柵の設置状況をみると、平野地域ではネット柵が、山間地域では電気柵とトタン柵が、また放牧地域では電気柵の設置が多い状況でした。年々、電気柵の設置割合が高くなっていました（図1）。イノシシによる被害発生は、道路やコンクリート畦畔で遮られた平野地域ではほとんど認めず、山地と接した中山間地域で多く、また放牧地域では耕作放棄地等への牛などの放牧によって少ないことが分かりました（図2）。被害発生のおもな原因は、防護柵の未設置の外には、ネット柵の乗り越え、電気柵の管理不備、防護柵周囲の草刈り管理不足などでした。多くは所有者ごとに防護柵を設置していましたが、中山間地域の農家は高齢化が進んでおり、集落などが共同で大規模に設置すると設置経費が少なくなって、維持管理も効率的と考えられました。また、ほとんどの電気柵は、被害発生期の直前に設置されていましたが、イノシシに学習させないためには通年設置や植え付け直後からの設置が有効であると考えられました（写真1）。

イノシシ放飼場内に試験コースを設定して、既存の各種の防護柵、忌避剤や点滅灯などの脅しの効果を検討しましたが、忌避剤や点滅灯には継続的な効果は認められませんでした。各種の防護柵の突破時間を比較すると、いずれの防護柵も突破する能力はありましたが、電気柵、ワイヤーメッシュ柵およびトタン柵は金網フェンス、ネット柵および有刺鉄線柵に比べて、侵入防止効果が高いことが分かりました（写真2、図3）。これらの防護柵の弱点（強度、高さ）を補うには、2種類の防護柵を組み合わせる方法が有効と考えられました。電気柵はイノシシの鼻鏡が電線に触れないと効果が認められないことから、電線はより目立つものの方が有効と考えられました。また、侵入路にグレーチングを設置したところ、設置部の下方に十分な深さを確保できれば通行障害の効果が期待できました。

### 成果の活用

防護柵の効果を長期間に渡って維持するため、防護柵の適正な設置・管理技術やその重要性を、研修会などを開催して普及を図っています。

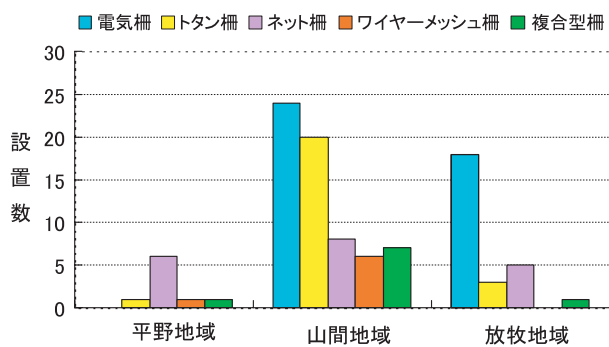


図1 設置されていた防護柵の種類 (2005年)

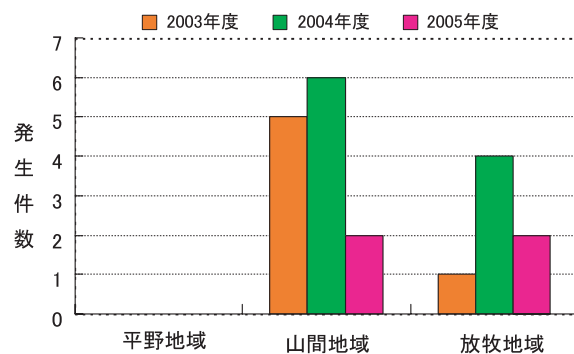


図2 イノシシによる被害発生件数



写真1 年中水田に設置されている電気柵



写真2 ワイヤーメッシュを跳び越えるイノシシ

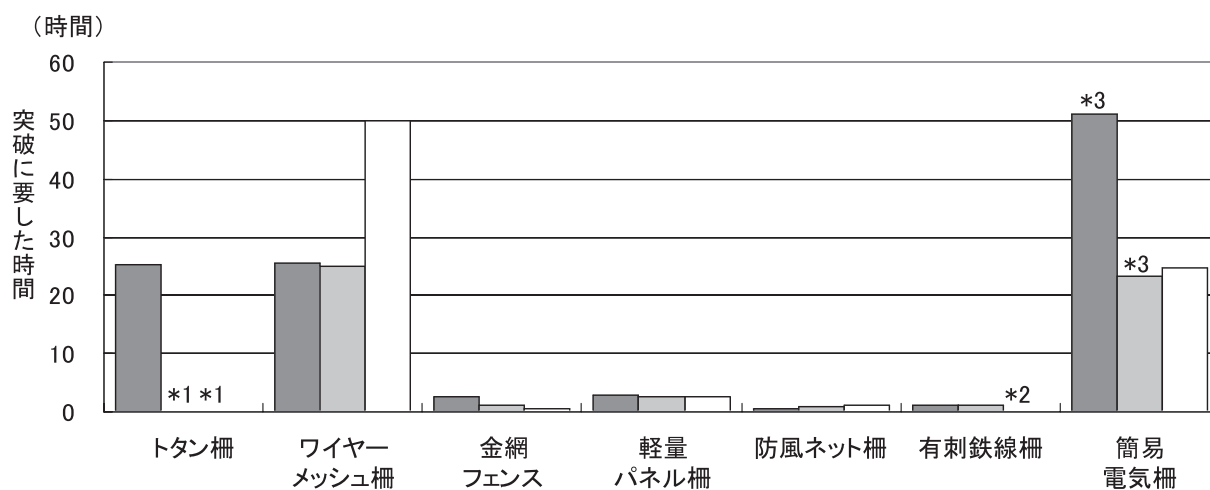


図3 イノシシが防護柵を突破するまでの時間 (■：成獣オス ■：成獣メス □：幼獣)

\*1 成獣オス突破時に柵が破損したため、成獣メスと幼獣の記録はなし。

\*2 幼獣の突破までの時間は5秒。\*3 成獣オス・メスは電気刺激のショックのため侵入した。

[ 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. 0854-76-3819 ]

## 18 システム立木幹材積表の開発

山口県農林総合技術センター 林業技術部

佐渡靖紀

### 研究の背景・ねらい

スギ・ヒノキ人工林の長伐期化が進んでいることから、間伐材の樹高・胸高直径も大きくなり、今後、丸太として利用される機会の増えることが予想されます。また、従来は利用せずに林内に残されていた切り株や梢端部分などの残渣も、地球温暖化防止に有効なカーボン・ニュートラルと呼ばれる特性を持つ森林バイオマス・エネルギー資源として利用することが期待されています。しかし、従来用いられてきた立木幹材積表には、樹幹の細り及び樹皮厚の情報がないため、立木の任意の地上高での皮内直径が不明であり、利用目的に応じた丸太の収穫量や残渣量を伐採前に予想することができませんでした。そこで、利用目的に応じて変化する丸太の収穫量と残渣量を、市販の表計算ソフトを用いて、伐採前に柔軟に予想できるシステムを開発しました。

### 成 果

材料は、山口県内の各地のスギ・ヒノキ人工林から、収穫予想表を作成するために収集したスギ 135 本（樹齢 27～87 年、形状比 47～114）、ヒノキ 173 本（樹齢 30～107 年、形状比 45～132）の樹幹解析データを用いました。樹種別に、皮内半径及び樹皮厚（片側）について、大きさや形状の異なる樹幹を比較できる相対幹曲線を当てはめ、樹幹の縦断面方向の平均的な形状を示す式を求めました（図 1、図 2）。

この式を X 軸中心に回転させ、任意の X 軸区間で体積を計算する式を表計算ソフト (Microsoft Excel) のワークシートに配置しました。本システムにスギ・ヒノキの皮付胸高直径と樹高を入力すれば、全幹材積（皮付及び皮内）と樹皮量の計算結果が自動的に表示されます。また、採材長を入力すれば、それぞれの丸太及び残渣ごとに同様の計算結果が表示されます。更に、木材市況価格を入力すれば、およその市場価格も表示されます（図 3）。

本システムによる推定値と測定値の差（推定残差）は、胸高直径では、スギ平均 0.18cm、ヒノキ平均 0.12cm でした。材積では、例えば樹高 28m で皮付き胸高直径 30cm の立木の場合、スギ  $0.00997\text{m}^3$  (1.2%)、ヒノキ  $0.00671\text{m}^3$  (0.8%) でした。

### 成果の活用

本システムは、従来の立木幹材積表と同様に単体で利用できるほか、より大きなシステムのサブシステムとしても活用できます。山口県では、森林バイオマスの低コスト安定供給システムの開発が進められており、その中で、より正確なバイオマス量の算出に活用されています。

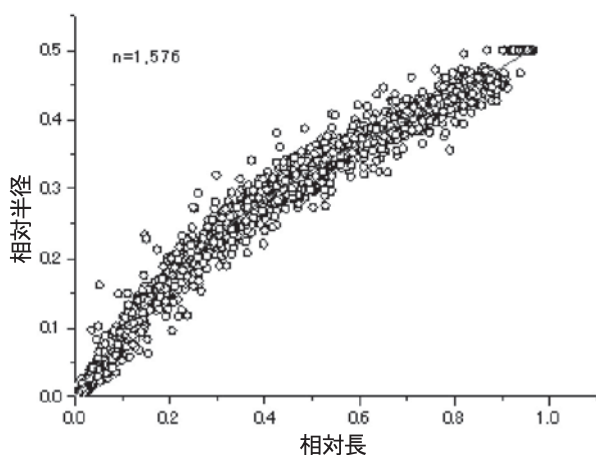


図1 相対幹曲線(スギ) DBH 基準

スギ:  $y = 1.03603x - 1.00693x^2 + 0.49170x^3$   
( $R^2 = 0.98038$ )

適用式: 3次多項式  $y = ax + bx^2 + cx^3$

x: 断面高1.2m以上の相対長、 $1 - (hi/H)$

y: 断面高1.2m以上の半径cm/皮付DBHcm

H: 樹高m

hi: 1.2m以上の任意の断面高m

a, b, c: yのxに対する回帰式を非線形最小二乗法により決定した回帰係数

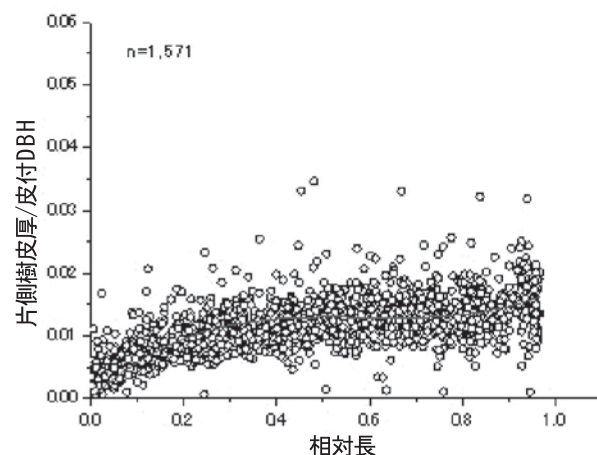


図2 相対長と片側樹皮厚/皮付DBHの関係(スギ)

スギ:  $y = 0.06831x - 0.11841x^2 + 0.06743x^3$   
( $R^2 = 0.46278$ )

適用式: 3次多項式  $y = ax + bx^2 + cx^3$

x: 断面高1.2m以上の相対長、 $1 - (hi/H)$

y: 断面高1.2m以上の片側樹皮厚cm/皮付DBHcm

H: 樹高m

hi: 1.2m以上の任意の断面高m

a, b, c: yのxに対する回帰式を非線形最小二乗法により決定した回帰係数

Microsoft Excel - やまぐち森林づくりシステム立木幹材積表101 林業山口版.xls													
E25 表1 やまぐち森林づくりシステム立木幹材積表Ver1.01 (山口県スギ・ヒノキ人工林)													
22	【計算例1】のセル内に入力すると計算結果が表示されます。												
23	皮付末口径10cm以上を採れ、地際の高が0.1m単位に及び積算部分は補正する場合												
24	樹種 スギ												
25	【参考】												
26	皮付DBHcm	59.8	(10~60cmの範囲、0.1cm単位に対応)										
27	樹高m	30.5	(15~39mの範囲、0.1m単位に対応)										
28			採材長 m	皮付末口 径 cm	幹材積 m³	樹皮量 m³	皮付幹材積 m³	樹皮率 %	フーベル求 積皮付幹 材積 m³	末口2乗法 皮付幹材 積 m³	単価 円 /m³	金額 円	金額 円
29	地際	0.4	61.3	0.11274	0.00013	0.11287	0.12						
30	1番玉	7.1	49.9	1.61686	0.00168	1.61855	0.10	1.72573	1.77041	38,800	62,800	68,692	-5,892
31	2番玉	3.1	45.8	0.52652	0.00058	0.52711	0.11	0.55791	0.65035	13,000	6,852	8,455	-1,602
32	3番玉	4.1	40.2	0.55929	0.00077	0.56006	0.14	0.59487	0.66121	9,000	5,041	5,951	-910
33	4番玉	4.1	33.4	0.40764	0.00076	0.40841	0.19	0.43611	0.45858	9,000	3,676	4,127	-452
34	5番玉	6.1	19.4	0.32394	0.00086	0.32481	0.27	0.33499	0.23057	15,000	4,872	3,459	1,414
35	6番玉												
36	7番玉												
37	8番玉												
38	9番玉												
39	10番玉												
40	積算	5.6	0.0	0.05457	0.00020	0.05477	0.37						
41	合計	30.5		3.60157	0.00500	3.60656	0.14	3.64961	3.77112		83,240	90,683	-7,443
42	全幹			3.60157	0.00500	3.60656	0.14						
43	丸太利用材積 m³, % 3.43892 95.35												
44	残滓量 m³, % 0.16764 4.65												
45	合計 m³, % 3.60656 100.00												
46	山口県森林ウェブサイト 市況表 山口県版別 第594回 平成19年7月11日												

図3 システム立木幹材積表の表示例

[ 問い合わせ先: 問い合わせ先: 山口県農林総合技術センター 林業技術部林業研究室 TEL. 083-928-0131 ]



## 19 BAP 処理で得られたクロマツ苗の マツ材線虫病抵抗性接種検定

香川県森林センター

坂本幸夫 横山 桂一郎

### 研究の背景・ねらい

現在、マツ材線虫病に対する抵抗性マツの供給体制の確立が急務となっています。しかし、採種園での抵抗性種子の生産量には限界があることや、豊凶の差が激しいことなど供給体制を確立する上で多くの問題を抱えています。こうした状況の中、サイトカイニン系の植物成長調整剤である6—ベンジルアミノプリン（BAP）で花序が原基段階にある時期にマツの頂芽を処理すると、本来は雄性花房となるものが花性転換して雌性花序となり、大量に球果が着生することが最近の研究でわかってきました。そこで、この現象を利用して抵抗性マツ種子の増産と安定供給が可能になるのではないかと考え、平成13年度に抵抗性クロマツをBAP処理したところ、雌性誘導に成功し、種子を平成15年度に採取することができました。その種子を平成16年3月に苗畑へ播種し、生育した3年生の苗木にマツノザイセンチュウを接種検定し、その健全率を調査しました。

### 成 果

接種検定にはシマバラ個体群の線虫を使いました。マイクロピペットで苗木1本あたり0.1mlのセンチュウ懸濁液（約1万頭）を平成18年6月21日に接種し、28週間後に苗木の健全率を調査しました。接種の状況は写真1、接種検定圃場の状況は写真2のとおりです。また、28週間後の家系別健全率の結果は表1のとおりです。BAP処理した抵抗性クロマツは、普通クロマツと比較して、全般的に高い健全率を示しています。また、BAP処理しなかった平成17年度と比較しても全般的に健全率が高かったと言えます。

### 成果の活用

松くい虫被害跡地を早期に回復させるためには、マツ材線虫病抵抗性マツ採種園より種子を採取し、育成された苗木を安定供給する必要があります。このBAP処理法は抵抗性マツの種子の増産につながる可能性はありますが、費用対効果など実用面で解決すべき問題がいくつか残されています。また、BAP処理クロマツのマツノザイセンチュウ接種決定で得られた健全率は、単年度の結果のみで判断すべきではないので、今後も調査を継続し、データの収集・分析に努めていきたいと思っています。

表 1 抵抗性クロマツ健全率

家系名	平成 1 8 年度健全率% (B A P 処理)	平成 1 7 年度健全率% (処理なし)
志摩 6 4	8 2. 5	8 0. 0
大分 8	7 7. 3	5 3. 6
大瀬戸 1 2	6 5. 0	4 1. 1
波方 7 3	7 9. 4	6 9. 7
津屋崎 5 0	8 1. 0	2 8. 2
小浜 3 0	5 2. 5	2 8. 9
小浜 2 4	8 3. 3	—
川内 2 9 0	4 5. 9	5 9. 4
普通クロマツ (対照区)	3 7. 5	3 3. 3

写真 1



マツノザイセンチュウの接種の状況

写真 2



マツノザイセンチュウ接種検定圃場の状況

[ 問い合わせ先：香川県森林センター TEL. 0877-77-2515]

## 20 放置モウソウチク林の表層土壌の乾燥

愛媛県林業技術センター

豊田信行

### 研究の背景・ねらい

モウソウチクのような大型の竹が拡大する実態やメカニズムは明らかになりつつありますが、侵入先のスギ・ヒノキを枯死させる以外に地域環境への悪影響も懸念されています。愛媛県松山市の石手川ダム上流域には広くモウソウチクが分布しており、「放置竹林の増加によって川の水が減った」という意見もありますが、科学的にはほとんど解明されていないことから、まず土壌の水湿状態の観測を行いました。

### 成 果

松山市青波町に、放置竹林（20年以上伐竹作業を放棄：9000本/ha）、管理竹林（毎年単木的に伐竹：伐竹後の立竹本数3500本/ha）、帯状伐採地（放置竹林を帯幅6mで伐採）の3つの調査区（表-1）を2005年3月に設置し、表層土壌水分[深さ5cm]を2005年5月から土壌水分センサー（DeltaT ML2X）で連続測定すると共に、採取円筒で土壌試料を採取し乾炉法で体積含水率を求めました。また、2006年12月に前述水分センサーを水平距離4m毎に表層土壌に垂直に差し込み、土壌水分の平面分布を測定しました。

乾炉法で求めた土壌体積含水率（図-1）は、t検定の結果3つの調査区には有意に差があり帯状伐採が最も湿潤であり、放置竹林が最も乾燥していました。土壌水分センサーで求めた経時変化（図-2）や、表層土壌水分の平面分布（図-3）も同様であり、竹林管理方法の違い（放置・管理・帯状伐採）により表層土壌の乾燥に差が生じていました。この理由として次の2つの原因が考えられます。1) 放置竹林の葉量に比べ、管理竹林や帯状伐採地の葉量は少なく、蒸散量は減少していたと推定されるため、これが表層土壌水分の増加につながった。2) 放置竹林で時々観察された雨水の不均一な浸透が、伐竹・搬出作業（＝地表面の堆積有機物のかく乱）により緩和された。放置竹林では表層土壌に撥水性が表れた期間があったと考えています。

### 成果の活用

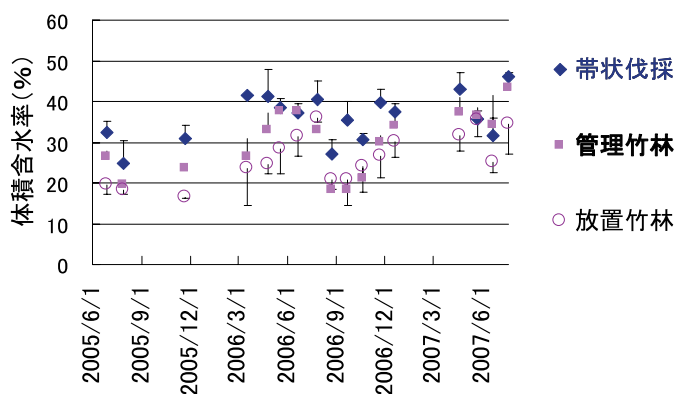
今後追跡調査等を実施することにより、竹林の管理方法について、資源循環利用と水源かん養の面から明確な結論を得た上で、行政と一体となって放置竹林対策を実施したいと考えています。

表－１ 調査地概要

調査区名	S m <sup>2</sup>	N/ha	BA m <sup>2</sup> /ha	DBH cm
放置竹林	400	9,281	75.5	10.0
管理竹林	206	4,508	30.4	9.2
帯状伐採地	235	8,753	67.3	10.1

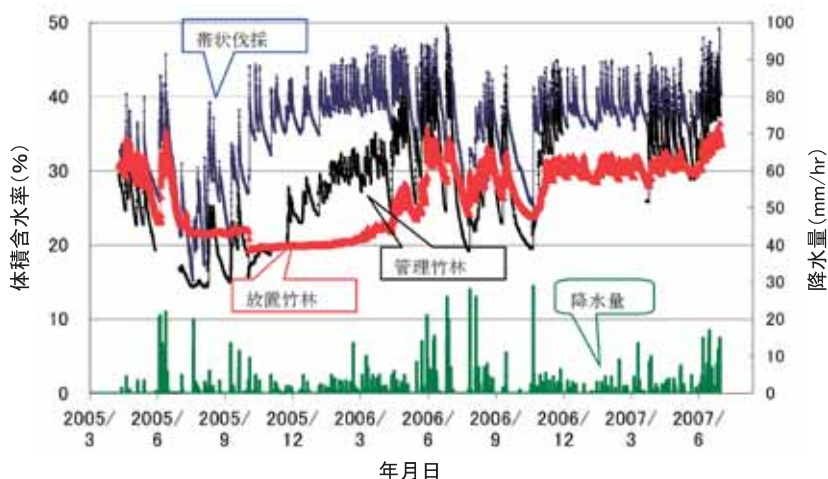
植生 モウソウチク 標高 530m  
 土壌型 BD(d) 表層地質 ホルンフェルス  
 斜面方位 NNW 平均傾斜 30°  
 施業歴 放置後15～20年以上(帯伐と放置林)  
 場所 松山市青波町

注1: 立木本数等は2005年3月の帯状伐採前  
 注2: 立木本数は、DBH5cm以上の個体数で計上  
 注3: 降水量は河中町の森林組合支所で測定



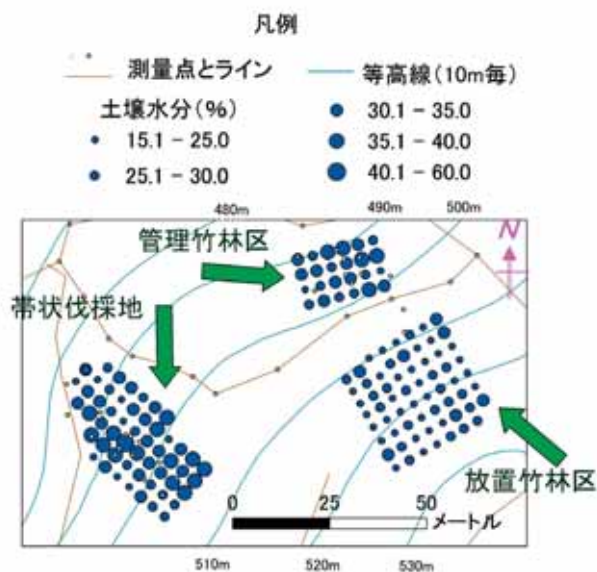
図－１ 乾炉法で求めた土壌水分の経時変化

記号；平均、エラーバー（上又は下）；標準偏差（片側）



図－２ 土壌水分センサーで求めた土壌水分の経時変化

年間降水量（５月～４月）  
 2005年 1,233mm  
 2006年 1,510mm



図－３ 調査地位置図と表層土壌水分の平面分布

2006年12月12日にML2Xで測定：深さ約4cm、  
 試験地全体は約2ha、その中に200～400m<sup>2</sup>の調査地を3つ設置

〔問い合わせ先：愛媛県林業技術センター 研究指導室 TEL. 0892-21-2266〕



## 21 放置竹林の現況と竹林管理が資源の質や量に与える影響

高知県立森林技術センター 森林経営課 藤本浩平

### 研究の背景・ねらい

近年、わが国における竹材の利用は、生活様式の変化や代替品の出現、海外からの安価な竹製品の輸入増などにより激減し、放置竹林が増加しています。その結果、竹林が拡大し、周辺人工林の成長阻害などの問題を引き起こしています。一方、竹は3～5年の周期で持続的再生が可能な大型のバイオマス資源であり、今後これを有効活用する上で、竹林管理が、その後の竹の質や量にどう影響するのかを検討しました。

### 成 果

#### 1. 放置されたモウソウチク林の現況

- 1) 立竹密度は3,525～11,575本/ha(平均約5,800本)で枯死率は10%前後であり、生立竹3,350～10,100本/ha(平均約5,200本)でした(図1)。
- 2) 胸高直径(地上高1.2mの直径)の頻度分布は二山型を示しました。5cm以下の竹は3年以内に枯死し、最多域は10～15cm、平均直径は12cmでした(図2)。

#### 2. モウソウチク林の資源量推定

- 1) 胸高直径と重量および材積の間には高い相関関係があり、胸高直径から重量および材積を推定できます(図3～4)。
- 2) 稈の含水率(湿量基準)は、3年生以上では季節にかかわらず40%前後ですが、1年生では伸長直後の6月に高く、9月以降は50%以下になります(図5)。

#### 3. 伐採後の新竹発生

- 1) 伐採本数などによる新竹発生本数に対する影響はみられませんでした。
- 2) 新竹の胸高直径は、伐採の翌年は親竹と同程度ですが、2年目は細くなる傾向がみられました(図6)。

#### 4. 適正な管理

竹材は一般的に3～5年生のものが利用されており、竹材生産林の伐採間隔は3年以内が適しています。管理されていない6,000本/haのモウソウチク林を3,000本程度に整理した後、3年間隔で伐採すると、25t/ha(乾重)、33m<sup>3</sup>/ha、993本/haの収穫が期待できます。

### 成果の活用

本研究の成果の一部を用いて一般向けの竹林管理マニュアルを作成し、県内の関係機関へ配布しました。また、森林技術センターホームページよりPDFファイルでダウンロードできるようにしました。

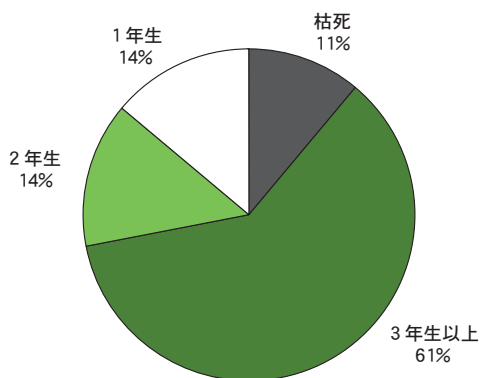


図1 放置竹林の齢構成

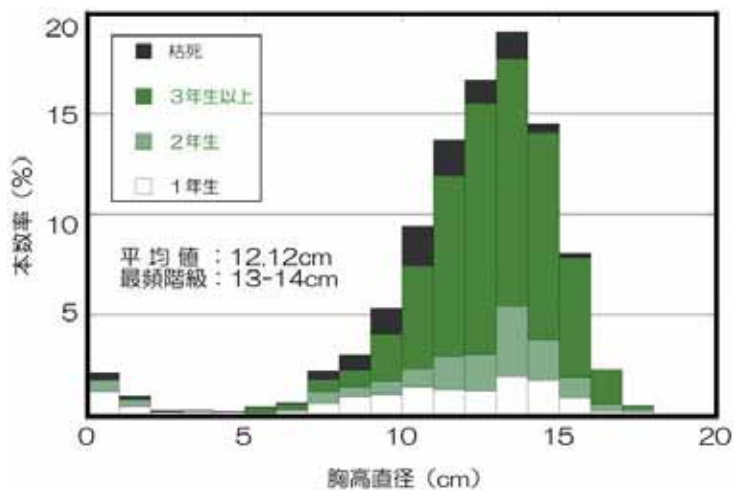


図2 放置竹林の胸高直径の頻度分布

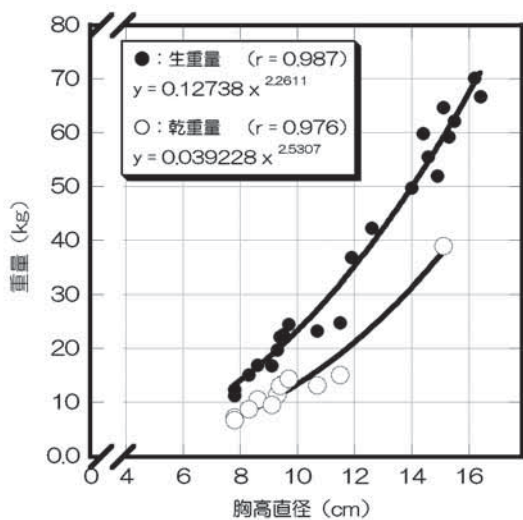


図3 胸高直径と重量の関係

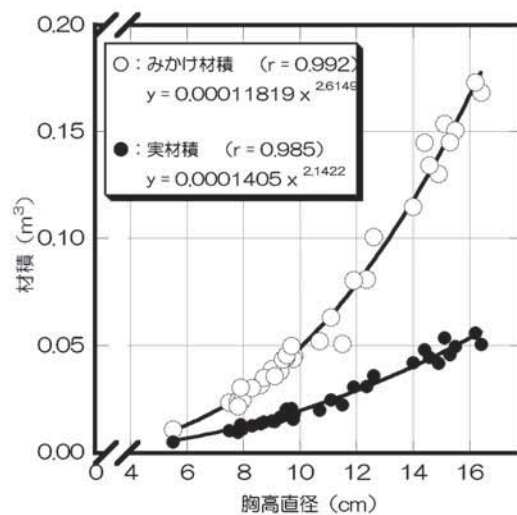


図4 胸高直径と材積の関係

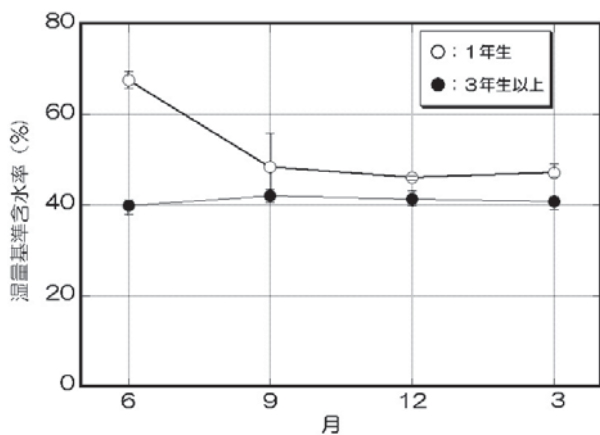


図5 モウソウチク稈部含水率の季節変化

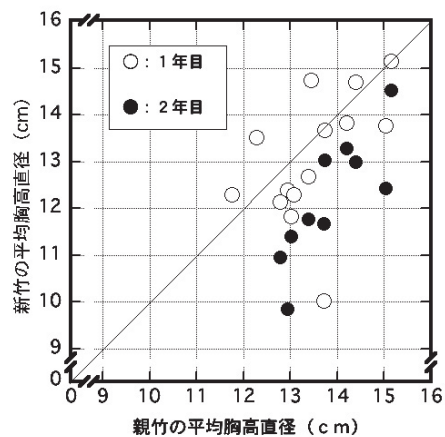


図6 親竹と新竹の胸高直径の関係

[ 問い合わせ先: 高知県立森林技術センター 森林経営課 TEL. 0887-52-5105 ]

## 22 緑化木等樹木の病害に対する防除薬剤の効率的適用化

福岡県森林林業技術センター研究部森林環境課  
福岡県水産林務部緑化推進課  
(社)福岡県樹芸組合連合会福岡県緑化センター

檜崎康二  
津田城栄  
小河誠司

### 研究の背景・ねらい

福岡県は緑化木の生産が盛んで、全国でも有数の生産県です。緑化木の生産や管理をする際の病害防除に農薬を使用しますが、「農薬取締法」の改正により病害及び植物種ごとに登録されたものしか使用できなくなりました。しかし、現在樹木病害に適用した農薬は非常に少ないため、緑化木の生産者や管理者は窮地にたたされています。そのため、平成15年度から農林水産研究高度化事業に参画し、既存農薬が広く樹木類に適用できるようにするための薬剤効果試験と薬害試験、および主要な街路樹であるホルトノキの萎黄病防除技術に関する研究を行いました。

### 成 果

#### ① 樹木病害に対する有効農薬の解明

県内の緑化樹で多くみられる病害に効果があると思われる農薬について薬剤効果試験と薬害試験を行いました。当県で6病害延べ13樹種について調査を行い、共同研究機関と協力して、樹種単位ではなく「樹木類」として一括し、農薬登録できるよう試験を計画し実施しました。写真1や図1のように、無処理の場合と薬剤散布した場合の葉の発病度合いを比較し、各農薬の効果を調べました。その結果、主な樹木病害6種に対して効果がある延べ27種の農薬が明らかとなりました(表1)。薬害については、当県実施分ではみられませんでした。他機関でカシ類のうどんこ病に対する農薬で薬害が一部確認されていますので、使用上の注意が必要と考えられます。

#### ② ホルトノキ萎黄病防除技術の確立

ホルトノキ萎黄病は病原微生物ファイトプラズマが原因の一つとされています。本研究ではアルカリ処理による簡易なDNA抽出法によってこれを検出し、罹病を確認する方法を開発しました(写真2)。

この病害の防除には、オキシテトラサイクリン(OTC)製剤の樹幹注入が用いられますが、本研究では樹幹注入後の薬剤の樹体内における濃度分布について、注入箇所数、剪定の有無別に調査しました。その結果、表2のとおり、3箇所注入木が定量限界以上のOTC濃度を示す枝の割合が高く、枝間のOTC濃度の標準偏差も低かったことから、樹体内に均等に薬剤を移行させるには注入箇所数が多い方が有利であることが示されました。また、剪定の有無を比較すると、剪定した方がより均等に薬剤が移行していたことから、薬剤の注入は毎年行われる街路樹の剪定の後に行うのが効果的であることが明らかとなりました。

### 成果の活用

薬剤効果試験の結果を製薬会社に提供し、農薬が樹木類へ適用できるよう登録要請を行っています。登録後は防除指針等により普及し、緑化木生産者の負担を軽減し苗木生産の安定化に役立てます。また、緑化木生産者や指導団体にも普及し、緑化木の適正な管理にも役立てていきます。

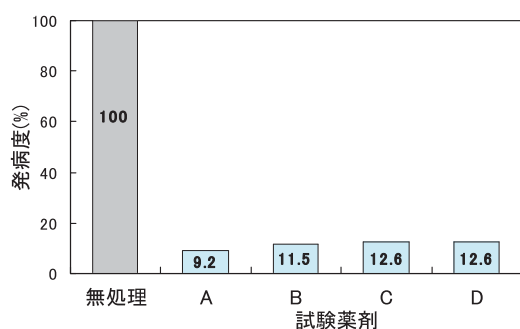


図1 病害に対する薬剤効果の一例  
ごま色斑点病（ベニカナメ）

表1 樹木病害に対する有効農薬

病害名	有効農薬数 <sup>※1</sup>
うどんこ病	5
ごま色斑点病	4
炭疽病	5
斑点症	7
カシ・ナラ類枝枯細菌病	4
赤星病 <sup>※2</sup>	2

※1：有効農薬数は、共同研究機関と合わせた数

※2：赤星病は、「樹木類」としてではなく、ボケのみを対象として適用



無処理枝



薬剤処理枝

写真1 薬剤効果試験の一例

表2 剪定の有無及び注入箇所数と OTC 濃度の関係

剪定の有無	注入箇所数	OTC が検出された枝の割合 (%)	枝間の OTC 濃度の標準偏差
剪定なし	1	59.3	24.3
"	2	55.6	15.9
"	3	72.2	11.5
剪定	2	66.7	12.7
"	3	77.8	4.4

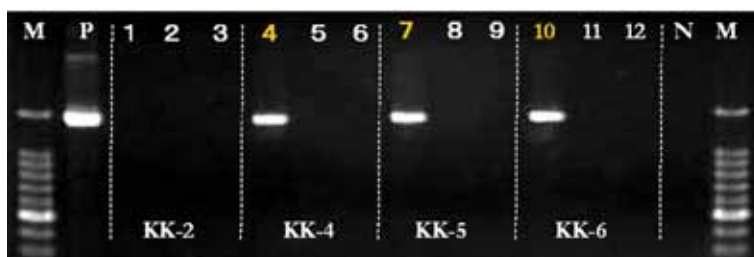


写真2 ファイトプラズマ 16S- rDNA の電気泳動像

レーン 4,7,10 が簡易抽出法により検出した DNA

P は、ポジティブコントロール  
N は、ネガティブコントロール  
M は、サイズマーカー

[ 問い合わせ先：福岡県森林林業技術センター 研究部 森林環境課 TEL. 0942-45-7983 ]



## 23 地域環境に配慮した切土法面の吹付緑化

鹿児島県森林技術総合センター 森林環境部

下園寿秋

### 研究の背景・ねらい

本県の治山・林道工事において、発生する法面を保護するための早期緑化は不可欠であり、外来の牧草種子を主体とする草本・木本類の種子を数種混合して吹付けています。

この結果、生態系への影響が問題となっており、現場からは、法面植生が単純かつ過密になることや周辺に自生する植物が法面へ侵入するのに時間がかかる等といったことが指摘されています。

このようなことから、地域環境に配慮した吹付方法を確立するため、林道切土法面の植生変化の把握や多いといわれている種子量を削減した吹付試験等を行い、従来工法と比較しました。

### 成 果

本県の林道数路線について、既設切土法面の植生調査を行った結果、どの路線でも、少なくとも施工後3年経過すると、侵入植物による法面被覆がみられました。中には、吹付種であるウィーピングラブグラスやトールフェスクが10年以上生育している法面もあり、特に乾燥しやすい法面では、ウィーピングラブグラスが長期間生育できると考えられました。

今回の植生調査や文献等から、本県の気候条件に適した緑化用樹種を43種選び(表1)、この中で県内に自生地があるヤマハギ類について種子採取コストを調査した結果、流通価格の8～10倍となり、県内に自生する在来植物の種子を法面緑化用として供給するためには、採取場所の確保等、解決すべき問題が多いと考えられました。

吹付ける種子量を3分の1程度に削減した吹付試験(写真1、2、図1)を行った結果、法面被覆率(%)は従来工法と大差がなく、十分な緑化が期待できると考えられました。また、種子全量を除外して基盤材等だけ吹付けても(種子なし吹付け)、周辺からの植物の侵入により順調に被覆されていました。

土壌に含まれる埋土種子を緑化に利用するため、治山・林道施工地の数カ所において、既存工法である客土吹付工により土壌を吹付けた試験も行い、従来の有機吹付工や客土吹付工と緑化の程度を比較しました。その結果、吹付種以外の植物により法面が繁茂するまで1年以上かかりました。さらに、センター内で吹付けに供した土壌の発芽試験を行い、発芽した種類と法面に発生した種類とを照合した結果、埋土種子由来の植物は、法面にはあまり発生していませんでした。今後は、埋土種子の多い土壌採取等施工方法の検討が必要と考えられました。

### 成果の活用

本県の森林土木事業では、環境省が指定している要注意外来生物であるトールフェスク、オーチャドグラス、チモシー、ウィーピングラブグラス、ペレニアルライグラス、イタリアンライグラス、イタチハギについて、平成18年9月1日から吹付緑化用種子として使用できなくなり、代わりに新しい吹付種とその種子配合量が決定されました。その際の決定根拠として、本研究成果が参考となりました。また、土壌に含まれる埋土種子を利用した吹付法については、その効果的な吹付け方法を確立するため、現在も引き続き試験を行っています。

表 1 選定した 43 種

番号	種名	和名	区分	形態	生育環境	先駆種	花期(星期)	その他
1	アオモジ	クスノキ	広葉樹	落葉小高木	暖帯～亜熱帯、日当たりの良い山野	○	3～4(9～10)	雌雄異株
2	アカメガシワ	トウダイグサ	広葉樹	落葉高木	暖帯～亜熱帯、日当たりの良い山野	○	6～7(9～10)	雌雄異株、根萌芽が多い
3	アカビ類	アケビ	広葉樹	落葉つる	暖帯、日当たりの良い山野、林縁		4～5(9～10)	アケビ、ミツバアケビ
4	アラカシ	ブナ	広葉樹	常緑高木	暖帯、山腹		3～4(10～11)	山麓に生える最も普通なカン
5	イヌビワ	クワ	広葉樹	落葉小高木	暖帯～亜熱帯、日当たりの良い山野		4～5(10～12)	雌雄異株
6	エゴノキ	ニレ	広葉樹	落葉高木	温帯～暖帯、日当たりの良い適潤地・溪畔・沿海地		4～5(8～9)	
7	エノキ	クワ	広葉樹	落葉高木	暖帯～亜熱帯、日当たりの良い山野	○	3～4(9～10)	雌雄異株、和紙の原料
8	カシノキ	クスノキ	広葉樹	落葉高木	暖帯、山腹		5～6(7～8)	雌雄異株
9	カナクギノキ	スイカズラ	広葉樹	落葉低木	暖帯～暖帯、日当たりの良い山野		3～4(9～10)	
10	ガマズミ	ミカン	広葉樹	落葉高木	暖帯～亜熱帯、日当たりの良い山野・林縁	○	5～6(9～11)	雌雄異株
11	カラスザンショウ	キブシ	広葉樹	落葉低木	暖帯～暖帯、日当たりの良い山野・林縁	○	7～8(9～10)	雌雄異株
12	クサギ	クマツヅラ	広葉樹	落葉小高木	暖帯～亜熱帯、日当たりの良い林縁・沿海地	○	3～4(7～10)	雌雄異株
13	クマノミズキ	ミズキ	広葉樹	落葉高木	温帯～暖帯、適潤な山腹	○	7～9(10～11)	
14	コフジツギ	フジツツギ	広葉樹	落葉低木	暖帯～亜熱帯、日当たりの良い草原・座		6～7(7～10)	
15	ゴンズイ	ミツバツツギ	広葉樹	落葉小高木	暖帯、日当たりの良いやや乾燥した林縁		6～9(10～11)	ウラボシフジツツギとの間に中間型がある。
16	シャリンバイ	ハラ	広葉樹	常緑低木	暖帯～亜熱帯、日当たりの良い沿海地		5～6(9～11)	
17	シロダモ	クスノキ	広葉樹	常緑高木	暖帯、山腹・適潤地		5～6(10～11)	
18	スダジイ	ブナ	広葉樹	常緑高木	暖帯、山腹		10～11(翌10～11)	雌雄異株
19	センダン	センダン	広葉樹	落葉高木	暖帯～亜熱帯、海岸近くの山腹		4～5(翌10～11)	別名イタジイ。暖帯の最重要樹種
20	タノキ	クスノキ	広葉樹	常緑高木	暖帯、山腹、沿海地に多い		5～6(10～11)	学校や公園に植栽
21	タラノキ	ウコギ	広葉樹	常緑高木	温帯～亜熱帯、日当たりの良い原野	○	4～5(7～8)	暖帯林の極相種
22	ツクシヤブツツギ	スイカズラ	広葉樹	落葉小高木	暖帯、日当たりの良い山野	○	8～9(9～10)	
23	ツブラジイ	ブナ	広葉樹	常緑高木	暖帯、山腹	○	4～5(10～11)	別名コジイ。暖帯の最重要樹種
24	ツルコウソ	クワ	広葉樹	落葉つる	暖帯～亜熱帯、日当たりの良い林縁	○	4～5(6～7)	雌雄異株
25	ナウシログミ	グミ	広葉樹	常緑低木	暖帯、沿海地の林縁		10～11(翌5～6)	
26	ニワトコ	スイカズラ	広葉樹	常緑低木	暖帯、林縁	○	3～5(6～8)	
27	ヌルデ	ウルシ	広葉樹	落葉小高木	温帯～亜熱帯、日当たりの良い山野	○	8～9(10～11)	雌雄異株
28	ネズミモチ	モクセイ	広葉樹	常緑小高木	暖帯～亜熱帯、山腹	○	6(10～12)	
29	ネムノキ	マメ	広葉樹	落葉高木	温帯～暖帯、日当たりの良い適潤地	○	6～8(10～11)	
30	ノリウツギ	ユキノシタ	広葉樹	常緑低木	温帯～暖帯、山腹・日当たりの良い山野	○	7～9(10～11)	温帯林の先駆種
31	ハクサンボク	スイカズラ	広葉樹	常緑低木	暖帯～亜熱帯、山腹、沿海地に多い	○	3～4(10～12)	
32	ハゼノキ	ウルシ	広葉樹	落葉高木	暖帯～亜熱帯、山野	○	5～6(9～10)	雌雄異株、栽培適？
33	ヒサカキ	ツバキ	広葉樹	常緑低木	暖帯～亜熱帯、山腹・日当たりの良い林内・林縁	○	3～4(10～11)	雌雄異株
34	ヒメコウツ	クワ	広葉樹	常緑高木	暖帯～亜熱帯、日当たりの良い山野・原野	○	4～5(6～7)	雌雄異株
35	マルバウツギ	ユキノシタ	広葉樹	常緑低木	暖帯、日当たりの良い林縁・山野	○	4～5(9～10)	
36	ムクノキ	ニレ	広葉樹	落葉高木	温帯下部～暖帯、山腹・日当たりの良い適潤地	○	3～4(10～11)	
37	ムベ	アケビ	広葉樹	常緑つる	暖帯～亜熱帯、沿海地の林内や林縁	○	4～5(10～11)	
38	ムラサキシキブ類	クマツヅラ	広葉樹	落葉低木	温帯～亜熱帯、山腹・日当たりの良い林内・林縁		6～8(10～11)	オオムラサキシキブ・ムラサキシキブ・ヤブムラサキ等
39	ヤマザクラ	バラ	広葉樹	落葉高木	温帯～暖帯、山腹・日当たりの良い山野		3～4(7～8)	
40	ヤマツツジ	ツツジ	広葉樹	落葉高木	温帯～暖帯、山腹・日当たりの良い山野・林縁		4～5(8～10)	
41	ヤマハギ類	マメ	広葉樹	落葉低木	温帯～暖帯、日当たりの良い山野	○	9～10(10～11)	ヤマハギ・ツクシハギ・マルバハギ等
42	ヤマハギ	ウルシ	広葉樹	落葉小高木	暖帯～亜熱帯、日当たりの良い山野	○	5～6(10～11)	雌雄異株

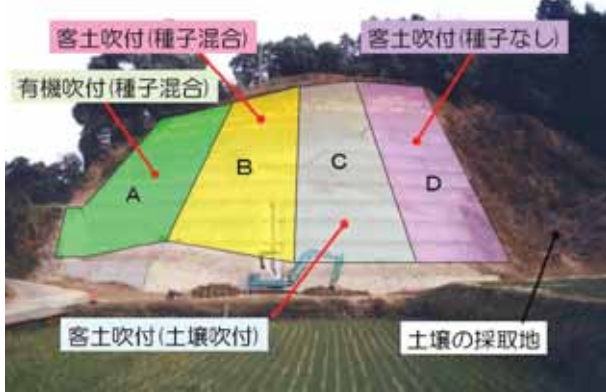


写真 1 治山施工地における吹付試験地



写真 2 吹付試験地の1年5ヶ月後の緑化状況

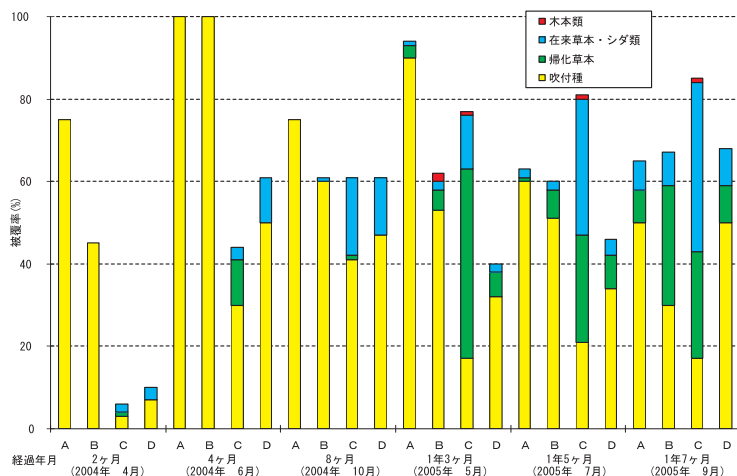


図 1 吹付試験地における処理区別法面被覆率の経年変化

A, B, C, Dの記号は写真1に同じ。

[ 問い合わせ先: 鹿児島県森林技術総合センター 森林環境部 TEL. 0995-52-0074 ]

## 24 菌根合成苗によるショウロ栽培試験

宮城県林業試験場

玉田克志

### 研究の背景・ねらい

ショウロは、海岸砂地でクロマツの根に菌根をつくる有用な食用菌根性きのこですが、近年、保育作業不足や松枯れ被害に起因する海岸林の荒廃によって、その発生量は激減しているとされています。これまで、ショウロの発生誘導・増産にあたっては、林地へのショウロ胞子懸濁液散布などの人工接種法が広く行われてきました。しかし、この方法では確実性や再現性が充分ではなく、未だ確固とした安定生産技術は確立されていません。このことから、今回、ショウロの安定的かつ継続的な生産・収穫を可能にし、地域の活性化と健全な森林の維持管理に寄与することを目的として、より確実かつ大量にショウロ菌根合成苗を作出する技術を開発するとともに、この苗を用いたショウロ栽培技術を開発しました。

### 成 果

液体培地を含浸させた軽石土等にショウロ菌を培養して、育苗ポット内の3年生クロマツ苗の根元に埋設することによって(写真1)、1年後、全ての苗でショウロによるとみられる菌根の形成が確認できました(表1)。これらの苗木(菌根合成苗と呼ぶ)はさらに1年間ポットで養生後、場内の海砂を盛土した試験地に直植したところ、3年目の春期に試験地内から合計10個のショウロ子実体の発生を確認しました(図1、写真2)。さらに、この試験地内の4本の菌根合成苗を現地海岸林に移植したところ、同年秋期にそのうちの2本の直下からショウロ子実体4個の発生を、翌年春期には全ての移植苗付近から合計15個の子実体発生を確認しました。以上のことから、ショウロについては、上記のような簡易な手法により野外における菌根合成苗の作出と、これによる現地での人工栽培が可能であることがわかりました。

併せて現在、より省力的で簡易かつ大量にショウロ菌根合成が可能な手法を試験しています。すなわち、無殺菌のバーミキュライトを用土として発芽直後のクロマツ稚苗を育成し、これに液体培地で培養したショウロ菌糸の懸濁液を接種して、菌根の形成状況を観察しました。その結果、8実験区のうち7実験区において、稚苗の根に菌根合成が確認できました(写真3)。さらに、これらを海砂を用土としてプランターに移植し、野外で馴化・育成したところ、1年4ヶ月後に2実験区から合計3つのショウロ子実体の発生を確認しました(写真4)。このことから、菌糸懸濁液接種による極めて省力的な方法によっても、菌根合成及び子実体発生が可能であることがわかりました。これらの苗についても海岸林に移植を行い、現在、子実体の発生を継続観察しています。

### 成果の活用

今回の試験で作出した菌根合成苗は、名取市閑上地区の海岸林内に植栽し、現地でのショウロ子実体の発生とその区域の拡大を観察しています。これらの植栽と観察にあたっては、同地区の海岸林を整備しながら、小中学生等への環境学習活動を行っている地域住民の団体「ゆりりん愛護会」の協力・支援を受けており、併せてこのショウロ栽培試験をとおして、海岸クロマツ林におけるショウロ等菌根性きのこの重要性や森林整備の必要性について、地域住民等に普及を図るとともに、ショウロ発生区域の拡大等のための落ち葉かきなど環境改善作業を、愛護会のイベントにより実施しています。



表 1 培地組成別の菌根形成量ごと苗木本数分布（単位：本）

実験区	培地の差違		菌根の形成量					
	培地基材	酵母エキス	—	I	II	III	IV	V
A	日向土	0.2%		1	3	2		
B	日向土	0.4%			3	1	1	1
C	軽石土	0.2%			1	2	3	
D	軽石土	0.4%			1		3	2

※培地は、所定の基材に液体培地（グルコース 2 %、酵母エキス所定濃度、乳酸 0.2%、NaOH で pH5.1 に調整）を含浸したもの。

※菌根の形成量は、—：菌根の形成無し、I：一部に低密度で菌根形成

II：散在して低密度で菌根形成、III：全体に低密度でもしくは一部に高密度で菌根形成

IV：全体に菌根があり一部は高密度で形成、V：広範囲に高密度の菌根が形成



写真 1 ショウロ培養菌糸の苗根元への埋設



写真 2 試験地から発生したショウロ子実体

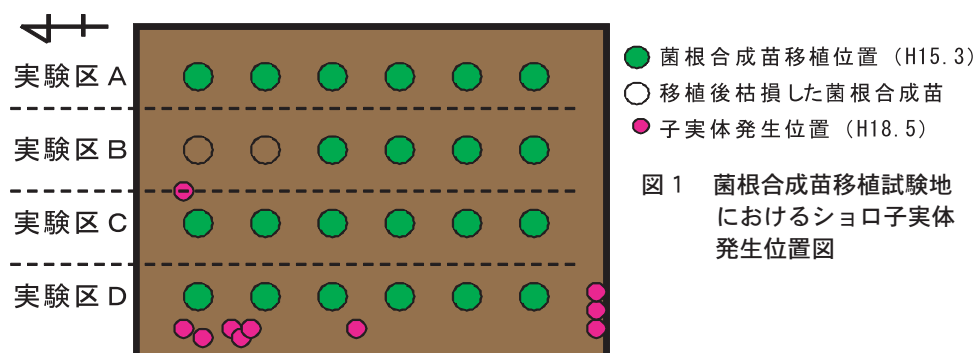


図 1 菌根合成苗移植試験地におけるショロ子実体発生位置図



写真 3 実生稚苗への菌糸懸濁液接種による菌根合成



写真 4 菌根合成実生稚苗からの子実体発生

〔問い合わせ先：宮城県林業試験場 研究開発部 TEL. 022-345-2816〕



## 25 独自に開発した専用容器によるマツタケ菌根苗の作出

茨城県林業技術センター きのこ特産部 小林久泰

### 研究の背景・ねらい

マツタケは非常に高値で取引されている菌根性きのこであるため、その人工栽培技術を確立することは中山間地域における収入源の確保、およびマツ林の整備促進に大いに貢献するものと考えられます。そこで、当センターでは、マツタケ菌を感染させたアカマツ苗（菌根苗）を作出し、これをアカマツ林に植え付けることでマツタケが発生する林を作る技術の開発を目指しています（図 1）。その一環として、まず菌根苗作出用の専用容器を考案し、それを用いてシロ様構造を有する菌根苗の作出に取り組みました。

### 成 果

菌根苗作出用にオートクレーブ滅菌が可能で、密閉性が高く、光をよく透し、繰り返し使用可能な容量 2,000cc のポリカーボネート製専用容器を開発しました。容器上方にはフィルターを設置し、無菌的な通気を確保しました。また、ねじ口で上下の容器を容易に分離でき、底部よりも開口部の方が直径が大きいため、菌根を形成させた土壌を崩さずに苗を取り出すことが可能です。この容器を用いて、土壌の種類と配合、水分量、接種条件を検討することで、マツタケの菌根が多量に形成されるとともに、野外のマツタケ発生地で見られるシロ（菌糸がまん延することで形成される白色を帯びた土壌塊）に類似した構造を有するアカマツ苗を作出することに成功しました（写真 1）。

この容器で作出した菌根苗をこれまでに 113 本アカマツ林地に植え付けました。このうち、1 年経過した苗を 8 本、2 年経過した苗を 2 本掘り出して、その根系を観察した結果、中央部分には白色の菌根の塊が見つかりました。これらについて、表面殺菌法により菌の分離を試みたところ、1 年を経過した 3 本の菌根苗で、白色菌糸の分離に成功しました。PCR-RFLP 法を用いて、この菌糸の DNA を当センターのマツタケ保存菌株の DNA と比較したところ、両者でバンドパターンが一致し、菌根から分離された菌糸がマツタケであることが示されました（写真 2）。

これらのことから、当センターが開発した手法で作出した菌根苗を野外に植え付けてもマツタケ菌糸が 1 年間は生存可能であることが明らかになりました。

### 成果の活用

植え付けた菌根苗を核として、現地にシロを形成・拡大させることができれば、マツタケ人工栽培の可能性が飛躍的に高まります。このため、これまでの成果をふまえ、今後さらに多くの菌根苗を作出して、マツタケ菌の現地定着を目指した研究を進めます。これまでに得られた成果は日本きのこ学会、日本森林学会関東支部大会等で発表するとともに、県の HP に掲載し、普及に努めています。



菌根苗の作成 → 植え付け → 環境管理による菌の定着と増殖 → きのこの発生

図1 菌根苗を用いたマツタケ人工栽培研究のアプローチ



写真1 専用容器で作出したマツタケ菌根苗

(a) 菌根苗。矢印はシロ様構造を示す。(b) シロ様構造の拡大写真。(c) シロ様構造より取り出した菌根。  
(d) 容器より取り出した菌根苗。

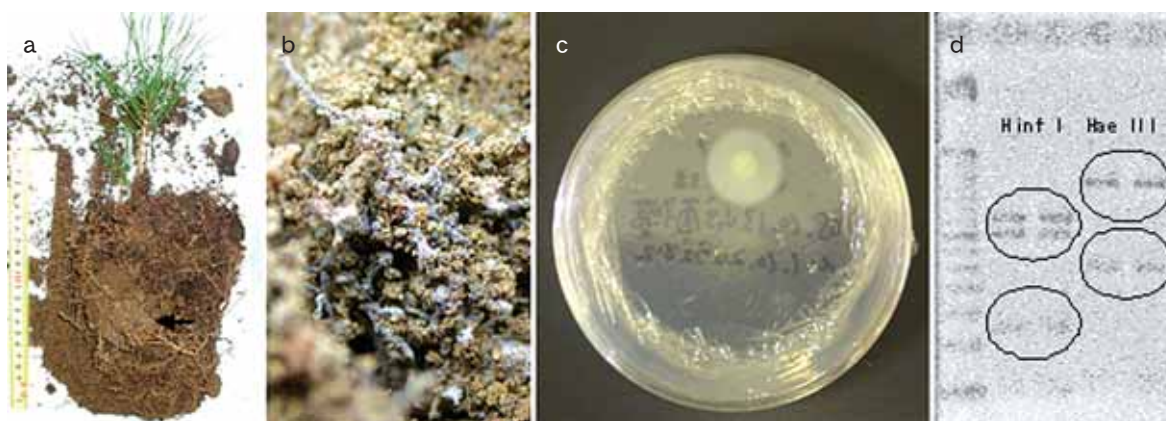


写真2 植え付け1年後掘り出した菌根苗の分析結果

(a) 掘り出した菌根苗。矢印は白色の菌根の塊を示す。(b) aの矢印が示す領域の拡大写真。(c) 菌根より分離された菌糸。  
(d) 分離菌糸とマツタケ培養菌糸のPCR-RFLP分析結果。Hinf IとHae IIIは分析に用いた制限酵素を示す。それぞれ、左がマツタケ培養菌糸で右が分離菌糸の分析結果を示す。

[ 問い合わせ先：茨城県林業技術センター きのこと特産部 TEL. 029-295-8070 ]

## 26 機能性を強化したきのこ成分育種－ヤマブシタケ－

長野県林業総合センター特産部

増野和彦

### 研究の背景・ねらい

きのこ生産は、供給過剰により市場単価が低迷しており、山村の中小規模の生産者にとって厳しい現状が続いています。そこで製品の高付加価値化を図るため、機能性を強化したきのこ成分育種を行いました。

ヤマブシタケ子実体（写真）には、神経成長因子（nerve growth factor, NGF）誘導促進物質の一つであるヘリセノン類（図1）が存在することが明らかにされています {Kawagishi, H. et al. (1991), Hericenones C, D and E, stimulators of nerve growth factor (NGF)-synthesis, from the mushroom *Herichium erinaceum*, Tetrahedron Lett, 32, 4561-4564}。さらに、臨床試験において、半年間乾燥ヤマブシタケを摂取することによって老年性認知症患者の病状改善が認められています {笠原浩一郎ら (2001), ヤマブシタケの高齢障害者への効用, 群馬医学別冊, 77-81}。

そこで本研究では、ヤマブシタケについてヘリセノン類の含有量の高い品種を育成するとともに、育成した品種に適した栽培技術の開発を行いました。

本研究は、独立行政法人森林総合研究所交付金プロジェクトⅠ「機能性を強化したきのこの成分育種及び栽培技術の開発」（平成16～18年度）の一環として、静岡大学農学部と共同して実施したものです。

### 成 果

#### (1) ヤマブシタケ栽培条件とヘリセノン類含有量の関係

系統、培地の栄養材、乾燥方法、発生ステージ、発生温度と子実体のヘリセノン類含有量の関係についてそれぞれ検討した結果、これらの条件の相違により、ヘリセノン類含有量に差が生じることを確認しました。

また、栽培条件によってヘリセノン類含有量は変化しますが、子実体の生産性を基準に開発した既往の栽培技術をヘリセノン類含有量評価の標準的な栽培方法として適用しても大きな問題のないことも確認しました。そこで、作出したヤマブシタケのヘリセノン類含有量を定量する際の標準的な栽培条件を確定しました。

#### (2) 交配による系統の作出と交配株のヘリセノン類含有量の定量

選定した野生株2系統について単孢子分離を行い、それぞれ一核菌糸体を取得しました。これらの一核菌糸体の交配により、各系統内の自殖系統を作出しました。

自殖系交配株について、(1)で検索した条件において栽培試験を行い、収量を調査するとともに、収穫した子実体についてヘリセノン類含有量を定量しました。

その結果（図2、3）、菌株名「Y6④-4」は、子実体中のヘリセノン類含有量がサンプル100g当り744.3mg有り、これまでの検討結果で最もヘリセノン類の多かった野生株の含有量サンプル100g当り199.1mgの3.7倍でした。また、この菌株は1ビン当り127gの収量があり、現在実用化して使用されている菌株と同等の収量性を持っていました。これらの結果から、交配株1系統を優良育種素材として選抜しました。

### 成果の活用

選抜した菌株は、優良育種素材として、新品種の開発に利用しています。





写真 ヤマブシタケのびん栽培

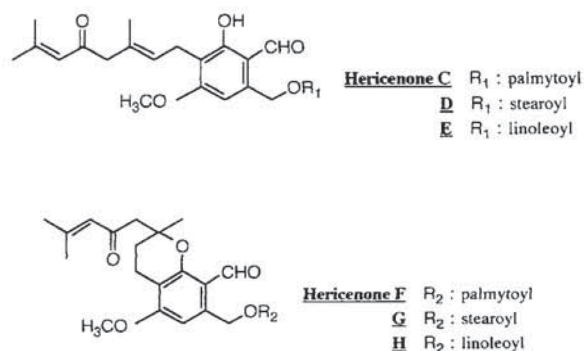


図1 ヘリセノン類の化学構造 (河岸ら)

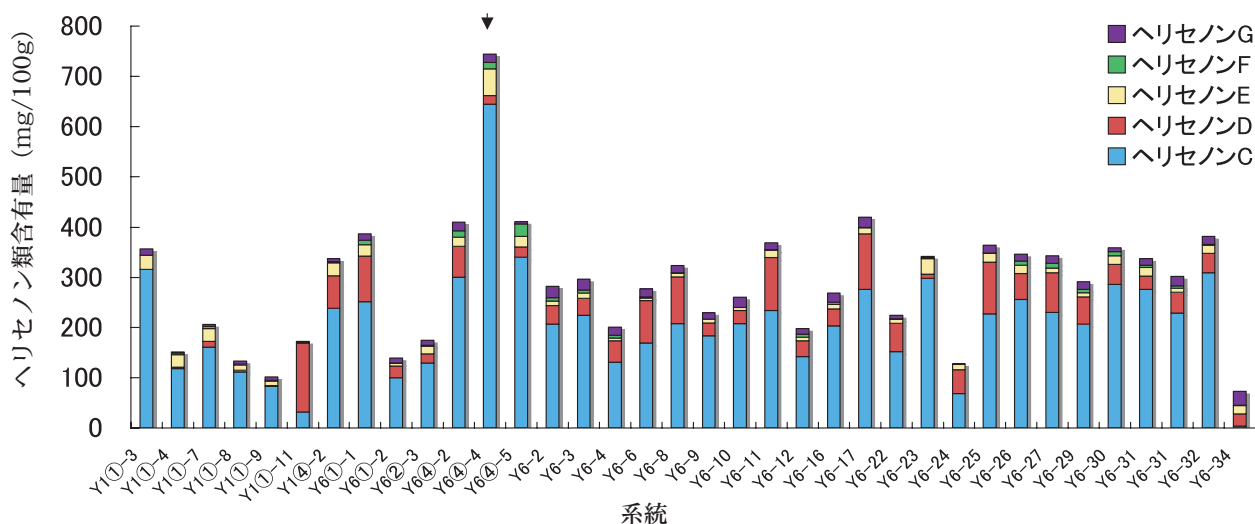


図2 ヤマブシタケ交配系のヘリセノン類含有量

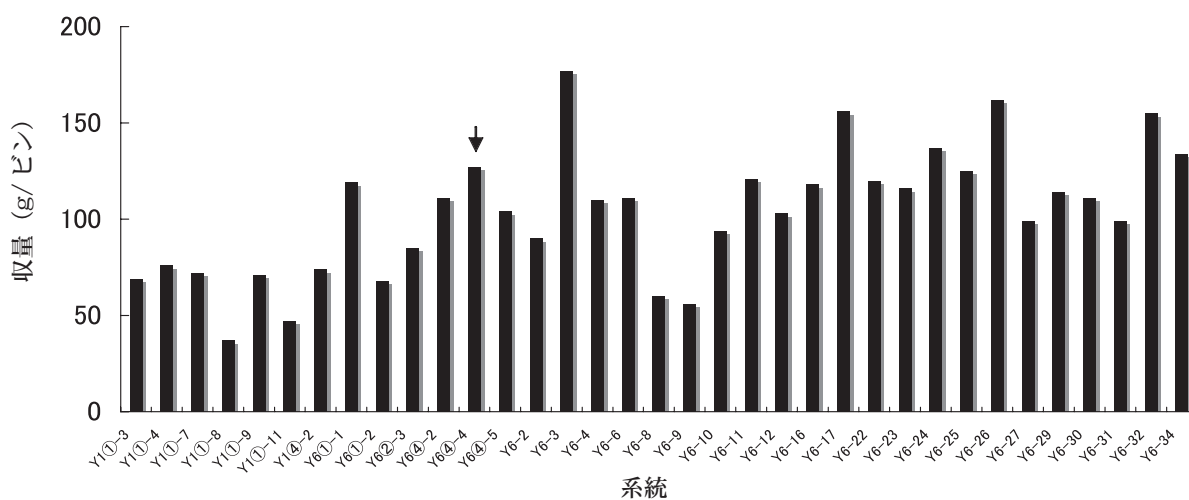


図3 ヤマブシタケ交配株の収量

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



## 27 施設栽培きのこの微生物被害の防除対策

山梨県森林総合研究所 資源利用研究部

柴田 尚・戸沢一宏

### 研究の背景・ねらい

きのこ施設栽培において生ずる各種の生育障害の内、主として微生物に由来すると思われる生育障害に対しては施設の洗浄をはじめとする衛生管理の徹底が必要とされてきました。しかし、その具体的な方法は必ずしも示されていません。そこで、微生物由来の生育障害を生態的に防除するための手法を確立することを目的として本試験を行いました。

### 成 果

菌床シイタケ、ヒラタケおよびエリンギ栽培施設内を井水により洗浄し、その前後に施設内糸状菌の量的変化を調査しました。菌床シイタケ接種室の面積は 35m<sup>2</sup>、発生室は 165m<sup>2</sup>、ヒラタケ接種室は 30m<sup>2</sup>、発生室は 130m<sup>2</sup>、エリンギ芽だし室は 66m<sup>2</sup> でした。調査は、施設内に 30 分間静置した PDA 平板培地上に落下した孢子から形成されたコロニー数を計測することにより行いました。菌床シイタケおよびヒラタケ施設では接種室および発生室で洗浄前後に調査を実施しました。エリンギ施設では芽だし室の反復洗浄と調査を実施しました。エリンギ栽培施設の洗浄は、17 日から 29 日の間隔で合計 4 回行い、糸状菌コロニー数は洗浄前日に計測しました。同時に綿かび病発生率も調査しました。

その結果、井水で栽培施設を反復洗浄することによって、いずれの施設においても内部の糸状菌は量的に減少することが明らかとなりました（表 1、表 2）。特に、エリンギ綿かび病の発生が見られた栽培施設では、反復洗浄によって病原菌のコロニー数がしだいに減少しました（表 2）。さらに、芽だし室において、エリンギ綿かび病菌を含む寒天平板上の全糸状菌コロニー数が 100 以下になった場合は、同病の被害率が 10% 以下に低下することが示され、反復洗浄の効果が実証されました（写真 1、図 1）。

### 成果の活用

成果は、次のホームページおよび普及誌で公表し、栽培者に対する現地指導を行っています。

山梨県森林総合研究所ホームページ 林業普及通信 N0.7（平成 19 年 8 月）

URL <http://www.pref.yamanashi.jp/barrier/html/shinsouken/images/79909656460.pdf>

林業やまなし No.186（平成 20 年 3 月）

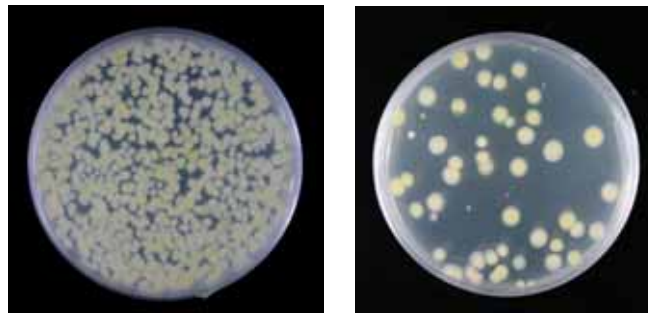


写真 1 エリンギ芽だし室の洗浄開始前（左写真 2006/12/6）と 4 回目洗浄後 4 週目（右写真 2007/3/13）の糸状菌コロニー数の変化（9cm シャーレ）

表 1 井水による栽培施設洗浄前後の糸状菌コロニー数の変化

調査施設	菌床シイタケ 接種室	菌床シイタケ 発生室	ヒラタケ 接種室	ヒラタケ 発生室
洗浄前	11.29 ± 2.56	19.78 ± 4.05	15.72 ± 4.52	277.02 ± 27.05
洗浄後	4.61 ± 1.08	5.34 ± 2.03	2.29 ± 0.60	28.83 ± 6.92
p 値	0.018	0.018	0.017	0.008
n	21	21	21	21

表中の数値は平均値±標準誤差  
洗浄前後の糸状菌コロニー数を Mann-Whitney test により比較した

表 2 井水によるエリンギ芽だし室の反復洗浄と室内糸状菌コロニー数の変動

調査年 / 月 / 日	2006/12/6	2006/12/22	2007/1/19	2007/2/13	2007/3/13
平均コロニー数	1969.2 ± 191.2a	143.2 ± 6.8b	1079.1 ± 124.6c	128.7 ± 21.5b	39.5 ± 10.2d
n	10	10	9	10	10

表中の同一行内で異なる英文字を付した数値は Kruskal-Wallis test による有意差あり (p<0.05)  
施設の洗浄は各調査日の翌日に実施した

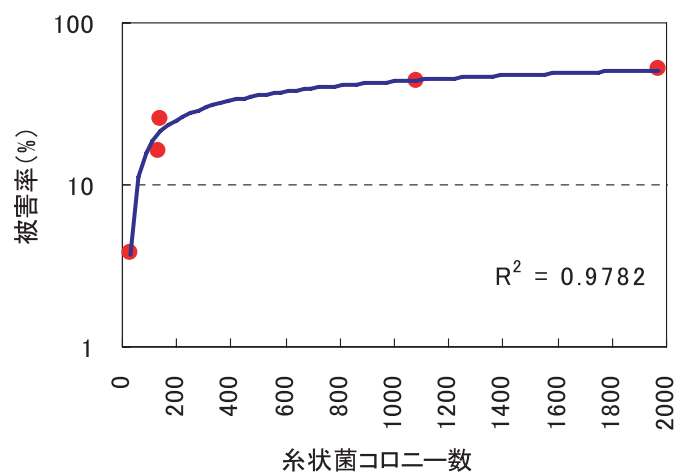


図 1 エリンギ芽だし室内の糸状菌コロニー数とエリンギ綿かび病被害率

[ 問い合わせ先：山梨県森林総合研究所 資源利用研究部 TEL. 0556-22-8001 ]

## 28 中国栗の品種登録について

岡山県林業試験場

阿部剛俊

### 研究の背景・ねらい

現在広く栽培されている日本栗品種は、剪定や施肥等の集約的な管理が必要で、多くの品種では20年生を超えると大きく生産量が落ち込みます。一方で、中国栗は、一般に日本栗に比べ経済樹齢が長い、胴枯病に強い、実の渋皮離れが良く甘い等の優れた特徴がありますが、クリタマバチの被害を受けやすいことから国内での栽培はほとんど行われてきませんでした。このような中、岡山県林業試験場内で育成してきた中国栗実生個体は、クリタマバチの加害をほとんど受けていないことから、実の形質や収量に優れた3個体（遼寧省産1個体、湖南省産2個体）を選抜し、品種登録と普及のための調査を行いました。

### 成 果

遼寧省産の個体を「岡山1号」、湖南省産の個体を「岡山2号」「岡山3号」とし（写真1・2・3）、利平グリと傍土360号を対照品種に用いて、国の定める品種登録に必要な調査を行い、併せて、普及に必要な果実の糖度や虫害率の調査、調理方法の検討等を行いました。実の写真を写真4に、調査結果を表1に示します。

実重量及び糖度：岡山1号は、傍土360号と同程度の大きさで、岡山2、3号は、かなり小粒です。また、糖度は3品種とも利平グリ、傍土360号よりも高く、特に、岡山2、3号は甘みに優れています。

実の虫害率：クリシギゾウムシ等の加害状況を調査したところ、3品種はいずれも利平グリ、傍土360号に比べ明らかに加害率が低く、虫害の少ない品種です。

クリタマバチに対する抵抗性：H16年度の目視調査では、隣接する日本栗が激甚な被害を受けたのに対し3品種の被害は軽微でした。H17・18年度の調査では、対照品種も含め被害は見られませんでした。

渋皮の剥きやすさ：3品種共渋皮離れに優れ、焼きグリにした場合10果を1分以内に剥皮できます。

調理方法：家庭で調理する場合、ホットプレートを用い、130℃で30分程度加熱することで、美味しく食べることができます。（130℃以上では破裂して危険です）

### 成果の活用

平成19年4月に県内栗産地の生産者に実物を示して特徴を説明したところ、栽培の希望がありました。現地での試験的栽培も視野に入れ、普及方法を検討中です。また、樹齢ごとの収量やクリタマバチ抵抗性の確認等、未整備のデータを補完するため、場内に接ぎ木個体による栗園を設け、調査中です。

### 知的財産取得状況

岡山1号、2号、3号について品種登録出願を行い、平成19年3月5日付けで受理されています。



写真1 岡山1号



写真2 岡山2号



写真3 岡山3号



写真4 各品種の実

表1 調査結果

品 種	産 地	樹 齢 (年)	収量 (kg/1本)		実重量 (g/1粒)		糖度 (度)		虫害率 (%)	成熟期
			H17	H18	H17	H18	H17	H18		
岡山1号	中国	23	3.99	12.59	15.69	12.08	30.1	27.3	1.7	10月中旬
岡山2号	中国	23	1.60	13.76	6.50	6.84	34.8	33.1	2.0	10月下旬
岡山3号	中国	23	9.38	29.59	5.71	5.91	34.0	36.4	0.3	10月下旬
利平グリ	中国×日本	37	4.37	11.55	19.88	23.25	26.2	20.6	4.6	10月上旬
傍土360号	中国	40	1.95	5.88	15.27	11.36	28.9	26.3	5.8	10月中旬

- 注1. H17年度は実成熟前の台風被害による凶作年、H18年度は豊作年である。  
 2. 樹齢は2006.12現在  
 3. 収量は1本当たりの健全果（虫食いや獣害のない実）重量  
 4. 実重量は健全果1果当たりの平均値  
 5. 糖度はH17年度は収穫後3℃で保存し、12/8に測定した3果平均値。H18年度は採取後4日以内に測定した5果平均値。  
 6. 虫害率はH18年度全果を目視により産卵痕、食害痕を調査した被害率。  
 7. 成熟期はH17年度調査での収穫始め（20%収穫した日）と収穫終り（100%収穫した日）の中央の日から判定。

〔問い合わせ先：岡山県林業試験場 業務部 TEL. 0868-38-3151〕



## 29 青色発光ダイオードはシイタケの発生を促進させるか？

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 阿部正範

### 研究の背景・ねらい

発光ダイオード(LED)は、蛍光灯と比べて①寿命が長い、②小型・軽量、③防水構造が容易、④単色光が得られる、⑤破損時の危険が少ない、などの特長があります。このような特長を有したLEDは、きのこ栽培における光環境の制御に有望であると考えられます。また、きのこの子実体原基の誘導には、青色光が有効とされています。そこで、菌床シイタケ栽培の低コスト化や収量の増加を図るために、青色LEDがシイタケの発生に及ぼす影響について検討しました。

### 成 果

培養30日目から90日目の菌の培養段階(以下培養段階)と、同91日目以降のきのこの発生段階(以下発生段階)の二期間に分けて、1日8時間連続で、培地に蛍光灯もしくは波長470nmの青色LEDを照射して、きのこの発生量を調査しました。培地上部への照射強度は、培養段階が $0.11\text{Wm}^{-2}$ 、発生段階が $0.05\text{Wm}^{-2}$ としました。

照射条件は、LL区：青色LEDのみ照射、FF区：蛍光灯のみ照射、LF区：培養段階は青色LED、発生段階は蛍光灯照射、FL区：培養段階は蛍光灯、発生段階は青色LED照射の4条件です。写真1は培養段階、写真2は発生段階での青色LED照射の様子です。

図1は、きのこの発生重量です。きのこの発生重量は、LF区が288.0gと最も多くなり、次いでFF区の264.1g、FL区の256.2g、LL区の254.4gとなりました。LF区はFF区、FL区、LL区に対してそれぞれ、危険率1%で有意差が認められました。図2は、市場価値が高いとされる、M(傘直径4cm)サイズ以上の発生個数です。LF区が8.0個と最も多くなり、次いでLL区、FL区、FF区となりました。また、LF区は、危険率1%でFF区に対して有意差が認められました。

きのこの発生重量とMサイズ以上の発生個数が最も多いのは、培養段階にLED、発生段階に蛍光灯を照射したLF区であることが分かりました。菌床シイタケの培養・発生ハウスの照明として、通常使用されている蛍光灯(FF区)と比べて、発生重量で9%、Mサイズ以上の発生個数で33%増加しました。このように、シイタケ発生量の促進に、青色LEDは有効であることが示されました。

### 成果の活用

徳島県では、LEDによる光産業の集積地を目指しています。そのため、本研究の成果は、LEDの農林水産分野への新たな利用として注目されています。

また、菌床シイタケ栽培施設の主要な照明装置である蛍光灯は、寿命が短い、散水等による漏電の恐れがある、などの欠点があります。青色LEDは、これらの欠点を解消でき、なおかつ収量の増加も期待できることから、シイタケ栽培施設の照明に適していると考えています。そのため、生産研修会やパネルを作成して成果の普及に努めています。



写真 1 培養段階での青色 LED の照射



写真 2 発生段階での青色 LED の照射状況

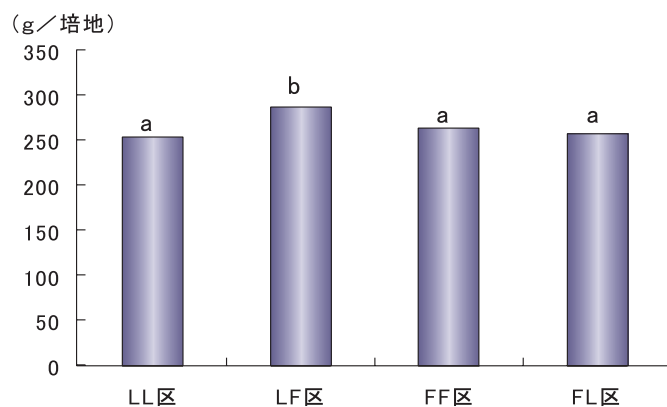


図 1 照射条件別の子実体発生重量  
異なるアルファベットは、有意差があることを示す

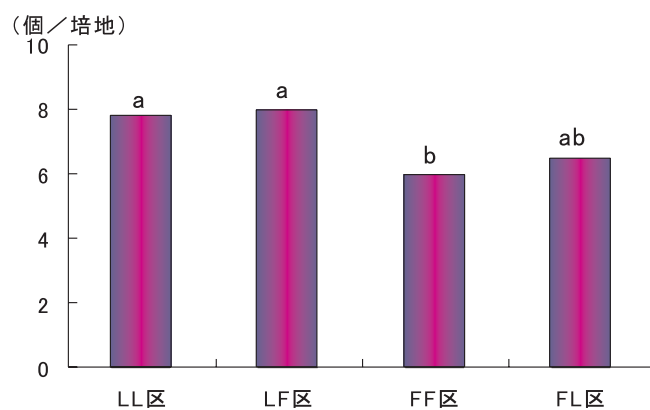


図 2 照射条件別の M サイズ以上の発生個数  
異なるアルファベットは、有意差があることを示す

[ 問い合わせ先：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 TEL. 088-632-4237 ]

## 30 ムキタケ菌床栽培技術の開発

佐賀県林業試験場 研究開発担当

永守直樹・蒲原邦行

### 研究の背景・ねらい

特用林産物の中で、きのこ類は重要な位置を占めていますが、実際に広く栽培化が図られているきのここと言えば、シイタケをはじめ、エノキタケ、ブナシメジ、マイタケなど、10種類程度に限られています。一方、最近は機能性・健康食品としてのきのこ類に注目が集まっており、消費嗜好の多様化も手伝って、新たな食用きのこの開発が求められています。

そこで、当場ではまだ一般に栽培化が図られていない有用な食用きのこの1つである「ムキタケ」について、菌床栽培技術の開発や食味が優れた菌株等の選抜を行いました。また、低コストで簡易な栽培方法として、外気温がムキタケの発生温度に適した温度まで低下する冬期に空調施設を用いずに発生させる簡易施設栽培技術の開発を行いました。

### 成 果

これまで、主に九州地区を中心に野生のムキタケ菌株の収集・保存を行ってきており、現在までに集めた菌株数は150菌株を超えています。これらの菌株を用いて、培養条件や発生条件の比較試験を実施し、空調施設を利用した菌床栽培技術の開発を行いました。まず、培地基材のブナオガ粉と栄養剤のコメヌカを容積比で10:3の割合で混合し、培地を作成します。次に、培地含水率を65%に調整した後、耐熱性のポリプロピレン製栽培袋に培地(1.5kg)を詰め、滅菌・接種後、23℃、相対湿度60%の培養室で90日間暗培養します。培養が終了した後、10℃、相対湿度90%以上、照度500ルクス程度の発生室で芽出・育成を行うと、接種から約130日程度で収穫することができます。

優良菌株の選抜については、当初は早く成長して収量が多い(培地重量あたりの収量が20%以上あることが目安)菌株選抜を行ってきましたが、野生株には苦味を持つ菌株も多かったため、実際に食べてみて苦味の感じられない食味優良菌株の選抜も行いました。また、現地試験栽培で問題となったトリコデルマ属菌に対して、強い耐性を持つ菌株も選抜することができました。

簡易施設栽培(写真1、2)については、食味優良菌株を主体に培養の終了した菌床を用いて、冬期(12月～3月)に無加温・無加湿(図1)のビニールハウス内で子実体を発生させたところ、空調施設を利用した場合に比べて10日間程度収穫時期が遅れる傾向にありましたが、培地重量あたりの収量が30%を超える良好な結果を示す菌株(図2のsps-13)を選抜することができました。

### 成果の活用

普及PR用の資料として、ムキタケ菌床栽培マニュアルとムキタケ料理レシピ集のパンフレットを作成しました(写真3)。また、県内の菌床きのこ生産者や林研グループ等を対象にムキタケの栽培技術研修会を開催しました。現在、一部の生産者が試験的にムキタケの菌床栽培に取り組まれておられます。簡易施設栽培についても、農林家の協力を得て、当試験場で培養した菌床を用いて山間地での現地実証試験に取り組んでいただいております。少量ではありますが、地元の直売所等での販売(写真4)も行っており、売れ行きは概ね好評とのことです。



写真1 ムキタケ簡易施設（ハウス）



写真2 ハウス内のムキタケ



写真3 レシピ集と栽培マニュアル



写真4 直売所での販売状況

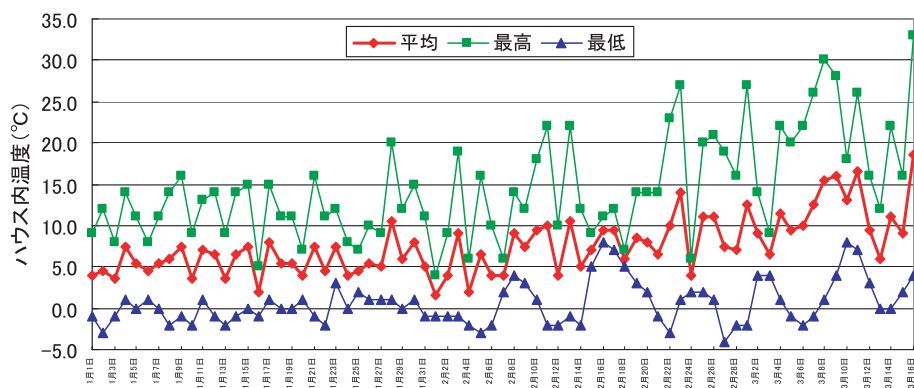


図1 簡易施設（ハウス）内温度推移（H17.1.1～3.16）

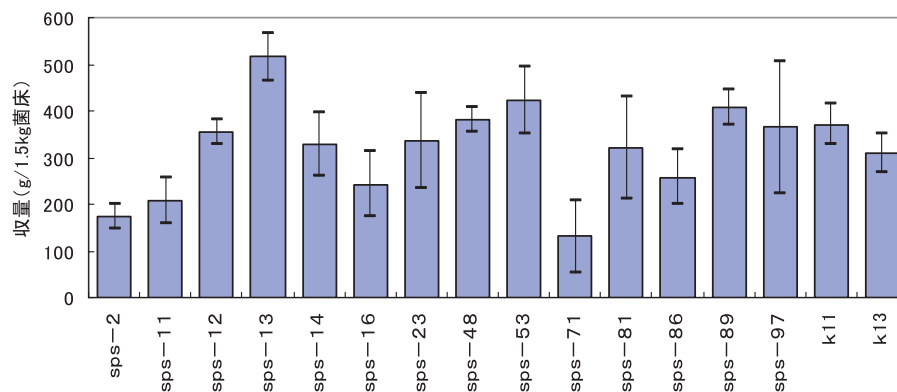


図2 簡易施設栽培試験結果（菌株別収量）

〔問い合わせ先：佐賀県林業試験場 研究開発担当 TEL. 0952-62-0054〕



## 31 シイタケの菌床栽培技術の改善

大分県農林水産研究センターきのこ研究所

有馬 忍・野上友美

### 研究の背景・ねらい

生シイタケは中国産の輸入急増による影響で、価格は低迷しましたが、近年は消費者の安全性に対する意識の高まりから、国産需要の増加が見込まれています。本県の生シイタケ生産は、日本一の生産量を誇る乾シイタケと同様に原木栽培が主流でしたが、作業性がよく、計画的な生産が可能な菌床栽培が徐々に増加してきました。本県のシイタケ菌床栽培は、培地基材として用いる広葉樹チップ（シイ・カシ）を県外に100%依存しているのが現状です。一方、県内には原木栽培用として植林され、伐採適期になったクヌギが豊富に蓄積されていますが、年間生長量の37%は利用されずに大径化しています。そこで、クヌギチップをシイタケの菌床栽培に利用するための栽培技術を改善する目的で研究を開始しました。

### 成 果

日田市森林組合は県内の木質系地域資源を有効利用する目的で、シイタケ菌床栽培用としてクヌギチップの製造、販売を検討しています。本試験では日田市森林組合が製造したクヌギチップ（対照区：四国産シイ・カシチップ）を用い、チップの種類以外は同じ条件で栽培試験を実施しました（表1）。栽培試験の結果は表2にまとめました。日田産クヌギ菌床からの総発生量は、森XR1号の100日培養で936～1,046g（写真1）、北研607号の120日培養で1,305～1,695g（写真2）でした。一方、シイ・カシの場合、森XR1号は1,125g、北研607号は960～1,391gとなり、北研607号は日田産クヌギ菌床からの総発生量が多い傾向が見られました。しかし、クヌギチップをビニール袋に入れた状態で5日間野外に放置したものを使用すると、北研607号の発生量は9～13%減少しました。また、1年間保管したシイ・カシチップからの発生量は、明らかに少ない結果になりました。

以上のことから、日田産のクヌギチップは、現在県内で使用されているシイ・カシチップと比較して、遜色ない発生を示すことが明らかになりました。また、チップの保管方法は、シイタケの発生量に影響を及ぼすことが示唆されました。

### 成果の活用

本研究の成果は生産者を対象にした研修会、きのこ研究所主催の研究発表会等で公表し、日田市森林組合が製造するクヌギチップを使用する生産者も見られるようになりました。

表 1 試験に供試したチップの履歴

試験番号	樹 種	伐 採	チップ化	菌床製造	備 考
18-1	クヌギ (日田産)	3 月	5 月	5 月	
18-2	シイ・カシ (四国産)			5 月	1 年間屋内で保管
18-3	クヌギ (日田産)	6 月	6 月	6 月	
18-4	クヌギ (日田産)	6 月	6 月	6 月	5 日間野外に放置
18-6	シイ・カシ (四国産)			7 月	1 ヶ月間屋内で保管
18-8	クヌギ (日田産)	8 月	8 月	8 月	
18-9	クヌギ (日田産)	8 月	8 月	8 月	5 日間野外に放置

表 2 試験区毎のシイタケ発生状況

試験番号	樹 種	品種	平 均 発生量 (g)	LM 級比 (%) <sup>1)</sup>	平均個重 (g)	収穫 日数 <sup>2)</sup>	試験個数
18-1	クヌギ (日田産)	XR1 号	— <sup>3)</sup>				
		607 号	1,695	32.5	19.4	208	17
18-3	クヌギ (日田産)	XR1 号	1,046	54.3	27.6	220	18
		607 号	1,377	28.5	19.4	203	19
18-8	クヌギ (日田産)	XR1 号	936	46.2	22.8	201	19
		607 号	1,305	28.8	19.4	190	20
18-4	クヌギ (野外放置)	XR1 号	960	78.3	38.2	217	20
		607 号	1,195	32.2	20.3	201	22
18-9	クヌギ (野外放置)	XR1 号	988	31.3	18.3	201	17
		607 号	1,192	28.5	18.7	190	20
18-2	シイ・カシ (四国産)	XR1 号	—				
		607 号	960	27.7	19.7	151	12
18-6	シイ・カシ (四国産)	XR1 号	1,125	85.5	38.8	198	5
		607 号	1,391	26.7	17.6	267	20

1) 中サイズ以上の比率 (L 級及び M 級の発生個数 / 全発生個数) × 100

2) 袋カットから最終収穫日までの日数

3) 未実施



写真 1 XR1 号の 1 回目の発生 (試験区 18-3)



写真 2 607 号の 6 回目の発生 (試験区 18-1)

[ 問い合わせ先 : 大分県農林水産研究センターきのこ研究所 TEL. 0974-22-4236 ]

## 32 焼酎粕を利用した菌床キノコ栽培技術の開発

宮崎県林業技術センター 特用林産部 新田 剛

### 研究の背景・ねらい

焼酎は、宮崎の食文化を代表し、『宮崎らしさ』を提供する酒類です。この焼酎製造時に副生する『焼酎粕』は、有機性の食品産業廃棄物であり、以前はその処理が課題とされてきました。しかし、現在では、アミノ酸等多くの有用成分が含まれていることがわかり、主に処理プラントによる飼料化を中心とした利用が行われています。また、その有用成分等の豊富さから、今後、更なる有効活用が期待されています。そこで、当センターでは、焼酎粕の有効活用を図ることを目的として、菌床キノコ栽培の培地材料としての適合性について検討しました。なお、本研究は、平成 17～18 年度「みやざき産業クラスター創出促進事業」（共同研究機関：雲海酒造株式会社、宮崎大学、宮崎県食品開発センター、宮崎県総合農業試験場、宮崎県林業技術センター）の一環として実施したものです。

### 成 果

木粉平板培地によるシイタケ（供試種菌株：北研 600 号）の菌糸成長量を比較しました（図 1）。標準培地（栄養体として米ヌカ使用）に対し、米ヌカを焼酎粕で一定割合ずつ置換して菌糸成長量を比較した結果、70%置換まで標準培地と同等かそれ以上の菌糸成長量を示し、焼酎粕の栄養体としての適合性が認められました。シイタケ以外にも 7 種類のキノコについて調査した結果、マイタケ、ナメコ等 5 種類のキノコについて同様の結果が得られました。

この結果を基にして、シイタケ（供試種菌株：北研 600 号）及びマイタケ（供試種菌株：森 51 号）について、実際の生産現場において実証栽培試験を行いました（写真 1）。シイタケについては、発生期間（約 180 日）に 6 回の発生操作を繰り返し、初回発生と合わせて計 7 回の収量を測定した結果、標準培地（フスマ、米ヌカ等使用）と比較して、フスマ代替区（フスマを焼酎粕に代替）において、約 12%の増収効果が認められました（図 2）。また、マイタケについては、標準培地（ビール粕、オカラ等使用）と比較して、ビール粕代替区（ビール粕を焼酎粕で代替）において約 6%の増収効果が認められました（図 3）。

更に、この実証栽培試験で得られたシイタケの子実体について、発生回毎に 17 種類のアミノ酸を分析しました。その結果、旨味成分の一つであるグルタミン酸は発生回数にともない低下する傾向が認められますが、焼酎粕を添加した試験区において高い数値を示す傾向にありました（図 4）。その他のアミノ酸についても同様な傾向にあり、このことは、培地に添加した焼酎粕の豊富なアミノ酸を子実体が吸収したものと考えられます。

なお、今回の焼酎粕は、雲海酒造株式会社にて産出された焼酎蒸留粕を固液分離し、得られた固形分（脱水ケーキ）より調整したものを使用しています。

### 成果の活用

シイタケ等菌床キノコの培地に焼酎粕を一定割合で混合することにより、子実体の収量増加や旨味成分に関与する成分が多く含まれるなど、経営改善効果や付加価値の高いキノコ栽培が可能になると期待されます。

シイタケについては、既に生産者への技術移転を行い、引き続き実用栽培試験を継続するとともに、実用化に向けて検討を行っています。今後は、シイタケ、マイタケ以外のキノコへの利用等についても検証し、技術移転を図りたいと考えています。

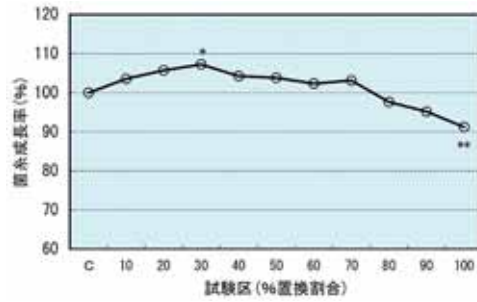


図1 焼酎粕添加培地によるシイタケの菌糸成長量の比較  
標準培地上での菌糸成長量に対し、「\*」は有意水準5%、「\*\*」は有意水準1%以下で有意差有りを示す。



写真1 実証栽培試験の状況（左：シイタケ、右：マイタケ）

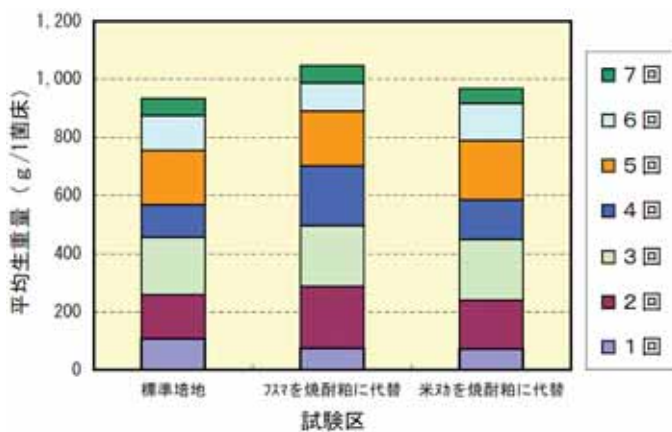


図2 シイタケの子実体収量の比較

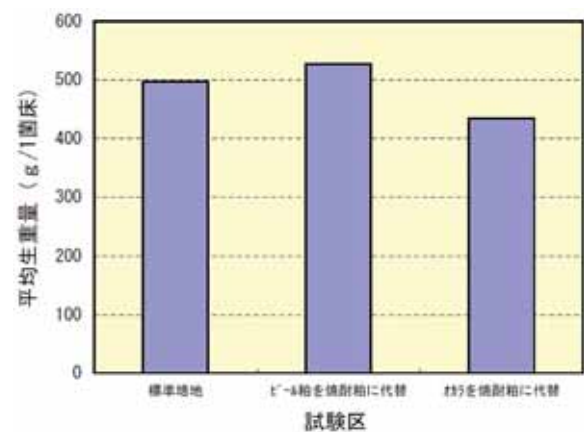


図3 マイタケの子実体収量の比較

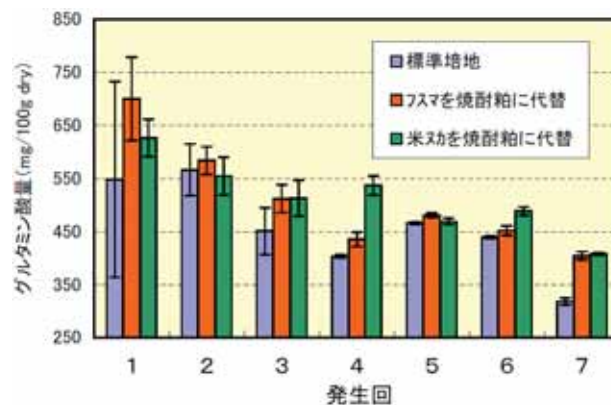


図4 シイタケ子実体のグルタミン酸量の発生回毎の推移

[ 問い合わせ先：宮崎県林業技術センター 特用林産部 TEL. 0982-66-2888 ]



## 33 わん曲集成材の用途と製造技術

北海道立林産試験場 技術部

八鍬明弘

### 研究の背景・ねらい

木製家具や木造住宅には通直な部材が多く使われていることから、曲率を持つ部材と組み合わせることで独特の意匠性を付与することができます。わん曲集成材に着目すると、これまでの製造方法では設備や作業時間、人員などの要因で、製品が高価になる上、量産に向いていないことから注文生産品などの用途に限られていました。

そこで、林産試験場では「平成 17 年度 JST シーズ育成試験」と、民間との共同研究による「平成 18 年度 JST 産学共同シーズイノベーション化事業顕在化ステージ」で、安価で安定供給を可能とする実用製造装置の開発を行うとともに、わん曲集成材の用途開発のために市場調査を実施しました。

### 成 果

集成材は、ラミナと呼ばれる板を数層接着剤で張り合わせています。わん曲集成材は、ラミナを曲げた状態で張り合わせて接着剤が固化することによって形状が保持されます（写真 1）。

そのためわん曲集成材の製造には、通直集成材には無いラミナを曲げるという工程が必要になります。また、木材用接着剤が硬化するまでの間、ラミナを曲げたまま一定の圧力を保つ必要がありますので、特殊な圧縮装置が必要になります。

これまで、わん曲集成材を効率よく製造するために様々な装置が開発されてきましたが、装置自体が高価であったためか普及していないようです。

林産試験場で考案した製造方法は、必要とするわん曲集成材の形状に対応する上下のフレームでラミナを挟み込むだけの動作が単純なものであり、試作した装置は部品点数が少なく安価にできあがりしました。これまでの装置と異なり、形状が異なる製品ごとに新たなフレームを用意しなければなりませんが、同一形状のものを量産するには最適な方法と考えています（写真 2、3、4）。

市場調査の結果、わん曲集成材には広い用途範囲でニーズが潜在しており、特にパーティションなどのインテリアや物置のような多目的ミニハウスなどのエクステリアに大変大きな市場があることが分かりました。

### 成果の活用

民間との共同研究「小断面わん曲集成材による小規模構造物の開発」を実施しており、多目的ミニハウスの製品化を検討中です（写真 5）。また、パーティション（写真 6）については特許出願準備中であり、共同研究によって製品化を検討している企業があります。

### 知的財産取得状況

特願 2006-299607 「湾曲集成材の製造方法およびその製造装置」



写真 1 わん曲集成材と通直集成材



写真 2 試作した装置（曲げ工程）



写真 3 試作した装置（圧縮中）



写真 4 試作した装置（取り外し）



写真 5 製品化を予定している多目的ミニハウス



写真 6 特許出願準備中のパーティション

〔問い合わせ先：北海道立林産試験場 技術部 加工科 TEL. 0166-75-4233〕

## 34 使用済み合板の再利用法の検討

北海道立林産試験場

技術部  
企画指導部古田直之・橋本裕之  
加藤幸浩

### 研究の背景・ねらい

使用済みコンクリート型枠用合板（以下、使用済み合板）は、接着剤が使用されていることや破碎してもチップの品質が悪いことなどの理由で、燃料チップやパーティクルボード原料の一部の利用に限られ、適当な再利用用途が少ないのが現状です。しかし、型枠用として利用できなくなった使用済み合板においても、面材料としての性能を十分保持している可能性があります。そこで、使用済み合板を破碎せずに合板の心板として再利用することを目的に、使用済み合板の接着性能や曲げ性能の劣化の程度を調査するとともに、再生合板を試作し、その性能を評価しました。

### 成 果

建設業者4社、廃棄物処理業者1社から厚さ12mmの使用済み合板を入手し、接着力（せん断強さ）及び曲げヤング係数を測定しました。使用済み合板のせん断強さは、新品合板よりやや低く、バラツキも大きくなりましたが、明らかな離が見られる合板や腐朽した合板を除けば再利用可能な接着性能を有すると考えられました（図1）。使用済み合板の曲げヤング係数は、表板の繊維とスパンの方向が0度方向のものでは、新品合板に比べ低下していましたが、90度方向のものではほとんど低下が見られませんでした（図2）。このことから、使用済み合板の表層部の単板は劣化しているものの、内層部の単板はほとんど劣化していないことが明らかになりました。

これらの結果を踏まえて、使用済み合板を用いた再生合板を試作しました。再生合板とは、使用済み合板の表裏面を研削してはぎ合わせを行い、この表裏面に単板を接着して新たな合板を製造したものです（図3）。合板のはぎ合わせ方法はバッドジョイントとスカーフジョイントの2種類としました（図4）。製造した再生合板は、合板のJASに規定される1類浸せきはく離試験を行った結果、心板と単板のはく離は見られず、接着には問題がないことが把握できました。厚さ約12.5mmの再生合板の曲げ強さは、バッドジョイントにより接合して製造したものは新品合板より低い値を示しましたが、スカーフジョイントにより接合したものは新品合板と同程度であることがわかりました（図5）。また、バッドジョイントにより接合して製造した再生合板について、合板のJASに準じて曲げ剛性試験を行った結果、曲げヤング係数の平均値は8.5GPaとなり、JASの基準を満たす性能が得られました。以上のことから、再生合板は型枠用合板として実用上問題なく使用できるものと考えられます。

製造コストについては、型枠工事業者が自社の工事で発生する使用済み合板を自社の敷地内で再生する事業を想定した試算を行いました。その結果、再生合板（12×600×1800mm）1枚あたりの製造コストは、年間処理量が23,000枚の規模では、新品合板よりも安価になると試算されました。

### 成果の活用

本研究成果の建設業者等への普及を図るため、各種の学会や北海道建設躯体工事業協同組合の懇談会等で情報を提供しています。今後も普及誌等を通じて成果を公表していく予定です。



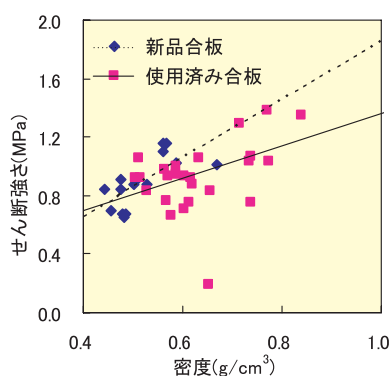


図1 使用済み合板の接着力

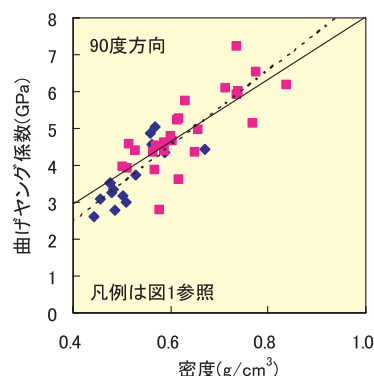
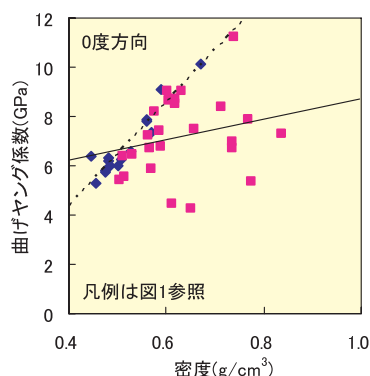


図2 使用済み合板の曲げヤング係数

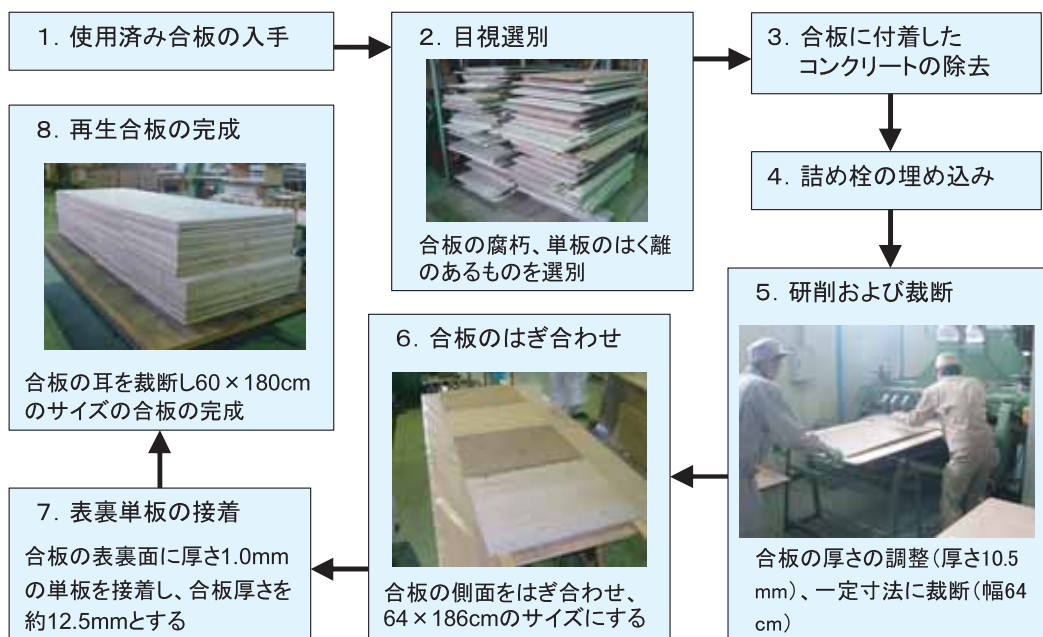


図3 再生合板の製造手順



図4 再生合板の接合法

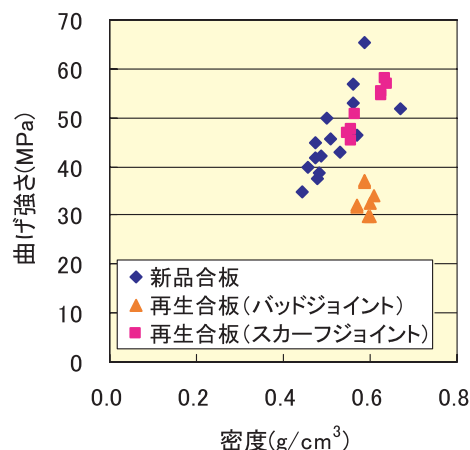


図5 再生合板の曲げ強さ

[ 問い合わせ先：北海道立林産試験場 技術部 TEL. 0166-75-4233 ]



## 35 高齢者向け木製玩具の開発

青森県農林総合研究センター 林業試験場 木材加工部 濱田 圭

### 研究の背景・ねらい

これからの高齢化社会に向けて、老後を楽しむ手段の1つとして玩具の有効性が認められていますが、現在販売されている玩具の殆どが子供向けであり、老人福祉施設からは高齢者向け玩具の必要性が訴えられています。また、木質玩具利用の副次的効果として認知症防止やリハビリ効果に加え、木の持つ癒しにより高齢者の健康維持への貢献が期待されます。そこで、高齢者の嗜好や身体機能の低下の程度に配慮した、遊ぶ楽しさを持つ高齢者向け玩具を開発しました。

### 成 果

#### 1. 事前の市場調査・高齢者福祉施設調査

玩具・福祉機器などの市場調査と高齢者施設での調査から、以下の点に配慮した一次試作品を製作しました。

- ・ひとつの玩具で数種類の遊びができる。
- ・難易度が調節できるようにする。
- ・適度な重さとバランス、支柱によるサポートを付け負担にならないようにする。
- ・短時間で遊べるものにする。

#### 2. 高齢者福祉施設でのモニター調査による改良

モニター調査から以下の改良が必要でした。

- ・ギャンブル的要素のあるものが好まれる。
- ・ルールの単純なものが好まれる。
- ・テーブルから落下しないような形状にするか、フェンスで囲う必要がある。
- ・ルール設定を見直す。
- ・さらに文字を大きくコントラストの強い配色にし、マークのデザインも分かり易いものにする。

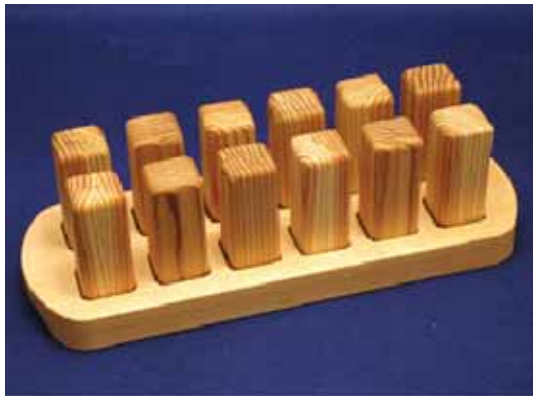
#### 3. モニター調査の結果をふまえた2次試作品の製作

- 1) シェイクベグ：ベグを振って同じ音のするものを探す、音の神経衰弱。
- 2) フリップボード：おはじきを弾いて入ったポケットの点数を競うゲーム。
- 3) シリトリキューブ：しりとりをしながら文字のキューブを並べるゲーム。
- 4) フリーメイズ2：ボールをゴールまで誘導する迷路ゲーム。
- 5) シーソー君：同じ重さのベグを探す重さの神経衰弱ゲーム。
- 6) ゆらゆらボード：ボードを揺らして入ったポケットの点数を競うゲーム。

### 成果の活用

企業ではシーソー君など3点について商品化の準備を進めています。

平成19年5月26日～27日にアピオ青森で開催された「あおもりグッドトイ展」に出展しました。



シェイクベグ



フリップボード



シリトリキューブ



フリーメイズ2



シーソー君



ゆらゆらボード

[ 問い合わせ先：青森県農林総合研究センター 林業試験場 木材加工部 TEL. 017-739-8551 ]

## 36 スギ平割積層材の開発

新潟県森林研究所 森林・林業技術課

岩崎昌一

### 研究の背景・ねらい

新潟県では成熟しつつあるスギ資源の活用方法の一つとして構造用集成材の製造を推進しています。構造用集成材は一般の製材に比べて寸法安定性が高く、強度性能が明確ですが、コスト高の問題があります。そこで、構造用集成材の製造コスト低減を主目的として、スギ平割材（集成材用ラミナの2倍程度の厚さの板材）を接着積層した平割積層材の開発を行いました。

### 成 果

平割積層材は厚さ 6cm 程度の板材を積層した構造材（写真 1）で、主に横架材として用いるものです。

#### (1) 製造経費

平割積層材の製造経費を構造用集成材および無垢乾燥平角材（KD 平角）と比較しました（図 1）。製材費や集成・仕上げ経費の縮減により、製造経費が構造用集成材の製造経費より約 2 割少ないことが確認されました。

#### (2) 強度性能

種々の断面構成の平割積層材の強度性能を推定するために、シミュレーションを行いました。これは、平割材の縦振動ヤング係数と曲げ強度、引張強度および縦圧縮強度の相関関係およびそれらの分布パラメータをもとにして、縦振動ヤング係数の乱数およびそれと相関のある各強度の乱数を発生させ、積層材の強度性能を推定するものです。一例として、縦振動ヤング係数  $9\text{kN/mm}^2$  をしきい値として、それ以上のものを外層に、それ未満のものを内層にした 4 層構成平割積層材（図 2）の曲げ強度のシミュレーション結果と実験結果を図 3 に示します。なお、シミュレーションプログラムは中村昇博士（秋田県立大学木材高度加工研究所）が開発したものを使用させて頂きました。

### 成果の活用

平成 19 年の集成材の日本農林規格の改正により、集成材用ラミナの厚さは 5cm 以下から 6cm 以下に変更されたため、今回開発した平割積層材は日本農林規格の構造用集成材としての扱いも可能になりました。

現在、平割積層材は地域交流センターなどの公共的建物で試験的に使用されています（写真 2）。



写真1 平割積層材（4層構成）

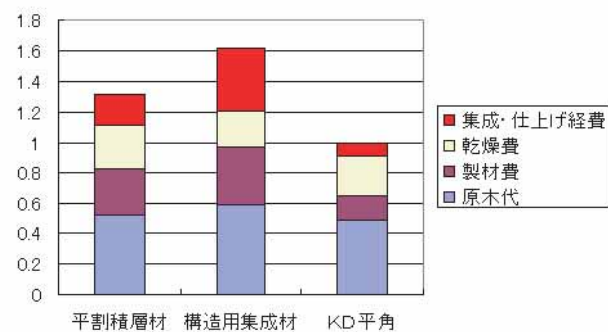


図1 製造経費の比較

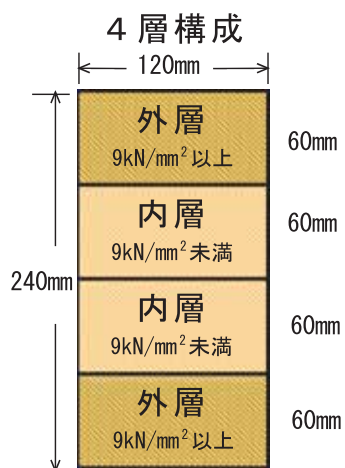


図2 平割積層材の断面構成例

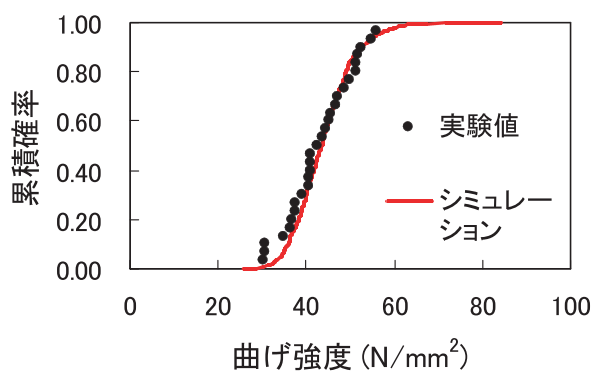


図3 曲げ強度のシミュレーション（4層構成）  
 (平割積層材外縁の応力が外層平割材の曲げ強度の0.8倍になると破壊するものと仮定)



写真2 公共的建物の構造材としての使用例



## 37 機能性フィルムを加熱転写したスギ内装材の開発

富山県林業技術センター 木材試験場 藤澤泰士

### 研究の背景・ねらい

富山県では、これまで電柱材利用を目的として、30～35年伐期のボカスギ林業が行われてきました。現在、その多くが45年以上に達していますが、電柱用途が失われていることから、それに代わる新たな製品開発、需要拡大により、山元地域へ利益を還元することが求められています。そのためには、地域の森林組合等が中心となって、構造材を供給することはもちろんのこと、付加価値を高めた内装材や造作材を開発、生産することが重要と考えられます。

本研究では、富山県森林組合連合会と共同して、任意の色調整が可能で、耐汚染性や調湿性を有する機能性フィルムを木材表面に加熱転写したスギ内装材の実用化に取り組みました。

なお、本研究は、H16-18先端技術を活用した農林水産研究高度化事業として実施しました。

### 成 果

- 1) 木材の持つ調湿機能を保持したまま、意匠性と表面機能性(耐汚染性等)を付与したスギ材用転写フィルムと、それを用いた高機能スギ内装材の製造技術を開発しました(図1, 図2, 表1)。スギ材表面のオゾン水酸化処理と併用することにより、特殊合板JAS-Wタイプ(一般壁面)を満足する性能が付与されます(図3)。
- 2) 開発したフィルム転写技術は、従来の塗装とは異なり、溶剤を使用しないことから、揮発性有機化合物(VOC)が原因と考えられるシックハウス症候群の問題はなく、作業環境を汚染することはありません。また、オゾン水も室内に放置するのみで、安全な水と酸素に分解します。環境保全が求められる山元地域の森林組合等における高付加価値内装材生産の事業化に貢献できます。
- 3) スギ材の辺・心材、節、黒心等による色バラツキを低減できる8色調のスギ内装材を試作しました(写真1)。これにより、低品質スギ材でも内装材として利用できるようになりました。
- 4) スギ材の調整から転写までの連続した試験生産を実施し、歩留まり90%以上の効率的な製造条件(生産速度10m/min)を明らかにしました。また、生産コスト(約1200円/m<sup>2</sup>:月産250m<sup>2</sup>の場合)を試算しました(表2)。

### 成果の活用

- 1) 富山県内の植物園、スポーツセンターなど5件の施設に施工しました(写真2)。
- 2) 平成19年度より富山県森林組合連合会で生産・販売を開始しました。

### 知的財産取得状況

藤澤泰士:特許第3198100号(1999)。

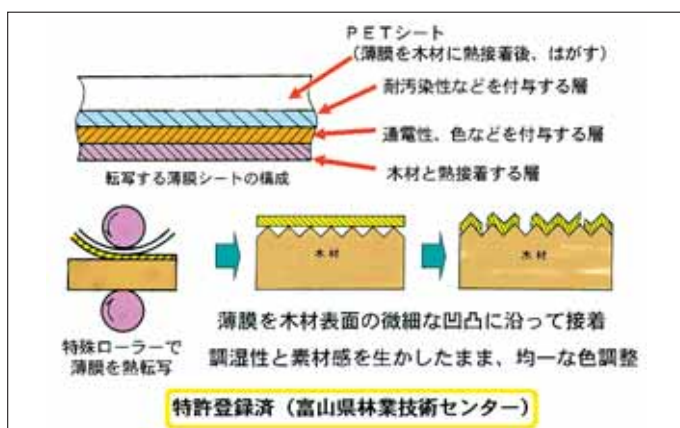


図1 開発したフィルム転写スギ内装材の特徴

表1 フィルム転写スギ材の耐汚染性<sup>1)</sup>

汚染材料	評価 <sup>2)</sup>	汚染材料	評価 <sup>2)</sup>
食用色素(0.01%)	○	くっクリーム(黒)	△
紅茶	○	クレヨン(黒)	△
コーヒー	○	クレヨン(赤)	△
しょうゆ	○	口紅	△
食用植物油	○	マーキングペン (油性黒)	×
マーガリン	○	ソース	○
トマトケチャップ	○	マヨネーズ	○

1) JIS K 5400 (耐汚染性の評価試験)

2) 評価区分 ○: 変化なし、△: 軽微な変化、×: 著しい変化

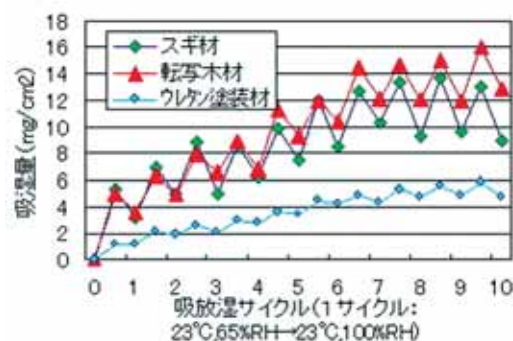


図2 フィルム転写スギ材の吸放湿性

表2 転写加工費と塗装加工費の比較

想定月産量 (m <sup>2</sup> )	転写費 (円/m <sup>2</sup> )	塗装費 (円/m <sup>2</sup> )	転写費/ 塗装費
50	3,041	1,639	1.856
250	1,188	1,165	1.019
500	956	1,106	0.865
1,000	840	1,077	0.781
2,000	783	1,062	0.737

\* 減価償却年数: 10年

\* スギ材: 寸法 105 × 15 × 4000mm

\* 薄膜ロス率: 2%

\* 薄膜転写設備費: 1390万円

\* 作業人員: 2名

\* 塗装: リボス塗料

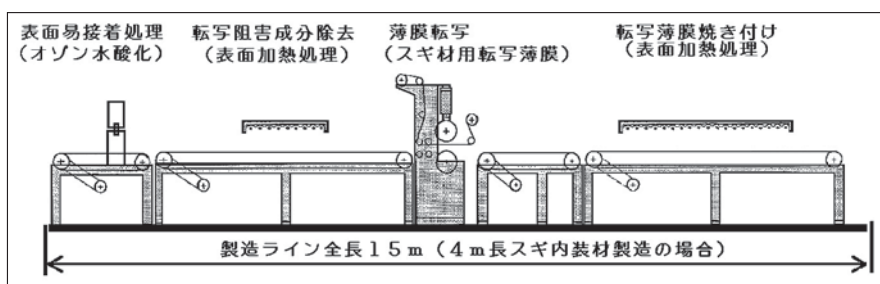


図3 フィルム転写スギ内装材の製造ライン



開発した加熱ロールプレス装置



写真1 調整した8配色のスギ内装材



写真2 フィルム転写スギ内装材の施工例  
(富山県小矢部市スポーツ施設)

[ 問い合わせ先: 富山県林業技術センター 木材試験場 TEL. 0766-56-2916 ]

## 38 設置後 20 年経過のカラマツ製遮音壁の現状と音響性能

長野県林業総合センター 木材部

柴田直明・吉野安里・橋爪丈夫

### 研究の背景・ねらい

長野県林業指導所(現 長野県林業総合センター)では、1980 年代半ばの大プロの一部として、日本道路公団(当時)が定めた遮音性能を満たすカラマツ製遮音壁を開発しました。そして、1985 年度末には、飯田 IC 南の中央自動車道沿いに、200 mに渡って試験施工をしました(写真 1 左参照)。

カラマツ製部材は矢羽型の断面を有する心持ち材で、防腐処理は P F 3 の加圧注入でした。この部材 5 本から、基本単位となる遮音板(図 1)を作製しました。そして、2 m 間隔で立てられた H 型鋼の下部にコンクリート製遮音板を 2～3 枚入れ、その上にこの遮音板を 5 枚ずつ落とし込みました。

この遮音壁については、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「木製道路施設の耐久設計・維持管理指針策定のための技術開発」(2004～2008 年度)の中で、各種の評価を進めています。

### 成 果

設置後 20 年を経過した木製部材は表面が灰褐色となり、材面には多くの割れが発生していました。また、一部には曲がりやねじれも生じていました。しかし、腐朽は局所的に軽微なものが認められる程度でした。2005 年の秋に 3 スパン分の遮音板 15 枚(木製部材で 75 本)を交換して持ち帰り(写真 1 右)、2006 年には(独)森林総合研究所及び工学院大学と共同で音響性能試験を実施しました。

音響透過損失の測定に当たっては、工学院大学工学部建築学科の 2 つの残響試験室(音源室と受音室)を用い、両室間の開口部(幅 2.7 × 高さ 3.6 m)に H 型鋼等で枠体を組み、その全面へ試験体(遮音板)を落とし込みました。比較対象には、新品のコンクリート製遮音板(90mm 厚)を用いました。

測定結果の概要を、表 1 に示します。隣室が透けて見えるような大きな隙間を油粘土でシールすると(写真 2 中央)、中日本高速道路(株)(旧 日本道路公団)が規定する遮音性能をクリアしました。すべての隙間をシールすると(写真 2 右)、遮音性能はさらに向上しました。

このことは、木製部材自体は十分な遮音性能を維持していたことを示しています。個々の木製部材に実(さね)加工をするなり接着重ね梁を使用するなりの隙間対策を講ずれば、木製でも十分な遮音性能を維持しつつ、長期の使用に耐え得るものと思われます。

なお、本試験時における木製部材間の隙間は、遮音板の取り外し時(写真 1 右)や試験室への設置時に吊り上げているため、施工現場に設置されていた状態よりも拡大していた可能性があります。

### 成果の活用

今回の試験結果は、木製遮音壁における隙間対策の重要性を示唆しています。また、木材を屋外で使用する場合でも、地面から十分に浮かせた状態で、日当たりや風通しのよい場所に設置すれば、20 年以上の利用が可能であり得ることを示すものでもあります。

これらの成果は、現在実施している上記事業のとりまとめの中で、木製遮音壁の構造設計や、木製ガードレールも含めた維持管理指針(例えば、設置適所の選定条件や草刈の必要性など)の作成時に、種々の角度から活用されることになっています。





写真1 設置後約20年経過したカラマツ製遮音壁（左）と試験用遮音板の取り外し（右）

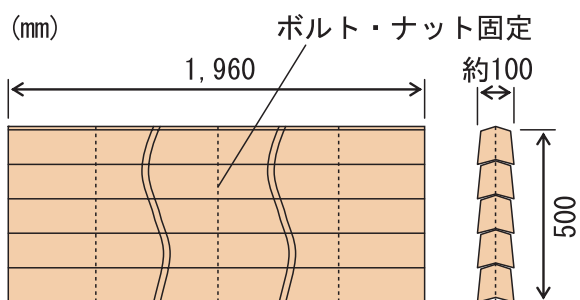


図1 カラマツ製部材5本からなる遮音板

表1 音響透過損失の測定結果（単位：dB）

遮音板とシール条件	400 Hz	1,000 Hz
20年経過のカラマツ製		
シールなし	21	24
大きな隙間のみシール	26	30
すべての隙間をシール	32	37
コンクリート製新品、シールなし	35	35
中日本高速道路 基準値	25 以上	30 以上



写真2 カラマツ製遮音板の音響透過損失の測定（音源室側から見た状態）

写真は、左側から「シールなし」「大きな隙間のみシール」「すべての隙間をシール」の状態

〔問い合わせ先：長野県林業総合センター 木材部 TEL. 0263-52-0600〕



## 39 木質ペレット小規模生産の低コスト化に関する研究

福井県総合グリーンセンター 野村 崇

### 研究の背景・ねらい

ある程度の規模以上を有する未利用木質バイオマスの利用方法には、木質ボード原料や熱エネルギー源として利用する方法などがありますが、小規模・分散的に発生する場合は経済的に成り立つ利用方法がほとんどないため、その多くが廃棄物として処理されています。しかし、近年の廃棄物処理や環境・エネルギー問題の高まりから、小規模・分散的な未利用木質バイオマスも有効利用していくことが必要となってきました。そこで、少量のバイオマスでも熱エネルギーとして効率よく経済的に利用できるよう、最小クラスのペレタイザー（30kg/h）を利用した木質ペレットの生産方法と、小規模生産であるがゆえに生じる製造コストの上昇を低減する方法について検討をおこないました。

### 成 果

廃棄物として問題となる根株や剪定枝等の様々な未利用木質バイオマスは、木部、パーク、枝葉など、樹木の様々な部位を含んでいます。それらを混合して原料とした場合でも、小型ペレタイザーでペレット成型することに成功しました（図1）。

次いで、表1に上げる諸数値とペレット発熱量の測定値を使用し、試作したペレットの製造コストとそれを暖房に利用した場合のコストについて検討をおこないました（表2）。また、木炭を混合したペレット（写真1）により、発熱量の上昇と必要なペレットの量を減らすことで最終的な暖房費が抑えられないかも検討しました。なお、使用したバイオマス原料の中で、これまで処理業者に委託して処理していたもの（根株・剪定枝）については、発生箇所ですべてに加工することで処理費がなくなると仮定し、その分はペレット製造コストの試算から差し引いて計算をおこなっています。

その結果、木部を主な原料にペレットを小規模生産する場合、混合する原料の種類などに工夫を加えることで、木部のみを原料とする場合と比較して、ある程度コストを低下させることができましたが、一般的な暖房用燃料である灯油と比べると割高となりました。また、大規模工場で生産された木質ペレットと比較した場合でも割高な結果となりました。しかしながら、近くに大規模ペレット工場がなく配送料（一般的な配送料 15 ～ 20 円 /kg）が大きくなる場合では、現地で小規模にペレット生産したほうが最終的なペレット暖房の費用が少なくてすむ可能性があることもわかりました。

### 成果の活用

この研究結果は、バイオマスタウン推進市町村など、地域での小規模ペレット利用を計画している方々への情報として活用していくことになっています。なお、詳しい研究の成果は、福井県総合グリーンセンター林業試験部業務報告（No. 44、45）に掲載しています。



図1 各種バイオマスからのペレット試作



写真1 木炭混合ペレット  
(試作ペレットの発熱量を増加させるため木炭を15%混合)

表1 試作ペレットの製造コスト試算に用いた項目

積算項目	使用値	積算項目	使用値
ペレット生産量	30kg/h	ペレット成形率	80～90%
耐用年数	10年	バイオマス粉碎費	1,000円/t
減価償却費	297,000円/年	原料乾燥費	251,600円/年
維持管理費	230,000円/年	スギ木部原料費	2,500円/t
ペレタイザー電気代	138,000円/年	根株原料費	－17,000円/t
人件費	2,000,000円/年	剪定枝原料費	－15,000円/t
稼働時間	8h/日	粉炭原料費	20,000円/t
年間稼働日数	250日		

表2 試作ペレットの製造コストと暖房コストの比較

試料番号	製造コスト (円/kg)	低位発熱量 (kcal/kg)	灯油1ℓ相当の 熱量を得るのに 必要なペレット 量(kg)	灯油1ℓ相当の 暖房をペレット でおこなった場 合のコスト(円)
スギ木部+根屑:根株破砕チップ (4:1混合)	48	4100	2.00	96
スギ木部+根屑:根株破砕チップ:粉炭 (68:17:15混合)	51	4400	1.86	95
スギ木部+根屑:剪定枝破砕チップ (4:1混合)	48	4100	2.00	96
スギ木部+根屑:剪定枝破砕チップ:粉炭 (68:17:15混合)	52	4400	1.86	97
スギ木部+根屑	53	4100	2.00	106
市販木部ペレット平均値	38*	4000	2.05	78
灯油	—	8200	—	76**

\* H 17 年ストーブ用小口販売の平均価格 \*\* H 18 年 12 月福井県内の平均価格

[ 問い合わせ先：福井県総合グリーンセンター 木材開発研究グループ TEL 0776 - 67 - 0002 ]

## 40 県産スギ残材の有効活用に関する研究

三重県科学技術振興センター 林業研究部

岸 久雄・中山伸吾

### 研究の背景・ねらい

木材は持続性可能資源として注目されていますが、製材や製品を製造したあとに発生する残材は、その形状からくる活用の難しさから、付加価値を持たせた利用は進んでいない状況にあります。また、三重県ではスギノアカネトラカミキリ被害材（アクリイ材）の販路が減少しており、この活路も切望されています。このような状況を踏まえ、スギ丸太から柱材を製材した後の小幅板の活用研究を行いました。特にアクリイ材の小幅板を使用した三層パネル（木材の繊維方向を合板のように直行させて貼合わせたパネル）やフラッシュパネルの強度特性を検討し、壁・床材への活用を模索しました。また住環境面も考慮し、スギ材や接着剤等から放散される揮発性有機化合物についても検討しました。

### 成 果

- 1 アクリイ材を使用したパネルを下地材に使用することを念頭に、小幅板の側面を無接着で構成する三層パネル製造法を検討し、この無接着方法で、小幅板から比較的容易に三層パネルが製造できることを明らかにしました。この側面無接着三層パネルのパネルせん断性能試験を行い、一般三層パネルとほぼ同等の性能を持つことも確認しました。

また、三層パネルを施工する場合、もっと容易に持ち運びができないかとの要望があったことから、そのパネルの軽量化を図る目的で、芯材部が空洞の構造を持つフラッシュパネルについても検討し、良好な壁パネルになることも明らかにしました（写真1、表1）。

- 2 三重県産スギ材から放散される揮発性有機化合物（VOC）は、そのほとんどがセスキテルペンで、なかでも $\delta$ -カジネンがもっとも多く、ホルムアルデヒドも微量に放散されることを把握しました。このホルムアルデヒドを木材は吸脱着すると考えられ、その吸脱着量の変化がどのようになるかを5樹種を対象にして調べました。どの樹種もホルムアルデヒドをかなり吸着するものの、その再放出試験結果の脱着量は少なく、木材中にホルムアルデヒドがかなり保持されることを確認しました（図1）。このように、スギ材や接着剤の揮発性有機化合物の放散性能把握を行い、人に優しいパネルの加工方法を確立しました。

また、塗装方法についても検討しましたが、スギ集成加工材による実大塗装ドアを使用した大型チャンバーによる揮発性有機化合物の放散測定から、下地塗料の十分な乾燥などを行えば、厚生労働省の指針値と比較して、環境に優しい塗装が可能であることを明らかにしました（写真2）。

### 成果の活用

地元民間業者や地元森林組合と共同研究等を実施し、アクリイ材やスギ材の活用普及を目指しています。現状では、小幅板活用パネルの実用化には至っていませんが、本研究の成果を基本にして、アクリイ材も使用可能な木製防護柵への応用が試みられています（写真3）。また、住環境に優しい建具等も地元民間業者と共同で試作しています。



写真1 パネルのせん断試験



写真2 スギドアのVOC測定

表1 パネルのせん断試験結果

試験体	降伏耐力 (kN/0.92m)	終局耐力 (kN/0.92m)	最大耐力 (kN/0.92m)	1/120rad. 時 の耐力 (kN/0.92m)	構造特性 係数	参考 (壁倍率)
枠材のみ	1.40	1.97	2.3	1.00	0.742	0
一般三層パネル	8.90	14.95	17.9	10.81	0.401	4.0
側面無接着三層 パネル	9.83	15.60	19.5	10.35	0.467	4.0
フラッシュパネル	8.62	14.08	14.6	8.20	0.390	4.0

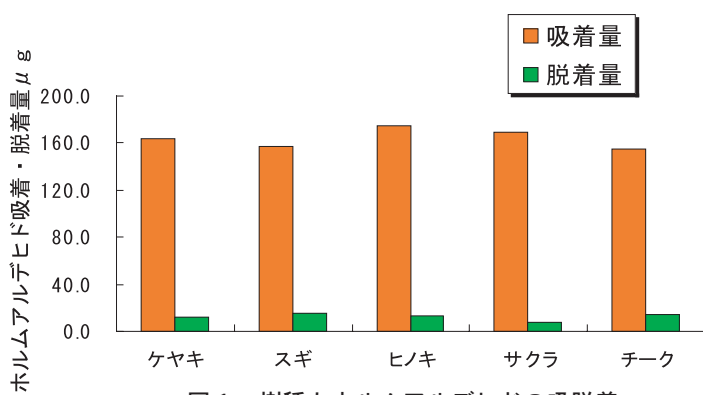


図1 樹種とホルムアルデヒドの吸脱着



写真3 木製防護柵

[ 問い合わせ先：三重県科学技術振興センター 林業研究部 林産研究課 TEL. 059-262-5352]



## 41 スギ心持ち平角材の速くて損傷の少ない乾燥方法の開発

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 山田範彦

### 研究の背景・ねらい

スギ人工林資源の充実を背景として、大径材の梁材等住宅部材への用途開発が求められています。スギ材は比較的曲げヤング係数が低いため、梁材に用いる際は断面を大きくする必要がありますが、断面の大きな心持ち材は乾燥に時間がかかり、かつ割れやすくなります。そこで、長方形断面の材（平角）の乾燥時間を短縮し、かつ割れを防止するために、木口面の長さ方向に貫通する孔を設けて（中空材、図1）乾燥する方法を検討しました。

### 成 果

木材の収縮異方性による平角の乾燥割れ（材面のV字割れ）は、長辺の中央部分に集中して生じます（図2）。この材面割れを防ぐためには、105mm心持ち正角材の場合には径40mm以上の貫通孔が必要であるのに対し、幅120mm、高さ（梁せい）300mmの心持ち平角材では径80mm以上の貫通孔が必要となりました。有限要素法による解析（図3）からも、乾燥割れ防止のためには正角材の場合よりも平角材の方が大きな貫通孔が必要であることが分かりました。また、髓の偏心が材面における乾燥応力の発生に影響し、髓を取り除くように貫通孔を設けた方が引張応力が小さくなり（図4）、割れの発生が少なくなると推測されました。

偏心した髓を取り除くためには貫通孔径を小さくした方が有利ですが、一方で材面割れを防ぐためにはその分断面を小さくする必要があります。また、E70で幅120mmのスギ材をスパン4mの1階部分の梁材に用いる場合、高さ200mmの梁を2本積み重ねれば（合わせ梁）国土交通省設計基準の許容たわみ以下となります。そこで、幅120mm、梁せい200mmで貫通孔径60mmの形状を標準的とし、その乾燥条件を検討しました。その結果、高周波加熱により含水率約50%まで乾燥させた後、温度90℃、関係湿度30%の条件で熱気乾燥することにより、約72時間でほとんど割れが発生することなく含水率約15%まで乾燥することができました（図5, 6）。

### 成果の活用

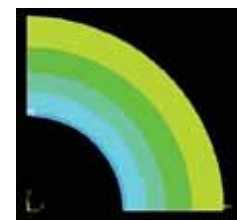
- (1) 乾燥マニュアルを作成し、各種講習会で普及を図りました。
- (2) 県下ハウビルダーによるモデルハウスの現し梁材として施工を検討しています。
- (3) 大手ハウスメーカーによる木造軸組住宅の一部部材の乾燥方法として採用されました。



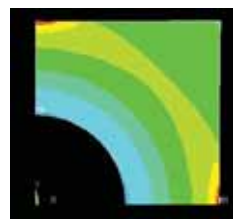
図1 中空材



図2 心持ち平角材の長辺中央側面に発生する収縮異方性によるV字割れ



120mm 径, 60mm 孔径



120mm 正角, 60mm 孔径



120mm × 300mm, 孔径 60mm

図3 有限要素法による乾燥応力分布の推測

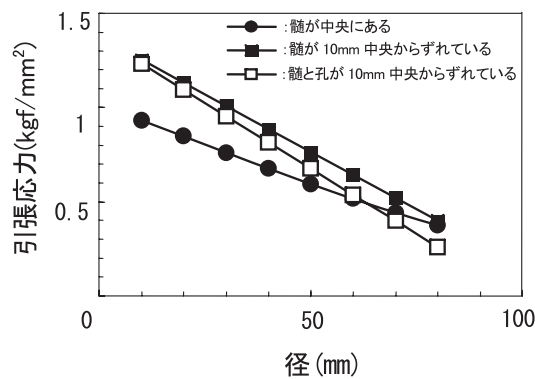


図4 髓と孔の偏心による乾燥応力の変化 (最大引張応力)

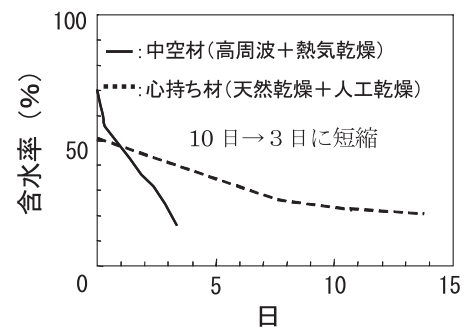


図5 乾燥速度の比較

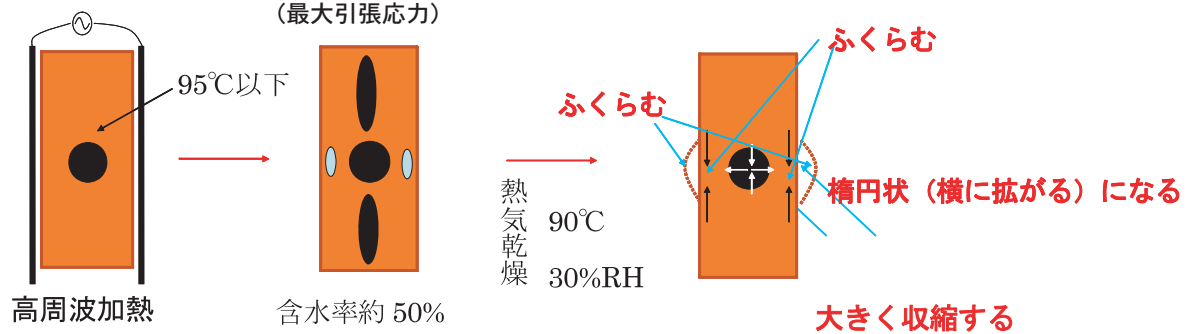


図6 迅速で乾燥割れの発生しない条件

[ 問い合わせ先：兵庫県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 ]

## 42 台風風倒被害を受けたスギ材による複合合板の製造試験

鳥取県林業試験場 木材利用研究室 川上敬介

### 研究の背景・ねらい

平成 16 年 10 月に鳥取県を襲った台風 23 号は、県内の森林に風倒や折損など大きな被害を与えました（写真 1）。立木は、台風のような強風で大きく揺さぶられると、幹に「もめ」と呼ばれるシワができることがあります（写真 2）。「もめ」は、木材の美観を損ねたり、材質を低下させることがあるため、製材品としての利用範囲を狭めたり木材価格を下落させる、林業にとって大きな問題の一つです。そこで、台風によって「もめ」が入ったスギ材の活用のために、外国産材との複合による合板製造の可能性について、県内企業、森林組合、行政機関が協力して実用化試験を行い性能を検証しました。

### 成 果

#### (1) スギ丸太と複合合板の概要

スギ丸太（平均末口直径 22cm、長さ 2～4m）は、台風被災地から無作為に伐採・搬出した 107 本を用いました。スギ丸太は合板工場に搬入後、1 本ずつ「もめ」の有無を調べました。その結果、全体の約 3 分の 1（34%）の丸太に「もめ」が確認されました。1 本の丸太に入っていた「もめ」の数は、数本程度から多数入っているものまで様々でした。

複合合板は、表・裏・芯板にロシアカラマツを、添え芯板にスギを配置し製造しました（写真 3）。積層枚数は 9ply、寸法は幅 910 × 長さ 1,820 × 厚さ 24mm で、強度性能の目標は合板の日本農林規格（以下、JAS 規格）「構造用 2 級」としました。

#### (2) 試験結果

①製造工程調査：「もめ」の入った丸太は、単板切削、乾燥、糸補修を行った後、単板の「もめ」の有無を調査しました。その結果、「もめ」の入っていた単板は 526 枚中 31 枚（5.9%）と少ないものでした。これは、「もめ」の入り方が局部的であったこと、丸太の内側深くまで「もめ」が入っていなかったこと、丸太の単板を乾燥させたことによって「もめ」の判別が困難になったこと、などが考えられました。また、「もめ」が原因による製造上のトラブル、歩留まりへの影響は認められませんでした。

②実大合板による曲げ性能試験：複合合板は「もめ」の有無別に製造しました（以下「もめ有り」合板、「もめ無し」合板）。これらから表板の繊維方向と長辺が平行な試験体（短辺 600 × 長辺 1,200 × 厚 24mm 以下、0° 方向試験体）を切り出して曲げ試験を行い（写真 4）、曲げヤング係数を算出しました。その結果、「もめ有り」合板と「もめ無し」合板の間で、曲げヤング係数の平均値に危険率 5% で有意な差は認められず、また、JAS 規格「構造用 2 級」の基準値を十分に上回っていました（図 1）。一方、0° 方向試験体よりも「もめ」の強度性能に及ぼす影響が大きくなるとされる、最外層の繊維方向と長辺が垂直な試験体（短辺 600 × 長辺 910 × 厚さ 24mm 以下、90° 方向試験体）についても試験を行っていましたが、曲げヤング係数の平均値に 5% 危険率で有意な差は認められませんでした（図 2）。

### 成果の活用

今回の試験結果から、台風被害をうけたスギ材が合板（JAS 規格「構造用 2 級」）の添え芯材として、製造工程や性能の面で問題なく利用できることがわかりました。県内合板メーカーにスギ材のデータ蓄積が進み、利用に対する理解も高まったことから、合板のスギ材使用量が大幅に増加しました。今回の取り組みによって県内森林資源の有効活用に関する方向性の一つを示すことができたと考えています。また、学会での研究発表をはじめ、林業試験場の成果報告会や情報紙等で成果の普及に努めています。



写真1 台風被害を受けた森林



写真2 丸太に生じた「もめ」



写真3 複合合板  
(厚い単板がスギ添え芯板)



写真4 曲げ試験の様子

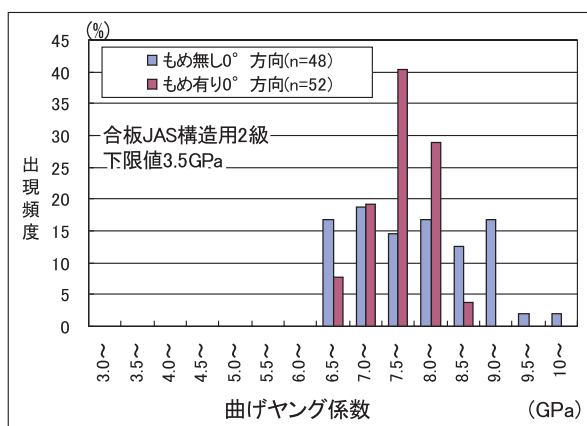


図1 複合合板の曲げヤング係数  
(0° 方向試験体)

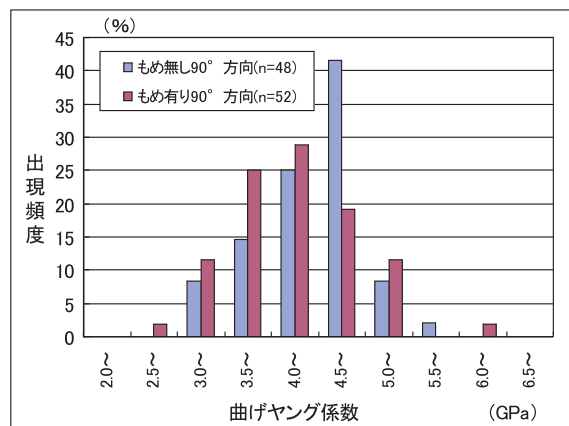


図2 複合合板の曲げヤング係数  
(90° 方向試験体)

[ 問い合わせ先：鳥取県林業試験場 木材利用研究室 TEL. 0858-85-2511 ]



## 43 軸組構造材への樹脂含浸注入技術の開発

広島県立総合技術研究所林業技術センター 林業研究部

藤田和彦

### 研究の背景・ねらい

木造軸組工法では、加工性、耐久性、色調などからスギ材が使われてきましたが、他の樹種に比べ柔らかい材質であり、強度性能は低くなります。土台、柱、梁の接合部では、大地震や風台風で大きな揺れが何度も繰り返された場合、割れ、圧縮、めり込みなどの変形が起こり「がたつき」が生じる可能性があります。そこで、「がたつき」を発生させにくくする方法として、あらかじめ接合部の一部に樹脂を浸み込ませて、スギ材を硬くさせることによって変形を抑制し、接合部の強度を向上させる研究を行いました。

### 成 果

浸み込ませる樹脂を選択するため JIS の割裂抵抗試験を行い、 $\alpha$ シアノアクリレート系樹脂（セットタイム 120 秒、粘度  $2\text{mPa} \cdot \text{s}/25^\circ\text{C}$ ）に効果があることが分かりました。また、この樹脂を木口面に滴下するだけの簡易な方法で、割裂抵抗が向上することも分かりました（図 1 参照）。

その効果を検証するため、ヒノキ土台・スギ柱接合部の引張試験を行いました。その結果、ホゾ穴のみに樹脂を滴下した接合部で、初期剛性（初期の引き抜け粘り強さ）の平均値が 2.1 倍に、構造特性係数（壊れにくさを表す数値）が 3.4 倍になりました（図 2 参照）なお、図 2 の土台・柱樹脂滴下箇所について、ほぞ穴、ほぞ面及び込栓は、それぞれの箇所に樹脂を滴下し、硬化後、柱を土台に差し込み、込み栓を打ち込んでおり、込栓の接触面は接着していません。

また、スギ・バイマツ異樹種集成材梁とバイマツ集成柱の金物接合部を製作して、仕口せん断試験を行いました。その結果、応力が集中すると予想される箇所（ドリフトピン先穴、及びその先穴から仕口側の木口面に及ぶ範囲）に樹脂を滴下し、硬化後組み立てられた接合部は、初期剛性が 1.6 倍、構造特性係数は 1.3 倍になりました（図 3 参照）。スギ梁とバイマツ集成柱の木部接合においても仕口せん断試験の結果、樹脂を滴下した接合部は、初期剛性が 2.2 倍、構造特性係数は 1.4 倍と効果があることが分かりました（図 4 参照）。

なお、仕口試験方法及び初期剛性や構造特性係数の評価は、財団法人日本住宅・木材技術センター「木造軸組工法住宅の許容応力設計法」に記載されている方法で行いました。

### 成果の活用

木造軸組住宅のプレカット材や既存住宅接合部の耐震補強に活用が可能です。また、上棟時に打撃などにより梁材が木口割れを起こすことがありますが、その破損防止及び補修にも応用できます。

### 知的財産取得状況

特許出願中

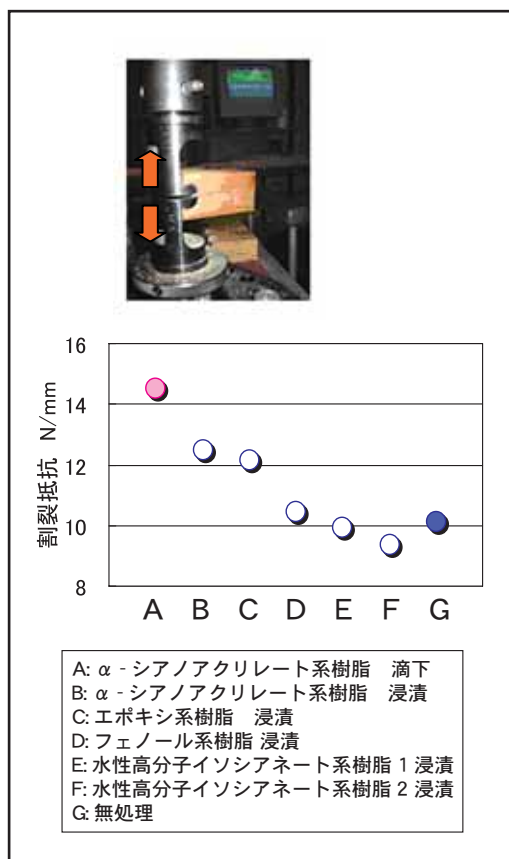


図 1 各樹脂の割裂抵抗比較

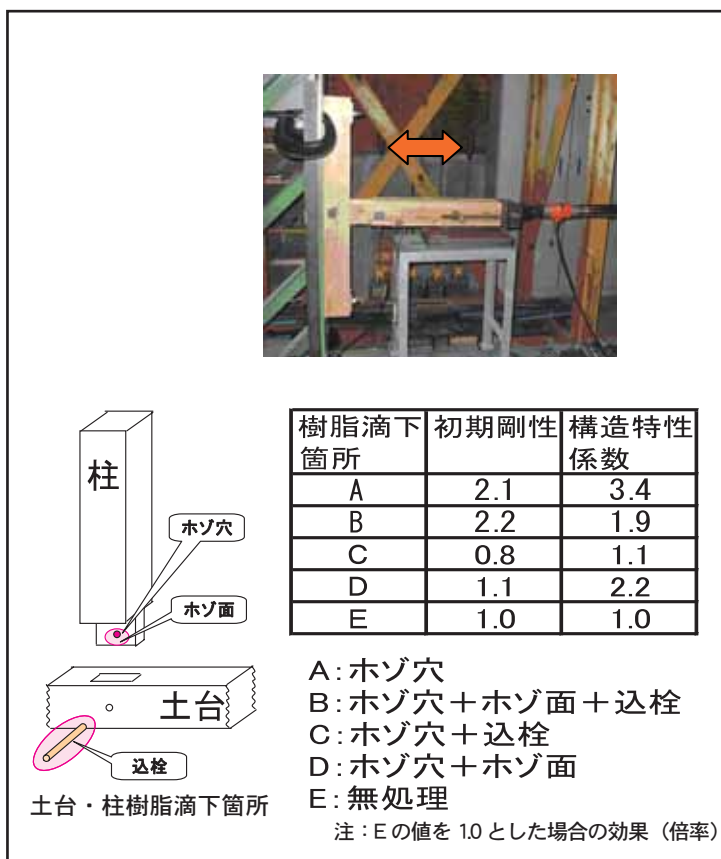


図 2 土台・柱接合部引張性能の比較

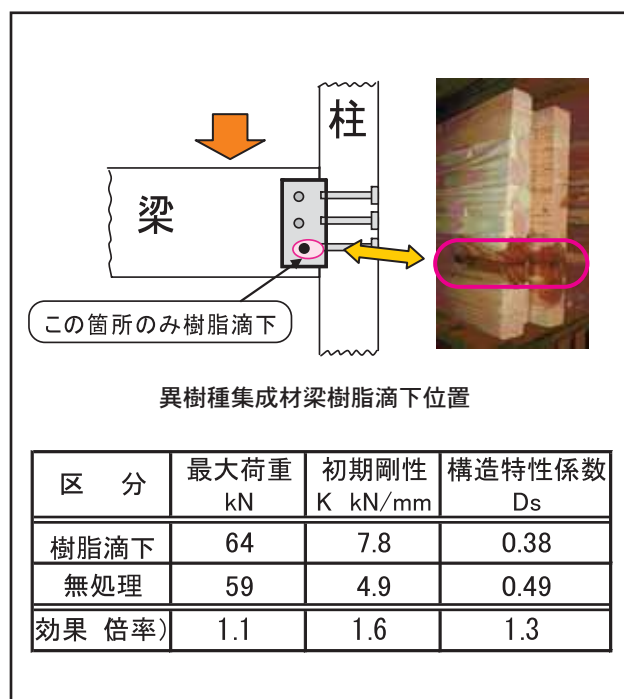


図 3 異樹種集成材金物接合部せん断強さの比較

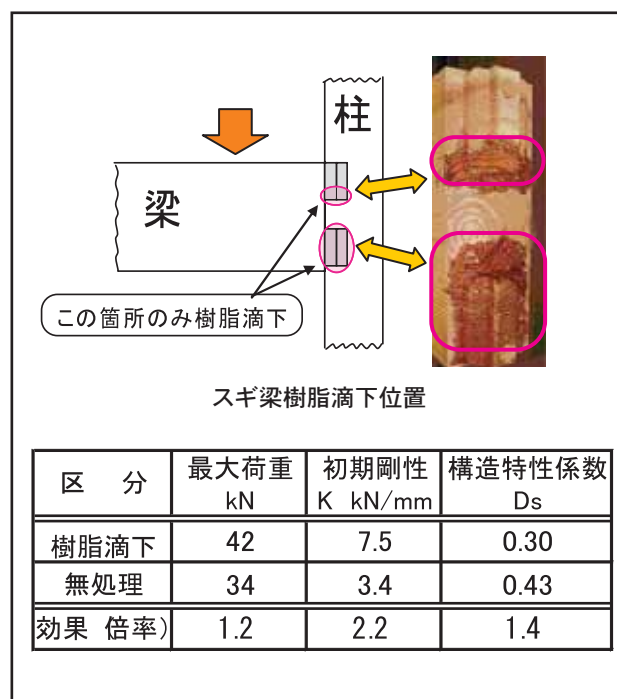


図 4 スギ 2 段胴差接合部せん断強さの比較

[ 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. 0824-63-7101 ]

## 44 県産木材を用いた接着重ね梁の製造・使用基準の確立

高知県立森林技術センター

盛田貴雄

### 研究の背景・ねらい

接着重ね梁は正角材等を積層して製造するもので、集成材に比べ、原木歩留まりが高く、接着剤の使用量も抑えることが可能です。接着重ね梁の製造及び使用にあたっては、強度性能や接着性能など、近年の木材製品の品質管理に対応したマニュアルが存在しないのが現状です。そこで、接着重ね梁を信頼性のある構造用材として活用していくため、接着重ね梁の製造・品質管理に関する技術的・試験的データを収集し、マニュアル化しました。

### 成 果

#### 1 接着重ね梁の製造条件の検討

県内企業2社の協力を得て、県産スギ、ヒノキの接着重ね梁（仕上がり寸法 120 × 240 × 4000mm、同一断面2材接着タイプ）を試験的に製造し（図1）、製造、乾燥、接着、仕上げなどの接着重ね梁の製造・管理に関する基礎的データを収集しました。接着条件は「構造用集成材の適正製造基準」に準じ、接着剤は構造用集成材の製造に用いられているレゾルシノール系樹脂接着剤や水性高分子-イソシアネート系樹脂接着剤を使用しました。

#### 2 接着重ね梁の各種性能の検討

製造した接着重ね梁の曲げ性能試験（曲げヤング係数、曲げ強さの測定）（写真1）、接着性能試験（「構造用集成材の日本農林規格」に準じた浸せきはく離試験、煮沸はく離試験、ブロックせん断試験）を実施し、接着重ね梁の性能評価方法について検討しました。その結果、製造した接着重ね梁の曲げ強さは、国土交通省告示の機械等級区分材の曲げ基準強度と比較すると、いずれも基準強度を上回る結果となりました（表1）。接着性能についても、スギ、ヒノキともに概ね良好な結果を示しました。

#### 3 接着重ね梁の製造・使用基準及び品質管理基準の作成

使用基準は、住宅用の床梁や胴差等の横架材での使用を標準としました。製造基準は、「製材、乾燥、接着、仕上げ」と製造段階別に説明し、乾燥状態は仕上がり断面について全乾法含水率20%以下とし、塗布量、圧縮圧力、圧縮時間などの接着条件は「構造用集成材の適正製造基準」や使用する接着剤の技術資料に準ずることとしました。品質管理基準は、「曲げ性能試験、接着性能試験、含水率試験」の3項目から構成し、曲げ性能は国土交通省告示の曲げ基準強度を適合基準とし、品質管理において特に重要となる接着性能は「構造用集成材の日本農林規格」と同等としました。

### 成果の活用

平成19年3月に「接着重ね梁の製造マニュアル」を発行して、県内主要個所に配布しています。本マニュアルは、接着重ね梁を信頼性のある構造用材として活用していくために、接着重ね梁の製造・品質管理に関する技術的・試験的データを再整備したものです。本マニュアルを活用した接着重ね梁の製造・品質管理体制の確立を目指します。

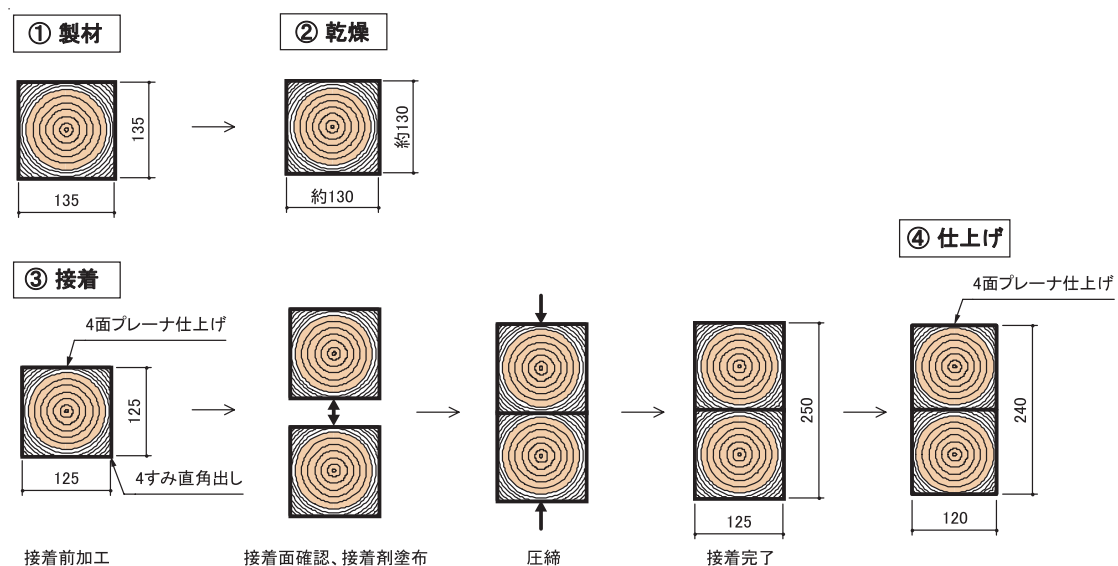


図 1 接着重ね梁の製造工程の一例（仕上がり断面寸法 120 × 240mm）



写真 1 接着重ね梁の曲げ性能試験状況

表 1 接着重ね梁の曲げ性能試験結果の一例（レゾルシノール系樹脂接着剤）

樹種	No.	曲げ強さ (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )
スギ	1	32.1	29.4
	2	32.5	29.4
	3	32.4	29.4
ヒノキ	1	39.2	38.4
	2	57.5	38.4
	3	40.7	30.6

※曲げ基準強度は各試験体の機械等級区分（曲げヤング係数による）での値スギは E70 + E70、ヒノキは E110 + E110 の組み合わせで作製

〔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〕



## 45 間伐材等を活用したオール木質スギパレットの開発

福岡県森林林業技術センター 研究部

廣田篤彦・占部達也・村上英人・片桐幸彦

### 研究の背景・ねらい

物流用木製パレットは、国内で毎年約 4,000 ～ 5,000 万枚が生産されています。現在、これらの大半は輸入材で占められ、ほとんどが釘による接合です。パレットにスギが使われない理由として、コストの他、たわみやすいと言った材質的な面も指摘されています。

本研究は、間伐材等から生じるスギ曲がり材等、これまであまり利用されていなかった木材の利用拡大を図るために、従来使用されている釘の代わりに木製ダボを用いた「オール木質スギパレット」の低コスト製造技術の開発を行ったものです（図 1）。

この研究は、（財）福岡県環境保全公社リサイクル総合研究センター、NPO 法人「21 世紀の森林（もり）づくり」と共同で実施しました。

### 成 果

1. ダボ接合条件を検討した結果、従来の輸入木材に釘打ちした場合に比べて、ダボ接合では 2 倍以上の引き抜き耐力にすることができました（図 2）。
2. J I S の平パレット試験方法に準じて、1. のダボ接合を用いたパレットの実大曲げ試験を行った結果、パレットとして重要である曲げ性能は従来品と同等以上であることを確認しました。
3. 同じく J I S の試験方法に準じ地上 50cm、さらに I S O の試験方法である地上 1 m からの落下衝撃に対する変形度合い（変化率）を調べた結果、従来の釘打ちに比べ極めて高い耐衝撃性能を持っていることを確認しました（図 3）。
4. 短尺化した丸太を横バンドソーに連続投入できるように機械を改良して生産性を上げるとともに、厚み調整用のスペーサーを設置することで、厚さ方向の製材精度を  $\pm 2 \text{ mm}$  から  $\pm 1 \text{ mm}$  に、大幅に向上させることができました（図 4、写真 1）。
5. デッキボード (DB) 幅が一定のパレットと、4 種類の DB 幅を使用したパレット（写真 2）を比較した結果、強度に顕著な差は無かったため、DB 幅を 4 種類にすることによって製材歩留まりを向上させることができました。
6. 生産規模の関係で従来品とのコスト比較は困難ですが、開発当初は市販品の 2 倍近くかかっていたコストを同等レベルまで引き下げることができました。

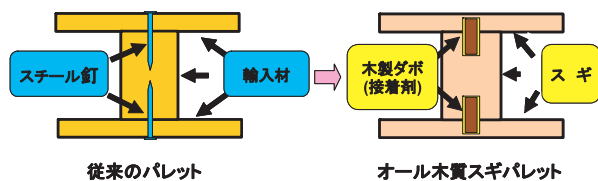
以上のように、従来のパレットと同等以上の性能を確保するとともに、一部仕様を除き、市販品と競争できる価格にまでコストを低減することができました。

### 成果の活用

これらの研究成果をもとに、平成 19 年 4 月から NPO 法人が本パレットの販売を開始しました。

### 知的財産取得状況

特許出願中



- スギの性能的弱点をカバー
- 変形しにくい
- 釘が飛び出さず、積載物を傷つけない
- 廃棄しやすい

図1 オール木質スギパレットの特徴

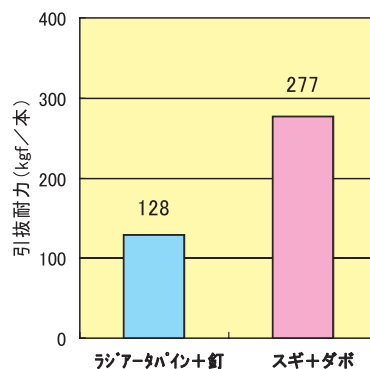


図2 引き抜き耐力の比較

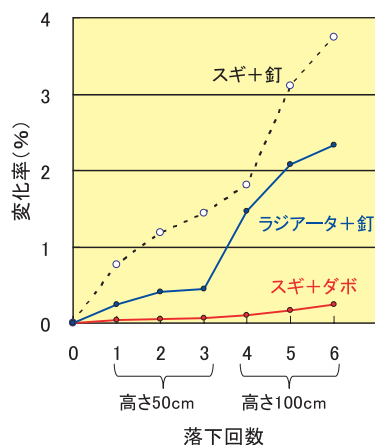


図3 落下試験における変化率

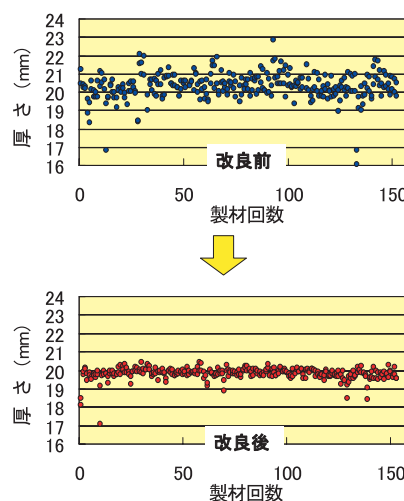


図4 製材方法改良前後の精度比較

- 1 製材精度の向上
  - 横バンドソー
  - ・ノコの形状
  - ・ノコの緊張力
  - ・スパーサー設置
- 2 生産性の向上
  - 回転板
  - 仕分け装置



写真1 改良した短尺丸太製材機



写真2 開発したオール木質スギパレット  
(4種類の幅のデッキボードを使用)

[ 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 ]

公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.5

---

発 行 日 平成20年3月28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 (代表)  
お問い合わせ 企画部研究管理科  
印 刷 ・ 製 本 株式会社 梶 本  
茨城県かすみがうら市稲吉1-3-3  
電話 029(831)4456

独立行政法人の許可を受けずに本誌を転載・複製することを禁ずる。

---