ISSN　1349-2225

公立林業試験研究機関

研究成果選集

No.12
（平成26年度）

2015.3

独立行政法人　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、森林の適正な管理、地域林業の再生に向けて実践的な研究や技術開発等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可能となる中で、林業の成長産業化を実現することが喫緊の課題となっています。昨年６月に改訂された「農林水産業・地域の活力創造プラン」のほか、同日、閣議決定された政府の「成長戦略」（日本再興戦略改訂 2014）や「骨太の方針」（経済財政運営と改革の基本方針 2014）においても、新たな木材需要の創出や国産材の安定的・効率的な供給体制の構築などが位置付けられています。

このような中で、我が国の豊富な森林資源を循環利用し、林業の成長産業化を実現するためには、

①大径化する人工林の適切な管理や効率的な搬出・加工技術の開発

②安全で収益性の高い林業の実現に向けた高性能林業機械の開発・改良や育林作業等の省力化技術の開発

③極端現象に伴う山地災害の減災技術など地球温暖化問題に対応した適応技術の開発

④セルロースナノファイバー等の新たな木材のマテリアル利用技術の開発

⑤森林に深刻な影響を与えているシカ被害を防止、軽減するための技術の開発

等、多くの課題が山積しております。これらの課題を早急に解決するためには、関係機関がこれまで以上に協力しながら、研究・開発を推進していくことが必要となっています。林野庁としましても都道府県等の皆様とより一層連携を密にしながら、長期的展望に立って技術開発を進めていきたいと考えております。

「林業研究開発推進ブロック会議」参加機関の研究成果を取りまとめた本成果選集は、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大いに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、本成果選集の編集に当たり、原稿を作成していただいた公立林業試験研究機関の皆様並びに編集にご尽力を頂きました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 27 年３月

林野庁　研究指導課長

池田　直弥

目　　次

◇　森　林

１　北海道におけるトドマツ人工林の新たな施業指針
（北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場）……1

２　知的障がい者のための森林体験活動
（北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場）……3

３　津波による青森県の海岸防災林被害の実態把握とその再造成法に関する検討
（青森県産業技術センター林業研究所）……5

４　津波被害跡地に植栽したマツ類･広葉樹類の初期生育
（岩手県林業技術センター）……7

５　スギ過密林分の管理手法の確立
（山形県森林研究研修センター）……9

６　海岸におけるクロマツと広葉樹の混交林造成方法の検討
（山形県森林研究研修センター）……１１

７　気温上昇を想定したカツラマルカイガラムシ被害の予測
（山形県森林研究研修センター）……１３

８　ナツハゼ増殖技術の開発と優良品種選抜
（福島県林業研究センター）……１５

９　ニホンジカ捕獲手法としてのモバイルカリングの検討
（栃木県林業センター）……１７

１０　シカ用リアルタイムＧＰＳ首輪の開発と行動把握
（群馬県林業試験場）……１９

１１　海岸低湿地のクロマツ根系に必要な有効土層と適地判定
（千葉県農林総合研究センター森林研究所）……２１

１２　少花粉ヒノキ品種の早期着花効果の検討
（東京都農林総合研究センター）……２３

１３　大山モミ採種園の造成と種子生産
（神奈川県自然環境保全センター）……２５

１４　森林境界明確化支援システムの開発
（富山県農林水産総合技術センター森林研究所）……２７

１５　富山県林業経営収支予測システムの開発
（富山県農林水産総合技術センター森林研究所）……２９

１６　ニホンジカに影響された半自然草原における植生復元
（山梨県森林総合研究所）……３１

１７　針葉樹人工林の高齢化に適応する間伐体系の構築
（岐阜県森林研究所）……３３

１８　ニホンジカ雌雄判別キットの開発
（静岡県農林技術研究所森林･林業研究センター）……３５

１９　北陸の気候に適応した樹幹注入施用技術の開発
（石川県農林総合研究センター林業試験場）……３７

２０　ヒノキ人工林における強度間伐後の樹冠遮断率の変化
（三重県林業研究所）……３９

２１　人工林伐採跡地における森林再生過程の把握
（和歌山県林業試験場）……４１

２２　広島の地形･地質に合う森林作業システムの開発
（広島県立総合技術研究所林業技術センター）……４３

２３　愛媛県に生育する貴重なサクラの増殖と系統分析
（愛媛県農林水産研究所林業研究センター）……４５

２４　シキミを加害するアブラムシ及びグンバイムシの新しい防除薬剤
（高知県立森林技術センター）……４７

２５　スギ集団葉枯症の現状把握
（宮崎県林業技術センター）……４９

２６　市販デジタルカメラを用いた材積測定システムの開発
（鹿児島県森林技術総合センター）……５１

◇　木　材

２７　公共建築物の内装木質化を促進する道産木質防火材料の開発
（北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場）……５３

２８　県産材による高性能･低コスト木製遮音板の開発
（長野県林業総合センター）……５５

２９　長野県内の各地域で生産される針葉樹材の強度特性等の把握
（長野県林業総合センター）……５７

３０　スギ中･大径木による新しい集成材“積層接着合わせ梁”の開発
（静岡県農林技術研究所森林･林業研究センター）……５９

３１　木製治山ダムの効率的な修繕方法の開発
（京都府農林水産技術センター農林センター森林技術センター）……６１

３２　木質ペレットボイラーの導入促進に係る効果検証
（山口県農林総合技術センター林業技術部）……６３

３３　スギ製材とＭＤＦを利用した充腹梁の開発
（徳島県立農林水産総合技術支援センター）……６５

３４　土佐備長炭の製造に関する研究
（高知県立森林技術センター）……６７

３５　板幅の変化に“ゆらぎ”を持たせた視覚的に新しい内装材の開発
（熊本県林業研究指導所）……６９

３６　木製家具（ソファ）への県産材利用に関する研究
（大分県農林水産研究指導センター林業研究部）……７１

３７　宮崎モデルによる大規模建築物の木造化に関する研究
（宮崎県木材利用技術センター）……７３

３８　高温低湿処理を用いた「かごしま複合乾燥材」の開発
（鹿児島県工業技術センター）……７５

◇　特用林産

３９　ハタケシメジの培地改良と菌株保存に関する研究
（宮城県林業技術総合センター）……７７

４０　マイタケとトンビマイタケの自然栽培による産地形成
（秋田県林業研究研修センター）……７９

４１　発生期に降雨の少ない地域でのヒノキ原木ナメコ栽培
（埼玉県農林総合研究センター森林･緑化研究所）……８１

４２　マツタケ試験地における気象データ、発生量の分析
（長野県林業総合センター）……８３

４３　シイタケ子実体の重金属濃度に及ぼす水質条件
（島根県中山間地域研究センター）……８５

４４　倒木接種による省力的きのこ原木栽培方法の開発
（岡山県農林水産総合センター森林研究所）……８７

４５　ナメコの新品種「大分農研き－２５０１」の開発
（大分県農林水産研究指導センター林業研究部）……８９

４６　沖縄の気候に適した菌床シイタケ栽培技術
（沖縄県森林資源研究センター）……９１

1　北海道におけるトドマツ人工林の新たな施業指針

北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場　森林資源部　滝谷 美香（現道総研研究企画部）
森林資源部　徳田 佐和子
道南支場　八坂 通泰

研究の背景・ねらい

建築用材や輸送用資材として利用されている北海道産のトドマツは、道内人工林資源の過半を占めていますが、人工林面積の 7 割以上が 30 ～ 50 年生に集中し、資源量が極端に偏在しています。持続的・安定的に人工林からの木材を供給していくためには、一部は長伐期化し大径材生産を目指し、一部は従来の伐期、あるいは前倒しで伐るなどするとともに、造林地の環境等も考慮した計画的な伐採、造林を行う必要があります。一方で、長伐期の場合に、根株腐朽による材質の劣化が懸念されるため、発生確率の高い林地では長伐期化を避けるなどの判断が必要になります。さらに近年の人工林造成では施業の低コスト化のため植栽密度が低下傾向にあり、低密度植栽に対応可能な施業指針も求められています。本研究では、様々な植栽密度や伐期に対応可能なトドマツ収穫予測システムを開発し、施業の低コスト化や根株腐朽被害の低減を目指した施業指針を作成しました。

成　果

(1) 多様な施業に対応可能な収穫予測手法の開発

これまでに北海道や林野庁などが中心となって収集したデータを元に、高齢級林分に対応した上層高成長曲線をリチャーズ関数により推定しました。リチャーズ関数は非線形の成長曲線で、柔軟な形に対応できます。また、各林分の地位指数は、気温、土壌、表層地質、および傾斜により影響を受けることが明らかとなりました。その結果から地位指数マップ（図 1）を作成しました。上記結果と、収量 - 密度図および林分密度管理図の考え方を基に構築した林分成長予測モデルとを統合し、収穫予測ソフトウェアの改訂（図 2）を行い、植栽密度 1,500 ～ 2,500 本 /ha、伐期 40 ～ 80 年に対応可能な施業体系を作成しました。

(2) 根株腐朽被害の発生予測

トドマツ人工林 224 林分、232 地点の調査データを解析し、道内民有林の根株腐朽の被害状況を把握しました（写真 1）。調査伐根 13,288 本のうち、26.3% に根株腐朽被害が発生し、それら被害の約 3 割が損傷由来であることを明らかにしました。また、林齢と被害率との関係（図 3）や、伐採面での腐朽部の直径から腐朽の到達する高さを予測する式（図 4）を明らかにし、腐朽による材質損失の試算を可能にしました。その結果、林齢が上がるほど腐朽が発生しやすく、丘陵地、山地で特に腐朽が発生しやすいことがわかりました。また " 丘陵地の尾根部 " では根際損傷木（写真 2）が発生しやすく、施業時に損傷が発生しないように注意する必要があることを明らかにしました。これらの結果から、全道的な被害状況を把握し、被害発生予測式を作成しました。

成果の活用

新たに作成 生産目標の見直しなどに対応し、柔軟な施業指針の提示が可能となります。新たな施業指針は、伐期や植栽密度の選択肢が増え根株腐朽被害対策にも有効です。またこのシステムや指針は、道総研林業試験場のホームページで公開するなどして、地域森林計画などの策定において活用を図ります。

知的財産取得状況

本研究の成果にかかるソフトウェア、プログラム等は、職務著作物等として道総研の規程等により管理されます。

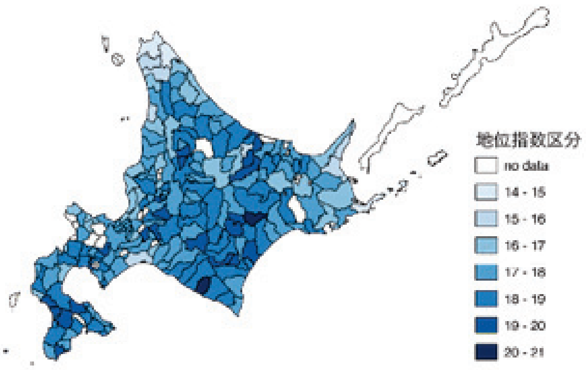


図１　トドマツの地位指数マップ

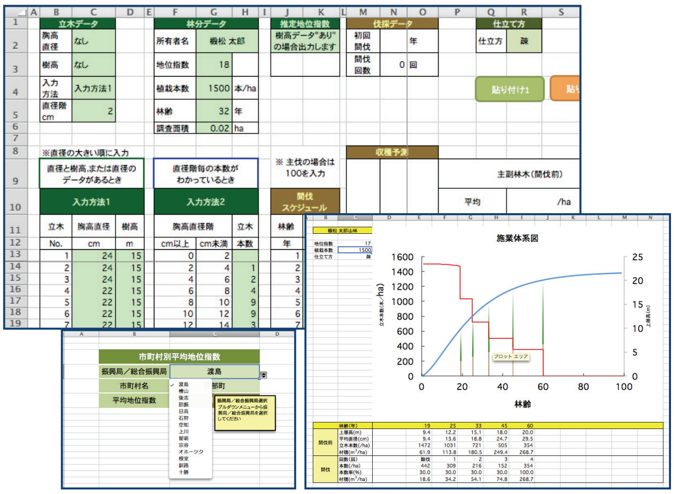


図２　改訂版収穫予測ソフトの表示例

写真１　78 年生林分での腐朽被害調査の様子
（この被害木は地上高 4.2mまで腐朽していた）

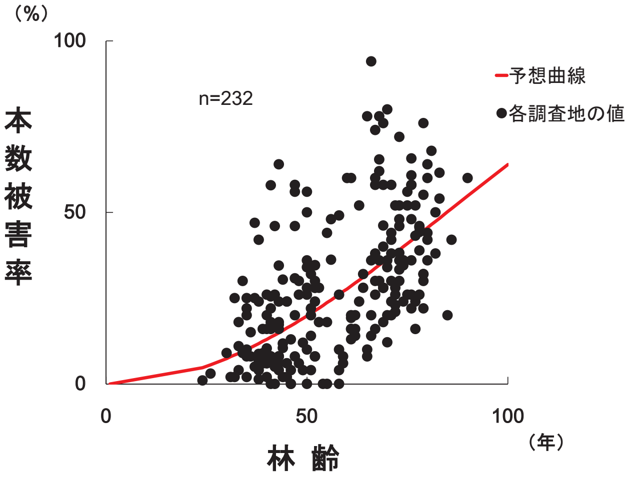


図３　調査地の林齢と根株腐朽本数被害率の関係

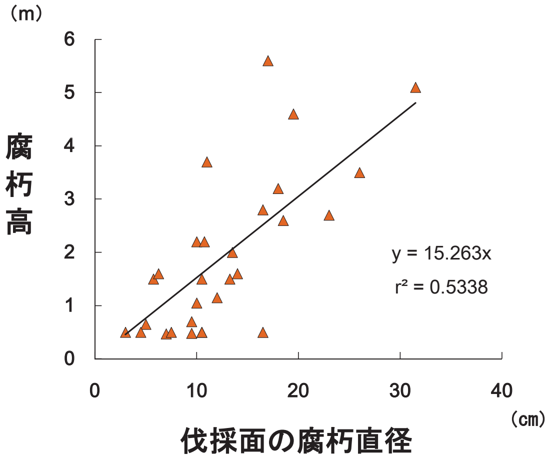


図４　伐採面の腐朽直径と腐朽高の関係
腐朽直径の約 15 倍（腐朽直径 10cm なら地上高 1.5m）まで腐朽する

写真２　伐出作業により損傷が発生した作業道沿いのトドマツ

［問い合わせ先：北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場　森林資源部　TEL 0126-63-4164］

2　知的障がい者のための森林体験活動

北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場　道東支場　佐藤 孝弘
緑化樹センター　棚橋 生子

研究の背景・ねらい

森林体験活動は障がい者にとって新しい形の余暇活動であり、解決を要する課題が多いと考えられます。森林の「癒し」に関する研究では、人々の心身の健康への効果をテーマに知見の蓄積が進められていますが、ノーマライゼーションの理念を踏まえると、その有益性は障がい者にも利用・享受が可能であるべきと考えられます。

以上を踏まえ本研究では、特に、知的障がい者の森林体験活動の指導・支援を志す人たちのために、①活動時の知的障がい者とのコミュニケーション、②活動の企画立案のあり方、③活動のための教材・機器の試作提供を進めました。

成　果

1）活動時の知的障害者とのコミュニケーション

知的障がい者は健常者に比較し、冗談や笑い等の「社会的･情緒的領域のコミュニケーション」が多いほか、言葉を用いる力にも個人差が見出されました。活動の際には、施設側との情報交換による参加者の障がい状況の理解や連帯感を重視した活動づくり・指導が求められます。

2）活動の企画立案のあり方

施設職員は活動を、①活動の雰囲気、②重度者の参加、③計画・効率性、④新規性、⑤事前情報の提供、⑥体感性を基準に評価していました（表１）。また、職員のアンケート結果に基づいて、重度者の参加を容易にする条件を検討したところ、望ましい条件としては、散策型であること、グループで参加すること、移動は少ないこと、歩く・探す等の基本的動作が主体であること等が見出されました（図１）。

3）活動のための教材・機器の試作提供

障がいの重い人たちの活動参加を支援するため、探索型の森林体験活動（宝物さがし等）のプログラムやそれに用いる送信機等の機器、また、木の円盤を使った神経衰弱等の室内ゲームプログラムの開発や改良を進めました（図２）。

成果の活用

成果は協力機関への直接的還元、学会発表、講演・研修会等の取り組みを通じて社会に発信しています。なお、公表の形式は個人情報の保護を最優先とした内容・構成としています。

表１　施設職員による活動の評価基準

評価の基準	内　容
１ 活動の雰囲気	参加者が楽しみ盛り上がりのある活動であったか？
２ 重度者の参加	障がいが重い人たちも参加できていたか？
３ 計画・効率性	準備状況や活動時間が適切であったか？
４ 新規性	今までにない新しい体験ができたか？
５ 事前情報の提供	活動の前に内容について十分な説明があったか？
６ 体感性	五感への訴求がある活動であったか？

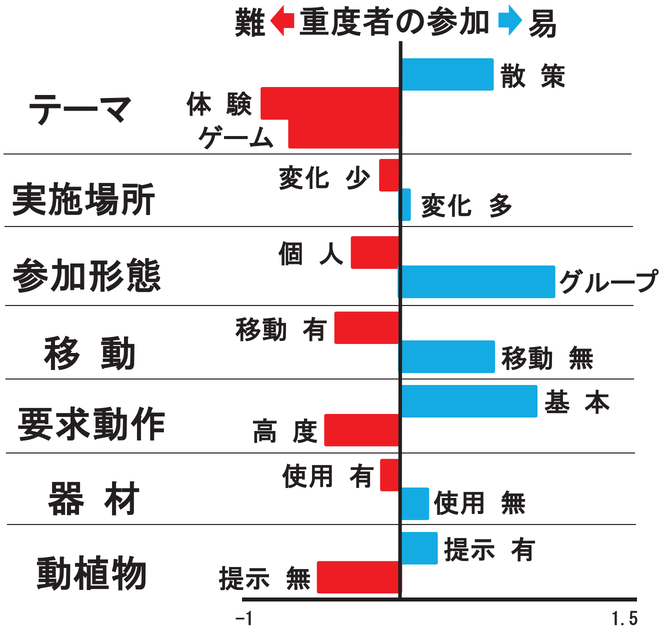


図１　重度者の参加を容易にする条件
数量化Ｉ類：決定係数 0.527

図２　試作教材の例（探索型の活動・室内でのゲーム活動）

[問い合わせ先：北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場　道東支場　TEL 0156-64-5434]

3　津波による青森県の海岸防災林被害の実態把握とその再造成法に関する検討

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　　飯田 昭光・木村 公樹

研究の背景・ねらい

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う巨大津波は各地の海岸防災林等に大きな被害をもたらしました。青森県太平洋沿岸部の海岸防災林においては、被災年の夏頃からクロマツ針葉が赤褐色に変色する、いわゆる「赤枯れ」現象が急激かつ広範囲にわたって発生し、その後、多くの樹木が枯死しました。今後、津波により被災した海岸防災林の再造成が必要となりますが、再造成には防風、防潮などの従来の防災機能に加え津波被害の軽減機能に対する期待が高まっています。そのため、本研究では、枯損木が発生した立地環境を把握するため、実地調査と空中写真解析を実施して、津波被害の軽減に向けた海岸防災林の再造成法に関して検討しました。

成　果

1　実地調査および空中写真解析による被害状況とその後の経過状況の把握

青森県太平洋沿岸部の海岸防災林（三沢市・おいらせ町）に3箇所の調査プロット（以下ベルトA・B・C）を設定し、枯損木の発生状況を3年間にわたって調査したところ、ベルトCの枯損木の割合が最も高いこと（図1）や、新たに発生する枯損は減少傾向であること（図2）が分かりました。あわせて、被災した青森県太平洋沿岸部を撮影した空中写真を解析した結果、排水環境が良好と考えられる水路近傍（図3、図4のⅠ区）や凸型地形（図3、図4のⅡ区）では被害が軽微であったため、良好な排水環境が担保される地形が被害軽減に有効であると推察されました。

2　赤枯れ被害発生箇所と地下水位の関係の検討

ベルトA～Cにおいて地下水位を調査したところ（H25.10.2-21）、ベルトAが地表から1.2～3.0m深、ベルトBが0.9～3.4m深、ベルトCが1.8～4.7m深でした。ここで、ベルトBでは地下水位から地表までの土壌厚（有効土層）が1m未満の区域がみられ（図5矢印）、盛り土や排水溝の施工など、根返りを防ぐため、相対的に地下水位を下げる施策が必要と考えられました。

3　土壌分析による植栽可能性の評価

ベルトA～Cから土壌を採取し（H25.10.2-21）、pH、電気伝導率、ナトリウムイオン濃度、塩素イオン濃度を計測したところ、いずれの調査プロットも除塩の必要がないレベルであり、植栽には問題ないものと判断されました。

4　海岸防災林再造成への提案

調査結果から、海岸防災林の再造成にあたっては、植栽基盤における有効土層の確保を意識し、排水溝の施工や植栽基盤の嵩上げによって相対的に地下水位を下げる工夫が必要なケースがあることが示唆されました。このほか、再造成を優先すべきケースなど再造成にあたって考慮すべき点をモデル化したものを図6に示します。

成果の活用

本研究成果は、平成25年度林業試験研究・林業普及・森林土木発表会（平成26年1月31日）や北海道・東北地区第50回治山林道発表会（平成26年8月28日）で公表するとともに、「海岸防災林再生事業報告書」として当センターのホームページに掲載しています。

さらに各種調査・研究を継続し、正確な被害状況や適正な海岸防災林造成技術について、行政関係者及び林業事業体等に情報提供していくこととします。

当センターHPアドレス　http://www.aomori-itc.or.jp/assets/files/rinshi/tsunami%20houkokusyo.pdf

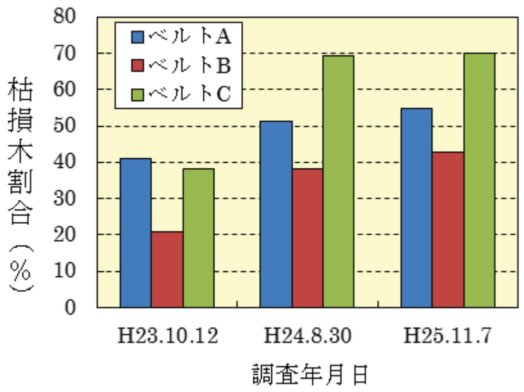


図１　枯損木割合

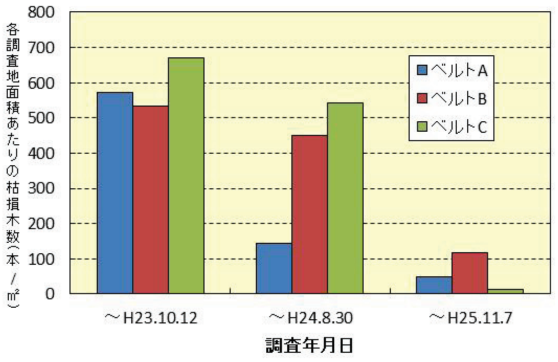


図２　新たな枯損木数

図３　被害軽微区域（枠内）

includes copyrighted material of Digital Globe, Inc., All Rights Reserved.

図４　Ⅰ区域内の水路（矢印）とⅡ区域（右下）

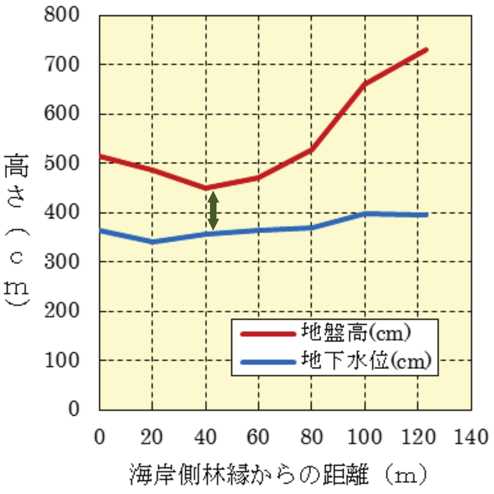


図５　地盤高と地下水位(ベルトＢ)

調査日：H25. 10. 2-17

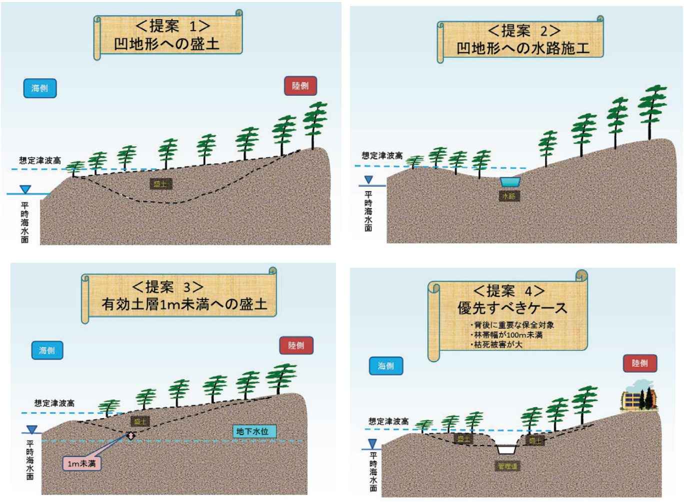


図６　海岸防災林再造成への提案

［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］

4 津波被害跡地に植栽したマツ類・広葉樹類の初期生育

岩手県林業技術センター 防潮林等再生支援チーム 小岩 俊行・蓬田 英俊

研究の背景・ねらい

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災津波では、多くの防潮林が失われました（岩手県内では約 85ha）。防潮林の再生は急務ですが、岩手県における再生では、①土壌塩分の残留、②クロマツ苗の不足（岩手県で種子生産がない）、③松くい虫対策、④生物多様性確保などの課題があげられます。これらの課題に対応するために、岩手県で生産している松くい虫抵抗性アカマツや広葉樹類などの活用（植栽）が検討されましたが、津波被害跡地（海岸砂地）での生育適性などが不明でした。

そこで本研究では、津波被害跡地への植栽適性樹種や植栽方法を明らかにする目的で、松くい虫抵抗性アカマツおよび広葉樹類の植栽試験を行い、生育状況を比較しました。

成 果

1 津波被害跡地に植栽した苗木の生育

苗木の植栽は、平成 24 年 6 月（被災 1 年 3 ヶ月後）に行いました（図 1、図 2）。植栽 16 ヶ月後の全体の生存率は、約 90％（試験地 2 カ所の平均値）を維持していました（図 3）。生存率が 95％以上の樹種は、ケヤキ、オオヤマザクラ、抵抗性アカマツ（人工交配、コンテナ苗）、クロマツ（東北産）、カシワであり、津波被害跡地でも、抵抗性アカマツが十分に活着できることが確認されました。

2 津波被害跡地の土壌塩分

土壌塩分を指標する土壌 EC は、被災から 3 ヶ月後（平成 23 年 6 月）で既に 10ms ／ m 程度の地区があり、時間経過とともに、さらに低下しました（図 4）。一般に、樹木が生育できる土壌 EC の値は 100ms ／m以下、農業用の作物では、60ms ／m以下などの基準値が報告されています。津波被害跡地では、地下水の滞水などがなければ、土壌塩分が急速に脱塩され、植栽への影響のない値に低下していることが確認されました。

3 苗木の種類による生育比較

マツ類の普通苗（裸苗）とコンテナ苗について、生存状況を比較しました。その結果、アカマツコンテナ苗は、普通苗に比べ、生存率、肥大成長、伸長成長とも良好で、津波被害跡地の再生においても、コンテナ苗の有効性が明らかとなりました（図 5）。

4 植付け方法の違いによる生育比較

植栽試験地のうち 1 カ所で、「無処理」、「施肥のみ」、「客土と施肥」の 3 つの植付け方法による生育状況を、 4 樹種で比較しました。処理の効果は、樹種によって違いがみられましたが、特に、抵抗性アカマツの成長量、コナラの生存率と成長量などで「客土と施肥」の効果が確認されました（図 6）。

成果の活用

本研究は、岩手県林業技術センター成果報告会、事業担当者会議、林業技術相談などを通じて、速やかに事業現場へ情報提供を行っています。また、各種シンポジウム、講習会、林業、緑化普及誌により、技術普及を行っています。

図１　津波被害跡地と植栽試験地の状況
（岩手県田野畑村明戸地区）

植栽前（H24.6 月）　植栽直後（H24.6 月）　植栽 17 ヶ月後（H25.11 月）

図２　津波被害跡地に植栽した抵抗性アカマツコンテナ苗

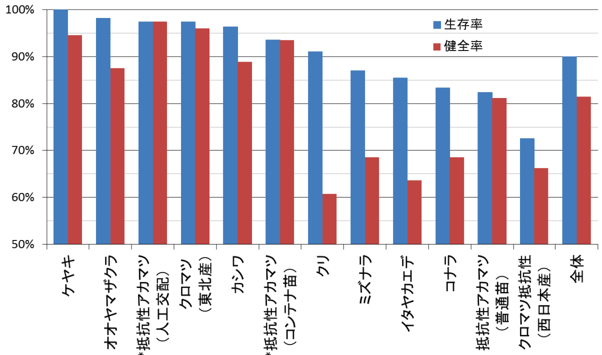


図３　植栽 16 ヶ月後の生存率と健全率
（２カ所、800 本を集計、＊はコンテナ苗、他は普通苗）

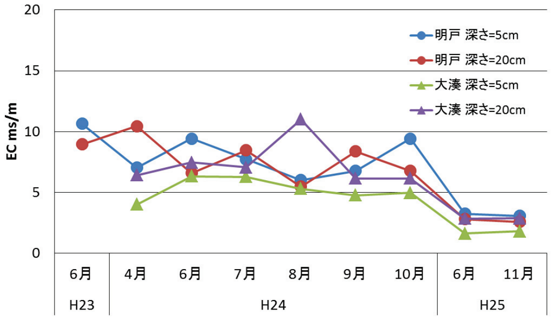


図４　植栽試験地の土壌 EC 値の推移

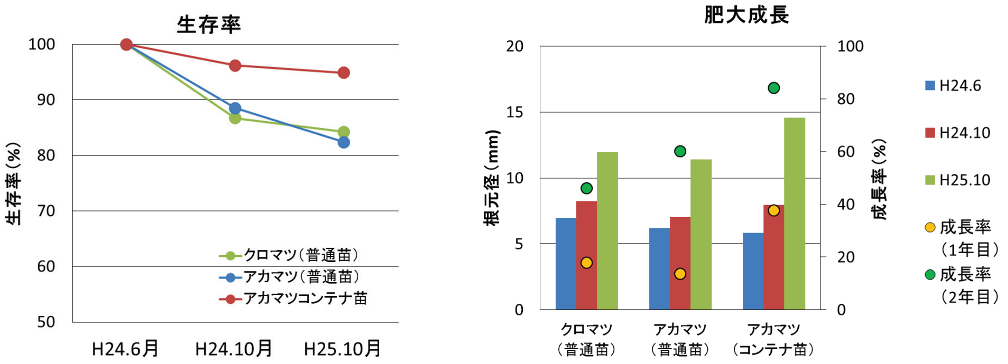


図５　一般苗とコンテナ苗の生育比較（＊植栽試験地２カ所の平均値）

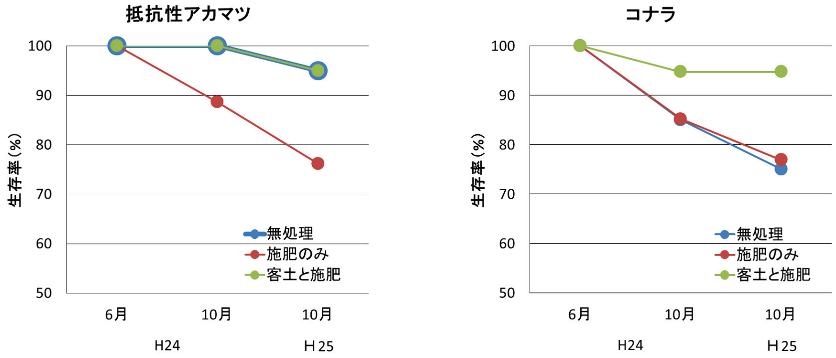


図６　植付け方法の異なる植栽木の生存率の推移（＊植栽試験地１カ所の値）

［問い合わせ先：岩手県林業技術センター　研究部　TEL 019-697-1536］

5　スギ過密林分の管理手法の確立

山形県森林研究研修センター　森林生態保全部　　上野 満

研究の背景・ねらい

山形県のスギ人工林面積は、県の森林面積の約 1/3 を占めており、木材資源や公益的機能の面から健全な森林として維持することが求められています。しかし、多くのスギ人工林は、保育管理が十分に行われず、これまでの管理基準と大きく乖離した過密林分が増加しています。過密状態になったスギ林の管理手法は未整備な部分が多く、林分構造、立木形質、気象害などの現状を十分に理解したうえで、健全で経済性の高いスギ人工林へ誘導する必要があります。そこで、スギの過密林分の現状と間伐状況を調査するとともに、システム収穫表を用いてスギ過密人工林の管理を行う方法について検討しました。

成　果

1.スギ過密林分の林分構造

林齢 30 ～ 50 年生のスギ過密林 50 林分について、間伐前と間伐後の林分構造を調べました。なお、ここでの過密林分は、山形県スギ林分収穫予想表の基準本数を超えた林分を対象にしています。過密林分の樹高階分布は１山型と２山型にタイプ分けすることが出来ました（図１）。２山型の樹高階分布は、優勢木と劣勢木が明確に別れており、過密化がより進行した林分で確認されました（図２、写真１）。

2.スギ過密林分における間伐の現状

スギ過密林分において本数間伐率で 30％程度の下層間伐は、劣勢木の処理にとどまり、間伐後の林冠の疎開がほとんど見られません（図１）。劣勢木の処理は、以後の管理・作業効率を上げるうえで効果的と考えられますが、保残木の成長促進の効果は小さく、次回の間伐を早い時期に確実に実施することが必要です。

3．効果的な間伐方法の検討

システム収穫表（ＬＹＣＳ）を用いて、過密人工林の効果的な間伐方法の検討を行いました。過密人工林の場合、形質の劣る個体が多いためＢ材、Ｃ材の生産を視野に入れて総材積を基準に評価します。その結果、上層間伐を積極的に取り入れた方が、林分成長量が上がるため総収穫量が多くなることが示されました。

成果の活用

今後、システム収穫表と過密人工林の適合性について検証を行う必要があります。なお、研究成果ならびにシステム収穫表を用いたスギ人工林の管理方法の検討結果は、研修会などを通じて、林業普及指導員、林業事業体、林研グループなどへの普及を行っていきます。

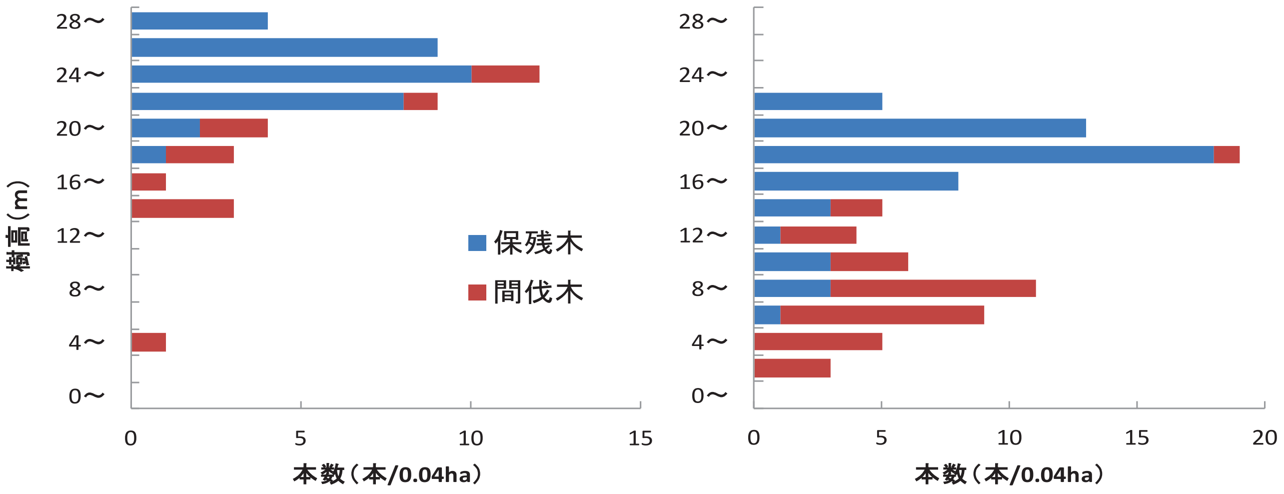


図１　スギ過密林分における樹高階分布（左：１山型の例、右：２山型の例）と
間伐（本数間伐率３０%）の実施状況

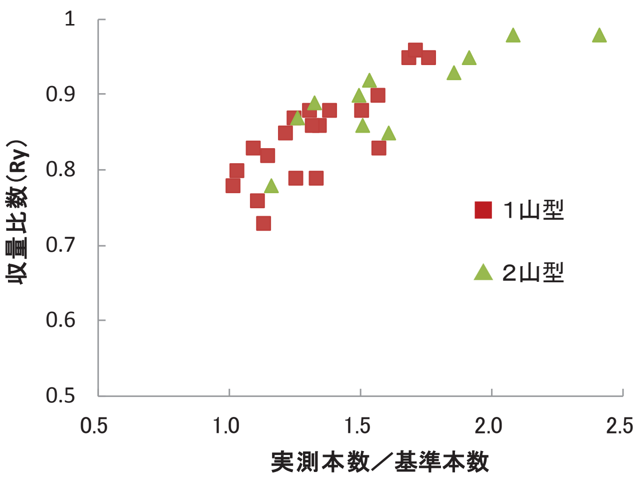


図２　１山型と２山型の過密状況
※ 点は各林分の混み具合を示す

写真１　２山型のスギ過密林分
優劣差が明確な個体が混在する

表１　システム収穫表による間伐方法の検討

間伐林齢	40年	60年	80年（主伐）	主伐による収穫 材積（m^3/ha）	間伐による収穫 材積（m^3/ha）	総（間伐+主伐）収穫 材積（m^3/ha）
本数間伐率	30%	30%		548	157	705
間伐種	下層	下層				
本数間伐率	30%	30%		517	202	719
間伐種	下層	全層+下層				
本数間伐率	30%	30%		461	263	724
間伐種	下層	上層				

※ 林齢４０年生の２山型の過密人工林を対象とした場合

［問い合わせ先：山形県森林研究研修センター　森林生態保全部　TEL 0237-84-4301］

6　海岸におけるクロマツと広葉樹の混交林造成方法の検討

山形県森林研究研修センター　森林生態保全部　　渡部 公一

研究の背景・ねらい

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震津波の復旧に当たって、防災機能だけでなく生物多様性に配慮した海岸防災林を再生することが各地で検討されています。このため広葉樹の導入が期待されていますが、海岸に広葉樹を植栽して成林した例は少なく、またマツに比べて生存率と成長が劣るのが現状です。それらを解決する方法として、山形県において土壌環境が良好な黒ボク土の海岸林にクロマツを先行して植栽し、2 年後にクロマツの列間に 4 種の広葉樹を植栽した異齢二段林を造成したので、その有効性について検討しました。また現場では苗木の確保も重要な課題と考えられるため、コナラとケヤキについてスリット入りのキャビティコンテナ（容量 150cc）を用いて種子から育苗を行い、主に根系の成長面からコンテナ苗の適応性を検討しました。

成　果

植栽試験地を飽海郡遊佐町吹浦地内の汀線から 150m の北西向き斜面に設定しました。厳しい気象条件にも係わらず、ケヤキ、エゾイタヤ、カシワ、シナノキの植栽 10 年目の生存率はどの樹種も高く、枯れ下がりもなく順調に成長しました（図 1,2）。クロマツを広葉樹と同時に植栽した区（同時区）と先行して植栽した区（先行区）では、生存率と樹高成長に差は認められませんでしたが、同時区ではクロマツと広葉樹が同じ階層で競合して成長し、先行区では上層がクロマツで下層が広葉樹の二段林の形を保って成長しました（図 3）。クロマツを健全に保ち、広葉樹をクロマツの下層に生育させることによって、津波に対する防災機能が強化されると考えられます。今回の結果から土壌条件が良好であるならば広葉樹は十分な成長が見込まれ、クロマツを先行的に植栽し、その後に広葉樹を植栽する異齢二段林の造成は有効と考えられました。

次に、コンテナ苗で育成した広葉樹苗とビニールポットで育成した苗を酒田市浜中の砂丘地に植栽し、一年後に掘り取って根系を比較しました。すると、根量はポット苗の方が多かったのですが、根巻きの影響が残って塊状になっているものがあるのに対し、コンテナ苗は垂直方向へ根を伸長させているのが確認できました。この傾向は直根性の高いコナラで顕著に表れ、多数の細い根系を持つケヤキではその影響は比較的少ないと思われました。

成果の活用

広葉樹を成林させるには、十分な土壌改良とクロマツとの混交植栽が有効と考えられます。被災海岸林の復旧において、良質な植生基盤と苗木の確保は大きな課題ですが、このような形の海岸林造成はほとんど初めてのことであり、事例の積み重ねが重要です。造成方法やゾーニングを十分に検討し、末永く住民の方々に愛される海岸林が造成されることを期待します。

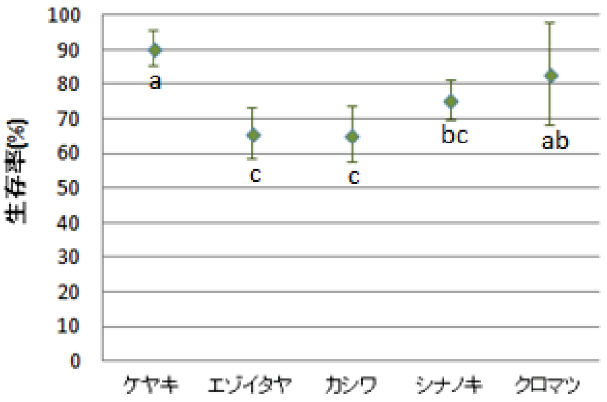


図１　植栽 10 年目の生存率（平均 %±SD）
異なるｱﾙﾌｧﾍﾞｯﾄは有意差があることを示す(p<0.05)

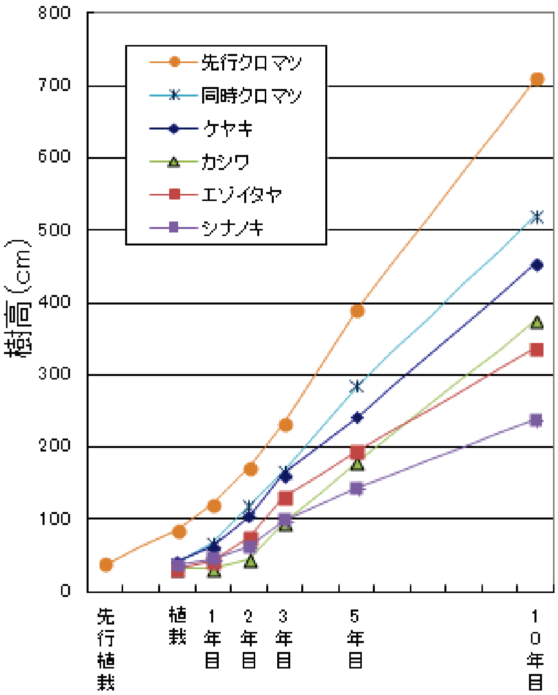


図２　植栽木の樹高推移

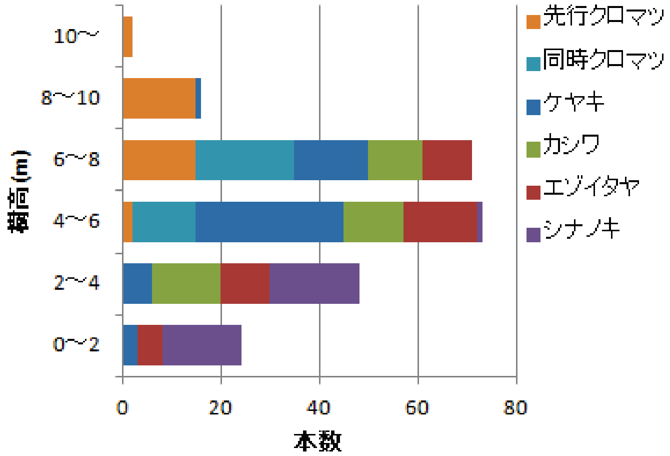


図３　植栽 10 年目の林分階層構造

写真１　コナラ（左）とケヤキ（右）の植栽１年後の根系
左側2本がコンテナ苗、右側2本がポット苗　播種から10カ月後の苗を砂土に植栽
コナラのポット苗は太い根が巻かれたまま成長し、あまり外側に伸びていない。ケヤキも根巻きが見られるが、新しい根が根鉢の外側に伸びている。

[問い合わせ先：山形県森林研究研修センター　森林生態保全部　TEL 0237-84-4301]

7　気温上昇を想定したカツラマルカイガラムシ被害の予測

山形県森林研究研修センター　森林生態保全部　　斉藤 正一

研究の背景・ねらい

近年のカツラマルカイガラムシ（写真 1）による広葉樹林の被害（写真 2）は、長野県から北は岩手県と秋田県までの地域で発生しています（図 1）。山形県におけるカツラマルカイガラムシによる広葉樹の集団的な被害は、山形盆地を中心に平成 15 年から平成 25 年まで継続して発生しています。現在の被害は、標高 400m 以下に広がるコナラ林を中心に発生しています。これは、カツラマルカイガラムシの発育と温度には深い関わりがあり、標高 400m 以上では気温が低すぎて、このカイガラムシが発育できないからです。また、被害林では生立木の約 3 割が枯損するため、広葉樹林の維持管理にあたっては見逃せない被害になっています。今後、温暖化が進行し気温が上昇すると、コナラ帯より高標高に位置するミズナラやブナの森林での被害が懸念されるため、気温上昇に伴う被害地の拡大を予測し、被害対策を有効に行うための被害予測図を作成しました。

成　果

前述のとおり、山形県におけるカツラマルカイガラムシの被害は、現在のところ標高 400m 以下のコナラ帯で発生しています。一方、今後 100 年のうちに気温は 2℃上昇すると考えられています。気温は標高が 100m 上昇すると 0.5 ～ 0.6℃下降しますので、気温が 0.5℃上昇した場合、標高が 100m 上昇した地域に被害が発生すると予測することにしました。そして、主要植生ごとに作成された山形県植生図（2002）のうちコナラの図面を現在の潜在的な被害地とし、それより高標高域に生育するミズナラ、ミズナラとブナの混交、及びブナの図面を利用して、0.5℃刻みで 2.0℃（標高で 400m に相当）上昇するまでの被害予測図を作成しました（図 2）。

その結果、0.5℃上昇でミズナラ帯の大部分が、また 2.0℃上昇でブナ帯の 1 割が被害地域になることが予測されました（図 3）。

成果の活用

広葉樹林は高齢化が進み、持続可能な森林として位置付けていくには、伐採による更新が不可欠になっています。今回示したカツラマルカイガラムシの被害予測図を利用することで、被害拡大が予測される地域においては、被害が起こる前に広葉樹林を伐採し、木質バイオマス資源として有効に利用しつつ、更新を図ることが可能になります。

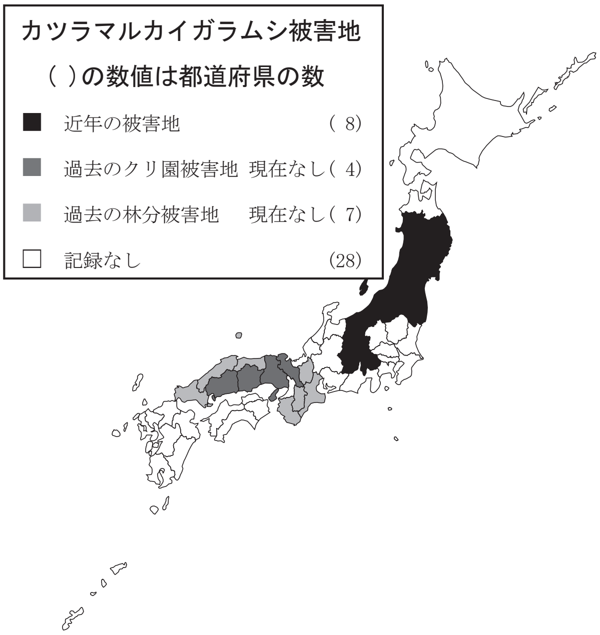


図１　都道府県別のカツラマルカイガラムシ被害分布

写真１　カツラマルカイガラムシの介殻と六脚幼虫
灰色のドーム状のものは介殻で、黄色い粒状のものが六脚幼虫である。

写真２　カツラマルカイガラムシによる集団葉枯れ被害を受けたコナラ林（山形市）

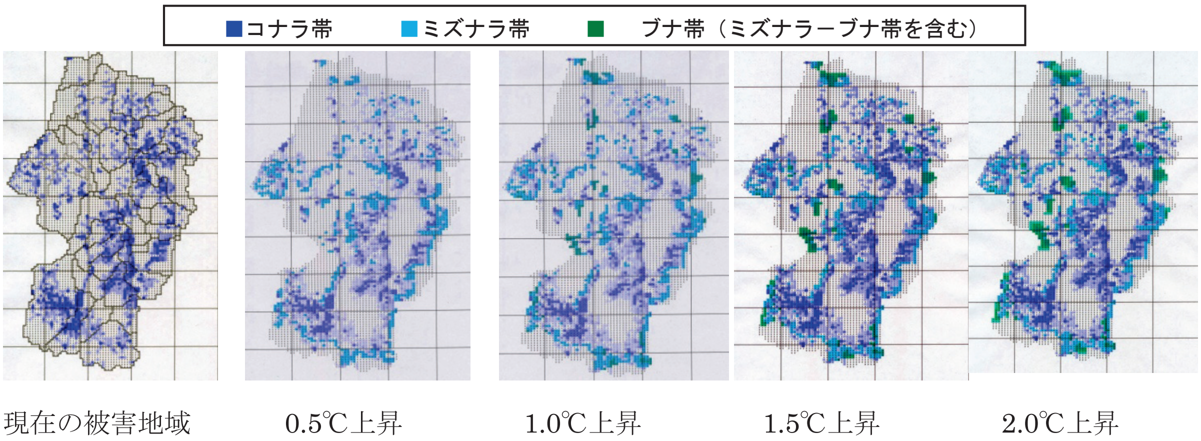


図２　山形県における気温上昇に伴うカツラマルカイガラムシ被害地の予測図

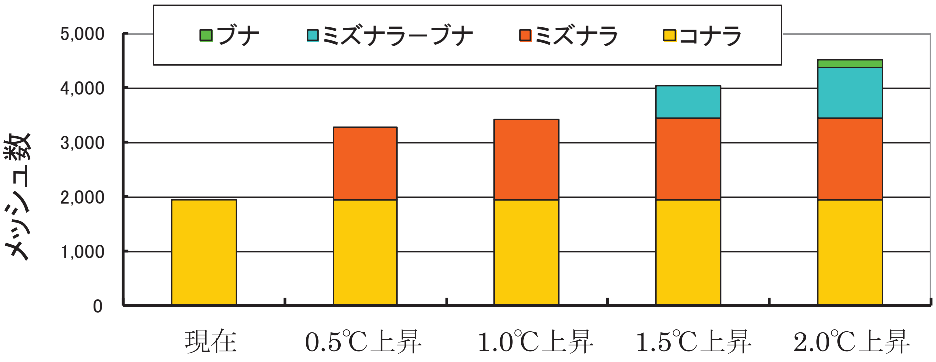


図３　山形県における気温上昇に伴う主要植生帯でのカツラマルカイガラムシ被害の可能性

［問い合わせ先：山形県森林研究研修センター　森林生態保全部　TEL 0237-84-4301］

8　ナツハゼ増殖技術の開発と優良品種選抜

福島県林業研究センター　林産資源部　　長谷川 孝則[*1]・奥寺 芳夫・竹原 太賀司
（[*1] 現福島県県南農林事務所）

研究の背景・ねらい

ナツハゼは高い食品機能性を有する特用樹としても注目を集めており、栽培に取り組むグループが増えていますが、苗木の供給は主に山取りに頼っており、そのため加工用原材料としては品質が不安定で供給量が不足している状況にあります。このため、生産現場からは安定的な苗木生産方法の開発と優良品種選抜が求められています。そこで、挿し木等クローン増殖技術の確立と加工用優良品種の選抜を行いました。

成　果

（１）増殖技術の開発

ナツハゼの緑枝ざしと休眠枝ざしによる増殖技術の検討を行いました。従来、ナツハゼは難発根性のためさし木増殖は困難といわれてきましたが、調査の結果、ブラックチップ（新梢最先端部の組織が乾燥変色したもの）が形成されているが脱落していない状態が採穂適期であることがわかりました。さしつけ床の保湿を図るためパイプハウス内に内フレームを設置し、内フレームを不織布シートで被覆した中にさしつけ床を置き、自動灌水装置で散水管理を行いました（写真２）。その結果、緑枝ざしにおいては発根率が 68% ～ 100%、得苗率が 39% ～ 89% という結果が得られ、実用的なさし木増殖が可能であることを確認できました（表１）。また、発根には系統差が存在することも確認されました。一方、休眠ざしは、緑枝ざしと比較すると発根率、得苗率が低く、ばらつきも大きい結果となりましたが、発根率が 46％と良好な発根状況を示す個体も存在したことから、休眠枝ざしによる増殖も可能であることが確認できました。

（２）優良品種選抜

優良品種の選抜は、果実の利用目的をジャム用としましたが、特性調査にあたっては、設定した 16 項目をそれぞれ５段階で評価して行いました。その結果、約 500 個体から結実状況と食味及び食感が総合的に優れていると判断されたものが 18 個体選抜され、さらに、このなかから、強烈な酸味とナツハゼ特有の風味及び良好な食感を有する１個体（笠石１）がジャムに適する優良系統として最終選抜されました（表２、図１）。

成果の活用

本研究成果のうち、さし木増殖技術は県内のナツハゼ生産者に普及され、生産者が収集したナツハゼ山取り植栽木の優良個体増殖に実際に活用されています。また、今回選抜した優良個体についても、今後生産者によってさし木増殖の取り組みがなされる予定です。

写真１　さし床の管理状況

写真２　新梢に形成されたブラックチップ

表１　さし木増殖試験結果（緑枝ざし）

No.	採穂木	ブラックチップの状態	さしつけ本数	発根本数	得苗本数	発根率	得苗率
1	いわき優良木	脱落前	28	23	16	82.1%	57.1%
2	割石作6	脱落前	28	28	25	100.0%	89.3%
3	割石作5	脱落前	28	19	11	67.9%	39.3%
4	割石作1	脱落前	28	27	20	96.4%	71.4%
5	割石作1-2	完全に脱落	28	6	0	21.4%	0%
6	割石作1-3	完全に脱落	28	3	0	10.7%	0%
	計		168	106	72	86.6%	64.3%

※割石作1-2は割石作１の２週間後に、割石作1-3は４週間後に採穂したものである。
※平均発根率及び平均得苗率は割石作1-2及び1-3を除く。

表２　優良系統（笠石１）の果実特性

区　分	調査結果
樹高(m)	2.5
主軸枝の数	複(2本)
樹体の形状	斜上
樹勢	弱
果房重(g)	4.4
果房長(mm)	103.7
着生果実数	9.5
果粒重(g)	0.46
果粒径(mm)	9.2
果実形態	円形
糖度(%)	12.8
酸度(pH)	2.7

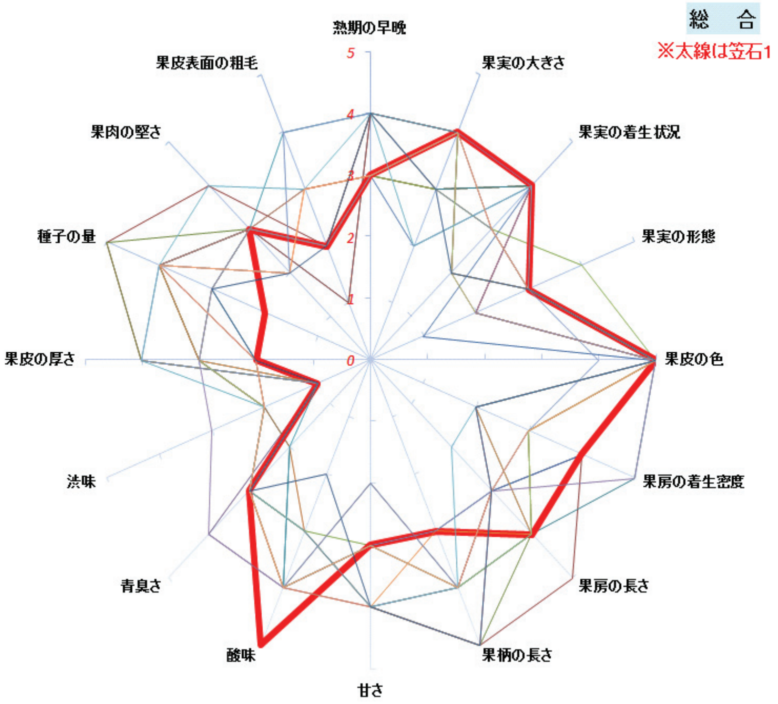


図１　優良系統（笠石１）の特性比較

[問い合わせ先：福島県林業研究センター　林産資源部　TEL 024-945-2162]

9　ニホンジカ捕獲手法としてのモバイルカリングの検討

栃木県林業センター　研究部　森林・鳥獣チーム　　丸山 哲也・高橋 安則

研究の背景・ねらい

日光国立公園の中心地域である奥日光地区では、ニホンジカ（以下、シカ）の分布拡大による自然植生の衰退が確認されており、捕獲の強化が求められています。同地区の千手ヶ原付近は、積雪に伴うシカの季節移動個体が集中することが判明していますが（環境省関東地方環境事務所 2014)、一方で毎年多くのハイカーが訪れる地域であり、安全性の面から巻き狩りでの捕獲を実施することが困難となっています。

千手ヶ原を通行する日光市道 1002 号線の弓張峠～千手ヶ浜間（4.8km、図１）は、平成 25 年 4 月の調査では、日中にもシカが近距離で度々目撃されており、人間や車両に対する警戒心が低い個体が生息していると考えられました。そこで今回は、モバイルカリング（車両を用いた流し猟）を試行し、捕獲効率や事業としての実施の可能性について明らかにすることとしました。

成　果

捕獲時には、車道には人員を配置し、歩道には規制線を張ることにより通行止めとしました（図１）。射撃は、2 トントラックの荷台に設けた射台に 1 名の射手が乗車し、低速で走行しながらシカ発見時に停車、発砲する体制としました（図２）。捕獲車両とは別に、捕獲個体の回収車両も用意しました。射撃の精度や発砲音を考慮し、狩猟で使用できる最も小口径の 6mm ライフルを用いました。また、出没グループ内の全頭捕獲を目的として、頭部狙撃により即倒させることと、1 グループが 5 頭以内の時のみ発砲することを原則としました。捕獲はハイカーが増える時期を避け、雪解け直後の平成 26 年 4 月 22 日～ 24 日に実施することとし、その 2 週間前から沿線の 13 ポイントでヘイキューブと食塩による餌付けを行いました。なお、捕獲は日光市が行う個体数調整の一環として行うとともに、道路の使用については市道管理者の了解と、警察署による道路使用許可、荷台乗車の許可を得て実施しました。

シカの出没状況は、多くは今回 5 頭とした射撃可能出没数の範囲内であり、かつ全路線で比較的まんべんなくみられました（図３）。期間中延べ 4 回の実施で合計 35 頭を捕獲し、1 時間あたりの捕獲効率は 7.7 頭となり、1 人 1 日あたり 1 頭（1 時間あたり 0.1 頭）程度（日光地区での個体数調整実績）である巻き狩りに比べ、高い値でした（表１）。車両に対するシカの警戒心が低いことや、越冬直後の時期であり餌付けによる誘引効果が高いことが成功要因として考えられ、モバイルカリングによる捕獲は本地域においては有効な手法であることが示唆されました。一方、4 頭以上の出没時には全頭捕獲が困難であったことから（図４)、今回は 5 頭とした射撃可能出没数については検討の余地があると考えられました。

成果の活用

環境省、林野庁、栃木県、日光市の各関係機関で構成する「日光地域シカ対策共同体」にて情報共有を図っています。平成 26 年 11 月から 12 月には、林野庁森林鳥獣被害対策技術高度化実証事業の一環として、日光森林管理署、本センター、同共同体の共催により、延べ 6 回の捕獲を実施しました。

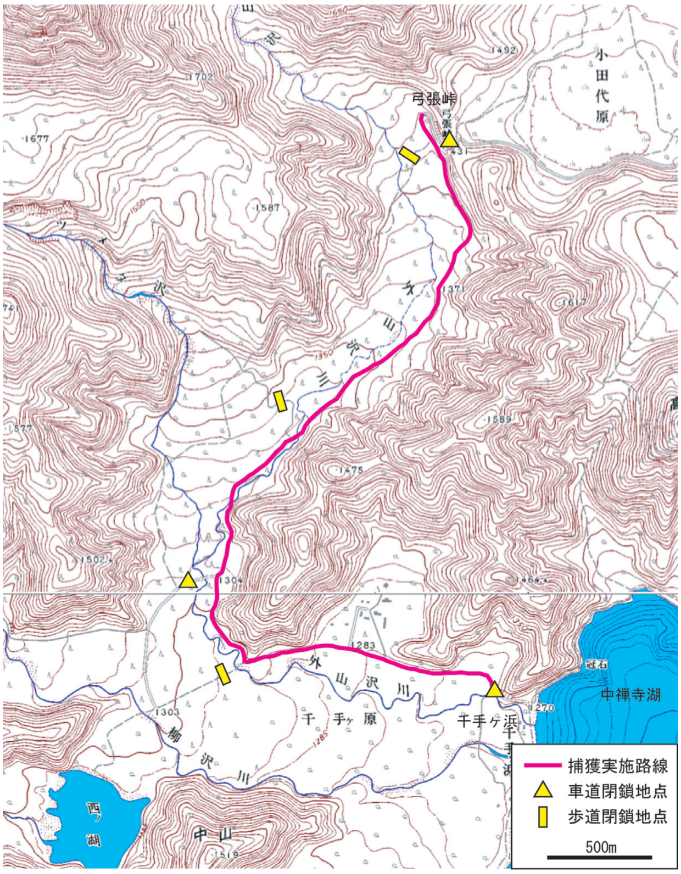


図１　捕獲実施路線と交通規制の状況

図２　使用した車両と射台

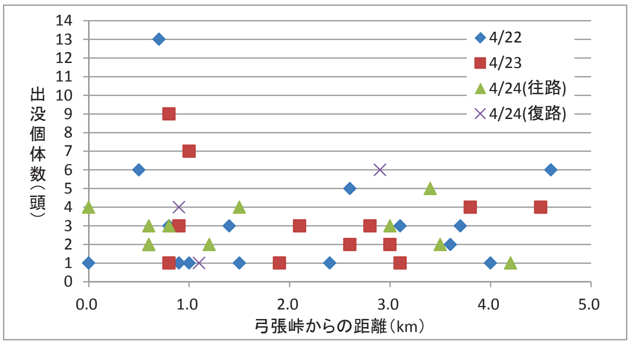


図３　地点別シカ出没個体数

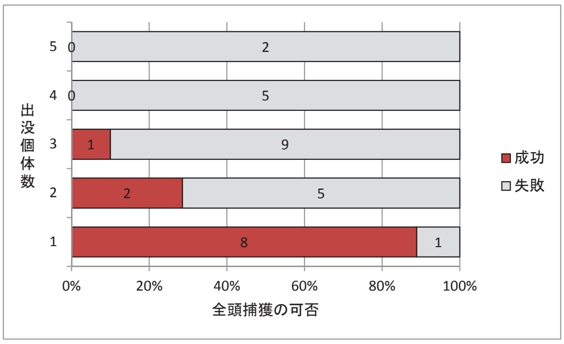


図４　出没個体数別全頭捕獲の可否

表１　捕獲実施結果

実施日	出没数※1	発砲数	捕殺数	逃走数※2	所要時間	捕獲効率
4/22	25	21	14	11	70分	12.0頭/h
4/23	23	18	10	13	82分	7.3頭/h
4/24（往路）	31	16	7	24	75分	5.6頭/h
4/24（復路）	10	5	4	6	46分	5.2頭/h
計	89	60	35	54	273分	7.7頭/h

※１　出没数は射撃可能出没数である5頭以内のグループのみのカウント
※２　逃走数には発砲機会がないまま逃走した個体も含む

［問い合わせ先：栃木県林業センター　研究部　TEL 028-669-2211］

１０　シカ用リアルタイムＧＰＳ首輪の開発と行動把握

群馬県林業試験場　企画・自然環境係　　坂庭浩之

研究の背景・ねらい

シカ・クマなどの野生鳥獣被害が深刻な問題となっており、効果的な被害対策のためには、野生動物の行動を正確に知る必要があります。従来のビーコン型電波発信機首輪や従来型ＧＰＳ首輪ではデータ回収に大きな労力を要することや、得られたデータにタイムラグが生じていることなどの弱点がありました。

今回、㈱数理設計研究所（群馬県太田市）と共同開発したシカ用リアルタイムＧＰＳ首輪及び行動把握システムは、遠距離にいるシカ（30km以内：地形等により異なる）を自動的かつリアルタイムでネットワークに接続されたパソコンに表示でき、複数の人がその情報を共有できるシステムです。これにより、捕獲や被害防止のための研究が行えるだけでなく、実際の被害発生地においても、動物の動きをみながら具体的な対策を立てることのできる技術の確立を目指しました。

成　果

1　リアルタイムGPS首輪の製作及び閲覧システムの構築

首輪は塩化ビニール製ベルトを使用したもので、下部に大型のバッテリーを装着しています。初期モデル1300gから現行モデルは600gとし、50％の軽量化を実現するとともに首輪の装着感を向上し、シカの行動の制限とならないよう配慮しつつも、１年以上の稼働時間を得ることができています（写真１）。

この首輪から発信された電波は、直ちに受信局（写真２）で受信し、携帯電話の通信網を経由してデータ可視化サーバーに送られ、パソコン上にその位置をリアルタイムに表示することができます（図１）。複数のパソコンから同時に閲覧できる仕様となっており、位置特定にかかる労力を大幅に削減するとともに、研究者のみが知り得た情報を広く関係者と共有することができるようになりました。

2　シカの行動把握

実際にニホンジカの行動を把握したところ、夏の利用地と冬の利用地（越冬地）間での移動をリアルタムで把握することができました（図２）。遠く離れた山中を移動するシカから発せられた電波を、連続的に受信局で捉え、同時にパソコン上でモニターすることができた一例です。この事例では越冬地に向かい山中を移動するシカの動きをパソコン上でリアルタイムで確認しながら、遠景に見える山の天気を目視しており、降雪前の絶妙なタイミングで越冬地に移動している事実を捉えた好例となりました。

成果の活用

リアルタイムにシカの移動や利用地を捉えることで、越冬地に移動する痕跡からその群の大きさを確認することもできます。また、ＧＰＳ装着個体の利用中心地を短期間で割り出し、そこに鉱塩を用いた誘引を行ったところ、ピンポイントでそのＧＰＳ装着個体を撮影することができました（写真３）。このことは、今後のシカ対策等で必要となる捕獲技術や、防除技術の研究を進める上で非常に有効なツールとなる可能性が示されており、多方面への活用が期待されます。

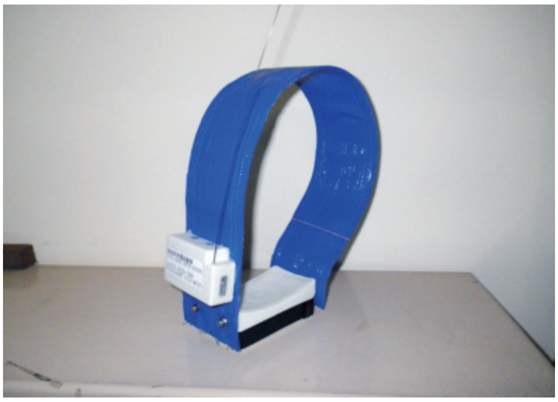


写真１　シカ用リアルタイムGPS首輪

写真２　太陽電池を用いた受信局

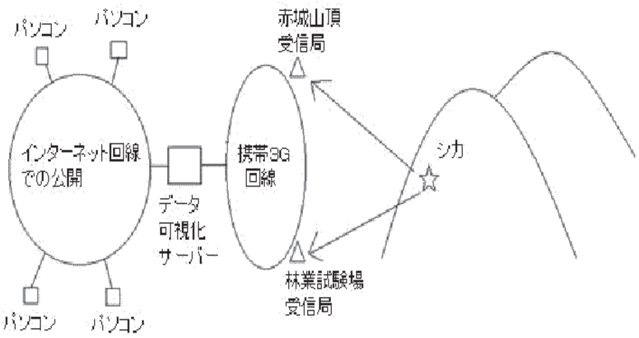


図１　構築した共有システム

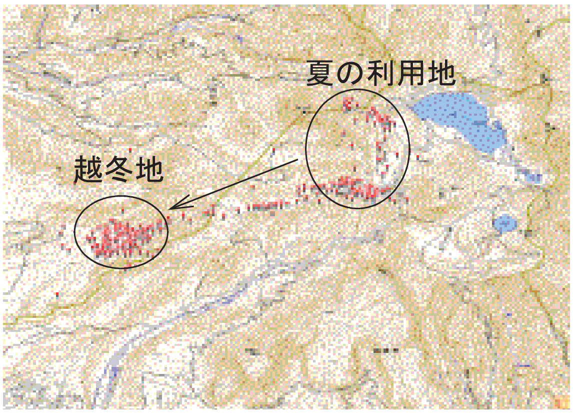


図２　越冬地へ移動

写真３　鉱塩に誘引された装着個体

［問い合わせ先：群馬県林業試験場　企画・自然環境係　TEL 027-373-2300］

１１　海岸低湿地のクロマツ根系に必要な有効土層と適地判定

千葉県農林総合研究センター森林研究所　　小森谷 あかね

研究の背景・ねらい

千葉県九十九里浜沿いの海岸防災林は、マツ材線虫病や東日本大震災の津波による被害を受けたことから再生が進められています。しかし、九十九里浜は地下水位が高く、植物の根が健全な状態で容易に伸長できる有効土層が薄い低湿地が多くあります（写真１）。そのような場所でクロマツを主体とした海岸防災林を造成する際には、盛土によって有効土層を確保してから植栽しています。これまでの研究成果ではクロマツの樹齢に応じて健全な生育に必要な有効土層が示されていますが、本研究ではクロマツの樹高、有効土層の厚さ及び下層植生の関係を明らかにし、盛土をせずにクロマツ林の造成が可能な適地を下層植生によって判定する方法について検討しました。

成　果

九十九里浜沿いの海岸防災林に植栽されている樹齢 40 年生前後の 68 本のクロマツについて、樹高、有効土層の厚さ及び下層植生の優占種を調査しました。クロマツの樹高と有効土層の厚さとの関係は、ばらつきは大きいものの、有効土層の厚さが 70cm 程度までは有効土層が厚くなるほど樹高が高くなる傾向がみられました（図１）。下層植生の優占種はヨシ、ヨシ・ススキ混在、ススキ、チガヤの 4 タイプに区分でき、有効土層の厚さとの関係では、ヨシ、ススキ、チガヤの順に有効土層が厚くなる傾向がみられ、ヨシは有効土層 40cm 未満、ヨシ・ススキ混在は 40 ～ 55cm、ススキは 39cm 以上、チガヤは 55cm 以上の場所で優占していました（図１）。下層植生の優占種とクロマツの樹高との関係は、優占種がヨシやヨシ・ススキ混在の場所では樹高が比較的低い個体が多かった（写真２）のに対し、ススキやチガヤの場所では樹高はすべて７m 以上（写真３）と高くなる傾向でした（図１）。これらの結果から、クロマツ林の目標樹高を 7m と設定した場合、有効土層 60cm 以上の場所が盛土せずにクロマツ林の造成が可能な適地と考えられました。また、その適地を判定する際には、下層植生の優占種がススキ、チガヤであればクロマツの樹高は７m 以上となることが期待でき、近辺にヨシがある場所を避ければ有効土層の薄い場所を除外できると考えられることから、ヨシ、ススキ、チガヤが指標となることが明らかになりました。

成果の活用

研究の成果は、関東森林学会（2013）にて口頭発表を行い、関東森林研究 No.65（2014）にて公表しました。また、平成 26 年 1 月に行政の担当者を対象とした研修会を開催し、成果の普及を図りました。

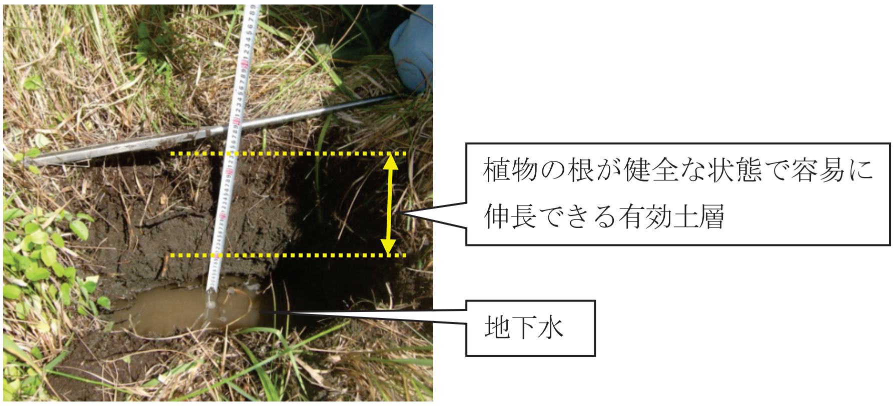


写真１　有効土層と地下水

写真２　ヨシが優占する場所のクロマツ

写真３　ススキが優占する場所のクロマツ

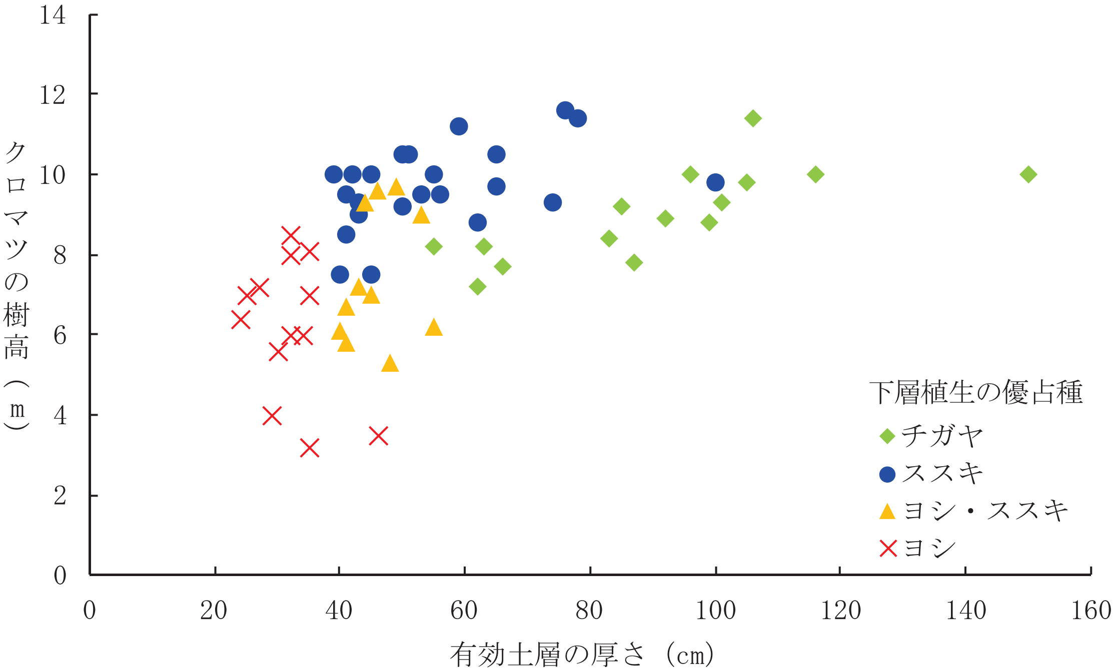


図１　有効土層の厚さとクロマツの樹高、下層植生の優占種の関係

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

１２　少花粉ヒノキ品種の早期着花効果の検討

東京都農林総合研究センター　緑化森林科　　中村 健一

研究の背景・ねらい

東京都では、花粉症発生源対策として、伐採後に少花粉品種苗木を積極的に植栽するため、少花粉品種の種子生産は喫緊の課題となっています。少花粉スギ品種については、小型の採種木のうちからジベレリン粉剤を葉面散布する方法により、着花結実させて採種できます。一方、少花粉ヒノキ品種については、この方法では、ほとんど着花結実させることができません。そこで、通常採種する大きさのヒノキの側枝施用で効果のあるジベレリンペースト剤の幹への注入によって、小型の少花粉ヒノキ採種木を着花結実させるための施用量、施用回数ならびに施用時期を検討しました。

成　果

東京都青梅市の試験地において、関東育種基本区内で選抜された小型採種木 15 品種 66 本について、ジベレリンペースト剤の施用量および施用回数の効果を明らかにするため、７、８月に、総量 1.50 ～ 4.00mg の範囲で、１回または２回に分けて、無施用の対照区を含め９通りの試験を 2010 年に行いました（表１）。施用は、主幹の接木部の直上部に行いました。それらの効果は、2011 年３月に着花指数（表２）で評価しました。この結果、雄花の着花指数は、対照区と比較して、全ての施用区で有意に高く、雌花の着花指数も８施用区中７区で有意に高くなりました（図１）。このことから、ジベレリンペースト剤の施用は、７、８月において、最低施用量は 1.50mg で最低施用回数は１回でも、着花促進効果が認められることが明らかとなりました。

次に、施用効果が認められる時期を特定するため、雌雄ともに花芽分化するとされている１年のうちの６～９月の期間において、小型採種木 15 品種 145 本について、ジベレリンペースト剤を施用しました。施用量は 2.00mg で施用回数は１回として６月５日から９月 26 日を 14 日間隔で分けて、無施用の対照区を含めて 10 通りの試験を 2012 年に行いました。それらの効果は、2013 年３月に着花指数で評価しました。この結果、着花指数は、対照区と比較して、雄花、雌花ともに７月から８月の施用区において有意に高く、６月および９月の施用区は、対照区と比較して有意な差がみられませんでした（図２）。このことから、ジベレリンペースト剤で着花結実に効果がある施用時期は、７月から８月までと考えられます。

成果の活用

小型の少花粉ヒノキにおけるジベレリンペースト剤の使用基準表と施用単価表を作成し、今年度から少花粉ヒノキ採種事業が実用化されました。

表１　ジベレリンペースト剤の施用量および施用回数の調査区

施用月日	施用区１ 施用量(mg)	施用区２ 施用量(mg)	施用区３ 施用量(mg)	施用区４ 施用量(mg)	施用区５ 施用量(mg)	施用区６ 施用量(mg)	施用区７ 施用量(mg)	施用区８ 施用量(mg)	対照区 施用量(mg)
7月16日	1.50	2.00	0.75	1.00	2.00	－	－	－	－
8月5日	－	－	0.75	1.00	2.00	1.50	2.00	4.00	－

表２　評価基準（着花指数と着花状況）

着花指数[a]	着花状況	摘要
0	無着花	
1	少ない(0%超20%未満)	平均10%程度、1個の花芽から
2	中程度(20%以上50%未満)	指数1と3の中間
3	多い(50%以上80%未満)	
4	非常に多い(80%以上)	着花状態が指数3より密

a) 雄花：処理部より先の枝全体に対する割合
　雌花：雌花が着花可能な先端の数本の枝全体に対する割合

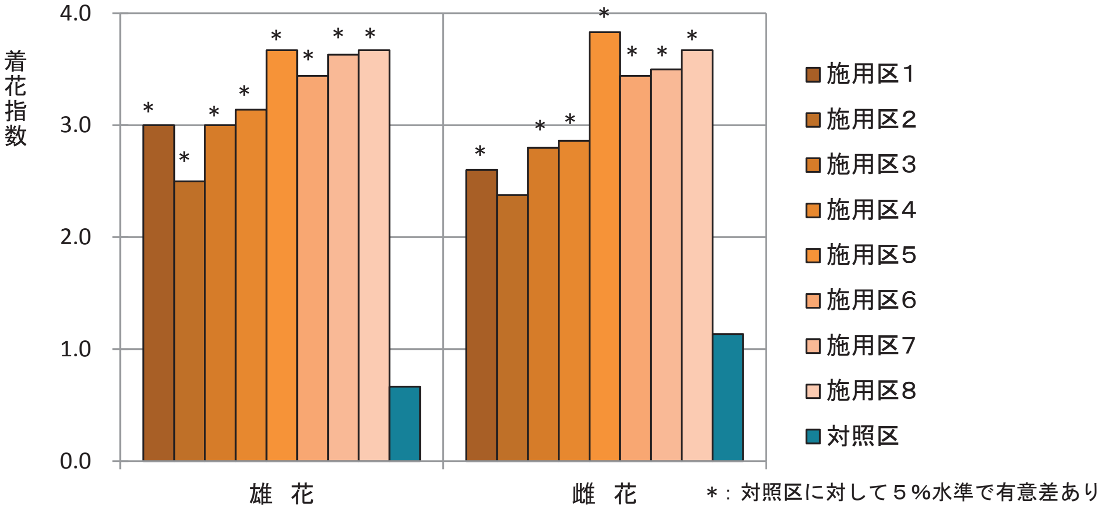


図１　施用量および施用回数が着花に及ぼす影響

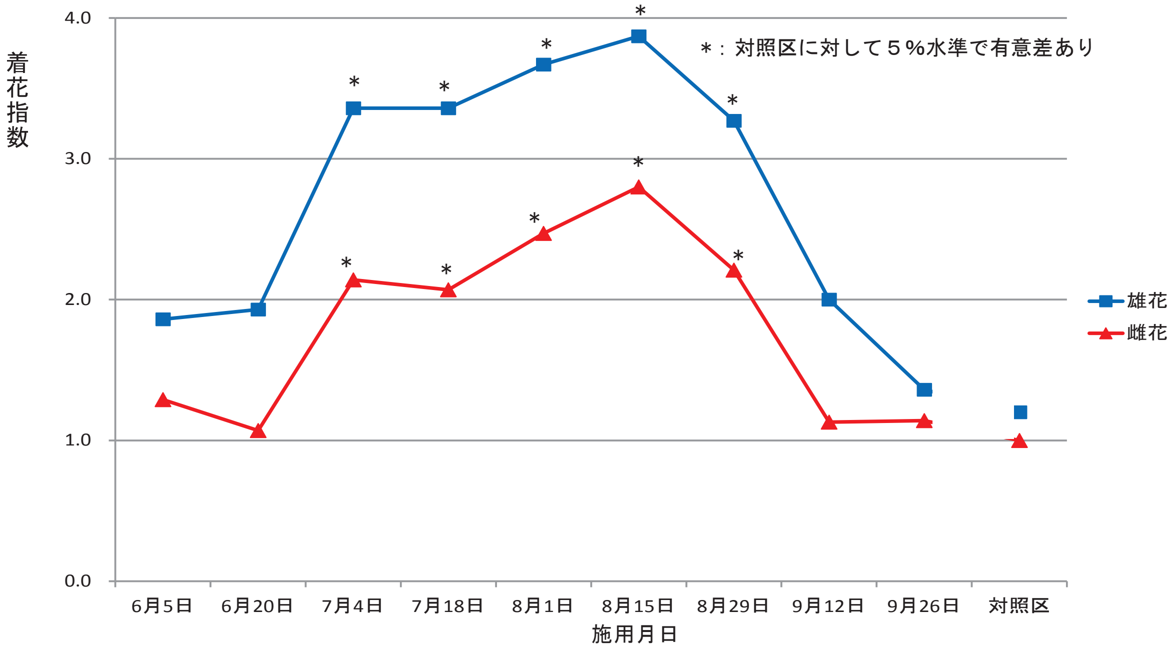


図２　花芽分化する期間における施用が着花に及ぼす影響

[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]

１３　大山モミ採種園の造成と種子生産

神奈川県自然環境保全センター　研究企画部研究連携課　　齋藤 央嗣

研究の背景・ねらい

大山のモミ原生林は、県天然記念物に指定されているが大気汚染が原因と考えられるいわゆる”モミ枯れ”が発生し、その保全が課題でした。県では大山モミ原生林の遺伝資源保存と大山のモミ林再生を目的として森林総合研究所林木育種センターと共同で、大山でのモミの選抜を行いました。選抜したモミを用い 2003 年に大山モミ採種園を造成しました。モミは林業的に造林の例は少ないですが、採種園等の造成はこれまで報告がないため、開花・結実について調査したところ、造成した翌年の 2004 年から種子の生産が見られました。そこで種子の生産量の動態について、さらには発芽率などの生産した種子の性能について調査するとともに、あわせてモミの採種園造成樹種としての可能性について考察しました。

成　果

大山モミは、1993 ～ 98 年に比較的大径で生育にすぐれた個体を 28 本選抜（中田ら、2005）し、接ぎ木により増殖しました。2003 年に県自然環境保全センター所内に採種園形式で植栽しました（図１、写真１）。

植栽２年目の 2004 年に初めて種子が生産され、以後毎年結実しており、2011 年には 5.03kg の種子を生産しました（図２）。開花結実は、接ぎ木で増殖した大山モミクローンのみで見られ（写真２）、比較として植栽した実生個体では全く開花結実が見られませんでした。実生個体を除く年次、系統の個体別の種子生産量をデータとした分散分析により年次、系統とも有意差が認められましたが、交互作用も有意であり、植栽時の個体サイズの違いの影響が考察されました（写真 1）。着花割合は 2007 年より増加傾向にあり、最大の 2011 年で雄花着花率は５割近くに達し､07 年､12 年では､周辺モミで着花がないにもかかわらず２割近い雄花の着花が認められました（図３）。雌花着花率は、雄花着花率より 1/3 程度と低く（図３）、種子生産に寄与する母樹の割合は、最大の 2011 年で２割程度でした。モミの種子は、宮ヶ瀬、大山等の自然林からも採取していますが、その結実の周期は採種園と同調している傾向が見られ、豊作年の種子は、発芽率も高くなりました（図４）。

採種園で採取された種子の発芽率は、自然林から採取した種子と比較し低かったものの、生産量の増加とともに発芽率も向上し、園内での開花個体の増加により、種子の稔性が向上していると考えられました。モミは、これまで採種園造成の事例は報告されていませんが、接ぎ木苗を利用することにより連年的な結実が得られ、採種園形式での種子生産が可能であることが明らかになりました。

成果の活用

本成果は、神奈川県自然環境保全センター研究報告 12（2004）に掲載するとともに第３回森林遺伝育種学会（2014）でポスター発表を行いました。

神奈川県では、水源の森林づくり事業の一環として、県内産の広葉樹等の地域性種苗の生産を行っており、モミについても県内産母樹からの種子及び苗木生産を実施しています。採種園産種子については､発芽率が課題であり､苗木生産者へ配布に至っていませんが、今後は増加傾向にある発芽率が向上すれば、種子の配布を実施し採種園での種子生産に移行する予定です。

写真１　造成当初の大山モミ採種園（2003）

	26	17	2	16	5	20	18	12	27	14	20	15	11	9	12	14	●19	15	14
	11	14	12	実	●13	26	●1	21	2	実	3	26	●4	5	●7	28	9	22	10
	12	5	●1	9	14	28	●4	25	●6	16	5	17	21	17	22	18	●24	20	●6
	14	17	15	20	16	実	12	26	●23	3	14	9	15	27	●6	12	5	9	●7
20	22	16	●13	26	●24	25	15	20	25	11	17	実	●7	11	9	14	28	22	10
12	9	14	10	15	11	18	22	27	●13	14	●24	14	25	9	16	18	17	14	18
15	●1	17	●23	実	3	20	16	実	26	22	●19	11	18	実	●13	25	20	16	21
28	●19	25	20	14	21	22	●1	17	2	実	3	実	●4	17	26	実	27	22	28
14	15	実	16	実	17	実	●7	実	9	26	10	25	11	実	●4	実	2	実	3
実	●6	実	実	実	18	実	28	実	22	実	28	実	27	実	28	実	20	実	5
					実	実	●23	実	27	実	25	実	14	実	22	実	17	実	28

植栽品種と本数

番号	品種	本	番号	品種	本	番号	品種	本	番号	品種	本	番号	品種	本
1	大山101	0	6	大山106	0	16	大山116	8	21	大山121	4	26	大山126	8
2	大山102	4	7	大山107	0	17	大山117	11	22	大山122	10	27	大山127	6
3	大山103	5	8	大山108	0	18	大山118	7	23	大山123	0	28	大山128	9
4	大山104	0	9	大山109	9	19	大山119	0	24	大山124	0	実●	大山実生	65
5	大山105	6	10	大山110	4	20	大山120	10	25	大山125	8		合計	211

図１　大山モミ採種園配植図

●は苗木不足により当初実生を植栽。今後入替と縦・横方向の間伐を行う。

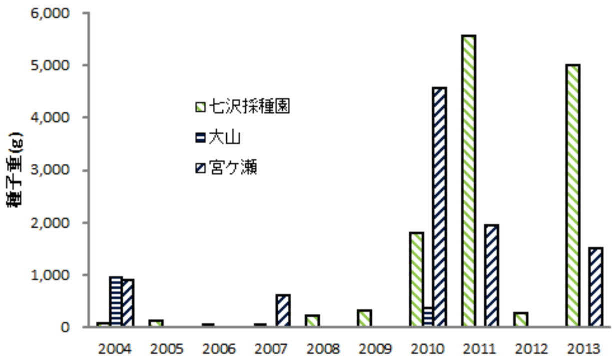


図２　種子生産量の年次変動

写真２　接ぎ木クローンに結実した状況

表１　2008～2013年までの系統別の種子生産量についての分散分析表

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	有意確率
系統	20	575,533	28,776.7	3.719	0.000**
年次	5	193,655	38,731.0	5.005	0.000**
系統 * 年次	100	1,059,310	10,593.1	1.369	0.014*
誤差	702	5,432,284	7,738.3		
総和	828	7,502,481			

注）**：1%水準で有意、*：5%水準で有意

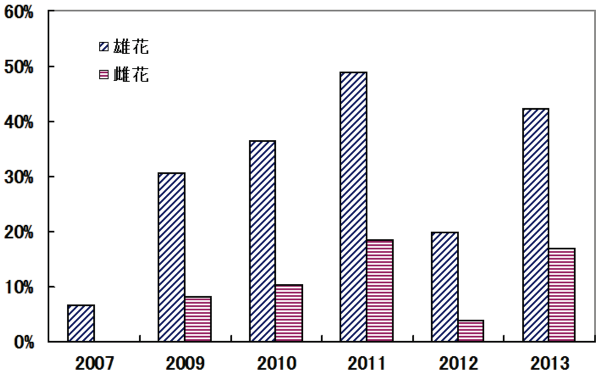


図３　雄花と雌花の着花率の年次変動

着花率は実生個体を除く。2007年の雄花、2008年は未測定。

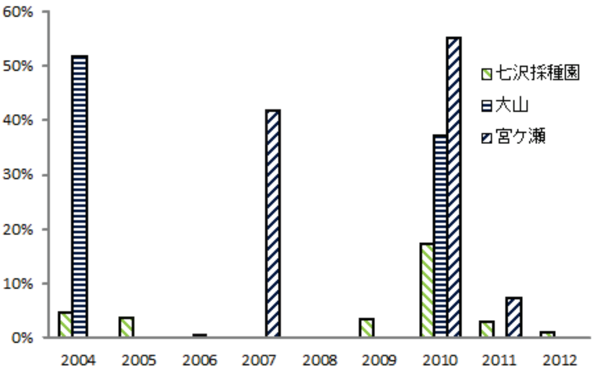


図４　発芽率の年次変動

注）2006～08の七沢は未測定

2004～08・2010は室内発芽率、他は、苗畑発芽率

［問い合わせ先：神奈川県自然環境保全センター　研究企画部研究連携課　TEL 046-248-0321］

１４　森林境界明確化支援システムの開発

富山県農林水産総合技術センター森林研究所　　小林 裕之

研究の背景・ねらい

植林からの時間経過や所有者の高齢化などにより、森林の所有界が不明確になり、集約的な森林施業の実施が困難になってきています。そこで、過去の空中写真から樹高、林齢、施業履歴等の違いを判読し、公図や登記簿情報などの既存の地図情報やGPSを組み合わせ、森林所有界の推定を手助けするための、「森林境界明確化支援システム」を開発しました。

成　果

開発したシステムの概要を図１に示します。森林研究所では主として昭和20年代以降に撮影された過去の空中写真をオルソ写真（中心投影のひずみを除去して地形図とぴったり重なるようにしたもの）に変換しています。過去の写真に注目したのは、森林所有者が異なれば施業履歴や林相も異なり、撮影年度の異なる時系列写真からそれらの違いを判読できる可能性があると考えられたからです。実際、ある年の写真に写っていた地拵え地の輪郭が所有界に一致した例がありました。また、森林研究所ではオルソ写真やその他の地理情報を、県の出先機関や森林組合で表示、閲覧できるよう、無料のGIS（地理情報システム）ソフトウェア用データへと加工しています。

森林組合では、登記所から取り寄せた公図と登記簿を統合した森林素図（地番、地目、所有者名等が記入された図面）を作成し、オルソ写真等と見比べながら所有界の推定を行います。さらに、必要に応じて、現地調査や地元座談会で使用するデータの切り出し作業等を行います。現地調査ではノートPCにGPSロガーを無線接続し、多時期のオルソ写真を同時に表示したり、１枚のオルソ写真をハンディGPSで表示したりして、リアルタイムナビゲーションを行います（図２）。地元座談会ではノートPCにオルソ写真の鳥瞰図（図３）を表示し、様々な角度から過去の森林の状態を所有者に見せ、昔の記憶を思い出してもらいます。本システムは３度の現地検証を経て改良を重ね、森林所有界の推定に利用されています。

成果の活用

本研究については、中部森林学会（平成25年10月）、富山県農林水産総合技術センター森林研究所研究成果発表会（平成26年７月）で発表を行い、中部森林研究第62号、富山県農林水産総合技術センター森林研究所研究レポートNo.8（http://www.fes.pref.toyama.jp/から閲覧可）に論文等が掲載されました。また、本研究で開発したシステムについては富山県東部の山林において実際に活用されています。なお、富山県森林研究所所有のGISソフトウェアを利用した簡易デジタルオルソフォトの作成マニュアルを（http://www.fes.pref.toyama.jp/）にて公開しております。

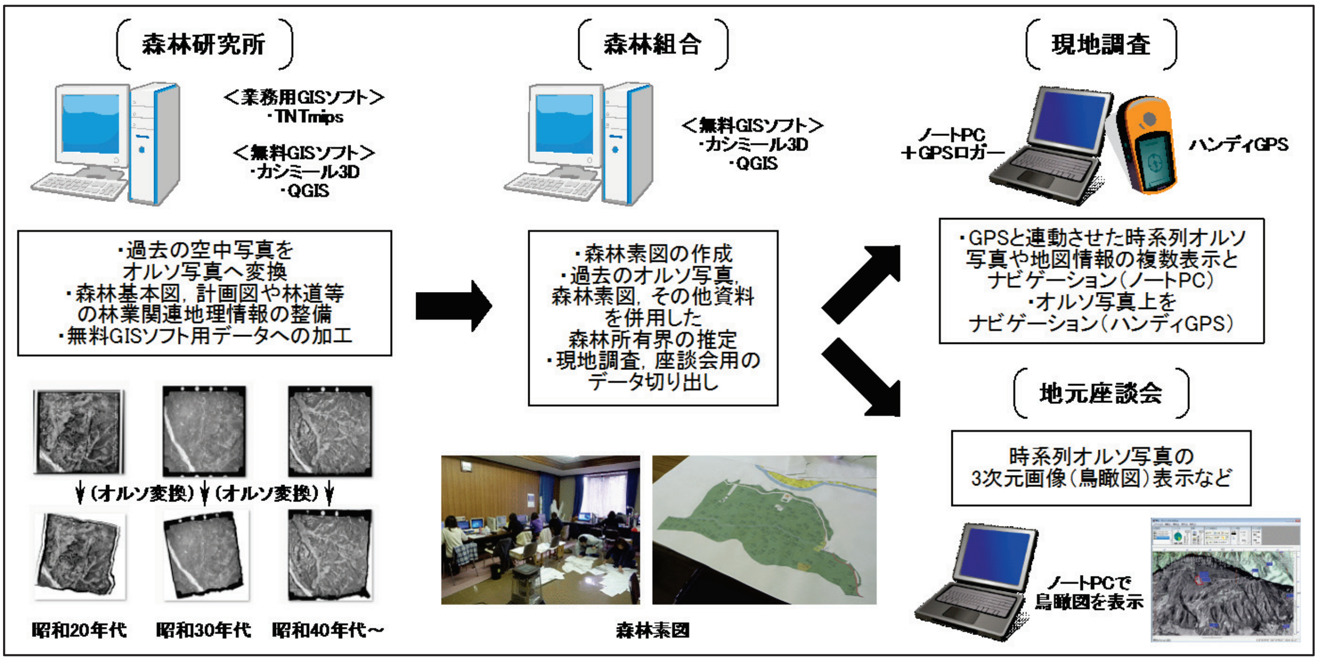


図１　森林境界明確化支援システムの概要図

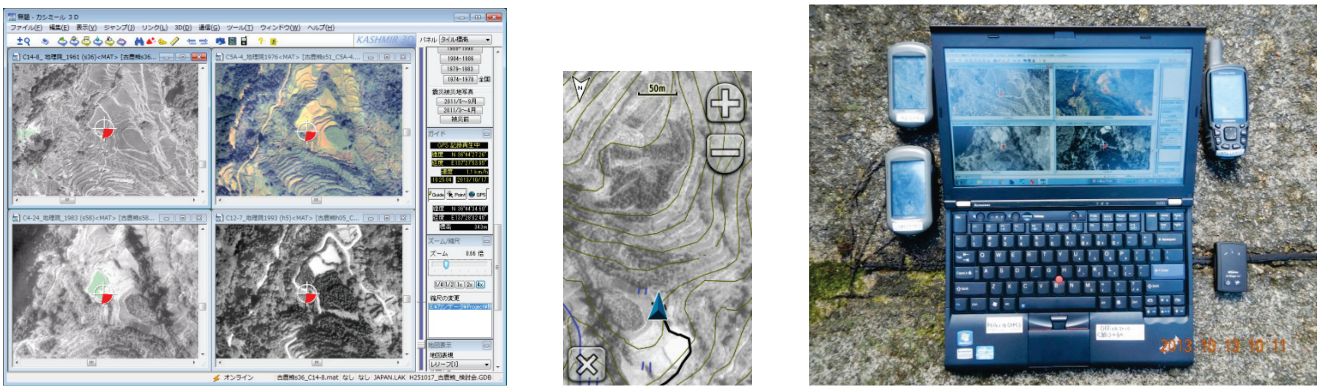


図２　ノートPCとハンディGPS

左：４時期のオルソ写真を表示した PC の画面、中：オルソ写真を表示したハンディ GPS の画面、右：ノート PC＋GPS ロガーとハンディ GPS3 台

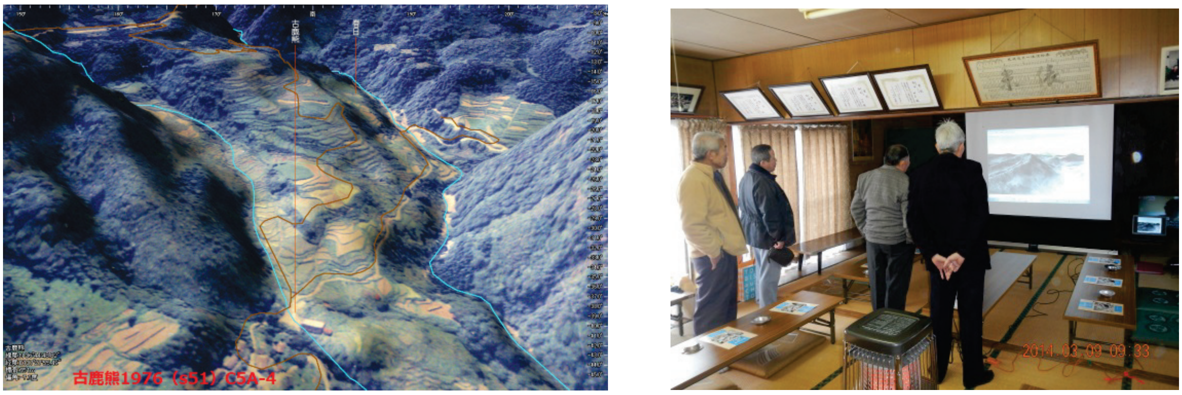


図３　オルソ写真の鳥瞰図と鳥瞰図に見入る森林所有者

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

１５ 富山県林業経営収支予測システムの開発

富山県農林水産総合技術センター森林研究所　　図子 光太郎・嘉戸 昭夫

研究の背景・ねらい

森林組合などの林業事業体が、集約化をすすめ搬出間伐などを実施する場合、施業の方針や得られる収入などについて、森林所有者にあらかじめ十分に理解してもらい、合意を得る必要があります。その際、販売収益や経費を正確に見積もることが求められますが、現場によって林況や作業条件が大きく異なる素材生産事業において、収益や経費を予測することは容易ではありません。とくに、本県のような多雪地帯では、根元曲がり木が多く含まれ、収支予測はいっそう困難になります。そこで、根元曲がり木の多い林分にも対応し、間伐や主伐などの素材生産の収益や経費を簡単に予測できる『富山県林業経営収支予測システム』の開発を行いました。

成　果

１） 丸太の生産量および品質の推定

根元曲がりの大きさや形態によって、生産される丸太の量や品質は大きく異なります。このような根元曲がりの影響を生産量や収益の予測に反映させるため、樹幹形状分類（図 1）とよばれる簡単な基準にもとづいて、樹幹の形状を 1 級から 5 級までの 5 つに分類し、樹幹形状級別に生産される丸太の量や品質を推定するためのモデル（利用材積推定モデルおよび品質別材積率推定モデル）を作成しました（図 2 および図 3)。

２） 伐出作業における標準サイクルタイムの作成

素材生産経費を予測するためには、伐出作業の各工程における作業時間を明らかにする必要があります。そこで、作業時間算出の基準となる伐木、木寄せ、造材、集材など各工程のサイクルタイムに関する調査を行いました。図 4 はチェンソー伐木のサイクルタイムを例示したものです。

３） 林業経営収支予測ソフトウエアの開発

誰でも簡単に素材生産収支の予測ができるよう、マイクロソフト社のエクセルをベースにソフトウエアを開発しました。操作方法はシンプルで、対象となる林分の調査データ（胸高直径、樹高、樹幹形状など)、伐採本数、伐出作業にかかる人員や機械の数などを入力するだけで、素材生産量や販売収益（表 1)、素材生産に要する経費（表 2）が出力されます。

成果の活用

今回、作成した『富山県林業経営収支予測システム』は、富山県内の森林組合、素材生産業者および各農林振興センターに配布しました。また､利用に関するマニュアルを作成するとともに林業技術者向けの研修などを実施し、本システムの普及を図っています。

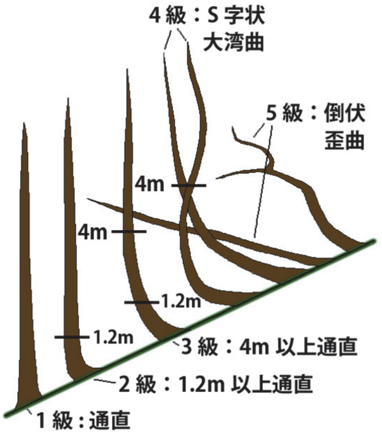


図１　樹幹形状分類の基準

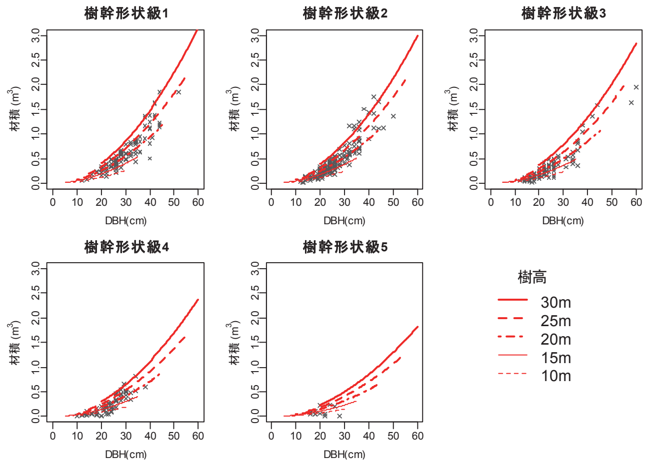


図２　樹幹形状級別の利用材積（利用材積推定モデル）

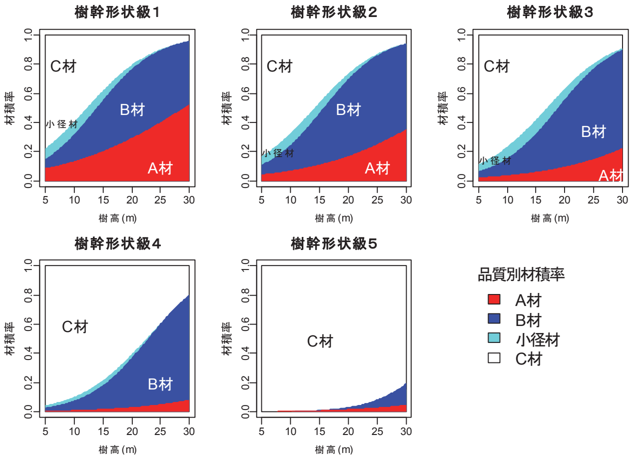


図３　樹幹形状級別の品質別材積率
（品質別材積率推定モデル）

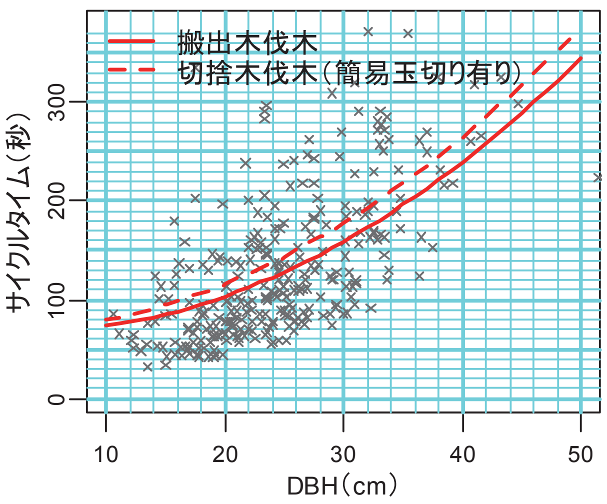


図４　胸高直径と伐木サイクルタイム

表１　収益予測の出力結果

丸太等級	材積 ㎥	金額 千円
A材	78	937
B材	218	2,398
C材	311	1,431
小径材	39	232
小計	646	4,998
間伐補助金		5,509
作業道補助金		1,179
補助金計		6,688
収益計		11,686

表２　経費予測の出力結果

作業工程	人員数 人	作業日数 日	費用 千円	労働生産性 ㎥/人日
伐木	3	20.0	1,043	10.8
木寄せ	2	13.6	559	23.7
造材	1	25.7	1,149	25.1
集材	1	30.0	1,135	20.9
伐出作業計	7	89.3	3,886	4.5
副作業	10	57.8	2,361	
直接経費計	17	147.1	6,247	
間接経費			4,369	
経費計			10,616	

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

１６　ニホンジカに影響された半自然草原における植生復元

山梨県森林総合研究所　森林研究部　　長池 卓男・大津 千晶・飯島 勇人

研究の背景・ねらい

山梨県の半自然草原は、落葉広葉樹林帯～亜高山帯に位置しており、森林が過去の採草等の人為によって転換され、維持されてきたものと推測されています。そのような半自然草原は、生物多様性保全、レクリエーション、観光資源などの場として重要な役割を担っています。しかし、近年個体数を増加させているニホンジカにとって格好の採餌場ともなっており、摂食や踏みつけによって植物の種組成の変化や表土の流出、土壌の乾燥等、大きな影響が出始めています。

県有林・県立自然公園・県自然記念物であり、かつニホンジカの大きな影響が顕在化し、アヤメの群生地として有名な櫛形山を事例として、①復元目標の設定、②土壌流出防止策の検討、③復元目標に応じたニホンジカ影響の防除方法および植生回復策の検討を行いました。

成　果

復元目標の設定は、関係者等へのヒアリングを行い、アヤメの回復だけではなく、ニホンジカの影響が顕著になる前の生態系の復元を目指すこととしました。

すでに表土が流出してしまった箇所において、土壌流出を防ぐ植生マットとニホンジカの摂食を防除する植生保護柵の設置を組み合わせた処理区を設け、植生調査により植生回復過程の違いを把握しました。植生保護柵内は、植生保護柵外に比較して、植生マットの有無にかかわらず被度が高く種数が多くなりました（写真 1、図 1）。また、植生保護柵内の植生マットを敷設してない方では、敷設してある方よりも被度が高く種数が多くなりました。したがって、まず植生保護柵を設置することでニホンジカの摂食から植生を防除し回復を図ることが、土壌流出防止策として有効であることが示されました。

ニホンジカの影響が顕著になる以前の 1981 年に県立巨摩高校自然科学部が櫛形山で植生調査を行った結果と、2007 年に南アルプス市が設置した植生保護柵の内外の植生を比較することで、植生回復の程度を把握しました。植生保護柵内では、植生保護柵の設置からの年数が経過するほど 1981 年当時の種組成への回復が見られ、植生保護柵は種組成から見ても植生回復に有効であることが示されました。しかし、植生保護柵外では、1981 年とは異なる種組成へと年々変化しており、植生保護柵で保護されている以外の場所では植生劣化が継続して進行していることが示されました（写真 1、図 2）。したがって、植生保護柵による対策に加えて、ニホンジカの個体数管理などの対策も並行して行う必要が示されました。

成果の活用

本研究の成果は、ニホンジカの影響が顕著な他の半自然草地においても活用できると考えられるため、植生保護柵の有効性と、それに並行して個体数管理を行うことの重要性を関係各位に普及しています。また、この研究課題を要望した南アルプス市みどり自然課への報告を行い、市民講座等での講演や論文発表（Nagaike et al., ISRN Biodiversity, 2014）を通じて、櫛形山での現状やこれからの対策についての広報を行っています。

20130527

20130816

写真１　土壌流出とニホンジカの摂食の防止による植生回復過程試験地

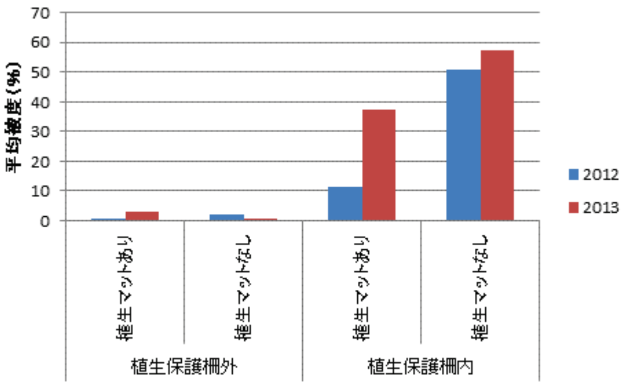


図１　土壌流出とニホンジカの摂食の防止による植生回復過程

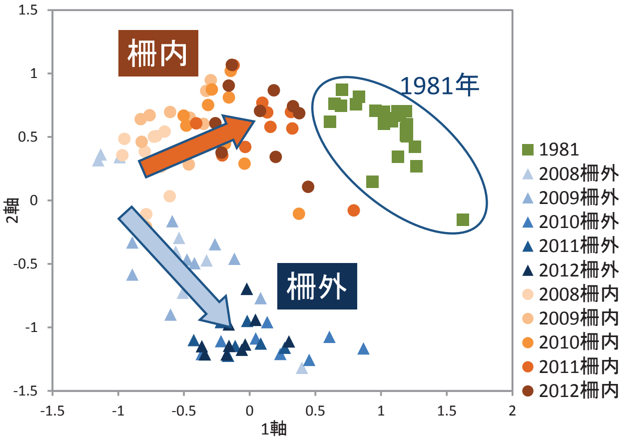


図２　ニホンジカの影響がなかった時期（1981年）と、植生保護柵内外の植生回復過程の比較

［問い合わせ先：山梨県森林総合研究所　森林研究部環境保全科　TEL 0556-22-8001］

１７　針葉樹人工林の高齢化に適応する間伐体系の構築

岐阜県森林研究所　森林環境部　　渡邉 仁志

研究の背景・ねらい

近年、主伐期を迎えた針葉樹人工林の多くで伐期が延長される傾向にあります。また、間伐が不十分だったため過密になり、経済的価値や公益的機能の低下が危惧されている林分もあります。これまでの施業体系は短伐期施業で適切な管理が行われてきた林分に対応するもので、前述のような林分を想定していませんでした。そこで、当研究所では行政や現場からの要請を受け、過密林を出発点とし人工林の高齢化、作業の機械化に対応した新しい目標林型と間伐体系（施業指針）の構築に取り組みました。

成　果

（１）過密林の現状と間伐後の成長

壮齢のスギ、ヒノキ人工林を調査した結果、過密林は管理が行き届いた林に比べ、①胸高直径が小さく形状比が高い、②枝下高が高く樹冠長が短い、③林の中に優劣のついた木が混在していてばらつきが大きいことが特徴で、間伐後の直径成長は、間伐直後の直径が太く樹冠長の大きな個体で大きい傾向がありました（図１）。これらの結果から、過密林内にも間伐によって成長できる個体があること、ただし、今後の成長が望める個体を残すような選木が必要であることが分かりました。

（２）過密林をモデルとした間伐手法のシミュレーション

スギ過密林で列状間伐と下層間伐のいずれかを繰り返した場合の収支を比較した結果、列状間伐は作業効率が高いため短期収益では有利ですが、意図的に選木ができないこと、林分の質が向上しないことから、長期的な収支まで考えると不利な場合があることが分かりました。また、列状間伐など林分構造が急激に変化するような間伐方法を採用すると、気象害への耐性が一時的に低下した事例がみられました。

（３）間伐支援ツールの作成と過密林の施業指針の策定

本研究により得られた成果をもとに、間伐支援ツール（表１、図２、図３）と過密林の施業指針を示しました。この指針では、過密林を出発点とした目標林型の設定の考え方を示し、①目標林型や林地条件に合わせて間伐手法を選択すること、②林分構造の健全化をめざすため下層間伐を基本とすること、③林分構造が急激に変化するような間伐（強度間伐や列状間伐）をできるだけ避けること、④列状間伐を採用する場合は繰り返し行わないことを過密林間伐の基本方針としました。

成果の活用

本研究により得られた成果は、講演会６件、学会発表 24 件、論文 16 件、その他紙面上での発表 12 件などにより森林研究者、林業関係団体、行政職員等に公表し、新聞等に 16 件掲載されました（2014 年 12 月現在）。また、成果を取りまとめて、冊子「木材生産のための過密林の間伐のしかた」を作成しました（図４）。現在、林業技術者研修、施業プランナー研修などでこの冊子を活用し、研究成果の普及を進めています。また、冊子は岐阜県森林研究所の web サイト（http://www.forest.rd.pref.gifu.jp/）から入手していただけます。特に現場からの問い合わせを多くいただいています。

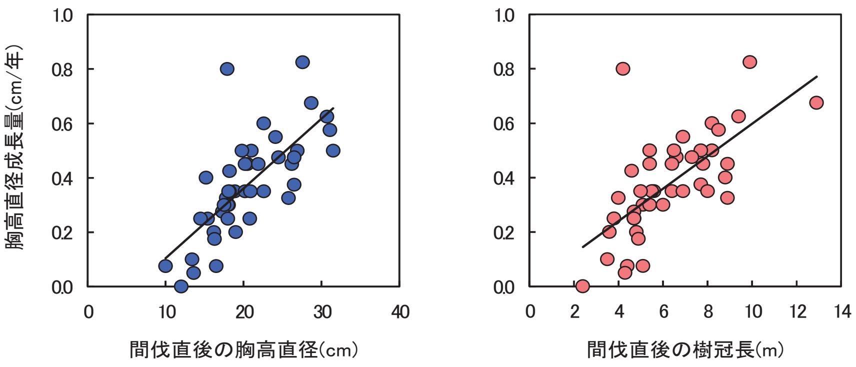


図１　岐阜県の過密なヒノキ林における間伐直後の胸高直径(左)、樹冠長(右)と直径成長量の関係

表１　研究成果を活用した間伐支援ツール

間伐支援のためのツール	ツールの内容
１システム収穫表・シルブの森	岐阜県のスギ、ヒノキ林に対応した成長予測システム（改良）
２スギ・ヒノキ細り早見表	岐阜県のスギ、ヒノキに対応した細り表（開発）
３細り早見カード	細りを推定するための携帯型カード（開発）
４相対幹距比早見カード	林分の相対幹距比を判定する携帯型カード（開発）
５枝下高管理図	平均胸高直径と平均樹高、平均枝下高の関係図（開発）
６過密林の間伐手法選定フロー	間伐方法を選択するためのフローチャート（開発）

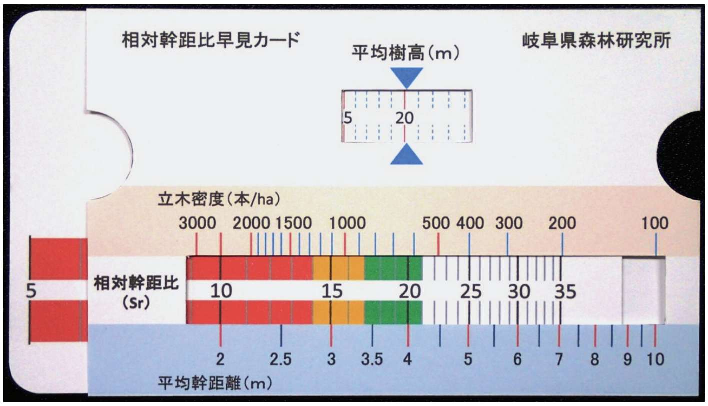


図２　相対幹距比早見カード

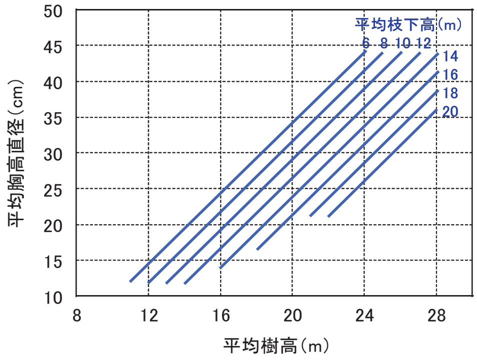


図３　ヒノキ林の枝下高管理図

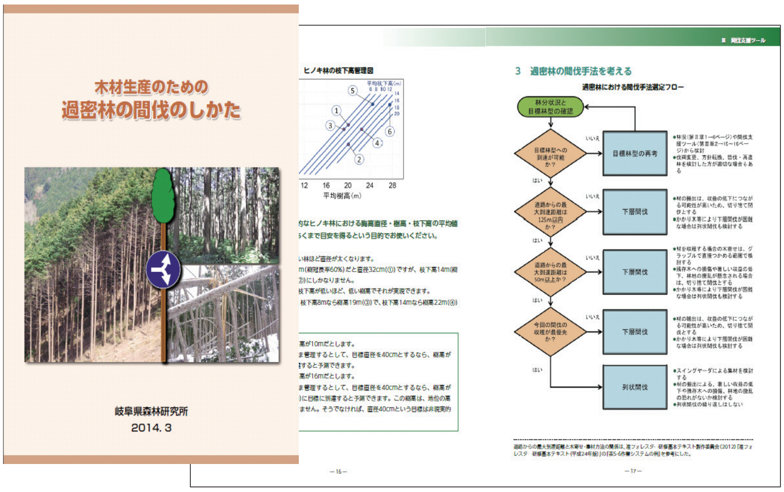


図４　過密林の間伐指針をまとめたマニュアル

[問い合わせ先：岐阜県森林研究所　森林環境部　TEL 0575-33-2585]

１８　ニホンジカ雌雄判別キットの開発

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター　森林育成科　　山田 晋也

研究の背景・ねらい

ニホンジカの効率的な低密度化には、個体数の削減に有効なメスジカの捕獲比率を高めることが必要です。方法の一つとして、メスジカの捕獲報償費をオスジカよりも高く設定する方法が考えられます。そのためには捕獲個体の雌雄確認が必要になりますが、捕獲個体の中には雌雄判別が難しい損傷個体が存在することや、性別の現地確認に労力が掛かる等の課題があります。また、捕獲個体の雌雄判別は狩猟者による自己申告によってのみ行われており、それを確認する客観的な判別方法がありませんでした。そこで、性別の現地確認にともなう労力の軽減、管理捕獲に対する適正な報償費支払い執行のため、捕獲従事者より提出されるシカの体組織を用いて簡便に性別を判定する手法を開発しました。

成　果

ニホンジカの体毛 1 本から DNA を抽出し、LAMP 法を用いて増幅を行い、Y 染色体上にある *SRY* 遺伝子と X 染色体上にある *ZFX* 遺伝子の塩基配列から性判別を行う方法を開発しました。LAMP 法は温度条件が単純であるため、一般的な遺伝子検査で使用する理化学機器を必要としません。また、抽出した DNA に対象の遺伝子配列が存在すれば、試薬が白濁または蛍光発色する簡単な仕組みであるため現場での応用に適しています（図 1 ）。

静岡県、北海道、高知県、山口県のニホンジカの *SRY* 遺伝子と *ZFX* 遺伝子の増幅を行った結果、すべての個体において LAMP 法結果と捕獲記録の雌雄が一致しました（表 1)。4 つの遠く離れた地域から得た検体を用いても正確に雌雄判別できたことから、地域を選ばないで適用可能であることが示唆されました。

本結果を基に、共同研究先の株式会社ニッポンジーンが製品化を進め、平成 26 年 5 月 21 日から「シカ雌雄判別キット」を販売しています（http://nippongene.com)。「シカ雌雄判別キット」は、遺伝子検査で使用する一般的な理化学機器が不要な仕様となっています。

成果の活用

静岡県では、平成 26 年度から、管理捕獲におけるメスジカの報奨費をオスジカよりも高額にし、全国に先駆けて、「シカ雌雄判別キット」を用いた雌雄確認を実施しています。

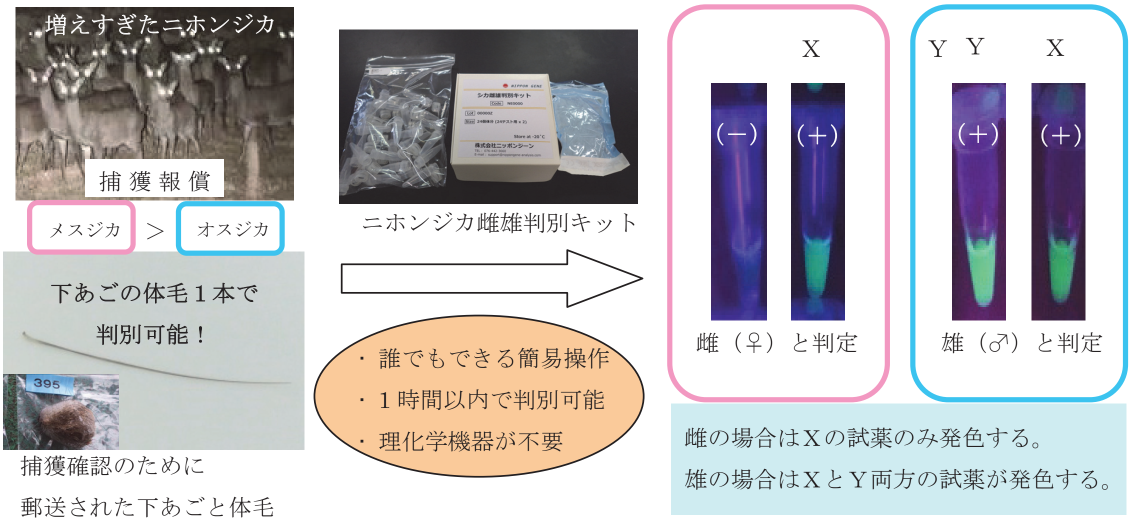


図１　開発したニホンジカ雌雄判別キットの概要

表１　雌雄判別結果

捕獲場所	サンプル名	性別 1)	LAMP法の結果	
			*SRY*遺伝子	*ZFX*遺伝子
静岡県	SI-4	♀	−	+
静岡県	SI-5	♀	−	+
静岡県	SI-668	♀	−	+
静岡県	SI-673	♀	−	+
静岡県	SI-704	♀	−	+
静岡県	SI-2	♂	+	+
静岡県	SI-29	♂	+	+
静岡県	SI-695	♂	+	+
静岡県	SI-700	♂	+	+
静岡県	SI-703	♂	+	+
北海道	HD-1	♀	−	+
北海道	HD-2	♀	−	+
北海道	HD-3	♀	−	+
北海道	HD-4	♂	+	+
北海道	HD-5	♂	+	+
北海道	HD-6	♂	+	+
北海道	HD-7	♂	+	+
高知県	KK-1	♀	−	+
高知県	KK-2	♀	−	+
高知県	KK-3	♂	+	+
高知県	KK-4	♂	+	+
高知県	KK-5	♂	+	+
高知県	KK-6	♂	+	+
山口県	YT-1	♀	−	+
山口県	YT-2	♀	−	+
山口県	YT-3	♀	−	+
山口県	YT-4	♀	−	+
山口県	YT-5	♂	+	+
山口県	YT-6	♂	+	+
山口県	YT-7	♂	+	+

※ −：遺伝子増幅しない　+：遺伝子増幅する
１）性別は捕獲記録によるもの

［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　森林育成科　TEL 053-583-3121］

１９　北陸の気候に適応した樹幹注入施用技術の開発

石川県農林総合研究センター林業試験場　　池田 虎三・千木 容

研究の背景・ねらい

樹幹注入剤（商品名グリーンガード・NEO）は、一度の施用で長期間にわたり効果が持続（最大効果持続期間は７年）するため、マツ材線虫病防除の重要な技術の一つです。この方法では、注入口から松脂が流出する前に作業を終える必要があるため、松脂の流出量が低下している 12 月から２月に作業が行われます。また、樹液流量が多い晴天日に行うことが推奨されています。北陸地方の冬季は天候が悪く、作業が可能な日が 90 日中 10 日間程度に限定されます。作業日が遅れることで、薬剤が樹体内に拡散するために必要な期間を設けることができず、十分な防除効果を発揮できないことが懸念されています。そこで、本研究センターでは、北陸の気候に適した樹幹注入施用技術の検討を行ってきました。

成　果

1.　冬季での樹体内における薬剤拡散必要日数

薬剤注入後に梢端部の薬剤濃度を測定した結果、薬剤が樹体内に十分に拡散し、防除濃度目標値に到達するまでには、120 日程度必要であることが明らかになりました（図 1）。北陸地方では、マツノマダラカミキリの羽化脱出は６月から始まるため、１月末までに作業を終える必要があります。

2.　冬季の曇天日における注入作業に必要な時間

冬季の曇天日における注入速度を、加圧式と自然圧式による方法でそれぞれ測定しました（写真 1）。その結果、加圧式では約 1.5 時間、自然圧式では約７時間で注入が完了しました（図 2）。

3.　樹体内の樹液流速の経時変化

樹液流速器（写真 2）によって樹液流速を測定した結果、日の出時刻の 30 ～ 90 分後に上昇していました（図 3）。流速は冬季よりも秋季の方が早く、秋季の早朝に注入することで迅速な作業が可能です。

4.　北陸地方における樹幹注入の施用時期

早朝に加圧式で注入作業を行った場合、松脂が注入口を塞ぐ前に注入が終わるため、松脂の流出量が多い 10 月からの作業も可能です。これにより、薬剤拡散する期間を十分に設けることが可能です。

5.　北陸地方における樹幹注入の最適施用技術

晴天日において、日の出時刻の 30 ～ 90 分後に加圧式による注入を行うことで、松脂の流出が懸念される 10 月からの注入作業が可能です。また、晴天日が少なく、天候が変化しやすい 12 月、１月は、晴天日だけでなく、曇天日でも注入作業が可能です。北陸地方においては、２月以降の施用は十分な防除効果を発揮できない恐れがあるため避ける必要があります。

成果の活用

本研究は、ゾエティス・ジャパン株式会社のご協力により実施されました。今後、「よくわかる石川の森林・林業技術 No.8　海岸マツ林の松くい虫対策」の改訂版の発行を予定しています（写真 3）。

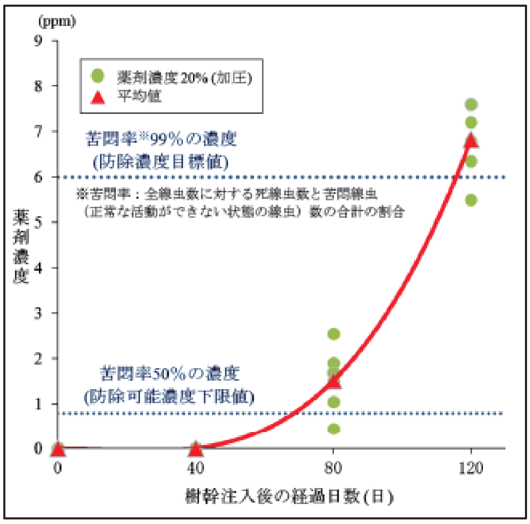


図１　樹幹注入剤の拡散必要日数

写真１　樹幹注入の様子
左：濃度8%薬剤の自然圧による注入
右：濃度20%薬剤の加圧による注入

写真２　樹液流速器（SFM1）の設置図

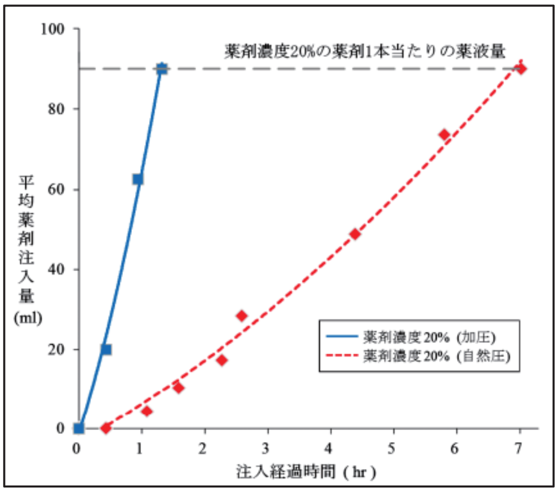


図２　薬剤の注入時間

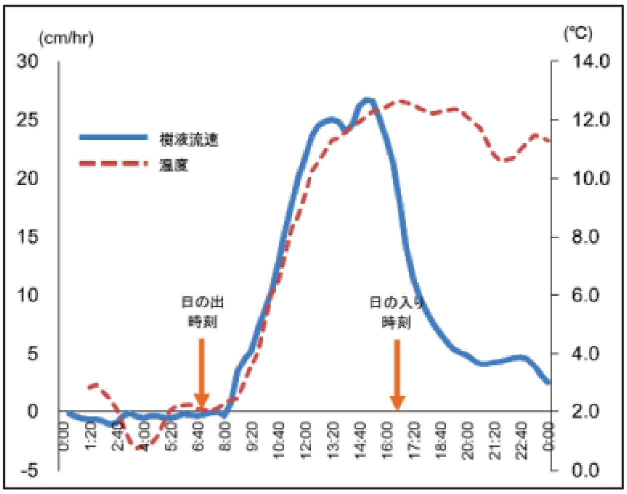


図３　樹液流速の経時変化（2013年12月9日）

写真３　普及誌「よくわかる石川の森林・林業技術」

［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］

20　ヒノキ人工林における強度間伐後の樹冠遮断率の変化

三重県林業研究所　　野々田 稔郎・島田 博匡（現　三重県津農林水産事務所）

研究の背景・ねらい

近年、増加傾向にある過密人工林における現象として、林内相対照度の低下による下層植生の衰退と林床の裸地化、これに伴う林地土壌の浸食量増加等が報告され、森林保全上の問題となっています。この対策として林内光環境の改善等を目的に間伐率の高い強度間伐が実施されつつあります。強度間伐は、林内の環境を大きく変化させるので、光環境以外の面からも、その影響を把握しておく必要があると考えられます。このうち、強度間伐が水流出へ及ぼす影響については、定性的理解は進んでいるものの、定量的な調査・研究は必ずしも多くない現状にあります。このことから、森林域における水流出過程の一要素である樹冠遮断率について、強度間伐実施林分を対象として調査を行いました。

成　果

36 年生ヒノキ林（0.47ha）内に、10m × 10m のプロットを設定し、樹冠通過雨量（13 個の雨量計を等間隔に設置）、全立木の樹幹流下量の測定を強度間伐前（2005 年 6 月～ 12 月）、間伐後（2006 年 5 月～ 2007 年 11 月）、間伐後約 7 年経過時（2013 年 7 月～ 2014 年 3 月）に行いました。プロット設定時の林況は、平均胸高直径 17.5cm、平均樹高 16.6m、立木密度 1,825 本 /ha であり、2006 年 1 月～ 3 月に当該ヒノキ林に強度間伐（本数間伐率 62%、材積間伐率 51%）を実施しました（間伐後、プロット内の立木は 19 本から 6 本へ減少）。

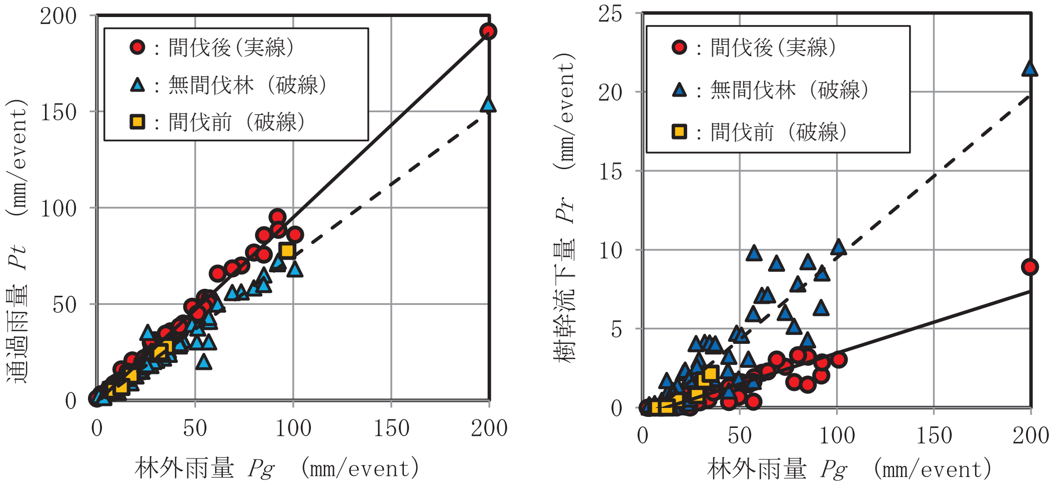
強度間伐前および直後の林外雨量と樹冠通過雨量、樹幹流下量の関係を図 -1 に、間伐後約 7 年経過時の結果を図 -2 に示します。なお、測定点数が少なかった間伐前データは、当林分に隣接する同齢のヒノキ無間伐林分の測定データを加えて補いました。樹冠通過雨量は間伐後増加し、樹幹流下量は間伐により立木本数が少なくなり減少しました（図 1）。間伐後 7 年経過時の樹幹流下量は間伐直後と同程度でしたが、樹冠通過雨量は間伐直後に比べ減少しました（図 2）。表 1 に、林外雨量 Pg と樹冠通過雨量 Pt および樹幹流下量 Pr の関係を直線式で表した時の傾き、切片および樹冠通過率、初期損失量をまとめました。

樹冠通過率から求めた樹冠遮断率は、およそ間伐前 14%、強度間伐直後 0.2%、 間伐後 7 年経過時 11% であり、7 年経過時の樹冠遮断率は、間伐前の 78% 程度まで回復し、測定プロット内の胸高断面積合計（間伐前 0.456m^2、7 年経過時 0.295m^2）の関係よりもやや大きいものの同様の傾向でした。なお、間伐直後の樹冠遮断率が非常に小さく、強度間伐により樹冠層に生じた大空隙の不均一性に対して、樹冠通過雨量の測点の少なさが要因として考えらます。間伐直後の胸高断面積合計（0.204m^2）から、もう少し大きい値となる可能性があり、他の地域における測定データなどと比較検討する必要があります。また、直線の傾き、切片から求めた初期損失量は、1 ～ 2mm 程度の結果となりました。今回得られた値は、降雨直前の気象条件や雨量強度等の初期損失量に影響する要因を考慮しておらず、より詳細な検討も今後の課題と考えられます。

成果の活用

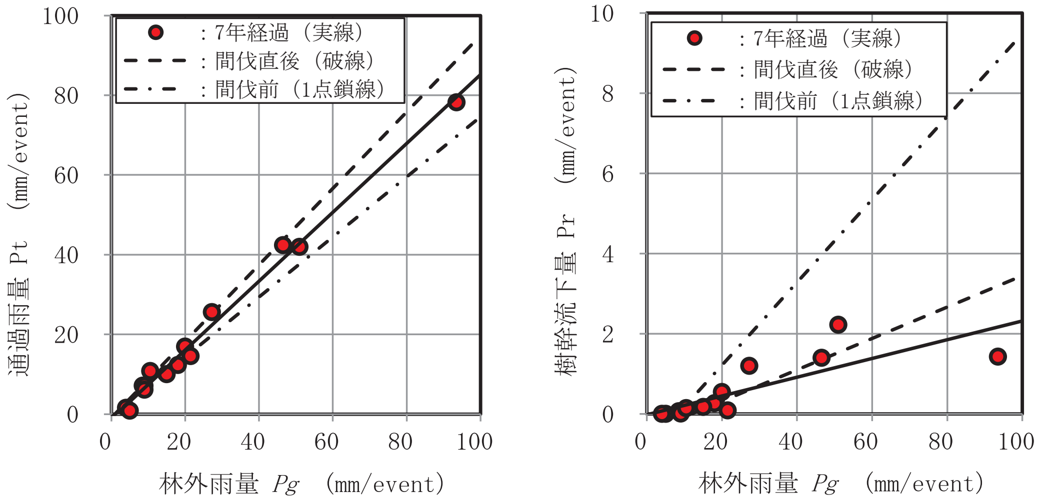
第 125 回森林学会大会で発表を行いました。

本研究は、科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業 CREST プログラムにより、8 機関が共同で実施しているプロジェクト研究の一部を分担して実施したものであり、共同研究機関が同時に実施している強度間伐後の流量や蒸散量、土砂流出量の変化等の測定・解析結果と森林管理との関係をプロジェクト研究の参画機関でまとめ、公表していく計画となっています。



(a)樹冠通過雨量　(b)樹幹流下量

図１　間伐前後の林外雨と樹冠通過雨量および樹幹流下量の関係
＊破線は間伐前データと無間伐林データを合わせた回帰線である



(a)樹冠通過雨量　(b)樹幹流下量

図２　間伐後7年経過時点の林外雨と樹冠通過雨量および樹幹流下量の関係
＊破線は間伐前データと無間伐林データを合わせた回帰線である

表１　林外雨量と樹冠通過雨量、樹幹流下量の関係式における傾きおよび切片

	樹冠通過雨量 Pt			樹幹流下量 Pr			樹冠通過率	初期損失量 (mm)
	傾き a	切片 b	r^2	傾き c	切片 d	r^2	(a+c)	−(b+d)／(a+c)
間伐前＋無間伐	0.7534	-0.7772	0.9704	0.1034	-0.8516	0.8542	0.8568	1.9010
間伐直後	0.9586	-0.8954	0.9905	0.0392	-0.4664	0.8706	0.9978	1.3648
間伐後7年経過時	0.8638	-1.2046	0.9905	0.0234	-0.0187	0.6421	0.8872	1.3788

*1：ａ、ｂは樹冠通過雨量Pt、林外雨量Pgの関係を　Pt＝aPg＋ｂ　で表した時の傾きと切片
*2：ｃ、ｄは樹幹流下量Pr、林外雨量Pgの関係を　Pr＝cPg＋d　で表した時の傾きと切片

［問い合わせ先：三重県林業研究所　森林環境研究課　TEL 059-262-5351］

２１　人工林伐採跡地における森林再生過程の把握

和歌山県林業試験場　経営環境部　　山下（中森）由美子

研究の背景・ねらい

木材価格の低迷等により、現在人工林伐採後の再造林が困難な状況にあり、未植栽地が見られます。このような林地における森林再生手法を検討するため、天然更新を活用した後継樹の導入可能性について調査を行いました。県南部の紀南地域における人工林伐採後 10 年以上経過した林地（伐採面積概ね 1ha 以上）において、植生調査（胸高直径≧ 1cm）を行いました。

成　果

・調査した 13 林分 29 方形区（100m^2/ 区、1 林分 3 方形区のみ 25m^2）内に出現した木本種数は 79 種で、生活形別にみると、高木はシイ・カシ類、クスノキ科、小高木はツバキ科、低木はクスノキ科、クマツヅラ科が約半数を占めていました（図１）。

・1 方形区あたりの幹密度の平均値は 8,852 本 /ha、胸高断面積合計の平均値は 17.9m^2/ha でした。最大直径の平均値は 14.0cm、最大樹高の平均値は 8.5m でした。「高木種＋小高木種」の幹密度の平均値は 7,738 本 /ha で幹本数の範囲は 0 本～ 28,800 本に及んでいました。先駆種を除いた非先駆性高木の幹密度の平均値は 7,372 本 /ha でした（図２）。

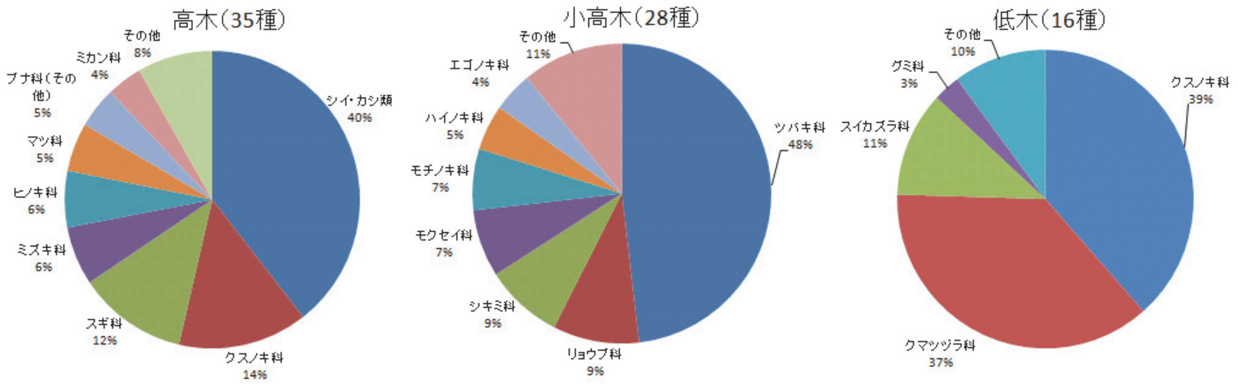
・植生タイプは、陽樹・先駆種型、常緑広葉樹Ⅰ型、針葉樹型、常緑広葉樹Ⅱ型の 4 タイプに分類できました（図３）。陽樹・先駆種型は凹型地形に多く出現し、常緑広葉樹Ⅰ型は凸型地形に多く出現しました。陽樹・先駆種型と常緑広葉樹Ⅰ型の先駆種割合は、胸高断面積合計で異なっていますが、幹密度では類似してみえます（図２）。陽樹は先駆種に含んでいません。

・林分の質的な回復状況の指標である非先駆性高木の幹密度は、どの植生タイプも伐採後年数と関係がみられませんでした（図２）。

・今回の調査から和歌山県南部では、常緑広葉樹Ⅰ型、陽樹・先駆種型、針葉樹型と判定された多くの林分は、非先駆性高木の幹密度（図２）などの指標からこのまま自然に植生回復していくものと考えられました。ただし、伐採後 10 年を経過して「高木種＋小高木種」の幹数が 2,500 本 /ha に満たない林分のように（図２）、一定量の樹木再生がみられない林分が、このまま順調に植生回復するかどうかは今後明らかにしていく必要があります。

成果の活用

本研究の成果は、平成 23 年度和歌山県農林水産総合技術センター研究成果情報、研究成果選集で公表しました。成果の詳細は、森林立地 56 号 2 巻 97-106 に「和歌山県南部の人工林伐採跡地に成立した林分の構造」として掲載されました。また、この成果は、「和歌山県天然更新完了基準書」の基礎資料として使用されました。



<u>出現した高木種</u>
イイギリ, ハゼノキ, ウリハダカエデ, アカシデ, イヌガシ, カゴノキ, カナクギノキ, クスノキ, シロダモ, タブノキ, ヤブニッケイ, スギ, ヒメシャラ, アカメガシワ, ウラジロノキ, ヤマザクラ, ヒノキ, アカガシ, アラカシ, ウラジロガシ, クリ, コナラ, シイ, シラカシ, ツクバネガシ, コバンモチ, アカマツ, カラスザンショウ, クマノミズキ, マルバアオダモ, ホオノキ, アオハダ, クロガネモチ, ヤマモモ, ユズリハ

<u>小高木種</u>
イヌガヤ, タカノツメ, ヌルデ, ヤマウルシ, ヤマハゼ, エゴノキ, トキワガキ, クサギ, ハマクサギ, シキミ, ヤブウツギ, ネジキ, サカキ, ヒサカキ, ヤブツバキ, クロバイ, タンナサワフタギ, ミミズバイ, カマツカ, ウバメガシ, ゴンズイ, ネズミモチ, イヌツゲ, ソヨゴ, タイミンタチバナ, ノリウツギ, リョウブ

<u>低木種</u>
タラノキ, キブシ, ヒメクロモジ, ヤマコウバシ, ムラサキシキブ, ヤブムラサキ, ナワシログミ, ヒメコウゾ, ガマズミ, コバノガマズミ, アセビ, ウンゼンツツジ, コバンノキ, イヌザンショウ, ウツギ, マルバウツギ

図１　生活形毎にみた樹木科別の出現幹数の割合と出現樹種

「高木」は一般的に高木層を形成しうる樹種であり、調査時点でのサイズとは無関係である。「小高木」、「低木」についても同義である。

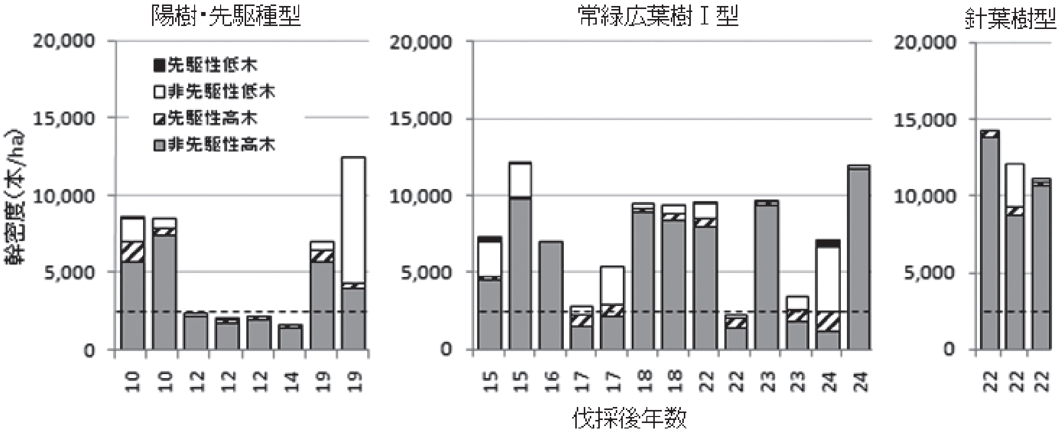


図２　各方形区における樹種群別の幹密度(本 /ha)

図２には、常緑広葉樹Ⅱ型(４区)と測定対象木のなかった１区を除く３タイプを示す。点線は幹密度 2, 500 本 /ha を示す。高木は小高木を含む。

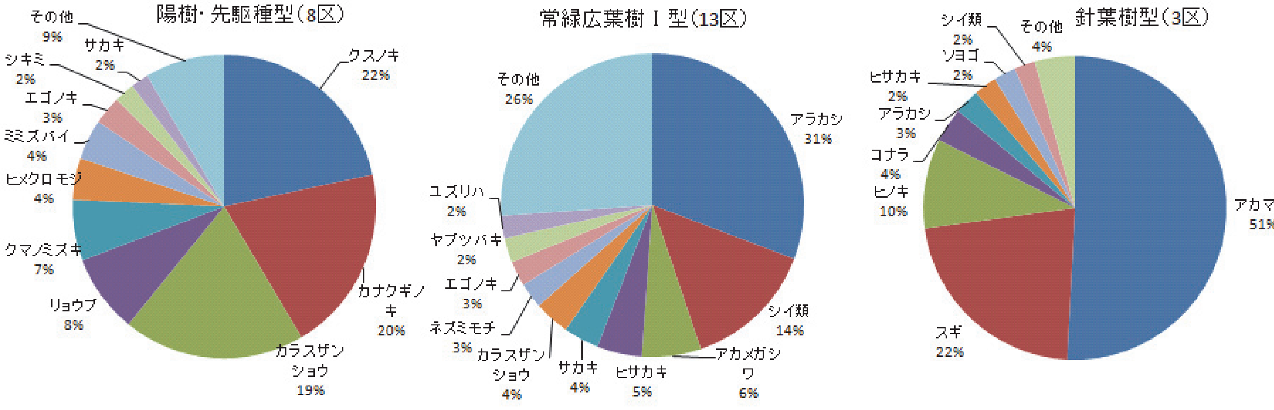


図３　各植生タイプにおける樹種別の胸高断面積割合

図３には、常緑広葉樹Ⅱ型(４区)と測定対象木のなかった１区を除く３タイプを示す。

[問い合わせ先：和歌山県林業試験場　経営環境部　TEL 0739-47-2468]

２２　広島の地形・地質に合う森林作業システムの開発

広島県立総合技術研究所林業技術センター　林業研究部　　與儀 兼三

研究の背景・ねらい

広島県西部地域は太田川の上流域に位置し、中・古生層や花崗岩・流紋岩類を基岩とする適潤性褐色森林土が広く分布し、本県の主要な林業地を形成していますが、急峻な地形も多く、林地保全にも配慮した森林作業が求められています。そこで、平成22年に導入されたハイパワーなウインチを装備した車両系と架線系の林業機械を組み入れた欧州型作業システムの適用性について、実証試験を行いました。導入された機械は、車両系がコッチェンロイター社（ドイツ）の林業用トラクタK175で、8 t引きのウインチを２基搭載し、6.2 m伸びるクレーンの先にはコーネケトネン社（フィンランド）のハーベスタ（KETO100EcoS）を装着しています（写真1）。架線系はコンラッド社（オーストリア）の高機能搬器Liftliner4000で、荷吊りウインチの巻取り能力が４ t、ロープ速度は毎分240 m、12 mmロープの巻込み容量が100 mのドラムを装着しています（写真2）。

成　果

実証試験は県の林業課とともに平成22～24年度にかけて車両系が①甲繋（北広島町）、②大寺山（安芸高田市）、③景浦山（広島市）、④鍛冶屋山（安芸太田町）の4箇所、架線系が⑤松郷山（広島市）、⑥片廻山（広島市）の2箇所で実施しました。車両系試験地の作業環境（A～D）は、A：樹種/林齢（年生）①ヒノキ/49、②ヒノキ/28、③スギ・ヒノキ/37・60、④スギ・ヒノキ/53、B：単木材積（m^3）① 0.44、② 0.29、③ 0.54、④ 0.68～0.77、C：地形傾斜（度）① 22、② 10、③ 30、④ 9～25、D：集材距離（m）① 10、② 75、③ 62、④ 69～77という条件でした。架線系は、組み合わせた機械が⑤タワーヤーダ（コベルコACERA）と⑥集材機（釜原鉄工所SK25-3A）で、試験地の作業環境（A～D）は、A：⑤スギ・ヒノキ・アカマツ/35～74、⑥スギ・ヒノキ/55・56、B：⑤ 0.4、⑥ 0.53、C：⑤ 25～26、⑥ 20～25、D：⑤ 180～195、⑥ 275～295という条件でした。その結果、集材作業工程の1サイクル当たりの生産時間（秒/回）は車両系が① 360～408、② 374、③ 247～538・④ 548～1,306、架線系は⑤ 394～441、⑥ 328～493、また1時間当たりの生産性（m^3/時間）は車両系が① 3.81～7.20、② 3.87、③ 6.85～9.90、④ 3.54～10.45、架線系が⑤ 3.25～5.06、⑥ 5.13～8.99でした（図1及び2）。

これより、適用作業システムおよび適用集材機械を選定する際の現場の作業環境条件のうち、特に集材作業工程に影響を与える因子となるC：地形傾斜（緩：20度未満、中：20～30度、急：30度以上に区分）では車両系→中傾斜地、架線系→急傾斜地、D：集材距離（短：70m未満、中：70～150m、長：150m以上に区分）では車両系→中距離、架線系→長距離、B：単木材積に関係する集材対象（小・中径材：末口径30cm未満、大径材：30cm以上に区分）では車両系・架線系共→大径材、という選定が適当と判断しました（表1）。

成果の活用

本成果は適宜、研究成果発表会（当センター、全林試協）や学会（日本森林学会、森林利用学会）で公表するとともに、林業関係機関誌（「山林」、「機械化林業」等）へ紹介しました。また行政・普及機関をはじめ、本機械を導入した広島県西部森林組合事業推進協議会や森林組合・素材生産業者等、県内の林業事業体に対して、研修会や現地検討会を通して特にこの先、長伐期化によって確実に増加して行く高齢級林の大径材を搬出する現場での作業システムの選択肢の一つとして提案しました。

写真１　車両系：林業用トラクタK175

写真２　架線系：高機能搬器Liftliner4000

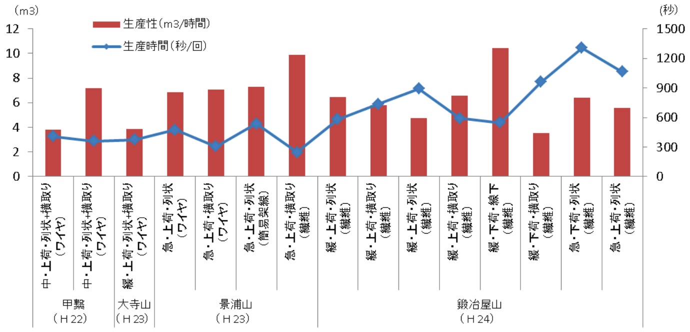


図１　車両系集材工程の生産時間と生産性

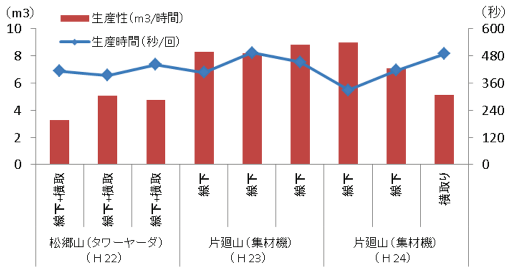


図２　架線系集材工程の生産時間と生産性

表１　適用作業システムと適用集材機械の選定

作業条件		適用作業システム		適用集材機械
地形傾斜	緩	車両系	従来型	ウインチ付グラップル
	中	車両系	欧州型	林業用トラクタ
	急	架線系	従来型＋欧州型	集材機orタワーヤーダ＋高機能搬器
集材距離（路網密度）	短（密）	車両系	従来型	ウインチ付グラップルorスイングヤーダ
	中（中）	車両系	欧州型	林業用トラクタ
	長（疎）	架線系	従来型＋欧州型	集材機orタワーヤーダ＋高機能搬器
集材対象	小・中径材	車両系	従来型	ウインチ付グラップルorスイングヤーダ（ﾍﾞｰｽﾏｼﾝ0.25m³）
	大径材	車両系	従来型	ウインチ付グラップルorスイングヤーダ（ﾍﾞｰｽﾏｼﾝ0.45m³ or 0.7m³）
		車両系	欧州型	林業用トラクタ
		架線系	従来型＋欧州型	集材機orタワーヤーダ＋高性能搬器
作業ロット	大	機械化の必須条件		

［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　技術相談専用　TEL 0824-63-0897］

２３　愛媛県に生育する貴重なサクラの増殖と系統分析

愛媛県農林水産研究所林業研究センター　　西原 寿明

研究の背景・ねらい

愛媛県内には多くの巨樹・名木が生育していますが、中には樹体が衰弱したり、枯死の危険性が高まっている個体があり、後継樹の育成が望まれています。これら巨樹・名木の保全は地域の「木の文化」の醸成や継承に有効で、観光利用の面でも意義深いと考えられます。特にサクラへの関心は高く、「木の文化」の中心的樹種となっています。また県内では、これまでサクラの起源やいわれを遺伝的に検討した事例や報告はなく、その検証・解明が期待されています。そこで、さし木、接ぎ木及び取り木等によるクローン増殖が困難なサクラについて、組織培養によりその後継樹の育成を行うとともにDNAマーカー（SSR、EST-SSR）を用いて県内に生育する貴重なサクラ（表1）の由来をDNAレベルで解析しました。なお本研究は、公益財団法人愛媛の森林基金からの委託事業により実施しました。

成　果

松山市伊台町西法寺のイヨウスズミは、２月ころ枝を採取し、温室において水差しを行い、春に発生した新梢から植物体を調整し、窒素源を半分にしたMS培地で増殖（図1）・発根することができました。2013年３月、2014年３月に、馴化ができた苗木のうち75本が里帰りを果たしました。

調査に用いたDNAマーカーすべてで対立遺伝子が検出され、遺伝子型から個体識別ができました。遺伝子型から距離行列法で作成した系統樹（図2）では、大きくエドヒガン・シダレザクラ、オオシマザクラ、その他サクラ（ヤマザクラなど）にグループが分かれました。エドヒガン・シダレザクラグループでは、エドヒガン、シダレザクラの小グループに分かれました。

今治市‘満願寺のしぐれ桜’と西条市‘実報寺の一樹桜’は遺伝子型が一致したためクローンだと思われました。また、STRUCTUREによる分析（図3、矢印）では、エドヒガンとヤマザクラの因子が見られ、形態観察（図4）からもそれらを起源に持つ雑種ではないかと推察されました。一樹桜は、古くは小林一茶の句にも読まれており、250～400年前にサクラを通じたお寺同士の交流があったとも推察されました。

北宇和郡鬼北町大本神社の‘伊達桜’は、宇和島藩主として伊達公が入府した際に献納されたとされており、境内に生育する24個体を分析しました。系統樹ではエドヒガン・シダレザクラグループ、オオシマザクラグループに分かれました 。近隣にはオオシマザクラは見られず、ソメイヨシノの遺伝子型と極めて酷似していることから、ソメイヨシノとエドヒガンの交配種であることが推察されました。形態的特徴も系統樹・STRUCTURE解析の結果と一致しました。ソメイヨシノとの間で何度も戻し交配を繰り返した可能性もあると思われました。また、エドヒガン・シダレザクラのグループに属する個体でも、県内の他のエドヒガンとは起源が異なると思われ、伊達公により他の地域からエドヒガンが持ち込まれたとも推測できます。

成果の活用

本研究の成果は、日本森林学会、森林林業連携フォーラムinえひめ（愛媛県森林林業技術研究発表会）、久万林業祭り、愛媛県農林水産研究所林業研究センター研究報告で発表してきました。また、地域のサクラ保存会などでの発表を通じて木の文化の醸成・継承を図るとともに教育委員会を通じて地域の観光資源として活用されることが期待されます。

表１　系統解析に供試したサクラの生育地と特徴

個体	個体数	種	生育地	開花期	花弁の特徴
野生エドヒガン	27	エドヒガン	内子町上川、参川、中川	4月上旬	淡紅色
久尾のエドヒガン	1	エドヒガン	東温市井内	3月下旬～4月上旬	淡紅色
大通庵のエドヒガン	1	エドヒガン	東温市井内	3月下旬～4月上旬	淡紅色
川内支所のシダレザクラ	1	シダレザクラ	東温市川内	3月下旬～4月上旬	淡紅色
源太桜	2	エドヒガン	東温市河之内	3月中旬～下旬	淡紅色
石手寺のシダレザクラ	1	シダレザクラ	松山市石手	3月下旬～4月上旬	淡紅色
大宝寺のエドヒガン	1	エドヒガン	松山市南江戸	3月下旬～4月上旬	淡紅色
掌禅寺の金龍桜	1	エドヒガン	今治市菊間	3月下旬～4月上旬	淡紅色
無量寺のシダレザクラ	1	シダレザクラ	今治市朝倉	3月下旬～4月上旬	淡紅色
満願寺のしぐれ桜	2	エドヒガン	今治市朝倉	3月下旬～4月上旬	淡紅色
実報寺の一樹桜	3	エドヒガン	今治市朝倉	3月下旬～4月上旬	淡紅色
古田のシダレザクラ	1	シダレザクラ	西条市丹原町	3月中旬～下旬	淡紅色
池田のいも種桜	1	エドヒガン	内子町大瀬	3月下旬～4月上旬	淡紅色
用の山の桜	1	エドヒガン	大洲市河辺	3月下旬～4月上旬	淡紅色
報恩寺のシダレザクラ	1	シダレザクラ	西予市城川町	3月下旬～4月上旬	淡紅色
大本神社伊達桜	22	エドヒガン	鬼北町内深田	3月中旬～下旬	淡紅色
大本神社糸桜	2	シダレザクラ	鬼北町内深田	3月中旬～下旬	淡紅色
大谷池のエドヒガン	1	エドヒガン	伊予市三谷	3月下旬～4月上旬	淡紅色
亀腹のエドヒガン	1	エドヒガン	久万高原町面河	3月下旬～4月上旬	淡紅色
苗代桜	1	エドヒガン	久万高原町中津	3月下旬～4月上旬	淡紅色
世善桜	2	エドヒガン	内子町上川	3月中旬～下旬	淡紅色
法蓮寺のシダレザクラ	1	シダレザクラ	久万高原町露峰	3月下旬～4月上旬	淡紅色
玉糸桜	1	シダレザクラ	東温市上村	3月下旬～4月上旬	淡紅色
西村太師堂のシダレザクラ	1	シダレザクラ	久万高原町中津	3月下旬～4月上旬	淡紅色
東のシダレザクラ	1	シダレザクラ	内子町石畳	3月下旬～4月上旬	淡紅色
馬場の桜	1	エドヒガン	四国中央市新宮	3月下旬～4月上旬	淡紅色

図１　増殖中のイヨウスズミ

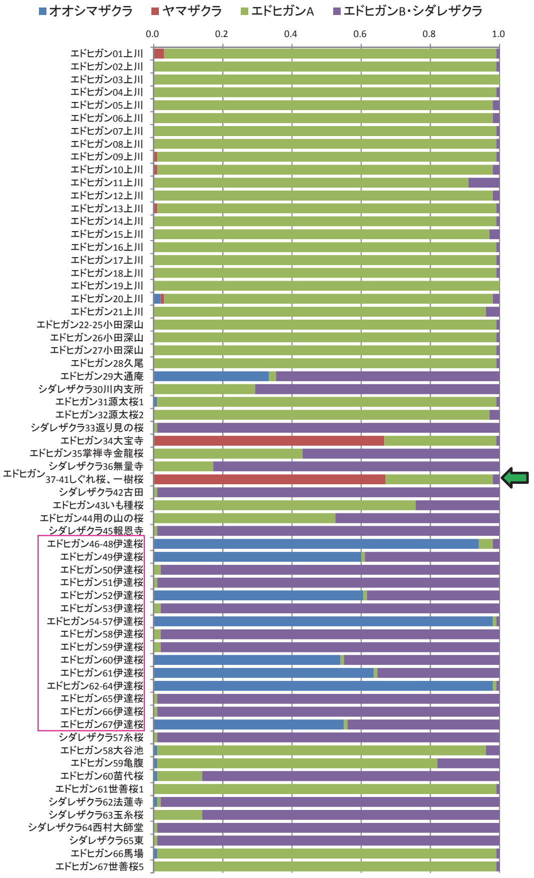


図３　STRUCTUREによる解析結果
※ □ 伊達桜

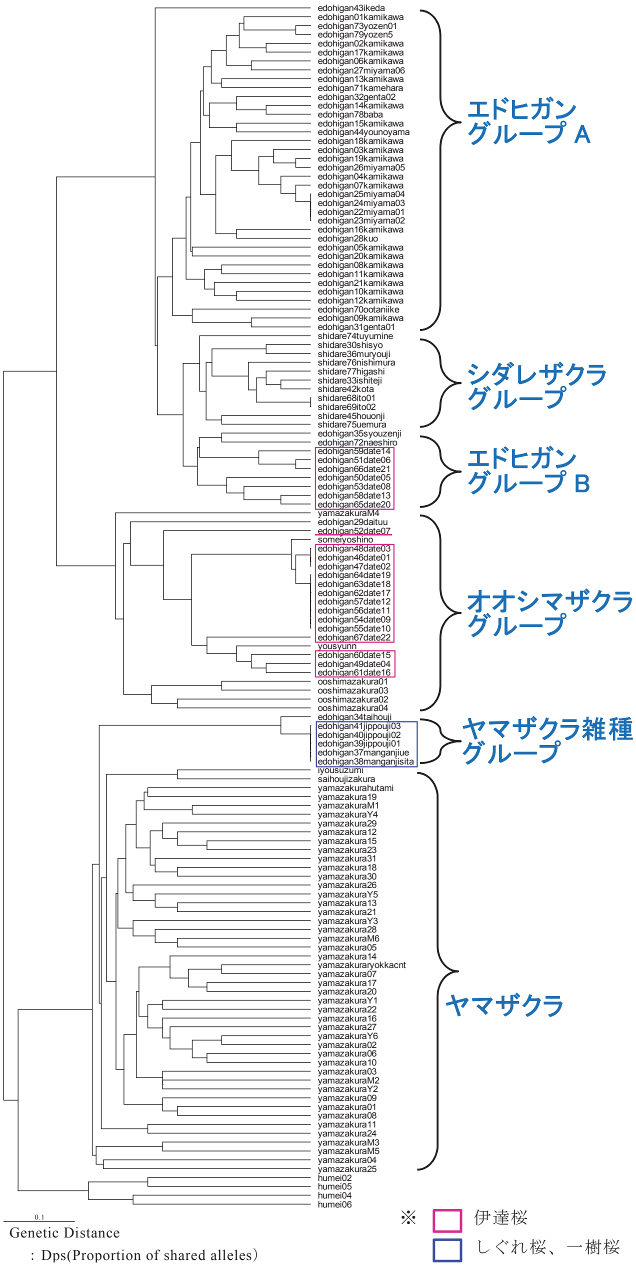


図２　遺伝的距離に基づいたUPGMA法による系統樹

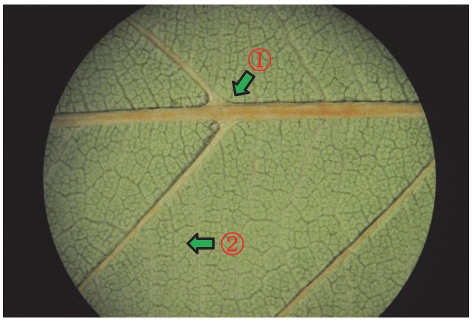


図４　満願寺シグレザクラの葉裏
有毛(矢印①、ヤマザクラは無毛)、
粉白色(矢印②、ヤマザクラの特徴)

［問い合わせ先：愛媛県農林水産研究所林業研究センター　研究指導室　TEL 0892-21-2266］

２４　シキミを加害するアブラムシ及びグンバイムシの新しい防除薬剤

高知県立森林技術センター　森林経営課　　藤本浩平

研究の背景・ねらい

シキミ切り枝は仏事用供花として一定の需要があり価格が景気動向に大きく影響されないため、シキミ栽培は中山間地域の現金収入源、就労機会の場として期待される。

近年、生産者の高齢化等で管理不十分な栽培地が増加し、吸汁性害虫であるアブラムシおよびグンバイムシ等による被害が多くみられる。これらの防除は噴霧器による液剤・乳剤の散布が行われるが労働負荷が大きい。

本研究は、従来の防除方法より労働負荷を軽減できる粒剤の土壌散布でアブラムシおよびグンバイムシを防除する技術を検討し、シキミ栽培の作業性の向上を図ることを目的とした。

成　果

１）夏期アブラムシ・グンバイムシ同時防除試験（図１）

粒剤を 12g ／ m^2 散布した区と 30g ／ m^2 散布した区での害虫発生数を、従来から用いられていた MEP 乳剤の散布区と比較しました。 薬剤を施用しなかった無処理区と比べて、薬剤を施用した場合、どれだけ虫が発生したかを表す補正密度指数を算出して、防除の効果の有無を判断しました。

補正密度指数 ={（処理区の散布○日後虫数）／（処理区の散布前虫数）×
（無処理区の散布前虫数／無処理区の散布○日後虫数）} × 100

アブラムシは、粒剤散布区（以下粒剤区）で散布７日後に処理前の 1/3 程度に減少し、14 日後、21 日後はほぼ０頭になりました。補正密度指数による評価は、粒剤区で散布７日後は「効果は低い」が、14 日後、21 日後とも「効果は高い」となりました。

グンバイムシは、粒剤区で散布７日後に 1/2 程度に減少し、14 日後、21 日後にはほぼ０頭になりました。補正密度指数による評価は、粒剤区で散布７日後は「効果は認められるが、その程度は低い」となりましたが、14 日後、21 日後とも「効果は高い」となりました。

以上の結果から、夏期のアブラムシ・グンバイムシの同時防除が可能である事が示されました。

２）秋期アブラムシ防除試験（図２）

粒剤 6g ／ m^2 散布、12g ／ m^2 散布、および従来の MEP 乳剤散布区を比較しました。粒剤区で散布７日後、14 日後に０頭でしたが、21 日後にはアブラムシの発生がみとめられました。アブラムシの補正密度指数による評価は、6g 粒剤区では７日後、14 日後とも「効果は高い」、21 日後では「効果はある」、12g 粒剤区では７日後、14 日後、21 日後とも「効果は高い」となり、防除効果が高いことが示されました。

３）秋期グンバイムシ防除試験（図３）

粒剤区、MEP 乳剤区とも散布７日後に虫数が減少し、14 日後、21 日後にもやや減少する傾向がみられました。グンバイムシ（一般害虫）の補正密度指数による評価は、粒剤区で７日後は「効果はある」となり、散布７日以内での防除効果は確認されました。

４）薬害試験

夏期・秋期とも、いずれの調査区でも薬剤散布による薬害はみられませんでした。

成果の活用

本研究で試験を行った粒剤は、平成 26 年１月 15 日に農薬登録（第 23419 号）され、ダイリーグ粒剤として製品化されました。（ただし、グンバイムシについてはツツジ類のみの登録で、シキミ・樹木類の登録はされていません。）

成果は当センター発行のシキミ・サカキ病虫害防除マニュアルに掲載するとともに、林業事務所や JA と連携して実施する病害虫防除講習会でも説明します。

写真１　コミカンアブラムシとシキミ被害葉

写真２　シキミグンバイとシキミ被害葉

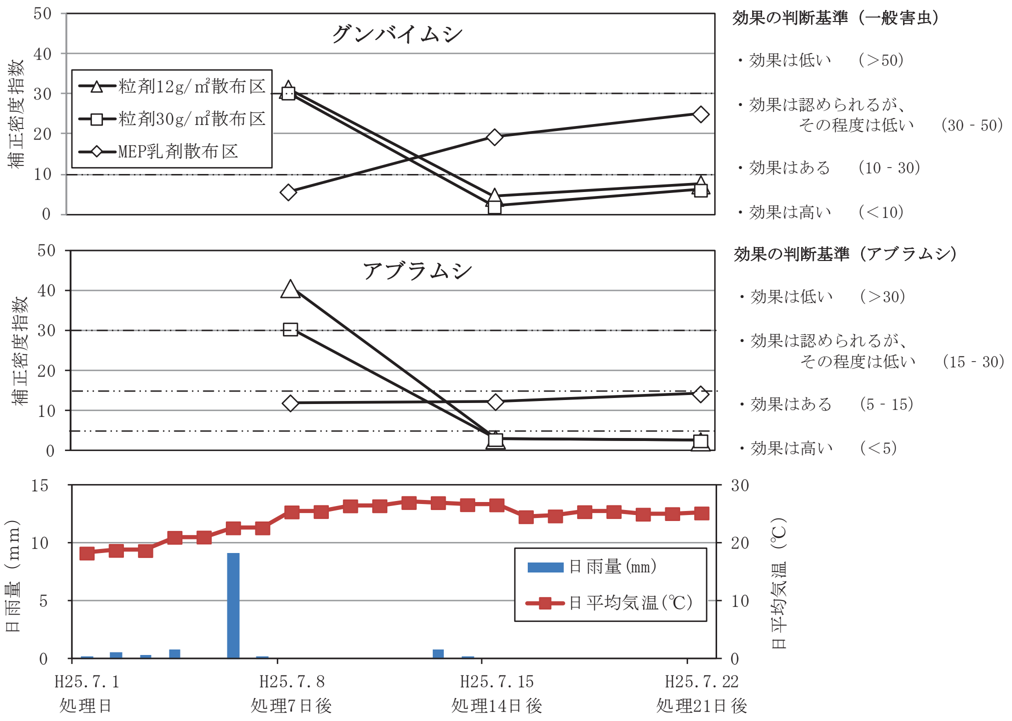


図１　アブラムシ・グンバイムシ防除試験結果（H25年夏期）

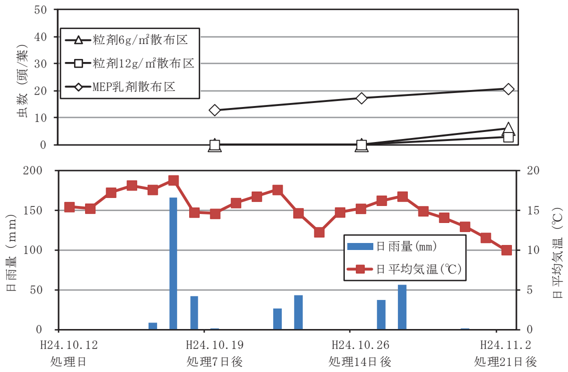


図２　アブラムシ防除試験結果（H24年秋期）

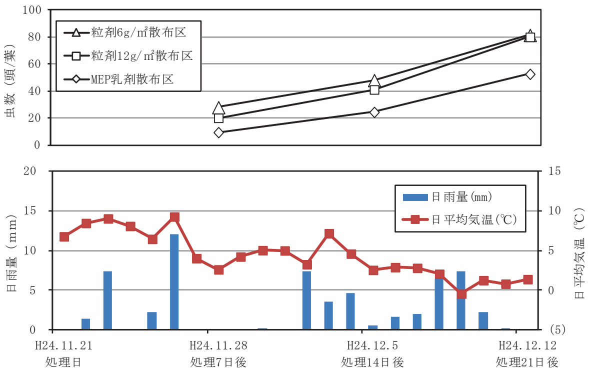


図３　グンバイムシ防除試験結果（H24年秋期）

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

２５　スギ集団葉枯症の現状把握

宮崎県林業技術センター　育林環境部　　黒木 逸郎

研究の背景・ねらい

葉枯症状を伴ったスギの集団的な衰退現象、いわゆる「スギ集団葉枯症」は、2000 年に初めて宮崎県での被害が報告されて以来、九州各地で発生が確認されています。これまで森林総研九州支所ほか九州各県の林業関係試験研究機関において各種調査が行われ、当センターにおいても、当初、葉枯性の病気を疑って調査を進めてきましたが、被害発生から 10 年以上が経過するものの、未だ原因の特定にまでは至っていません。

このため、原因の究明はもちろん大事ですが、まずは森林所有者や普及の現場が欲している被害の拡大傾向、被害木の枯死の有無、成長や材質への影響などについて把握し、情報を提供することが重要であると考え、被害林（被害木）の調査を行いました。

成　果

宮崎県東臼杵郡美郷町西郷の被害林内に調査区を設定し、調査区内のスギ 150 本について立木位置図の作成、樹高、胸高直径、目視による被害グレード判定、立木の応力波伝播速度測定によるヤング率の算出、DNA 分析による品種の特定等を行いました。

調査結果の要約については、以下のとおりです。

（1）　被害は拡大しているのか？

同一林分の 2003 年 4 月と 2013 年 4 月を比べると、被害木の集中している部分は 10 年経ってもほとんど拡大していません（写真１）。→　同一林分内での被害の拡大はありません。

（2）　被害木は枯死するのか？

生育環境の悪い被害木では希に単木的に枯れますが、今回の調査地では被害発生から 10 年以上経過しているものの枯死したものはありません。→集団葉枯から集団枯死には進展しません。

（3）　成長に影響するのか？

被害グレードが進むにつれ鋭角的な梢端部が丸くなり、樹高、胸高直径ともわずかですが小さくなる傾向がみられました（図１，２）。→　被害グレードが進むと成長が鈍化します。

（4）　材質に影響するのか？

被害グレードが進むにつれヤング率が高くなりました（図３）。→　材質（強度）への影響はありません。

（5）　品種による感受性はあるのか？

調査した 150 本については不明を含め 21 種類に分類され、このうち、タノアカが 82 本を占めましたが、谷部では被害がほとんどありません（図４）。→　いろいろな品種で被害が発生します。

成果の活用

これらの成果については、当センター発行の「林技センター情報」に掲載するとともに、不安を抱く森林所有者等に対しては、現地で直接説明を行いました。また、類似するスギの葉枯れ、枝枯れ症状との区別点などを併せて林業普及指導員に指導し、スギの衰退現象の把握に努めています。

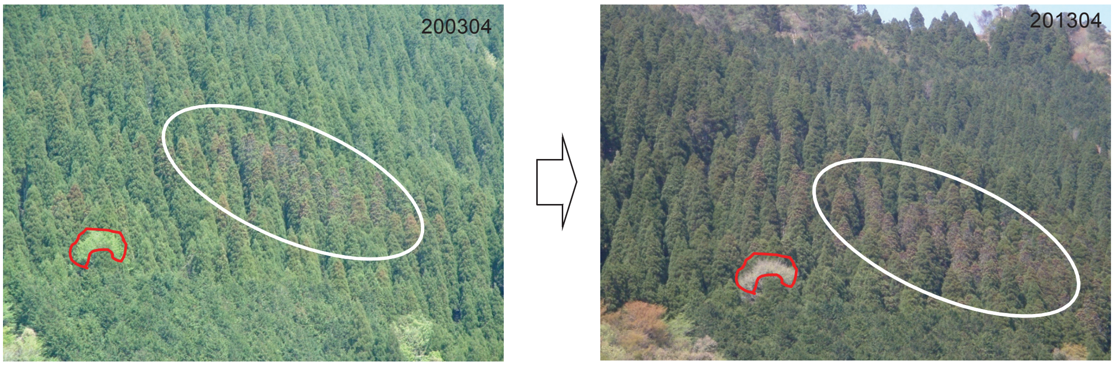


写真１　同一林分における2003年と2013年の被害の比較（白丸内に被害が集中）

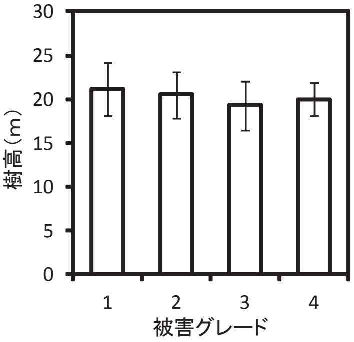


図１　被害グレードと樹高

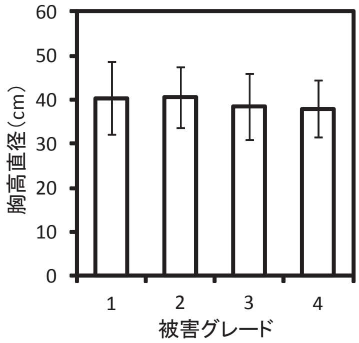


図２　被害グレードと胸高直径

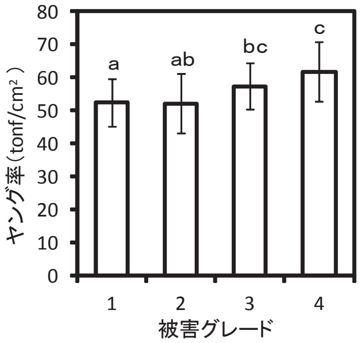


図３　被害グレードとヤング率
異なるアルファベット間には
有意差有（p＜0.05）

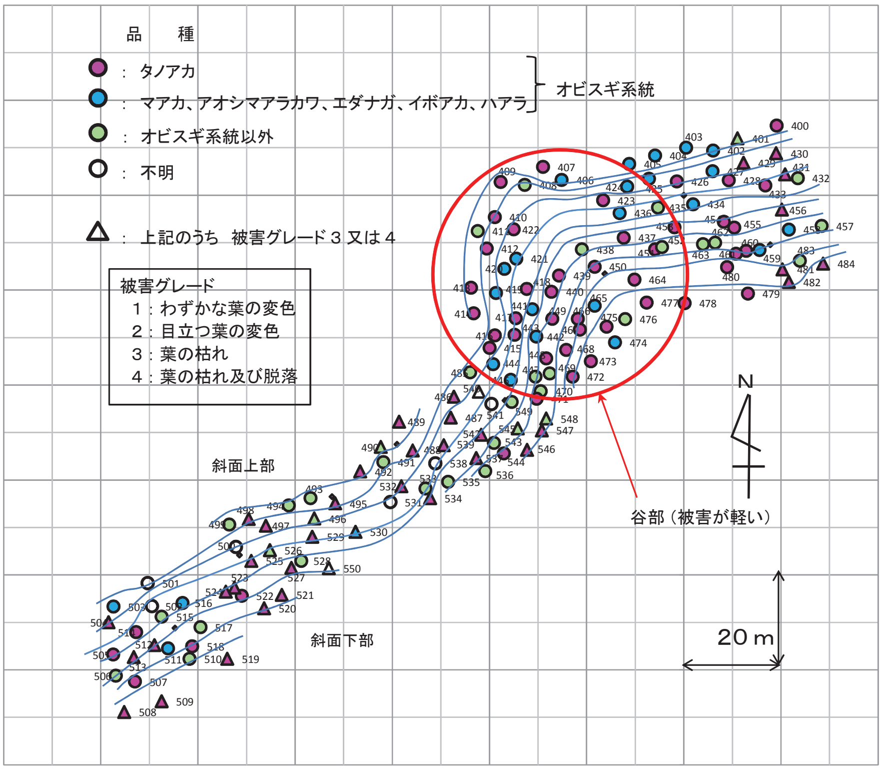


図４　品種別被害程度別立木位置

［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］

26　市販デジタルカメラを用いた材積測定システムの開発

鹿児島県森林技術総合センター　資源活用部　　福永 寛之

研究の背景・ねらい

現在、原木流通の現場においては、流通コストの低減のため、直送の取り組みが行われていますが、山土場等での検収は人力で実施することとなるため、多くの時間と労力が必要となります。また、相対取引となるので、取引間の信用が確立するまでに長期間を要するなどの課題も発生しています。そこで、本研究では、デジタルカメラやコンピュータなどの市販されている一般的な機器を使用し（図１）、任意の場所で撮影した１枚のはえ積み丸太の単画像から直径及び材積を測定するシステムを開発し、直送にかかる経費や労力の削減及び材積測定結果の客観性確保の支援をすることとしました。

成　果

開発した測定システムは、単画像の中の木口面を抽出し、抽出した木口の最小径を測定し、三角比で実寸換算する仕組みとしました。画像中の木口面の抽出には、Local Binary Pattern（画像解析方法の中の局所特徴量分類の１手法）による機械学習で作成した検出器と HSV 表色系（色相 :Hue、彩度：Saturation、明度：Value の三成分からなる色空間）を用いた抽出を組み合わせて行っています。検出器作成の学習データは、スギ木口が１つ写った画像（画像解析では「正解画像」と呼称）の約 9,000 枚と、はえ積み丸太の背景となる森林や山土場の画像（但し、木口面が画像中に映り込んでいないもの。画像解析では「不正解画像」と呼称）の約 5,000 枚を用いました。この機械学習のためには、パーソナルコンピュータによる膨大な時間の演算が必要で、現行の測定システムの検出器作成には約 1,500 時間を要しました。

システムの測定精度等ですが木口面の抽出率は９割程度（図２）で抽出した木口の直径測定精度は± 2 cm（95% 信頼区間）となり、この精度で総材積 20m^3 のはえ積みを測定した場合、20 ± 2 m^3（95% 信頼区間）の測定精度となることが分かりました。なお、当システムは、未抽出の木口は手動で修正出来るようになっており、修正後に、木口の最小径を測定します（図３、図４）。

今後の課題は、木口抽出率及び測定精度の向上及びスギ以外の樹種への対応並びにシステム運用のさらなる簡易化の検討です。

成果の活用

研究の成果は、平成 25 年度鹿児島県森林技術総合センター発表会、第 69 回九州森林学会で発表したほか、九州森林研究 第 67 号に投稿しました。また、システムの普及のため、パンフレットにまとめ（図５）、県内の林業事業体や森林組合、市町村等へ配布しました。また、当県の普及担当部局の開催する研修会や事業体などの要請でシステムのデモを実施し、現場への普及に努めています。さらに、間伐補助事業の材積測定の一手法として活用するため、補助事業担当部局と協議中で、平成 27 年度から補助事業での活用が可能となる予定です。

図１　測定用写真撮影状況

図２　検出器による木口面の自動抽出

図３　材積算出時の測定画像
未検出木口は手動で修正後、直径を測定

↓写真計測の木口が全て末口の場合↓

○○原木買取センター

検　知　表

場　所	姶良市蒲生町上久徳182-1	所有者名	○○　△△
検知月日	2013年3月12日	検 知 者	鹿森技セ　福永
検知方法	デジカメ画像計測	計測写真	CIMG0014.JPG

樹種	スギ	長さ	4.0m

直径(cm)	単材積	本数	材積	備考
6	0.014	1	0.014	
8	0.025	6	0.150	
10	0.040	2	0.080	
12	0.057	4	0.228	
14	0.078	3	0.234	
16	0.102	0	0.000	
18	0.129	19	2.451	
20	0.160	52	8.320	
22	0.193	30	5.790	
24	0.230	13	2.990	
26	0.270	6	1.620	
28	0.313	1	0.313	
30	0.360	1	0.360	
32	0.409	0	0.000	
34	0.462	0	0.000	
36	0.518	0	0.000	
38	0.577	0	0.000	
40	0.640	0	0.000	
42	0.705	0	0.000	
44	0.774	0	0.000	
46	0.846	0	0.000	
48	0.921	0	0.000	
50	1.000	0	0.000	
52	1.081	0	0.000	
54	1.166	0	0.000	
56	1.254	0	0.000	
58	1.345	0	0.000	
60	1.440	0	0.000	
計		138	22.550	

図４　測定結果出力（検知表）

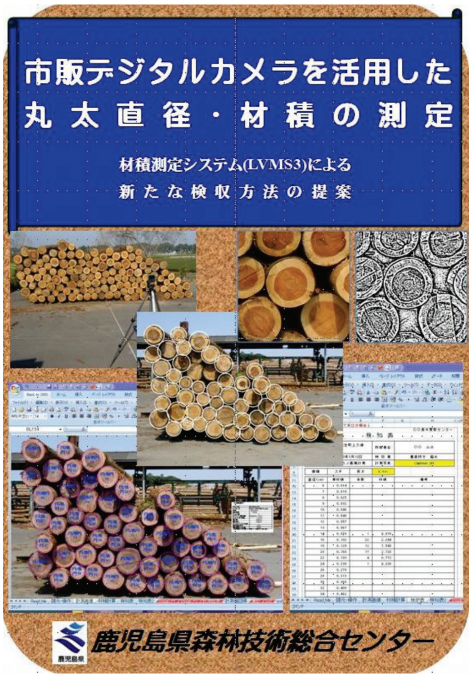


図５　システム普及用パンフレット

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

２７　公共建築物の内装木質化を促進する道産木質防火材料の開発

北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場　河原﨑 政行

研究の背景・ねらい

北海道では、「北海道地域材利用推進方針」に基づき、道内で産出・加工された木材（地域材）を用いて、公共建築物等の内装の木質化を進めていますが、それらの建築物では防火制限を受けることが多く、内装木質化には燃焼を抑える薬剤を注入した木材（木質防火材料）が必要になります。しかし、主要な地域材（カラマツ、トドマツ）は、薬液の注入性が悪いため、道内企業では製品化に至っていません。また、木質防火材料は、近年、施工後において内部の薬剤が溶出して表面で結晶化する現象（白華）が発生し、美観を損ねることが問題となっています。そこで、本研究ではカラマツ材およびトドマツ材を用いた木質防火材料について、標準的な製品の製造技術の確立を目指しました。

成　果

1　原板の注入処理条件の検討および積層材の防火性能

カラマツ材およびトドマツ材に適した、薬液の注入処理条件（木材の厚さ、減圧加圧条件）を検討しました。

両樹種の木材は、一般的な減圧加圧条件において、厚さを 8.5mm 以下にすることで、準不燃材料の目安となる薬液注入量が得られました（図 1）。カラマツの処理木材（厚さ 6.5、8.5mm）を用いて積層材（厚さ 13、15、17mm）を作成し、燃焼試験を行った結果、薬剤固形分量 120kg/m^3 以上で準不燃材料の性能を満たしました（図 2）。トドマツ材についても、同様に積層材の燃焼試験を行ったところ、薬剤固形分量 150kg/m^3 以上で準不燃材料の性能を満たしました。また、両樹種の積層材については、裏板の薬剤固形分量を表板より少なくしても防火性能を維持することが分かりました。

2　薬剤の白華抑制を踏まえた製品の標準仕様の決定

薬剤の白華抑制方法を検討するとともに、準不燃材料の製品の標準仕様を決定しました。

薬剤の白華は、注入する薬剤に低吸湿性の製品を選択し、処理木材の表面をウレタン樹脂塗料で塗装することで、湿度 90%RH の環境まで抑制できることが分かりました。防火性能の試験結果を踏まえて、道産木質防火材料の標準仕様を決定しました（図３）。製品サンプルを写真 1 に示します。

3　製品の生産工程の確立

材質にバラツキがある天然材料の木材は、同じロットでも木材間に薬液注入量の変動が生じます。それらの処理木材を用い、表 1 に示す品質管理を踏まえて、生産性、製造コストを考慮した生産工程を確立しました（図４）。また、製品の積層化は、歩留まり向上、薬剤使用量の低減、生産性向上等へのメリットがありました。

成果の活用

本研究で得られた成果は、これまでに当場ホームページ、成果報告会、関連学会、各種展示会などで広く公表してきました。また、道内 5 箇所および道外 1 箇所（東京）に製品サンプルを展示し、開発製品を公開しています。

さらに、道内企業を中心とする研究会を開催し、情報交換と実用化の促進に努めていることから、研究会を通じた普及と実用化が期待されます。

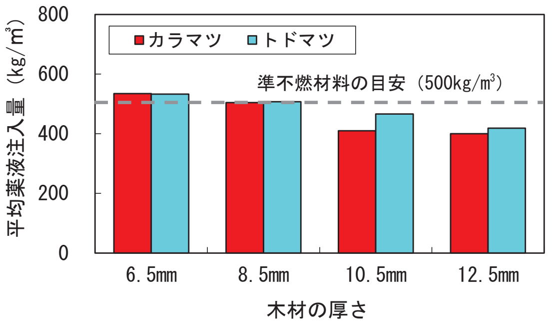


図１　原板の厚さと薬液注入量の関係
試験体　寸法：長さ 550mm× 幅 105mm, n＝20

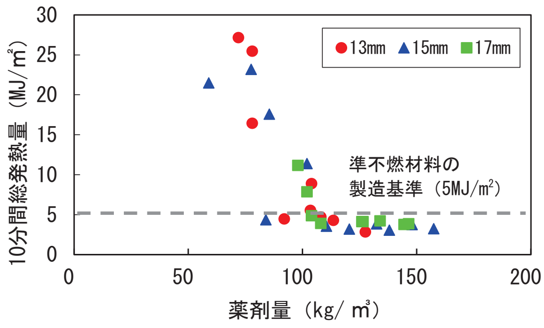


図２　積層材の薬剤量と防火性能（カラマツ）

準不燃材料	通常の火災による加熱が加えられた場合に，10分間，①燃えない，②有害な変形等をしない，③有害な煙などを発生しない建築材料

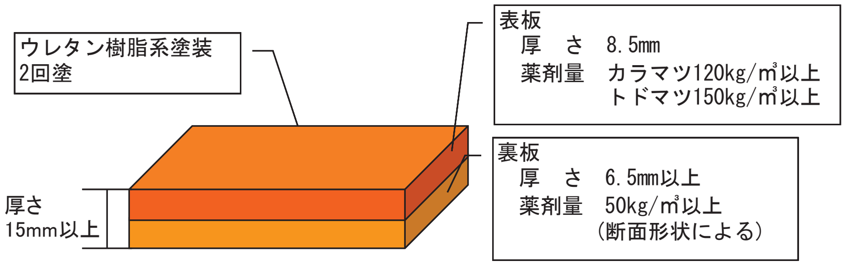


図３　道産木質防火材料の標準仕様（準不燃材料）

写真１　製品サンプルの外観

表１　道産木質防火材料の品質管理

項　目	管理値
木　材	欠点の数および大きさ 全乾比重　代表値±0.05g/cm³または代表値±15％
薬剤量	カラマツ　表板120kg/m³以上 裏板50kg/m³以上（断面形状による）
	トドマツ　表板150kg/m³以上 裏板50kg/m³以上（断面形状による）
塗料の塗布量	62g/m²以下（固形分，2回塗）
製品の寸法	仕様±0.5mm
製品の含水率	12±3％

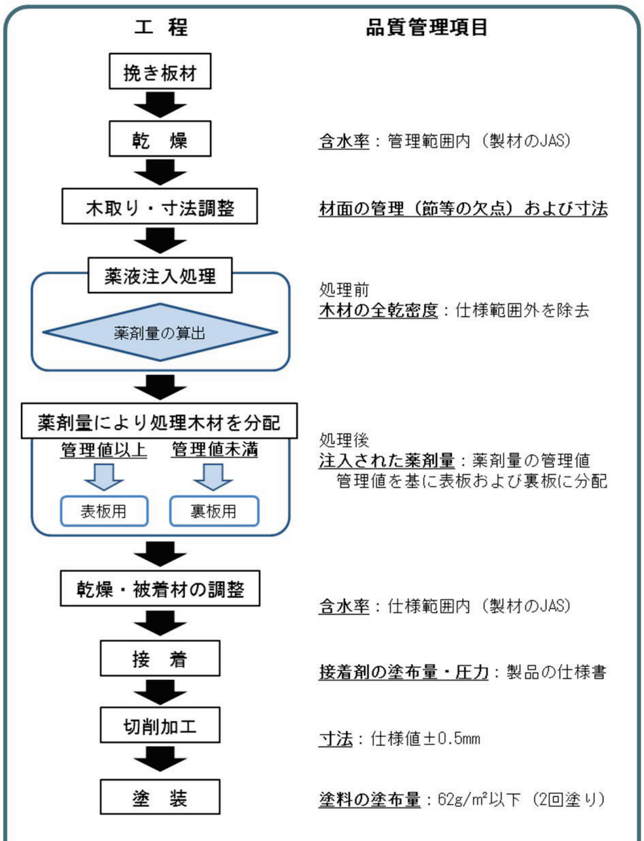


図４　道産木質防火材料の生産工程

［問い合わせ先：北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場　耐久・構造グループ　TEL 0166-75-4233］

２８　県産材による高性能・低コスト木製遮音板の開発

長野県林業総合センター　木材部　　柴田 直明・山内 仁人・今井 信・吉田 孝久・田畑 衛

研究の背景・ねらい

当センターでは、1980年代に大プロの中でカラマツ製遮音板を開発しました。この遮音板は、1985年度に中央自動車道の飯田ＩＣ南に延長200 mの試験施工が行われ、現在も供用中です。

木製遮音板は、一般に近隣住民や通行者等から見て景観的に優れています。設置距離当たりの木材使用量（炭素固定量）が多く、強度的に高い安全率を有します。また、保存処理をした上で日当たりや風通しの良い地上部に垂直に設置され、融雪剤等による塩害にも強いので、地域によってはコンクリート製遮音板等と同等以上の耐用年数を有することも期待されます。軽量なので取り扱いやすく、他材料製の遮音板との交換も可能です。よって、土木関連では有望な用途の一つと考えられています。

2013年度からは信州の木先進的利用加速化事業「県産材による高性能・低コスト木製遮音板開発事業」（事業主体：長野県産材販路開拓協議会）が実施され、当センターも全面的に協力しました。

成　果

本研究では中央自動車道等への試験施工を最終目標としたので、中日本高速道路㈱の「遮音壁設計要領」等に示された各種基準値（下記の①～③等）を満たすように開発を進め、以下の成果を得ました。なお、遮音板長は一般的なコンクリート製（反射タイプ）や金属製（吸音タイプ）の遮音板と同様の3,960 mmとしました。

1)「反射タイプ」の木製遮音板はカラマツ製とし、低コスト化等の観点から、その構成要素の断面形状を図１の２仕様としました。遮音板１枚は、構成要素の５本重ね（ボルト固定）です。開発事例の少ない「吸音タイプ」の木製遮音板は、スギ製としました。代表的な断面構造を図２に示します。最初に建材試験センター中央試験所（埼玉県草加市）にて音響性能試験を受けたところ、図１の仕様Ｅ、Ｋが下記の基準値①を、図２の仕様Ｔ、Ｙが下記の基準値①②を満たしました（図３）。

① 音響透過損失：JIS A 1416により、400 Hzで25 dB以上、1000 Hzで30 dB以上

② 吸音率：JIS A 1409（残響室法）により、400 Hzで0.70以上、1000 Hzで0.80以上

2）上記の音響性能試験に合格した４仕様の木製遮音板を対象に、スパン3,850 mmの３等分点４点荷重方式により、曲げ試験を実施しました。その結果、下記の基準値③を十分に満たしました（図４）。

③ 強度：1.5 kN/m^{2}の風荷重に耐えること（遮音板１枚が約２m^{2}なので３kNに耐えること）

3）これらの木製遮音板４仕様は、乾湿繰返し処理による反狂性試験（反り・狂い等の評価）、保存処理前の含水率と同処理に伴う各種試験（カラマツ心材部への浸潤度を除く）、納品時の含水率・寸法試験等にも合格しました。最終的に、反射タイプ２仕様と吸音タイプ２仕様が開発できました。

成果の活用

2014年７月には、中日本高速道路㈱の協力を得て、中央自動車道の伊那ＩＣランプ部に上記４仕様（計64 m）の試験施工が行われました（写真）。この施工は報道関係にも公開され、地方紙・業界紙・地元テレビで紹介されました。開発メンバーや当センターの敷地内にも、展示施工をしました。

2014年度には、土木学会の木材利用研究発表会・年次学術講演会・遮音壁シンポジウム、日本木材学会大会、県内開催のカラマツ林業等研究発表会等で発表しました。Ａ４版の一般向けパンフレット（６ページ）5,000部と業界向けパンフレット（20ページ）2,000部等も作成し、普及に努めています。

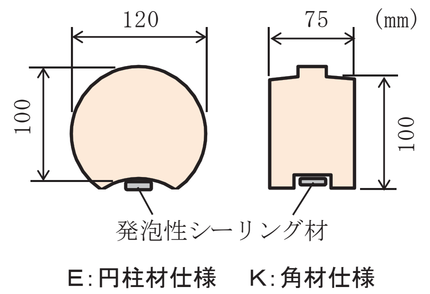


図１　カラマツ製遮音板（反射タイプ）の構成要素（断面図）

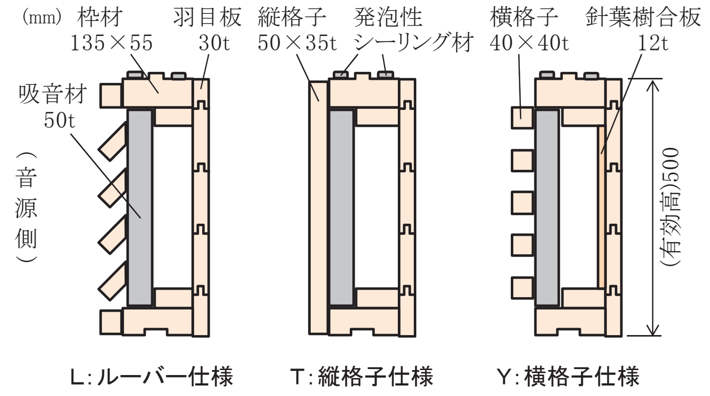


図２　スギ製遮音板（吸音タイプ）の断面構造

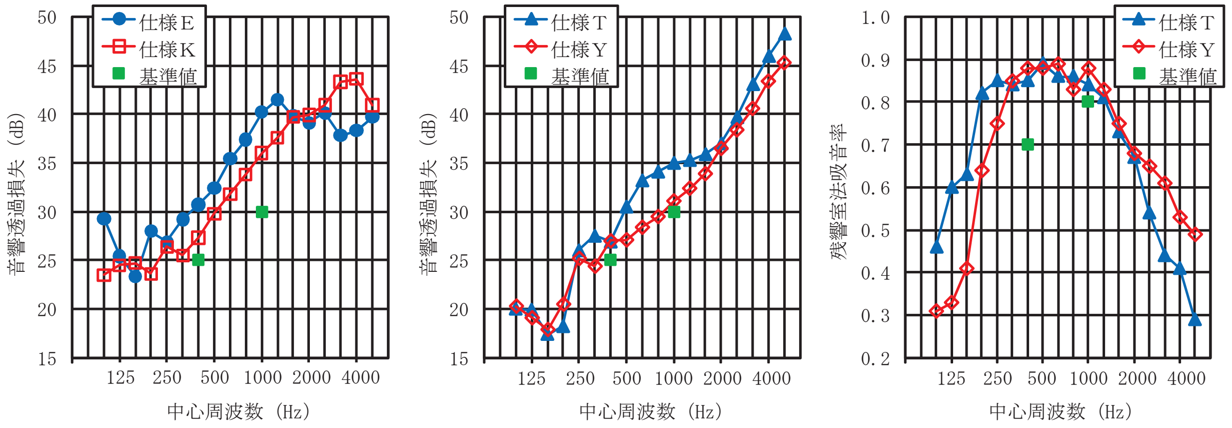


図３　音響性能試験の結果（左･中央：遮音性能、右：吸音性能）
仕様Ｔの吸音材：グラスウールシート、仕様Ｙの吸音材：ポリエステル繊維シート

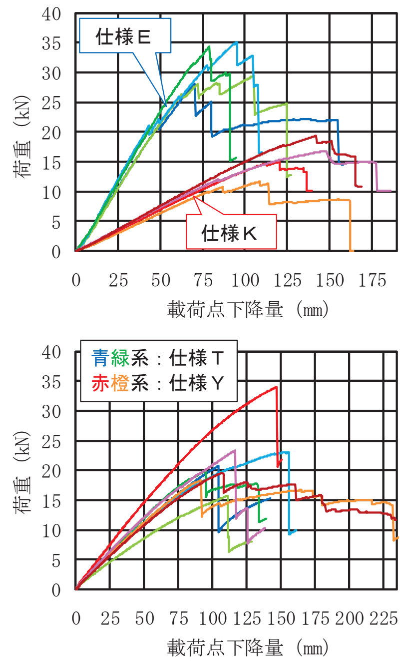


図４　曲げ強度試験の結果

写真　中央自動車道 伊那ＩＣランプ北西部への試験施工
右上：全景（手前が仕様Ｙ）、左下：仕様Ｔ

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

２９　長野県内の各地域で生産される針葉樹材の強度特性等の把握

長野県林業総合センター　木材部　　山内 仁人・柴田 直明・守口 海*・今井 信・吉田 孝久
（* 信州大学）

研究の背景・ねらい

長野県は南北に長く、標高差も 3,000 m近くあって、自然環境が多岐に及んでいます。また、スギやヒノキのように、種苗の配布区域が県内で分かれている樹種もあります。このため、県内各地に植栽されているカラマツやスギ等は、材質が地域によって異なる可能性が指摘されていました。

そこで、各地域材の特性（主として曲げ強度性能）を明らかにし、その特性を生かした利用を推進することを目的とし、標記事業のほか、県内の様々なグループ、団体、地方事務所等と連携して、地域材の強度等の情報を収集・整理しました。

成　果

１．クマスギ正角材の強度特性　長野県林業研究グループ連絡協議会等の協力を得て、花粉が比較的少ないと言われているクマスギ 42 本を高温セット・中温乾燥後、120mm 正角に仕上げ、曲げ強度試験を実施しました。その結果は、曲げ強さ・ヤング係数とも全国データの範囲内でした（図１）。
２．横架材の強度特性　高温セット・中温乾燥を施した南・北・中・東信産カラマツ計 200 本、南・北信産スギ計 200 本、中信産ヒノキ 150 本の横架材の曲げ強度試験を実施しました。その結果、いずれも概ね全国データの範囲内で、特段の地域差もありませんでした。但し、高温処理の影響により、カラマツの強度はやや低めでした（図２～４・表）。なお、本調査・試験は、信州木材認証製品センターのスパン表作成事業への技術協力として、信州大学工学部等と共同で実施しました。
３．スギ正角材の強度特性　高温セット・中温乾燥を施した南・北信産スギ正角材各 63 本の曲げ強度試験を実施しました。その結果、両者の曲げ強さ・ヤング係数に差は認められませんでした。
４．カラマツ正角材の強度特性　高温セット・中温乾燥を施した中・南信産カラマツ計 109 本の曲げ強度試験を実施したところ、曲げ強さの試験結果は、他地域とほぼ同程度でした。また、高温セット条件の緩和による曲げ強さの改善効果が認められました。なお、本調査は、関係市町村及び同地域の林業関係団体等との技術協力として実施しました。
５．南信ヒノキ正角材の強度特性　関係市町村との技術協力により、高温セット・中温乾燥を施した南信産ヒノキ正角材の曲げ・縦圧縮試験を実施したところ、内部割れの発生による強度低下が認められました。過乾燥がその原因と思われますので、乾燥スケジュールを同地域のヒノキに適したものに見直すことにより、強度性能の向上と乾燥時間・コストの低減が図れるのではないかと考えています。

成果の活用

これまでのところ、上記の樹種では、顕著な地域差は認められていません。しかし、地域材の振興に関わる関係者が、上記の調査・試験の各工程に携わることで、ヤング係数によるグレーディングの有効性や、乾燥スケジュール管理の重要性等、地域材供給拡大に必要な課題の共有が進みました。また、各地で試験結果の報告会等を開催し、高温乾燥に関する留意点等についても普及を図っています。

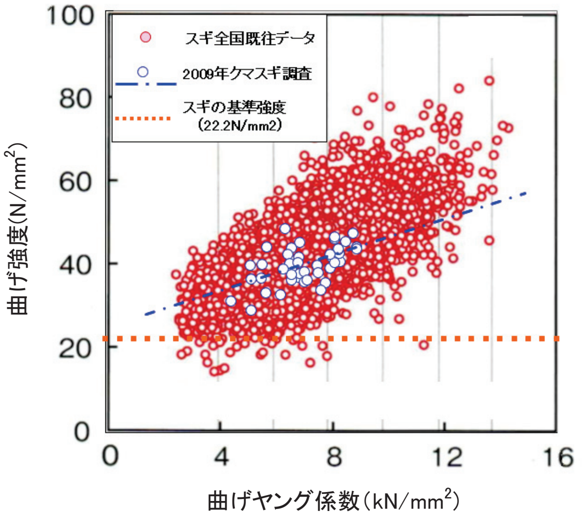


図１　クマスギの曲げヤング係数と曲げ強度

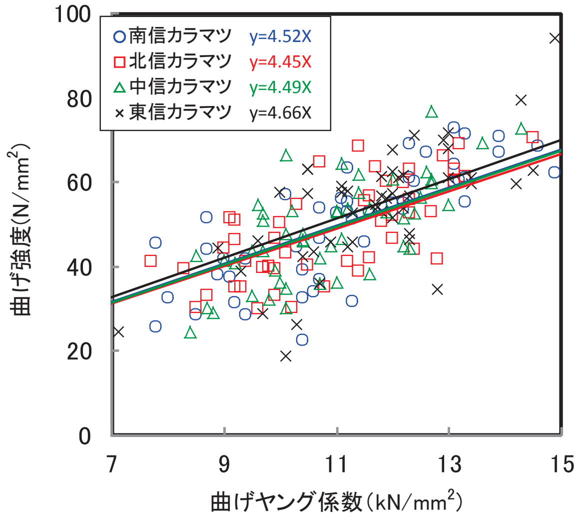


図２　地域別カラマツの曲げヤング係数と曲げ強度

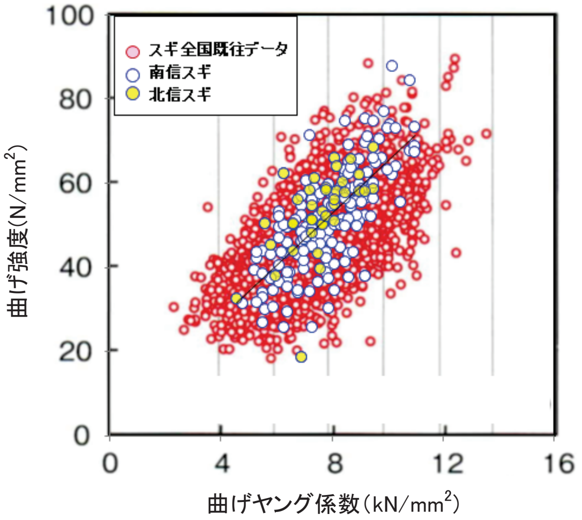


図３　地域別スギの曲げヤング係数と曲げ強度

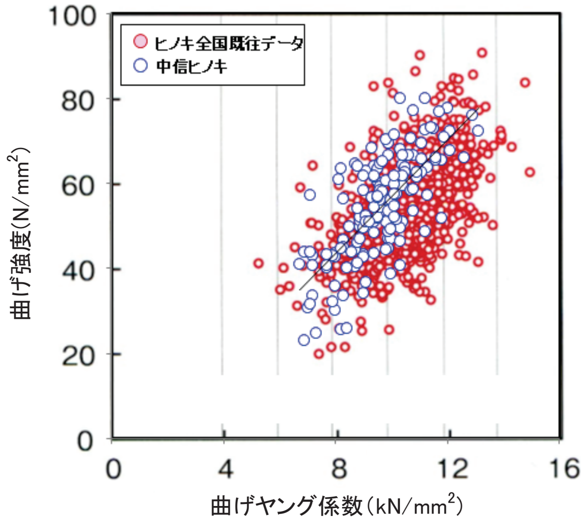


図４　ヒノキの曲げヤング係数と曲げ強度

表　横架材の曲げ強度試験結果概要

樹種	カラマツ					スギ			ヒノキ
【地区】	東信	北信	中信	南信	（計）	北信	南信	（計）	中信
平均値(N/mm^2)	54.3	48.2	48.5	50.6	50.4	48.8	54.7	51.7	54.4
最大値(N/mm^2)	94.1	70.3	76.8	72.7	94.1	68.6	87.9	87.9	79.9
最小値(N/mm^2)	18.7	29.9	24.5	22.4	18.7	18.5	26.9	18.5	23.0
標準偏差(N/mm^2)	13.9	11.3	11.7	13.4	13.2	9.9	13.0	11.9	12.2
n数	50	50	50	50	200	97	103	200	150
うち、基準強度*未満の数	3	0	1	2	6	1	0	1	0
〃（%）	6.0	0.0	2.0	4.0	3.0	1.0	0.0	0.5	0.0

＊無等級材の曲げ基準強度（カラマツ・ヒノキ26.7N/mm^2、スギ22.2N/mm^2）

注）本文及び図中の全国データは、全て木構造振興(株)編集・刊行「木材の強度等データおよび解説」(2011.3)に拠る

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

３０　スギ中・大径木による新しい集成材“積層接着合わせ梁”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　　池田 潔彦・星川 健史・渡井 純

研究の背景・ねらい

地域産材は外材と比べて製品の効率的な生産と安定供給、品質・性能向上に向けた新しいJAS製品等の開発が不十分な状況です。また、建築・消費者側ニーズへの対応が遅れていること等から、木造住宅での使用材積割合の高い梁桁は５％前後と地域産材の使用比率が極めて低い状況にあります。静岡県内の木造住宅で使用されている梁桁は、約半数が輸入原料による国内生産または輸入製品の集成材であり、今後、梁桁への地域産材（国産材）利用を想定している住宅メーカでは乾燥性能や寸法安定性等の性能面で信頼性の高い集成材への供給期待が高まっています。一方、静岡県のスギ・ヒノキ人工造林は、他地域よりも約10年早く始まり、10齢級（林齢46年生）以上の林分が70％を占めるなど成熟期を迎えていることから、今後、森林から中・大径材の生産増が見込まれ、これらを木造住宅用建築用原料として、量的に十分に供給できる状況になっています。このため、木造住宅の梁桁製品を輸入集成材から地域産材を原料とした集成材への転換に向けて、スギ中・大径原木から製材・乾燥した幅広のひき板２～４枚を幅広面で接着することで無垢材に近い意匠性を有し、JAS製品として適応できる新たな集成材である“積層接着合わせ梁（以下、合わせ梁）“を開発しました。

成　果

1　開発した合わせ梁は､中･大径原木から製材･乾燥した幅広ひき板２～４枚を原料とし､板の幅方向を梁せい（高さ方向）とするため、同じ厚さの板で従来の集成材による梁を作成した場合と比べて接着面が少なく製造コストを低減できます。また、質感（見た目：意匠性）が無垢材に近く化粧梁として利用できる特徴を有します（図１）。

2　合わせ梁の原料となる幅広ひき板は、高含水率のスギ原木から製材した場合でも乾燥が容易であること、接着剤の塗布量、圧締圧力など一般集成材とほぼ同条件で集成材のJAS（日本農林規格）を満たす製品製造が行えることを明らかにしました。

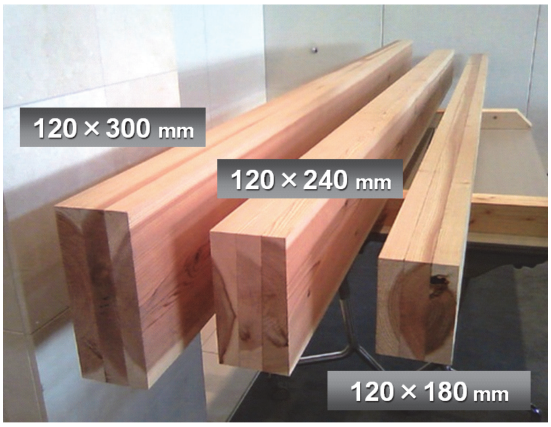
3　合わせ梁のヤング率は、それらを構成する幅広ひき板を集成材用のグレーディングマシンで計測したヤング率の平均値から精度良く推定・評価できること（図２）、曲げ性能が国土交通省の基準強度を十分に満たすことを明らかにしました（図３）。

4　合わせ梁の実大材による調査・試験により、製造後の曲がり・反り（図４）やせん断性能及びクリープ性能がJAS規格等を満たすことなど、梁桁部材として必要な性能を明らかにしました。

5　合わせ梁の利用・普及に向けて、製品特徴や製造手法と各種性能及び木造住宅の梁桁部材として必要な断面寸法を明示したリーフレットとガイドブックを作成しました（図５）。また、林業改良普及双書NO.179（全国林業改良普及協会）に成果を分担執筆しました。

成果の活用

共同研究した企業により、平成24年からモニター生産による市販化が行われています。これまでの総生産量600m^3、総販売額5,000万円となっており、静岡県内や近県を併せて年間30棟の“長期優良木造住宅”等で梁桁部材として利用が進んでいます。



梁・桁用製品 断面寸法 120×240mmの例	積層接着 合わせ梁	これまでの （輸入） 集成材梁
原　料	中・大径木 ひき板	小径木 ひき板
原料の使用枚数	2～4	8
原料の厚さ	3～6cm	3cm
原料の乾燥性	○	◎
接着等の製造効率	◎	○
製品の強度調整	○	◎
製品の意匠性	◎	○

図１　スギ積層接着合わせ梁（３層）の外観と一般（輸入）の集成材梁の違い

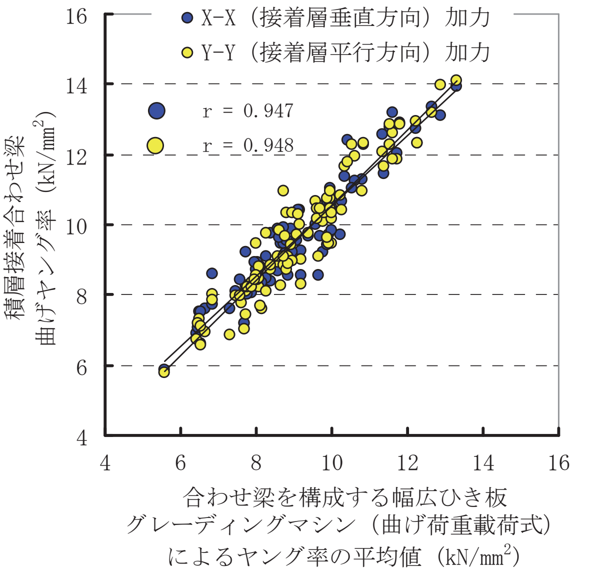


図２　スギ合わせ梁のヤング率と合わせ梁を構成する幅広ひき板のヤング率平均値との関係

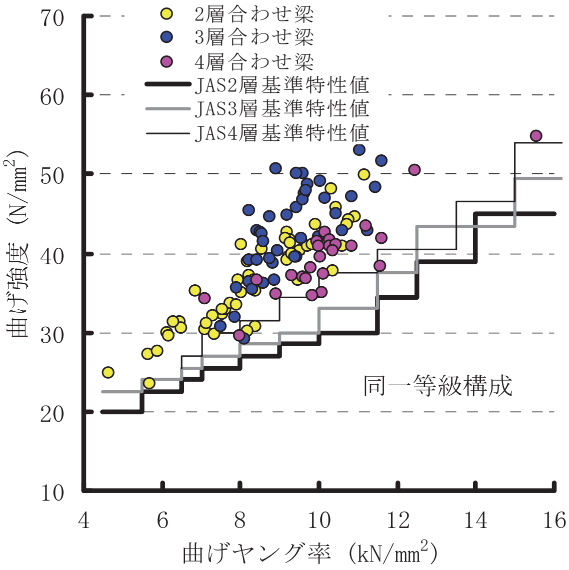


図３　スギ２層～４層合わせ梁の実大曲げ試験による曲げ性能

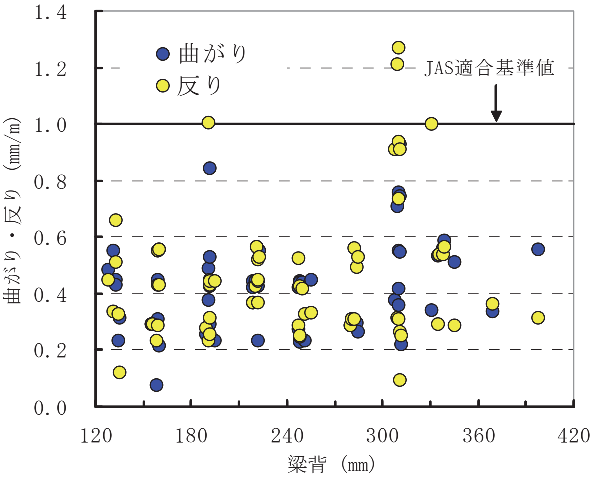


図４　スギ３層合わせ梁の製造後２年経過時における曲がりと反り

図５　スギ合わせ梁の木造住宅梁桁への利用・普及に向けた資料

［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　木材林産科　TEL 053-583-3121］

３１　木製治山ダムの効率的な修繕方法の開発

京都府農林水産技術センター農林センター森林技術センター　　明石 浩和・金澤 瑛

研究の背景・ねらい

京都府では、間伐材の利用拡大を目的に平成 11 年度から木製治山ダムを導入しており、現在の設置数は 130 基を超えています。まだ補修や更新が必要なダムはありませんが、初期のダムでは部分的な腐朽が見られます。そこで、木製治山ダムの耐用年数の延長や、維持管理費の低減のため、効率的な修繕方法を検討しました。

なお、本研究の一部は、京都大学生存圏研究所全国共同利用研究木質材料実験棟及び京都府立大学地域貢献型特別研究（府大 ACTR）により実施しました。

成　果

木製治山ダムの修繕は、修繕が必要となった時点を適切に見極め、さらに被害状況に応じた適切な方法で実施する必要があります。修繕時期を見極めるには、現地調査で部材の強度を推定する必要があるため、ピロディン[注1]やレジストグラフ[注2]で部材を測定し、その結果と曲げ強さの関係を調べました。ついで、現地調査によって得られた木製治山ダムの劣化状況を踏まえて種々の修繕方法を比較検討し、試験施工を通じて経費や施工性を調べました。

調査の結果、ピロディンやレジストグラフの測定値（部材中央の 4 面で測定した値の平均）と部材強度に負の相関が確認できたため、これらの機器を用いた現地調査で部材強度を推定し、その結果を基に修繕の必要性を判断していくことが可能と考えられました（図 1･2）。

また、方法検討や試験施工の結果は、劣化が認められた木製治山ダムの修繕は部材交換を基本的な方法とし、ダム全体の修繕など部材交換では対応が難しい場面では既設埋設を、さらに、景観への配慮が必要な場合などでは増厚補強を選択することが有効であることを示しました（図 3）。また、部位別の部材強度を調査したところ、袖の強度低下が他の部位に比べて進んでいました。そのため、部材交換を計画する場合、部位ごとに修繕サイクルを検討することが、より効率的な修繕につながります。

成果の活用

行政と連携しながら、今後の木製治山ダムの維持管理に活用していきます。

また本研究で得られた成果は、近畿・中国・四国地区第 48 回治山林道研究発表会、第 53 回治山研究発表会で口頭発表、第 63 回及び第 64 回日本木材学会大会でポスター発表しています。

注 1：直径 2.5mm の金属棒をバネにより一定のエネルギーで木材に打ち込み、その貫入深を測定する機器。
注 2：先端が三味線のバチ状になった針（幅 3.0mm）を、回転させながら木材に穿孔していく際の抵抗値変化を記録する機器。

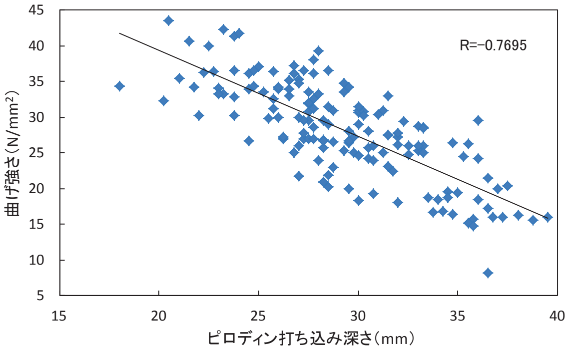


図１　ピロディン打ち込み深さ（中央４面平均）と部材曲げ強さの関係

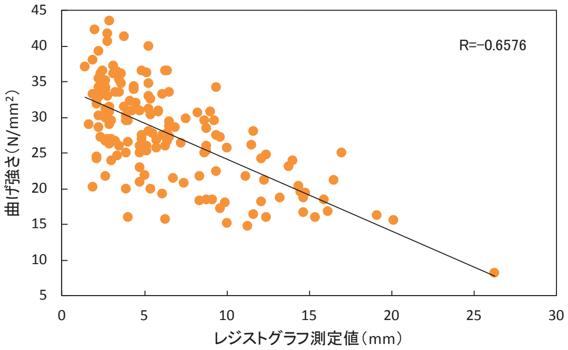
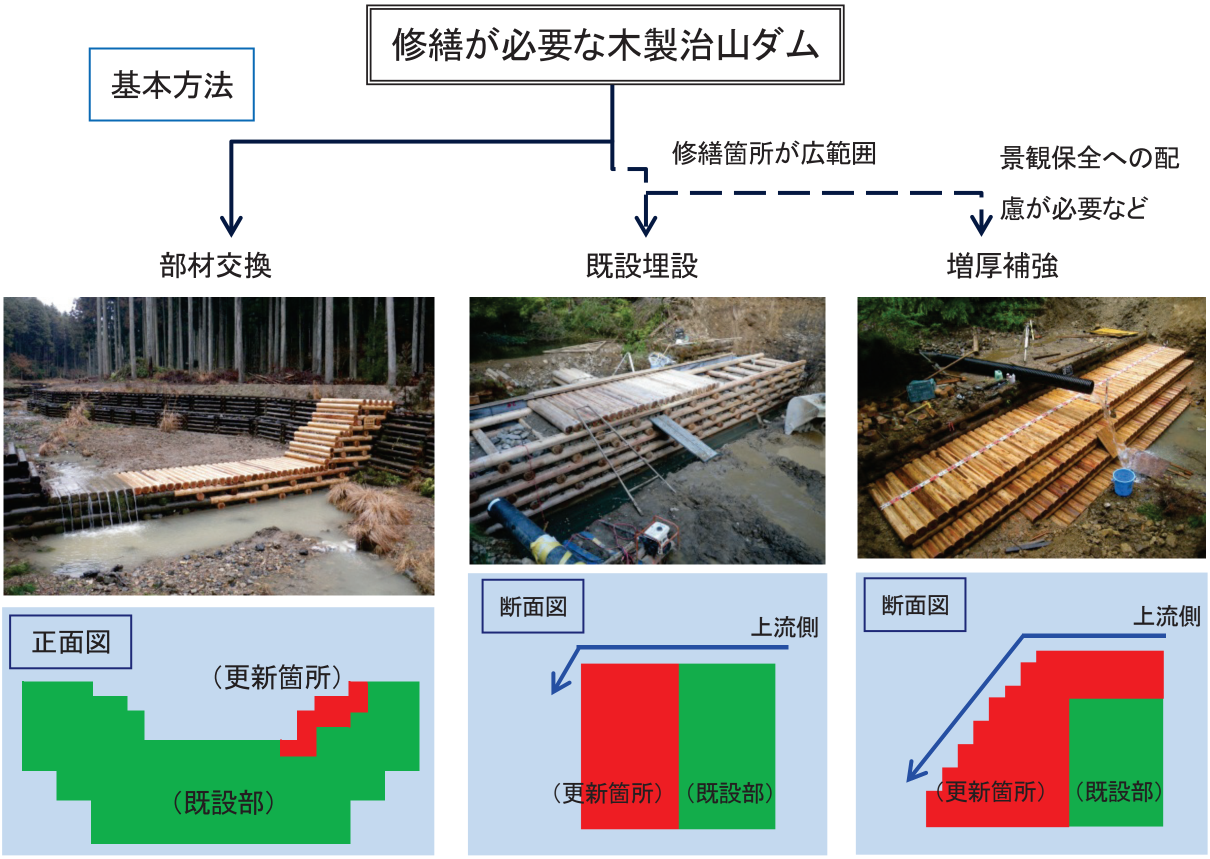


図２　レジストグラフ測定値（中央４面平均）と部材曲げ強さの関係



部材交換	既設埋設	増厚補強
工事費：安い　単価：安い	工事費：高い　単価：安い	工事費：高い　単価：高い
交換箇所が小さい場合、工期が短い。ただし本体の 55%以上の更新だと、撤去工事を伴うため、新設より長い工期になる。	施工性は新設ダム設置とほぼ同等。	下流部の洗掘が抑えられる。地盤支持力が低位、または景観配慮が必要な箇所に適用可能。
更新体積　18. 5m³ 直接工事費　654, 000円 施工単価（直工/体積）　35, 000円/m³	更新体積　114. 5m³ 直接工事費　3, 712, 000円 施工単価　32, 000円/m³	更新体積　72. 7m³ 直接工事費　4, 355, 000円 施工単価　60, 000円/m³

図３　修繕方法の選定フロー及び特徴（□内は試験施工時データ）

［問い合わせ先：京都府農林水産技術センター農林センター森林技術センター　TEL 0771-84-0365］

32　木質ペレットボイラーの導入促進に係る効果検証

山口県農林総合技術センター林業技術部　林業研究室　　佐久間 英明

研究の背景・ねらい

未利用森林資源の森林バイオマスエネルギーとしての活用は、地球温暖化防止や循環型社会の形成に貢献するだけでなく、森林の適切な整備、さらには中山間地域の活性化に寄与するものです。

山口県での森林バイオマスエネルギー活用の状況は、小型のペレットストーブは徐々に普及しているものの、ペレットボイラー等の大型機器は公共施設を中心に冷暖房や給湯及び温泉加温等に利用されているだけで、民間施設への導入事例はほとんどありません。

森林バイオマスエネルギーのさらなる活用推進のためには、木質ペレット機器の導入拡大は不可欠であり、木質ペレットの使用量が見込める民間施設（施設園芸ハウス等）を中心とした導入促進を図る必要があります。

成　果

(1) 生産者の木質ペレットボイラー等に対する意識調査

山口県のイチゴ・冬春トマトのハウス加温施設園芸生産者 65 名に意識調査を行いました。

① 加温機を導入する場合は、設備費・維持費を重視している人が最も多くなりました（図 1）。

② ハウスの規模について 152 棟を調査したところ、イチゴでは 200 ～ 400㎡程度の小規模ハウスが中心でしたが、冬春トマトでは規模が様々で、400 ～ 800㎡及び 1,000 ～ 1,500㎡が多かったです。

③ ボイラー・加温機の規模はハウス規模に比例しますが、イチゴでは 20,000 ～ 50,000kcal/h（23 ～ 58kW）が中心で、冬春トマトは 32,000 kcal/h（37kW）と 75,000 kcal/h（87kW）前後が多いという結果でした。

(2) 小規模木質ペレット加温機の開発

アンケートの結果を受けて、山口県内の生産者規模に合わせた出力の温風式小型木質ペレット加温機（40,000kcal/h（47kW））を地元企業と開発中です（写真１）。

開発中の温風式小型木質ペレット加温機を灯油加温機と比較するために、試験ハウス（180㎡）と同一条件の対照ハウス（写真２）を設定して加温能力、作物の生産性等を検証しました。加温能力やランニングコストについては遜色がありませんでした（図２）。また、ハウス内で栽培した冬春トマトの生育状況も同等でした。

現在は、加温能力を維持しつつ、さらなるランニングコストの低減とメンテナンス性の向上を目標に改良中で、引き続き検証を行います。

成果の活用

本成果は、当センターの業務年報に掲載するとともに、当センターの研究発表会で途中経過を公表しています。

今後も開発を継続して製品化を目指し、農業普及指導員や JA 等へ本成果の提供を行い、ハウス加温施設園芸生産者への普及を行う予定です。

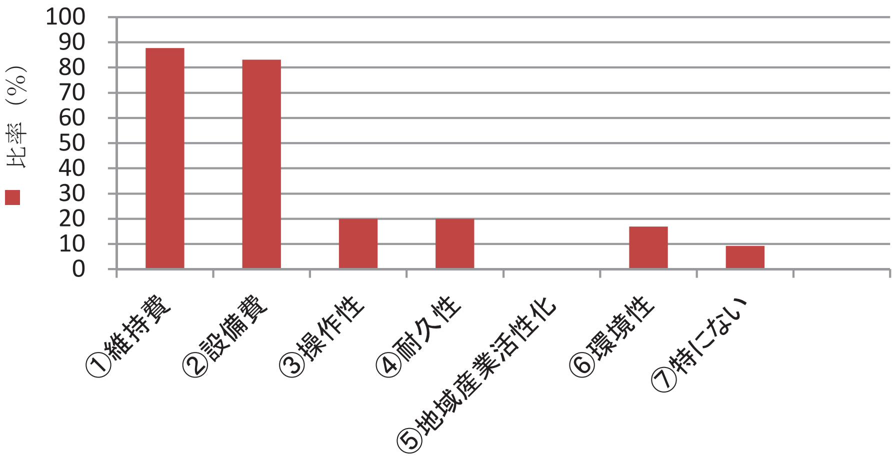


図１　加温機を新規導入する際に重視するポイントの割合

写真１　小型木質ペレット加温機の試作機

写真２　試験ハウス（手前）と対照ハウス（奥）

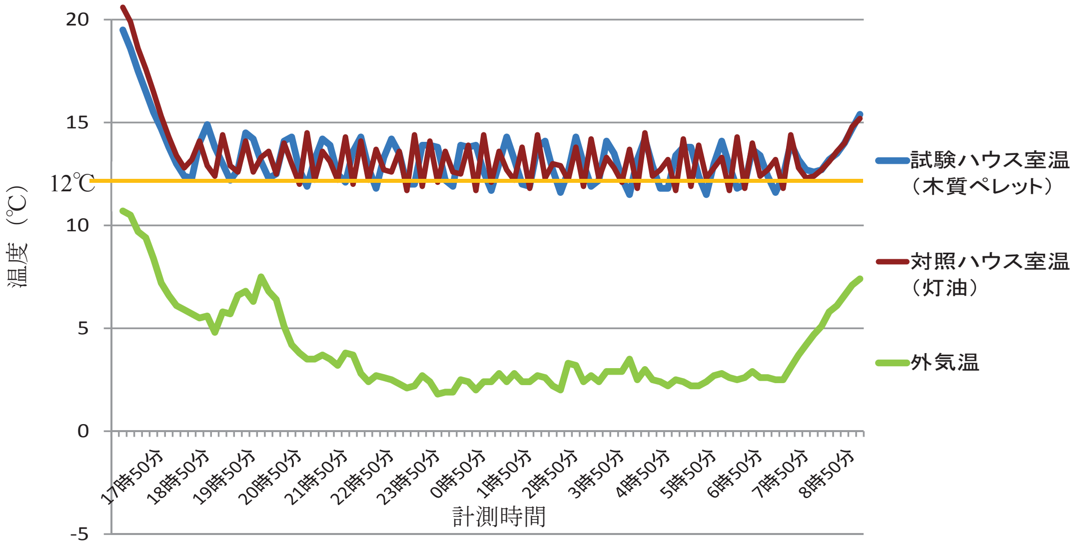


図２　加温機毎の時間別ハウス内温度変化（加温機の稼働温度を１２℃に設定）

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

３３　スギ製材とＭＤＦを利用した充腹梁の開発

徳島県立農林水産総合技術支援センター　資源環境研究課次世代林業担当　　坂田 和則

研究の背景・ねらい

「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行され、徳島県では全国に先駆けて「徳島県産材利用促進条例」を制定し、公共施設等での県産材利用を推進しているところです。県産材の消費拡大を図るためには、本県で生産される製材品を有効活用する必要があります。住宅用の梁として、県内木材関連企業らと県産スギ製材品による構造に針葉樹ＭＤＦを側面にねじ釘で固定した充腹梁を試作し、性能評価試験を行いました。当センターでは、実大静的曲げ試験を行いましたので、その概要を報告します。

成　果

試作した充腹梁は、プレカット加工された幅 102mm、梁せい 150mm、長さ 5,700mm のスギ上・下弦材と垂直材７本で構成された構造の両側面に厚さ 9mm の針葉樹ＭＤＦをねじ釘で固定したものです。充腹梁の断面寸法は、幅 120mm、梁せい 450mm です。柱との接合には、既製品の金物を用いました。充腹梁を図１に示しました。

静的曲げ試験の方法は、次のとおりです。

①使用試験機：油圧式木材実大強度試験機（曲げ試験容量 200kN）

②試験条件：スパン 5,900mm、加力点間 1,900mm、２点荷重方式

③加力スケジュール：スパンの 1/1200、1/600、1/450、1/300、1/250、1/200 のたわみまで、各１回負荷した後、除荷しました。荷重点の加力スピードは 10mm/ 分としました。

④たわみ測定：電気式変位計により、梁の中央部のたわみを測定しました。

試験状況を図－２に、ＭＤＦの破壊状況を図－３に示しました。破壊はすべて下弦材の引っ張り破壊に起因するものでした。

試験結果を表－１に、荷重－変位曲線の例を図－４に示しました。設計荷重の 18kN 時のたわみは、平均 14.47mm（スパン比 1/407）で、基準となる 1/250 以下でした。最大荷重の平均は 58kN で、十分な強度が得られました。

成果の活用

この充腹梁の性能試験は、当センター以外でもクリープ試験、接合部の強度試験などが実施されています。これらの結果をもとに（公財）日本住宅・木材技術センターの木造住宅新工法性能認証に申請しています。認定後は、木造軸組工法の２階または３階の居室を支持する梁としての利用が見込まれます。

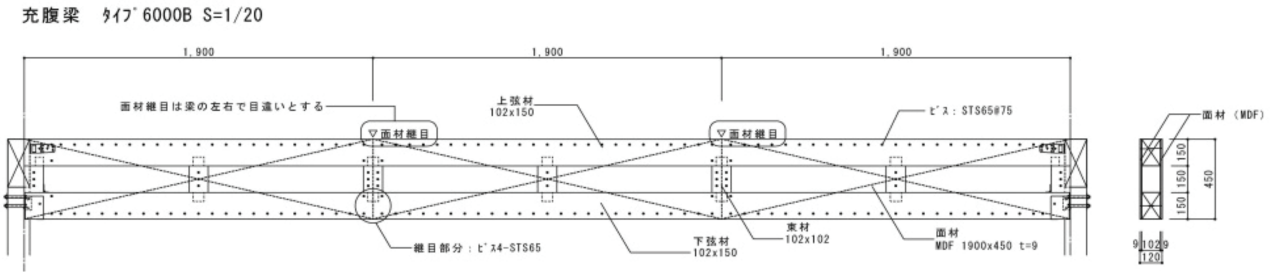


図１　充腹梁

図２　充腹梁曲げ試験の状況（No.4）

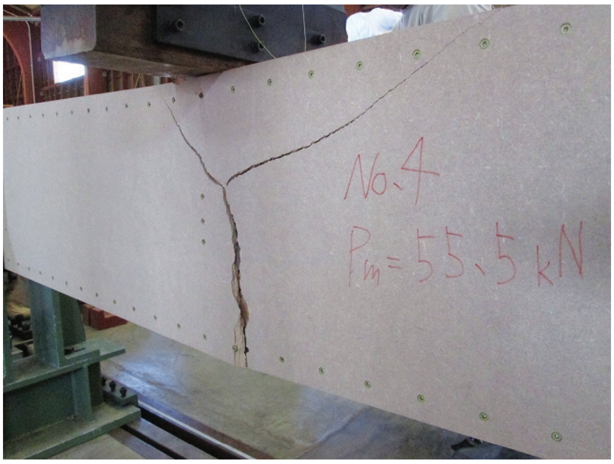


図３　ＭＤＦの破壊状況（No.4）

表１　　曲げ試験結果

試験体 番号	最大荷重 (kN)	設計荷重18kN時のたわみ (mm)	 （スパン比）
1	60.7	13.24	(1/445)
2	55.1	15.20	(1/388)
3	59.1	13.94	(1/423)
4	55.5	14.29	(1/412)
5	61.5	15.70	(1/375)
平均	58.4	14.47	(1/407)

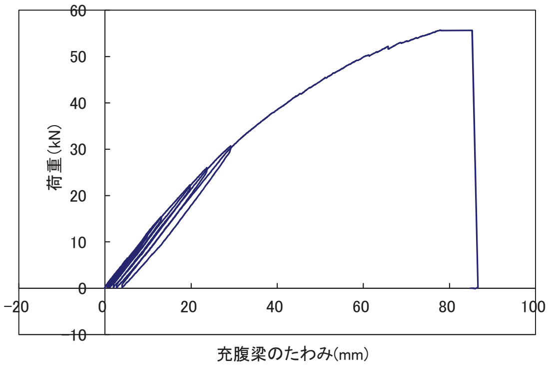


図４　荷重－たわみ曲線の例（No.4）

［問い合わせ先：徳島県立農林水産総合技術支援センター　資源環境研究課次世代林業担当　TEL 088-674-1957］

３４　土佐備長炭の製造に関する研究

高知県立森林技術センター　資源利用課　　市原 孝志・川島 幹雄

研究の背景・ねらい

高知県室戸市および東洋町等の白炭は「上土佐備長炭」として広く県内外に流通し全国第２位の生産量を占め、地域の貴重な特産品となっています（写真 1)。今後、さらに生産量を伸ばしていくには、生産性の向上と後継者の育成が重要な課題となっています。しかし、土佐備長炭の製造は「長年の経験と勘」に依存しており、基礎的なデータがほとんど存在しないため、新規就労者の育成の障害となっています。そこで、本研究では一般的に使用されている耐火レンガ窯、赤レンガ窯（窯の内壁に耐火または赤レンガが現れている窯（写真 2)）と、収率と品質が良いと言われるが修繕の回数が多いため、現在ほとんど姿を消した土窯を改良した窯（以下、改良土窯：内壁の下地は赤レンガとし、その表面を赤土で覆った（写真 3)）の３種類の窯を用いて収率、等級等についての基礎的なデータの収集を行いました。

成　　果

1　収率調査

上記３種類の窯別に投入した原木の重量とできた炭の重量から収率を求めました。原木はウバメガシ、またはその他カシ類（以下「カシ」）を用い、ウバメガシとカシは別々に製炭しました。各窯の収率は、絶乾重量比で耐火レンガ窯 17.1％、赤レンガ窯 16.6％、改良土窯 17.2％となり、各窯の収率には有意な差は認められませんでした（図 1)。

2　等級調査

炭の長さ等を元にした規格を良いものから順に、A 等級、B 等級、C 等級、D 等級に分類し、各窯で製炭された炭の等級別占有割合について調べました。その結果、A 等級の割合は耐火レンガ窯 54.8％、赤レンガ窯 51.8％、改良土窯 58.7％でした。若干改良土窯が高くなりましたが、有意な差は認められませんでした（図 2)。

収率調査と等級調査から改良土窯、耐火レンガ窯、赤レンガ窯ともに同程度の収量が期待できることが判りました。

なお、改良土窯については、早い段階から、側壁の土の剥離が認められたため、さらなる改良の余地があることが判りました。

3　窯の製造法等調査

土佐備長炭窯の構造や製造法について調査を行いました。また、収率調査と同時に、製炭者から窯くべ、乾燥だき、炭化、ねらし、窯だし等の各工程の作業内容について、聞取り調査や窯内温度等の測定を行いました（図 3)。

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、県内で新たに備長炭の製炭技術を学ぶ人達に普及していきます。

写真１　土佐備長炭

写真２　耐火レンガ窯の内壁

写真３　改良土窯の内壁製造中

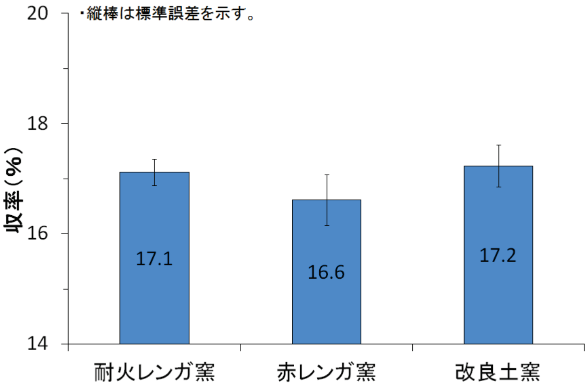


図１　窯別の収率結果

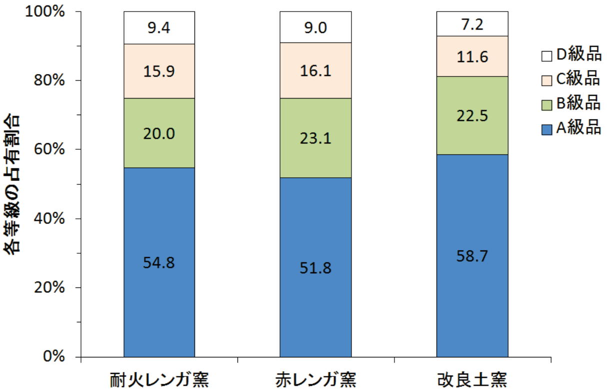


図２　窯別の等級占有割合

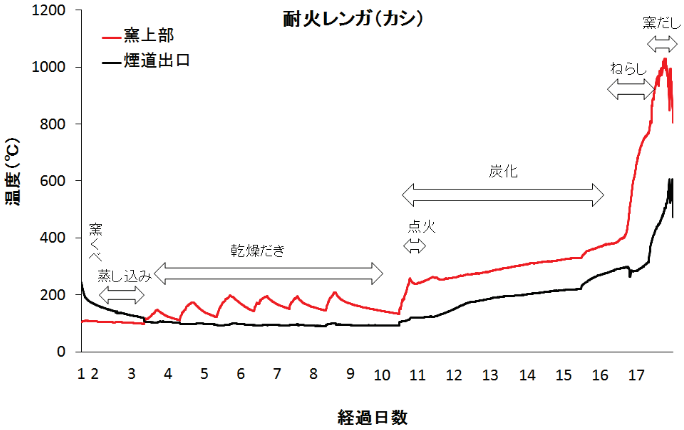


図３　製炭中の窯内温度変化と製造工程

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

３５　板幅の変化に“ゆらぎ”を持たせた視覚的に新しい内装材の開発

熊本県林業研究指導所　　池田 元吉

研究の背景・ねらい

針葉樹資源の充実に伴い、無節や心材色にスギ品種毎の特徴を持つ良質な板材が得やすくなっています。しかし、内装に無垢の板材が使われることは少なくなり、良質な板材が取れる丸太への需要は減少、丸太価格低迷の一因になっています。本研究では、“板材の良質さ”を活かした視覚的に新しい内装材の開発に取組みました。

板壁の多くは板幅一定の板で作られ、空間の視覚的特徴は木目や樹種で異なる材色などに左右されます。そこで、幅が異なる板による視覚的に新しい板壁開発に取組みました。開発のポイントは、板幅の変化のあり様に見た人が“やすらぎ”を感じるとされる“ゆらぎ”を採用したこと、そのことで既製の板材製品づくりに不向きな幅の板が使えることでの歩止り向上です。

成　果

板幅の変化のあり様が視覚的にどの様に影響するかを把握するため、実大サイズの板壁を用いアンケート調査を行いました。熊本県立大学の協力を得て、自作した板壁を一般教室の正面壁に設置し実験に供しました。正面壁は幅７m、高さ３m、壁中央に幅５m、高さ 1.2 mのホワイトボードが床面から１m 高さに設置され、周囲は白壁です。週１回、同教室で行われる授業（90 分間）前にホワイトボード周辺の白壁部分に板壁を設置、授業後にアンケート調査を行いました。壁の種類は、板壁なし、板幅一定の板壁、ゆらぎ板壁の３種類で、板壁にはスギ板を用いました（図１）。被験者は男女の学生 30 数名です。ここでは、ゆらぎ板壁作製上の注意点と POMS（Profile of Mood States の略。気分プロフィール検査の一つ）短縮版による調査結果を紹介します。

・板幅は丸太木口面で測定した年輪幅データを基に検討しました。板幅変化にランダムなゆらぎを付与するには、若齢木に比べ年輪幅変化に特定の方向性がない高樹齢木の高樹齢部の年輪幅データが適していると推察されました（図２）。
・板幅は年輪幅実測値の 40 倍に片側３㎜ずつの面取り幅を加えた寸法としました（表１）。結果、幅 30㎜から 140㎜の板 110 枚を組合せ、幅７mのゆらぎ板壁を作製しました。作製を通して、狭小幅の板が内装用に使えることを実証し、歩止りの高い製品づくりにつながることを確認できました。
・POMS 短縮版による調査結果（図３）では、疲労、混乱の T 得点は板壁なし＞板幅一定の板壁＞ゆらぎ板壁の順となり、ゆらぎ板壁の視覚的効果が示唆されました。

成果の活用

今回の取組では板幅を任意に変化させることで視覚的な新しさを板壁に付与し、材料歩止りが高い内装材造りを提案しました。作製と評価を通して、デザインの工夫次第ではいわゆる黒心材（図４）を使った内装材や厚みが異なる板を用いた影を楽しむ内装材開発の可能性があることを感じました。この開発の取組みや成果は、第 31 回日本木材加工技術協会年次大会ならびに第 64 回日本木材学会大会で公表しています。また、ホームページや各種講習会等で公表し実際に採用されるよう努めています。

図１　評価に用いた壁の状況

図２　年輪幅データを採取した
700 年生ツガの円盤

表１　年輪幅から板幅への変換例

年輪番号	実測年輪幅（㎜）	倍数 ×40	作製板幅（面取り幅込）
1	0.70	28	34
2	0.71	28	34
3	0.63	25	31
4	1.09	44	50
5	1.35	54	60
6	2.48	99	105
7	1.84	74	80
8	・	・	・
9	・	・	・
10	・	・	・
・	・	・	・

面取り幅は片側３㎜、両側で６㎜

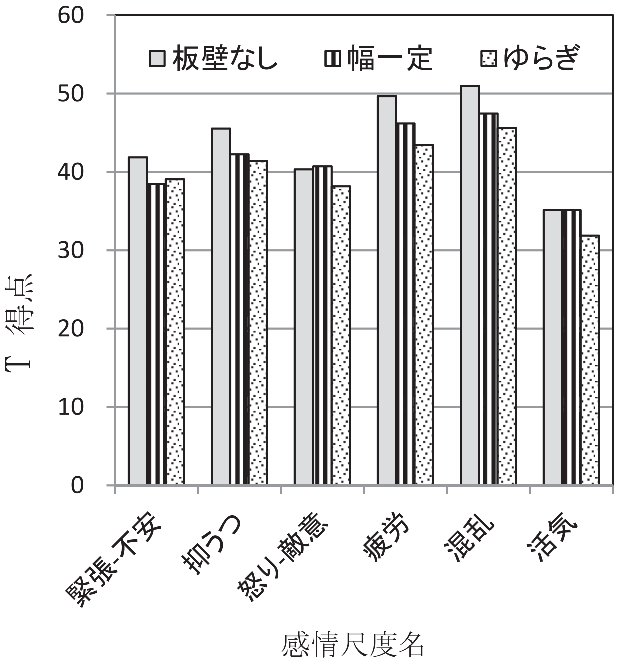


図３　POMS 短縮版各感情尺度の T 得点

図４　期待されるスギ品種毎の心材色（黒心材）
を活用した内装材開発

［問い合わせ先：熊本県林業研究指導所　TEL 096-339-2221］

３６ 木製家具（ソファ）への県産材利用に関する研究

大分県農林水産研究指導センター林業研究部 木材チーム 古曳 博也

研究の背景・ねらい

大分県で生産される木製家具の一つにソファがあります。内部の木枠フレーム（写真１）には、長年、輸入材が使用されてきましたが、近年、輸入材の価格が高騰し、入荷量も制限されるようになってきました。県内の家具工業会から、可能なものは国産材に切り換えていきたいとの要望が寄せられたことから、木枠フレームをオール国産材（スギ、ヒノキ等の県産材や国産のヒノキ合板を使用）に換えることを目的に、現状の輸入材と同等以上の強度が保持できる県産材の使用寸法を求めました。

成 果

（１）県産材の使用条件

木枠フレームの部品一本一本について、現行の輸入材（アピトン、ポプラ LVL）と同等以上の曲げ強さが保持できる県産材（スギ、ヒノキ）の使用寸法を求めました。

例えば、座（奥）の部品は、幅 50mm、厚さ 20mm のアピトンが横使いに使われていますが（写真１）、厚さ 20mm を変えない場合、スギは幅 90mm、ヒノキは幅 60mm であれば、現行のアピトンと同等の強度が得られることがわかりました（図１）。また、肘（外）の部品は、幅 20mm、厚さ 30mm のポプラ LVL が縦使いに使われていますが（写真１）、幅 20mm を変えない場合、スギは厚さ 40mm、ヒノキは厚さ 30mm であれば、現行のポプラ LVL と同等の強度が得られることがわかりました（図２）。県産材の使用寸法例を図３に示します。記載以外の寸法については、同一比率となるように変更して使用します。

木枠フレームの側板には、ラワン合板が使用されていますが（写真１）、ヒノキ合板に換えるにあたり、部品（県産材）との接合強度が保持できる技術を確立しました。

（２）県産材を使用した木枠フレームとソファの強度試験

県産材の使用寸法例をもとに、県内の家具生産業者３社にソファを試作していただきました（表１）。これらのソファの座、背、肘の強度を、JIS S 1203：家具ーいす及びスツールー強度と耐久性の試験方法に準拠して確認しましたところ、いずれも良好な結果が得られました（表２）。

成果の活用

県内の家具工業会を対象に、普及講習会を実施しました。あわせて県内の製材業界に、家具用材の安定供給を依頼し、商品化に向けた協議を進めているところです。

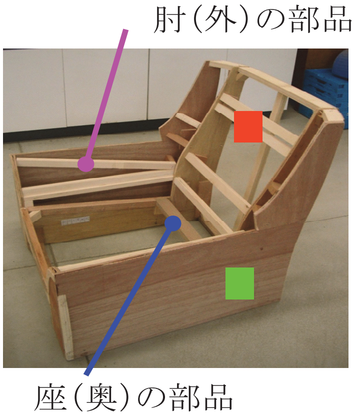


写真１　内部の木枠フレーム(現行)
■輸入材　■ラワン合板

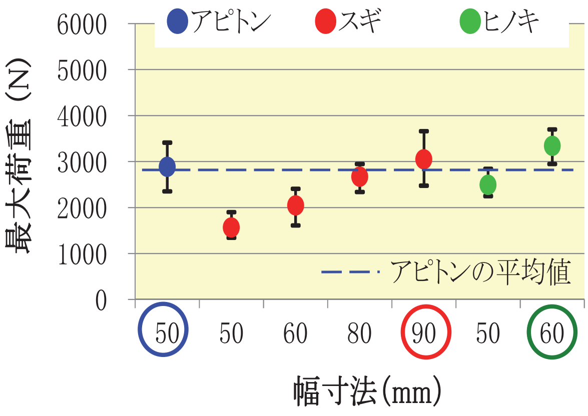


図１　座(奥)に使用する部品(横使い)
現行のアピトンの条件との比較

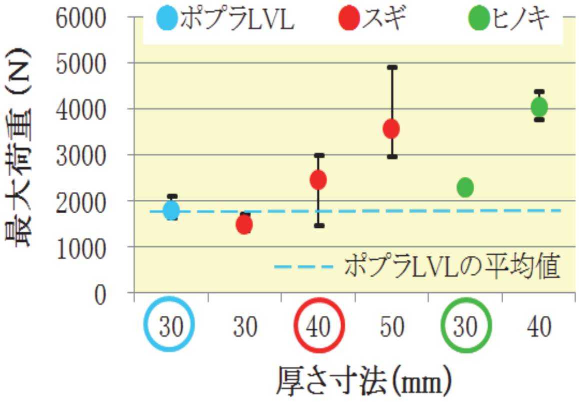


図２　肘(外)に使用する部品(縦使い)
現行のポプラ LVL の条件との比較

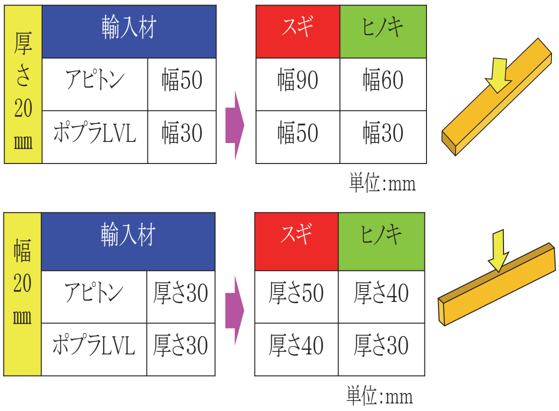


図３　県産材の使用寸法例
上：横使い　下：縦使い

表１　県産材を使用したソファの試作

委託先	A社	B社	C社
木枠フレーム 使用材料	スギ ヒノキ ヒノキ合板	スギ ヒノキ ヒノキ合板	ヒノキ ヒノキ合板
試作ソファ			

表２　ソファの強度試験結果

試験項目	座の強度 1300N 10回繰り返し	背の強度 560N 10回繰り返し	肘の強度 400N 10回繰り返し
試験の様子			
A社	適	適	適
B社	適	適	適
C社	適	適	適

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

３７　宮崎モデルによる大規模建築物の木造化に関する研究

宮崎県木材利用技術センター　構法開発部　　下温湯 盛久

研究の背景・ねらい

平成 22 年に「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行され大規模建築物の木造化等が促進されることとなりましたが、宮崎県は木材の供給は行うが、加工・設計・施工などは県外企業等に頼らざるを得ない状況でした。また、木造の大規模建築物は、建築基準法による構造上の規定が厳しく定められている他、設計に際してはＪＡＳ規格や特殊な断面の木材が必要となる事、設計を行う人材が不足している等の問題により木造化率が低い状況にありました。そこで、これらの問題を認識し県内の木材加工技術や人材を考慮し、いくつかの要素技術を組み合わせることにより、大規模木造建築物の建設を県内の人材及び技術で可能とする手法を実践し、提示する必要があると考えました。

成　果

設計開始直後に異業種連携による検討会を設置し、木材と建築の両分野に精通した立場で総合的な調整を行いました。具体的には、着工までに調達可能な木材を利用した集成材の製造スケジュール、その伐採時期、伐採量の調整と設計する建築物に求められる性能（機能・用途・外力等）に対応する断面寸法の検討を一体的に行い、県内企業で製造出来る集成材を使用し、最大スパン 10m の空間を在来軸組工法で確保することを目標としました。また、建築基準法上は、準耐火構造以上とする必要がありましたが、燃え代設計等による構造部材の大断面化を避けるために別棟規定を利用する事や、防火壁を設けそれぞれを別の建築物として取り扱うことを建築主事とあらかじめ協議し、それに対応する措置を行い大規模木造建築物にありがちな複雑で奇抜な意匠や構造とすることを避け、設計期間の短縮にも考慮した構造的にシンプルな計画を提案しました（図１）。このことは、集成材製造を始めとする木材加工や工事施工を県内の企業で行う事を可能とし納期や工期の短縮とコストの軽減（約 20 万円 /㎡（空調・電気・EV 等設備込み））に寄与しました。最終的には県内企業が開発したスギとヒノキを使用する中断面対称異等級構成集成材（E105-F300）を使用し、木造２階建て一部 RC 造延べ床面積約 3,200㎡（木材使用量約 480㎥）の学校建築物を約 10 ヶ月で竣工させることができました（写真１及び２）。また、県内企業等の技術や人材を集約し、その技術を活用する大規模木造建築物建設の為の異業種連携システムを宮崎モデルとして公表し、工事中は公共団体職員・建築関係者・県外・海外等幅広い方々に公開し、宮崎の木材と大規模木造建築物を肌で感じていただきました。

成果の活用

木造の公共建築物は、発注する各市町村の地域の実情、建築物の用途により解決すべき問題とその濃度が異なります。また、県内各市町村において木造化をするための方法や情報が不足していたことから、木材利用技術センターは、木材と建築に関し中立的な立場で指導助言が可能な専門機関として、県内各市町村の発注工事の木造化推進に対応すべく、木材の専門家と建築の専門家が木造化に対して、具体的な相談や技術指導・助言を積極的に行い、多くの相談等に対応し、実践することにより数多くの大規模な木造建築物の設計等で確実に成果をあげています。

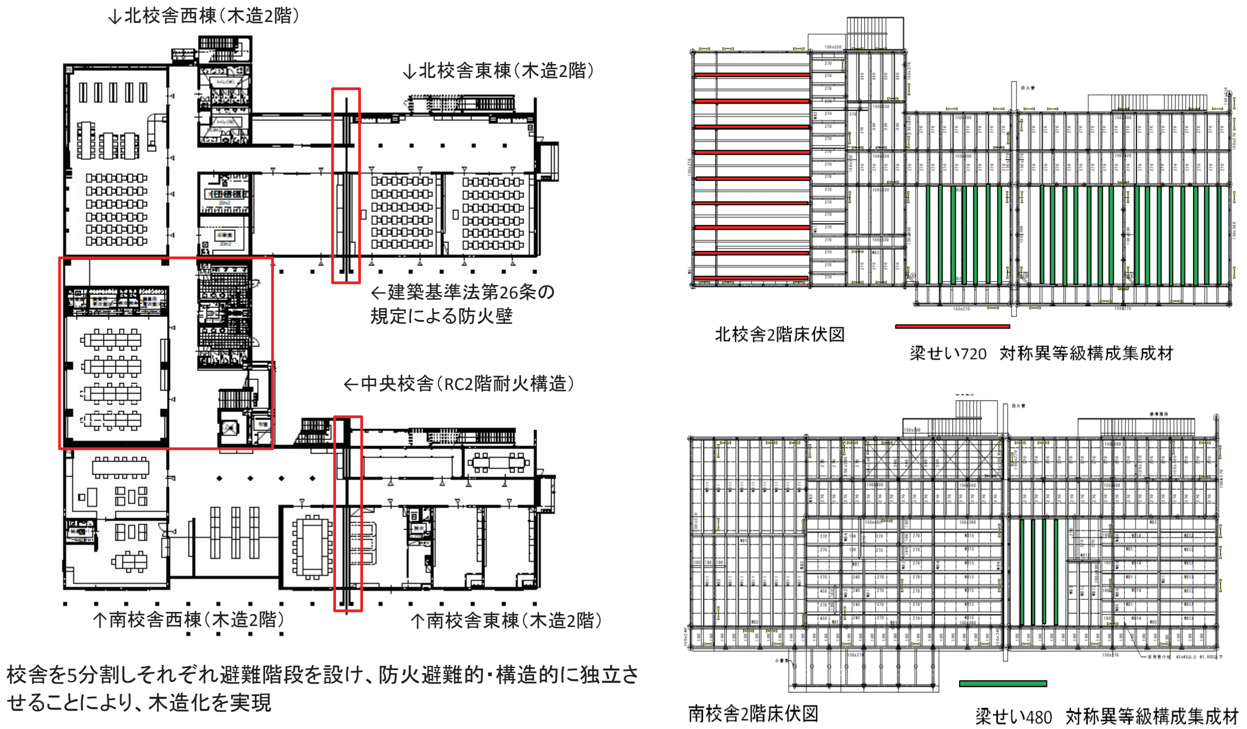


図１　1階平面図及び木造部分2階床構造

写真１　RC耐火部分を中心に木造2階建て校舎を配置。軒高9m以下となるようにRC部分との調整を行っている

写真２　スパン10mのシンプルな飽きのこない構造

写真３　玄関は丸太柱や吹き抜けで木のぬくもりを演出

［問い合わせ先：宮崎県木材利用技術センター　構法開発部　TEL 0986-46-6044］

３８　高温低湿処理を用いた「かごしま複合乾燥材」の開発

鹿児島県工業技術センター　地域資源部　　日高 富男・福留 重人

研究の背景・ねらい

現在、県内の木材乾燥の主流である蒸気式乾燥では、蒸煮処理（以下、Ｊ処理、乾球温度（以後 DBT）95℃、湿球温度（以後 WBT）95℃）と高温低湿処理（以下、ＤＳ処理、DBT120℃、WBT90℃）を行うことで、施主が嫌う材面割れは抑制できますが、高温（100℃以上）で仕上げまで乾燥すると、材色や香りが大きく変化し、また内部割れが発生する恐れもあります。

そこで本研究では、Ｊ処理とＤＳ処理した後に、天然乾燥（屋内）や人工乾燥（100℃未満の中温乾燥）を行い、最適なＤＳ処理条件の検討及び目標含水率 20％に達する乾燥時間や材面割れ等の評価を行いました。

成　果

Ｊ処理及びＤＳ処理条件の検討と天然乾燥や中温乾燥との複合乾燥を行うことで以下のことが明らかになりました。

まず製材直後のスギ心持ち正角材（120 × 120 × 3,000mm）の重量を測定し、各乾燥条件ごとに重量が軽い材（Ｌ材、28kg 未満）、中間の材（Ｍ材、28 〜 32kg）、重い材（Ｈ材、32kg 以上）に区分して供試しました。図 1 に示すように、かごしま材に適した高温低湿条件は、Ｌ材、Ｍ材ではＪ処理 12 時間、ＤＳ処理 15 時間、Ｈ材ではＪ処理 12 時間、ＤＳ処理 21 時間で、この条件下でいずれも材面割れが最も小さくなりました。

また、表 1 に示すように、Ｊ処理及びＤＳ処理後に天然乾燥を行う複合乾燥では、含水率 20％に達するのに要した時間は、夏季で 2.5 〜 4.0 ヶ月、秋季で 3.5 〜 5.0 ヶ月、冬季で 5.0 〜 6.5 ヶ月と乾燥に長期間を要しました。

さらに、Ｊ処理及びＤＳ処理後に中温乾燥を行う複合乾燥では、表 2 に示すように、含水率 20% に達するのに要した時間は、DBT80℃、WBT50℃で 70 〜 108 h、DBT 70℃、WBT40℃で 80 〜 150 h、DBT60℃、WBT30℃で 160 〜 280 h、DBT50℃、WBT30℃で 220 〜 320 h となり、乾球温度が高いほど乾燥速度は速くなりました。

成果の活用

今回得られた研究成果については「技術マニュアル」を作成し、県内の製材業者や建築業者及び行政機関を対象に、成果普及のための講習会を開催しました。その結果、複合乾燥に取り組む製材業者から最適な条件で乾燥を行うことができ、良好な仕上がり材が出来たと好評を得ました。

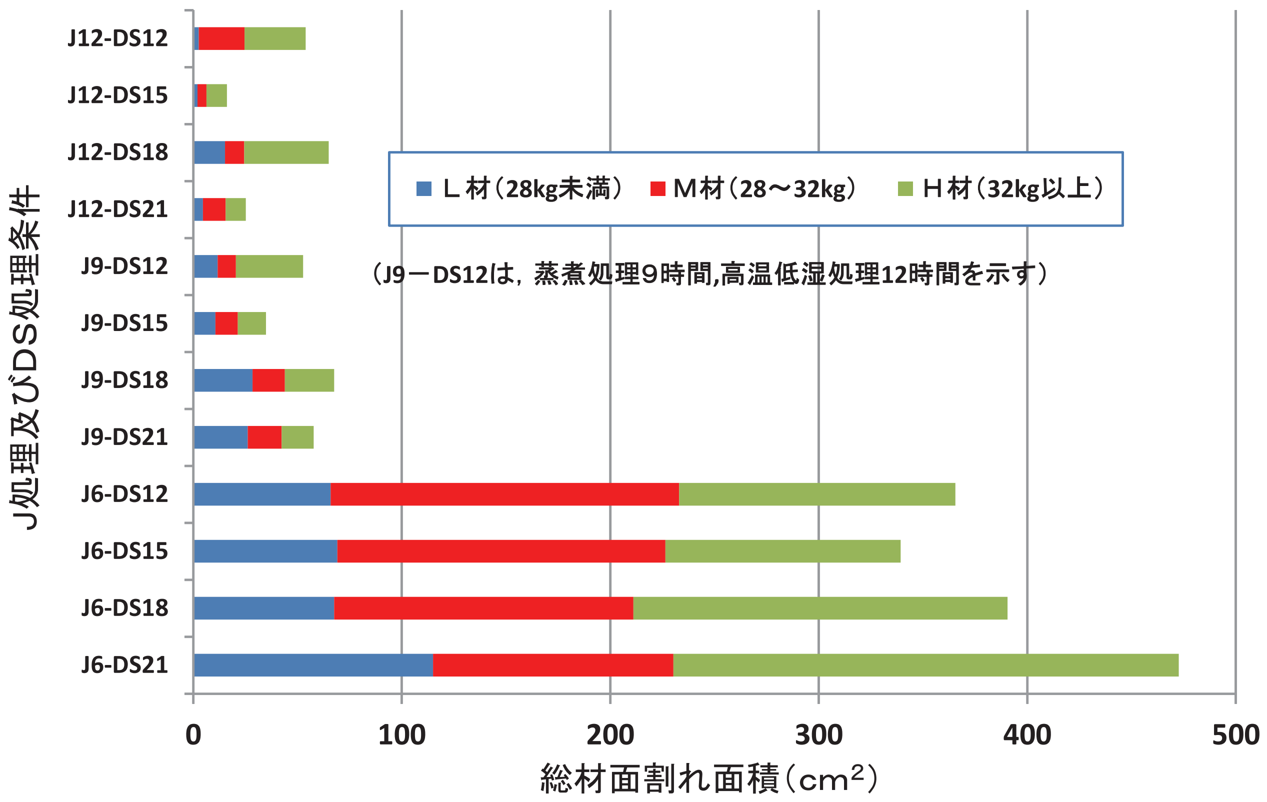


図１　蒸煮処理及びＤＳ処理直後に発生した材面割れの総面積

表１　ＤＳ処理と天然乾燥との組み合わせで含水率20%に到達するのに要する時間（月）

	J12-DS12	J12-DS15	J12-DS18	J12-DS21
Ｌ材	3.5	5.0	2.5	5.0
Ｍ材	4.5	6.0	4.0	5.0
Ｈ材	5.0	6.5	3.5	6.0
乾燥開始時期	９月	１１月	７月	１２月

※Ｊ12－ＤＳ12 は蒸煮処理 12 時間、高温低湿処理 12 時間を示す。

表２　含水率20%までに要する時間（ｈ）と乾燥速度（%/ｈ）

	DBT80℃,WBT50℃		DBT70℃,WBT40℃		DBT60℃,WBT30℃		DBT50℃,WBT30℃	
	h	%／h	h	%／h	h	%／h	h	%／h
Ｌ材	70	0.440	80	0.390	160	0.119	220	0.147
Ｍ材	85	0.455	120	0.467	200	0.266	220	0.205
Ｈ材	108	0.614	150	0.427	280	0.266	320	0.183

［問い合わせ先：鹿児島県工業技術センター　地域資源部　TEL 0995-43-5111］

３９　ハタケシメジの培地改良と菌株保存に関する研究

宮城県林業技術総合センター　地域支援部　　今埜 実希

研究の背景・ねらい

宮城県で開発したハタケシメジ（*Lyophyllum decastes*）の品種「みやぎＬＤ２号」は、平成 16 年から既存のエノキタケ生産施設を利用して現地適応試験が実施されましたが、更なる収量の増大と安定した発生の確保を図るため、エノキタケ等の培地に利用されるコーンコブミール（トウモロコシの実を取った後の穂芯）をハタケシメジ培地に添加し、培養や発生に与える影響について調べるとともに、菌株の安定供給を図る一環として、菌株の保存方法と保存期間について調べました。また、東京電力福島第一原子力発電所の事故後は、きのこ生産基材等の放射性物質による汚染が生じ、菌床中に放射性物質が含まれた場合の対策を講じておく必要があることから、放射性物質を含む菌床から、子実体への放射性物質の移行量を低減する方法について検討しました。

成　果

１　収量確保・増大のための培地の改良

既往培地にコーンコブミールを５％添加することで､発生処理から収穫までの日数が短く､収量は増え（図１）､コーンコブミールは、ハタケシメジにおいても増収効果があることが明らかとなりました。

２　菌株の保存方法及び保存年数

異なる保存方法（グリセリン－86℃凍結・PDA 平板培地４～５℃冷蔵・おが粉培地４～５℃冷蔵）で２年間保存したハタケシメジ３菌株を用いて栽培試験を実施したところ、いずれの保存方法でも子実体発生まで至りました（写真１）。ただし、菌株による収量等の違いが見られたため、今後はこれらの手法で安定的に菌株を保存するための保存菌株数などについて検討する必要があると考えられました。また、保存期間が異なる（３か月～５年）おが粉培地冷蔵株について、栽培試験を実施したところ、２年以上保存した菌株から発菌が遅くなる株が現れ、４年以上保存した菌株では収量が少ない傾向がみられました（表１）。

３　放射性物質対策

ハタケシメジ菌床に５種類の資材（粒径が異なるゼオライト２種、バーミキュライト、木炭、リン酸二水素カリウム）をそれぞれ３％添加したところ、リン酸二水素カリウム以外は、発生に異常はみられず、添加材として使用可能であることが示唆されました。さらに、ゼオライト（60P、CP）添加において、菌床から子実体への放射性物質の移行低減効果が見られました（図２）。

成果の活用

ハタケシメジの生産者に対し、情報提供を行い、コーンコブミール及びゼオライトを添加した培地の調製技術が実用化されています。ゼオライトは､粒径が大きい 60P（粒径 0.4mm 以下）よりも､より粒径が小さい CP（0.2mm 以下 80％以上）の方が、培地の撹拌時のミキサーへの負荷が小さいことから、生産現場ではゼオライト CP が使用されています。また、菌株の保存方法や保存期間についての知見は、当センターにおける母菌管理や原種菌の出荷管理に活用しています。

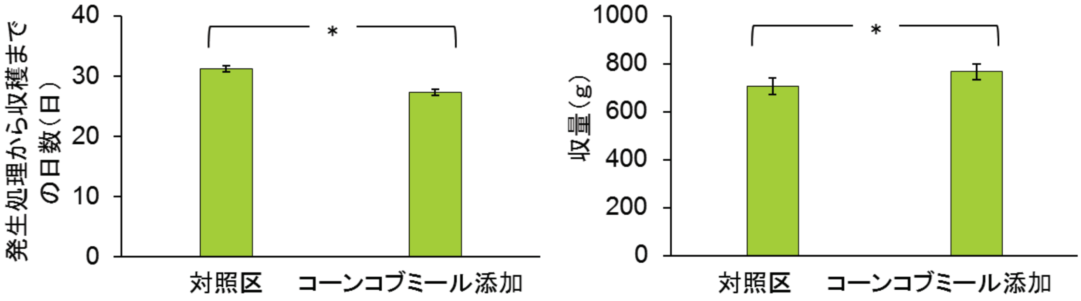


図１　コーンコブミール添加の有無による発生処理から収穫までの日数と収量の比較
バーは菌床あたりの平均値の標準偏差。＊：Wilcoxon検定；P ＜ 0.05

写真１　グリセリン凍結株（a）、PDA平板冷蔵株（b）、おが粉冷蔵株（c）由来の子実体の発生状況

表１　異なる保存期間の菌株の培養日数及び子実体発生状況

保存期間	培養日数	子実体 育成日数	収量 （g/菌床）	有効茎数 （本）	菌傘の直径 （mm）	菌柄の長さ （mm）
3か月	56.0	27.1±0.3	191.0± 6.2	60.1±6.5	29.6±1.6	72.0±2.9
1年5か月	55.0	28.5±0.5	170.9±12.0	39.1±3.3	31.7±0.8	73.8±1.8
2年か月	68.0	28.1±0.4	186.6±11.2	42.3±2.1	31.6±0.7	72.4±0.7
2年5か月	66.0	28.5±0.8	193.0±12.2	49.9±8.7	32.2±1.3	73.6±0.9
2年8か月	56.0	26.5±0.5	191.2± 7.2	55.8±4.5	30.4±0.5	71.8±0.8
4年	74.9±2.3	32.9±2.1	121.6±13.6	27.6±7.1	30.8±0.8	69.3±2.0
5年	73.4±4.1	30.6±0.7	152.2± 8.6	31.8±5.3	31.8±0.9	72.1±0.8

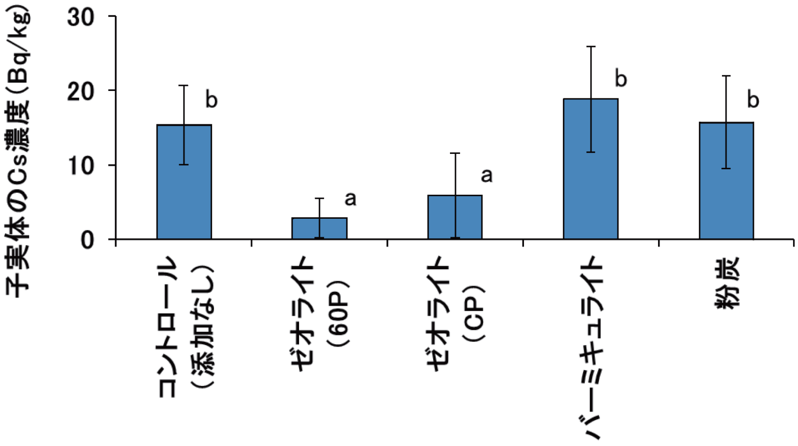


図２　鉱物及び粉炭添加培地における子実体の放射性セシウム濃度
バーは菌床あたりの平均値の標準偏差。アルファベット：Tukey-KramerのHSD検定；P ＜ 0.05

［問い合わせ先：宮城県林業技術総合センター　地域支援部　TEL 022-345-2816］

４０　マイタケとトンビマイタケの自然栽培による産地形成

秋田県林業研究研修センター　資源利用部　　菅原 冬樹・阿部 実・鈴木 博美

研究の背景・ねらい

秋田県では、マイタケとトンビマイタケのオリジナル品種を独自に開発しましたが、その利用は一部の地域に留まっていました。そこで、マイタケ原木栽培の栽培施設を必要としない技術改良や各地のシイタケ培養センターでのトンビマイタケの培養に取り組みました。また、独自性の高いオリジナル品種を用いることで、地域ブランドを強化し新たな産地形成を目指す研究を進めてきました。その結果、地域単位での原木マイタケや自然栽培によるトンビマイタケの産地が形成されつつありますので紹介します。

成　果

オリジナル品種を用いた原木マイタケやトンビマイタケなどのキノコ生産が、休耕田などの遊休農地や林床の活用により、地域活性化に結びついています。マイタケ品種「あきた白神の舞（写真１）」と地域オリジナル品種を用いたマイタケ原木栽培に３生産団体 118 名が新規に取り組み、これらの品種がブランド品目として認識されつつあります。さらに、新たなキノコとしてトンビマイタケ品種「治助のトンビ（写真２）」と「房住山（写真３）」の栽培に平成 21 年以降、県内の５生産団体 107 名が新規に取り組みを開始しました。

栽培施設を有していなくても、原木マイタケ栽培は可能です。厳冬期にコナラやミズナラの原木を長さ 20cm 程度に切断し、ドラムカンなどを利用して煮沸殺菌します。接種室は、雪国ならではの「かまくら」を利用します（写真４）。「かまくら」の中の空中落下菌を調査すると、ほぼ無菌状態に近いことがわかりました（写真５）。１月から３月上旬の厳冬期に行う「かまくら」を用いた接種方法は、生産者自身が苦肉の策として考えついたものです。培養は、倉庫や物置を利用し、直射日光が当たらないように並べます。７月中旬から８月上旬にかけて畑地や林床にほだ木を埋設します。９月中旬から 10 月にかけてマイタケが収穫でき、短木の太さにもよりますが、約５年間程度収穫が可能です。

トンビマイタケは、4 月後半から５月上旬にかけて県内のシイタケ培養センターで菌床を製造します。約２～３ヶ月の培養期間を経て、畑地や林床に菌床を埋設します。気象条件にもよりますが、埋設後 20 ～ 30 日程度で子実体が発生します。発生時期は７～９月で、品種によっては２回収穫できます。発生量は、１菌床（2.5Kg）あたり 400g 程度で、３年間収穫可能です（図１、写真６）。

成果の活用

本研究の成果は、学会発表するとともに、栽培普及書等にとりまとめました。新規栽培者に向けたキノコ講習会と栽培指導を実施するとともに、地域性に富んだ独自な新品種の育成に向けた選抜育種を生産者とともに実施しています。

写真１　マイタケ品種「秋田白神の舞」

写真２　トンビマイタケ品種「治助のトンビ」

写真３　トンビマイタケ品種「房住山」

写真４　かまくらを活用した接種室

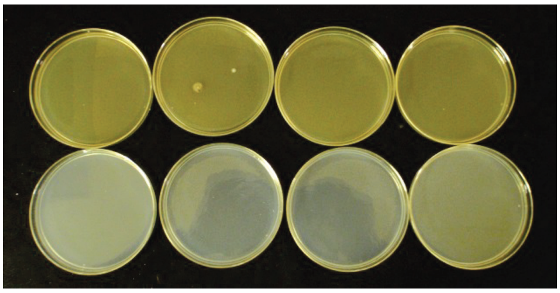


写真５　かまくら接種室内の落下菌調査結果

写真６　トンビマイタケ発生状況

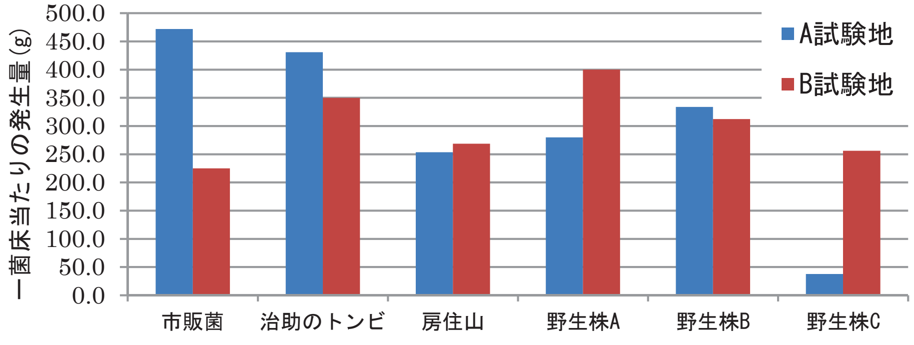


図１　露地栽培における各品種の発生量

［問い合わせ先：秋田県林業研究研修センター　資源利用部　TEL 018-882-4513］

４１　発生期に降雨の少ない地域でのヒノキ原木ナメコ栽培

埼玉県農林総合研究センター森林・緑化研究所　原口 雅人

研究の背景・ねらい

間伐材の有効利用は林業における重要な課題です。これまで宮城県・熊本県・愛媛県などの研究機関でスギ・ヒノキを利用した栽培に適したきのこ栽培種が検討され、ヒノキとナメコの組み合わせが最も有望とされました。さらに、和歌山県はヒノキ原木ナメコ栽培技術を検討し普及しましたが、なおも栽培地の環境やヒノキ原木に適したナメコ品種の詳細検討が必要としていました。また、埼玉県は、子実体発生期の 10 ～ 11 月に降雨が少なく、必ずしもナメコの原木栽培に適した地域とは言えません。

そこで、環境の異なる５箇所で市販 17 品種の種駒を用い、埼玉県に適したヒノキ原木によるナメコ栽培法を検討しました。

成　果

ヒノキ原木によるナメコ栽培では、①伏せ込み地の土壌と地表大気が湿潤なことが収量増に関与すること、②収穫は植菌の翌年と翌々年が主体であること、③品種ではヒノキ原木に適あるいは不適、単年に集中発生あるいは２年に分散発生と考えられる品種があることなどが分かりました。

- ヒノキ原木によるナメコ栽培の適地には湿性土壌を好むイノコヅチやリョウメンシダなどが生育していました（図１・写真１）。一方、チヂミザサ・アオキが見られる場所では散水やシート被覆等の湿潤を保つ工夫が必要でした（写真２）。
- 地上 50㎝の飽差が最も低かった伏せ込み地（虎秀）は、類似植生の調査地に比べ３倍程度の収量でした（図１）。ヒノキ原木の利用では、広葉樹原木以上に伏せ込み地の土壌の湿り気が必要であり、さらに林床大気も湿潤であることが重要でした（図２）。
- 植菌年は原木重量の 1/1000 程度の収量であり、植菌３年後には収量が減少しました（図１）。
- 伏せ込み地の環境により品種ごとの収量はばらつきますが、全地点で収量の極めて少ない品種（Ａ中生）、３地点で上位収量であり年較差も少ない品種（Ｂ中生）や年較差が大きい品種（Ｂ極早生）などがありました（図１）。Ｂ極早生は、間伐体験の翌年のイベントなど、集中発生が適した特殊な使用が考えられます。

なお、種菌メーカーの仕様では晩生種は 12 月以降の子実体発生が見込まれますが、この試験では収穫調査を 12 月中旬までで打ち切っています。

成果の活用

第１回関東森林学会大会（口頭）及び関東森林研究№ 61（2010）で一部を公表するとともに、上記の結果は林業普及指導員会議で情報を提供しています。さらに、ときがわ町ではほぼ毎年講習会が開催され、ヒノキ原木ナメコはテレビや新聞で取り上げられました。テレビ放映では「微かにヒノキの香りがするナメコ」と紹介され、販売時には「ヒノキの風味」のラベルで広葉樹原木ナメコと差別化が図られています（写真２）。

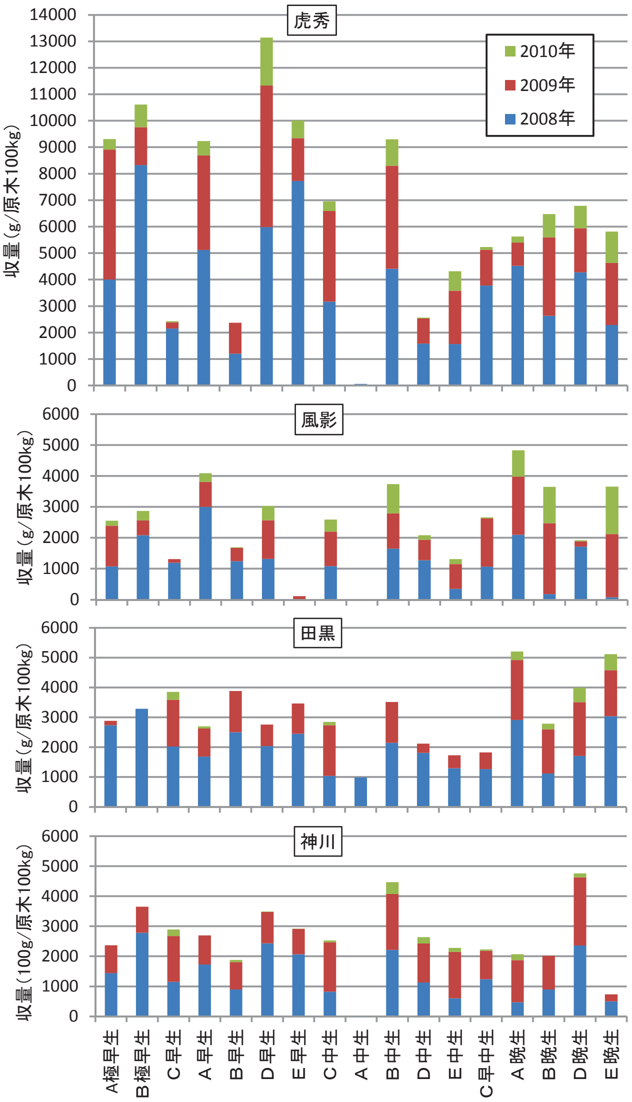


図１　種駒品種別の植菌翌年から３年間の収量

「虎秀」はほとんどの品種で他地点に比較し突出して高収量。※早・晩生はメーカーによる。田黒は適宜かん水を実施。野原試験地は子実体発生不良のため省略

表１　試験地の概況

伏せ込み地	林分樹齢（年）	地　形	標高（m）
虎秀	スギ58年生	北東向き緩斜面	200
風影	ヒノキ46年生	西斜面	500
田黒	ヒノキ37年生	平坦・河川隣接	50
神川	スギ44年生	南西向き緩斜面	380
野原	ヒノキ23年生	平坦	50

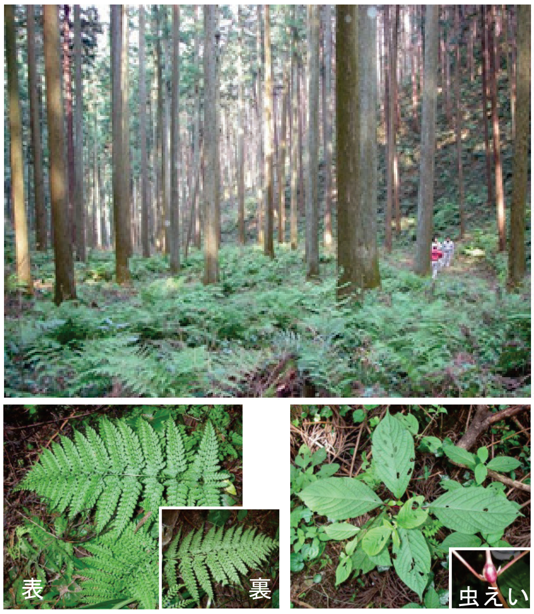


写真１　収量の多かった「虎秀」の伏せ込み地（上）とヒノキ原木ナメコ栽培の指標となるリョウメンシダ（下左）、イノコズチ（下右）

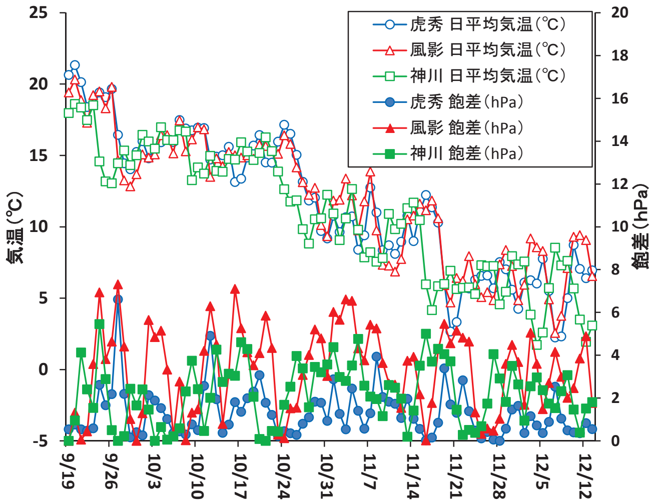


図２　植生が類似した伏せ込み地の地上高50cmの飽差の比較（2008年）

地上部の湿り気もヒノキ原木でのナメコ栽培には必要。※３地点ともかん水未実施

写真2　ときがわ町における栽培・収穫の状況（左下）と販売形態の一例（右上）

湿潤でない伏せ込み地ではシートによる被覆が有効。

［問い合わせ先：埼玉県農林総合研究センター森林・緑化研究所　TEL 048-536-0409］

４２　マツタケ試験地における気象データ、発生量の分析

長野県林業総合センター　特産部　　古川 仁・増野 和彦

研究の背景・ねらい

長野県豊丘村のマツタケ試験地における過去 32 年間の気象観測と子実体発生量調査の結果を分析し、地球温暖化等により変動の大きい近年の気象環境に対応したマツタケ山の施業方法を検討した。

成　果

マツタケ主要産地の一つである長野県豊丘村に、長野県林業総合センターは試験地（図１、写真１）を設置している。設置から 32 年間にわたり、地温・降水量等の気象データと子実体発生量の調査を行ってきた。これらのデータと気象庁の観測値を用いて推移を分析した。

（１）　年ごとの子実体発生は気象要因に大きく左右されることから、昭和 56 年の調査開始時データから、10 年間隔で平均値を求めたところ、子実体の収穫初日、最多収穫日、最終収穫日が次第に遅くなっていることが分かった（表１）。

（２）　32 年間の試験地観測結果と、試験地設置前については近隣の気象官署「飯田」の気温データから試験地の地温推定値を算出し、20 年間毎の平均値で昭和６年～平成 22 年までの地温変化を分析した。その結果、近年地温が下がり始める時期が遅くなっていること（図２）、マツタケの発生が終わる 10 月下旬～ 11 月上旬の近年の地温変動幅は９月上旬～中旬の変動幅よりも小さいこと（図２）が分かった。

これらの傾向から、近年は残暑が厳しく秋の訪れがかなり遅くなっているが、冬の訪れは秋の訪れほどには遅くならず、秋が短くなっていることが見受けられた。

さらに、このような気象条件の変化に対応したマツタケ山の施業方法を考察した。秋が短くなり、子実体原基の形成期間が短くなっていることから、この期間に極力多くの水分確保が重要と考え、そのためには雨水の土壌浸透効率を高めるための「地掻き」、「散水」等形成された原基を有効に成長させる水分確保措置が重要と考えた。

成果の活用

日本きのこ学会第 17 回大会（2013 年）で研究発表するとともに、長野県林業総合センター研究成果発表会（2013 年）、長野県まつたけシンポジウム（2013 年）で県内のマツタケ生産者及び流通関係者に説明した。また県内各地で不定期に開催されるマツタケ技術研修会、林業普及指導員研修会等で周知を図っている。

図１　豊丘村試験地の位置

写真１　豊丘村試験地で発生したマツタケ

表１　マツタケ子実体発生初日、最多発生日、発生終日の年変化
（豊丘村試験地）

年	発生初日	最多発生日	発生終日
S.56～H.2平均	9/24	10/7	10/24
H.3～H.12平均	9/27	10/10	10/29
H.13～H.22平均	9/29	10/11	11/2
H.23	9/28	10/17	10/27
H.24	10/9	10/12、10/15*	11/6

*発生数量が同数

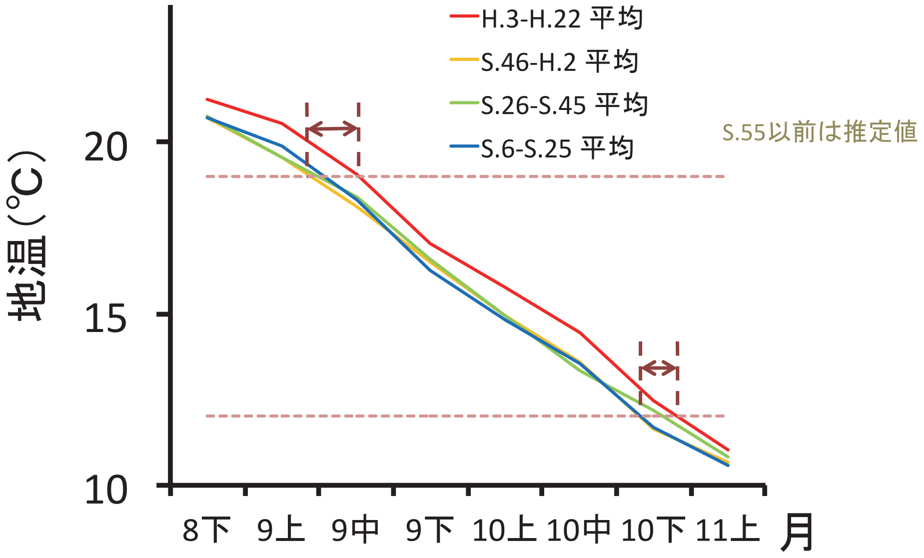


図２　豊丘村試験地の秋季における地温変化
*S. 55以前の地温は、近隣気象官署「飯田」における気温データから推定した。

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

４３　シイタケ子実体の重金属濃度に及ぼす水質条件

島根県中山間地域研究センター　農林技術部　　冨川 康之

研究の背景・ねらい

きのこ栽培に使用される水は重金属の濃度が水道水質基準以下であることが奨励されています。しかし、きのこ産地の多くで使用されている地下水は重金属濃度が基準値を超える例も確認されており、その場合の食品安全性を検証する必要があると考えました。そこで、シイタケ菌床を製造する際に加える水の重金属濃度と子実体の濃度との関係を調査しました。また、菌床の主原料であるおが粉などの重金属濃度を調べ、子実体の濃度へ及ぼす影響について水質との関係を考察しました。

成　果

菌床の含水率調整のために添加する水のカドミウム、鉛、ヒ素および水銀の濃度を水道水質基準（カドミウム、鉛およびヒ素は 0.01mg/l、水銀は 0.0005mg/l、各 2009 年度基準）の 1 倍、2 倍、4 倍、8 倍および 16 倍の濃度に調整してシイタケを栽培しました。なお、使用したおが粉、栄養材の各重金属濃度は「安心きのこ生産マニュアル（全菌協）」に示されている奨励基準以下でした（表１）。

供試水、子実体および培地基材の各重金属濃度を図１に示しました。カドミウム、ヒ素、水銀は供試水の濃度が高くなるにしたがって子実体の濃度が増加する傾向を認めましたが、鉛は子実体の濃度が変化しませんでした。カドミウムの各試験区、ヒ素の１～８倍区、水銀の１～２倍区は供試水の濃度よりも子実体の濃度が高く、培地由来重金属の影響、あるいは子実体での濃縮が考えられました。

カドミウムの１～４倍区は培地基材の 0.22㎎ /㎏に近い値で推移し、これは培地由来カドミウムの影響と考えられます。8 倍区および 16 倍区は子実体の濃度が顕著に増加し、それぞれ供試水の 7.8 倍および 4.4 倍、水道水質基準の 60 倍および 70 倍に達し、子実体での濃縮が考えられました。

国内では栽培きのこの重金属濃度について食品安全性に関する基準は定められていませんが、EU ではカドミウム濃度が 0.2㎎ /㎏以下に規制されています。本試験では、供試水が水道水質基準と同濃度（1 倍区）のみで子実体の濃度が 0.2㎎ /㎏以下となり、現在奨励されている「使用する水は水道水質基準以下」は適当といえます。ただし、1 倍区でも EU 基準を越える検体があったこと、また散水、浸水などへ使用される水も考慮し、食品安全性に関してより慎重に検証すべきと考えます。

成果の活用

島根県農林水産部が運用している「安全で美味しい島根の県産品認証制度」において、栽培きのこの認証基準や審査方法を定めるための基礎資料としました。また、当センターの研究成果発表会や研修会などで試験結果を紹介し、県産品認証制度の周知と、認証取得産地の技術支援に活用しています。試験内容の詳細は日本森林学会関西支部大会（2010）、森林応用研究（2013）で公表しました。

表１　おが粉、栄養材および培地基材の各重金属濃度（mg/kg、湿重量当たり）

	カドミウム	鉛	ヒ素	水銀
おが粉	0.43	1.47	0.04	0.002
栄養材	0.10	0.24	0.13	0.001
培地基材*	0.22	1.00	0.04	0.001
奨励基準	1.00	3.00	2.00	0.050

＊：おが粉と栄養材を容積比10：1で混合

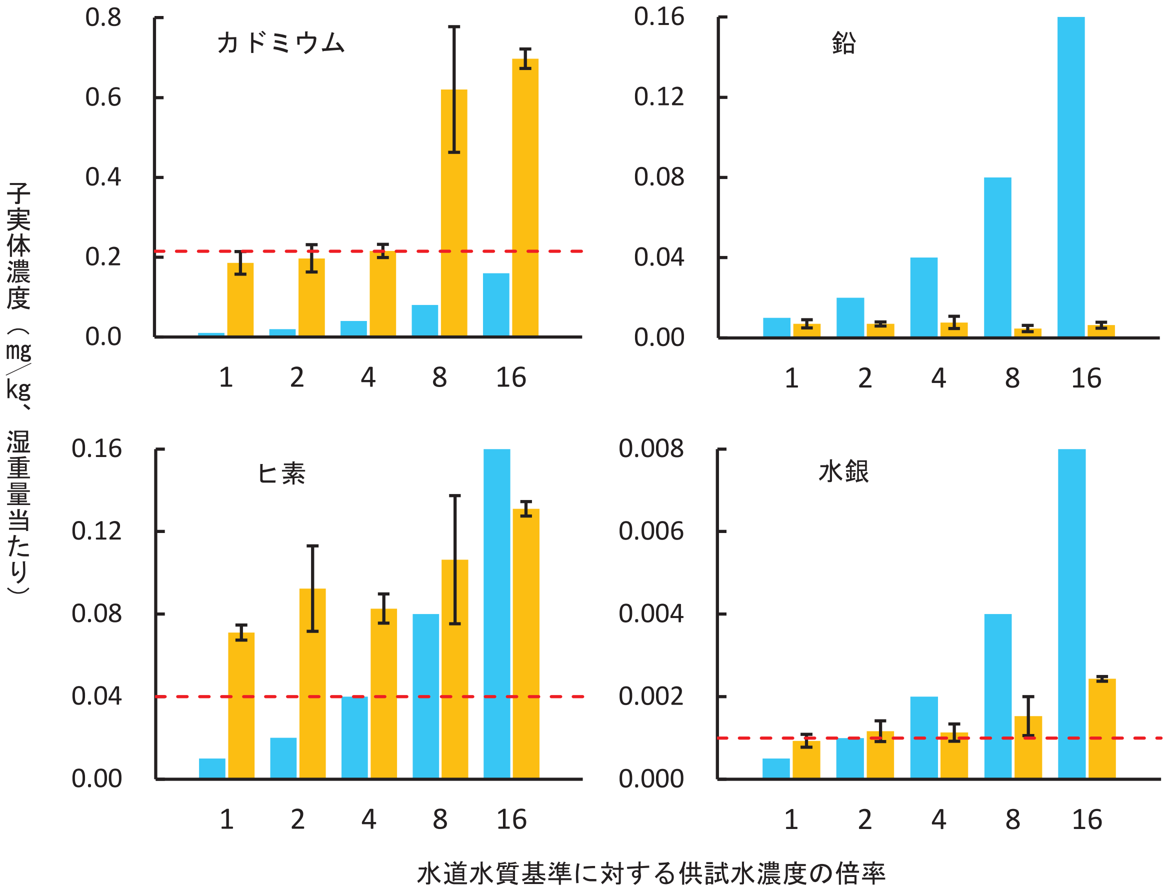


図１　供試水、子実体および培地基材の各重金属濃度の関係

：供試水、　：子実体、- - - ：培地基材

エラーバーは標準偏差を示す

[問い合わせ先：島根県中山間地域研究センター　農林技術部資源環境科　TEL 0854-76-2025]

４４　倒木接種による省力的きのこ原木栽培方法の開発

岡山県農林水産総合センター森林研究所　　藤原 直哉

研究の背景・ねらい

シイタケなど、きのこの原木栽培の現場では、生産者の高齢化や大径化した原木の取り扱いが課題となっており、作業の省力化が求められています。そこで、一つの選択肢として、原木の玉切りや移動を簡素化し、電源を必要とするドリル接種方法の代わりに、チェンソーを使った省力的な接種方法「倒木接種法」を開発しました（図１、２）。

成　果

この方法により、クヌギ、アベマキ、ミズナラなどを対象に、シイタケの原木栽培を試みたところ、原木の玉切りや移動を省略した作業工程のもと、順調にきのこを発生させることができました（写真１）。降水量の少ない岡山県では、ほだ木の乾燥が問題になりやすいので、省力化を兼ねて、地面に伏せたまま栽培しました。その結果、シイタケの収量は、コナラの場合、200kg/m^3 と良好でしたが、アベマキの場合には、83kg/m^3 と半分以下の収量でした。また、利用適期を超過した大径木にも応用できることが判り、特にナメコの原木栽培では、広葉樹のサクラだけでなく、スギやヒノキといった針葉樹の間伐木も利用できることが明らかになりました（写真２）。さらに未利用広葉樹として、アオハダを用いたヒラタケ栽培や、台風の被害跡地に生育するアカメガシワを利用し、アラゲキクラゲの原木栽培が可能なことが判りました（写真３）。今後も調査を継続し、残る課題について解決を図ります。

現在はナラ枯れ被害地域において、シイタケやナメコなど、ミズナラに感染する食用きのこを利用し、カシノナガキクイムシ（幼虫）の餌であるナラ菌の感染阻害試験について、調査を進めています。これは、接種した食用きのこの菌糸が、ナラ菌の繁殖を抑制することに着目した試験で、伐倒したミズナラの健全木の中で孵化したカシノナガキクイムシの幼虫を、間接的に飢餓状態に追い込むことによって、成長を阻害しようとする試みです。調査を開始したばかりなので、詳細な検証はこれからですが、健全木、被害木とともに、接種したシイタケやナメコの発生を確認しています（写真４）。

成果の活用

当研究所の研究成果発表会や研究報告、新聞等による情報提供や、現地講習会などを通じた技術指導や、林業普及指導員、林研グループ等を通じた情報提供を行っています。その結果、一般林家のみならず、NPO 法人等による森林の活用や、財産区や放置林の有効活用について、問い合わせを受けており、当技術が広範に浸透してきています。特に、利用適期を過ぎた広葉樹の大径木や、ヒノキの間伐材については、当方法により、シイタケやナメコの原木として利用され始めています。

図１　省力化のイメージ

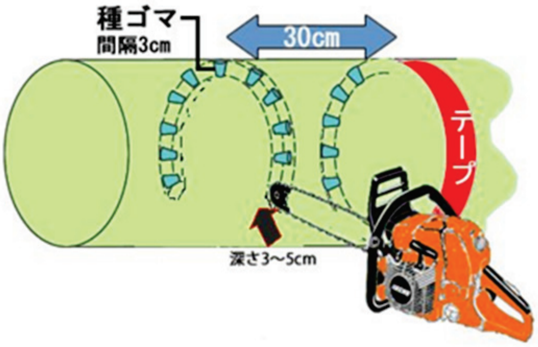
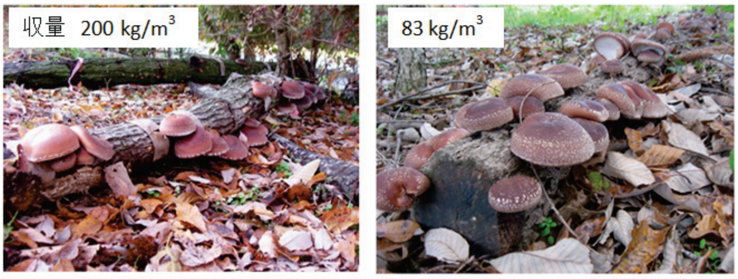
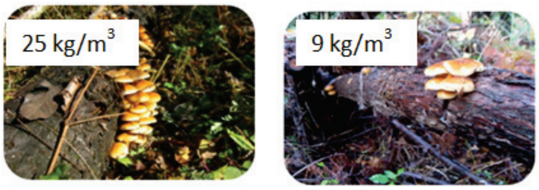


図２　接種方法の概要



コナラ　　アベマキ

写真１　シイタケの発生状況



ナメコ・ヤマザクラ　　ナメコ・ヒノキ

写真２　ナメコの発生状況

ヒラタケ・アオハダ　　アラゲキクラゲ・アカメガシワ

写真３　ヒラタケ、アラゲキクラゲの発生状況

シイタケ・ミズナラ被害木　　ナメコ・ミズナラ健全木

写真４　カシノナガキクイムシ被害地における侵入阻害試験

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

４５　ナメコの新品種「大分農研き－２５０１」の開発

大分県農林水産研究指導センター林業研究部　きのこグループ　　野上 友美・宮本 亮平・石井 秀之

研究の背景・ねらい

大分県においては、近年ナメコの生産が増加し（平成 24 年、433 ｔ、全国 12 位）、九州では第 2 位の生産県となっています。しかし、ナメコは遺伝的に変異しやすい特性を持つことが知られており、生産現場では、子実体発生不良現象の要因の一つと考えられていました。

このため、県内の生産者から子実体発生の安定と栽培期間の短縮について、新品種作出の強い要望があり、開発に着手しました。

成　果

在来系統の栽培特性調査の結果から交配親株を選定し、交配法により新規交配株を作成しました。栽培試験は、従来からの広葉樹おがくず培地を用いる施設型の栽培法で行い、2012 年に 1 系統を選抜し育成を終了しました。2012 年 6 月 20 日に品種登録の申請を行い、同年 10 月 23 日付けで受理されました。

選抜品種の特徴は次のとおりです。

① 在来品種と比較して、培養日数（70 ～ 90 日）を 7 ～ 14 日短縮できます。
② 生育日数も同様に、2 ～ 3 日間短縮できます。
③ 収量は 130 ｇ /1 ビン（800ml、1 回目）あり、10％程度増収となります。
④ 大分県独自のコーンコブ培地でも栽培可能で、針葉樹（スギ）おがくずの混入も可能です。

成果の活用

品種登録の申請が受理されたことから、県内の生産者と出願品種の利用に関する契約を結び、試験栽培を実施しながら普及定着を図っています。

知的財産取得状況

種苗登録申請中（申請受理）2012 年 10 月 23 日付

大分農研き-2501

在来品種

写真１　56 日培養後、菌掻き(発生処理)13 日目の子実体の状況

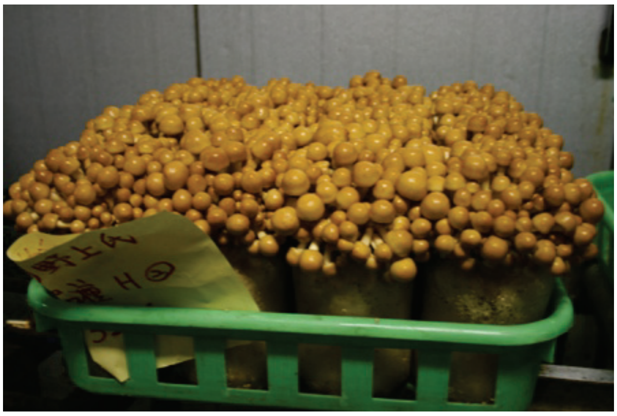


写真２　１番発生の状況（生産現場：18℃）

写真３　２番発生（１番発生から 14 日後：18℃）

[問い合わせ先：大分県農林水産研究指導センター林業研究部　きのこグループ　TEL 0974-22-4236]

４６　沖縄の気候に適した菌床シイタケ栽培技術

沖縄県森林資源研究センター　　伊藤 俊輔

研究の背景・ねらい

本県における菌床シイタケ栽培は導入されたばかりであり、生産技術・情報の蓄積が少ない状況です。また、菌床シイタケの発生段階では、シイタケが順調に発生したり、全く発生しなかったり、シイタケの発生が集中したりする状況で、安定した供給ができていません。さらに、生産者間においても技術に差があることから、シイタケを安定的に生産する技術の確立が求められています。

そこで、本研究では、亜熱帯という環境下での簡易施設栽培に適した種菌の選抜、おが粉樹種の選抜に加え、ナガマドキノコバエ対策について研究を行いました。

成　果

（１）沖縄の気候・栽培条件に適した菌床シイタケ種菌

沖縄での菌床シイタケの栽培は、主にビニールハウスを活用した簡易栽培が中心です。簡易施設で栽培する場合、菌床シイタケの発生に適した期間は、11 月から翌年の４月末までです。本研究では、これらの条件に適した、種菌の選抜を行いました。その結果、菌床１個あたり収量の中央値が 600g を超えた６種菌の中では（図１）、森産業 XR1 号は他の種菌より半月ほど早い 10 月中旬から子実体が収穫でき、子実体サイズも M、L 寸の占める割合が高くなりました（図２）。これらのことから、XR1 号が沖縄の気候に最も適していると思われました。

（２）菌床シイタケ栽培に適したオガ粉樹種

おが粉樹種の選抜試験では、原木栽培でも利用経験のあるイタジイ（*Castanopsis sieboldii*）、早生樹種であるタイワンハンノキ（*Alnus japonica var. formosana*）、オオバギ（*Macaranga tanarius*）、アカギ（*Bischofia javanica*）を用いて栽培試験を行いました。その結果、イタジイ、タイワンハンノキでの収穫量が多く、栽培に適していました。

（３）菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエ対策

沖縄島北部の菌床シイタケ生産施設３箇所（名護市、大宜味村、東村）においてナガマドキノコバエ（以下ナガマド）の誘引捕獲消長調査を行いました。３箇所の生産施設共に簡易施設で、シイタケの発生時期は、10 月下旬から翌年５月まででした。１年を通してナガマド成虫を誘引捕獲できたことから、生産施設とその周辺では、常にナガマドが生息しており、生産施設への侵入リスクが常にあることが確認できました（図３）。

一方で生産施設の密閉度が高かった名護市の施設では、施設外ではナガマドが誘引捕獲されるものの、施設内での誘引捕獲数は施設外より少なく、生産施設の密閉度を高くすることによりナガマドの被害を防ぐことができることが明らかになりました（図３）。ナガマドは、県内の生産施設周辺で周年活動していることから、目の細かいネットを活用するなどして施設の密閉度を高めることによってナガマドの被害を防ぐことができます。

成果の活用

研究成果の一部は、九州森林研究第 66 号で公表しました。さらに、普及成果情報として県のホームページで公表すると共に、生産現場で指導を行っている。とくにナガマドの被害対策については、施設の密閉度を高めるように生産者への指導を徹底しています。

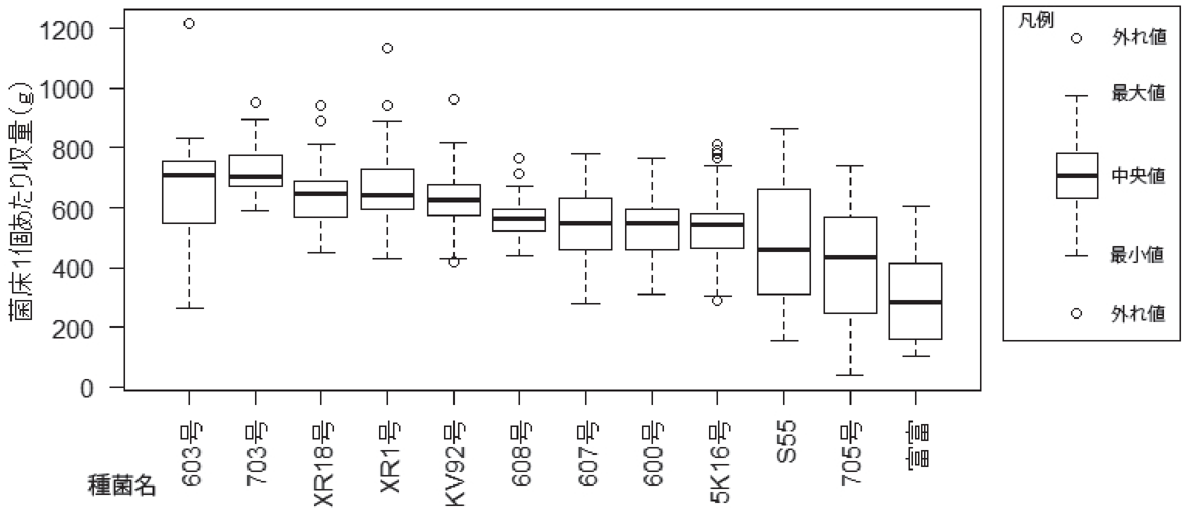


図１　種菌別・菌床1個あたり収穫量

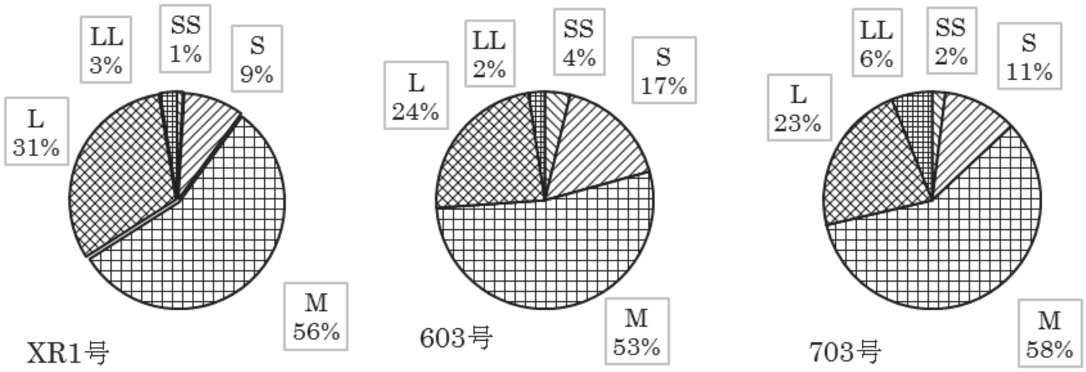


図２　３品種の子実体サイズ（傘径）

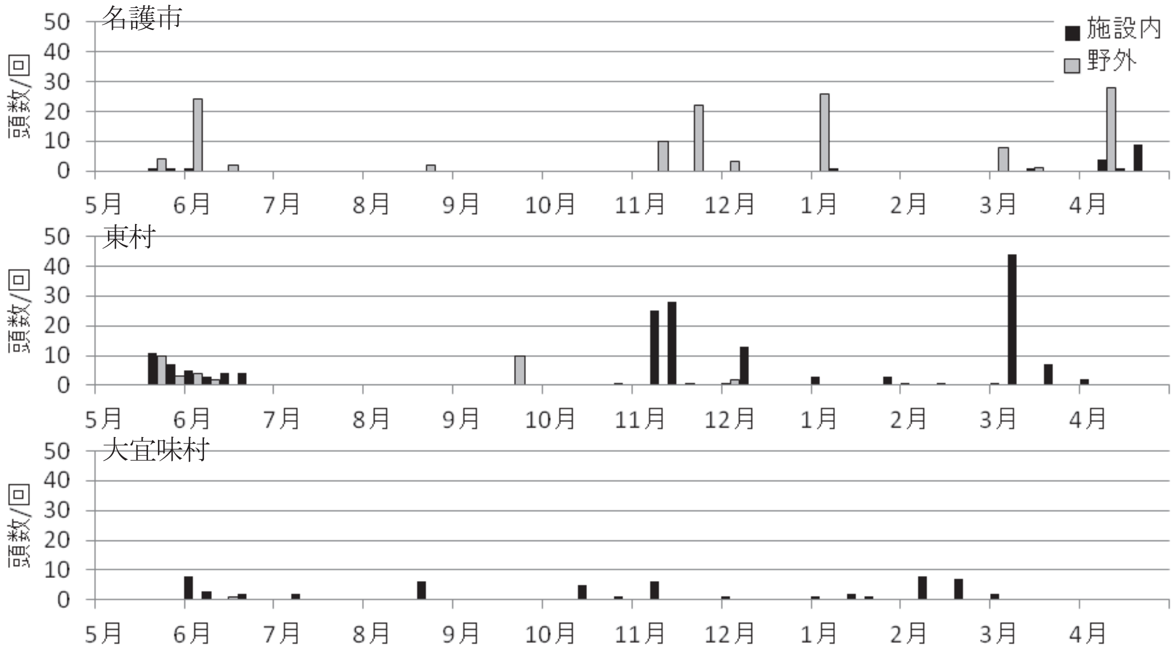


図３　各調査地におけるナガマドキノコバエ誘引捕獲頭数

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

公立林業試験研究機関　研究成果選集　No. 12　（平成 26 年度）

発　行　日　　平成 27 年 3 月 31 日

編集・発行　　独立行政法人　森林総合研究所

茨城県つくば市松の里 1

電話　029(873)3211

お問い合わせ　企画部研究管理科地域林業室

印刷・製本　　大成印刷株式会社

茨城県日立東多賀町 4-11-7

電話 0294(36)1837

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