

公立林業試験研究機関  
研究成果選集

No.14  
(平成 28 年度)

2017.3

国立研究開発法人 森林総合研究所 編集・発行

## はじめに

公立林業試験研究機関の皆様には、森林・林業・木材産業施策の推進に当たり、多くのご理解とご協力を頂くとともに、地域における実践的な研究や技術開発に取り組まれていることに御礼申し上げます。

さて、戦後造成した人工林の多くが本格的な利用期を迎える中で、この豊富な森林資源を循環利用しながら、木材需要の創出・拡大と国産材の安定供給体制の整備を車の両輪にして、林業の成長産業化を実現させることが急務となっています。このため、林野庁では、昨年、今後の森林・林業政策の指針となる新たな「森林・林業基本計画」を策定したほか、通常国会で森林法等の一部を改正し、木材の安定供給や施業集約化の円滑化のための新たな法的枠組をつくりました。これにより林業の成長産業化の流れがより力強いものとなるよう各般の条件整備を着実に進めてまいります。

国産材の安定供給に向けては、施業の集約化の促進、ICTの活用による森林資源情報の整備・提供、路網整備の加速、高性能林業機械の導入・活用等により、低コストで効率的な木材の生産を目指します。

また、木材需要の創出・拡大に向けては、CLTの建築部材としての普及・促進等を進めるとともに、中高層建築や商業施設等、これまであまり木材が使われてこなかった建築物への木材利用の促進を進めていくほか、木質バイオマスのエネルギー利用や付加価値の高い木材製品の輸出拡大、セルロースナノファイバー等の先端技術の開発・実用化等にも、引き続き積極的に取り組んでまいります。

このような中、森林・林業・木材産業分野における研究・技術開発について、関係機関がこれまで以上に協力して研究・技術開発を進め、得られた成果を社会に還元していくことが求められています。林野庁としましても、都道府県等の試験研究機関の皆様とより一層連携を密にしながら、中・長期的展望に立って研究・技術開発を進めていきたいと考えております。

本成果集は、「林業研究・技術開発推進ブロック会議」の参加機関の研究成果を取りまとめたものであり、機関同士の成果情報の共有だけでなく、多くの森林・林業、木材産業関係者にとって、業務を進める上で参考になるものと確信しております。引き続き、研究者各位のご努力により国民の期待する多くの研究成果が得られますことを心から期待しております。

最後に、本成果集の作成にあたり、原稿を作成して頂いた公立林業試験研究機関の皆様並びに編集にご尽力を頂きました国立研究開発法人森林総合研究所の皆様にはこの場をお借りして感謝申し上げます。

平成 29 年 3 月

林野庁 研究指導課長

上 練三

# 目 次

## 森林・林業

---

海岸防災林の津波減災効果の解明と林帯整備方法の開発	北海道立総合研究機構 林業試験場ほか	…… 1
クロマツ苗への効果的なショウロ接種方法の開発	秋田県林業研究研修センター	…… 3
低コスト再造林に向けた初期保育技術の開発	山形県森林研究研修センター	…… 5
人工林伐採跡地の森林復旧の手法に関する研究	茨城県林業技術センター	…… 7
皆伐地における広葉樹の森づくりに関する研究	東京都農林総合研究センター	…… 9
間伐が森林の生物多様性に及ぼす効果の把握	神奈川県自然環境保全センター	…… 11
市販資材を用いたニホンジカ誘引捕獲用囲い罠の開発	山梨県森林総合研究所	…… 13
被害木を薪として有効利用しナラ枯れを防除する	岐阜県森林研究所	…… 15
小型 3D カメラを用いた原木材積計測システムの開発	静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター	…… 17
ニホンジカ等による森林被害の軽減技術の確立	愛知県 森林・林業技術センター	…… 19
除草剤の伐痕注入処理による新たな竹林駆除方法の開発	石川県農林総合研究センター 林業試験場	…… 21
広島県におけるコウヨウザンの生育と材質	広島県立総合技術研究所 林業技術センター	…… 23
実生スギコンテナ苗生産期間短縮の試み	徳島県立農林水産総合技術支援センター	…… 25
スギ植栽地における下刈り終了判断基準	福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センターほか	…… 27
早生樹を活用した短伐期林業に関する研究	大分県農林水産研究指導センター	…… 29
シカ不嗜好性植物を利用した林道法面緑化に関する研究	鹿児島県森林技術総合センター	…… 31
イジュ育苗技術の改善に関する研究	沖縄県森林資源研究センター	…… 33

## 育 種

---

ベンジルアミノプリン(BAP)のカラマツ雌花誘導効果	青森県産業技術センター 林業研究所	…… 35
クロマツ苗の無性繁殖による大量増殖技術の開発	宮城県林業技術総合センター	…… 37
マツノザイセンチュウ抵抗性種子の品質向上技術の開発	福島県林業研究センター	…… 39
次世代スギ精英樹の選抜に関する研究	佐賀県林業試験場	…… 41
初期成長に優れるオビスギ品種の成長・材質特性	宮崎県林業技術センター	…… 43

## 木 材

---

鋼製ダンパーを用いた制振壁の開発	富山県農林水産総合技術センター 木材研究所	…… 45
「信州型接着重ね梁」の国土交通大臣認定のための性能評価試験	長野県林業総合センター	…… 47
地域産コナラ材フローリングボードの開発	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	…… 49
非破壊試験による集成材接着はく離検出技術の開発	奈良県森林技術センター	…… 51
スギ小幅板の特徴を活かした3層クロスパネルの開発	鳥取県林業試験場	…… 53
木材成分を利用した隠岐産材の高付加価値化技術の開発	島根県中山間地域研究センター	…… 55
未利用竹資源収集・運搬・燃料化システムの実証	山口県農林総合技術センター	…… 57
製材方法の異なるヒノキ板乾燥材の評価	愛媛県農林水産研究所 林業研究センター	…… 59
スギ梁桁乾燥材の品質の安定化に関する研究	高知県立森林技術センター	…… 61
熊本県産ヒノキの樹幹内強度分布の推定方法の開発	熊本県林業研究指導所	…… 63
宮崎県産スギを用いた新たな CLT の開発	宮崎県木材利用技術センター	…… 65
スギ板材を活用した構造用面材の開発	鹿児島県工業技術センター	…… 67

## 特用林産

---

マイタケ「大雪華の舞1号」の健康機能性の実証と普及	北海道立総合研究機構 林産試験場	…… 69
原木しいたけ安全安心栽培技術の開発	岩手県林業技術センター	…… 71
マダケおが粉を利用したマイタケ栽培	群馬県林業試験場	…… 73
シイタケ原木栽培における放射性セシウム対策技術	千葉県農林総合研究センター 森林研究所	…… 75
エノキタケ新品種「雪ぼうし N-1」の開発	新潟県森林研究所	…… 77
ハナイグチ増産施業技術の開発と現地適応化試験	長野県林業総合センターほか	…… 79
ウスヒラタケ菌床袋栽培における安定生産技術の開発	三重県林業研究所	…… 81
広葉樹林でのホンシメジ栽培	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	…… 83
紀州備長炭のブランド力維持と原木林更新技術の研究	和歌山県林業試験場	…… 85
指標植物によるツバキ実収穫適期の判定	長崎県農林技術開発センター	…… 87



# 海岸防災林の津波減災効果の解明と林帯整備方法の開発

北海道立総合研究機構 林業試験場 佐藤 創・鳥田 宏行・真坂 一彦  
埼玉大学大学院 理工学研究科 田中 規夫  
森林総合研究所 東北支所 野口 宏典

## 研究の背景・ねらい

2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震津波をきっかけにした防災意識の高まりと海岸防災林の津波減災機能への再認識を受けて、北海道でも海岸防災林を津波減災に役立てようという動きが始まっています。そのためには北海道特有の樹種を対象にした津波への抵抗性を明らかにして、津波波力の減衰効果を明らかにする必要があります。本研究ではそれらを明らかにしたうえで、海岸防災林の津波減災のための林帯整備・管理方法を提案しました。

## 成 果

1. 代表的樹種のクロマツ、カシワ、グイマツについて根返り抵抗力と幹折れ抵抗力を定量化しました。
2. 林帯前後における津波の遡上を、立木の根返りや幹折れ被害を従来の二次元非線形長波方程式に組み込んで計算する精緻なシミュレーション方法を開発しました。
3. 白糠町の海岸防災林を対象にして最大規模の津波についてシミュレーションを行った結果、林帯背後での流体力指標は林帯がないと仮定した場合を 100 とすると、林帯があって立木が被害（根返り・幹折れ）を受けないと仮定した場合は 73、林帯があって立木が被害を受けると仮定した場合には 79 になりました（図1）。大樹町の海岸防災林では順に 50、80 になりました。
4. 林帯幅が広がるにつれて林帯背後での流体力指標は低下しました（図2）。
5. 林帯幅を広げる際に、①盛土を造成し林帯を造成した場合、②盛土を造成し林帯を造成しない場合、③堀と盛土を造成して盛土に林帯を造成した場合（図3の赤破線）、④現状のまま、を比較したところ③が最も小さくなることがわかりました（図3）。
6. 間伐が根返りや幹折れ被害に対してどのような効果があるのかを調べた結果、間伐率が高い方が、被害を受けにくくなる傾向が見られました（図4）。

## 成果の活用

シミュレーションによる計算結果に基づき、白糠町の海岸防災林で現状林帯の背後に堀と盛土が造成され、盛土上には植栽が行われました（図5）。また、北海道水産林務部が事務局となる「海岸防災林における新たな整備手法に係る検討委員会」による報告書「海岸防災林における新たな整備手法について」の中で本研究のシミュレーションによる計算結果が用いられました。さらに、平成 29 ～ 31 年度に実施が予定されている北海道立総合研究機構の重点研究「津波による最大リスク評価手法の開発と防災対策の実証的展開」において、総合的な津波防災対策の一環として海岸防災林を活用することが予定されています。

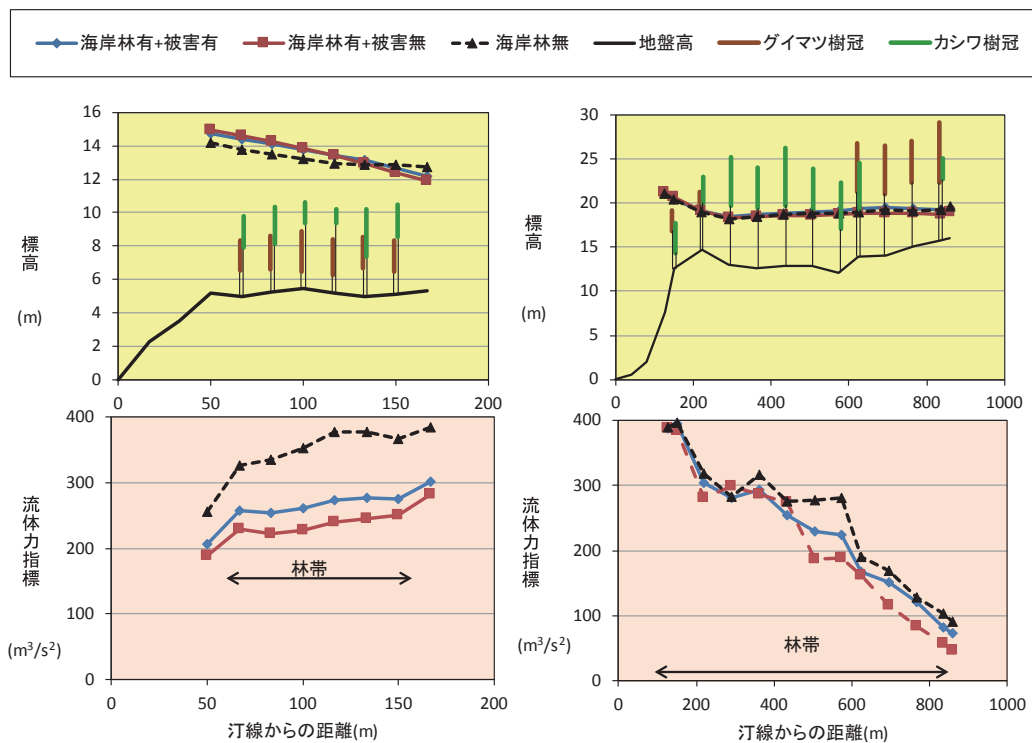


図1 最大規模の津波に対する林帯前後における最大浸水高（上段）、最大流体力指標※（下段）  
 ※：水深×流速<sup>2</sup>で表される流体が物体に及ぼす力の指標

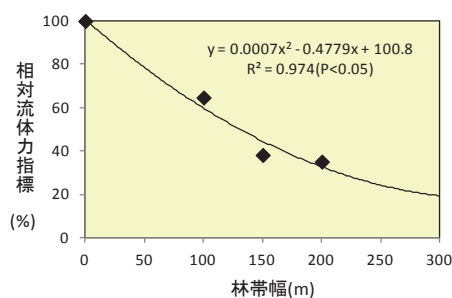


図2 林帯幅の拡張が流体力指標に及ぼす効果  
 相対流体力指標は当該林帯幅の内陸側林縁位置における林帯無しの流体力指標に対する林帯有りの流体力指標の割合

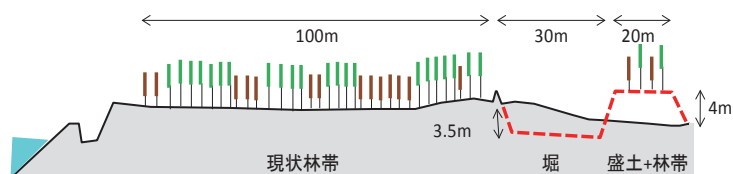


図3 地形改変を加えた林帯幅拡張の断面模式図  
 赤破線は流体力指標が最小となった改変

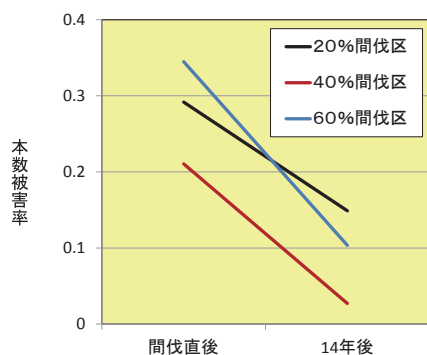


図4 クロマツ林での間伐が津波被害抵抗性に及ぼす影響



図5 現状林帯の背後での堀と盛土の造成

# クロマツ苗への効果的なショウロ接種方法の開発

秋田県林業研究研修センター 資源利用部 鈴木 博美・菅原 冬樹

## 研究の背景・ねらい

クロマツが乾燥した痩せた砂地でも健全に生育できるのは、菌根共生によるものと言われており、海岸クロマツ林の維持・保全などの観点からもショウロとクロマツの関係が注目されています。そこで本研究では、ショウロの菌根形成したクロマツ苗生産の実用化に向けて、ショウロの保存方法や懸濁液の違いによって、クロマツの初期成長にどのような影響があるかについて調査しました。

## 成 果

試験に用いたショウロは、県内の海岸クロマツ林から採取した生のショウロと -80℃で半年間冷凍保存したものとしました。懸濁液はショウロ 347g に蒸留水を 600ml 加えミキサーで破碎したものを破碎液とし、この破碎液から胞子のみを回収したもの（胞子液）、破碎液を高圧滅菌したもの（組織液）としました（表1）。クロマツ苗は、滅菌したバーミキュライトを敷き詰めた育苗箱（510 × 360 × H105mm）に種子を播き、発芽した実生苗を使用しました。試験区ごとに育苗箱 1 箱あたり懸濁液 270ml を 2 年生実生苗に接種し、温室（冬期のみ 5℃で温度管理）で 1 年間育苗した後、苗高、根長、地上部及び地下部乾燥重量を測定しました。その後、海岸砂丘地に植栽し、植栽後 2 年間の成長量を調査しました。

ショウロ懸濁液を接種した 1 年後の成長では、生破碎液接種区、冷凍破碎液接種区で菌根の形成や細根の発達に認められましたが、苗高、地上部乾燥重量、根長、地下部乾燥重量すべてにおいて有意な差は認められませんでした（図1）。

海岸砂丘地に植栽した 2 年後の成長では、苗高、地上部乾燥重量、根長、地下部乾燥重量すべてにおいて、無添加区に比べ、生破碎液接種区、冷凍破碎液接種区で菌根の形成及び細根の発達に顕著に見られ、苗高、地上部及び地下部乾燥重量で有意な差が認められました（写真1、図2）。

このことから、ショウロによるクロマツの初期成長の促進には、組織と胞子の両方が必要であることが明らかとなりました。海岸砂丘地植栽後は、菌根の形成や細根の発達により土壌中からの無機塩類や水を効率的に吸収することで成長を促進したと考えられました。また、冷凍したショウロでも効果が確認できたことから、収穫時期にかかわらず接種が可能となりました。

## 成果の活用

本研究の成果については、一般社団法人 秋田県森と水の協会で発行している広報誌「秋田の森林づくり To the next stage」2016 年 9 月号にて関係団体や森林所有者等へ紹介しています。

表 1 試験区の概要

試験区名	保存方法	懸濁液の条件
無添加区		
生破碎液接種区	採取直後の	ミキサーで破碎
生孢子液接種区	生ショウロ	生破碎液より胞子のみ回収
ショウロ組織液接種区		生破碎液を高圧滅菌
冷凍破碎液接種区	-80℃で半年	ミキサーで破碎
冷凍胞子液接種区	間冷凍	冷凍破碎液より胞子のみ回収



写真 1 植栽2年後のクロマツ苗の成長

左から無添加区、生孢子液接種区、冷凍胞子液接種区、ショウロ組織液接種区、生破碎液接種区、冷凍破碎液接種区

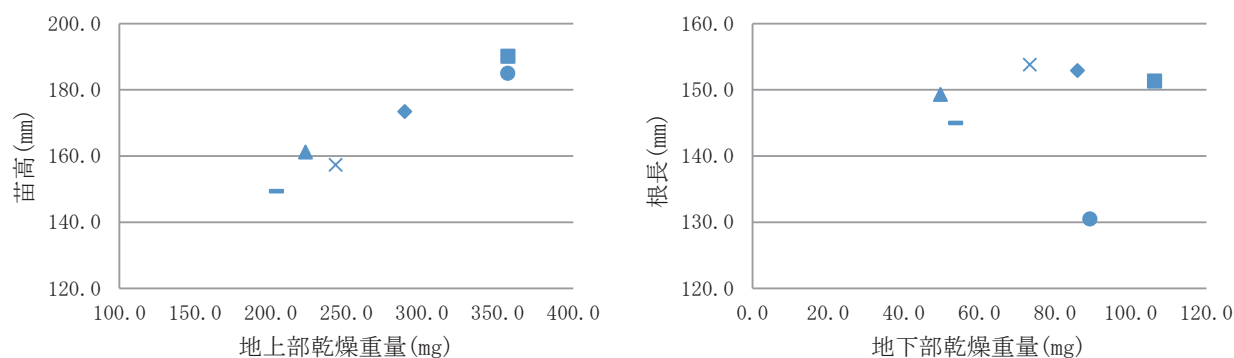


図 1 接種1年後のクロマツ苗の成長

×: 無添加区 ●: 生破碎液接種区 - : 生孢子液接種区  
◆: ショウロ組織液接種区 ■: 冷凍破碎液接種区 ▲: 冷凍胞子液接種区

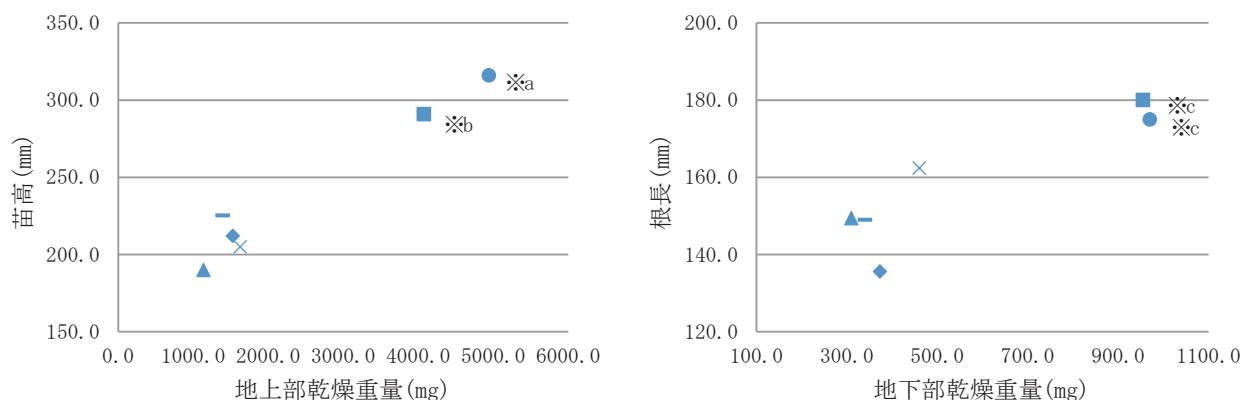


図 2 植栽2年後のクロマツ苗の成長

×: 無添加区 ●: 生破碎液接種区 - : 生孢子液接種区  
◆: ショウロ組織液接種区 ■: 冷凍破碎液接種区 ▲: 冷凍胞子液接種区

※ a: 無添加区に対し、苗高・地上部乾燥重量で有意差あり  
※ b: 無添加区に対し、地上部乾燥重量で有意差あり  
(Dunnett's test  $p < 0.05$ )

※ c: 無添加区に対し、地下部乾燥重量で有意差あり  
(Dunnett's test  $p < 0.05$ )

## 低コスト再造林に向けた初期保育技術の開発

山形県森林研究研修センター 森林資源利用部 中村 人史

### 研究の背景・ねらい

近年、伐採跡地への再造林放棄が続出し、持続的森林資源の造成と県土保全の両面で課題となっている。この状況に対応して、持続可能な森林経営を速やかに回復する「東北地方に適した主伐後の再造林に係る低コスト造林システム」を確立し、民有林への普及を図る必要がある。これまで山形県ではワラビポット苗の活用により、広葉樹伐採跡地を1年でワラビによる完全被覆に成功した。今回、低コスト再造林システムにおける「初期保育における下刈りコスト低減技術」を確立するため、下刈り作業段階において、圧倒的被覆力を持つワラビをカバークロップとして利用することに着目し、ワラビの雑草木の生育を抑制することによる下刈りコストの低減法を検証しながら、ワラビ収穫による経済性の評価も含めた「カバークロップによる低コスト再造林技術」の開発に取り組みを行った。

### 成 果

#### 1. 針葉樹伐採跡地でのワラビの生育

ワラビポット苗を2か所の針葉樹伐採跡地に植栽して生育と植生の推移を調査した。ポット苗を2,500本/haと10,000本/ha、各7月と9月に植栽した。大半の試験区が植栽2年目にワラビで優占され他の木本類の出現が見られないことからカバー効果が認められた(図1)。一方で、元々草本が多かった試験区では他の草本にワラビが被圧される結果となった(図2)。また、ツル類が出現する試験区では3年目にワラビの上に被さる状況が見られ、これらについては個別に駆除の検討が必要となった(図3)。

#### 2. 下刈回数低減の検討

ワラビ園地は全刈りすることで維持されたため、植栽2年目と3年目はワラビの安定のために下刈が必要で、草本の再生が多い所では1年目、スギの生育が悪くワラビで被圧気味な箇所は4年目にも下刈が必要となる。広葉樹伐採跡地をワラビ園地化後3年間放置した場所の植生を調査したところ、ワラビを抜ける物はタラノキ・ウワミズザクラが僅かに有る程度ではほぼカバー効果が維持されることが解った。このことから、ワラビが優占した後の3年間は下刈りを省略できる。ワラビの維持のために8年目前後にも下刈することが望ましいが、全体を通して下刈を約半減させることができる(表1)。

#### 3. ワラビを収穫した収支の試算

ワラビはカバー効果だけではなく収穫物にもなる。広葉樹伐採跡地をワラビ園地化した場所での生産団体の収量と収支を調査し、スギとワラビを混植した際の収支を試算した。生産団体の1シーズンの収量は1,385kg/ha有り、出荷価格400円/kgで約553,000円/年の収入が見込める。支出では収穫と出荷のための選別作業と毎年4万円/ha分の施肥の経費が必要となるが原則、収入を下回る。植栽の経費もスギ・ワラビ2,000本植栽/ha、ワラビポット苗40円/本(生産原価)で行うと5年目には総利益が黒字になり、植栽10年目まで収穫を行えば計86万円の利益が見込める(表1)。

### 成果の活用

本研究成果については、当センター成果検討会、林業普及指導員研修会等を通じて、現場向けの情報提供に努め、ホームページでも情報提供を行っています。現在は更に下刈低減が図れるかの検討を地域戦略プロジェクト「優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発」で取り組んでいます。



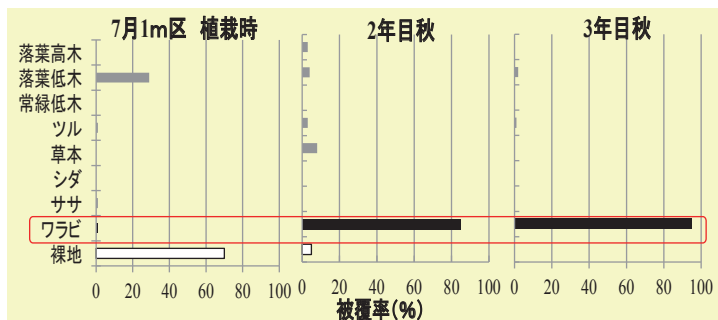


図1 ワラビが優占する推移

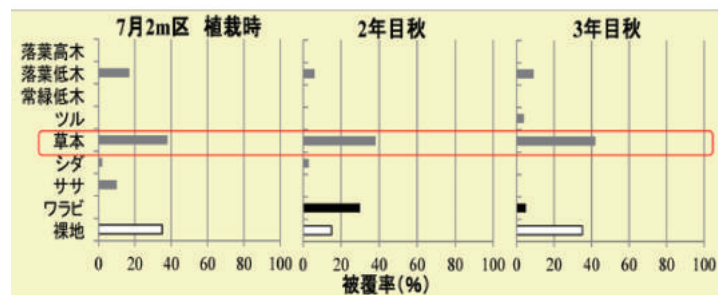


図2 草本が多くワラビが被圧される推移

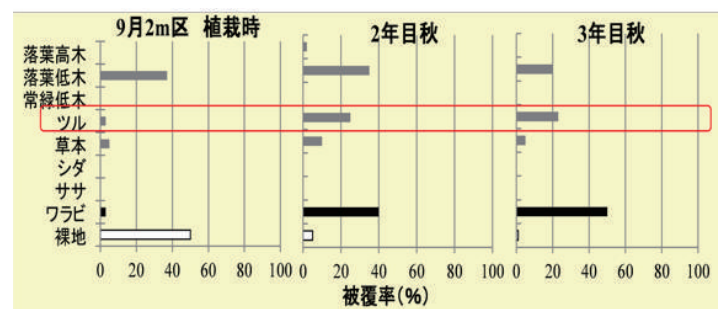


図3 ツルがワラビを被覆する推移

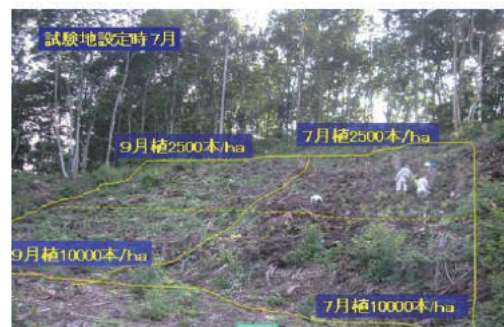


写真 針葉樹伐採跡地のワラビでの被覆

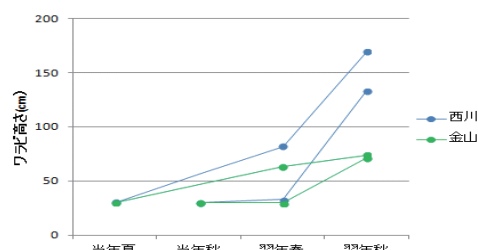
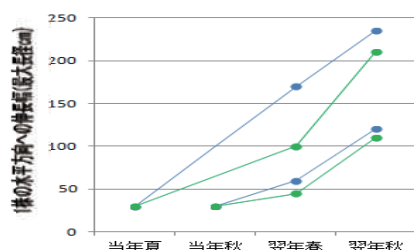


図4 ワラビの広がりと高さ

表1 ワラビをカバークロップに導入した際の経費の試算

林齢	施業		支出 算		収入	補助金	単年利益	総利益
	スギ	ワラビ	スギ	ワラビ				
1	植栽	植栽・施肥	477,000	125,000		324,000	▲ 278,000	▲ 278,000
2	下刈	施肥	120,000	40,000		81,000	▲ 79,000	▲ 357,000
3	下刈	施肥・収穫	120,000	376,000	553,000	81,000	138,000	▲ 219,000
4	下刈	施肥・収穫	120,000	376,000	553,000	81,000	138,000	▲ 81,000
5		施肥・収穫		376,000	553,000		177,000	96,000
6		施肥・収穫		376,000	553,000		177,000	273,000
7		施肥・収穫		376,000	553,000		177,000	450,000
8		下刈・施肥・収穫		496,000	553,000		57,000	507,000
9		施肥・収穫		376,000	553,000		177,000	684,000
10		施肥・収穫		376,000	553,000		177,000	861,000

[ 問い合わせ先：山形県森林研究研修センター 森林資源利用部 Tel 0237-84-4301 ]

# 人工林伐採跡地の森林復旧の手法に関する研究

茨城県林業技術センター 森林環境部 福田 研介

## 研究の背景・ねらい

近年、林業経営の採算上の理由等により、森林所有者が再造林（植林）によらずに天然更新を選択するケースがみられ、事実上、放置される伐採跡地の増加が懸念されています。

そこで、本課題は、先駆種が多い山腹斜面下方に位置する伐採跡地における補助的植栽の効果の検証とより省力的な更新補助作業の試験を行うとともに、隣接林から侵入した更新対象樹種（寿命が長い高木性樹種）の稚幼樹を活用した天然更新の可能性を明らかにすることを目的に実施しました。

## 成 果

放置された伐採跡地に侵入した更新対象樹種の個体数などを、平成 19 ～ 23 年度にかけて、県内 19 カ所の人工林伐採跡地の植生について調査した結果、更新対象樹種は伐採跡地の急な斜面や斜面上部により多く出現する傾向があることが分かりました。

そこで、平成 24 ～ 26 年度にかけて、茨城県城里町の人工林伐採跡地（傾斜約 20 度）において母樹林（アカマツ、ヤマザクラ、アラカシなど）に近い斜面上部から下部にかけて 7 区分して樹高 50cm 以上の個体を調査した結果、伐採跡地にいち早く侵入する「先駆樹種（アカメガシワ、ヤマウルシなど）」は全ての区に多くの個体が侵入していたのに対して、更新対象樹種（母樹林の樹種に概ね同じ）は伐採 2 年目及び 7 年目ともに、母樹林に近い区（＝斜面の上部）ほど個体数が多くなりました（図 1）。

また、樹高 2m 以上の個体のうち、更新対象樹種が占める割合は、P1 区が 70% で最も高く、それ以外は 35 ～ 15% と低くなりました。このため、母樹林に近い伐採跡地（P1 区及び P2 区）は、更新対象樹種の個体密度や優占率の高さから天然更新する可能性があるものと考えられました。

一方、更新対象樹種が少ない森林において補助的植栽及び地拵え等の試験を行った結果、植栽した苗木の初期成長量は、筋刈区＜全刈区という傾向を示すこと（図 2）、地拵え時に前生樹を除去した区や坪刈り等の管理を継続した区の植栽木の生長がより促進されていたことなど、伐採跡地における施業効果を明らかにすることができました。

さらに、競合する先駆種を伐採すると、更新対象樹種の樹高成長が促進されたことから、隣接林から侵入した更新対象樹種を活用した天然更新補助作業の可能性を明らかにすることができました。

## 成果の活用

本成果を基に伐採跡地復旧方法の検討に用いることを想定し作成した「人工林伐採跡地の類型別施業方法区分表」（図 3）を森林所有者等に示すことで、必要と想定される森林施業について指導することにより、伐採跡地の森林復旧が前進することが期待されます。

また、平成 27 年度県立試験研究成果集（茨城県科学技術振興課）、林業普及情報第 36 号（平成 28 年 3 月 茨城県林業技術センター発行）に掲載し、林家や森林組合など林業関係者に配付するとともに、関係機関にも配布し、普及を図っています。

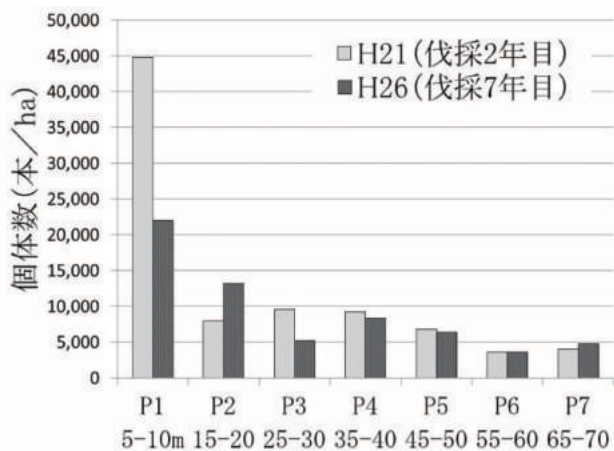


図1 母樹林からの距離別更新対象樹種の個体数

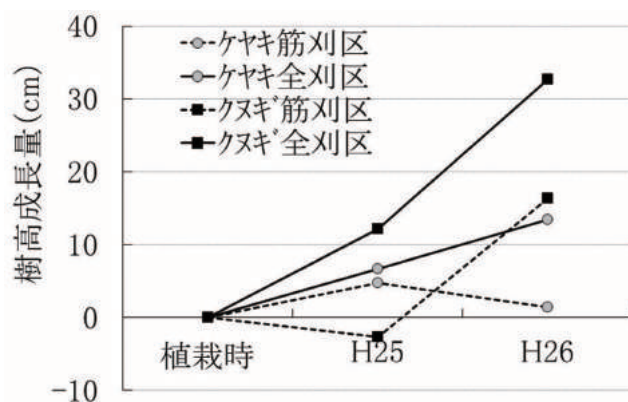


図2 生存個体の累積樹高成長量

## 人工林伐採跡地の類型別施業方法区分表

〈使い方〉

- ① 伐採跡地内の樹高0.5m以上の樹木について「樹種」「0.5m樹高階」等を調査(斜面位置毎に複数箇所)
- ② 調査結果から伐採跡地を類型(A～C)別にエリア分け
- ③ 類型ごとに必要な天然更新補助作業及び経費(目安)を踏まえ施業方針を決定

伐採跡地の類型		天然更新補助作業の種類			経費目安 (千円/ha) ※3	
更新対象樹種の密度 ※1	主な場所	先駆種除伐	補助的植栽	坪刈り	施業別経費	合計
〈A〉 多い (8,000本/ha以上)	・斜面上方 ・更新対象樹種の母樹林に隣接	なし(現状のままでも天然更新する可能性が高い)			なし 0	0
〈B〉 中間 (4,000～8,000本/ha)	・斜面中腹 ・母樹林からやや離れた場所	○	△※2 先駆種だけの場所に植栽	△※2 植栽した場所のみ実施	・除伐 464 ・地拵え (152) ・植付け (322) ・坪刈り (280)	464 ～ 1,218
〈C〉 少ない (4,000本/ha未満)	・斜面下方 ・人工林に囲まれた場所	○	○	○ 又は大苗	・除伐 464 ・地拵え 304 ・植付け 644 ・坪刈り 560	1,972

※1 樹高1.5m以上の本数により判定する(伐採後5年程度の場合)。表中の数字は目安であり、今後の調査等により変わる可能性がある。

※2 類型(B)は、更新対象樹種がない場所に植栽するため、その面積の割合によって経費が変動する(表は1/2の割合を想定)。

※3 造林事業標準単価資料を参考に経費を試算した。なお、スギ・ヒノキ再生林にかかる標準的な経費は1,501千円/haである。

図3 人工林伐採跡地の類型別施業方法区分表



# 皆伐地における広葉樹の森づくりに関する研究

東京都農林総合研究センター 緑化森林科 新井 一司

## 研究の背景・ねらい

東京都の森づくり推進プランでは、豊かな都民生活に貢献する貴重な財産として多様な森づくりを推進しています。その中で、スギ花粉発生源対策事業（現 森林循環促進事業）においては、皆伐後に広葉樹を植栽する現場が増えており、広葉樹による更新・育成技術が求められています。これまでの成果により、常緑広葉樹林帯では天然更新が難しく、皆伐後に目的とする広葉樹の苗を植栽し、手入れをすることが必要であることを示しました。しかし、常緑広葉樹林帯より標高が高い皆伐地においては不明な点が多いため、本研究では、植生等を調査し、広葉樹の動態を明らかにします。加えて、高標高の皆伐地において、広葉樹の植栽試験を実施し、今後の広葉樹の森づくりに活かします。

## 成 果

皆伐後の高木性広葉樹の天然更新の可能性を明らかにするために、2林地で2007年から2015年にかけて植生調査を実施しました。その結果、実生由来の高木性広葉樹の種数は少なく、かつ草本植物に被圧されるなど、天然更新は困難と推定されました。また、多摩地域の高標高地に適した植栽樹種が不明だったため、東京都多摩地域に適した標高別生育樹種一覧を作成しました（図1）。

標高が高い皆伐地において、新たに広葉樹を植栽し、その後の生育状況を調査しました。その結果、カツラはミズナラやヤマザクラなどより生存率が高く生育も旺盛で、高標高地に適している樹種のひとつであることが明らかとなりました（図2）。植栽木が枯死した原因は、誤伐、ニホンジカによる食害などがあげられますが、カツラは、これら誤伐や食害を受けた後の萌芽力が強く、萌芽枝は垂直に伸び、伸長が速い特徴があることが分かりました。そこで、カツラと同様の特性を有する樹種を選出しました（表1）。標高が高い再造林地で早期に成林させるには、目標林型に合わせてこれらの選出樹種を交えた植栽を推奨します。

## 成果の活用

都民向けのパンフレットとして「皆伐地における広葉樹の森づくり～標高の高いところで広葉樹をうまく育てるには～」を作成し、東京都農林総合研究センター 森林・林業関係研究発表会などで配布するとともに、以下のホームページ上で公開しています。

[http://www.tokyo-aff.or.jp/files/2016/pdf/tebiki\\_shinrin\\_0606.pdf](http://www.tokyo-aff.or.jp/files/2016/pdf/tebiki_shinrin_0606.pdf)

このパンフレットは、森林循環促進事業などで活用されるとともに、花粉の少ない森づくり運動メールマガジンで本事業に賛同されている企業にも紹介され、活用されています。

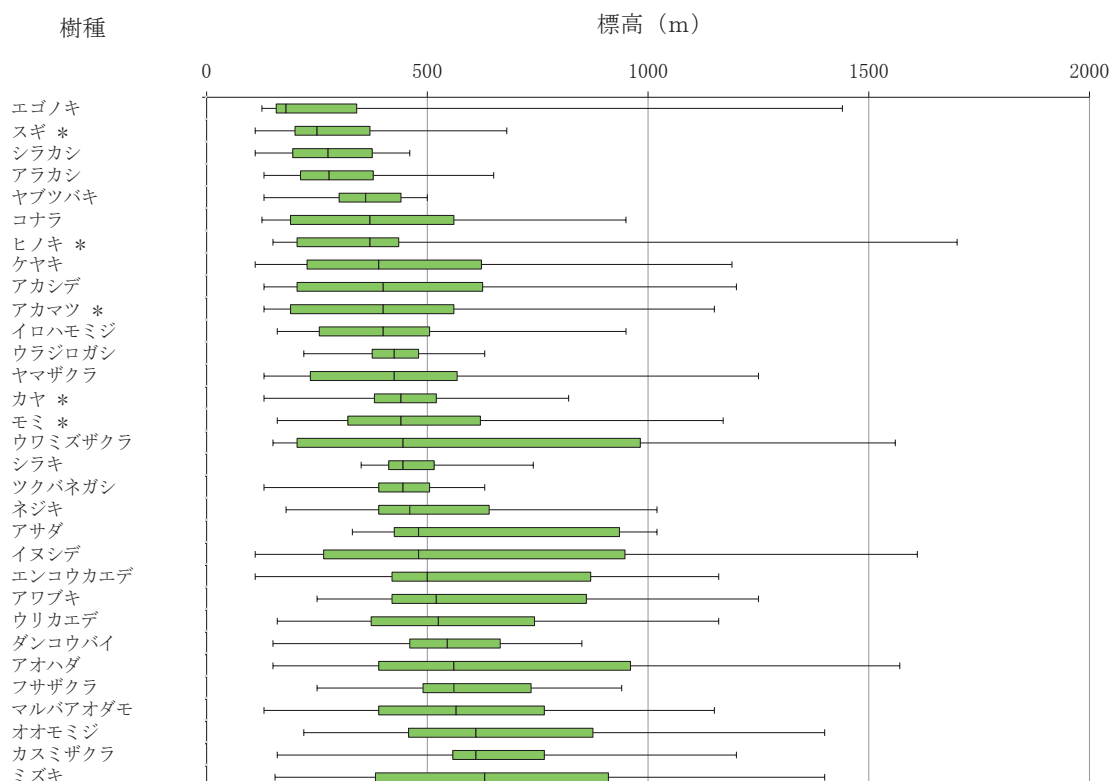


図1 東京都多摩地域に適した標高別生育樹種一覧（一部抜粋）

\*：針葉樹、他は広葉樹。図中の■が25%点から75%点であり、この範囲の標高が植栽に適している。

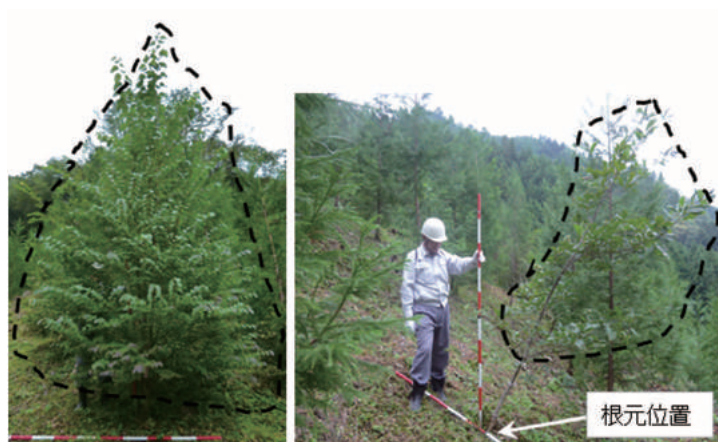


図2 カツラ（左）とミズナラ（右）の樹形の比較

※ 点線内が葉群。カツラは、主幹が垂直で下枝が密生。ミズナラは主軸が斜めで下枝がない。

表1 多摩地域の高標高地に適した植栽樹種

	カツラ、ホオノキ、ウワミズザクラ、イヌシデ、フサザクラ リョウブ、クマシデ、オオバアサガラ
特徴	標高500～1000mで高木になる。 誤伐やシカ食害を受けた後の萌芽力が強く、伸長が速い。 萌芽枝は垂直性。 なお、カツラは本来溪流沿いに、フサザクラは表層土壌が不安定な下部谷壁斜面に 生育する樹種であり、他は山地の斜面に生育する樹種である。

※誤伐やシカ食害がほとんどみられない場合は、多摩地域に適した標高別生育樹種一覧(図1)の樹種が植栽可能である。

[ 問い合わせ先：東京都農林総合研究センター 緑化森林科 Tel 042-528-0538 ]

## 間伐が森林の生物多様性に及ぼす効果の把握

神奈川県自然環境保全センター 研究企画部 研究連携課 田村 淳

### 研究の背景・ねらい

神奈川県では、水源環境の保全・再生を図るために間伐を主体とした水源林の整備を進めており、その事業効果を検証・評価するために「水源かん養機能の向上」とともに「森林生態系の健全化」がその達成目標として設定されています。

そこで、水源林における間伐が森林生態系に及ぼす効果、具体的には生物多様性に及ぼす効果を把握するための調査に平成 25 年度から着手しました。調査地は、地質やシカの生息状況の差異を考慮して県西部に位置する小仏山地（写真1）、箱根外輪山および丹沢山地のスギ林とヒノキ林、広葉樹林（対照区）の3林相を対象として、間伐前と第1回間伐後1～8年の場所の計 86 地点を選定しました。各地点では、植物と土壌動物、昆虫、鳥類、哺乳類の出現種と個体数を調べました。

### 成 果

間伐からの経過年数や環境要因との関係を解析したところ、次のことがわかりました。林床植物については、種数、植被率、多様度指数はともに間伐後に増加する傾向を示しましたが、いずれも間伐後5～6年をピークにしてその後低下する傾向がありました。また、環境要因との関係では林床植物の種数や植被率は「傾斜」、更新木の個体数や樹高、多様度指数は「シカの観察頻度」と高い相関がみられました（表1）。とくに「シカの観察頻度」は更新木の平均樹高や多様度指数に負に影響していました。一方で「間伐後経過年」は林床植物の種数や植被率、更新木の樹高、多様度指数に正に影響していました。

土壌動物（ミミズ類とササラダニ類）と昆虫（林床性と地表性）については、林床植生の植被率や種数との関連がみられました。また、ササラダニ類と地表性・林床性昆虫では林相との関連もみられる種があり、指標種を抽出することができました。

一方、鳥類と哺乳類では間伐や環境要因との関連を今回の調査からは見出すことはできませんでした。その理由として、移動能力の高い鳥類と哺乳類には今回の調査スケールが狭かった可能性があります。調査手法の改善、たとえば景観生態学的手法を用いることが今後の課題です。

以上の結果から、間伐によりまずは林床植生を増加させることが森林の生物多様性にとっても重要であることが示唆されました（図1）。

### 成果の活用

平成 19 年度から行われている水源環境保全・再生施策について、「水源環境保全・再生かながわ県民会議」が行う中間評価のための基礎データとして活用され、「かながわ水源環境保全・再生施策 これまでの歩みとこれから 総合的な評価（中間評価）報告書」に成果概要が掲載されました。



写真1 調査地の状況例 小仏山地  
左：間伐前、中：間伐直後、右：間伐後一定時間経過

表1 林床植生指標と変数の関係  
各ベストモデルの変数パラメータ：GLMを用いた回帰分析とAICによる比較，n=40

	シカ観察頻度	間伐後経過年	開空度	標高	傾斜	切片	family
林床種数		0.07 **	0.07 **	0.12 ***	-0.19 ***	4.1 ***	poisson
林床植被率		13.4 *			-14.64 ***	46.77 ***	gaussian
更新木種数		0.15 *				2 ***	poisson
更新木個体数	0.7 ***	-0.33 ***	0.12 ***			3.52 ***	poisson
更新木平均樹高	-0.5 ***	0.33 ***	0.05	0.09 *	-0.02	3.14 ***	poisson
Shannon H'	-0.43	0.2	0.23 *	0.14		2.26 ***	gaussian
Simpson 1/D	-5.08 *	2.46 *	1.4			7.06 ***	gaussian
Shannon's evenness	-0.09		0.03			0.57 ***	gaussian
Simpson,s evenness	-0.06 *	0.02				0.13 ***	gaussian

\*\*\*:  $p < 0.001$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$ , .:  $p < 0.1$

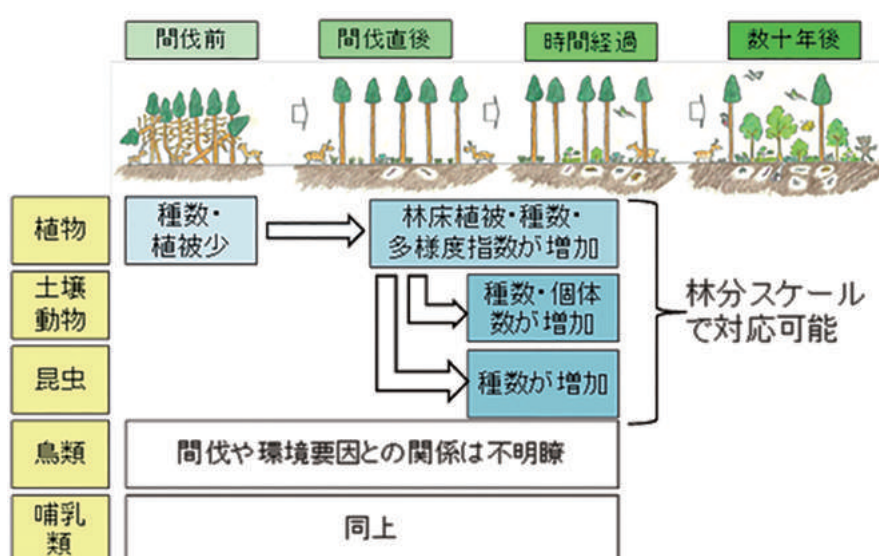


図1 間伐生物分類群との関係  
(H27までの調査による)

# 市販資材を用いたニホンジカ誘引捕獲用囲い罠の開発

山梨県森林総合研究所 経営機械科 大地 純平

## 研究の背景・ねらい

ニホンジカの捕獲法には銃による捕獲、くくり罠や箱罠などによる捕獲など、様々な方法がありますが、使用する道具類については基本的には従事者個人による管理であり、特定の従事者に捕獲の負担が集中しがちです。獣害対策は利害関係者皆で協力すること、捕獲の負担軽減の必要性から、近年では集落や複数人のグループでの管理がしやすい囲い罠の導入が増えています。

しかし、現状の囲い罠は規模の大きなものが多く、手軽さやコスト面において問題があります。そこで、本研究では「1～8頭程度の群れ」の捕獲を想定し、①誰でも容易に設置・運用が可能な事、②資材の確保が容易な事、③効率的な捕獲が可能な事の三点を目標に、「市販資材を用いたニホンジカ誘引捕獲用囲い罠」を開発しました。

## 成 果

開発した囲い罠は足場用単管パイプを骨組みとし、防鳥ネットと90%遮光ネットを組み合わせた耐力壁を張り付けることで囲い罠として機能します。(写真1、2 表1) 足場用単管パイプを使う利点は、①安価で資材の確保が容易、②組み上げると自重があり、アンカー固定が不要、③接続継手の種類が豊富で自由な柵形状や地形への対応が可能、④金属ノコ、切断機などでの加工が容易、⑤3人程度の人員で半日の作業で設置可能、等が挙げられます(図1)。

耐力壁は、防鳥ネットを二重巻きした程度ですが、捕獲時にニホンジカに破られたことはなく十分な強度を確保しています。防鳥ネットと組み合わせた90%遮光ネットには、離れると壁の外が透ける特性からニホンジカの警戒心を緩め、その反面で近づくとき大きな遮蔽効果を発揮することから壁面への突撃を抑制する効果を期待しています。また、ネット形状は風を受け流し、荒天に強い事が分りました(写真3)。罠の監視、捕獲に関してはオプションとして遠隔監視・捕獲システム一式も用意しました。囲い罠同様、市販の機器類を用いることでコストを抑え、200m程度離れた場所からの監視・捕獲が可能です。

囲い罠を用いたニホンジカ誘引・捕獲試験は山梨県南アルプス市高尾の牧場採草地を利用して実施しました。誘引試験では、週二回(火曜日、金曜日)囲い罠内外にアルファルファを給餌し、採食の様子を自動撮影カメラで記録しました。試験結果から、市販資材を用いた簡易囲い罠であっても、ニホンジカ捕獲に耐える十分な性能を確保できること、週二回程度の給餌であっても十分な誘引効果がある事を確認することが出来ました。

## 成果の活用

成果は行政や事業体向けに各種メディアおよび専門研修等の普及指導の活動と併せて、学会発表を通じて公開しています。また、南アルプス市獣害対策協議会、猟友会等に情報提供し、捕獲を実施しています。





写真1 囲い罠外見



写真2 囲い罠内に誘引されたニホンジカ

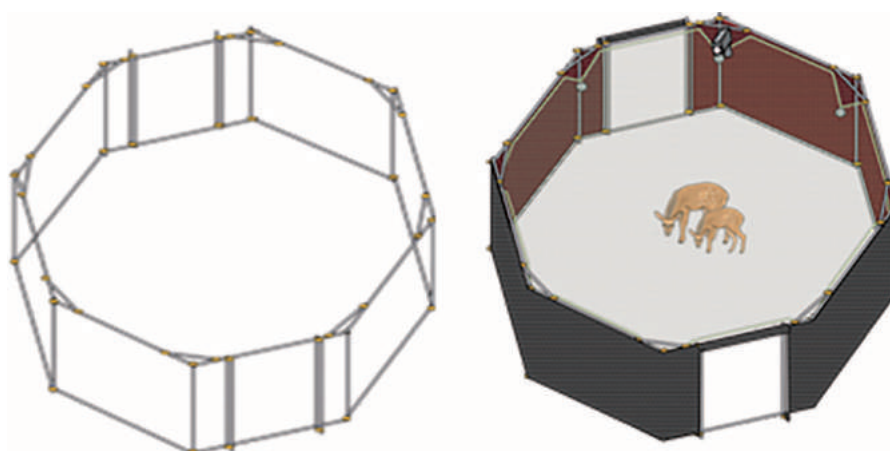


図1 単管パイプ骨組と耐力壁の貼り付け案



写真3 90%遮光ネットの遮蔽効果

表1 主な購入資材と参考価格

**囲い罠本体：八角形（直径9.64m）**

単管パイプ 4m	16本	32,000円
単管パイプ 2m	22本	19,800円
単管パイプ 1m	12本	5,400円
クランプ 直行	32個	6,400円
クランプ 自在	25個	4,500円
90%遮光ネット 2m 50m		6,000円
防鳥ネット 巾1.5m 100m		8,000円
ステンレス丸環 8cm	28個	9,800円
他小物（ロープなど）		6000円

**合計 97,000円**

**囲い罠遠隔監視・操作システム**

転落防止用ネット 10m×10m	27000円
遠隔監視用カメラ	24000円
ラジコン用プロポ 3ch	14000円
バッテリー、スイッチ類	35000円（自作）

**合計 100,000円**

上記資材の在庫や価格については地域や販売店舗によって違いますので各地域の販売店に確認下さい。

## 被害木を薪として有効利用しナラ枯れを防除する

岐阜県森林研究所 森林環境部 大橋 章博

### 研究の背景・ねらい

岐阜県ではカシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）が伝播する Raffaelea 菌によってミズナラやコナラが枯れるブナ科樹木萎凋病がすでに広範囲に拡大しています。被害が蔓延している地域では、防除を行っても周りからカシナガが飛来するため、十分な防除効果は期待できません。こうした地域では被害木を林地から除去し利用することが有効と考えました。被害木の用途としてはパルプ材などが考えられますが、なかでも薪材はパルプ材の数倍の高値で取引が期待できます。しかし、被害材を安易に移動すると、移動先でカシナガが脱出して、新たな被害を引き起こす恐れがあります。そこで、被害木を割材してカシナガを確実に駆除し、薪として利用することができないか検討しました。

### 成 果

4月17日に伐採した被害木を1mの長さに玉切りし、図1のように、長丸太、短丸太、薪（露天）、薪（雨除）の4つの処理区に振り分け、寒冷紗（遮光率約50%）で遮光したシイタケ原木栽培施設下に設置しました。その後、薪区について分割した材から脱出してくるカシナガの幼虫数を5月31日まで定期的に計数しました。その後、同日に丸太毎に羽化トラップを設置し、羽化してくる成虫数をカウントしました。

その結果、各処理区から脱出したカシナガ成虫数は、長丸太区が7,853頭/m<sup>3</sup>であったのに対し、短丸太区で2,324頭/m<sup>3</sup>、薪（雨除）区で112頭/m<sup>3</sup>、薪（露天）区で138頭/m<sup>3</sup>と、薪にすることで98%以上のカシナガを駆除できることがわかりました（図2）。また、雨除区と露天区で防除効果に差がなかったことから、被害材を薪として利用する必要がなければ、分割した材をそのまま林内に放置しても駆除できることがわかりました。

ただし、割材により100%カシナガを駆除することはできないので、薪の設置は被害発生地域内で行うようにし、カシナガの羽化脱出が終了する秋以降に移動するよう注意することが必要です。

割材することで幼虫が材から這い出してくる要因として、次のようなことが考えられます。カシナガ幼虫は、摂食するため坑道内を何度も往復しています。通常、坑道の入口付近には雄成虫がいて幼虫の落下を防いでいることが実験で確かめられています。割材によって坑道が分断されるため、孔道内を移動する幼虫が落下すると考えられます。また、割材によって材の乾燥が急激に進むために（図3）、これを避けて幼虫の移動が増えることも要因の一つと考えられます。

### 成果の活用

研究成果をまとめたパンフレット「ナラ枯れ被害を防ぐために（改訂版）」、「被害木を薪にしてナラ枯れを防ぐ」を作成し、ホームページ上で公開しています。

研修会等を通じて、県民や林業事業者へ技術提供を行いながら、普及を進めています。

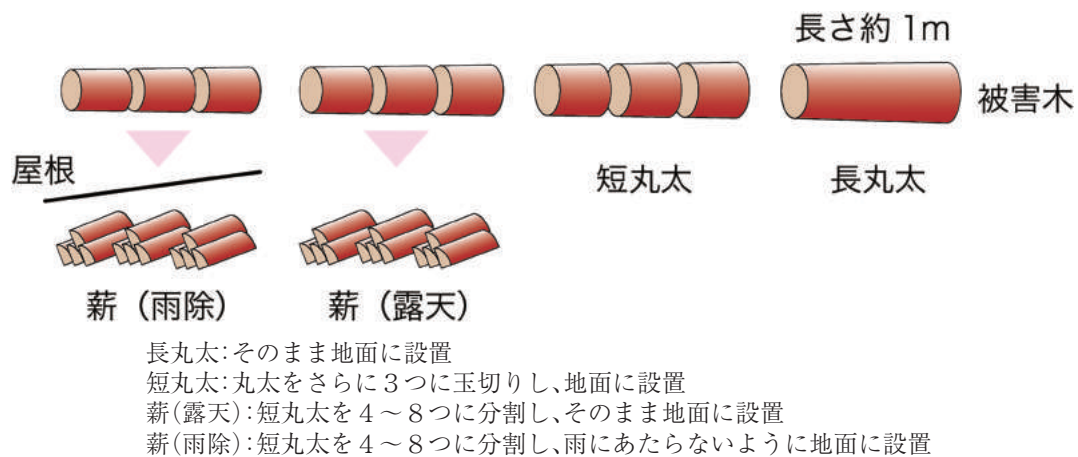


図1 供試材の調整

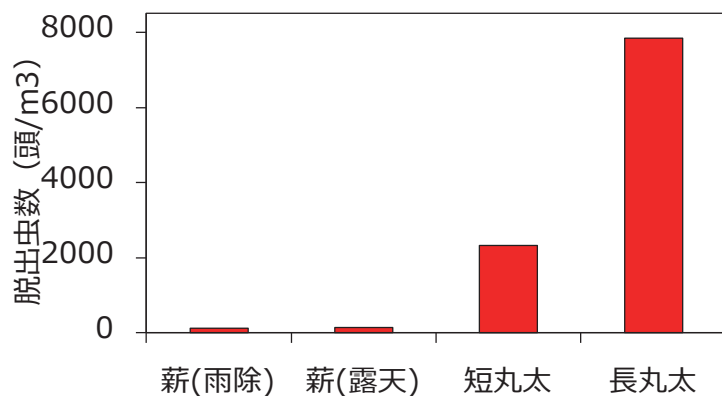


図2 割材による駆除効果



写真1 薪から出てきた幼虫  
材から出た幼虫は生育できず死亡します

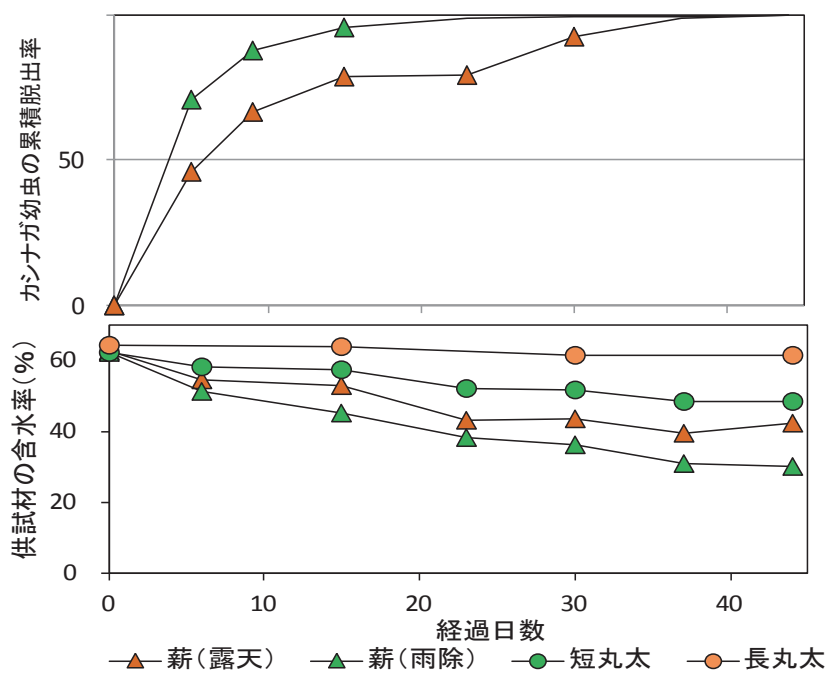


図3 供試材からのカシナガ幼虫脱出数と含水率の変化



# 小型 3D カメラを用いた原木材積計測システムの開発

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター 木材林産科 星川 健史

## 研究の背景・ねらい

静岡県では、新たに建設された合板工場への原木供給対策として、伐採現場から合板工場に直接供給する「直送」が急速に広がっています。しかし、直送では選別機のある原木市場を介さないため山土場や中間土場で検尺を行う必要が生じ、人員不足が課題となっています。そこで、当センターでは、検尺を効率化するため、コンパクト3Dカメラ（写真1）を用いた原木材積計測システムの開発を行いました。

## 成 果

### 1. 原木材積計測システムによる検尺のながれ

原木の末口側の木口面を揃えてはい積みし、木口方向からコンパクト3Dカメラで撮影します。撮影した画像を原木材積計測プログラム（写真2）に読み込ませ、明るさ等に応じた設定や大まかな原木の範囲の指定の後、原木の木口を円として認識させます。3Dカメラの画像から三角測量の原理で木口に円の実際の直径が計算されます。現在のところ、はい積みした原木のうち正しく認識できる成功率は約95%で、残りの約5%の原木については、画像を見ながら原木の木口をマウス操作で追加（手動修正）します。修正が終わったら伝票作成ボタンを押し、材長を設定することで直径級ごとに材積を集計して伝票形式で出力します。

### 2. 性能評価

- 原木の自動認識率（自動認識により正しく認識した原木数／画像中の原木数）は94%でした（図1）。
- 自動認識後に行う手動修正の作業効率は113～236本／分で、原木1立方メートルあたりおよそ30秒の作業で手動による修正を行うことができました（図2）。
- はい積みの合計での材積計測誤差は1%でした（図3）。
- 1本単位での直径計測誤差（RMSE）は1.3cm（7%）でした（図4）。

## 成果の活用

現在、個別のニーズに対応するための細部の改良と発売に向けた準備を、共同で開発した県内企業と行なっています。今後、企業が商品化し、まず県内の林業事業体への普及を図ります。

将来は、原木材積だけでなく林業全体にかかわるすべての森林情報を取得し、これを活用することによって原木の生産・流通を効率化する技術の開発を進めたいと考えています。



写真1 コンパクト3Dカメラ

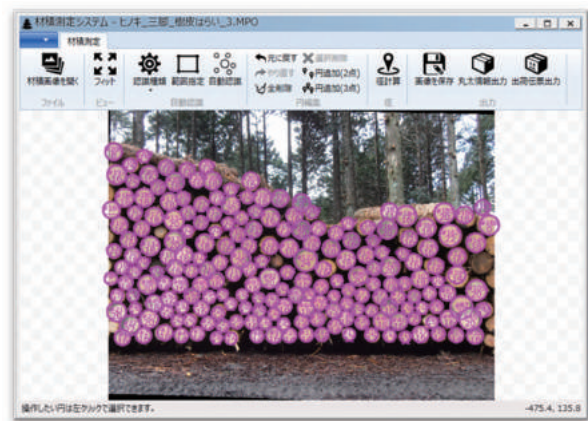


写真2 原木材積計測システム

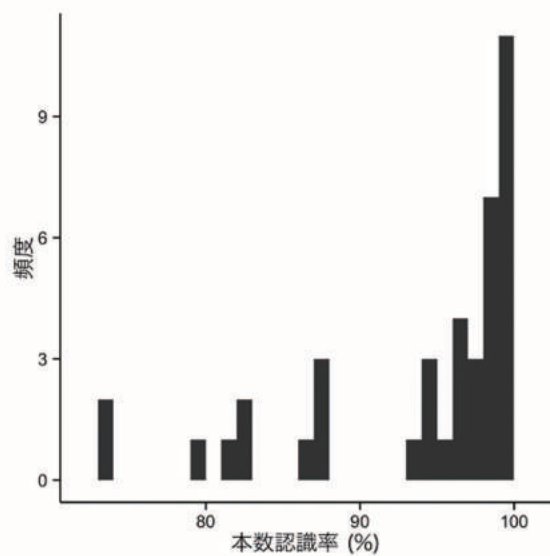


図1 自動認識における本数認識率

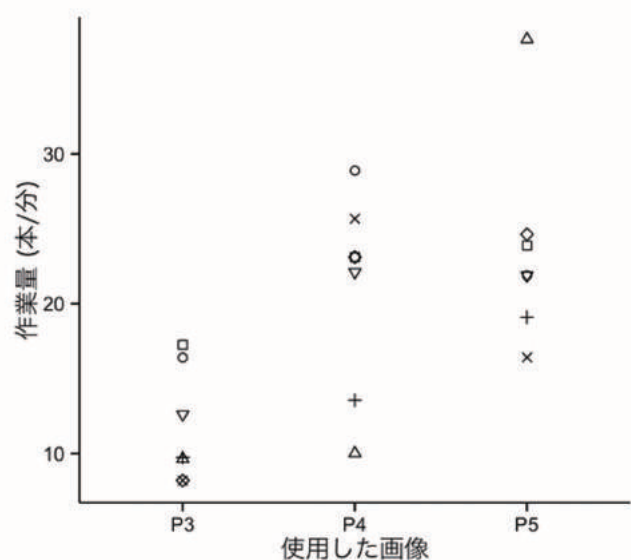


図2 原木材積計測システムにおける修正作業効率  
同じ記号は同一被験者を示す。

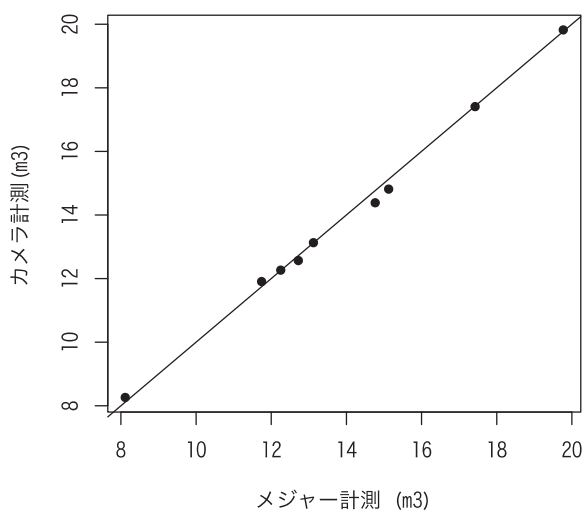


図3 はい積みの合計材積のプログラム計測値とメジャーによる実測値との関係

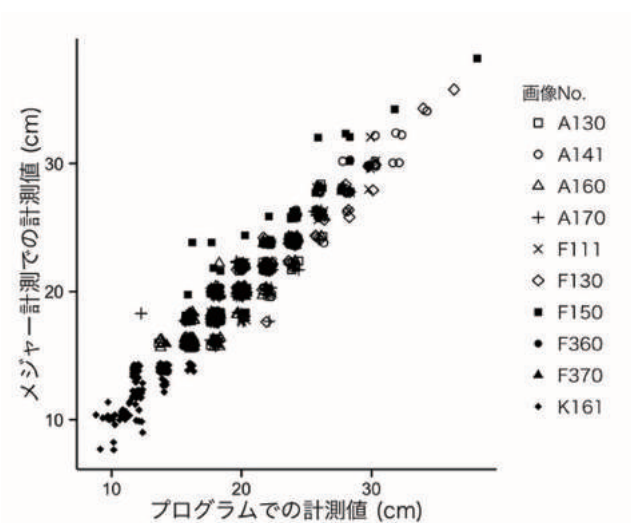


図4 原木直径のプログラム計測値とメジャーによる実測値との関係

[ 問い合わせ先：静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター Tel 053-583-3121 ]

## ニホンジカ等による森林被害の軽減技術の確立

愛知県 森林・林業技術センター 技術開発部 石田 朗・江口 則和

### 研究の背景・ねらい

ニホンジカ（以下シカ）の個体数増加に伴い、森林でも苗の食害、植栽木の剥皮、自然植生の衰退等が問題となっています。現在、ほとんどの苗植栽時には、同時に防護柵を設置するようになっていますが、それでもシカ等に侵入され被害を受けるケースが増えています。このように、シカの被害軽減のためには、防護柵等によるシカ害防護策だけではなく、シカの生息密度の低減が必須となってきています。そこで本研究では、県内におけるシカとその被害の実態を調査し、被害軽減のための効果的な捕獲手法を検討しました。

### 成 果

ホームページを活用したシカとその森林被害のアンケート調査（図1）では、シカが愛知県の瀬戸市以東の中山間地はほぼ全域に分布しており、被害も県中央～東部に広く発生していることが確認されました。夜間に約 30km のルートを自動車でも低速走行するライトセンサスでは、シカが牧草地、草地・田畑、森林の順で多いことがわかりました。自動撮影カメラ調査では、シカが多く撮影された場所で、当年生の幼獣の割合が高く、かつ群れの頭数も大きく、繁殖が旺盛な様子が確認されました。新城および豊根で計 11 個体に GPS-アルゴス首輪を装着し、行動圏を調査したところ、日常の行動圏は 2km ほどのものが多く、牧草地や集落周辺の狭い地域に限られていました（図2）。

これらの結果と、愛知県環境部等で実施した既存のシカ調査結果、さらには植生等の GIS データを状態空間モデルを用いて解析したところ、2015 年で県内のシカ推定生息数は中央値で約 23,000 頭（95%信用区間で 21,026 ～ 25,840 頭）となり、特に県東北部で密度が高いことが示されました（図3）。また、この中央値と内的自然増加率 1.2 を用いて今後のシカ個体数の変化を予測すると、現在の 2,000 ～ 3,000 頭捕獲（狩猟、有害の合計）でも個体数増加が続くと考えられました（図4）。状況改善のためには、効率のよい捕獲が必要で、密度が高い地域において、餌場となりシカが集まりやすい牧草地や集落の草地周辺で集中的に捕獲を実施することがシカ密度低下と周辺の森林への被害抑制につながると考えられました。

### 成果の活用

「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」において、NPO 法人穂の国森林探偵事務所、(株)マップクエストと共同で、県内の 5km メッシュごとのシカ生息密度、250 m メッシュごとのシカ出現確率やシカの目撃地点等を表示できるシカ害対策支援アプリ「やるシカない!」を開発し（図5）、各種研修で使用方法を普及に努め、県内のシカ対策に生かしています。



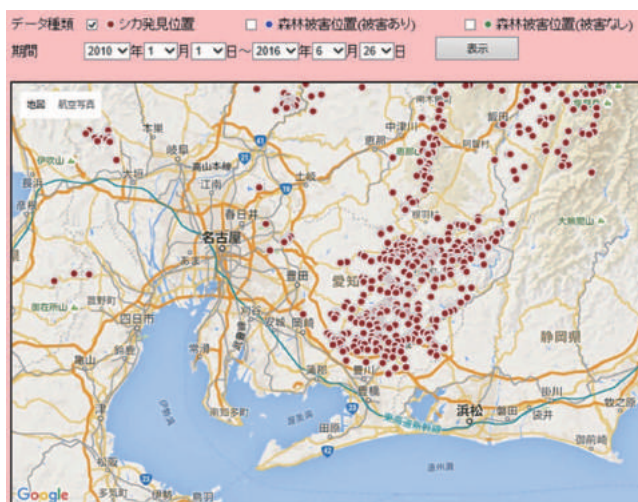


図1 ホームページを活用したシカアンケート

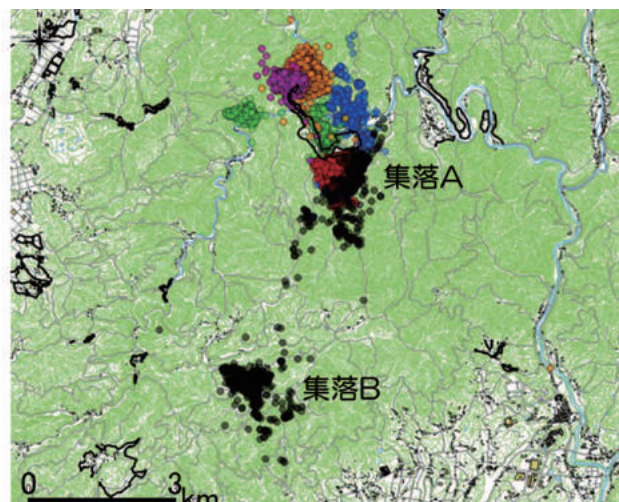


図2 GPS-アルゴス首輪を用いた調査で分かったシカの行動圏

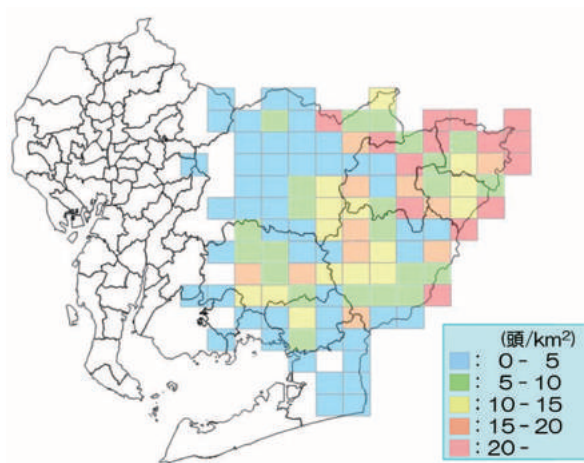


図3 5km メッシュごとのシカ個体数密度

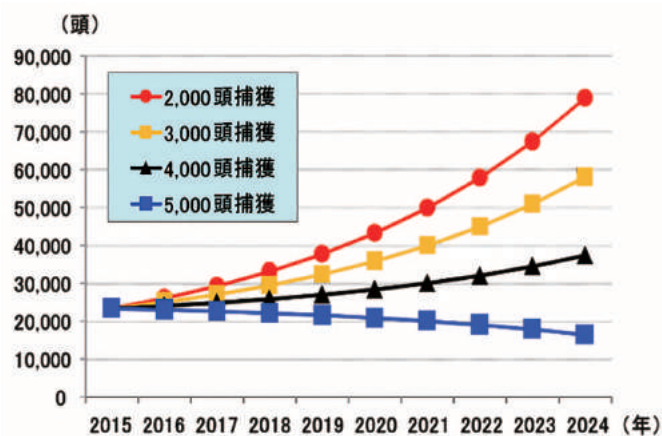


図4 県内のシカ個体数変化の予測

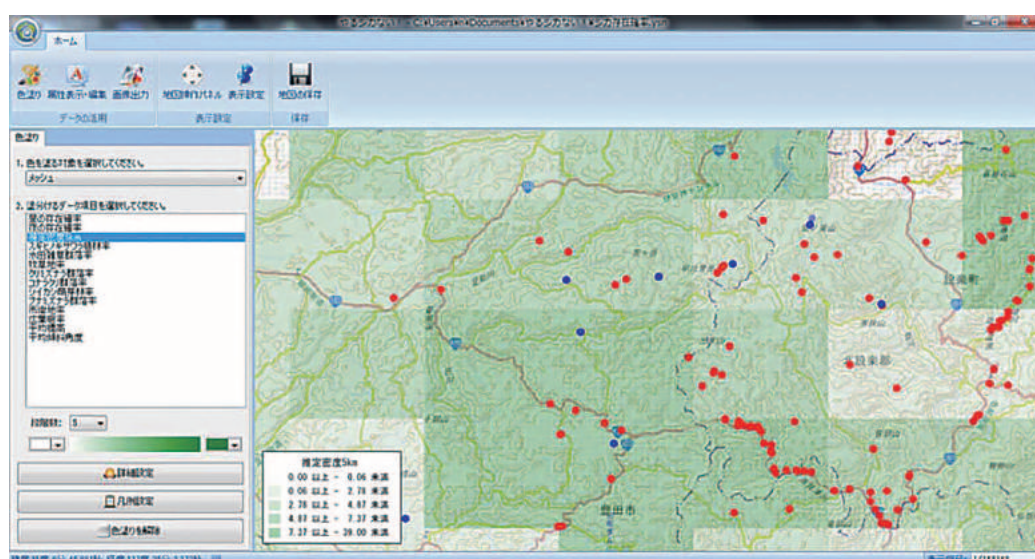


図5 シカ害対策支援アプリ「やるシカない！」

# 除草剤の伐痕注入処理による新たな竹林駆除方法の開発

石川県農林総合研究センター 林業試験場 池田 虎三・渥美 幸大・江崎 功二郎

## 研究の背景・ねらい

放置竹林の駆除は、一般的には伐採によって行われますが、伐採後に大量の新竹が発生し、竹林が再形成されてしまいます。そのため、竹林を根絶やしにするには、毎年発生する新竹を伐採していく必要があります。竹伐採後に発生する新竹を3年程度刈り払うことで、それ以降の新竹発生本数を大きく減少させることが可能ですが、毎年の刈払いには多くのコストが必要になります。一方、薬剤を利用した竹の駆除法としては、グリホサート塩を主成分にした薬剤を竹桿に注入する方法が登録されていますが、この方法では竹の再生までを抑えることが難しいと分かっています。そこで、当試験場では竹の再生を抑える新たな方法として、薬剤を竹の伐採後の伐痕に注入する「伐痕注入処理による駆除方法」を試験開発し、その効果を検証しました。なお、本研究は農食研事業によって実施しました。

## 成 果

### 1. 伐痕注入処理

2015年10～12月に竹林を皆伐し、速やかに全ての伐痕に対して竹の節の隔壁の上から先端の尖った鉄製の棒を用いて深さ30cm程度の穴を開けました(写真1)。穴を開けた伐痕にグリホサートカリウム塩(原液、商品名:ラウンドアップ)を5ml/本(薬剤注入区、約7,000本/ha)を注入しました。伐痕には、雨水が入らないように、輪ゴムと生分解性のビニール袋を用いて覆いました。注入作業には、一定量を連続的に分注できる連続分注器を用いました。対照区である無処理区(約10,000本/ha)は、薬剤の代わりに水を注入しました。

伐痕注入処理に係るコストは約300千円/haになり、刈り払い約1回分とほぼ同額になることが明らかになりました。

### 2. 再生する竹の抑制効果

薬剤注入区および無処理区の筍発生本数率(筍/親竹)は、それぞれ4%および23%で、薬剤注入区は無処理区と比較して減少しました(写真2)。また、筍発生後に発生するササ状の小竹(<2cm)の発生本数割合(小竹/親竹)はそれぞれ21%と75%になり、薬剤注入区は無処理区と比較して大きく減少しました。また、薬剤注入区の筍や小竹の分布は無処理区と比較してやや集中的に発生していました(図1)。これらの結果は、伐痕注入処理が筍およびその後再生する小竹の発生を減少させることを示しており、竹の伐採後の伐痕にグリホサートカリウム塩を注入すると、薬剤が竹の地下茎に移行し竹の再生を抑制できると考えられました。

## 成果の活用

今回の研究成果は、県内の放置竹林の駆除に役立つほか、当試験場で発行した「よくわかる石川の森林・林業技術 No.12 放置・侵入竹林の森林化技術(H23年発行)」を改訂し、各市町村や関係団体へ配布するとともに、技術研修の開催等を通じて成果の普及を予定しています。





写真1 伐痕注入処理の手順

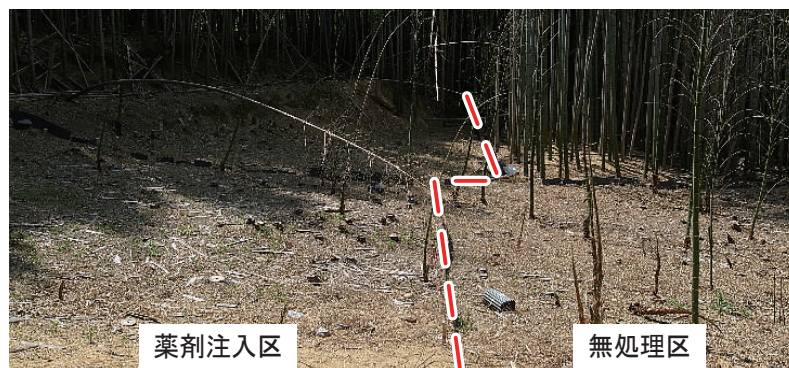


写真2 薬剤注入区および無処理区における筍の発生（5月下旬）

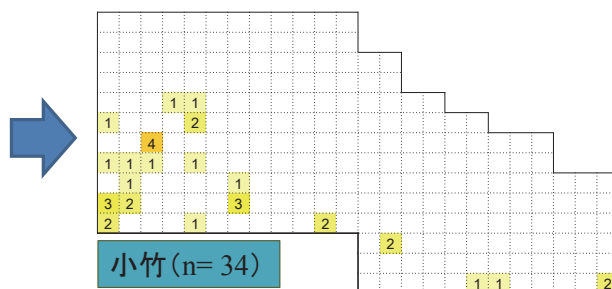
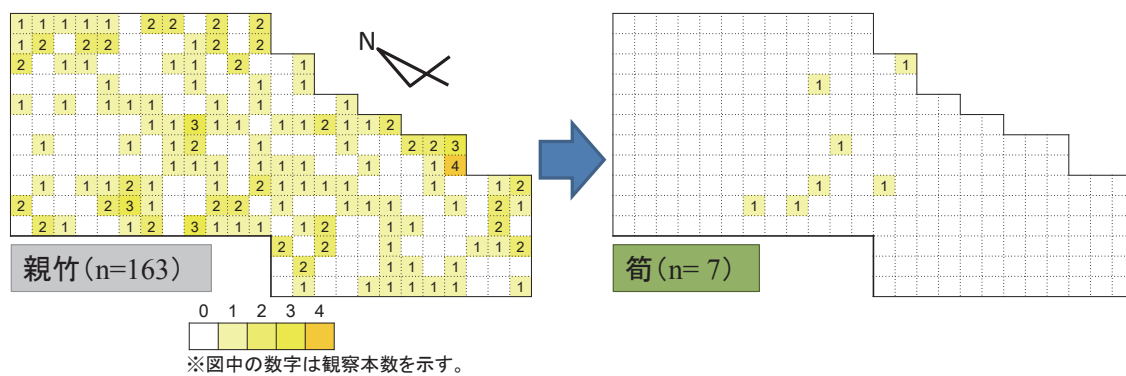


図1 薬剤注入区における親竹と発生した筍および小竹の分布

[ 問い合わせ先：石川県農林総合研究センター 林業試験場 森林環境部 Tel 076-272-0673 ]

## 広島県におけるコウヨウザンの生育と材質

広島県立総合技術研究所 林業技術センター 林業研究部 涌嶋 智・渡辺 靖崇

### 研究の背景・ねらい

近年、森林資源の成熟に伴い、主伐後の再生林をどのように進めていくかが課題となる中で、短伐期での収穫や萌芽再生の特徴を持つコウヨウザン等の早生樹種に対する関心が高まっています。当センターではコウヨウザンの生育状況や材質について明らかにするため、広島県庄原市川北町の民有林の面積約 0.6ha に約 800 本以上成立している 50 ～ 60 年生のコウヨウザン林分の調査を行いました（写真 1、2）。平成 26 年には、予備試験として樹齢 51 年、樹高 29.9m、胸高直径 47.5cm の立木を 1 本伐採し、年輪解析を行って成長曲線を作成したほか、5 本の丸太を採材して動的ヤング係数（縦振動法）や丸太含水率を測定するとともに、平角材（W150 × T105 × L4000mm）を 12 本、板材（W90 × T20 × L4000mm）を 49 枚製材し、曲げヤング係数、曲げ強度、圧縮強度、引張強度等を測定しました。

### 成 果

コウヨウザン伐採木を年輪解析したところ、10 年で樹高 8.2 m、胸高直径 9.9cm、20 年で樹高 17.7m、胸高直径 20.4cm となり、良好かつ継続的な生育状況が確認できました（図 1）。また、測定した個体の樹幹形状は標準的なスギと比べてより完満でした（図 2）。コウヨウザンが樹種の特徴としてスギより完満な樹幹を形成するかどうか、今後調査本数を増やして明らかにしたいと考えています。

コウヨウザン原木丸太では、動的ヤング係数（縦振動法）の等級区分は E90 が 2 本、E70 が 2 本、E50 が 1 本で、含水率は心材が 35 ～ 61%、辺材が 112 ～ 243%でした。

コウヨウザン製材品（平角材）では、動的ヤング係数（縦振動法）の等級区分は E110 が、曲げヤング係数の等級区分は E90 が最も多くなっており、材の強度はスギよりも高く、ヒノキよりも低いと考えられました（図 3）。現時点ではデータ数が少ないので、今後は試験体数を増やしてコウヨウザンの製材品の性能評価を行っていく必要があります。

### 成果の活用

平成 27 年度からは（研）森林総合研究所林木育種センター、（大）鹿児島大学、（株）中国木材と、当センターの 4 者が共同して農林水産業・食品科学学術研究推進事業「西南日本に適した木材強度の高い新たな造林用樹種・系統の選定及び改良指針の策定（H27 ～ 29）」に取り組んでおり、当センターではコウヨウザン製材品の材質評価を行っています。また、広島県では平成 28 年度から全国で初めてコウヨウザン造林を造林事業による補助対象とし、コウヨウザンの植栽が開始されています。今後は植栽されたコウヨウザンの生長を継続して調査し、地域や気候、土壌など、生育に適した条件を明らかにしていく予定です。





写真1 コウヨウザン林分状況



写真2 コウヨウザン萌芽状況

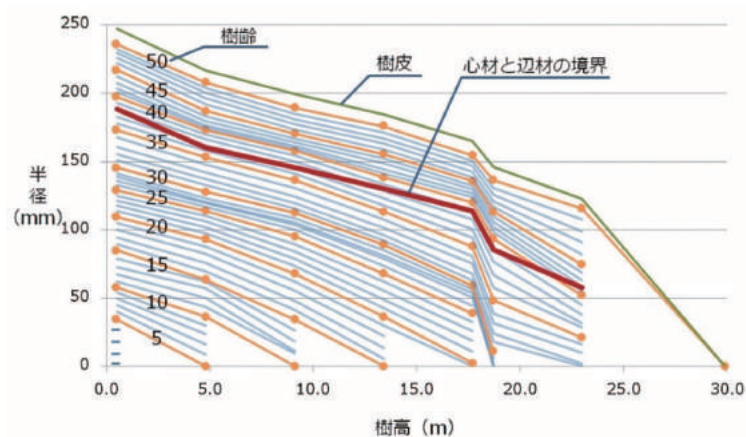
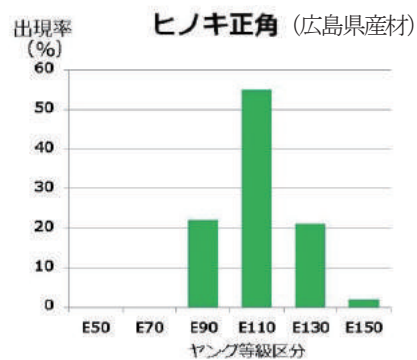
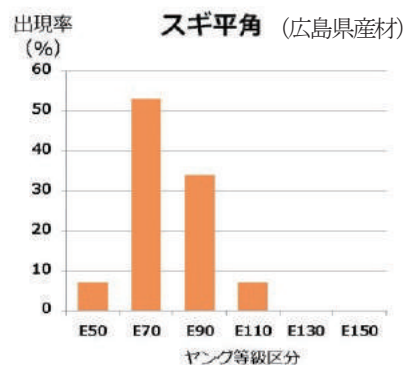
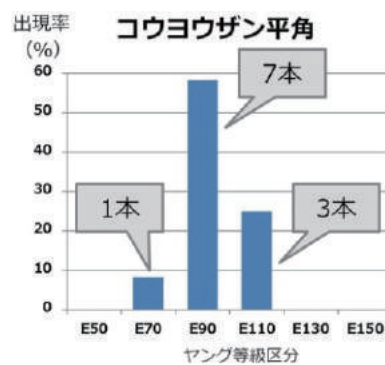


図1 伐採したコウヨウザンの年輪解析



スギ平角、ヒノキ正角は広島県総研林技セ調べ

図3 平角材等の曲げヤング係数等級

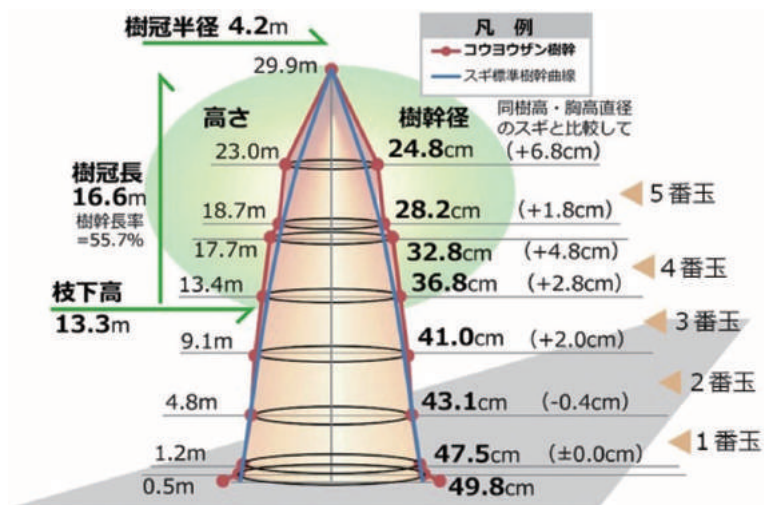


図2 伐採したコウヨウザンの樹幹形及び樹冠

[ 問い合わせ先：広島県立総合技術研究所 林業技術センター 林業研究部 Tel 0824-63-5181 (内線 2542) ]



## 実生スギコンテナ苗生産期間短縮の試み

徳島県立農林水産総合技術支援センター 藤井 栄

### 研究の背景・ねらい

スギ実生コンテナ苗の生産者は畑に播種し、露地で1成長期育苗した後、裸苗の床替えと同時期に毛苗を畑から抜き取ってコンテナに移植し、さらに1成長期をコンテナで育苗しています。この方法では、苗木生産期間は従来苗と同等の2成長期であり、1成長期目の夏季の除草や床替え時の畑作業といった重労働が発生することから、育苗施設を活用した、重労働の無いコンテナ苗育苗法の確立が望まれます。本研究では、植栽時期の拡大によって新たな出荷が見込まれる10月と従来の裸苗出荷の最盛期である3月の出荷を想定し、畑を使用せず現状で2成長期かかる生産期間を1成長期に短縮する実生スギコンテナ苗の生産を試み、その有効性を検討しました。

### 成 果

裸苗や現状のコンテナ苗生産工程を踏まえ、図1の工程で生産期間の短縮を試みました。徳島県名西郡石井町のガラスハウス（無加温）において、2014年8月と10月にスギ種子を育苗箱（0.18㎡）に播種しました。発芽した実生苗は2か月以内に、ココナッツピートに緩効性被覆肥料を混和した培地をマルチキャビティコンテナに充填して移植しました。2015年4月までハウスで、以降は露地で育苗しました。測定は8月播種が24コンテナ960本、10月播種は25コンテナ1,000本を対象とし、コンテナごとに樹高、直径の平均値を算出しました。2015年10月に平均樹高が高いコンテナ、2016年3月に残りのコンテナから苗木を抜き取り、コンテナごとに得苗率（樹高35cm以上で根鉢が形成されている苗）を算出しました。

2015年9月に8月播種で9割、10月播種で6割の苗木が樹高35cmに達しました（図2）。2015年10月にコンテナの得苗率を測定した結果、8月播種は $79 \pm 7\%$ となり、10月播種は $78 \pm 12\%$ となりました。残りの苗木は2016年3月に得苗率を測定し、8月播種は $71 \pm 8\%$ 、10月播種は $67 \pm 9\%$ となりました。播種時期ごとの得苗率を平均すると8月播種で $76 \pm 8\%$ 、10月播種で $69 \pm 10\%$ でした（表1）。本県苗木生産者は得苗率70%を目標にコンテナ苗を生産していることから、8月播種では実用的な目標を達成しているといえます。10月播種についても本研究の成長特性を踏まえ、かん水や施肥方法を見直せば、得苗率の向上を目指すことが出来ると考えられます。

### 成果の活用

本成果は徳島県内のすべての苗木生産者に普及され、1年をとおした播種及び出荷が可能となっています。安定した苗木供給が可能となったことから、これに伴って、林業事業体からの苗木の委託生産といった取り組みも行われ、1年を通した植栽が一般的になっています。その結果、裸苗よりコンテナ苗の植栽率が高くなりつつあります。また、畑の管理や播種が不要となり、育苗施設での栽培により労務が軽減されることとなったことから、苗木生産経験のない生産者の新規参入も促進されています。

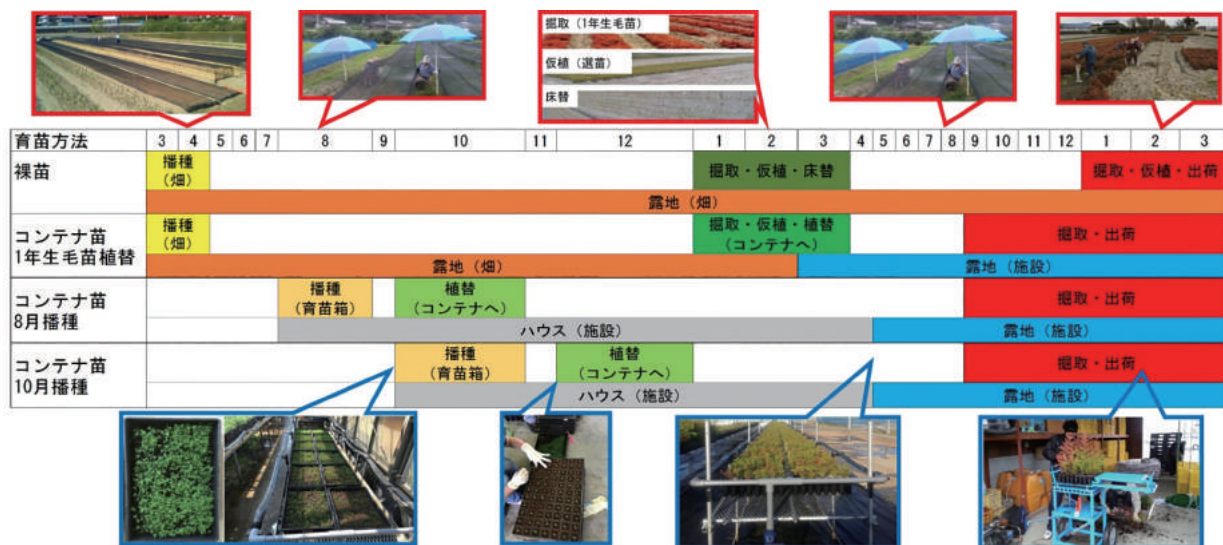


図1 従来の裸苗、コンテナ苗の育苗工程と新たなコンテナ苗の育苗工程

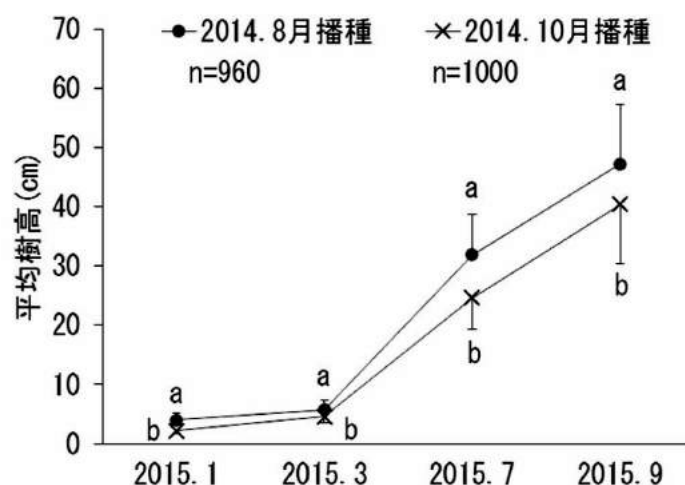


図2 平均樹高の推移

異なるアルファベットは  $P < 0.05$  水準で有意差があることを示す (t 検定)。縦棒は標準偏差を示す。

表1 播種時期ごと、抜取時期ごとの抜取時期前苗木形状と得苗率

播種時期	抜取時期	コンテナ数	苗木本数	抜取前平均樹高(cm)	抜取前平均地際直径(mm)	抜取前平均形状比	得苗率(%)
2014年8月	2015年10月	14	560	49.8 $\pm$ 4.2	5.0 $\pm$ 0.5	100 $\pm$ 6	79 $\pm$ 7
	2016年 3月	10	400	41.0 $\pm$ 4.9	5.1 $\pm$ 0.3	80 $\pm$ 9	71 $\pm$ 8
2014年10月	2015年10月	3	120	47.8 $\pm$ 0.4	4.8 $\pm$ 0.2	100 $\pm$ 5	78 $\pm$ 12
	2016年 3月	22	880	38.7 $\pm$ 5.2	4.8 $\pm$ 0.3	81 $\pm$ 9	67 $\pm$ 9

2015 年 10 月抜取の平均樹高、地際直径、形状比の測定時期は 2015 年 9 月。  
 2016 年 3 月抜取の平均樹高、地際直径、形状比の測定時期は 2015 年 12 月。  
 平均樹高、地際直径、形状比の得苗率は抜取時に測定。  
 数値は平均値 $\pm$ 標準偏差を示す。

## スギ植栽地における下刈り終了判断基準

福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター 森林林業部 鶴崎 幸・佐々木 重行<sup>1</sup>・宮原 文彦  
国立研究開発法人 森林総合研究所 九州支所 重永 英年<sup>2</sup>・山川 博美<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>: 元、<sup>2</sup>: 現 林野庁 森林整備部 研究指導課、<sup>3</sup>: 現 森林総合研究所 森林植生研究領域)

### 研究の背景・ねらい

下刈りは植栽木が雑草木からの被圧がなくなるまで6～9回必要とされるため、育林経費に占める下刈り経費の割合は高く、再生造林を行う上で下刈りの省力化が大きな課題となっています。そこで、スギと雑草木の競合関係からスギ植栽地における下刈りを終了する判断基準を明らかにしました。

### 成 果

毎年下刈りが実施された福岡県八女市の3～6年生のスギ林分(植栽本数2,000～3,000本/ha)のうち、19林小班46プロット(半径6m円)を設定し、スギ及び雑草木の樹高、スギと雑草木の競合関係を調査しました。

1. 雑草木高は、下刈りを3年以上毎年実施すると種ごとに一定の値に収束する傾向がみられ、雑草木の再生ポテンシャルは毎年下刈りを実施することにより制限されと考えられます(図1)。
2. スギと雑草木との競合は、雑草木のタイプによって異なるものの、スギ樹高が170cm以上になると90%以上のプロットでスギ樹冠や梢端が雑草木から露出していました(図2)。スギの成長は樹冠が周囲の雑草木に完全に覆われなければ顕著な低下が少ないことから(山川ほか<sup>4</sup>)、スギ樹高170cmがその年の下刈りの要不要を検討するタイミングと考えられます。

(<sup>4</sup>: 山川博美・重永英年・荒木眞岳(2013) 低コスト再生造林の実用化に向けた研究成果集. p26-27、森林総合研究所、つくば)

3. スギ樹高が220cmを越えると、先駆性樹種であるアカメガシワやヌルデの樹高が低下しました(図3)。スギが成長したことで、これらが育つのに十分な光が下層へ行き届かなくなったことが原因と考えられました。このことから、スギ樹高220cmは下刈りを終了できるタイミングと考えられます。

### 成果の活用

本研究は農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センターが実施する「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)」により実施しました。成果は、九州森林研究第69号で公表するとともに、福岡県林業改良普及協会総会で発表しました。今後も本プロジェクト全体の成果とともに林業事業体などへの普及に努めたいと考えています。

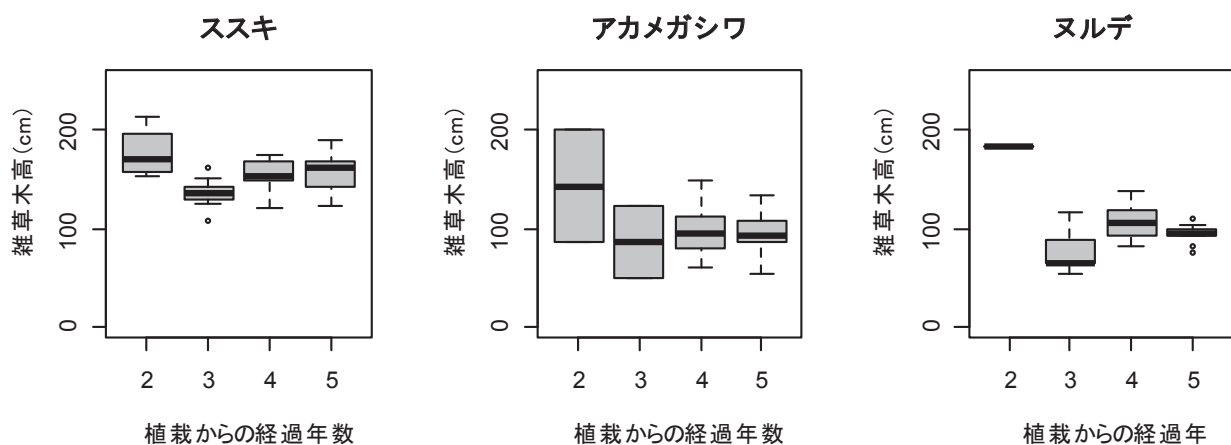


図1 植栽からの経過年数と雑草木高の関係

箱ひげ図は、箱内の横線が中央値、箱の下端が第一四分位（25%）、箱の上端が第三四分位（75%）、ひげの両端が箱の長さの1.5倍以内にある最大値及び最小値、ひげの外丸は外れ値を示す。

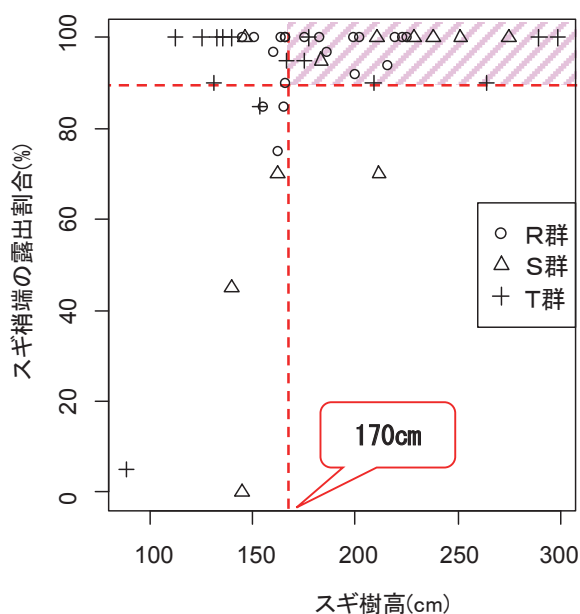


図2 スギの樹高と梢端露出割合の関係

スギ梢端の露出割合は、プロットの中でスギ樹冠や梢端が雑草木から露出している割合を示す。

雑草木のタイプ

○、R群：落葉広葉樹群、

△、S群：落葉広葉樹およびススキ群、

＋、T群：落葉広葉樹および低層群を示す。

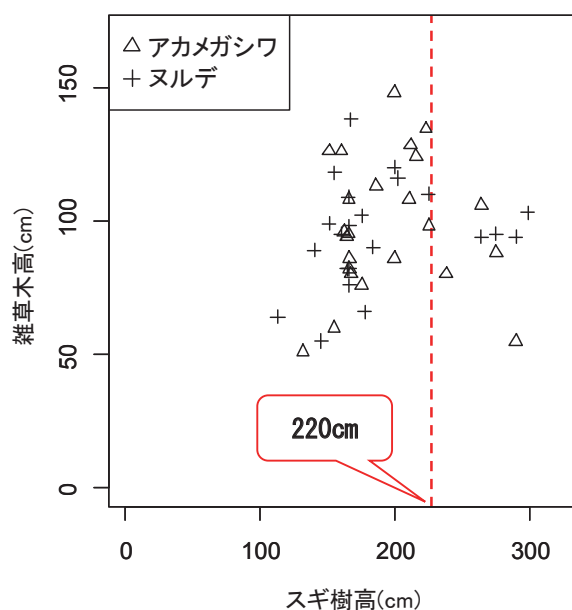


図3 スギ樹高と雑草木高の関係

## 早生樹を活用した短伐期林業に関する研究

大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 松本 純

### 研究の背景・ねらい

木質バイオマス発電所の増加に伴い低価格材の需要は増加していますが、木材価格は依然として低迷しており、育林の低コスト化が求められています。低コスト化にあたり、育林に関する施業の省力化が重要視される一方で、スギ・ヒノキといったこれまで一般的に植栽されてきた樹種にとらわれず、初期成長量の大きい樹種、いわゆる早生樹を活用することで低コスト化を目指す取り組みも近年注目されています。早生樹は成長が早いため下刈回数の削減が見込まれ、伐期の短縮により早期の資金回収が可能であると考えられますが、実際の成長や材質特性について不明な点も多くあります。そこで本研究では成長量が大きく、かつ九州の林地に適していると考えられた早生樹であるコウヨウザン(写真1)とチャンチンモドキ(写真2)に着目し、成長特性と材としての利用可能性について検討しました。

### 成 果

樹幹解析の結果、コウヨウザン・チャンチンモドキともに同じ地位級のスギよりも旺盛な成長が認められました(図1、2)。とくにチャンチンモドキは初期成長が極めて良好であり、下刈り回数の削減が可能だと考えられました。これらの早生樹は萌芽更新を行い、更新後の2世代目以降は初代と比べて非常に成長が旺盛であることが知られています。このため、再植栽の省略が可能なほか、更なる伐期の短縮が見込まれます。

コウヨウザン・チャンチンモドキの容積密度、曲げヤング率、曲げ強さ及び縦圧縮強さを木材工業ハンドブック記載のスギ・ヒノキのデータと比較した結果、コウヨウザン及びチャンチンモドキは、スギ、ヒノキと同程度の性能を有していることがわかりました(図3～5)。ただし、チャンチンモドキについては伐採の玉伐り作業時、製材時、天然乾燥時に材の割れや反りが観察されたことから、建築材として利用する場合に著しい欠点となる可能性があるため、優良個体の選抜などを検討する必要があります。

また、木粉を用いて燃焼性能を測定した結果、樹皮及び木質の高位発熱量はスギ・ヒノキと同程度だったことから、バイオマス燃料としても有用と考えられました(図6)。

### 成果の活用

当研究部では、研究結果およびコウヨウザン・チャンチンモドキの育苗方法を取りまとめた手引き書を作成し、大分県HPで公開しました(<http://www.pref.oita.jp/soshiki/15088/souseiju-tebiki.html>)。平成27年3月に県内の林業関係者等により設立された『おおいた早生樹研究会』の活動を通じ研究成果の普及を行っています。

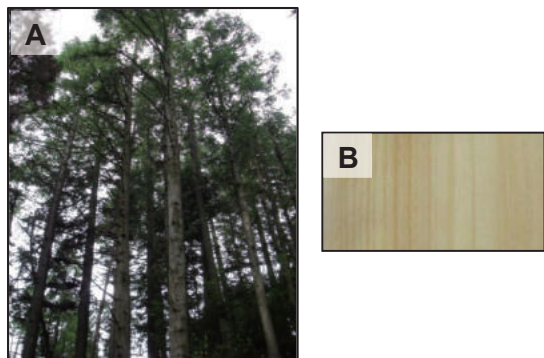


写真1 コウヨウザンの樹形(A)及び材色 (B)



写真2 チャンチンモドキの樹形(A)及び材色(B)

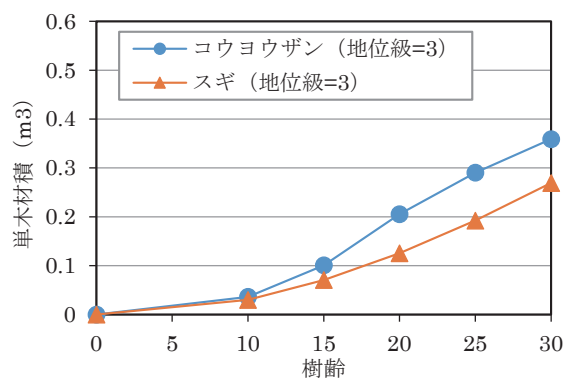


図1 コウヨウザンの単木材積の推移

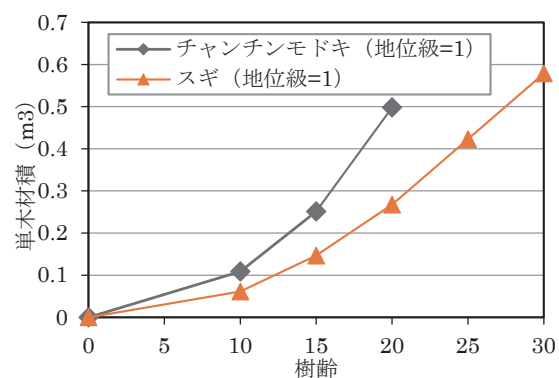


図2 チャンチンモドキの単木材積の推移

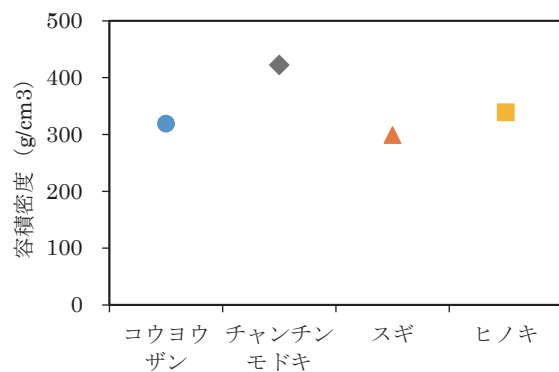


図3 容積密度試験結果

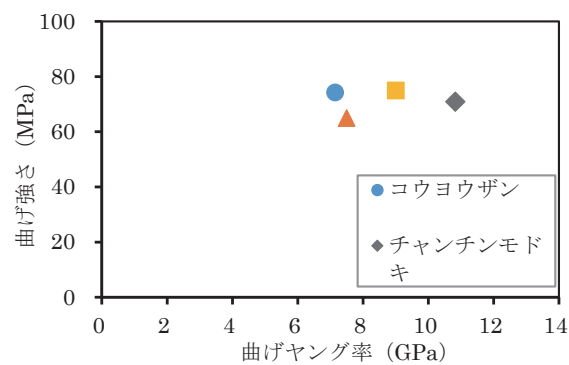


図4 曲げ試験結果

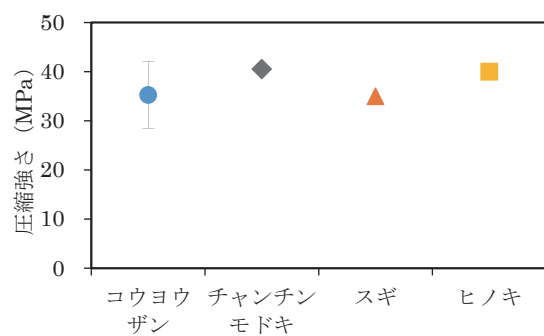


図5 縦圧縮試験結果

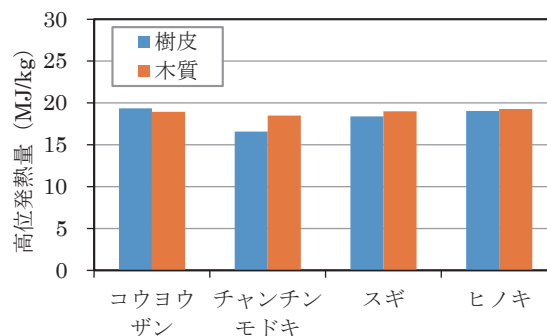


図6 早生樹の高位発熱量

# シカ不嗜好性植物を利用した林道法面緑化に関する研究

鹿児島県森林技術総合センター 森林環境部 内村 慶彦・下園 寿秋<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>：現 大隅地域振興局)

## 研究の背景・ねらい

ニホンジカ（以降シカ）が高密度に生息する地域では、林道法面に吹付緑化した植物が度重なるシカの食害を受け、裸地化している状況がみられます。これは、従来吹付緑化に使用される植物が、シカの嗜好性が高い外来牧草を主体としていることが原因です。

そこで、シカ不嗜好性植物を利用した林道法面の緑化試験を行い、その有効性について検証しました。また、この試験に用いたシカ不嗜好性植物であるタケニグサの発芽特性を明らかにするための発芽試験を行いました。

## 成 果

### 1. シカ不嗜好性植物を利用した林道法面緑化試験

シカが高密度に生息する出水山地に開設されている林道法面において、シカ不嗜好性植物（タケニグサ、マツカゼソウ、キリエノキ）を利用した吹付緑化試験を行いました。吹付は2011年1月に行いましたが、当年の春には種子の発芽がみられ、シカの食害による被覆率の低下もなく、従来の外来牧草を主体とした緑化工と比較して土砂流出量は大幅に抑制されていました（図1、写真1）。また、利用した不嗜好性植物のうち、タケニグサの被覆率が最も大きくなりました（図1）。以上のことから、タケニグサ等のシカ不嗜好性植物を利用した吹付緑化はシカが多い地域における有効な初期緑化手法であると考えています。

### 2. シカ不嗜好性植物タケニグサの発芽試験

発芽試験の結果より、タケニグサの種子は散布された段階では休眠状態にあり、休眠解除には10℃での冷温湿潤処理が有効であることがわかりました（図2）。このことから、春以降にタケニグサ種子を用いて緑化をする場合には、速やかな発芽を促すために事前に冷温湿潤処理を行う必要があると考えています。

## 成果の活用

これらの調査結果は、平成25年度鹿児島県森林技術総合センター発表会で発表するとともに、法面緑化試験の結果は「日本緑化工学会誌」（第39巻、第2号、256～259ページ）に、タケニグサの発芽試験の結果は「九州森林研究」（第67号、62～64ページ）に掲載され、広く公表しています。また、問い合わせのあった行政関係者や事業体等には、詳細について個別に対応するなどして技術普及に努めているところです。

なお、調査は現在も継続しており、データを蓄積することで効果の持続性等についても検証したいと考えています。



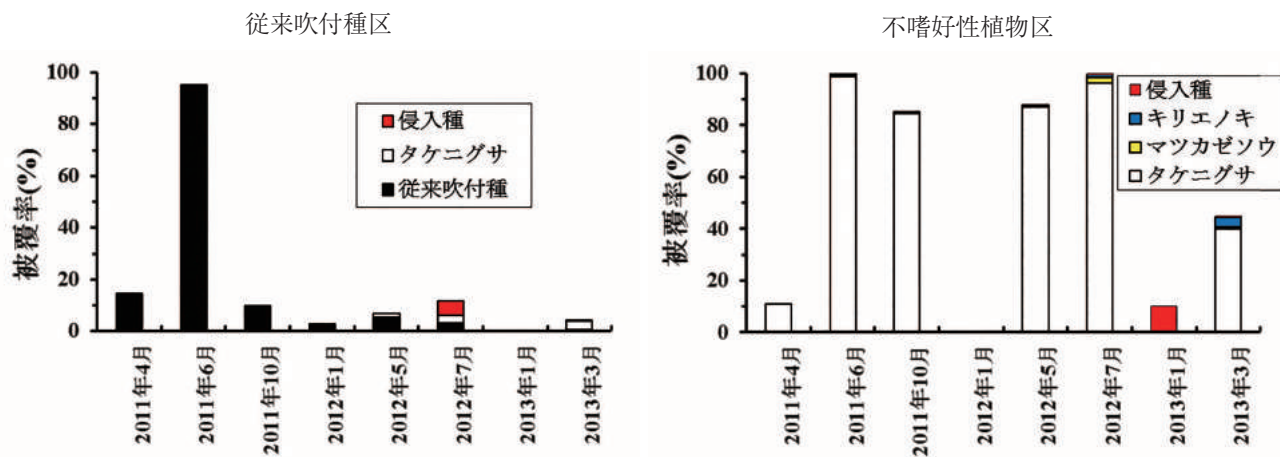


図1 試験区別被覆率の経年変化

各処理区に複数個設置した調査区の平均値を示した。「不嗜好性植物区」において、冬季に夏緑性であるタケニグサの地上部の枯死による被覆率の低下がみられたが、翌年春には新葉の展開により被覆率が回復した。

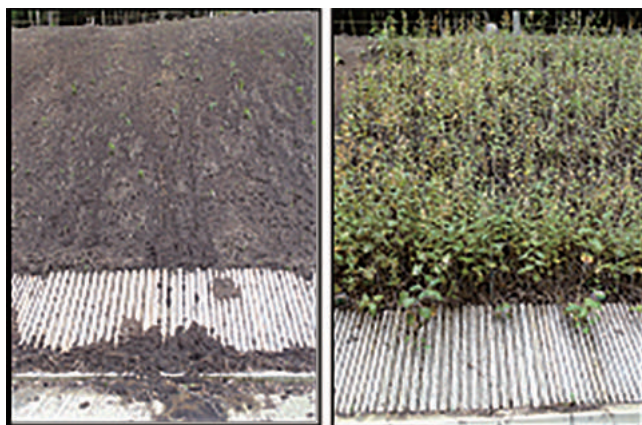


写真1 吹付後1年6ヶ月後（2012年7月）の従来吹付種区（左）と不嗜好性植物区（右）の被覆と土砂流出状況

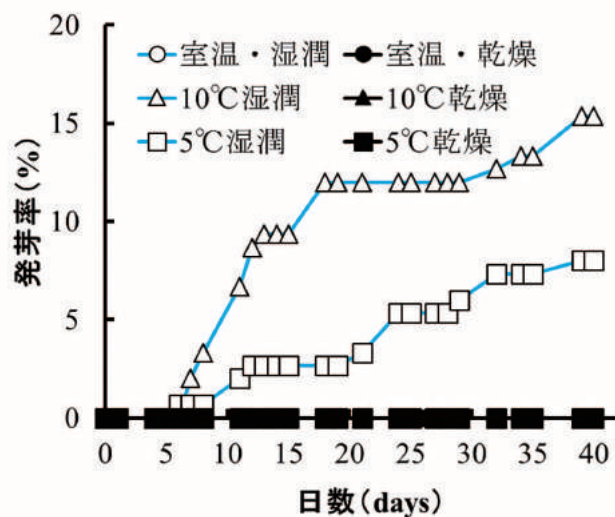


図2 前処理の温度及び水分条件とタケニグサ種子の発芽率

プロットは3反復の平均値。135日間（2012年11月28日から2013年4月11日まで）異なる前処理条件で貯蔵した後、温度条件=25℃での発芽タイムコースを示す。乾燥条件では全く発芽せず、また湿潤条件でも、室温条件では発芽しなかった。



## イジュ育苗技術の改善に関する研究

沖縄県森林資源研究センター 比嘉 享

### 研究の背景・ねらい

沖縄と奄美諸島に分布するツバキ科の樹木、イジュ (*Schima wallichii* ssp. *liukuensis*) は、造林樹種として高い需要があります。しかし、低い発芽率、台風などによる朔果の凶作、風害や病気等による幼苗の集団枯損などの原因により、苗の供給は十分ではありません。このため、イジュ苗の得苗率向上に資するため、(1) イジュの発芽率と光環境の関係、(2) 育苗パレットへの適正な播種量の算出、(3) 幼苗期の集団枯損の要因解明、(4) Mスターコンテナを用いる際の用土組成について検討しました。

### 成 果

遮光(遮光率 70%)により、発芽率が 7.3%(対照区)から 21.8%(遮光率 70%)に向上しました。育苗パレットに密植すると枯損が増加するため、1 パレット当たりの最適育苗本数は 224 本と見込まれ(図1)、適正播種量は 4g でした。

パレット用土の含水率が、41%以下になると稚苗の枯損が発生しました。

送風機による風障試験を行った風障区では、周辺部から中央部に向かい同心円状に苗の枯損が進行し、苗木生産現場での集団枯損の状況と酷似していました。風による用土の乾燥が枯損原因でないかと考えています。また、育苗カバーに十分な遮風効果が認められました。

イジュの育苗パレット(W50cm×D30cm×H8cm)を用い、用土は下層 3cm を鹿沼土、上層 1cm をバーミキュライトの 2 層とし、適正播種量 4g を蒔き付け、遮光率 70%の寒冷紗を用いて遮光することにより、得苗率の向上が期待できます。また、風の影響が見込まれる場所では育苗カバーの使用により、枯損率の低下が期待できます。

Mスターコンテナの用土は、ココピート・赤土・鹿沼土を容積比 3:1:1 で用いると鉢上げ 2 年後の生存率が最も高くなりました(表1、写真1)。

### 成果の活用

平成 27 年度沖縄県試験研究成果情報に掲載しました。また、本試験により改良した育苗方法は、森林組合等に普及し造林用の苗木生産に活用されています。

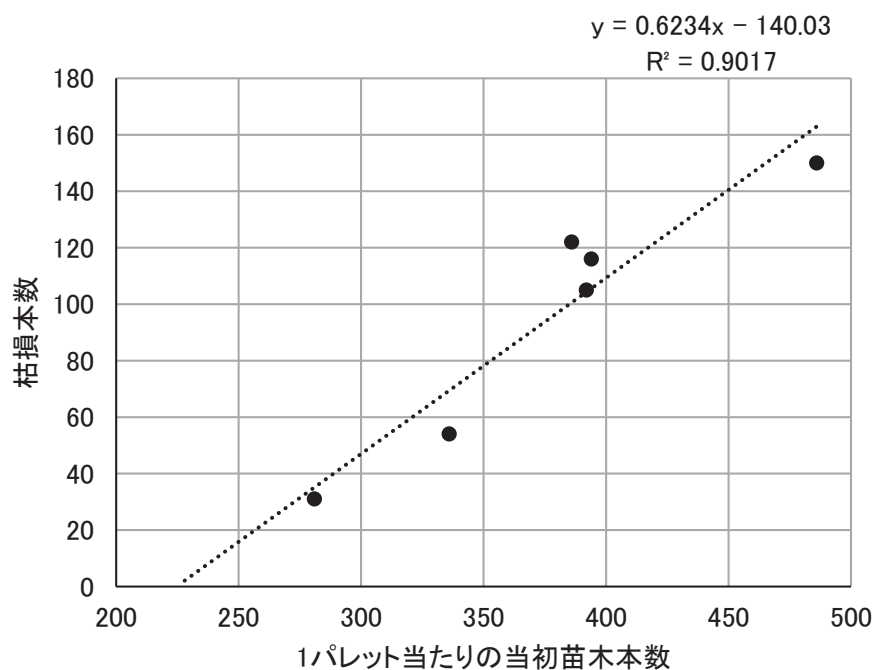


図1 当初苗木本数と100日後の枯損本数の関係

表1 Mスターコンテナへの鉢上2年目までの生存率

用土	容積比	鉢上1年後 (生存 / 鉢上本数)	鉢上2年後 (生存 / 鉢上本数)
赤土	1	28/40	15/40
ココピート・赤土・鹿沼土	3 : 1 : 1	30/40	23/40
ココピート・スギバーク	1 : 1	16/40	4/40
ココピート・バーミキュライト・鹿沼土	3 : 1 : 1	24/40	6/40
ココピート・モミ殻	2 : 1	11/40	1/40



写真1 Mスターコンテナによる用土別育苗試験の途中経過

左の試験区から赤土、ココピート・赤土・鹿沼土、ココピート・スギバーク、ココピート・バーミキュライト・鹿沼土、ココピート・モミ殻

# ベンジルアミノプリン (BAP) のカラマツ雌花誘導効果

地方独立行政法人 青森県産業技術センター 林業研究所 森林環境部 田中 功二

## 研究の背景・ねらい

近年、青森県では再造林樹種として、スギに比較し成長や木材価格で有利なカラマツの需要が高まっており、苗木生産者から当研究所に対して、スギやクロマツ等と同様にカラマツ育種種子の配布要望が多く寄せられています。しかし、カラマツは、スギにおけるジベレリン処理のような効果的な着花促進技術が開発されていないことから、苗木生産者の要望量に十分応えられない状況にあります。

そこで、カラマツ育種種子の安定生産を図るため、クロマツ等で雌花誘導効果が確認されているベンジルアミノプリン (BAP) 処理をカラマツの精英樹採種木で実施し、その効果を検証しました。

## 成 果

これまでの研究からクロマツについては、雄花になる予定の花芽原基を BAP 処理により、雌花に誘導することができることが分かっています。そこで本研究ではカラマツでの効果を確認するため、2011～2016 年の 6 年間に実施したカラマツ精英樹採種木の着花 (写真1) 調査に基づき、雄花の着花量から採種木を 3 タイプに区分し、毎年雄花が着生するタイプ①の 5 本、比較的雄花が着生しやすいタイプ②の 3 本、雄花が着生にくいタイプ③の 3 本について、BAP 処理試験に供試しました。処理方法は、平成 27 年 6 月 12 日から 7 月 21 日まで 10 日毎に 5 回、幹から伸長している一次枝の直径約 5cm の部位に、濃度 20g/l の BAP エタノール溶液 (表1) を 20ml 注入しました (写真2)。

その結果、タイプ①および②では、処理日により、雄花になる予定の花芽原基の一部を雌花に誘導できました。具体的には次のとおりです。タイプ①の採種木の処理した枝には無処理枝より有意に多くの雌花が着花し (写真3)、タイプ②、③の採種木の同日に BAP 処理した枝よりも有意に多くの雌花が着花しました。タイプ②の採種木の処理した枝は無処理枝よりも有意に多くの雌花が着花し、タイプ③の採種木の同日に BAP 処理した枝よりも有意に多くの雌花が着花しました。またタイプ③の採種木には雌花及び雄花の着花は見られませんでした。さらに BAP 処理日により効果に差がみられ、本実験では 6 月 22 日及び 7 月 1 日処理で高い効果が有りました (図1)。また BAP 処理と自然着生した種子の発芽率に差は有りませんでした (図2)。以上のことから、カラマツの種子生産に対する BAP 処理の有効性が確認されました。

## 成果の活用

BAP 処理により、比較的雄花が着生しやすいタイプのカラマツにおいては、雄花を誘導することが可能となりました。現在、さらに、実用的な規模での種子生産が可能となるような処理方法について試験を継続中であり、今後の結果を踏まえ種子生産事業へのフィードバックを図ることとしています。

本研究の一部は、生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業 (うち地域戦略プロジェクト)」の支援を受けて実施しました。



写真1 カラマツの雌花(左)、雄花(右上)、葉芽(右下)

表1 BAP エタノール溶液組成

試薬	使用量
BAP	0.4g
KOH(1N)	4ml
EtOH(95%)	8ml
蒸留水	8ml



写真2 処理方法 処理前(左上)、注入孔開設(右上)、BAP 容器設置(左下)、空気孔(右下)



写真3 BAP 処理で誘導された雌花群

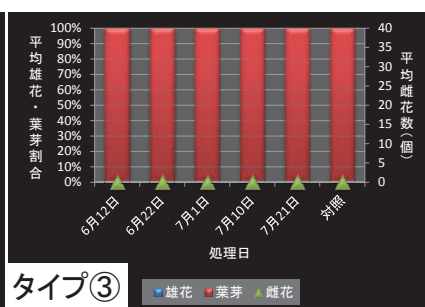
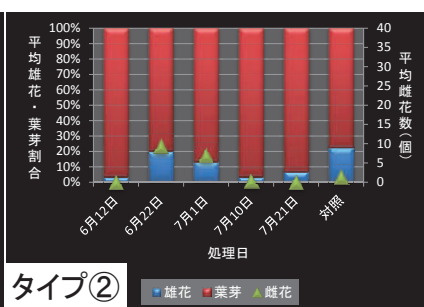
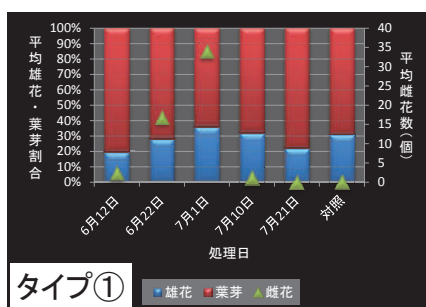


図1 タイプ①～③採種木の処理日別の BAP 処理結果(雄花と葉芽数の割合、雌花数)

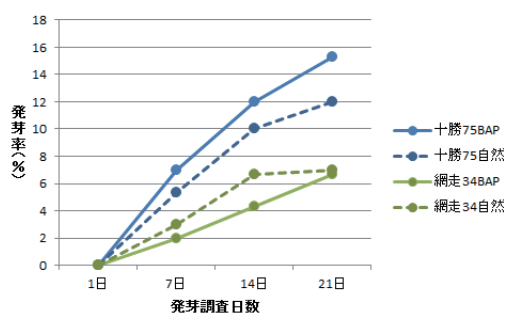


図2 発芽率調査結果

[ 問い合わせ先：青森県産業技術センター 林業研究所 森林環境部 Tel 017-755-3257 ]

# クロマツ苗の無性繁殖による大量増殖技術の開発

宮城県林業技術総合センター 企画管理部 今野 幸則

## 研究の背景・ねらい

宮城県の海岸防災林は、2011年3月11日に発生した東日本大震災により壊滅的な被害を受けました。被災した海岸防災林の再生には500万本を超える苗木が必要と見積もられ、植栽の中心はマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ苗木とする計画となっています。

宮城県には2003年から造成を開始した比較的若いマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ採種園があり、この生産性を高める取組を進めていますが、これと並行して短期的に苗木生産体制の整備を進めることができるクロマツのさし木苗生産技術の実用化を図り、両者を合わせて抵抗性クロマツ苗木の安定供給に対応できる体制を整備することとしています。

## 成 果

さし木苗生産にあつては、宮城県のような寒冷地ではさし付け時の地温確保が重要であり、加温状態でのさし付けに適する用土を確定する必要があります。また、効率的にさし木苗を生産するためには発根率の高い抵抗性実生家系や発根率の高い枝からさし穂を採取し、さし付ける必要があります。

さし付けに適する用土は育苗箱に5種類の用土を準備し、抵抗性クロマツの実生7家系からさし穂の由来、採取部位を混合してさし付けを実施したところ（写真1）、バーミキュライト80%+パーライト20%の混合用土が平均発根率69%と最も高い数値を示しています（図1）。さし木苗生産施設（写真2）においても同様な発根結果が得られるか検証したところ、バーミキュライト80%+パーライト20%の混合用土でも発根率が64%となり、事業規模でのさし木苗生産も効率的な実施が可能な結果となります。さし穂を採取する枝の着生部位（上部、下部）と由来（栄養枝、萌芽枝）別による平均発根率については、栄養枝は萌芽枝よりも高い傾向が認められ、下部栄養枝が高い発根率を示しています。また、宮城県選抜抵抗性クロマツ品種7家系それぞれの発根率については特に劣る家系は確認できず（図2）、実用上問題ない結果となりました。

発根したクロマツ苗の中には発根時に植栽規格まで成長する個体が確認でき（写真3）、このような個体は、コンテナ移植後に根鉢が充実した段階で直ちに植栽できる状態となることから、育苗期間短縮の可能性もあります。

## 成果の活用

クロマツさし木苗は、マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ採種園産の実生苗にマツノザイセンチュウを接種し、生き残った健全苗を採穂母樹として生産しており、抵抗性が担保されているので、実生苗に接種する工程を省略し出荷することができます。現在は海岸防災林再生の実生苗を補完する目的ではありますが、今後開発が進められるであろう第二世代マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種の苗木生産の際には、早期の苗木供給技術として貢献が期待できるものと考えています。



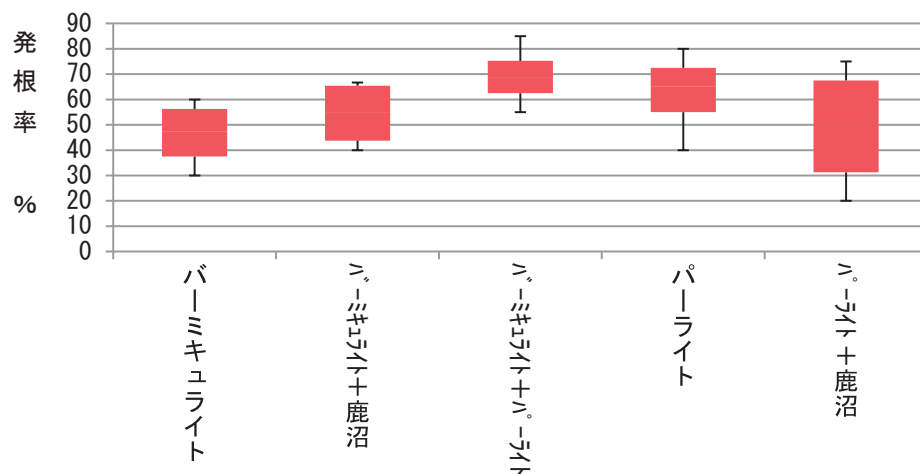


図1 さし付け用土別発根率



写真1 育苗箱へのさし付け



写真2 さし木苗生産施設

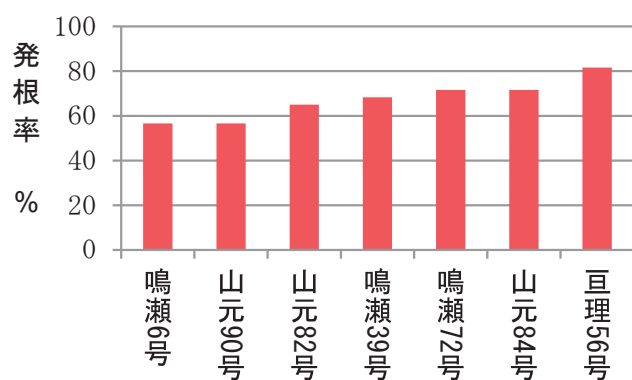


図2 実生家系別発根率



写真3 キャビティーコンテナに移植したさし木苗

[ 問い合わせ先：宮城県林業技術総合センター 企画管理部 Tel 022-345-2816 ]

## マツノザイセンチュウ抵抗性種子の品質向上技術の開発

福島県林業研究センター 森林環境部 川上 鉄也・大沼 哲夫<sup>1</sup>・小澤 創<sup>2</sup>・渡邊 次郎<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>: 現 相双農林事務所、<sup>2</sup>: 現 森林整備課、<sup>3</sup>: 元 福島県林業研究センター)

### 研究の背景・ねらい

マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ種苗は、津波の被害を受けた海岸防災林の復旧のため、需要が高まっており、本県の気候特性に適した品質の良い苗木の安定した供給体制の整備が求められています。そこで、種子の生産量の向上、品質（抵抗性）の向上のために、採種園の現況を評価し、改良方法について明らかにしました。

### 成 果

1. 現採種園は、造成から7年が経過し、事業的な種子生産が可能となりました（図1）。2015年の種子生産量は、大幅な増量となりました。生産量はヘクタールあたり約29kgであり、クロマツ採種園の一般的な採種目標量であるヘクタールあたり30kgにほぼ到達しています。
2. 園稼働開始前（2008年）から稼働開始年（2011年）までの生産種子からの苗木の品質（抵抗性）は、稼働開始年（2011年）採種種子においては、マツノザイセンチュウ接種試験における苗木の平均生存率が27%でしたが、年々、品質（抵抗性）が向上しています（図2）。
3. 球果の総数は、園を構成する15種類の母樹（抵抗性クロマツ品種）のうち上位7種類で91%を占めていますが（図3）、特に図に△で示した下位2種類は、ほとんど球果を付けませんでした（図4）。各母樹から生産される種子量の増加と、各母樹における種子の種子量を偏りなく均等にするには、球果を付けない下位の母樹を植え替え改良する必要があります。
4. 雄花（花粉）の量は、2015年では10種類の母樹で多量の花粉が付き（雄花着花指数が3以上）、これらの母樹は花粉親としての寄与が年々高まっている傾向にありました（表1）。これにより受粉期の抵抗性花粉の空中濃度が高まり、年々種子の品質（抵抗性）が向上してきている可能性があります。
5. 遺伝資源保存園での（1）～（4）と同様の調査の結果、球果着果及び雄花着花が良好な2種類の母樹（採種園には未導入の抵抗性クロマツ品種）が見出されました。これらを、増殖後、採種園下位2種類の母樹と入れ替えることにより、受粉機会が増え現採種園の種子増産が期待できます。

### 成果の活用

今後の抵抗性クロマツ採種園の適正な管理・改良に資するとともに、抵抗性種苗の特性等について、林業普及指導員と連携して種苗業者等へ普及を図ります。

### 知的財産権取得状況

なし

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
◎ —————→						○ ———-→			
造成開始	(養 成)					補 植	(養 成)		
					採種園 指定 (H23.8.29)				
					種子生産開始	—————→			
				種子生産量→	0.8kg	0.2kg	2.9kg	1.6kg	8.5kg

図1 種子生産量の推移

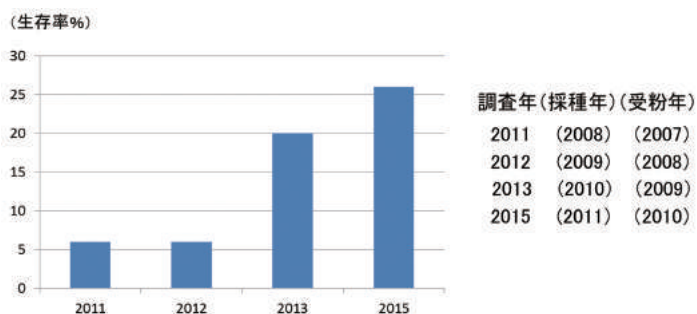


図2 マツノザイセンチュウ接種による苗木の抵抗性調査結果

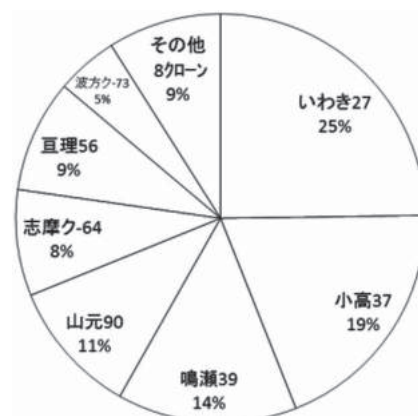


図3 球果総数の構成割合  
(2011～2015 総計)

表1 各母樹毎の雄花着花量の推移

(球果着果数 個 / 本)

樹種	2011	2012	2013	2014	2015
いわき27	40	5	58	33	83
小高37	23	0	41	23	68
山元90	15	0	33	10	65
鳴瀬39	23	0	15	6	51
志麻ク-64	15	0	10	10	50
互理56	10	0	10	10	48
三豊ク-103	15	0	10	10	20
三崎ク-90	15	0	10	10	18
小高203	15	0	10	10	18
波方ク-73	15	0	10	10	18
小浜ク-30	15	0	10	10	18
津屋崎ク-50	15	0	10	10	18
山元84	15	0	10	10	18
夜須ク-37	15	0	10	10	18
土佐清水ク-63	15	0	10	10	18

図4 各母樹毎の球果着果数の推移

母樹名	2012	2013	2014	2015
小高37	3	2	3	4
小高203	1	3	1	5
いわき27	2	4	4	5
鳴瀬39	3	5	5	5
亘理56	1	2	4	4
山元90	1	2	3	4
山元84	1	2	2	1
波方ク-73	3	4	5	5
三崎ク-90	2	2	2	3
三豊ク-103	1	1	1	1
夜須ク-37	1	1	2	2
土佐清水ク-63	1	2	2	2
志摩ク-64	1	2	2	2
津屋崎ク-50	1	2	4	5
小浜ク-30	1	2	2	3

注)雄花着花量を1～5の指数で示した。それぞれの指数は、次の通り。

指数5:雄花穂数20個以上、指数4:10~19個、指数3:5~9個、指数2:5個以下、指数1:なし

## 次世代スギ精英樹の選抜に関する研究

佐賀県林業試験場 蛭子 雄太

### 研究の背景・ねらい

スギは近年、横架材や集成材用素材などに利用されるなど需要が多様化しています。また CO<sub>2</sub> 吸収源や花粉症対策として優れた特性を有する品種の開発が求められています。

当試験場では長年の間スギの育種事業に取り組んできました。昭和 40 年初頭、スギ精英樹同士を人工交配して得られた 13,469 本の実生苗 (=精英樹 F<sub>1</sub>) を、「F<sub>1</sub> 系統試験林」に植栽しました。その中から、生育や通直性などの優れた個体を選抜し、挿し木増殖した 109 クローンを昭和 50 ~ 60 年代にかけて「F<sub>1</sub> 選抜クローン試験林」に植栽しました。平成 19 年から生長・強度・雄花着花性・挿し木発根性等について調査し、109 クローンの中から、現在の多様化するニーズに幅広く対応できる次世代スギ精英樹の選抜を行いました (図1)。

### 成 果

選抜した次世代スギ精英樹 6 品種の特性表を表1に示しています。それぞれ、①生長が早い、②高い強度を示す、③花粉が少ない、④挿し木が容易、といった特性を持ちます。

1. 次世代スギ精英樹の 20 年生時樹高は、九州内の精英樹等と比較して非常に高く (5 段階評価の 5、表1)、20 年生時の単木材積は、県の代表的な精英樹である藤津 14 号の 2.5 倍以上でした (図2)。

樹幹解析をもとに初期の樹高成長を調べた結果、藤津 14 号は植栽後 6 年で下刈り完了の目安となる 3m に達するのに対し、次世代スギ精英樹 (B-74) は、3 ~ 4 年で 3m に達しました。次世代スギ精英樹を植栽することで、2 ~ 3 年分の下刈りコストの低減が期待されます (図3)。

2. FAKOPP という測定機器を用いて、立木状態で強度 (推定ヤング率) を算出しました。次世代スギ精英樹のヤング率は E70 (=ヤング率 60 以上 80 tf/cm<sup>2</sup> 未満 : JAS 規格の機械等級区分) 以上です。E70 の材は、横架材や集成材用のラミナ材などにも利用できます (表1)。
3. 平成 21 ~ 25 年度の 5 年間、花粉症対策で重要な雄花着花性についての調査を行いました。その結果、次世代スギ精英樹の雄花着花指数は比較的 low、花粉症対策に有効と思われます。(表1)。
4. 各次世代スギ精英樹の挿し木発根性の評価を行った結果、すべて発根率 50% 以上を示し、挿し木増殖が容易なことがわかりました (表1)。

### 成果の活用

本研究で得られた成果は、当試験場の研究フォーラムや業務報告書、九州森林学会などで発表しました。また、本研究の成果をまとめた PR パンフレットを作成し、苗木生産者など林業関係者へ配布しました (写真 1)。平成 28 年度中に、次世代スギ精英樹採穂園を造成し 6 品種合計 3,500 本の採穂台木の整備を始めます。供給開始予定の平成 32 年には生産体制が築けるよう、苗木生産業者によるモニター栽培を実施する予定です。

### 知的財産権取得状況

次世代スギ精英樹 1 品種を品種登録する予定です。







## 初期成長に優れるオビスギ品種の成長・材質特性

宮崎県林業技術センター 育林環境部 上杉 基・古澤 英生<sup>1</sup>・世見 淳一<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>: 現 児湯農林振興局 西米良駐在所、<sup>2</sup>: 現 東臼杵農林振興局 林務課)

### 研究の背景・ねらい

本県では、大型製材工場の進出や木質バイオマス発電所の稼働に伴う木材需要の増加から、皆伐・再造林が進んでいます。このような中で、下刈りコストの増大が課題となっており、初期成長の優れたスギ品種が、この問題解決に役立つと注目されています。一方、資源が充実する中で、繰り返し間伐を行い伐期が長期化する林分の増加が予想され、壮齢期以降の成長の鈍化が懸念されます。そこで、初期成長に優れるオビスギ品種の標準伐期齢前後の林分において樹幹解析等を実施し、成長や材質について検証しました。

### 成 果

過去の調査データのあるスギ次代検定林から2試験林（三股町 33 年生、綾町 44 年生）を抽出し（表1）、調査対象品種を確認するために、DNA 分析による品種の同定を行いました。その結果、三股町試験林で7品種 79 個体、綾町試験林で6品種 69 個体について、別のクローンが混在していないことを確認しました。次に、毎木調査（樹高、胸高直径、応力波伝播速度）を行った結果、建築材料として評価する数値の一つであるヤング率を推定する応力波伝播速度は、どちらの試験林でも児湯2号（タノアカ）が最も高い値を示し、次いで東臼杵10号（マアカ）となり、その発現が環境に影響されにくいことがわかりました（表2）。

品種を確認した立木のうち、毎木調査結果から平均的な個体を選定し、両試験林に共通する6品種各2本計12本を伐倒して樹幹解析を実施しました。その結果、樹高、胸高直径、材積の成長は、標準伐期齢の35年に近い三股町試験林でも、更に壮齢な綾町試験林でも衰えず持続していることが明らかになりました（図1）。なお、綾町試験林の青の破線で示している東臼杵6号（イボアカ）の極端に大きな成長は、斜面下部の林縁に位置しており、立地環境に起因していると考えられます。

### 成果の活用

初期成長に優れるオビスギ品種の成長が壮齢期以降も衰えず持続することや、応力波伝播速度については品種間に差があるものの発現が環境に影響されにくいことは、再造林時の品種選択や伐期設定の重要な指標になると考えられます。これらは林業普及指導員を介して、また、各種の研修会や情報誌への掲載などにより森林所有者等へ情報提供を行っています。

表1 試験地の概要

検定林名	市町村	標高 (m)	斜面方位	傾斜 (度)	植栽密度 (本/ha)
1号検定林	綾町	100～150	北東	30	2,500
23号検定林	三股町	800～850	北西	20	2,500

表2 各検定林の品種別毎木調査結果

検定林	精英樹名	在来 品種名	植栽年 (調査時 林齢)	調査 本数	樹高 (m)		胸高直径 (cm)		応力波伝播速度 (m/s)	
					平均	標準 偏差	平均	標準 偏差	平均	標準 偏差
1号検定林	児湯2号	タノアカ	1970年3月 (44年生)	12	23.6	1.9	33.5	3.8	3461	187
	東臼杵10号	マアカ		12	20.5	0.8	29.6	3.2	3118	154
	日南3号	ゲンベエ		12	26.2	1.3	40.4	2.2	3024	175
	東臼杵5号	-		9	23.8	2.5	32.0	4.2	3112	120
	東臼杵6号	イボアカ		12	26.4	4.9	43.1	6.5	2584	89
	西臼杵4号	-		12	26.2	2.9	39.4	3.6	2889	165
23号検定林	児湯2号	タノアカ	1980年3月 (34年生)	12	16.9	0.7	25.2	0.8	2863	53
	東臼杵10号	マアカ		12	16.5	0.8	24.5	1.0	2815	78
	日南3号	ゲンベエ		12	16.2	0.5	26.5	1.1	2762	66
	東臼杵5号	-		12	15.9	0.9	22.9	0.9	2462	53
	東臼杵6号	イボアカ		12	15.9	1.8	24.8	1.6	2679	73
	西臼杵4号	-		12	17.6	0.7	25.5	0.9	2614	95

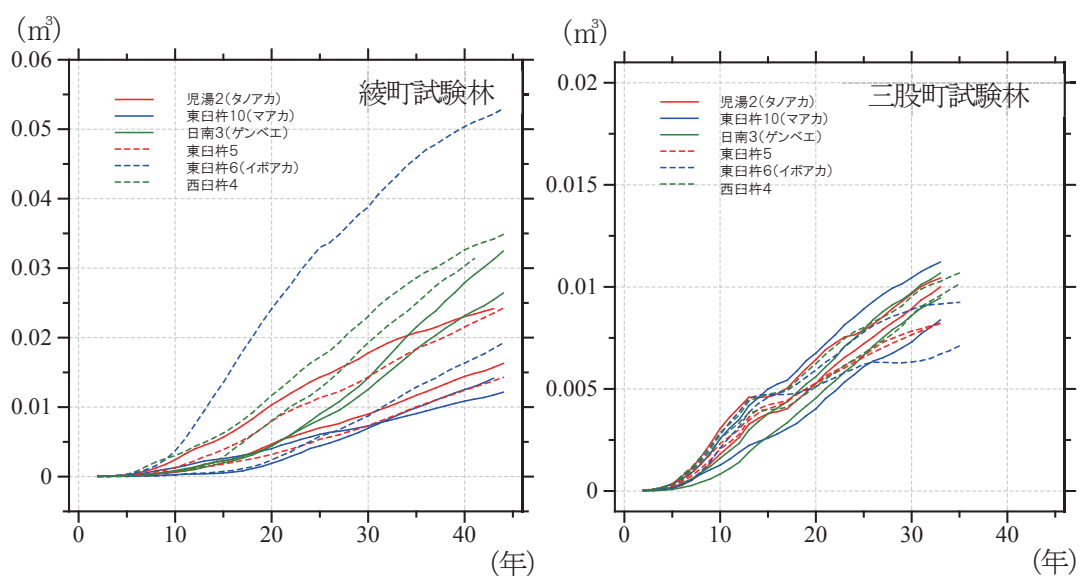


図1 材積の平均成長量

[ 問い合わせ先：宮崎県林業技術センター 育林環境部 Tel 0982-66-2888 ]

## 鋼製ダンパーを用いた制振壁の開発

富山県農林水産総合技術センター 木材研究所 若島 嘉朗

### 研究の背景・ねらい

現在は地震の活動期ともいわれ、国内各地で大きな地震がいつ起きてもおかしくない状況です。一方、富山県内の住宅の耐震化率は全国が82%であるのに対して72%（木造戸建住宅は65%）にとどまっており、一日でも早く耐震化を進めることが必要な状況にあります。

そこで、これまで鋼製ダンパー（地震エネルギーを吸収する部材で、建物の揺れを抑制する効果がある）を用いて開発してきましたが、この新築木造住宅用の制振壁を応用して、既存木造住宅の天井や床を壊さずに施工できるよう工夫を加え、面材に合板（12mm厚）を使用した耐震補強用の制振壁を開発しました。また、新築木造住宅用の制振壁についても、さらに一層の普及促進を図るために、面材を合板（12mm厚）からパーティクルボード（9mm厚）に変更するなど工夫を加えました。

### 成 果

開発した耐震補強用制振壁は、写真1に示すように天井や床を壊さずに施工できるよう、制振パネルを住宅の柱と柱の間に設置して、両側の柱にビスで固定し、梁や桁、土台とは接合しない施工方法としました。地震力を模した加力実験の結果は、図1に示すとおりで、一般的な合板を使った耐力壁と同じ程度の強さと変形能力となりました。しかし、地震の際の揺れを減らす、エネルギーの吸収能力を示す減衰性能は、図2に示すように合板壁が0.1程度で変化しなかったのに対して、開発した制振壁では地震力を受けて変形が大きくなりにつれて大きくなり、最大0.2を超える高い値が得られました。

また、これまで開発してきた新築木造住宅用の制振壁では、高い耐力とエネルギー吸収能力を両立できるようにパネルの面材は12mm厚の長尺構造用合板（例えば幅910×長さ2,700mmなど）を用いてきました。しかしこの合板は、一般に入手しやすい寸法（幅910×長さ1,820mmなど）ではなく、また耐震性を証明する国土交通大臣の認定を得るためには、使用する合板の種類を特定する必要があります。より広くこの研究成果を活用しやすくするために、入手しやすく、かつ代替できる面材を探したところ、9mm厚のパーティクルボードが該当（図3）し、それを用いた振動試験では、図4の結果が得られました。ほぼ同じ耐力の筋かい壁の結果を重ねて比較してみると、これまで使ってきた合板と同様に、地震動を受けた際の変形量を大幅に減らすことができました。すなわち、一般的な筋かい耐震壁と比べて制振壁は、同じ強さを持ちながら、揺れを大きく抑制することができたといえます。

### 成果の活用

富山県農林水産総合技術センター木材研究所試験研究成果発表会で発表し、業界向け情報誌に公表しました。また、パーティクルボードを用いた新築住宅用制振壁は、県内企業によって実用化が進められています。国土交通大臣の認定も取得できたことから、今後本格的に普及していくものと考えられます。



写真1 合板（12 mm 厚）を用いた既存木造住宅用耐震補強用制振壁

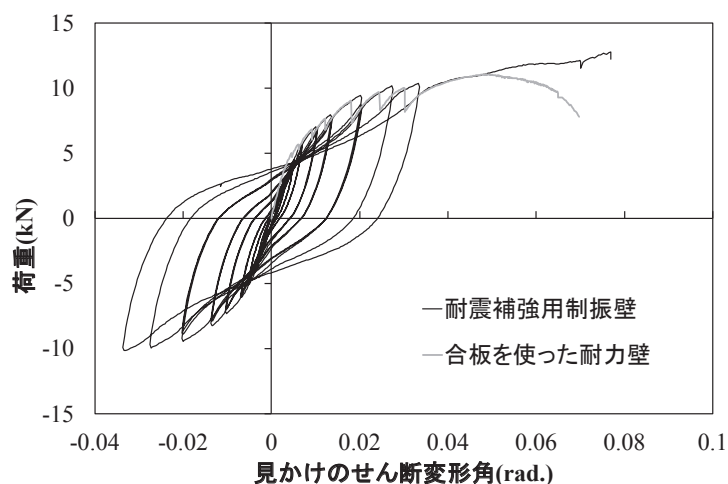


図1 耐震補強用制振壁の静的せん断実験結果  
ともに、12 mm 厚合板を使用。

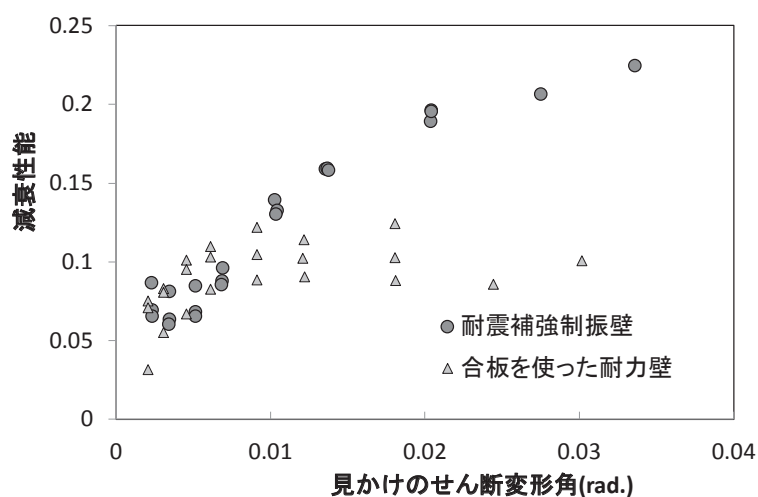


図2 耐震補強用制振壁の静的せん断実験  
における減衰性能  
減衰性能の値が高いほど揺れが小さくなる。  
ともに、12 mm 厚合板を使用。

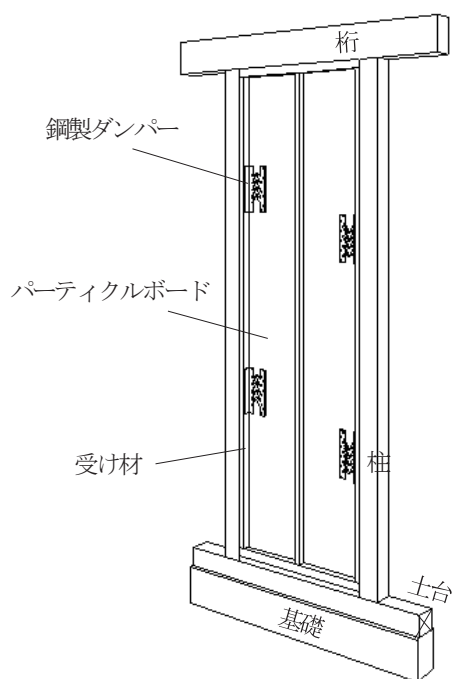


図3 パーティクルボード（9 mm 厚）  
を用いた新築住宅用制振壁

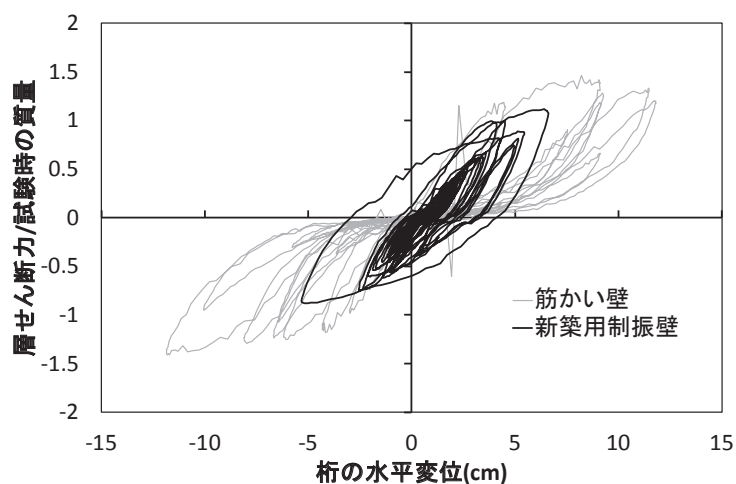


図4 振動試験結果の比較

# 「信州型接着重ね梁」の国土交通大臣認定のための性能評価試験

長野県林業総合センター 木材部 今井 信・吉田 孝久

## 研究の背景・ねらい

木造住宅の8割弱を占める在来工法（木造軸組工法）では、図1（平成22年度森林・林業白書から）に示されるとおり、部材の多くで輸入材が使われています。管柱については、国産材（製材・集成材）のシェアは約6割を占めていますが、曲げ剛性が求められる梁・桁材等の横架材においては、国産材（製材・集成材等）シェアが約7%と、ベイマツを中心とする輸入材が9割以上を占めています。

無垢の横架材は、本来30cm以上の大径材から作製されるのが一般的ですが、「信州型接着重ね梁」は、小中径材から梁せいの大きな横架材が製造でき、集成材に比べて接着面も少なく、見た目にも無垢材に近い質感があり、高い意匠性が得られます（図2）。

## 成 果

「信州型接着重ね梁」を全国に普及するためには、建築基準法第37条及び建設省告示第1446号により、「指定建築材料」としての大臣認定が必要でした。大臣の認定を受けるためには、性能評価試験を実施し、その品質基準を定め、指定性能評価機関の審査を受ける必要がありました。「木質複合軸材料」として要求される評価項目は、表に示す13項目あり、当センターでは、一部試験について北海道立総合研究機構林産試験場の協力を得ながら（表中の※）これら各種性能評価試験を実施しました。今回の申請に当たっては予備試験を含め約2千体余の試験を実施し、材料性能を把握する具体的な方法を明らかにし、その性能を把握することができました（写真）。

「信州型接着重ね梁」の特徴は、以下のとおりです。

- ① 30cm未満の小中径材から梁せいの大きな横架材が製造できます。
- ② 接着面が少なく、無垢材に近い質感があり、高い意匠性が得られます。

図2のとおり、Aタイプの樹種は、カラマツのみで、梁せいは24～45cm。Bタイプの樹種は、スギ・ヒノキ・アカマツ・カラマツで、梁せいは、30～39cmとなっています。接着剤は、両タイプとも水性高分子イソシアネート系接着剤を使用しています。

## 成果の活用

「信州型接着重ね梁」は、平成28年4月25日「信州木材認証製品センター」（長野県内の製材業者等146社で構成）が事業主体となり、「木質複合軸材料」としては長野県初となる、国土交通大臣の認定を受けました。

今回、国土交通大臣の認定を受けることにより、JIS・JAS製品と同様の指定建築材料となり、全国への幅広い普及による国産材の利用促進が期待されます。今回の取り組みを活かし、今後も国産材利用促進・販路拡大のための新材料開発に取り組みたいと考えています。



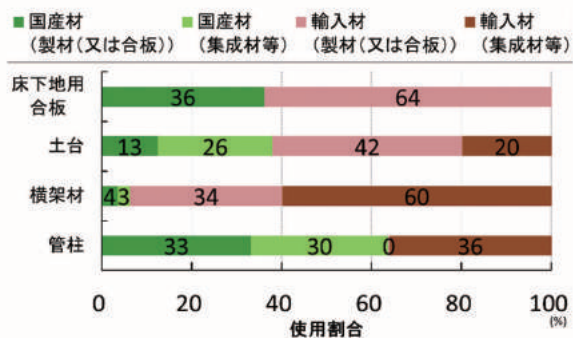


図1 在来工法住宅における部材別木材使用割合  
(平成22年度森林・林業白書から)

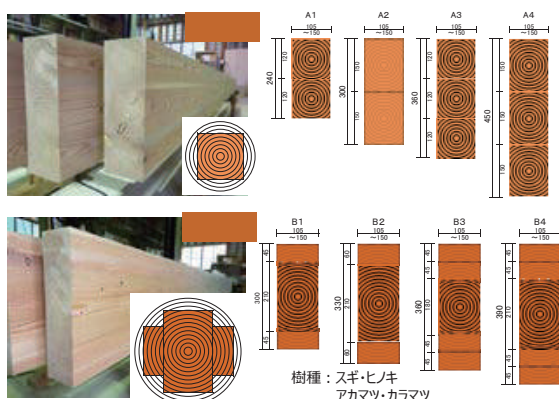
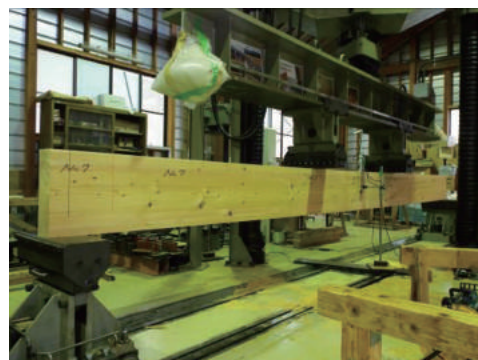


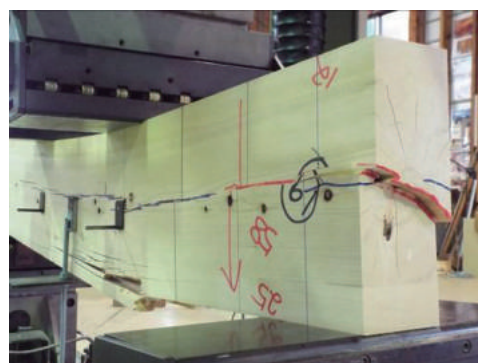
図2 国土交通大臣に認定された「信州型接着重ね梁」

表 性能評価試験項目

品質基準		基準値
1	各部の寸法及び曲りの基準値が定められていること。	寸法の基準値
		曲がりの基準値
2	各部の曲げ強さ及びせん断強さの基準値、曲げ弾性係数及びせん断弾性係数の基準値並びにめりこみ強さの基準値が定められていること。	曲げ強さの基準値
		曲げ弾性係数の基準値
		せん断強さの基準値
		せん断弾性係数の基準値
3	使用する接着剤の品質が定められていること。	めりこみ強さの基準値
4	最大曲げモーメント及び曲げ剛性の基準値が定められていること。	最大曲げモーメントの基準値
		曲げ剛性の基準値
5	せん断強さ及びせん断弾性係数の基準値が定められていること。	せん断強さの基準値
		せん断弾性係数の基準値
6	めりこみ強さの基準値が定められていること。	めりこみ強さの基準値
7	含水率の基準値が定められていること。	含水率の基準値
8	湿潤状態となるおそれのある部分に用いる場合には、品質基準4、5、6に対する調整係数が定められていること。	含水率の調整係数
9	品質基準4、5、6に対する荷重継続時間の調整係数が定められていること。	荷重継続時間の調整係数(※)
10	品質基準4、5に対するクリープの調整係数が定められていること。	クリープの調整係数(※)
11	品質基準4、5、6に対する事故的な水掛りを考慮した調整係数が定められていること。	事故的な水掛りの調整係数
12	接着耐久性に関する強さの残存率が0.5以上として定められていること。	接着耐久性に関する強さの残存率
13	防腐処理による力学特性値の低下率の基準値が定められていること。	防腐処理による低下率の基準値



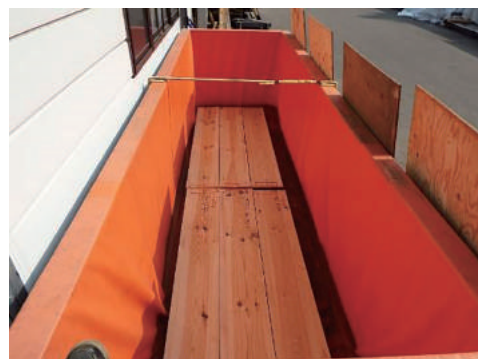
曲げ強度試験



せん断強度試験



接着性能試験



事故的な水掛試験

写真 各種性能評価試験の状況

[ 問い合わせ先：長野県林業総合センター 木材部 Tel 0263-52-0600 ]

## 地域産コナラ材フローリングボードの開発

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 木材利用部 山田 範彦

### 研究の背景・ねらい

地域の民有林においてはコナラ、アベマキ（クヌギ）、クリ等の広葉樹資源が豊富に存在します。以前は薪炭材等に利用されていましたが現在の利用は僅かであり、高齢林化による萌芽能力低下や病虫害発生等によってこれら森林は荒廃のリスクが増大しています。その対策として広葉樹材の利用による更新促進が望まれます。人工林蓄積の多いスギ材と比較してコナラ材は、曲げ強度等が優れているものの、通直な素材丸太は得にくく、挽き曲がりや乾燥による変形も大きく、さらに板材として使用した際には、含水率変化によるそり等が大きくなりがちで、これら欠点への対応が利用拡大の鍵となります。そこで、コナラ材を短尺のラミナにして乾燥し積層接着した後、積層方向に直交するように薄板材に再割りして厚さ 9mm のスギ合板（5 層 5 プライ）の台板に貼付け、地域産コナラ材を利用したフローリングボードを開発しました。

### 成 果

コナラ材は高密度で、製材時の挽き曲がりや乾燥による変形が大きいです。低密度のスギ合板に比べて曲げ強度や表面硬さ等に優れています。そこで、コナラ材を短尺（例えば長さ 1,000mm 以下）のラミナにして乾燥し積層接着した後、積層方向に直交するように薄板を切り出し（図1）、スギ合板の台板に貼付けて（図2）フローリング材を開発しました。

1. コナラ原木において、髄付近の容積密度は約  $0.7\text{g/cm}^3$  と高いのですが、髄と樹皮のほぼ中間から減少し、樹皮付近では約  $0.6\text{g/cm}^3$  でした。
2. コナラ原木の曲げ破壊係数および曲げヤング係数は、髄付近でそれぞれ約 70MPa、5GPa でした。断面内での曲げ破壊係数はほぼ一定で、曲げヤング係数は樹皮に近づくに従って増大し、最大約 8.5GPa でした。曲げヤング係数が一定になる位置と、容積密度が低下し始める位置はほぼ一致していました。
3. コナラ材の密度が大きくなると表面硬さ（ブリネル硬さ）も大きくなり、床材等に多く利用されているブナ材およびチーク材と比較して、密度も表面硬さも高い値を示しました（図3）。
4. 天然乾燥では、初期の水分減少速度が小さかったため、中温乾燥（70℃）に比べて約 3 倍の乾燥期間を要しました。ただし、乾燥終了時の曲がり、そり、およびねじれについては、中温乾燥の方が大きくなりました。加えて、人工乾燥による歩留まりを上げるためには 50℃ 以下での乾燥が望ましいことも分かりました。
5. スギ合板は、厚さ 3mm のコナラ集成薄板を貼付すること（厚さ 12 mm）によって曲げヤング係数が 1.2 ～ 2.2 倍、曲げ強さが 1.3 ～ 1.7 倍になり、さらに裏側にもコナラ集成薄板をお互いの繊維方向が直交するように貼付したもの（厚さ 15 mm）では、曲げヤング係数がさらにその 1.3 倍、曲げ破壊係数も同 1.1 倍になりました（図4）。
6. スギ合板の表裏にコナラ集成薄板を貼付したもの（厚さ 15 mm）は、温湿度を変化させた時に幅割りが発生しませんでした。
7. 「フローリングの日本農林規格」で定義されている摩耗 A 試験で、開発した複合板材の摩耗量は、チーク材の約半分、ブナ材の約 75% となり、耐摩耗性が高いことが示唆されました。

### 成果の活用

1. 日本材料学会誌 第 64 巻 第 5 号 (2015.5) に掲載されました。
2. 第 63 ～ 65 回日本木材学会大会（2013 ～ 2015）で口頭発表しました。
3. ここでの結果を基にコナラフローリングとして兵庫県内の企業で商品化されました。

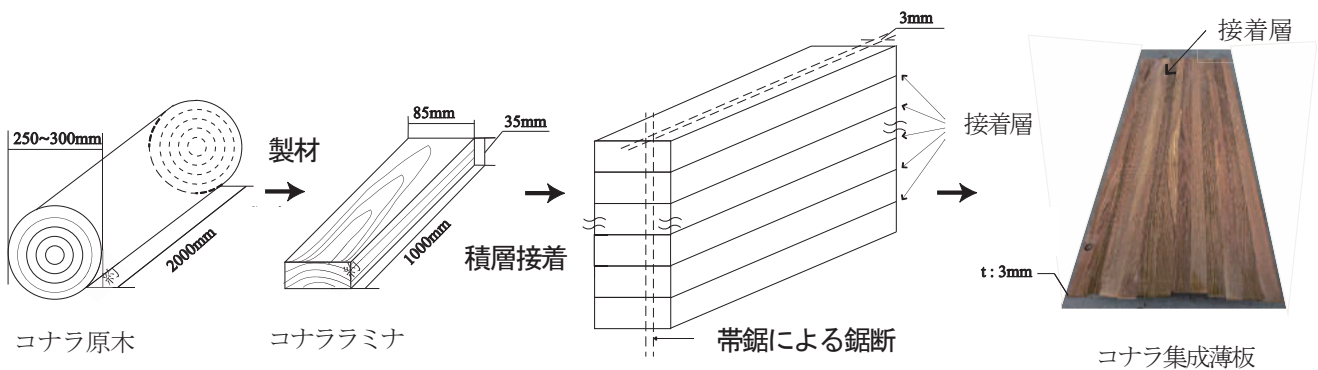


図1 コナラ集成薄板の製造方法

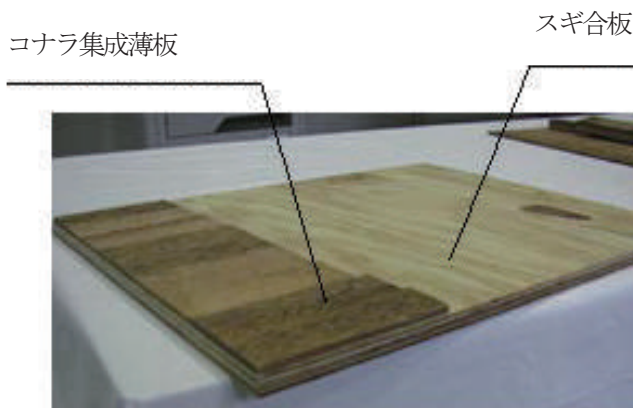


図2 スギ合板とコナラ集成薄板

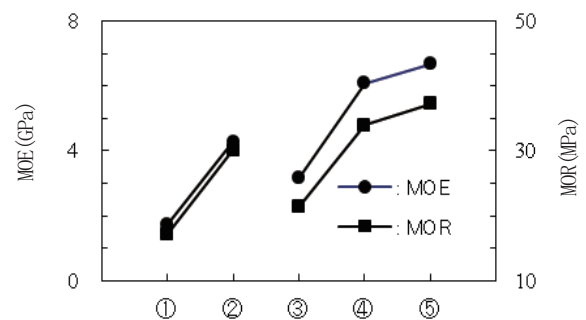


図4 曲げ強度の変化

- ①: スギ合板のみ(厚さ9 mm)  
(スギ合板の表層単板繊維方向はスパン直交方向)
- ②: コナラ集成薄板(圧縮側) + スギ合板(厚さ12 mm)  
(コナラ集成薄板繊維方向はスパン平行方向, スギ合板の表層単板繊維方向はスパン直交方向)
- ③: スギ合板のみ(厚さ9 mm)  
(スギ合板の表層単板繊維方向はスパン平行方向)
- ④: コナラ集成薄板(圧縮側) + スギ合板(厚さ12 mm)  
(コナラ集成薄板繊維方向はスパン平行方向, スギ合板の表層単板繊維方向もスパン平行方向)
- ⑤: ④ + コナラ集成薄板(厚さ15 mm)  
(スギ合板の表層単板繊維方向はスパン平行方向, 上面のコナラ集成薄板繊維方向はスパン平行方向, 下面のコナラ集成薄板繊維方向はスパン直交方向)

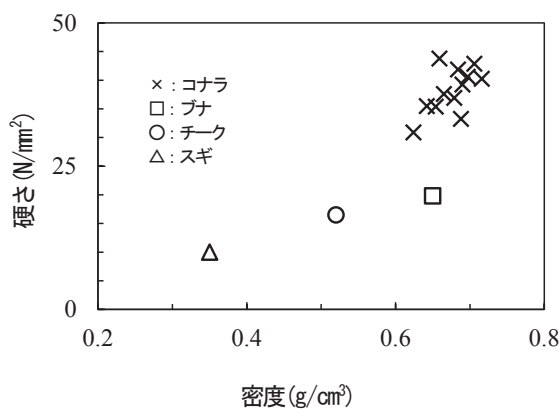


図3 表面密度と硬さの関係

## 非破壊試験による集成材接着はく離検出技術の開発

奈良県森林技術センター 木材利用課 柳川 靖夫

### 研究の背景・ねらい

木質材料に発生した接着不良は、製品の品質に大きな影響を及ぼします。そのため、例えば合板では接着はく離（はく離）の非破壊検査技術が開発され、製造ラインにおける検査が実用化されています。しかし、集成材では、はく離を検出する技術開発は進展していません。この理由として、集成材は断面が大きいため合板の検査技術をそのまま応用し難いこと、また、企業規模が相対的に小さく技術開発への投資が進んでいない事等が挙げられます。しかし、近年は大量生産技術が確立し工場の集約化・大型化が進展しているため、品質管理の重要性が高まっています。そのため、集成材でも今後ははく離の非破壊検査が課題になるものと考えられます。そこで、超音波を使用し、集成材のはく離を非破壊的に検出する技術の開発を試みました。

### 成 果

まず、集成材に人為的にはく離を作製し、その検出を試みました。図1に、試験体の1例を示します。長さ方向の半分をはく離としたスギ集成材で、はく離の幅は5～50mmとしました。超音波の送信子および受信子（センサー）の配置は、接着層を含む側面への配置（側面測定）、および接着層を挟む配置（対面測定）としました。発信周波数70kHz および200kHzで、超音波の伝播速度を測定しました。図2に、70kHzの側面測定および200kHzの対面測定の結果を示します。縦軸は、試験体の左端より150mmの位置における伝播速度を基準とした伝播速度比です。一定幅以上のはく離であれば、はく離部分で伝播速度は低下しました。

次に、製造現場ではく離が発生した集成材を使用して、はく離の検出を試みました。図3に、試験体の形状を示します。断面が120×120mm、長さ3650mmのオウシュウアカマツ4プライ集成材の1側面（A面）にのみ、厚さ方向の中央接着層にはく離が存在しました。その様子を図4に示します。発信周波数70kHzの側面測定、および200kHzの対面測定を、A面およびその反対側面（B面）で行い、A面とB面との伝播速度の差を求めました。図5に結果を示します。はく離幅の実測値は20～30mmで、70kHzの側面測定および200kHzの対面測定とも、伝播速度の差は概ね50m/sec以下でした。このように、はく離が存在すると伝播速度は低下しました。したがって、集成材の両側面間で伝播速度を比較することにより、一定幅以上のはく離であれば、非破壊的に検出可能と思われます。

### 成果の活用

日本木材学会の第64回年次大会（2014）、および第65回年次大会（2015）において、成果発表を行いました。また、奈良県森林技術センターの研究報告No.43（2014）、No.44（2015）、およびNo.45（2016）に成果を発表しました。さらに、2015年度の奈良県森林技術センター主催の成果報告会において、集成材業界を含む木材産業従事者に対し、研究成果を報告しました。今後、技術指導等を通じ、成果の普及および活用を図ります。



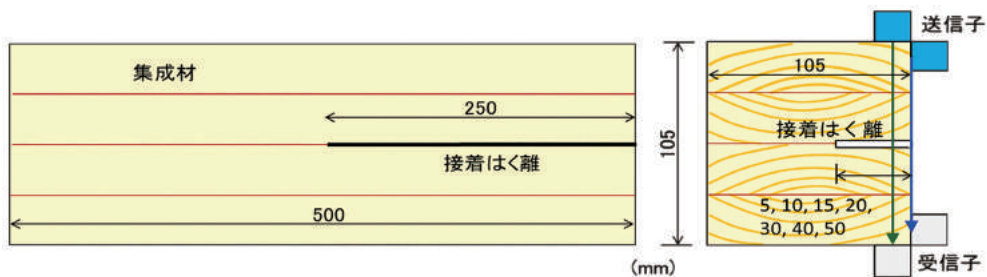


図1 人為的に接着はく離を作製した集成材と測定方法

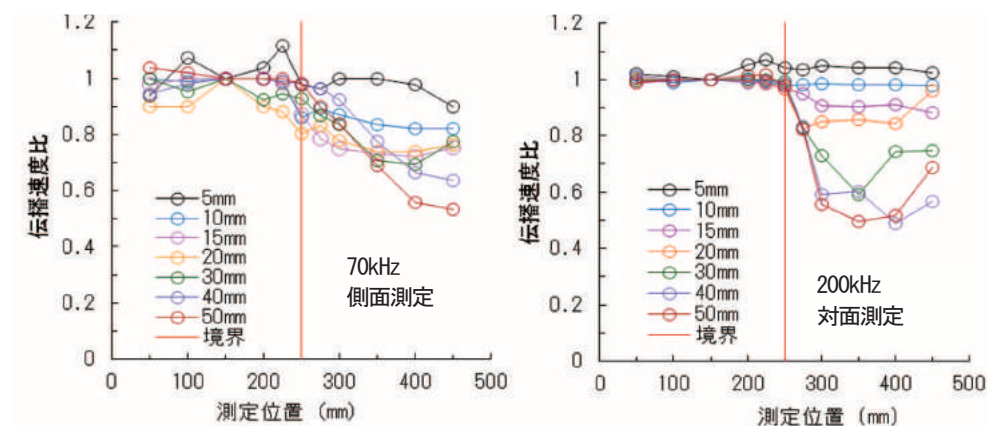


図2 人為的に接着はく離を作製した集成材の接着はく離検出  
注：接着はく離の幅は5～50mm



図3 製造現場で接着はく離が発生した集成材の形状

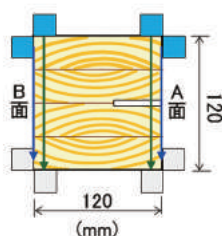


図4 接着はく離の様子

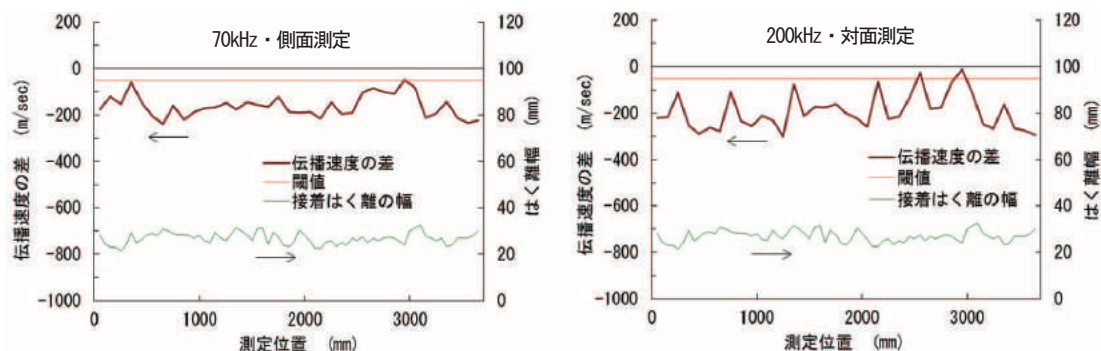


図5 製造現場で接着はく離が発生した集成材の測定結果

[ 問い合わせ先：奈良県森林技術センター 木材利用課 Tel 0744-52-2380 ]



# スギ小幅板の特徴を活かした3層クロスパネルの開発

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

現在、鳥取県内の企業が36mm厚さのスギ3層クロスパネルを生産しています。クロスパネルは「現し」で使用するニーズが多いため、節のない（少ない）ラミナの確保が重要ですが、自社の製材だけでは十分な量を確保しにくいのが実状です。一方、製材所で生産されている小幅板は、節の少ない板を得やすいという特長を有する反面、幅が90mmを下回ると用途が下地材や土木資材等に限定されてしまいます。そこでスギ3層クロスパネルに新たな価値を付与するため、スギ小幅板を用いて、『薄い・軽い・節が少ない』を特長とする、厚さ24mmの3層クロスパネル（以下、24mmクロスパネル：写真1右）の実用化を目指し、パネルの製造試験と性能評価、普及に取り組みました。

## 成 果

### 1. スギ小幅板の天然乾燥

断面が小さい小幅板は、人工乾燥の時間短縮や含水率の均一な仕上がりに「天然乾燥」が有効と考え、天然乾燥による質量変化を調べました。その結果、小幅板（厚さ12mm×幅75mm×長さ2,000mm）の質量は夏季（7～9月）が約1～2週間で、冬季（12月～3月）が約40日ではほぼ一定になりました（図）。鳥取は多雪地帯ですが、冬季でも緩やかに乾燥し、水分量のばらつきを小さくできることが分かりました。

### 2. 24mmクロスパネルの曲げ性能

24mmクロスパネル（弱軸方向910mm×強軸方向1,820mm、25枚）を製造し、強軸方向を半分に切断して曲げ試験を行いました。その結果、曲げヤング係数は、強軸方向で8.42GPa、弱軸方向で0.72GPa、曲げ強さは強軸方向で48.2MPa、弱軸方向で9.59MPaでした。強軸方向と弱軸方向では曲げヤング係数で10倍以上、曲げ強さで5倍以上の差があることから、使用にあたっては加力する方向によって強度性能が異なることをユーザーに伝えることが重要です。

### 3. 24mmクロスパネルのマンション床材としての遮音性能

マンションの床材として利用することを想定し、実際の床組（床（24mmクロスパネル）、下地材（パーティクルボード）、断熱材（グラスウール）、束（プラスチック+木材）で構成）による遮音性能を調べました（写真2）。その結果、軽量衝撃音は△LL-3（全5ランク 数値が高いほど遮音性が大）、重量衝撃音は△LH-2（全4ランク 数値が高いほど遮音性が大）となり、市販されているマンション用の床組と同程度の遮音性能が得られました。

## 成果の活用

得られた成果は業務報告書や、県民を対象に開催している報告会・セミナーで紹介しています。また、インテリア向け製品は24mmクロスパネルの特長を活かし易いことから、デザイナーに設計を依頼してパーティションを試作（写真3）し、各種イベントで展示してPRを進めています。

現在、この研究成果をもとに、県内企業と24mmクロスパネルの生産・販売に向けて検討を行っているところです。また本格的な生産に先立ち、鳥取県内の家具メーカーが、24mmクロスパネルを使った子ども向け家具を商品化しました（写真4）。

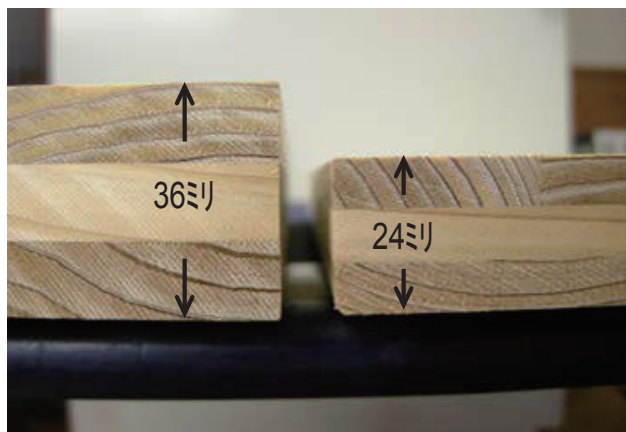


写真1 スギ3層クロスパネルの断面



写真2 重量衝撃音の計測の様子



写真3 試作したパーティション



写真4 24mm クロスパネルを使った子ども向け家具  
商品名：Mogu、テーブル天板やイス座面に使用

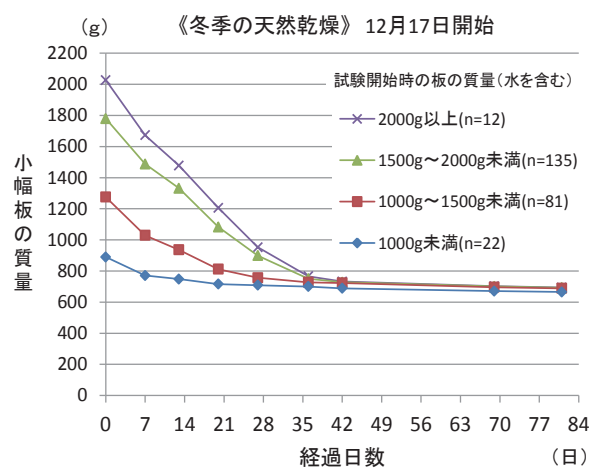
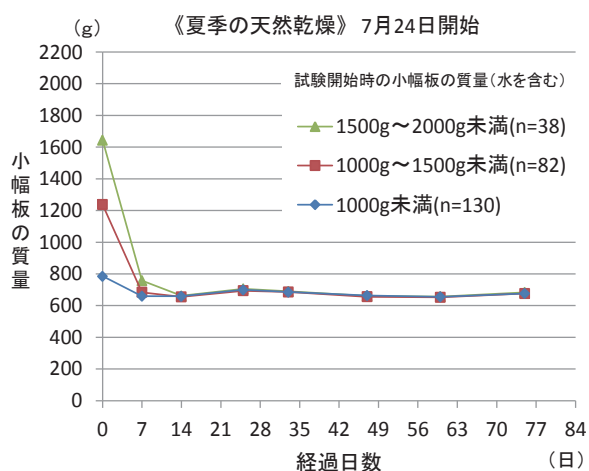


図 スギ小幅度の天然乾燥による質量の変化

[ 問い合わせ先：鳥取県林業試験場 木材利用研究室 Tel 0858-85-6221 ]

# 木材成分を利用した隠岐産材の高付加価値化技術の開発

島根県中山間地域研究センター 農林技術部 中山 茂生<sup>1</sup>・後藤 崇志  
(<sup>1</sup>: 現 島根県林業課)

## 研究の背景・ねらい

島根県隠岐圏域の人工林資源は充実し、隠岐産木材を利用した高付加価値製品の開発と松くい虫被害木や未利用間伐材等の有効利用による森林整備の促進が求められています。また、隠岐の島町ではバイオマス産業都市構想を策定し、木質資源の利活用による里山活性化策として、木質資源から抽出したリグノフェノール(写真)の用途開発を図っています。そこで、このリグノフェノールの接着剤としての機能を期待して、リグノフェノールを天然由来の接着剤として用いた隠岐産木材の高付加価値製品の開発を行いました。

## 成 果

### 1. リグノフェノール接着剤の調整と熱圧温度の検討

スギ木粉試料から得られたリグノフェノールを用い、水酸化ナトリウム溶液にリグノフェノールを溶解して主剤とし、これにホルムアルデヒドと殻粉からなる硬化剤を添加して接着剤としました(重量比7:3:1.5)。この接着剤によりスギ板(幅75×厚さ12×材長900mm)を熱圧接着(熱圧時間35分)して性能を評価したところ、熱圧温度160℃以上で安定した接着性能が得られました(図1、2)。

### 2. 高周波加熱接着の検討

高周波木工接着機により、スギ板の高周波加熱接着を行ったうえ性能を評価したところ、高周波加熱時間420秒で安定した接着性能が得られ、構造用集成材のJAS基準値を満たしました(図3、4)。

### 3. フェノール樹脂系接着剤との混合の検討

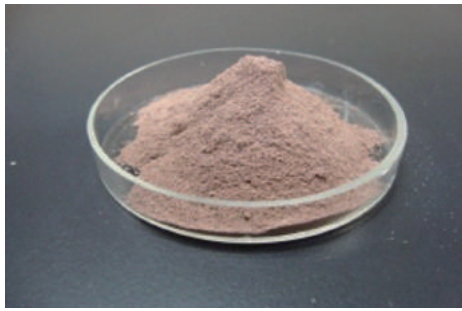
市販のフェノール樹脂系接着剤とリグノフェノール接着剤を混合した接着剤の接着性能を、クロマツ板(幅75×厚さ12×材長900mm)を熱圧接着(熱圧時間35分)して調べました。その結果、質量比6:4でフェノール樹脂系接着剤に比べて優れた接着性能を示しました(図5、6)。この混合した接着剤により、(株)藤井基礎設計事務所・(株)日新・(株)オーシカ・静岡大学の協力を得ながら実大サイズの構造用合板を製造し、性能評価を行いました。その結果、硬化剤添加量と熱圧条件の調整により、合板のJASに基づく特類、F☆☆☆☆の性能基準を満たすことがわかりました。また、リグノフェノール接着剤にフェノール樹脂系接着剤を添加する際、硬化促進剤であるソーダ灰を加えることが有効であることがわかりました。

## 成果の活用

本成果は、日本木材学会大会、日本木材加工技術協会年次大会において発表しました。リグノフェノール生産について、民間企業において事業化を目指したパイロットプラント建設の検討が行われており、この事業規模ベースでの生産の実現により、この研究成果を基に本格的な木材用接着剤生産が期待されます。

## 知的財産権取得状況

「リグノフェノール由来の接着剤およびこれを用いた木製品」(特願2014-155197)、並びに「フェノール樹脂とリグノフェノールを含む接着剤およびこれを用いた木製品」(特願2015-178835)の2件の特許申請中です。



### 写真 リグノフェノール

木材構成成分の約3割を占め、細胞同士を固く接着する役割を果たしているリグニンを、化学的に変換容易な安定した新素材として抽出したもの。

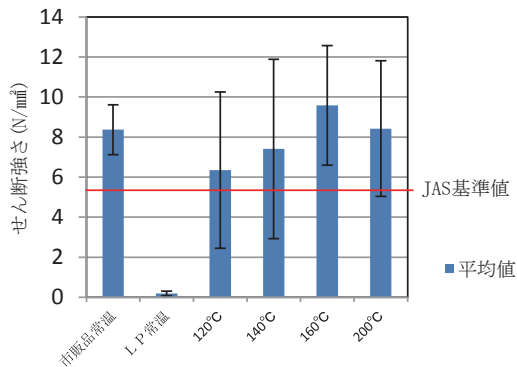


図1 熱圧温度別のせん断強さ

注) エラーバーは標準偏差

市販品：レゾルシノール系接着剤

LP：リグノフェノール

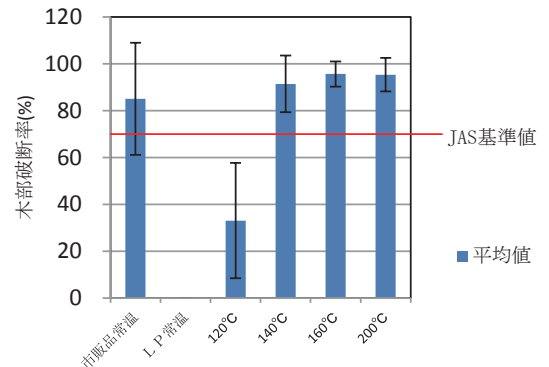


図2 熱圧温度別の木部破断率

注) エラーバーは標準偏差

市販品：レゾルシノール系接着剤

LP：リグノフェノール

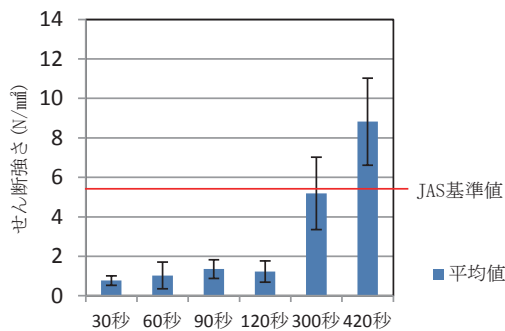


図3 加熱時間別のせん断強さ

注) エラーバーは標準偏差

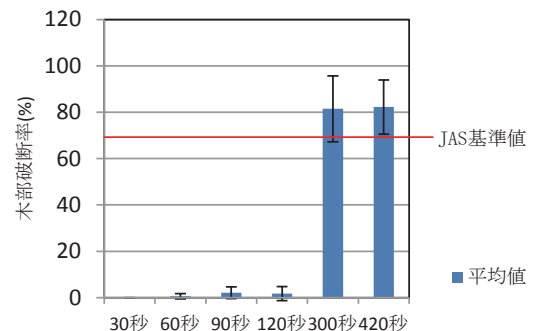


図4 加熱時間別の木部破断率

注) エラーバーは標準偏差

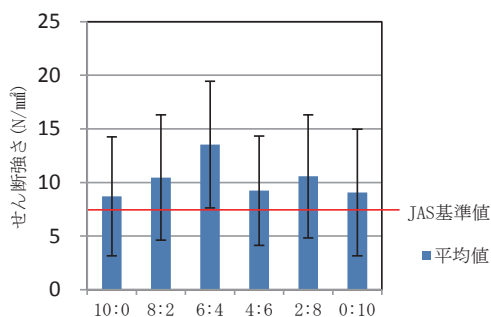


図5 フェノール樹脂系接着剤とリグノフェノール接着剤の混合割合別のせん断強さ

注) エラーバーは標準偏差

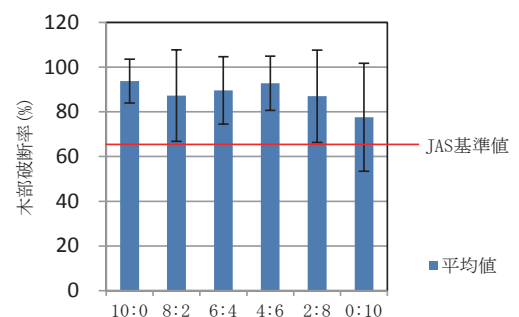


図6 フェノール樹脂系接着剤とリグノフェノール接着剤の混合割合別の木部破断率

注) エラーバーは標準偏差

# 未利用竹資源収集・運搬・燃料化システムの実証

山口県農林総合技術センター 林業技術部 林業研究室 村上 勝

## 研究の背景・ねらい

西日本では、農山村地域の高齢化・過疎化やタケノコ、竹製品の生産が海外に移行するなどの理由で、放置竹林の繁茂や周辺森林への拡大が急速に進んでいます。一方、竹は、伐採しても自然に再生し、スギ・ヒノキ人工林のような植栽、下刈り等の育林経費が不要で短期間に大きく成長することから大量のCO<sub>2</sub>の吸収が期待できるといった特性があり、育林コスト不要で持続可能な地域の「エネルギー作物」としての大きな可能性を有しています。

このため、竹の「低コスト収集・運搬・燃料化システム」(図1)を様々な条件の事業地で実証試験を行い、竹バイオマス供給のコスト要因を整理し、竹の供給体制を構築することにより、地域のエネルギー作物としての竹の利用を推進する方針です。

## 成 果

1. 県内の3事業体に現地作業(24箇所、約10ha)を委託し、その日報集計を基に現場毎の生産性や作業コストを明らかにした結果、現場条件等の違いによって生産性、生産コストともに幅があり、また、全体的に高コストでした(表1)。
2. 現地での実証結果を踏まえ、①竹林条件、②現場作業、③運搬距離、④現場人材別にコスト要因を整理しました(表2)。
3. 最も低コストであった、竹林オンサイト・チップ化システムの現場で竹林状況や機械の故障、運搬距離などのマイナス因子を見直し、コストシミュレーションした結果、14,733円/tを10,280円/tに削減できると試算しました(図2)。
4. 同様に他の2システムの現場でシミュレーションした結果、大幅なコスト削減となり、条件が揃う現場では低コストでの供給が可能であることが示唆されました(図2)。

## 成果の活用

本研究で得られた成果は、第127回日本森林学会のポスター発表で公表するとともに、実証試験報告として県ホームページに掲載しています。また、行政及び竹関係事業者等に成果を情報提供しており、今後も連携しながら竹供給体制の構築に努めていきます。

なお、本研究は、林野庁「木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくり推進事業」で実施したものです。



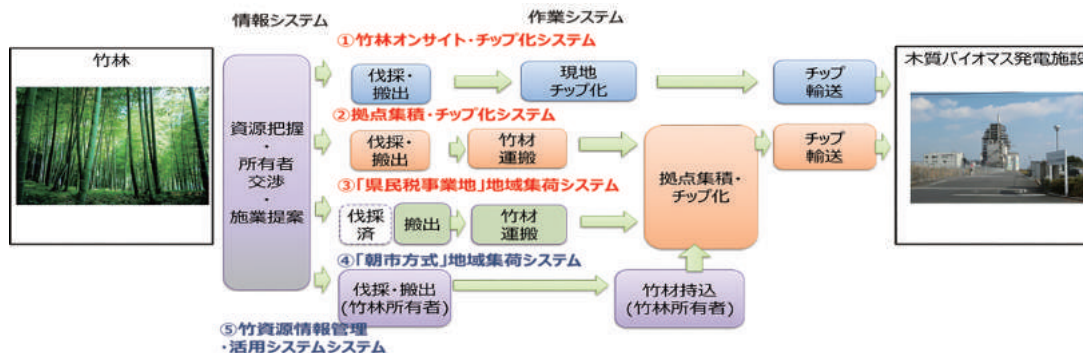


図1 システム概要

表1 調査結果

<p>オンサイト・チップ化システム（4事業地 2.51ha 553.6t）</p> <p>■生産性：1.2～4.7 t/日 ■生産コスト：14,733～31,084円/t</p>
<p>拠点集積・チップ化システム（16事業地 7.25ha 965.9t）</p> <p>■生産性：1.1～4.7 t/日 ■生産コスト：16,481～50,020円/t</p>
<p>「県民税事業地」地域集荷システム（4事業地 0.37ha 52.9t）</p> <p>■生産性：1.5～3.8 t/日 ■生産コスト：21,541～43,931円/t</p>

表2 コスト要因の解析結果

分類	要素	コスト			重要度	内容
		減	中	増		
竹林条件	1. 一本あたりの材積	大	中	小	◎	・同じ作業で得られる生産量に大きく影響。
	2. haあたり本数	大	中	小	◎	・同じ面積で得られる生産量に大きく影響
	3. 竹の侵入割合	純竹林	侵入率大	侵入率小	○	・伐採、集材時の作業に負荷
	4. 傾斜度	大	中	小	○	・集材時の作業効率に影響
	5. 林道・作業道までの距離	隣接	近	遠	◎	・竹の搬出効率に影響。（動線が長いとボトルネックになる）
	6. 林道・作業道・土場広さ	広	中	狭	◎	・竹の集材及び運搬効率に影響
現場作業	7. 集材（上荷・下荷）方式	下荷	—	上荷	◎	・集材時の作業効率に影響。 ・上荷を採用すると生産性が著しく低下する。
	8. 林内作業車の小運搬	無	—	有	◎	・積載効率が悪く搬出距離が長いとコスト高 ・積載・積降作業によるコスト増
	9. 架線集材	無	—	有	○	・数本単位でしか集材できず、本数が多い竹林では不利 ・集材距離が長いとボトルネック
	10. チッパー性能・耐久性	良	中	不良	○	・処理能力が低いと前後の作業工程に影響 ・機械停止の頻度と時間により、他作業が遅延
	11. バンドリングの機械化	有	—	無	○	・バンドリング時の作業効率に影響 ・但し機械コストが上がるので、生産量とのバランスを考慮
運搬距離	12. トラックの大きさ	4t以上	4t	2t以下	◎	・同じ運搬で得られる積載量に大きく影響。
	13. 竹林からの運搬距離	近	中	遠	◎	・トラック運搬回数に影響し、近いほどコスト削減に繋がる。
現場人材	14. 作業員の熟練度	高	中	低	○	・伐採、集材、搬出時の作業効率に大きく影響。 ・熟練度が高いほど機械の取扱いや作業の段取りが早い。
	15. 作業員の賃金単価	低	中	高	◎	・作業日数がかかるとコスト削減に影響。
	16. 作業班長の統率力	高	中	低	◎	・現場での作業員待ち時間解消に影響。

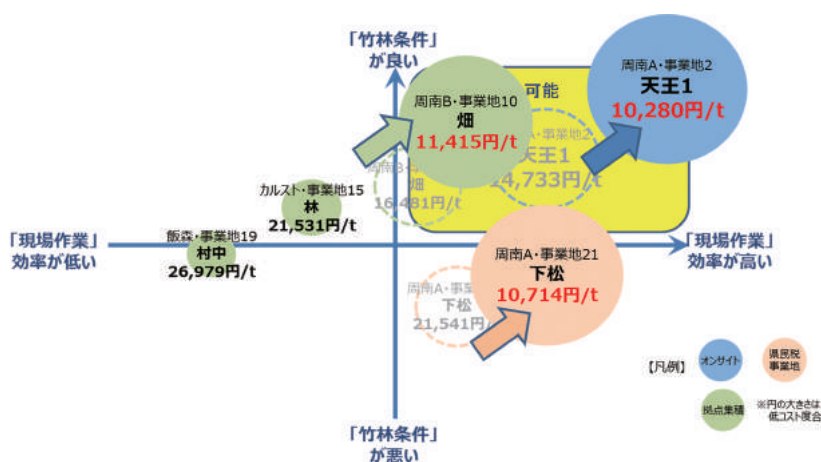


図2 コストシミュレーション結果

## 製材方法の異なるヒノキ板乾燥材の評価

愛媛県農林水産研究所 林業研究センター 中川 美幸

### 研究の背景・ねらい

愛媛県では、主伐の推進等によって生産されるヒノキ材の有効利用が課題となっています。一方で、一般住宅の着工戸数は減少することが予測されているため、従来の主たる用途である構造用材だけでなく内装材としての利用拡大が必須であり、そのためには良質な板材を効率的に大量生産できる方法の検討が必要となっています。そこで本研究では、丸太から節や曲がりの少ない良質な板材を製材する手法を検討するため、中心定規挽きと側面定規挽きによって製材された板材について、製材後に現れる節の分布や乾燥処理による寸法および材色の変化について評価を行いました（図1）。

### 成 果

#### 1. 節分布状況

目視の節等級が優良とされた原木においては、側面定規挽きの方が中心定規挽きで製材した板よりも製材 JAS における節等級区分の高い等級が採れる割合が高くなることが強く示唆されました（図2）。

#### 2. 乾燥処理

板は蒸気式乾燥機（（株）新柴設備）を用いて乾球温度 40～65℃、湿球温度 30～55℃で約7日間乾燥しました。乾燥後の平均含水率は 11.7%（最大値 13.9%、最小値 10.7%）であり、各製材方法による板材の仕上がり含水率は同程度でした。

#### 3. 寸法変化等への影響

乾燥処理した樹心から木表までの距離 2、4、6、8、10cm の板材について、幅反りおよび曲りの測定を行った結果、樹心からの距離 8cm の板の体積収縮率についてのみ製材方法間の有意差が認められましたが（ $p<0.05$ ）、その他の板では製材方法間の有意差は認められませんでした（図3）。

#### 4. 色変化

内装材としての利用を考慮し、全ての板材について乾燥前後の材色を測定し、その結果を  $L^*a^*b^*$  表色系によって示しました（図3）。乾燥処理によって全ての評価値が減少しましたが、その差は 0.4～0.9 とごく僅かでした。今後は、目視による印象評価も行う必要があると考えています。

### 成果の活用

節については、丸太の等級を考慮して製材方法を選ぶことによって、より等級区分の高い板材を得ることが期待できます。さらに、乾燥処理後の寸法変化等については、製材方法による影響がないと示唆されたことから、製材時における製材方法の選択肢が広がると考えられます。

なお、本研究で得られた成果は、当研究所の業務報告書、研究成果発表会及び木材学会等で公表を行いました。

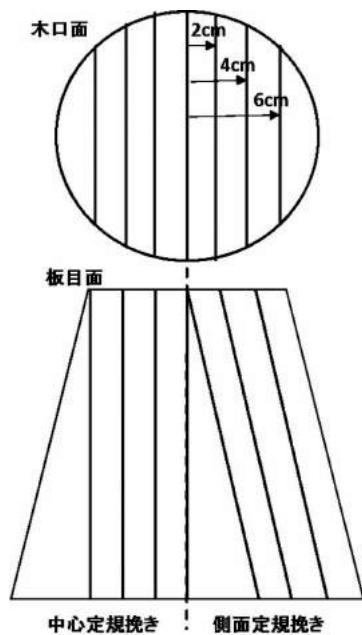


図1 製材方法

板材寸法：3000 (L) × 135 (T) × 20 (R)  
又は 4000 (L) × 135 (T) × 20 (R) mm

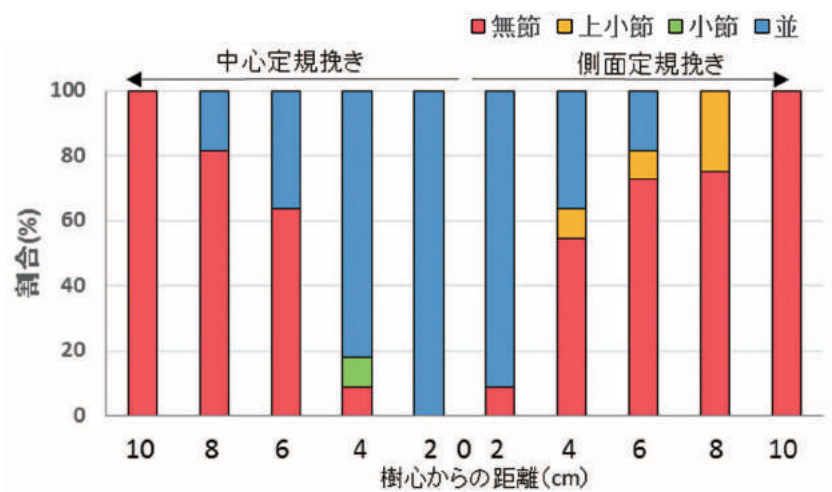


図2 製材 JAS 節等級区分の割合

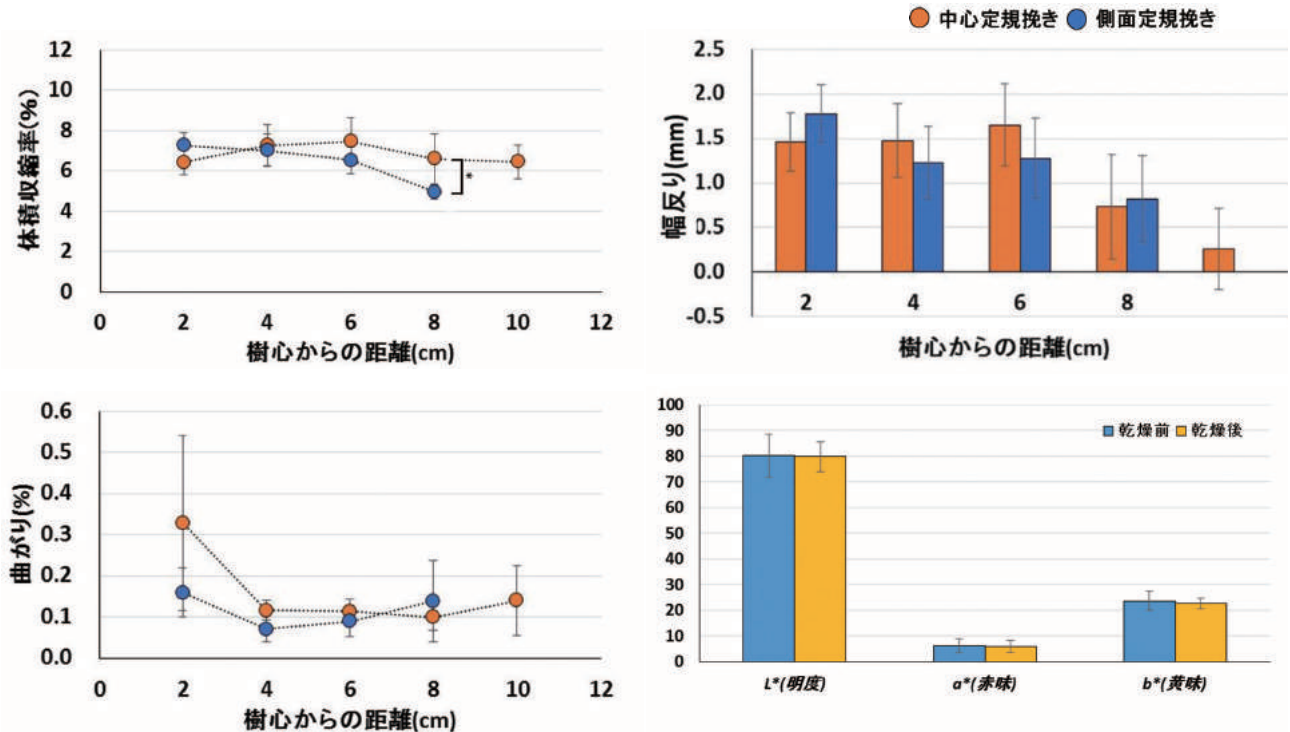


図3 乾燥処理による体積収縮率（左上段）、幅反り（右上段）、曲がり（左下段）及び色変化（右下段）（平均値 ± 標準偏差）

# スギ梁桁乾燥材の品質の安定化に関する研究

高知県立森林技術センター 資源利用課 宮部 涼太郎

## 研究の背景・ねらい

梁桁材の国産化を進めるためには、梁桁材に適した乾燥技術が必要です。板材・柱材の乾燥に主眼を置いた既存技術を梁桁材に拡張する場合、次の2点が問題となります。1点目は、従来より大きな材を乾燥させるために乾燥日数の延長が必要になると考えられることです。2点目は、梁桁材の需要が「多品種少量」(多種の寸法の材が少量ずつ)であるため、限られた乾燥設備しか持たない多くの小規模製材工場では寸法の異なる材を同時に乾かす「混載乾燥」を行わざるを得ず、過乾燥材や未乾燥材(所定含水率に至らない材)が多く発生する危険があることです。そこで、スギ心持ち梁桁材について、梁せいの乾燥所要日数への影響を明らかにすることを目的に、高温蒸気式乾燥法による乾燥試験を行いました。

## 成 果

### 1. 試験材と試験方法

試験材の概要は表1の通りです。試験材の寸法、重量、含水率計(HM-520、(株)ケツト科学研究所製)による含水率、最大幅0.5mm以上の材面割れ長さを測定したあと、一部の材を耐熱重量計に載せ、試験用小型蒸気式乾燥機(容積約8m<sup>3</sup>)で乾燥試験を行いました。乾燥スケジュール(乾燥機設定)は表2の通りです。乾燥終了後、乾燥前と同様の測定を行いました。また、耐熱重量計に載せた材については全乾法によって含水率を測定し、試験材の全乾重量を推定しました。得られた推定全乾重量によって乾燥中の重量を含水率に換算し、乾燥開始から各試験材が含水率20%を下回るまでの日数を求め、これをその材の乾燥所要日数としました。ただし、乾燥終了時に含水率20%を下回っていなかった材については、終了直前の乾燥速度で乾燥が進行するものとして乾燥所要日数を算出しました。

### 2. 結果と考察

乾燥後の材面割れ長さの分布は、どの梁せいでも右側に裾を引く形状となり、大きな違いは見られませんでした(図1)。乾燥所要日数は、最短46日から最長221日で、梁せいとの関係は明瞭ではありませんでした(図2)。このことから、梁せいは乾燥所要日数に大きな影響は与えないので、材幅が同一なら梁せいの異なる材の混載は可能と考えられました。一方、梁せいの大小に関わらず、乾燥前の見かけの密度(水分を含む試験材の重量÷試験材体積)が大きいほど乾燥所要日数が長い傾向が認められました(図3)。以上より、梁桁材の混載乾燥において未乾燥材の発生を抑えるには、梁せいの大小ではなく見かけの密度の大小に合わせた材の選別(乾燥ロットの仕分けや乾燥困難な材の抽出)を行うことが有効と考えられます。なお、含水率計による含水率と乾燥所要日数の間にも同様の関係が認められますので(図4)、設備・労力等の制約から実際に見かけの密度を測定することが困難な場合には、比較的測定しやすい含水率計による含水率を用いた選別が有効と考えられます。

## 成果の活用

これらの成果については、当センターの研究成果報告書や研究成果セミナー等により公表するとともに、県内製材企業に普及しています。

表1 試験材概要

規格寸法(mm)			試験材数(本)	
幅	材長	梁せい	全体	うち 耐熱重量計積載
120	4000	180	56	9
		240	102	17
		300	104	18

表2 試験で用いた乾燥スケジュール

工程	設定時間	乾球温度	湿球温度
蒸煮	12時間	95℃	95℃
高温セット	24時間	120℃	90℃
中温乾燥	6日～15日	90℃	60℃

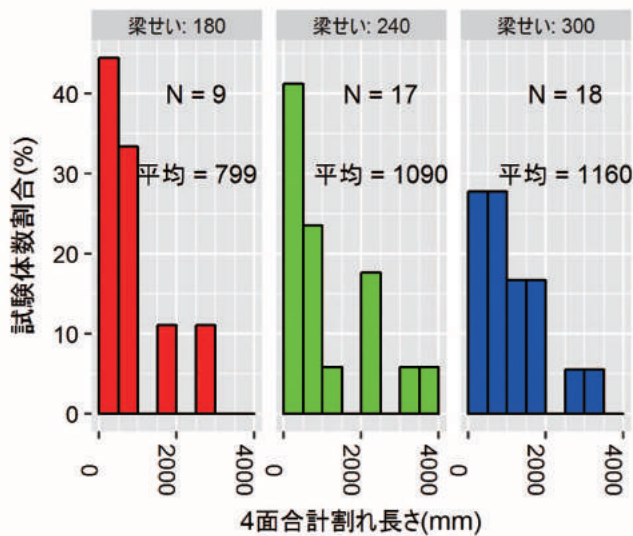


図1 乾燥後の材面割れ長さの分布

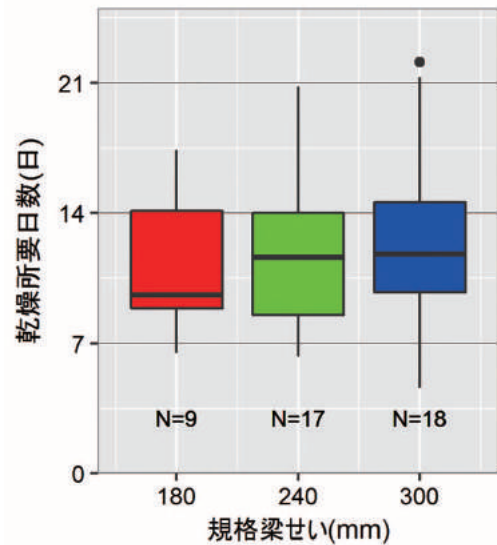


図2 梁せいと乾燥所要日数の関係

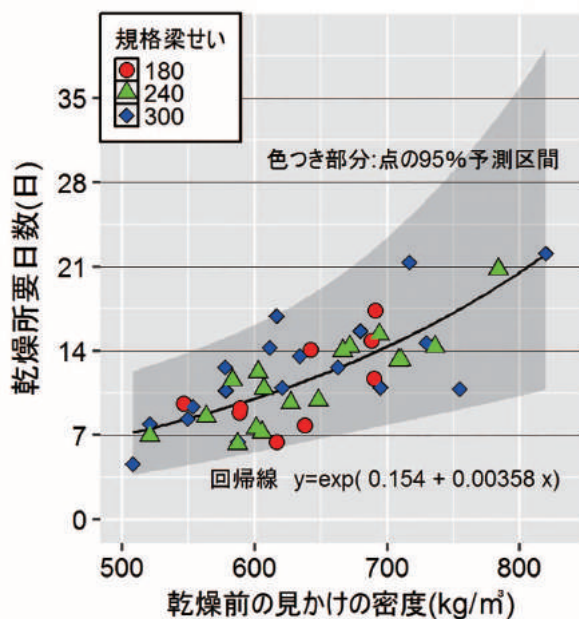


図3 乾燥前の見かけの密度と乾燥所要日数の関係

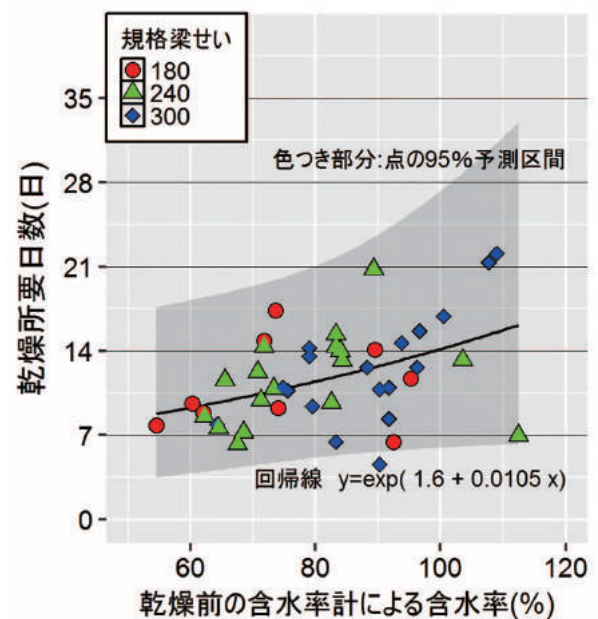


図4 乾燥前の含水率計による含水率と乾燥所要日数の関係



## 熊本県産ヒノキの樹幹内強度分布の推定方法の開発

熊本県林業研究指導所 林産加工部 平田 晃久

### 研究の背景・ねらい

今後の素材流通量増加が見込まれる大径材では、中・小径材よりも多様な木取りでの製材品の生産が期待できますが、必要とされる強度性能を有する製材品を効率よく生産するためには、予め樹幹内の強度分布を把握しておき、丸太の直径やヤング係数といった丸太の段階で得られる情報と、目標とする製材品の木取り位置（髄からの距離）から製材後のヤング係数を推定する手法を確立することが必要となってきます。

これまで、当指導所では熊本県産スギの樹幹内強度分布に関する研究を行ってきました。今回は、熊本県産の実生ヒノキ及びヒノキの挿木品種であるナンゴウヒを対象として、樹幹内半径方向におけるヤング係数の変動を明らかにし、樹幹内ヤング係数分布の推定式を作成しました。

### 成 果

本研究の試験体の作製方法は、まず供試木6本（実生ヒノキ3本、ナンゴウヒ3本）を地上から1m毎に玉伐りし、それぞれの1m長丸太から、25mm×25mm×400mm（半径方向×接線方向×長さ方向）の小試験体を、髄から相対する半径方向に連続的に採取しました。次に、採取した小試験体を用いてタッピングによる1次固有振動数測定を行い、あわせて測定した小試験体重量を使って縦振動ヤング係数（以下、ヤング係数）を算出し、各地上高における髄からの距離とヤング係数の関係を整理しました（図1）。

その結果、(1) いずれの供試木においても髄から樹皮側に向かってヤング係数が増加する傾向があること、(2) ナンゴウヒは実生ヒノキと比較して、総じて高いヤング係数を示し、横断面全体としては、髄から半径方向に向かってヤング係数が著しく増加するV字型分布となる傾向があること、(3) ナンゴウヒは、髄から同距離であれば樹高方向のヤング係数に明瞭な違いは見られず、地上高によらずヤング係数が均一な材を生産できる可能性があること、が分かりました。

さらに、髄からの距離とヤング係数の分布（図2～4）から、長尾ら（木材学会誌 Vol.49、2003）の手法を参考に、任意の位置で木取りした板材のヤング係数を、丸太のヤング係数から推定する推定式を作成しました（当所発行の第53号業務報告書参照）。

### 成果の活用

今回作成した推定式を用いることにより、今後、様々な強度的要求性能に対応した製品を、効率よく生産できる可能性があると考えられます。

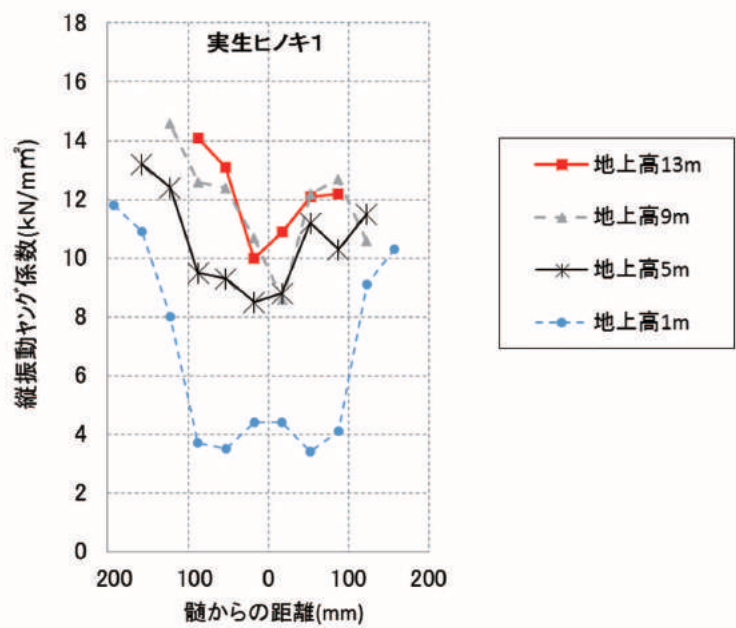
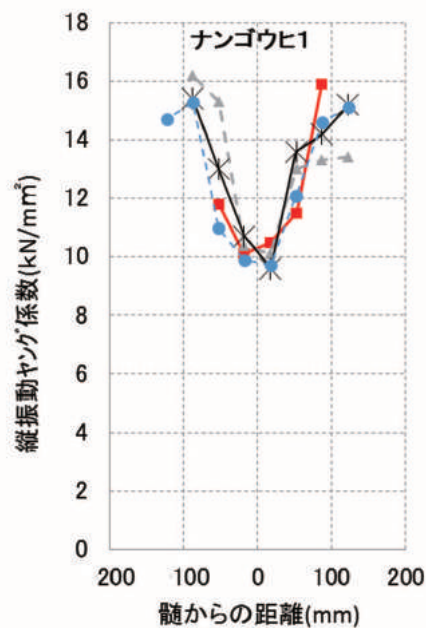


図1 各供試木のヤング係数の分布の一例

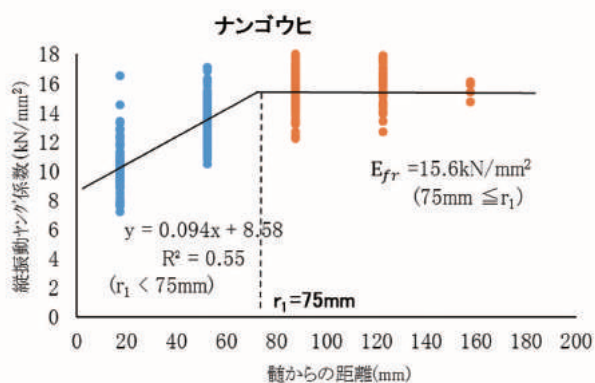


図2 ナンゴウヒにおける髄からの距離とヤング係数との関係  
(供試木3本の全地上高データ)

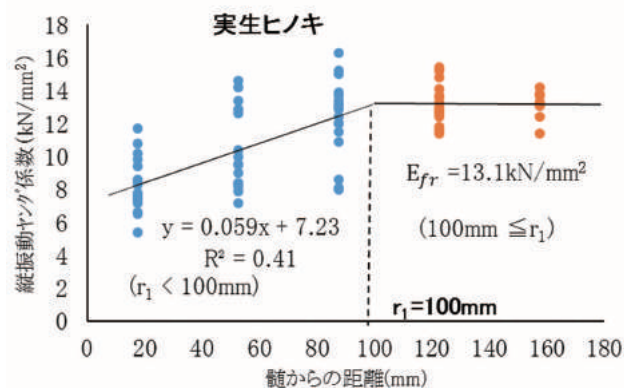


図3 実生ヒノキにおける髄からの距離とヤング係数との関係  
(供試木3本の地上高4m未満のデータ)

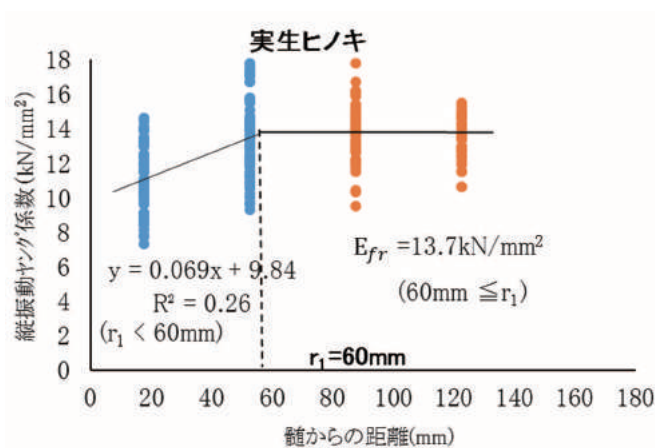


図4 実生ヒノキにおける髄からの距離とヤング係数との関係  
(供試木3本の地上4m以上のデータ)

[ 問い合わせ先：熊本県林業研究指導所 林産加工部 Tel 096-339-2242 ]

## 宮崎県産スギを用いた新たな CLT の開発

宮崎県木材利用技術センター 荒武 志朗・森田 秀樹・中谷 誠・深田 学

### 研究の背景・ねらい

本研究のねらいは、一つには、非住宅等への需要が大きく期待されている CLT に宮崎県産スギを使用するための各種設計基準値を、CLT 関連告示等が整備されていない中で明らかにすること、もう一つは、幅はぎを施したラミナで構成された CLT (図1参照、幅はぎあり CLT) と、一般的に使用されている幅はぎを施さないラミナによる CLT (図1参照、幅はぎなし CLT) の性能を比較し、その優位性を確認することにあります。その背景には、研究を開始した当時、幅はぎあり CLT の性能に関するデータが皆無に近かったこと、2015 年度中に県内集成材企業が幅はぎあり CLT による直交集成板の日本農林規格 (以下 JAS) 認定を取得する意向であったこと、さらには宮崎市に建設予定の 10 階建て鉄骨造建築物 (県防災拠点庁舎) の耐力壁に幅はぎあり CLT を用いる計画であること等から、早急な設計基準値の確認が必要であったことが挙げられます。

### 成 果

全層にスギラミナを用いた幅はぎあり CLT と幅はぎなし CLT (Mx60、7 層 7 プライ及び 5 層 5 プライ) を供試し、以下の試験を実施しました。(1) 面内・面外曲げ試験、(2) 面内・面外せん断試験、(3) 短柱縦圧縮試験、(4) 面外曲げクリープ試験、(5) 面外曲げクリープ破壊試験 (DOL 試験)、(6) ラグスリューボルト接合形式 (パネル工法) 試験、(7) めり込み型接合形式 (S 造との混構造) 試験、(8) ビス留め接合形式 (軸組工法) 試験、(9) ビス留め接合による耐力壁 (軸組工法) 試験。

結果として、各種力学的性能や接合性能に関しては、幅はぎあり CLT と幅はぎなし CLT の間に顕著な差異は認められませんでした。その一方で、長期性能のうち面外曲げクリープ性能に関しては、比較的明確な幅はぎあり CLT の優位性が認められ、幅はぎなし CLT に比べて試験体間のばらつきが極めて少ない安定した傾向を示しました (図2参照)。ただし、何れの CLT も、曲げ強さについては全条件で JAS 基準値を大幅に上回り、せん断強さについても全条件で「直交集成板の適正製造基準」に示された適合基準を上回りました。さらに縦圧縮強さについても、強軸試験体ではスギ製材 (無等級材) の基準強度を上回り、クリープ調整係数 (負荷 50 年後の相対クリープ) も建設省告示 1459 号の変形増大係数 2 の範囲内に収まりました。これらの結果から、宮崎県産スギを用いた CLT は、幅はぎの有無にかかわらず構造部材として要求される力学的性能を十分に満たすと考えられます。

### 成果の活用

これまで、幅はぎあり CLT の力学的性能に関するデータが皆無であったことから、本成果が幅はぎありスギ CLT の構造信頼性確保につながり、スギの販路拡大に大きく寄与することが期待できます。

なお、現時点での活用例としては、県内集成材企業が本研究の成果を活用して幅はぎあり CLT (ただし、幅はぎ未評価) による JAS 認定を取得し、さらに同社の敷地内にスギ CLT を用いた木造軸組のオフィスビルを建設したこと、並びに、宮崎市内に建設予定の 10 階建て鉄骨造建築物 (宮崎県防災拠点庁舎) の耐力壁に幅はぎあり CLT が採用されることとなったことが挙げられます。

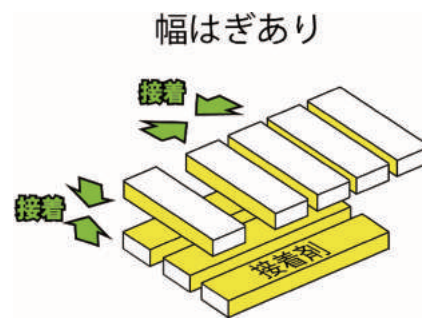
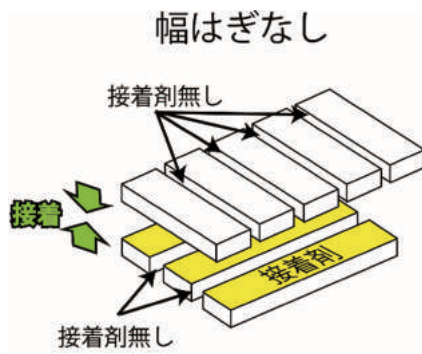


図1 幅はぎなし CLT と幅はぎあり CLT の違い



写真1 曲げ試験



写真2 水平せん断試験



写真3 曲げクリープ試験



写真4 曲げクリープ破壊試験 (DOL 試験)

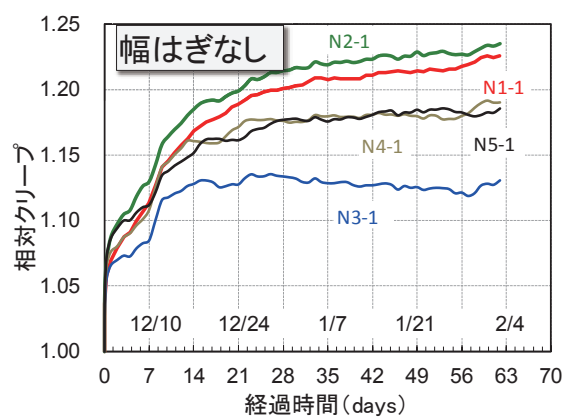
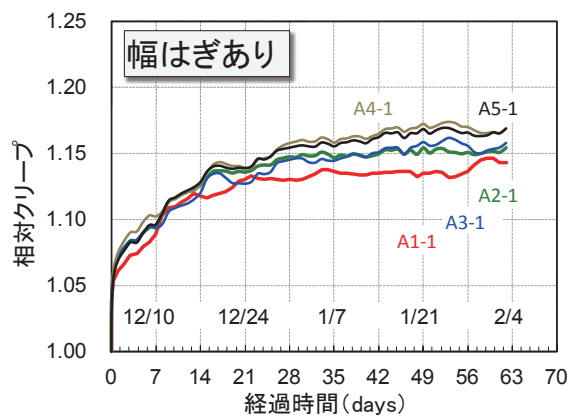


図2 相対クリープ（初期たわみに対するその後のたわみ）の変動

[ 問い合わせ先：宮崎県木材利用技術センター 木材加工部 Tel 0986-46-6042 ]

## スギ板材を活用した構造用面材の開発

鹿児島県工業技術センター 地域資源部 福留 重人・日高 富男・中原 亨

### 研究の背景・ねらい

鹿児島県内に植林されたスギは高樹齢化に伴い大径材の蓄積量が増加しており、製材歩留まりを向上させるためにも板材の新たな用途開発が求められています。一方、木造建築物の耐震性を向上させるためには、耐力壁及び水平構面の耐力を確保することが重要です。これらを背景として、鹿児島県内の木造建築業界では、合板や火打ち材の代わりにスギ板材を用いた工法で必要な強度を確保する試みが行われています。その方法の一つとして、圧縮した木材が変形を回復する特性をスギ板材の幅方向の接合に利用した構造用パネルを開発し、床構面を想定した面内せん断モデル試験により構造性能の検証を行いました。

### 成 果

スギ板材の幅方向の接合は、まず板側面片側に図1に示す形状に実（さね、オス）を加工し、これを圧縮して変形させておきます。また、接合相手となる隣接した板材の向かい合う側面には予め溝を加工しておき、この溝に実を差し込んで、圧縮していた部分の変形回復を待ち、その形が復元することで緊結力を高めた接合（以下「圧縮実接合」となるよう工夫しました。この圧縮実接合によって幅はぎ接合したスギパネルを床面に見立て、梁に相当する部材に釘（N65）で取り付けた試験体（以下「実接合」）の面内せん断試験を実施し、構造用面材としての性能を検証しました。比較用として、圧縮実接合を行わないスギ板を取り付けた試験体（以下「接合なし」）についても同様の試験を実施しました。試験は図2に示すように、床相当の構面を立てた状態で行い、梁相当部材の下端部を固定治具に1本のボルトで取り付け、回転自由な形で固定しました。上端部には油圧ジャッキにつながれた加力治具を取り付けて、平行四辺形をかたちづくり、ジャッキの伸縮によって水平方向の繰り返し荷重を加えました。ジャッキとは反対側の高さ下端部での水平変位、両側部材の鉛直変位を測定して、面材にかかる真のせん断変形角を算出しました。

その結果、荷重 700N 時の真の変形角は、接合なしの場合 0.0385 rad であったのに対して、実接合の場合には 0.0079 rad と 1/4 以下に減少しており、せん断剛性の向上が見られました。図3に見かけの変形角 0.01 rad までの繰り返し加力の荷重と真の変形角の関係を履歴ループで示します。圧縮実接合でパネル化することにより、履歴ループから計算される減衰定数  $h$  は、0.14 から 0.28 に増加し、減衰性の向上がみられました。これは圧縮実接合による幅はぎ接合部で、実と溝の接触面で生じた摩擦力による効果と思われます。

### 成果の活用

平成 27 年度九州・沖縄産業技術オープンデー、平成 27 年度鹿児島県工業技術センター研究成果発表会、鹿児島県工業技術センター研究報告 No.28 (2014) 等で県内関連企業に成果を公表し、木造建築物の構造用面材としてスギ板材の活用を進めています。



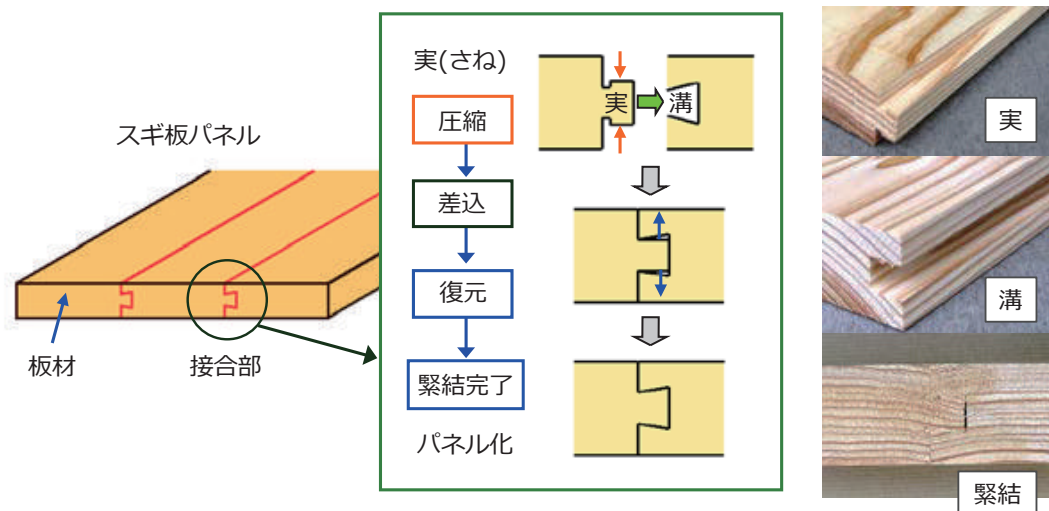


図1 スギ板材の接合方法

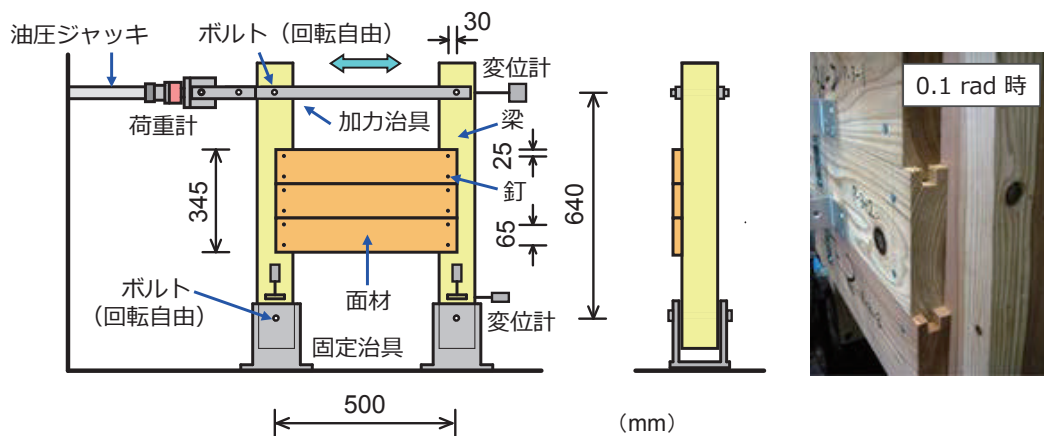


図2 スギ板パネル試験体の面内せん断試験

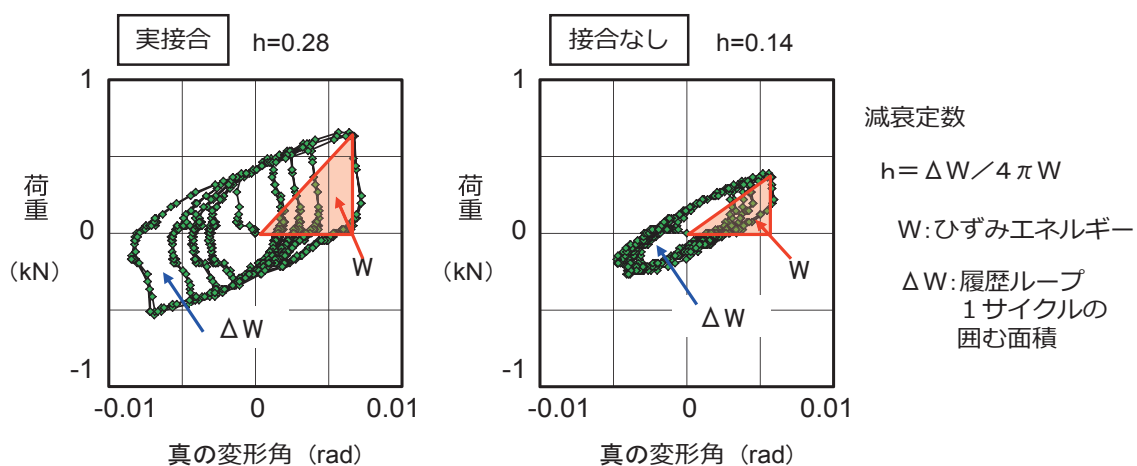


図3 履歴ループ及び減衰定数（見かけの変形角 0.01rad まで）

# マイタケ「大雪華の舞1号」の健康機能性の実証と普及

北海道立総合研究機構 林産試験場 佐藤 真由美

## 研究の背景・ねらい

マイタケは一般に、培地基材としてカンバ類などの広葉樹を好みますが、当場が開発したマイタケ「大雪華の舞1号」(写真1)は、広葉樹の培地基材を40%までカラマツで置換しても収量が減少せず栽培できること(図1)、菌ごたえがよいことを特徴とするマイタケです。カラマツは北海道の主要な造林木で安定供給が可能であるとともに、カンバ類よりも安価なことから、栽培コストの低減も可能になると考えられます。

本研究では、「大雪華の舞1号」の腸内環境改善効果、抗動脈硬化作用及び免疫増強効果について、動物及びヒトレベルの科学的エビデンスを得ることにより、本品種の利用拡大と普及を図りました。

なお、本研究は当場のほか、帯広畜産大学 食品科学研究部門、北海道大学大学院 獣医学研究科、北海道情報大学 医療情報学部、本別町農業協同組合の参画により、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業(H25～27年度)で実施しました。

## 成 果

### 1. 子実体成分の特徴

「大雪華の舞1号」は従来品種に比べ、収量、生産効率に優れることに加えて、食物繊維や免疫増強効果が知られる $\beta$ -グルカンが多く含まれていることを明らかにしました。

### 2. 腸内環境改善効果(動物での実証)

動物実験により、「大雪華の舞1号」の摂取は、腸内の短鎖脂肪酸や有機酸を増加させ、大腸菌の増殖を抑制することを明らかにしました(図2)。

### 3. 抗動脈硬化作用(動物及びヒトでの実証)

「大雪華の舞1号」摂取群は未摂取群に比べ、血中非HDL-コレステロール濃度及び動脈硬化指数が低いことを明らかにしました。同様の結果は、ヒト介入試験においても確認されました。

### 4. インフルエンザワクチン効果の増強作用(ヒトでの実証)

免疫機能が低めの100名を対象に「大雪華の舞1号」またはプラセボの錠剤をインフルエンザワクチン接種前4週間、接種後8週間の計12週間継続摂取させ、インフルエンザ抗体価を測定しました(図3)。「大雪華の舞1号」摂取群では、抗体陽転率(ワクチン接種前後で抗体が4倍以上に増加した被験者の割合)がプラセボ群に比べて高く、60歳以上ではワクチン有効性の基準(30%)を満たしました(図4)。これらの抗体産生増強作用は、臨床的に重要な意味を持つと考えられます。

## 成果の活用

「大雪華の舞1号」は、平成28年春から北海道内の企業によって栽培が開始され、北海道内や首都圏で販売されています。今後は、ヒトによる健康機能性の実証結果をもとに、「北海道機能性食品表示(ヘルシーDo)」などの「機能性表示制度」の活用に向けて取り組むほか、機能性成分に着目した機能性食品や付加価値の高い加工食品の開発への展開を図ります。



写真1 大雪華の舞1号

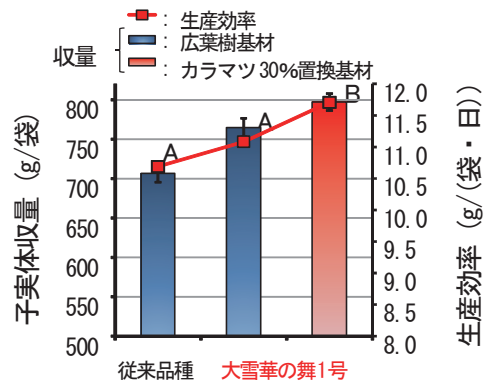


図1 収量と生産効率の比較 (2.5kg 培地)

異なるアルファベット (A, B) の間には有意差があることを示す (Tukey の検定:  $p < 0.01$ )。従来品種のカラマツ置換基材による収量データは、公立林業試験研究機関研究成果選集 No.6, P78 (2009 年) 参照。

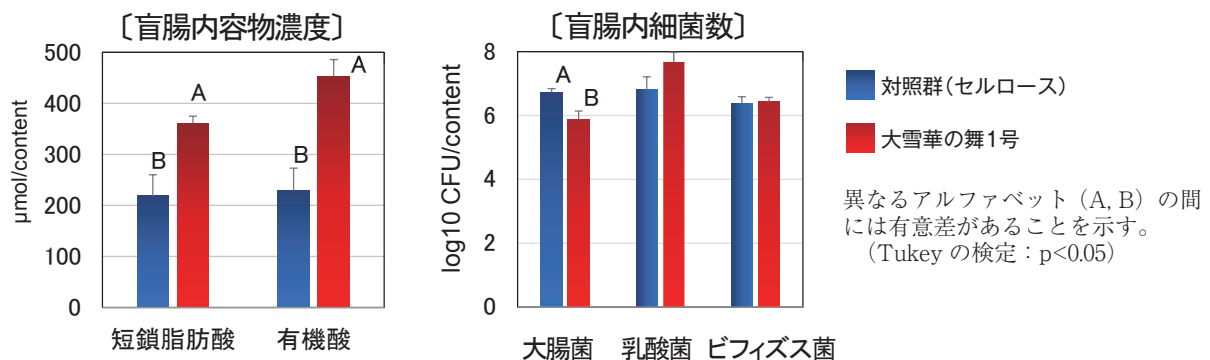


図2 ラット盲腸内容物濃度と盲腸内細菌数

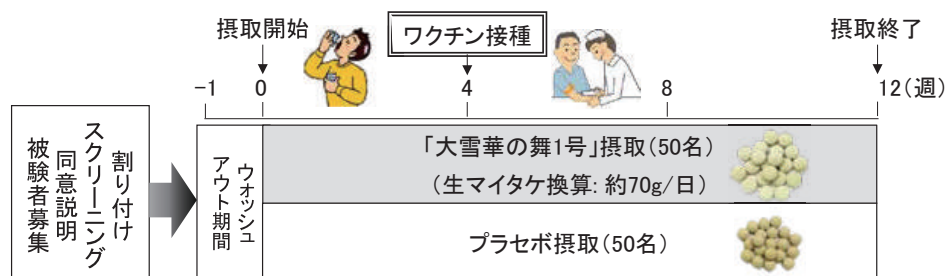


図3 インフルエンザワクチン効果の増強作用の試験概要

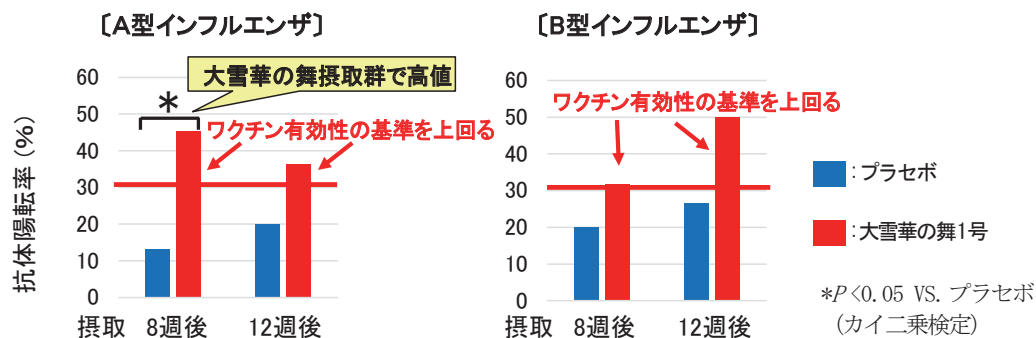


図4 A型及びB型インフルエンザワクチンの抗体陽転率に対する「大雪華の舞1号」摂取の効果 (60 歳以上の被験者の抗体陽転率)

※抗体陽転率: 「HI 抗体価が接種前に 10 倍未満かつ接種後に 40 倍以上の者」または「HI 抗体価が接種前を基準として接種後に 4 倍以上上昇した者」の割合。

# 原木しいたけ安全安心栽培技術の開発

岩手県林業技術センター 研究部 成松 眞樹

## 研究の背景・ねらい

福島第一原子力発電所の事故後に、原木しいたけ（露地栽培）の一部で、放射性セシウム（Cs）の濃度が基準値を超過しました。現在でも岩手県中央部以南の13市町で出荷が制限され、全国有数の生産量を誇った岩手県のしいたけ産業に大きな影響が出ています。当該市町では、放射性Cs濃度の低い原木を用いて栽培し、ホダ木やしいたけの再汚染を防ぐことが必要です。ホダ木の放射性Cs濃度は、土壌や林内雨といった、栽培環境中の放射性Csに影響されます。そこで、栽培環境の放射性Cs濃度と、栽培環境からホダ木への放射性Csの移行経路を調査し、ホダ木や子実体の放射性Cs濃度の低減技術を検討しました。

## 成 果

### 1. 栽培環境調査

- ①土壌：県南部のホダ場で土壌の放射性Cs濃度（ $^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ ）を測定した結果、放射性Csは依然として $A_0$ 層にも残っていました。また、 $A_0$ 層を除去したところ、 $A_0$ 層の放射性Cs濃度は、新たな落葉後でも除去区が非除去区より低かったことから、除去の効果が2年半は続くことがわかりました（図1）。
- ②林内雨：県南部のスギ林内で、平成27年6月から11月の各月に林内雨の $^{137}\text{Cs}$ 濃度を測定した結果、いずれも測定下限値（約1.0 Bq/kg）未満でした。さらに、同じ場所でホダ木を林内雨に当て、半年後に $^{137}\text{Cs}$ 濃度を測定したところ、濃度の上昇は認められなかったことから、林内雨の影響は小さいことがわかりました（図2）。

### 2. 移行経路調査

地面からホダ木への放射性Csの移行経路を推定するために、シイタケの完熟菌床の底面を開けてスギ林の地表へ置き、 $^{137}\text{Cs}$ 濃度を測定した結果、菌床の下半分で著しく上がりました。一方、滅菌した菌床では $^{137}\text{Cs}$ 濃度があまり上がらず、菌床内の含水率の変化は各条件で少なかったことから、地表から菌床への放射性Csの移行には、シイタケが関与していると思われます。

### 3. ホダ木と子実体の放射性Cs濃度の低減技術の検討

平成24年に、県南部のスギ林に $A_0$ 層除去区と非除去区を設けてホダ木を伏せ込み（図3）、2年半後にホダ木の放射性Cs濃度（ $^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ ）を比較した結果、いずれも濃度の目立った上昇は認められませんでした（図4）。一方、子実体の放射性Cs濃度は、基準値以下ではあるものの、非除去区で全体的に高い傾向が見られました（図5）。これらのことから、子実体の放射性Cs濃度の上昇を抑えるためには、ホダ場の $A_0$ 層除去が有効であることがわかりました。

## 成果の活用

本研究の成果は随時公開し、しいたけ栽培者の研修会や意見交換会でも講演や指導を行っています。また、国や県への報告書にも記載され、対策事業等の施策に反映されています。

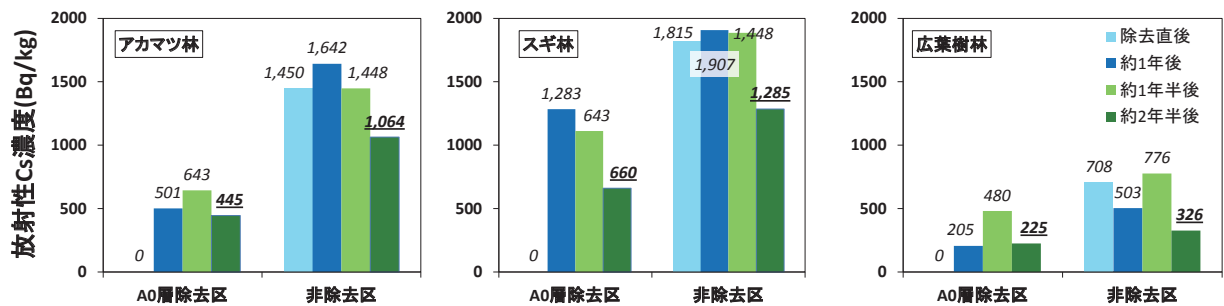


図1 A<sub>0</sub>層の放射性Cs濃度(生重量当たり)

各条件における放射性Cs濃度 ( $^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ )。棒の上の数字は測定値。最新(H27)の値は太字+下線で示した。

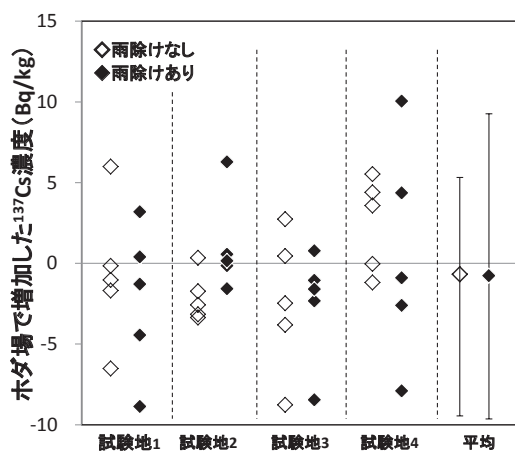


図2 雨除けの有無によるホダ木の $^{137}\text{Cs}$ 濃度  
県南部4所のスギ林で5か月間栽培。  
縦棒は最大値と最小値。



図3 A<sub>0</sub>層除去区に伏せ込んだホダ木  
スギ林のA<sub>0</sub>層除去区に伏せ込んで2年半後の状態。

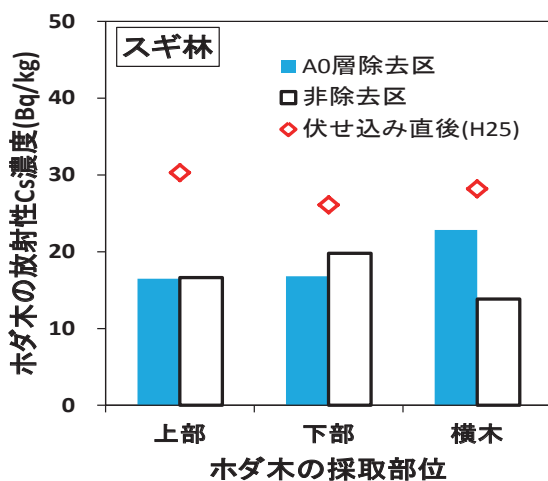


図4 ホダ木の放射性Cs濃度

伏せ込み2年半後の放射性Cs濃度 ( $^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ 、含水率12%換算重量あたり)を、A<sub>0</sub>層除去の有無、ホダ木の部位ごとに示す。いずれも指標値(50Bq/kg)未滿だった。

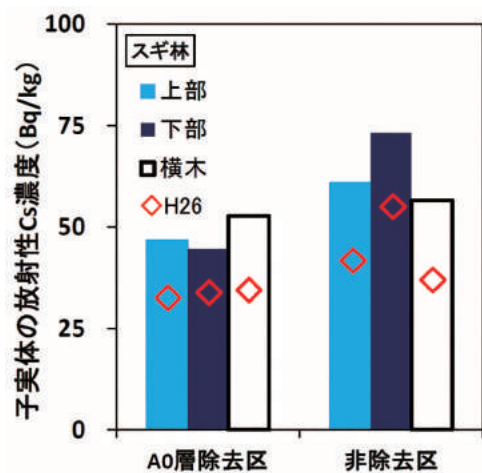


図5 子実体の放射性Cs濃度

伏せ込み2年半後の放射性Cs濃度 ( $^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ 、水戻し重量あたり)を、A<sub>0</sub>層除去の有無、ホダ木の部位ごとに示す。いずれも基準値(100Bq/kg)未滿だった。



## マダケおが粉を利用したマイタケ栽培

群馬県林業試験場 國友 幸夫

### 研究の背景・ねらい

マイタケ栽培は中山間地域の収入源として、また雇用場として確固たる地位を築いてきました。しかし、2011年に発生した福島第一原子力発電所の事故後、風評被害による販売単価の低下、おが粉の高騰、電気代の値上げなどにより厳しい経営を強いられています。安定した経営のためには、いっそうのコスト削減が求められています。一方、かつて養蚕資材として利用されたマダケ林は養蚕業の衰退により管理放棄され、農作物等への野生鳥獣被害につながるとともに、景観上、防犯上も問題になっています。そこで、マイタケ栽培のコスト削減とマダケ材の有効利用を図るために、この研究を行いました。

### 成 果

1. 1か月屋内堆積したマダケおが粉を培地基材に10～25%混合することで、広葉樹おが粉のみに比べ栽培日数が短縮される傾向がありましたが、有意差は見られませんでした(図1)。また、マダケの混合割合が多くなるにつれ収量が減少する傾向にあり、マダケおが粉75～100%では明らかに減少し、有意差も見られました(図2)。なお、マダケおが粉が原因と考えられる子実体の奇形は見られませんでした(写真1)。
2. マダケおが粉25%混合で屋内堆積期間別の栽培日数は、堆積期間1～13か月間で有意差は見られませんでした。収量でも広葉樹おが粉と有意差は見られず(図3)、屋内堆積であれば期間を問わず堆積・貯蔵しておくことができ、栽培にも支障がないことがわかりました。
3. 1か月及び5か月屋内堆積したマダケおが粉と屋外堆積したものを25%混合で比較すると、栽培日数では差は見られませんでした。収量は、1か月堆積では屋内外の差がなかったものの、5か月では屋外が少なくなりました。ただし、広葉樹おが粉と比較すると差はありませんでした(図4)。

これらから、マダケおが粉は混合割合25%が実用的であり、屋内ならば13か月堆積して使用できることがわかりました。また、1菌床あたり約75円の削減になります。なお、本研究では、コナラを主とした広葉樹おが粉を用い、マダケおが粉は、伐竹後すぐに粉碎し、フレキシブルコンテナバッグに堆積、貯蔵したものを利用前にふるい調製しました(写真2)。

### 成果の活用

これらの成果は第5回関東森林学会において発表したほか、県主催の農林水産業関係機関成果発表会においてきのこ生産者等関係者に対し報告するとともに、県きのこ振興協議会の研修会においてもマイタケ生産者を対象に普及を図りました。また、群馬県林業試験場研究報告第20号において詳細な報告をしました。今後、さらに実証事業に取り組み、普及を図っていきたいと考えています。

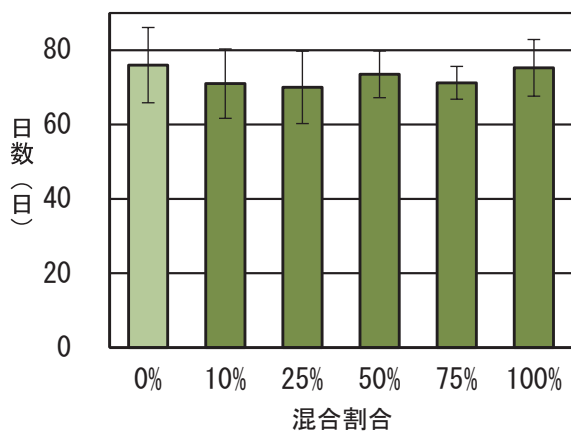


図1 マダケおが粉混合割合別栽培日数

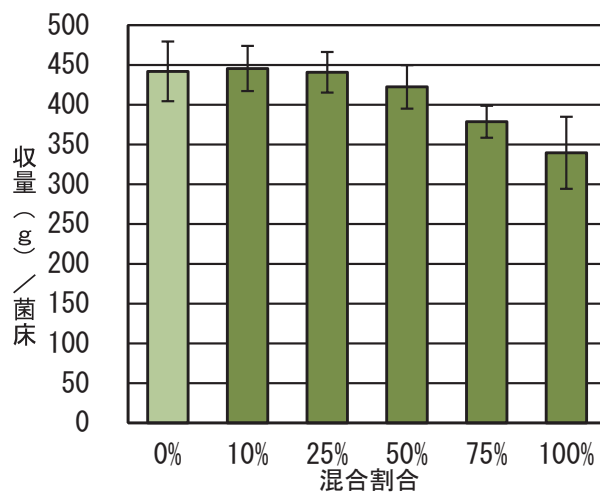


図2 マダケおが粉混合割合別収量

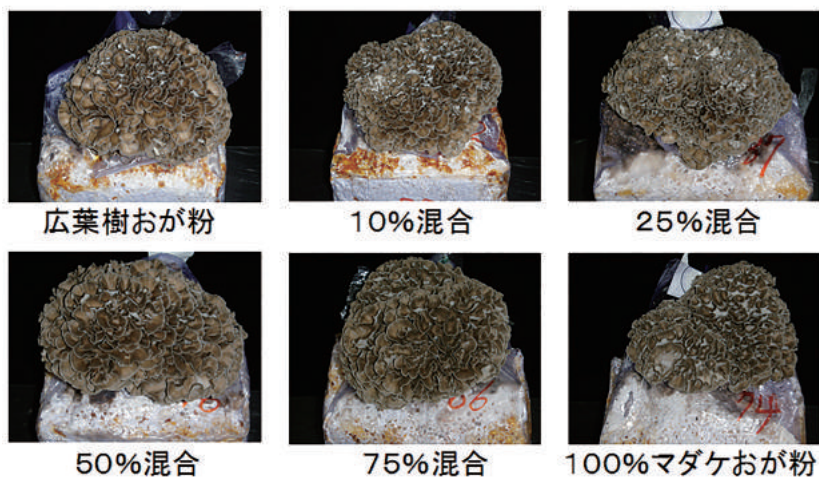


写真1 マダケおが粉混合割合別きのこ



写真2 1か月屋内堆積後のマダケおが粉

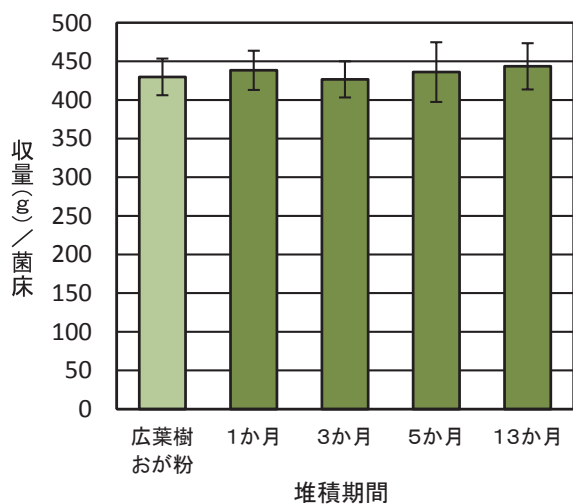


図3 マダケおが粉堆積期間別収量

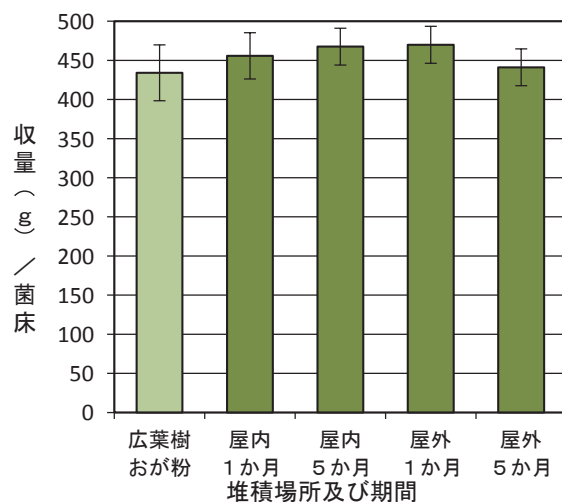


図4 マダケおが粉堆積場所別収量

# シイタケ原木栽培における放射性セシウム対策技術

千葉県農林総合研究センター 森林研究所 岩澤 勝巳

## 研究の背景・ねらい

福島第一原子力発電所事故の影響により、千葉県の一部地域では原木シイタケの放射性セシウム濃度（放射性セシウム 134 と 137 の合計値、以下同じ）が食品の基準値又は暫定規制値を上回り、出荷制限指示及び出荷自粛要請の措置が取られました。シイタケ原木林の原木の放射性セシウム濃度は年数の経過に伴って徐々に低減しつつあり、県が実施しているシイタケのモニタリング検査の値も、汚染されたほだ木の廃棄と汚染されていない新ほだ木の伏せ込みにより、全体的に下がってきています。しかし、他の農作物に比べると依然として放射性セシウム濃度が高い状況です。そこで、放射性セシウム濃度の低い安全な原木シイタケ生産の方法を確立するため、原木の放射性セシウム濃度に影響を及ぼす要因を解明し、栽培期間中にほだ木の濃度が上昇しない伏せ込み方法を明らかにしました。

## 成 果

千葉県中部地域のシイタケ原木林においてコナラ立木を伐採して、幹下部、幹中部、太枝の部位別に採取し、放射性セシウム濃度を測定した結果、斜面位置による影響は認められず、ほとんどの立木で太枝＞幹中部＞幹下部の順に濃度が高い傾向がありました（図1）。原木の直径と放射性セシウム濃度との関係では、直径の細い原木で濃度が高く、太い原木で低い傾向でした。

また、樹皮の形状と蘚苔類の着生が原木の放射性セシウム濃度に及ぼす影響について調査した結果、蘚苔類等の着生した樹皮、細かい溝のある樹皮では、放射性セシウム濃度が高い傾向が認められました（図2）。これらの樹皮は平滑な樹皮に比べて、降下した放射性セシウムが付着しやすかったと考えられます。

さらに、放射性セシウム濃度が比較的高いほだ場における安全な原木シイタケの生産方法を明らかにするため、ほだ場の落葉を除去したり遮へい台を設置したりして新ほだ木を伏せ込み、ほだ木の放射性セシウム濃度の変化を調査しました。その結果、伏せ込み後のほだ木の放射性セシウム濃度は、伏せ込まなかったほだ木に比べて通常ムカデ伏せ区、落葉除去ムカデ伏せ区で高く（図3）、シイタケ菌糸による土壌等からの放射性セシウムの移動や泥はねが要因と考えられました。なお、森林内の放射性セシウム濃度は落葉と土壌表層部で高いため、落葉だけを除去しても効果が認められませんでした。一方、遮へい台ムカデ伏せ区（写真1）のほだ木では濃度上昇が認められず、遮へい台がほだ木の濃度上昇防止に効果が高いことが明らかになりました。

## 成果の活用

この成果は、行政の林業関係担当者、一般県民等を対象とした千葉県試験研究成果発表会で公表しました。また、技術指導資料を作成・配布し、林業普及指導員によるシイタケ生産者への放射性セシウム濃度の低い安全なシイタケ生産方法の指導に活用しています。

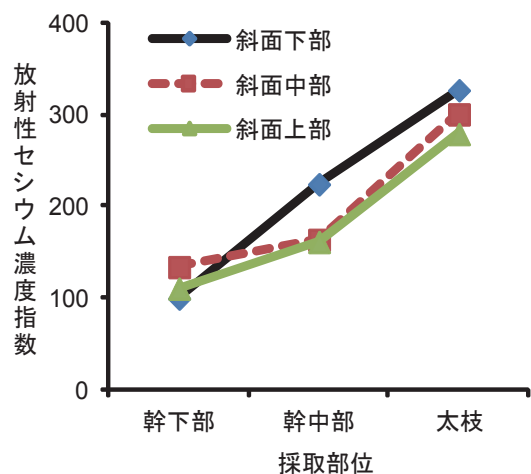


図1 斜面位置と原木採取部位別の放射性セシウム濃度平均値

- 注1) 濃度指数は斜面下部・幹下部の平均濃度を100とした時の濃度  
 2) 2013年に調査を実施

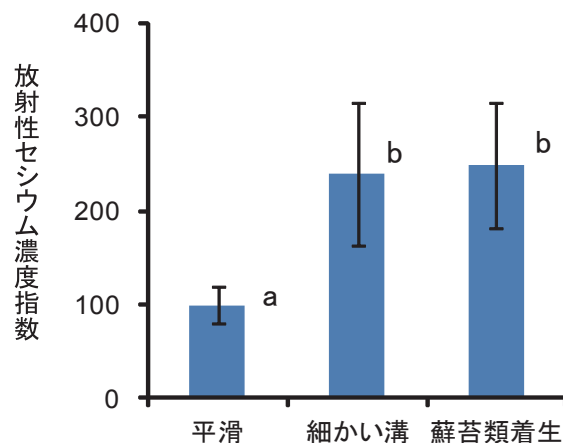


図2 樹皮の形状と原木の放射性セシウム濃度指数との関係

- 注1) 濃度指数は平滑の濃度の平均値を100とした時の各樹皮の値  
 2) 異なる英小文字間に5%水準で有意差あり (Tukey 法)、エラーバーは標準誤差

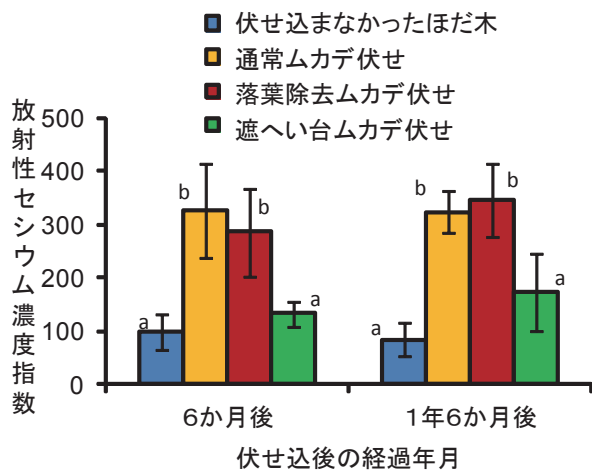


図3 伏せ込み方法ごとのほだ木の放射性セシウム濃度指数

- 注1) 伏せ込まなかったほだ木の濃度を100とした時の各検体の濃度の指数  
 2) 2012年に伏せ込んだほだ木の接地面2cmを切り落としてほだ木下部20cmを分析  
 3) 異なる英小文字間に有意差あり (Tukey-Kramer 法、 $P < 0.01$ )、エラーバーは標準誤差 ( $n = 3 \sim 6$ )



写真1 遮へい台の上にムカデ伏せ

## エノキタケ新品種「雪ぼうし N-1」の開発

新潟県森林研究所 武田 綾子・本間 広之・小越 智博<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>: 現 新潟県総務管理部地域政策課)

### 研究の背景・ねらい

新潟県は、きのこの主要生産品目であるエノキタケの品種開発試験に取り組み、これまでに4品種を品種登録しました。最後に登録した「雪ぼうし2号」は、茎太でシャキシャキとした特有の食感を有しており、栽培マニュアルを作成して普及に努めてきましたが、県内の主流品種と比べて栽培日数や栽培管理の容易さ等の点で劣っており、また、株が割りにくく量目調整がしにくいという指摘もあり、広く普及することができませんでした。

そこで、雪ぼうし2号を育種母材とした系統と市販品種の「チクマッシュ T-011」を交配し、実用性の高い品種の開発を目指しました。

### 成 果

1. 雪ぼうし2号と比べて栽培管理が容易で、栽培日数が短縮し、栽培農家での委託栽培試験の結果が良好な1系統を選抜しました。
2. 新潟県開発エノキタケの名称として定着している「雪ぼうし」を引き継ぎ、「雪ぼうし N-1」という名称に決定しました。
3. 「雪ぼうし N-1」について、「雪ぼうし2号」及び「チクマッシュ T-011」を対照品種とし、品種登録制度に基づく特性調査を実施しました(表1)。その結果、「雪ぼうし N-1」は「雪ぼうし2号」と比較して、ア) 10～25℃の温度帯の菌糸生長速度が遅い、イ) 円形の茎の割合が多い、ウ) 株の接着程度が弱い、エ) あめ状物質<sup>\*</sup>(写真2)の生成が多い、オ) 発生最盛期までの期間が短い、等の点で区別ができました。また、「チクマッシュ T-011」と比較して、ア) 15～25℃の温度帯の菌糸生長速度が遅い、イ) あめ状物質の生成が多い、等の点で違いが見られました。

<sup>\*</sup>: あめ状物質とは子実体原基形成前後、菌床面に生じるあめ色がかかった水滴のこと。

4. 雪ぼうし2号よりも株の接着程度が弱くなったことで株が割り易くなり、雪ぼうし2号の欠点だった「量目調整しにくい」という点が改善されました(写真3)。また、発生最盛期までの期間が短くなったことにより、栽培日数も短縮しました。

### 成果の活用

平成28年12月現在、実用導入を視野に入れた試験栽培を行っている生産者が4名おり、他の生産者にも試験栽培の呼びかけを行っているところです。また、上記生産者のうち、通年栽培を行っている2名は、継続的に試験栽培する予定であることから、JA(種菌センター)と許諾契約を結ぶ準備を進めています(年度内に締結予定)。

### 知的財産権取得状況

「雪ぼうし N-1」について、平成27年7月14日付けで品種登録出願を行い、平成27年10月30日付けで出願が公表されています。



表1 雪ぼうしN-1の特性調査結果（抜粋）

特性調査項目	雪ぼうしN-1	チクマッシュT-011	雪ぼうし2号
菌糸体の温度別生長			
15℃	3.23mm かなり遅 (2)	3.76mm やや遅 (4)	4.20mm 中 (5)
20℃	4.90mm 遅 (3)	5.61mm 中 (5)	5.79mm 中 (5)
25℃	5.75mm やや遅 (4)	6.49mm やや速 (6)	6.47mm やや速 (6)
菌柄断面の形	円形 (1)	円形 (1)	楕円形 (2)
株の接着程度	中 (5)	やや弱 (4)	強 (7)
あめ状物質の生成	やや多 (6)	極少 (1)	かなり少 (2)
発生最盛期までの期間	28.9日 長 (7)	30.3日 かなり長 (8)	32.3日 極長 (9)
子実体収量	182.9g 極多 (9)	170.4g 極多 (9)	177.2g 極多 (9)

( )内は特性表の階級値



写真1 雪ぼうしN-1



写真2 あめ状物質

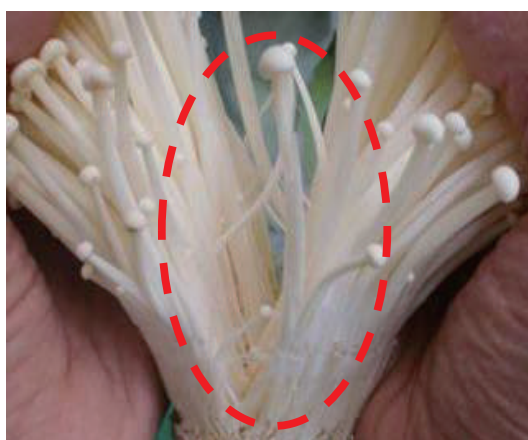


写真3 株を割る際の状態（左：雪ぼうし2号 右：雪ぼうしN-1）

雪ぼうし2号は株の接着が強いいため、株を割った際に茎が裂けやすい。

# ハナイグチ増産施業技術の開発と現地適応化試験

長野県林業総合センター 特産部 片桐 一弘・増野 和彦  
信州大学 農学部 山田 明義

## 研究の背景・ねらい

ハナイグチはカラマツ林に発生する代表的な食用きのこであり、長野県では昔から人気の高いきのこです。このハナイグチを増産することができれば、カラマツ林の経済的価値を高めることにつながると考えました。そのため、ハナイグチ増産技術の開発を目的に大規模実証試験を行いました。また、その成果を各地へ普及するため、県内6カ所において現地適応化試験を行いました。なお、本研究は農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（実用技術開発ステージ）の一環として、信州大学農学部ほかと共同で実施したものです。

## 成 果

### 1. ハナイグチ増産施業技術の開発

長野県佐久市のカラマツ人工林に調査地（約1ha）を設け、その中に方形プロット（10m×10m）を24箇所設置し、このうち16プロットは施業区、8プロットは対照区としました。施業区はカラマツ以外の雑木を全て除伐し小灌木も全て刈り込んだのち落葉層を除去し、腐植層の剥ぎ取りとハナイグチの胞子（子実体破砕物）散布の有無を組み合わせた4処理条件（各4プロット）を設けました（写真1）。平成22年から26年までのハナイグチ子実体発生状況調査結果を表1、2に示しました。施業による増産効果が有意に認められ、対照区に対して発生頻度で3～5倍、発生量で7～9倍となりました。なお、施業区の中で、増産効果に対する処理条件の違いによる影響は明確にはできませんでした。

### 2. 現地適応化試験

1の成果を現場へ普及することを主な目的として、県内6カ所で現地適応化試験を実施しました。下層に灌木類や笹等が繁茂した手入れ不足のカラマツ林を試験地として選定し、それぞれ4試験区（表3）を設け森林施業によるハナイグチの増産効果を調査しました。平成27年までのハナイグチ子実体発生状況は図1、写真2のとおりです。諏訪・安曇野・須坂試験地では除伐及び胞子散布を行った試験区の発生量が対照区に比べ多くなりました。安曇野・須坂試験地においては除伐のみ行った試験区も同様の傾向が見られました。これらの試験地ではハナイグチの増産に森林施業が有効であることが示されました。一方、子実体発生が少ない試験地や、対照区のほうが施業区より子実体発生量が多い試験地もあったことから、今後も調査を継続しデータを蓄積することが必要と考えています。

## 成果の活用

「地域バイオマス利用によるきのこの育種と森林空間の活性化技術の開発 研究成果報告会」（平成27年3月）及びアグリビジネス創出フェア2015等において成果を紹介しました。また、現地適応化試験では、林業普及指導員が中心となって研修会が開催されるなど、県内各地へ技術の普及に努めています。



写真1 施業プロット設置状況(平成22年9月)

表1 ハナイグチ子実体の発生頻度の推移

調査期間	発生頻度 <sup>注1)</sup> (サブプロット数/64m <sup>2</sup> ) の平均値		
(平成22～)	施業区 (n=16)	対照区 (n=8)	P値 (t検定)
～24	0.31 (0.15)	0.13 (0.13)	0.428
～25	1.63 (0.36)	0.50 (0.27)	0.054
～26	2.25 (0.52)	0.50 (0.27)	0.007

注1) プロット中央の8×8mを2×2mの16区画としてサブプロットを設定し、サブプロットでの発生の有無を調査。

注2) 括弧内は標準誤差

表2 ハナイグチ子実体の発生量の推移

調査期間	発生量 (g/64m <sup>2</sup> ) の平均値		
(平成22～)	施業区 (n=16)	対照区 (n=8)	P値 (t検定)
～24	36 (20)	7 (5)	0.164
～25	150 (46)	19 (8)	0.013
～26	186 (59)	19 (8)	0.013

注) 括弧内は標準誤差

表3 現地適応化試験 試験区別施業内容

試験区 <sup>注1)</sup>	内 容
A	除伐(広葉樹、草本)+胞子(子実体)散布 <sup>注2)</sup>
B	除伐(広葉樹、草本)+胞子(子実体)2倍散布
C	除伐(広葉樹、草本)のみ
D	対照区(放置区)

注1) 1試験区は10m×10m又は15m×15mの方形区。

注2) 胞子散布は、ハナイグチ子実体を手で破碎し地表へ散布する方法。

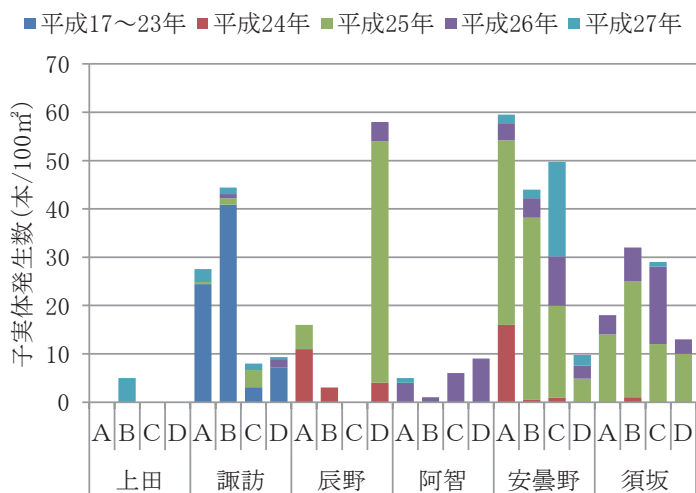


図1 試験地別ハナイグチ子実体発生状況



写真2 ハナイグチ発生状況  
(平成25年10月安曇野試験地)

# ウスヒラタケ菌床袋栽培における安定生産技術の開発

三重県林業研究所 西井 孝文

## 研究の背景・ねらい

三重県では、古くからヒラタケ等食用きのこの人工栽培が盛んに行われてきましたが、県外産きのこの生産量が増加し、三重県産きのこのシェアが減少しています。また、きのこの空調施設栽培では、夏場の冷房にかかる電気代の負担が大きく、きのこの市場価格も低迷することから、夏期の生産を休止する生産者が多く見られます。一方最近では、食嗜好の変化、健康への高まりから、産直販売や外食産業を中心に大量生産されていないきのこの要望が高まっています。そこで、比較的高温条件下で発生可能なきのこのこととして、ウスヒラタケの空調栽培にかかる諸条件を明らかにしました。

## 成 果

三重県林業研究所で収集、保存しているウスヒラタケ野生系統を用いて、広葉樹オガ粉と米ぬかを主体とした培地で25kg菌床を作製し、以下のとおり発生試験を行いました。

1. 温度24℃、湿度70%の条件下で培養し、接種30、40、50日後に袋の側面に切れ目を入れ、温度21℃、湿度95%の条件下で子実体の発生を促しました。収穫は子実体の傘が開ききる前に行い、発生が終了するまでの9カ月間の合計発生量を測定したところ、いずれも1菌床当たり900gを超える発生が認められ、培養期間別の発生量に有意な差は認められませんでした。
2. 温度20℃、22℃、24℃、26℃、湿度はいずれも70%の条件下でそれぞれ50日間培養した後、温度21℃、湿度95%の条件下で子実体の発生を促したところ、培養温度別の発生量に有意な差は認められませんでした。
3. 温度24℃、湿度70%の条件下で50日間培養した後、温度15℃、18℃、21℃、24℃、いずれも湿度は95%の条件下で発生試験を行いました。結果は表1のとおりで、18℃および21℃での発生量が有意に多くなりました(写真1)。

以上の結果から、ウスヒラタケの菌床袋栽培においては、培養温度20℃～26℃で30～50日間培養し、温度18℃～21℃で発生を促すと良好なことが分かりました。シイタケ、ヒラタケなどの主な空調栽培きのこの発生温度が15℃前後であるのに対し、ウスヒラタケは20℃以上での発生が可能であることから、夏場の空調栽培にかかる電力量の削減に有効であることが明らかになりました。また、培養、発生温度の幅が広いことから、冬場の低温期には培養、発生温度を下げるにより、さらなる消費エネルギーの削減が可能です。

## 成果の活用

この結果をもとに三重県林業研究所では生産者向けのウスヒラタケ空調栽培マニュアル(図1)を作成し、報告会や展示会等で配布するとともに、きのこ生産者を対象にした研修会等でも活用しています。現在、森林組合や関係機関と連携し、ヒラタケやハタケシメジ生産施設を流用した実証栽培を行っており(写真2)、今後生産量の拡大が期待できます。



表 1 ウスヒラタケ発生温度別の発生量

発生温度	供試数	平均発生量±標準偏差(g)
15℃	4	677.0±45.8a
18℃	4	970.0±47.6b
21℃	4	952.5±47.0b
24℃	4	611.0±79.7a

異なる英文字を付したものには5%水準で有意差があることを示す



写真1 21℃における発生状況



写真2 生産者施設での実証栽培



図 1 公表したウスヒラタケ空調栽培マニュアル

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



## 広葉樹林でのホンシメジ栽培

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 藤堂 千景

### 研究の背景・ねらい

里山林整備に森林ボランティアの関わりが多く見られる時代になりました。また、市販にはない美味なきのこを自然条件下で栽培する技術を必要としています。そこで、里山林整備を継続させるために美味とされ、栽培例が少ない菌根性ホンシメジを、里山林内で面的に発生させるための技術を開発しました。

### 成 果

#### 1. ホンシメジ栽培方法

- ①基材を赤玉土、栄養源をグルコース、酵母エキスとし、含水率 60% 程度となるように水を加えた後、きのこ栽培用フィルター付き耐熱性 pp 袋に 300g 入れ、120℃で 2 時間程度殺菌を行った培地に同様の土壌培地に菌を蔓延させたホンシメジ菌を大さじ 1 杯 (10g 程度) 接種し、接種後 1.5 ヶ月培養することでホンシメジの埋設用菌塊が製造できました。
- ②上層木の大半をコナラが占める斜面上-中部のコナラ林において、作業しやすいように林内の低木を伐採し、接種対象となるコナラ林冠形成木 (以後、対象コナラ) の半径約 1.5m 以内の落葉を掻き取りました。整備はホンシメジ菌塊埋設前までに行いました (図1)。
- ③対象コナラの直径 5mm ~ 30mm 程度の根 (最適は直径 20mm 前後で発根確率は 70% 以上) に接触するように、①で作成したホンシメジ埋設用菌塊を埋設しました。埋設林分は 13 林分、埋設菌塊数は 314 個でした。根から幹の距離や根の深さ (0~30cm) は発根や発生に関係ありませんでした。埋設方法は、コナラの根の先端部分を掘り出して切断し、袋の口を開けたホンシメジ菌塊に差し込み、水が入らないように根の差し込み口を密閉し、埋設しました (図2)。埋設時期の適期は、12 月~ 4 月頃でした。
- ④埋設したホンシメジ菌塊は、埋設半年後に掘り出し、根を切らないように袋を開封し、発根や菌根形成をチェックしました。菌根形成が良好な場合は埋め戻し (図1)、さらに 1 年待つことで最短で菌塊埋設から 1.5 年後にホンシメジ子実体を発生させることができました。

#### 2. ホンシメジ子実体発生率

2008~2010 年にホンシメジ菌塊を埋設した同じ市内の 3 林分 (埋設菌塊数 135 個) での 5 年間の菌塊埋設箇所における菌根形成率<sup>\*1</sup> (以下、菌根率)、菌塊埋設箇所における発生率 (以下、全発生率)<sup>\*2</sup>、菌根形成箇所における発生率 (以下、菌根形成箇所発生率) を調査したところ、谷地形より斜面上中部地形で菌根率、全発生率が高い傾向があり、また、菌根形成箇所発生率は有意に高いことがわかりました (Tukey's-test  $P<0.05$ ) (図3)。

<sup>\*1</sup>: 菌塊埋設箇所において、発根した根端の半数以上が菌根化した確率。

<sup>\*2</sup>: 菌塊埋設箇所において、傘裏にヒダが形成され、高さ 2cm 以上の子実体が発生した確率。

### 成果の活用

当センターが主催する森林フォーラムや森林ボランティア向けの講習会等で情報提供を行ないました。今後はマニュアルを作成し、当センターにて菌床の有償配布を行う予定です。



図1 コナラ林内でのホンシメジ栽培の流れ

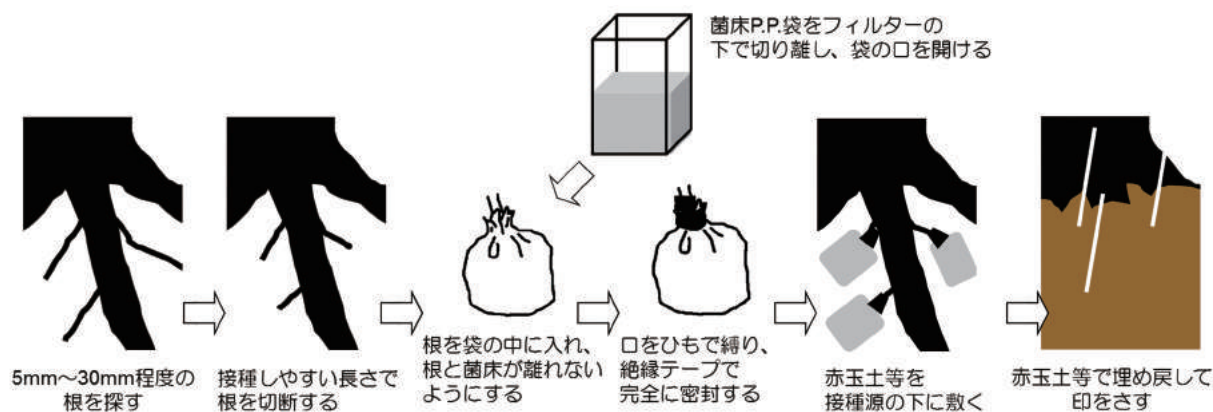


図2 ホンシメジ菌塊埋設方法図解

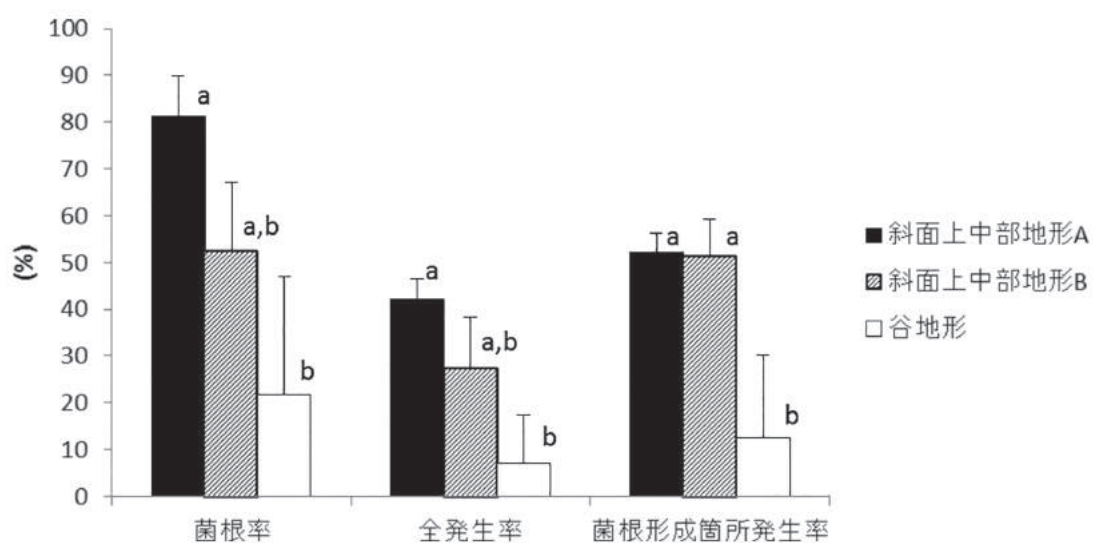


図3 埋設地形別の菌根率、全発生率、菌根形成箇所発生率  
異なる英字は有意差を示す ( $P < 0.05$ )。グラフのバーは、標準偏差を示す。

# 紀州備長炭のブランド力維持と原木林更新技術の研究

和歌山県林業試験場 特用林産部 坂本 淳  
木材利用部 濱口 隆章  
経営環境部 山下 由美子

## 研究の背景・ねらい

カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）による備長炭原木のウバメガシへの穿孔被害が問題となる中、その被害による備長炭の品質への影響が懸念されています。また原木林の大径化や穿孔被害による資源劣化に対応するため、原木林の若返りも必要となっています。これらの問題に対応するため、穿孔被害が備長炭の品質に与える影響を解明するとともに、良質な原木資源を持続的に確保するための更新技術に関する研究に取り組みました。

## 成 果

1. 穿孔被害による備長炭の物理的な影響は認められず、被害の程度に関係なく一般社団法人全国燃料協会の定める燃料用「備長炭」の規格基準値を上回っています。
2. 被害原木では、乾燥に伴う体積収縮率が若干低下することがわかりました。また、穿孔被害に伴い、燃焼反応に作用すると考えられるカリウム（K）含有量の半径方向の分布に大きな差異が見られ、備長炭でも同様の傾向が確認されました（図1、2）。
3. 健全な原木と被害原木（写真1）を同一窯でいっしょに製炭した備長炭の燃焼試験（写真2）では、健全炭に比べ被害小の炭では測定値に統計上の差は認められませんでした。被害大の炭では燃焼時間が若干短くなる等の統計上の差が認められました（表1）が、窯内の原木を被害原木主体にし、その被害程度に応じた製炭をした場合、被害大の炭でも燃焼時間が長くなる例が見られ、品質が改善する可能性が示唆されました。
4. カシナガ被害林分において、穿孔生存木を伐採したウバメガシの株から萌芽枝は発生しました。適切な径級（原木胸高直径約6～10cm）で皆伐されたウバメガシ林に比べて、大径化林分、カシナガ被害林分では、伐採約5年後に株の生存率は低くなりました（写真3、図3）。カシナガ被害林分では、穿孔株と無被害株の生存率に違いは見られませんでした。大径化林分、カシナガ被害林分では、伐採する位置が低いほど生存率が高くなりました。

## 成果の活用

1. 健全な原木と穿孔被害の軽微な原木を同一窯でいっしょに製炭しても、備長炭の燃焼に差はないと考えます。
2. 伐採株の萌芽活性は適切な径級（原木胸高直径6～10cm）による施業林分で高く、大径化した林分（カシナガ被害林分含む）で低いため、適切な径級で更新することが大切です。
3. 原木径が大きい場合には、伐採高を低くすることで生存率の低下を抑えられると考えます。

研究成果は、平成27年度和歌山県林業試験場成果発表会での発表や当场業務報告への掲載、本県研究推進室のホームページでの公表等を通じて関係者への普及に努めています。

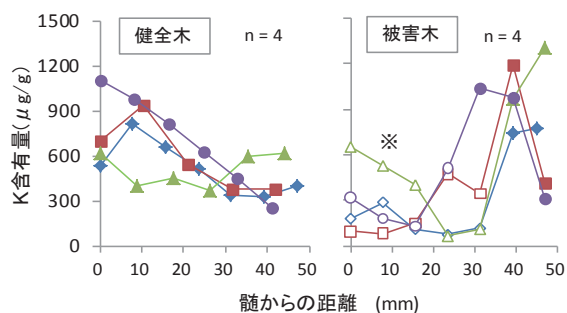


図1 原木における半径方向のK含有量の変動  
※右側グラフの白抜きプロットは傷害心材(変色部)であることを示す。

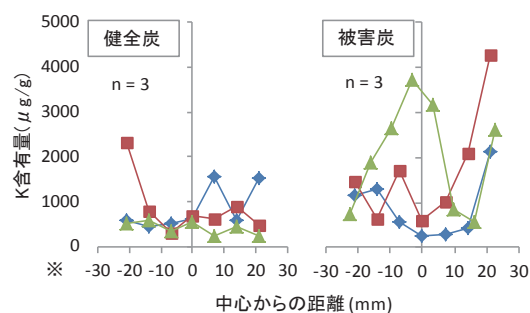


図2 備長炭における半径方向のK含有量の変動  
※0は断面中心で、便宜上、右方向を正、左方向を負としている。

表1 被害区別の備長炭の燃焼試験結果

炭の被害区分	熱流束 (W/m <sup>2</sup> )	総熱流束 (W/m <sup>2</sup> ・h)	燃え残り 炭量(%)	炭の上10cm 温度(°C)	燃焼時間 (h min)
健全	6,001	28,612	6.8	161	4h46min
被害小(※1)	5,902	26,185	9.5	159	4h26min
被害大(※2)	5,817	23,819 **	15.5 **	162	4h04min **

炭の被害区分の健全に対し\*\*は1%水準で有意であることを示す。

※1 切断面の孔道数0~5孔/100cm<sup>2</sup>、ナラ菌の侵入による変色域有り

※2 切断面の孔道数20~45孔/100cm<sup>2</sup>

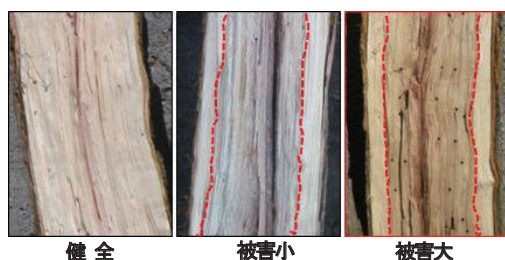


写真1 製炭前の原木の状態  
波線の内部は、カシナガの穿孔及びナラ菌の侵入。

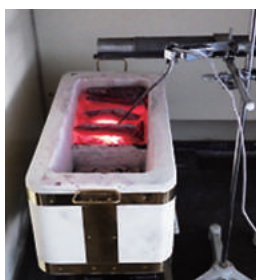


写真2 燃焼試験の状況



写真3 穿孔被害を受けた  
ウバメガシ伐採株

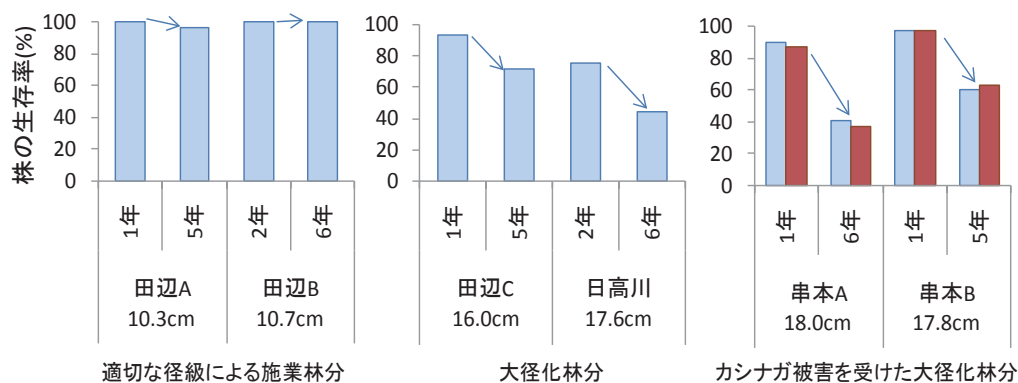


図3 伐採されたウバメガシ株の生存率変化

■：全株、■：カシナガ穿孔株

※棒グラフの下部は、伐採から経過した年数、調査林分名、平均伐根径を示す。

## 指標植物によるツバキ実収穫適期の判定

長崎県農林技術開発センター 森林研究部門 黒岩 康博

### 研究の背景・ねらい

ツバキ種子が成熟する前に実を収穫すると、充実していない種子が混じり、収量や品質の低下につながります。このため、最適なツバキ実の収穫時期を判定することは重要です。

種子の成熟は気候の影響を受けるので、毎年気候の違いを考慮し、同一環境下で同時期に目立つ特徴の変化を示す指標植物を利用することが、有効であると考えました。

そこで、五島でツバキ実を採取し、種子中の油の含有率変化と同時期に目立つ特徴の変化が認められる生物指標を調査しました。最適なツバキ実収穫時期の指標植物を明らかにすることで、収量の安定したツバキ油を生産することができます。

### 成 果

適期の判定のため、福江島の5箇所の調査地において、ツバキ種子中の油の含有率変化とツバキの周辺にある植物（花や実）の変化を調査しました。調査した66種の植物のうち、3箇所以上の調査地でツバキ実の成熟と同時期に花や実の変化が確認された8種の植物を指標植物として選定しました（表1）。

8種の指標植物の中でヤブガラシ、ノブドウは花が見られなくなった時期、カラスウリ、センニンソウ、ヤマノイモ、ベニバナボロギク、ヘクソカズラは花が少なくなり始めた時期、アカソは花が目立ち始めた時期がツバキ実の収穫適期と判定されました（図1）。なお、8種の植物の判定指標としている花や実の特徴の変化時期は、地域により1週間程度差があります（表2）。

また、収穫日の決定は、判定後に複数個の実を割り、種子が茶褐色に色付いていることを確認する必要がある、収穫期間が長くなる場合は、その期間を考慮して開始時を決定する必要があります。

### 成果の活用

指標植物の特徴と判定指標をマニュアルとして作成し、ツバキ実の収穫適期を判定する基礎資料とする予定です。



表1 選定された指標植物一覧

8種	ヤブガラシ、ノブドウ、カラスウリ、センニンソウ、ヤマノイモ、ベニバナボロギク、ヘクソカズラ、アカソ
----	---

ツバキ実収穫適期の判定指標（指標植物の花や実の変化）

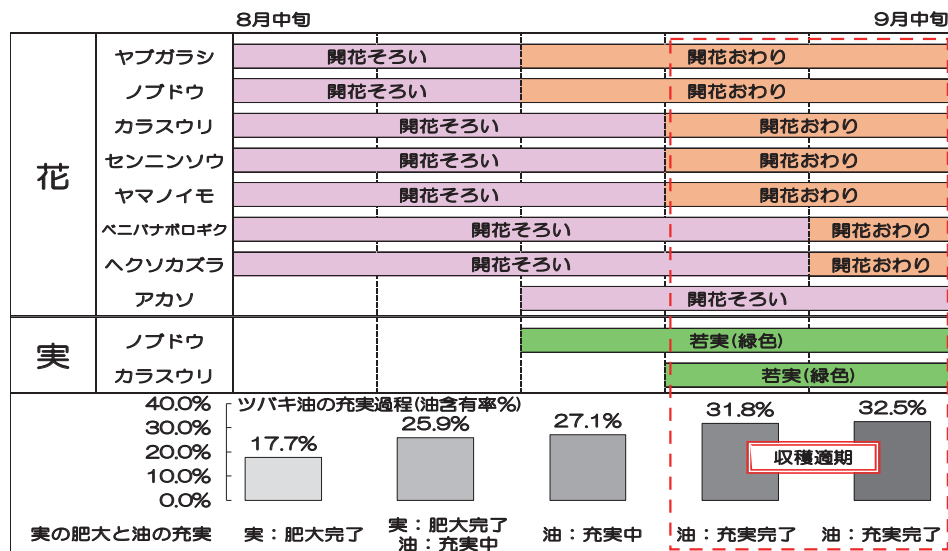


図1 ツバキ実収穫適期の判定指標（指標植物の花や実の変化）

開花そろい：周辺同種の開花が目立つ状態

開花おわり：周辺同種の開花が目立たなくなった状態

表2 指標植物の調査地における花と実の変化

指標植物	調査地	8月11日	8月20日	8月27日	9月3日	9月9日
ヤブガラシ	上大津町		○	×	×	×
	大浜町	○	○	×	×	×
	岐宿町		○	—	—	—
ノブドウ	上大津町	若実(青色)	若実(青色)	若実(青色)	若実(青色)	若実(青色)
	玉之浦町	○	○	×	×	×
	三井楽町		○	○	×	×
カラスウリ	上大津町		若実(緑色)	若実(緑色)	若実(緑色)	若実(緑色)
	大浜町	○	○	×	×	×
	玉之浦町	○	○	○	×	×
	玉之浦町		○(咲始)	—	—	若実(緑色)
センニンソウ	上大津町				×	×
	玉之浦町		○(8分咲)	○(8分咲)	○(8分咲)	○(8分咲)
	三井楽町	○	○	○		
ヤマノイモ	上大津町	○	○	○	×	×
	大浜町	○	○	○	×	×
	玉之浦町	○	○	○	○	○
	三井楽町		○(咲始)	—	×	×
ベニバナボロギク	上大津町	○	○	○	○	×
	玉之浦町	○	○	○	○	○
	三井楽町			○(5分咲)	×	×
ヘクソカズラ	大浜町	○	○	×	×	×
	三井楽町	○	○		○	×
	岐宿町		○(咲始)	—	—	—
アカソ	上大津町			○	○	○
	玉之浦町		○	○	○	○
	三井楽町				○	○

□：油含有率約30%計測時期 ○：開花そろい ×：開花おわり 「」：収穫適期

[ 問い合わせ先：長崎県農林技術開発センター 森林研究部門 Tel 0957-26-3330 ]

公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.14 (平成 28 年度)

---

発 行 日 平成 29 年 3 月 31 日  
編集・発行 国立研究開発法人 森林総合研究所  
茨城県つくば市松の里 1  
電話 029(873)3211  
お問い合わせ 企画部研究管理科地域連携戦略室  
印刷・製本 朝日印刷株式会社  
茨城県つくば市東 2-11-15  
電話 029(851)1188

国立研究開発法人森林総合研究所の許可を受けずに本誌を転載・複製することを禁ずる。

---