

公立林業試験研究機関

研究成果集

No. 21

(令和5(2023)年度)

令和6(2024)年3月

国立研究開発法人 森林研究・整備機構

森林総合研究所

編集・発行

はじめに

各地域の森林・林業・木材産業に係わる研究・技術開発にあたって、日頃より皆様から多くのご理解とご協力をいただき、感謝申し上げます。

我が国は気候変動、少子高齢化、人口減少など時代の大きな変化の中にあり、森林・林業・木材産業分野における課題もまた変化して行きます。したがって時代のニーズを常に的確に把握し、対応することが肝要であり、国、都道府県および公立林業試験研究機関と（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所がそれぞれの役割分担のもと、分野横断的に連携しながら研究・技術開発を推進することの重要性はますます大きくなっていくと考えます。また、昨今のSNSの発達や流通の変化を鑑みれば、研究成果の発信についても、従来の学会発表、学術論文の発表、講演会・講習会・現地検討会の開催、マニュアル・パンフレットの配布などに加え、インターネットのあらゆるシーンでの活用は必須となりつつあり、これらを通じた行政への情報提供、林業普及指導や教育機関との連携などの推進、また一般の方々への情報提供をより一層進める必要があります。このような中、森林総合研究所では、森林・林業・木材産業に係わる様々な課題に対して研究開発による解決を図ると共に、研究成果の普及や社会還元の推進、成果の最大化を目指しており、公立林業試験研究機関のみなさまとはその連携を密にし、研究開発・推進の拠点となるハブ機能の強化に取り組んでいるところです。

本成果集はこうした取り組みの一環として公立林業試験研究機関の成果を幅広く紹介するため、各機関が推薦する成果を取りまとめ、掲載したものです。各機関同士の成果情報の共有や森林・林業・木材産業に携わる方々の業務推進上の参考となるばかりでなく、一般の方々にも興味を持っていただける内容と考えております。引き続き、数多くの実践的な研究成果が得られ、広く一般に活用されることを心から期待しております。

なお、本号は PDF 版のみでの発行となりますが、本号も含め、既刊の成果はいずれも弊所ウェブサイト上 ([https://www. ffpri. affrc. go. jp/pubs/rinshikikan. html](https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/rinshikikan.html)) で公開しておりますので、ご利用いただければ幸いです。

令和 6 年 3 月

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
企画部長 小林 功

目 次

森林・林業

多目的造林機械による下刈り省力化技術の実証試験	青森県産業技術センター …… 1
松くい虫潜在感染木の発生実態と樹幹注入による防除	山形県森林研究研修センター …… 3
海岸防災林における植栽木の枯死・生育不良原因の検討	福島県林業研究センター …… 5
芳ヶ平湿地群におけるニホンジカの生態とその影響	群馬県林業試験場 …… 7
マメザクラの発芽試験	神奈川県自然環境保全センター …… 9
下刈り実施年数を減らすことによる省力化試験について	山梨県森林総合研究所 …… 11
大苗植栽による下刈り省力化	長野県林業総合センター …… 13
20年で収穫できる早生樹生産技術の確立	福井県総合グリーンセンター …… 15
山地溪流において倒流木を発生させないためには？	三重県林業研究所 …… 17
森林整備手法マニュアルの公表	大阪府立環境農林水産総合研究所 …… 19
林内に設置されたシカ侵入防止柵管理方法の提案	岡山県農林水産総合センター森林研究所 …… 21
再造林における苗木や資材類の運搬方法に関する研究	高知県立森林技術センター …… 23
航空レーザー測量を活用したスギ人工林の地位指数の評価	長崎県農林技術開発センター …… 25
センダンの短伐期化に向けた施業技術の開発	熊本県林業研究・研修センター …… 27
スギ造林地におけるノウサギ被害対策	宮崎県林業技術センター …… 29

育種

クリーンラーチ挿し木苗の育苗管理技術	北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場 …… 31
夏季の高温による採種園スギ種子の発芽率低下	埼玉県寄居林業事務所森林研究室 …… 33
袋かけによる少花粉スギ種子の発芽率向上の検証	東京都農林総合研究センター …… 35
植栽後8年間のスギエリートツリーと従来種苗の成長	愛媛県農林水産研究所 林業研究センター …… 37
成長に優れたスギ第2世代精英樹の強度特性	佐賀県林業試験場 …… 39

木材・林産

クリ材の人工乾燥技術の開発	岩手県林業技術センター …… 41
宮城県産スギをツーバイフォー材に利用する	宮城県林業技術総合センター …… 43
愛知県におけるセンダンの強度特性	愛知県森林・林業技術センター …… 45
奈良県産スギ・ヒノキ材を用いた衝撃吸収床材の開発	奈良県森林技術センター …… 47
長大スパンに対応する接着重ね材の開発	大分県農林水産研究指導センター …… 49
スギ大径材から得られる幅広・厚板を利用した床構面の強度性能評価	熊本県林業研究・研修センター …… 51
県産スギ材のツーバイフォー工法部材の乾燥技術	鹿児島県工業技術センター …… 53

特用林産

野生型エノキタケ新品種「雪黄金」の開発	北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 …… 55
ニオウシメジの安定生産技術の開発	茨城県林業技術センター …… 57
国産黒トリュフ（アジアクロセイヨウショウロ）の栽培試験	岐阜県森林研究所 …… 59
タケノコ栽培における緩効性肥料を用いた省力施肥方法	福岡県農林業総合試験場 …… 61
乾シイタケ原木栽培の早期ほだ化技術の確立	大分県農林水産研究指導センター …… 63
効率的な竹材生産技術の確立	鹿児島県森林技術総合センター …… 65

多目的造林機械による下刈り省力化技術の実証試験

(地独) 青森県産業技術センター 林業研究所 森林環境部 室谷 豊

研究の背景・ねらい

青森県内の人工林は成熟期を迎え、至るところで皆伐作業や伐採跡地が見受けられます。持続可能な林業を維持していくには再造林の推進が必要不可欠ですが、それと並行して造林・保育作業の省力化が喫緊の課題となっています。

当研究所では下刈り作業の省力化に向けた試験研究とスマート林業の普及啓発を推進するため、令和3年に多目的造林機械（(株)キャニコム製）を導入しました（写真1）。この新たな機械（以下、「新型機械」という）と従来のエンジン刈払機（以下、「従来機械」という）による下刈り作業の比較試験を2か年実施しましたので、その研究成果について報告します。

成 果

1. 試験の概要

初年度は当研究所実験林のすぎ低密度植栽地（平均傾斜：17度、植栽密度：1,000～1,500本/ha）で、伐根粉碎アタッチメントを装着して試験を行いました。次年度は当研究所のカラマツ採種園で（平均傾斜：5度、植栽密度は500本/ha）で、下刈アタッチメントを装着して試験を行いました。

2. 省力化の確認

試験の結果（図1）、新型機械による作業時間は、伐根がない緩傾斜で、かつ植栽密度が低い林地ほど短くなりました。従来機械と比較して、中傾斜で15%、緩傾斜で33%の時間削減となっています。ただ、伐根粉碎を伴う下刈り作業では、従来機械の約2倍の時間が掛かる結果となりました。これらに基づいて、新型機械の年間稼働時間を440時間に設定した場合の最大作業面積を試算したところ（図2）、別途伐根粉碎を実施した造林地では年間35ha以上の下刈り作業が可能ということがわかりました。

3. 新型機械による経済効果の考察

従来機械の作業経費と各作業区分における年間作業経費の損益分岐点を計算したところ（図3）、伐根粉碎ありの下刈り（ケース①）では掛かり増しの状況でしたが、伐根粉碎なしの下刈り（ケース②）では10ha/年以上で従来機械より経費的に有利という結果になりました。この結果を基に、ケース①とケース②の組み合わせで従来機械より作業経費を抑える損益分岐点を探ったところ、年間稼働時間のうちケース①を35%以下、ケース②を65%以上実施することで、作業経費をコストダウンできることがわかりました。

成果の活用

今回の試験結果をとりまとめ、新型機械の有効な活用方法等を整理した解説資料を作成しました。県内の関係団体から要望されて行う実演研修会やその他発表会などで参加者に配布しています。今後も実演会等の要望があれば応えていくとともに、新たに開発された林業機械の情報収集と併せてスマート林業の普及啓発に努めていきたいと考えています。



写真1 多目的造林機械の全景写真（下刈アタッチメントを装着）

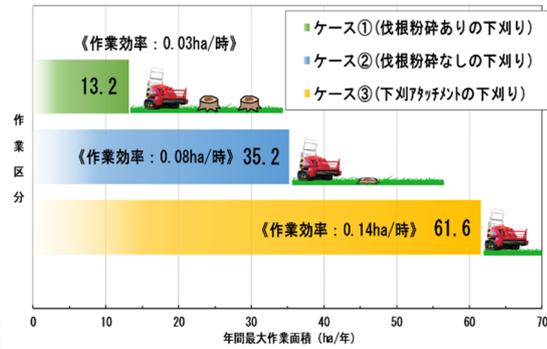
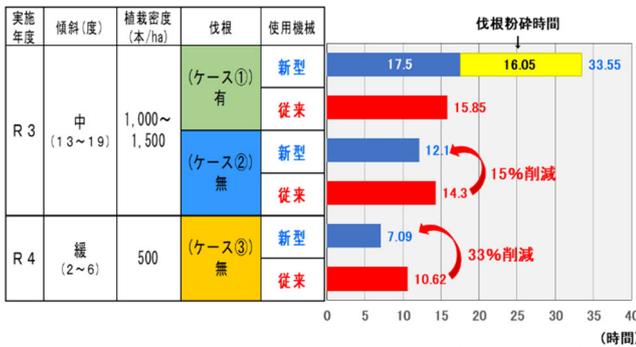


図1 1ha当たりの下刈り作業時間の比較

図2 各作業区分における年間最大作業面積

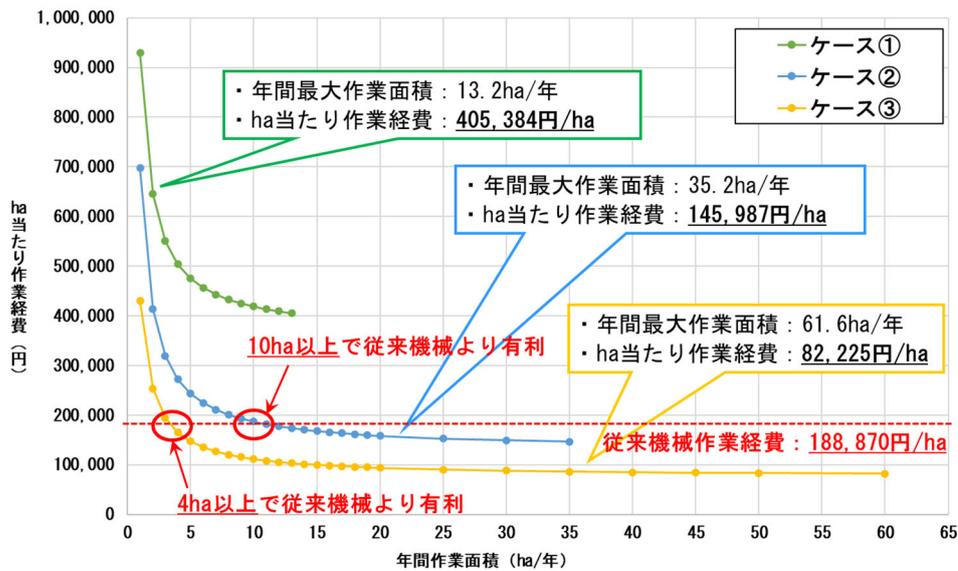


図3 各作業区分における損益計算比較

[問合せ先：(地独) 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]

松くい虫潜在感染木の発生実態と樹幹注入による防除

山形県森林研究研修センター 森林生態保全部 渡邊 潔

研究の背景・ねらい

山形県庄内海岸クロマツ林では、松枯れ被害木の全量駆除を続けていますが、前年に伐倒駆除した被害木の周辺から、さらに周辺のマツへと枯損が拡大していき、被害が終息しません。その原因を探るため、「潜在感染木」（既に松材線虫病に感染しているが、長期間にわたり健全木と見分けがつかない木）の発生実態を調査し、被害を終息させるための樹幹注入剤の効果について検討しました。

成 果

1. 潜在感染木の発生実態

林齢約15年生の若齢林（2,500本植栽）に5箇所の調査プロット（激害2林分、中害3林分）を設定し、3成長期（期間2020年4月～2022年11月）にわたって季節ごとに、各調査プロット内の全個体に対し樹脂滲出調査（以下「樹脂調査」）を実施しました。

調査期間内に発生した枯損木を、樹脂調査の結果と枯損時期から、当年枯れ、年越枯れ、潜在感染木に区分しました（図1）。各調査プロットでの本数枯損率は、激害林で21.9%（16.9～27%）、中害林で4.0%（3.8～4.1%）であり、それら枯損木のうち潜在感染木は、激害林で36.0%、中害林で46.7%と高い割合で発生していました。（図2）。潜在感染木から発生する揮発性物質はマツノマダラカミキリを誘引し、隣接木等への被害を拡大させるといわれているため、被害を終息させるには、従来行ってきた枯損木の駆除に加え、潜在感染木の処理が必要と考えられました。

2. 樹幹注入剤による被害拡大抑止効果

枯損木に隣接する木へ樹幹注入を行うことにより、被害を終息させることができるかを検証してみました。調査プロットに隣接した同じ林分において、マツ枯れ枯損木を取り囲む隣接木（ $n=146$ 本）を対象として2022年4月に樹脂調査を実施しました。それらの一部に樹幹注入を行い、10月に再び樹脂調査を行いました。樹幹注入薬剤は、安価で簡単に注入が行える塩酸レバミゾール液剤（有効期間1～2年）を用いました。その結果、4月に正常だった個体のうち、樹幹注入を行わなかった個体は13.5%が枯損したのに対し、樹幹注入を行った個体の枯損率は4.5%と少なくなりました。また、4月に樹脂異常の状態であった個体のうち、樹幹注入を行わなかった個体は75.0%が枯損したのに対し、樹幹注入を行った個体の枯損率は7.7%で、61.5%は正常な状態に回復し、高い効果が認められました（図3、Fisherの正確確率検定 $p<0.01$ ）。

成果の活用

本成果は、東北森林科学大会で報告しました。また、市町村等を対象とした研修会も実施しており、今後の防除対策の一つとして活用されるよう普及に努めています。

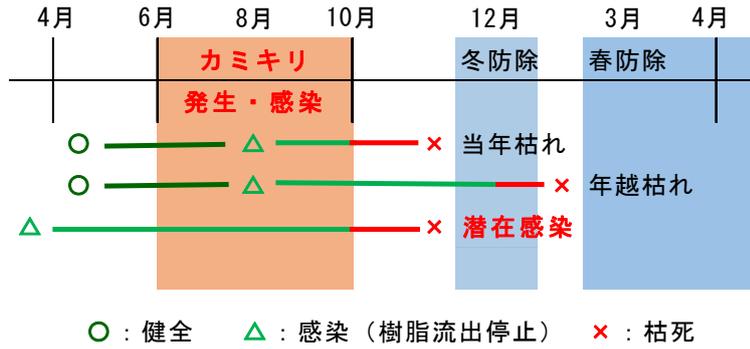


図1 マツ枯れの被害パターン

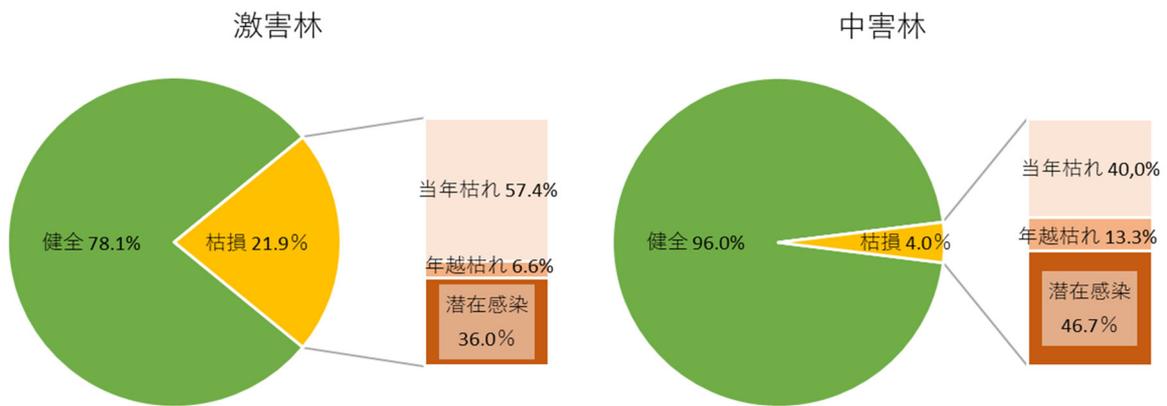


図2 庄内海岸における潜在感染木の発生実態

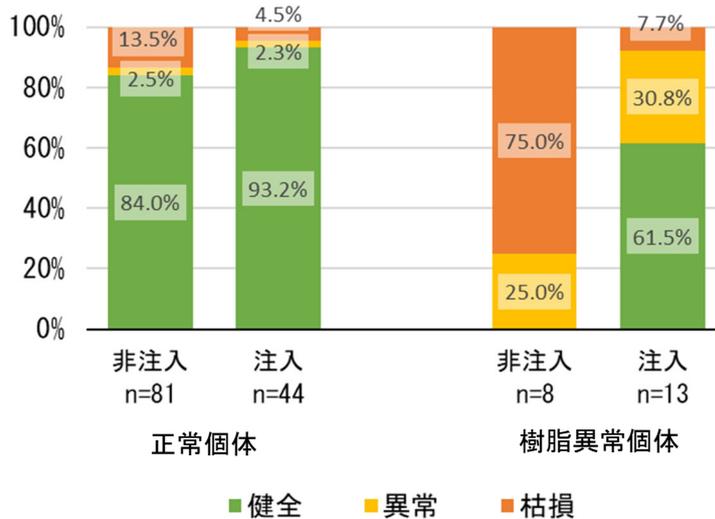


図3 枯損木の隣接木に対する樹幹注入剤の枯損防止効果 (4月処理、10月調査)

〔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 0237-84-4301〕

海岸防災林における植栽木の枯死・生育不良原因の検討

福島県林業研究センター 森林環境部 齋藤 直彦

研究の背景・ねらい

福島県の海岸には古くから防災林が整備され、飛砂、強風、潮風、高波などから農耕地や人家を保護してきましたが、東日本大震災による津波でその多くが流失しました。県では、海岸防災林を再整備し、なおかつ津波に強い林帯を創生するため、主に盛土により生育基盤を施工しクロマツ、アカマツ等を植栽する方法で工事を進め、震災から12年が経過した現在までに600haを超える造成地が完成しました。しかし、広大な造成地において植栽木の生育状況には違いがでており、良好な箇所も多い一方、一部施工地では植栽されたクロマツの枯死や極端な生育不良も見られます（写真1）。そこで、今後の植栽木の保育計画の策定、造成地の改善等への基礎資料となるよう、生育基盤盛土を調査し枯死や生育不良の原因について検討しました。

成 果

調査は、福島県双葉郡楡葉町に整備された海岸防災林で2022年5月に実施しました。2018年にクロマツが植栽された合計約1.6haの造成地において植栽木の生育状況が異なる25地点を選定し、地点ごとに植栽木16本（4×4本）の枯死率、苗高、根元径を測定し、生育状況の指標として D^2H （根元径²×苗高）を算定しました。また、地点ごとに1箇所ずつ生育基盤の物理性（土壌三相構造、飽和透水係数、孔隙率）、化学性（pH、EC）を測定し、植栽木の枯死率及び生育状況との相関を調べました。なお、基盤硬さの測定は「SH型貫入試験機」を使用し、物理性、化学性の測定は400ml採土円筒で深さ15～19cm部分を採取し計測しました。

結果として、植栽木の枯死率との相関性が確認された測定項目は、三相構造の気相（図1）、生育状況を表す D^2H と相関性が確認された項目は、三相構造の気相、飽和透水係数、及びpH（図2～4）となりました。三相構造の気相は土の通気性や排水性と関係し植物の根の伸長と密接に関わっているとされていること、また、飽和透水係数も排水性と関係することから、植栽木の枯死や生育不良は生育基盤の通気や排水が悪くなっている場所で発生していると考えられました。一方、海岸では塩分の影響で土壌がアルカリ性となることが危惧されるのですが、測定されたpHは4.8～6.6と弱酸性の範囲だったことから、塩害で生育不良が起きているのではなく、栄養成分の蓄積量などを介して生育状況との間に相関が現れたものと考えられました。

成果の活用

植栽木の枯死、生育不良の要因として、生育基盤の通気性、排水性の効果が大きいことが認められたため、対策としては、滞水等が起りやすい箇所を特定し、土質改善、暗渠排水工の追加設置が想定されます。今後は、整備された広大な造成地の植栽木の生育や生育基盤の状態を簡易かつ的確に把握することにより、生育状況に合わせた保育・管理の実施と不良箇所の改善を合わせて実施し、防災林としての機能を早期に発揮する海岸林を育てていくことが必要です。



写真1 海岸防災林に認められた植栽木の生育状況の違い
(左右とも4年生クロマツ)

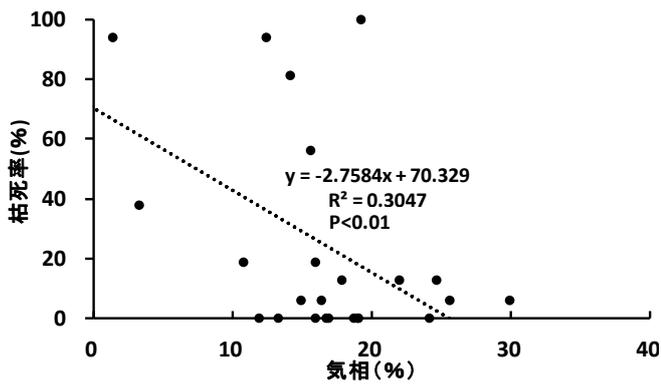


図1 気相と植栽木の枯死率の関係

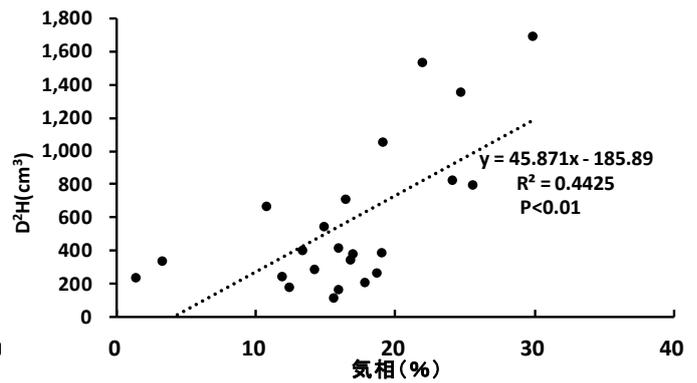


図2 気相と植栽木のD²Hの関係

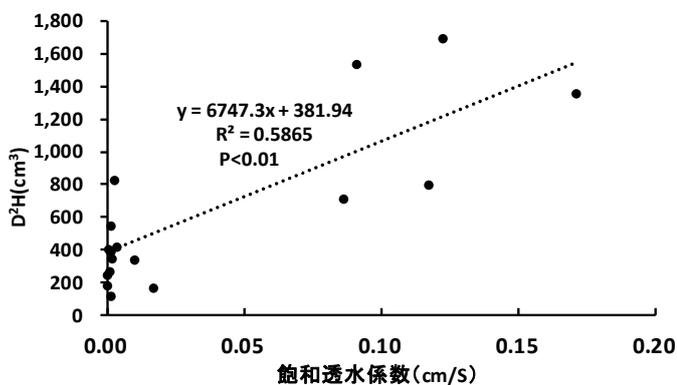


図3 飽和透水係数と植栽木のD²Hの関係

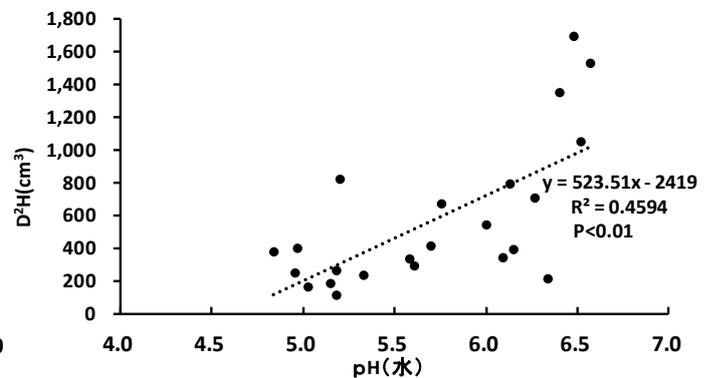


図4 pHと植栽木のD²Hの関係

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

芳ヶ平湿地群におけるニホンジカの生態とその影響

群馬県林業試験場 企画・自然環境係 山田勝也・坂和辰彦

研究の背景・ねらい

近年、各地でニホンジカ（以下、シカ）による生態系への影響が報告されています。

芳ヶ平湿地群（以下、芳ヶ平）は群馬県の北西部に位置し、草津白根山の火山活動の影響を受けて形成された湿地群です（図1）。2015年にはラムサール条約湿地に登録されるなど、重要な生態系が存在しています。しかし、芳ヶ平ではこれまでシカによる生態系への影響は把握されていませんでした。今回、芳ヶ平におけるシカのモニタリング調査を行った結果、ミズバショウへの顕著な食害が確認されたことから、ミズバショウの被害調査とともに、カメラトラップ及びGPSによるシカの移動経路についてモニタリング調査を実施し、シカ生態の基礎的知見としました。

成 果

1. ミズバショウを指標種とした被害調査

2021年6月に大平湿原を踏査した結果、確認したミズバショウの100%（ $n=29$ ）に食痕があり、地上部のない株が69%を占めていたことから、ミズバショウの食害が顕在化していることが明らかとなりました。また、定点カメラの画像解析から、ミズバショウの消失期間中に撮影された獣種はシカのみであったため、シカの食害による影響が大きいと判断しました。

2. カメラトラップ調査

月別の撮影頻度指数を比較した結果、6月の大平湿原におけるシカの出現頻度が有意に高いことが明らかとなりました（図2）。また、1～2月にはシカは確認されませんでした。

雌雄別では、4～8月はメスが80%以上を占める一方、10～12月及び3月はオスの割合が高くなることが分かりました（図3）。

3. シカ移動経路調査

のべ421日（2021年10月7日～2022年12月2日）のGPSデータから得られた地点情報（図4）から、2022年4月18日～2022年9月22日の間、シカは芳ヶ平周辺を主な行動範囲としていました。10～3月は往路24日、復路26日の移動を経て長野県上田市内に滞在しており、長野県と本県の芳ヶ平間を複数個体が季節移動していることが明らかとなりました。

芳ヶ平周辺における行動圏を2ヵ月毎に算出し比較した結果、チャツボミゴケ公園南部から南西にかけて約1 km²の範囲を共通の行動圏としていました。また、6～7月には大平湿原、8～9月にはチャツボミゴケ公園東部において行動圏が確認され、4～7月にはチャツボミゴケ公園内にも行動圏が及んでいることが明らかとなりました（図5）。

成果の活用

本成果は、群馬県林業試験場「研究報告第27号」で詳細を報告するとともに、芳ヶ平湿地群ラムサール条約連絡協議会（会長：吾妻郡中之条町長）にも説明しました。また、本研究を基に、今春から大平湿原において試験的なシカ被害対策を行う予定です。

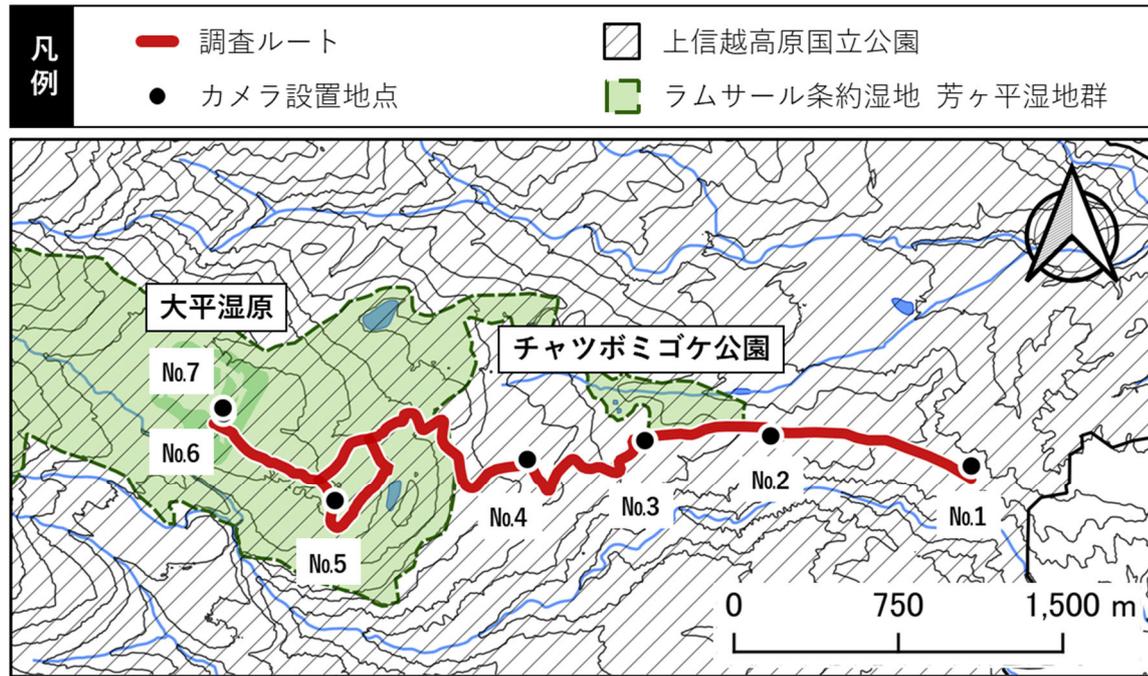


図1 芳ヶ平湿地群調査ルート

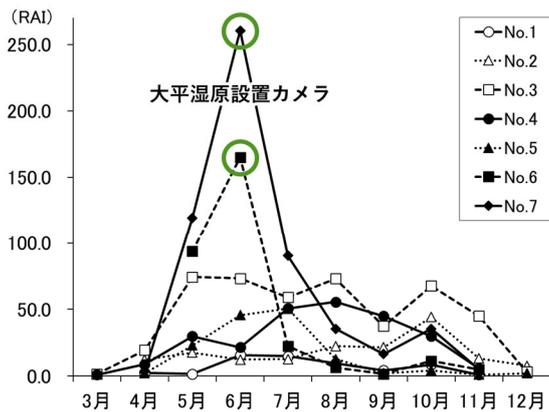


図2 月別シカ撮影頻度指数

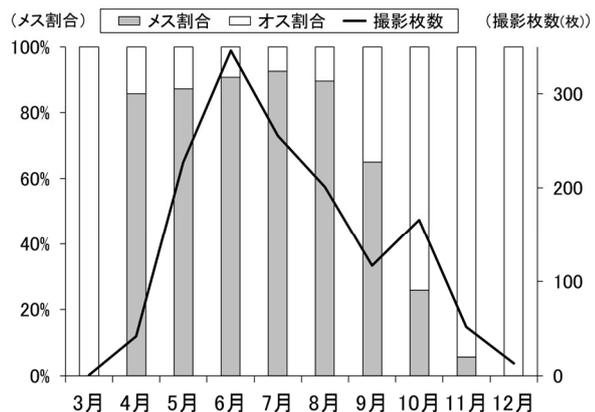


図3 月別メスジカ割合

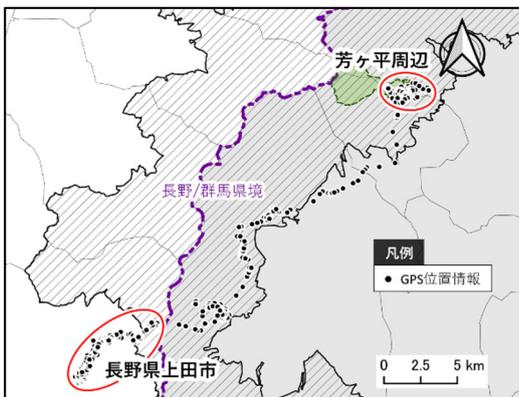


図4 GPSによるシカ移動経路

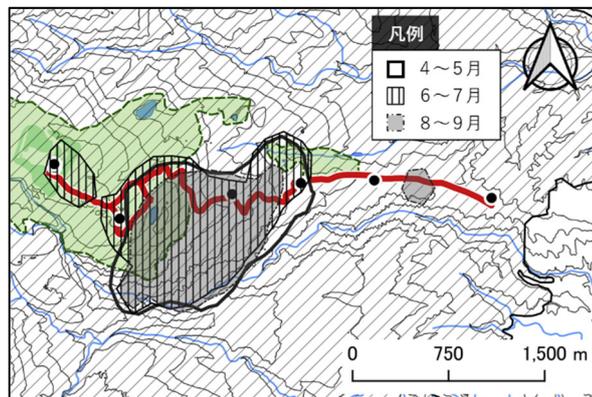


図5 2ヵ月毎のシカ行動圏

[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]

マメザクラの発芽試験

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・河野明子・久保典子・大津喜代美

研究の背景・ねらい

マメザクラ（フジザクラ、*Prunus incisa*、写真1）は、富士山周辺の関東から東海の山地を中心に分布する国内に自生するサクラの1種であり、この地域に特異的ないわゆる“フォッサマグナ要素”の代表的な植物の1つです。神奈川県では、県内に自生する広葉樹の自給のための事業を展開しており、県の委託事業で種子を採取し、県山林種苗協同組合に種子を配布して苗木を生産していますが、発芽率が低いことが問題でした。そのため湿層低温処理による発芽試験を行ないました。

成 果

○発芽試験1：無処理と湿層低温2ヶ月、無処理発芽試験後、湿層低温処理6ヶ月
発芽試験はセルトレー（アンドウケミカル128穴）に発芽培養土（サカタのタネジフィーミックスカんたんさし芽タネまきの土）を充填した培土に1粒ずつ播種（25粒×4反復）、植物インキュベーター（トミー精工CLE-303）内で23℃、蛍光灯照射（12h）下で発芽率を測定しました。発芽は、子葉の展開したものを発芽とし、検定期間は原則1か月として実施しました。湿層低温処理は、播種した状態で、湿層状態でビニール袋に入れ5℃の大型冷蔵庫（福島工業プレハブ冷蔵庫3坪型ACT-013VR2）内で静置しました。試験は以下の3処理で行いました。

- ① 無処理：精選後そのまま播種（2021、6/8～11/22）、発芽試験を実施
- ② 湿層低温2ヶ月：2ヶ月間の低温処理後（6/8～8/6）、発芽試験を実施
- ③ 無処理検定後湿層低温6ヶ月：①の試験後、そのまま6ヶ月間湿層低温処理（2021、11/22～2022、5/31）、その後発芽試験

試験1の結果（図1）、①無処理では全く発芽しませんでした。湿層低温2カ月に発芽率は5.0%でした。そこで③無処理後+湿層低温処理6ヶ月経過したところ54.0%となりました（写真2）。このため、無処理では発芽しないこと、2ヶ月以上の湿層低温処理が必要で湿層低温期間が長ければ発芽するものと思われましたが、①無処理の発芽試験の影響の可能性も考えられました。

○発芽試験2：湿層低温2ヶ月、同4ヶ月

試験1で6ヶ月間の湿層低温処理で発芽しましたが、無処理期間の影響と湿層低温処理期間を明らかにするため以下の試験を実施しました。

- ④ 湿層低温2ヶ月：2ヶ月間の低温処理後（2022、6/20～8/22）、発芽試験を実施
- ⑤ 湿層低温4ヶ月：4ヶ月間の低温処理後（6/20～10/17）、発芽試験を実施

この結果（図2）、④湿層低温2ヶ月で16.0% ⑤湿層低温4ヶ月：低温処理中3ヶ月で発芽を開始し4ヶ月時点で22.0%が発芽したことから、湿層低温期間が3ヶ月以上で休眠が打破され発芽が始まるものと考えられました。4ヶ月の湿層低温処理後の発芽検定による発芽率は50%となり、③とほぼ同じとなりました。

これらの結果から、①マメザクラは精選後、無処理では全く発芽しませんが、湿層低温処理により発芽することが明らかになりました。②休眠状態から3ヶ月程度の湿層低温処理により休眠が打破されますが、2ヶ月程度では発芽率がまだ低く、その期間が重要です。③低温暗黒下の湿層低温状態で発芽を開始することから、発芽には温度や光を必ずしも必要としないと考えられました。

成果の活用

マメザクラの発芽試験の結果、精選後、無処理では全く発芽しませんが、3か月程度の湿層低温処理により休眠が打破され発芽が促進されることが明らかになりました。本成果は、神奈川県苗木生産現場で活用するとともに、第12回森林遺伝育種学会（2022）で発表を行ないました。



写真1 マメザクラ (二ノ塔)



写真2 ③湿層低温6ヶ月で発芽したマメザクラ

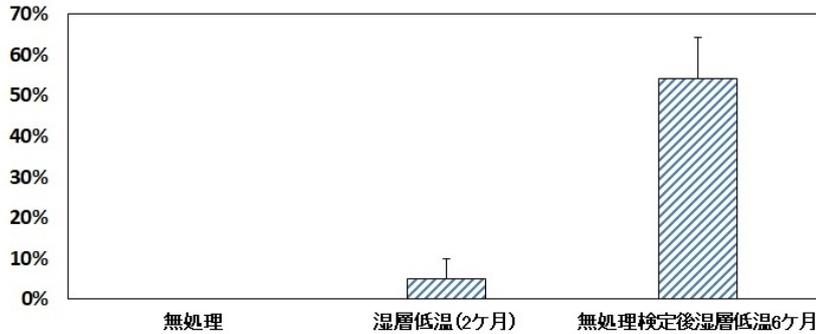


図1 処理別のマメザクラの発芽率試験結果

①無処理では全く発芽せず。②湿層低温2ヶ月で5.0%、③無処理後+湿層低温処理6ヶ月間54.0% (写真2) GLMによる逸脱度分析により有意差有 ($p < 0.001$)。棒は標準偏差を示す。

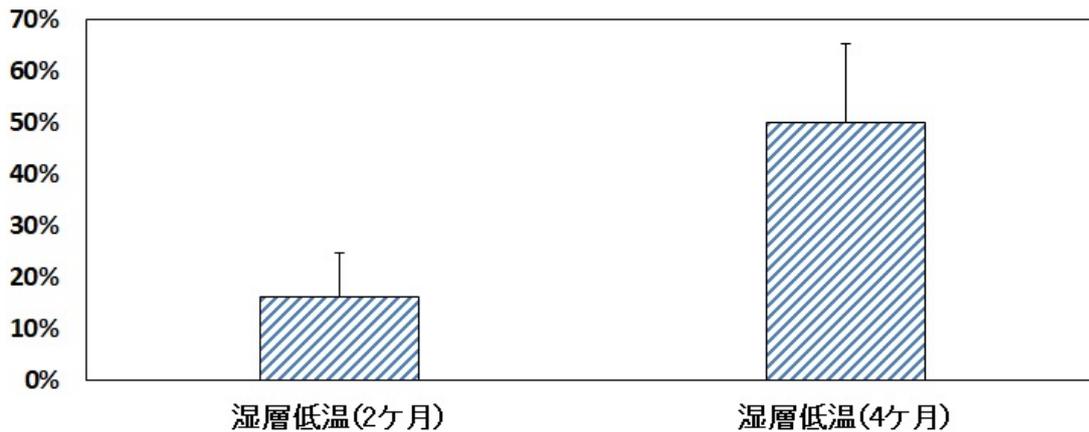


図2 湿層低温期間別のマメザクラの発芽率試験結果

④湿層低温2ヶ月16.0% ⑤湿層低温4ヶ月：低温処理中3ヶ月で発芽開始、4ヶ月時点で22.0%、検定後の発芽率は50%となり③とほぼ同じになりました。GLMによる逸脱度分析により有意差有 ($p < 0.001$)。棒は標準偏差を示す。

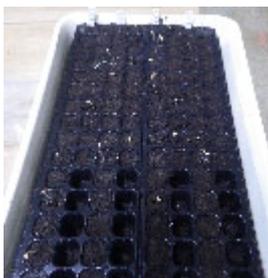


写真3 ⑤湿層低温4ヶ月の状況 (左) 22%が発芽している。検定後 (右) 発芽率50%となり③とほぼ同等になりました。

下刈り実施年数を減らすことによる省力化試験について

山梨県森林総合研究所 生産科 長谷川 喬平

研究の背景・ねらい

近年は林業従事者の高齢化や減少、伐採収入に比べ再生林のコストが高いという問題から、作業の省力化・低コスト化が強く求められています。その中でも、下刈り作業は、真夏に炎天下の日陰のない場所で実施される過酷な労働で、造林作業全体で見ると費用が大きくなる作業です。そこで、下刈り回数の削減が植栽苗木の成長や、周囲の雑草木との競争関係に及ぼす影響を調査しました。

成 果

山梨県の主要造林樹種であるカラマツおよびヒノキを対象としました。下刈り作業は、年一回植栽地の全面を刈払う全刈りをカラマツ4年、ヒノキは6年継続を標準としています。

2015年にカラマツは3箇所、ヒノキは5箇所の調査地を設置し、各調査地に植栽後一回も下刈りをしない試験区A、下刈りの年数を標準の半分の年数より1年短くした試験区B（カラマツ1年、ヒノキ2年）、下刈りの年数を標準の半分にした試験区C（カラマツ2年、ヒノキ3年）を設置しました。植栽4年後の2019年に試験区内に2.5mを緩衝帯として調査プロットを設置し、植栽木の毎木調査を行いました。またプロット内の植生を草本と木本に分け、平均群落高を計測しました。比較対象として、試験区外の標準下刈りされた場所を対照区としました。各調査プロットは10m×10mです。

植栽4年後の生存率はどの試験区において両樹種ともに8割を超えており（図1）、下刈りをしなくても顕著に枯死が増加することはありませんでした。植栽木の樹高は両樹種とも試験区BとCでは有意差は見られませんでした。対照区とは有意差があり、低くなっていたものの、試験区A（無下刈り）より良好な成長がみられました（図2）。調査期間中下刈りされていたため対照区のデータはありませんが、植栽木周囲の植生の平均群落高は、両樹種のいずれの試験区ともに草本類は約160～200cm程度でした。木本類は下刈りを継続するほど低くなりました。植栽木と比較すると、カラマツは試験区Bで木本より高くなっていますが、被圧されている個体も見られました。試験区Cで大部分の個体が被圧から脱出していました。ヒノキは、試験区Cのみで木本類の被圧からも脱出する高さになっていました（図3）。

以上のことから下刈り年数を減らしても4年間では植栽木の生存にはあまり影響しないこと、従来の半分の年数を実施すれば、樹高成長の低下率は2割程度で留まり、周囲の植生よりも高くなることが示されました。ただし、本調査は植栽木と周囲の植生のみに着目したものであり、ツル類の被害については判定していないことに留意が必要です。

成果の活用

研究所の研究成果発表会や普及誌を通じて広報しており、下刈り省力化したいという相談を受けた際の資料として活用しています。

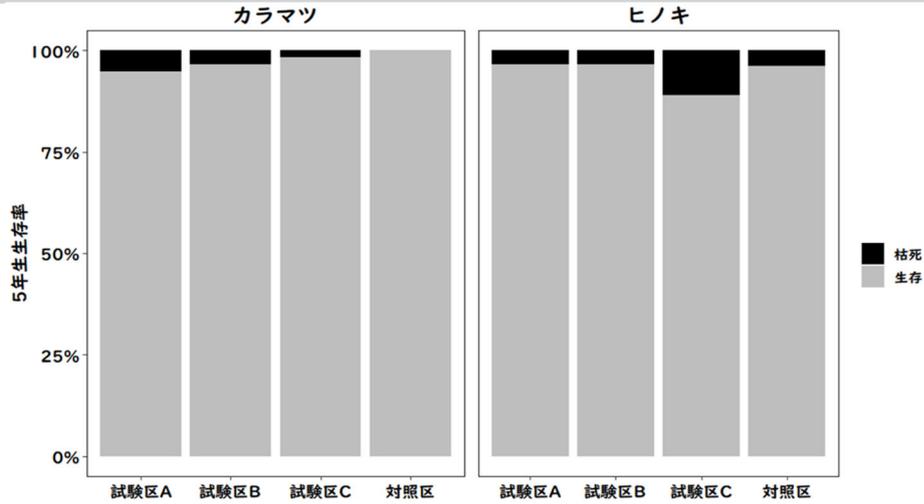


図 1 植栽4年後の生存率

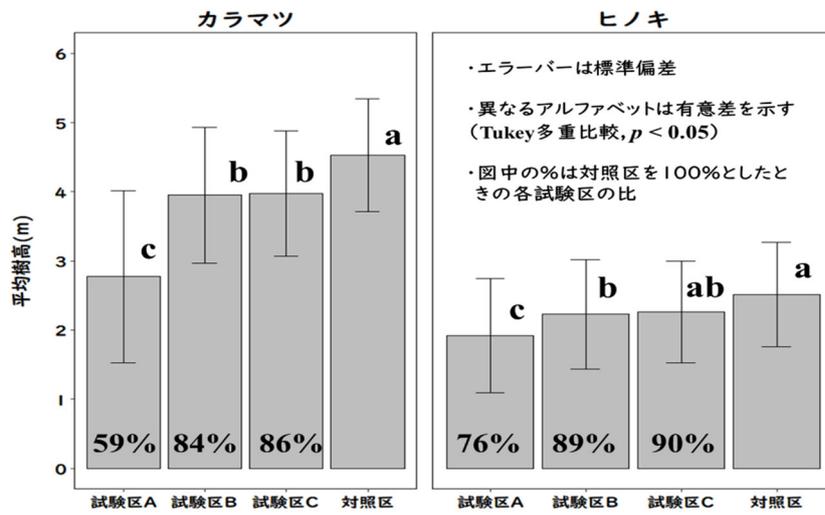


図 2 植栽4年後の平均樹高

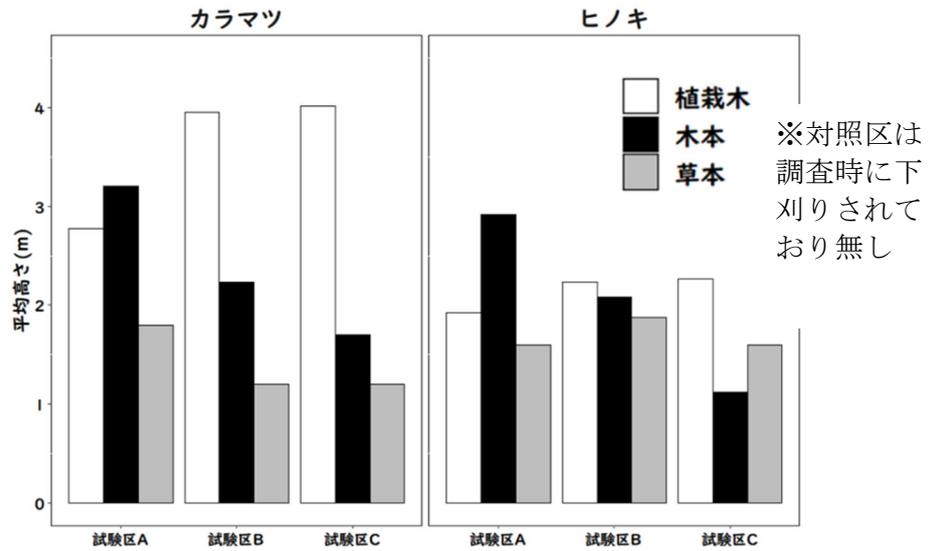


図 3 植栽木と周囲の植生の平均群落高

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

大苗植栽による下刈り省力化

長野県林業総合センター 育林部 大矢信次郎

研究の背景・ねらい

成熟期を迎えた人工林資源を有効に活用し循環させていくためには、再造林コストを削減することが必要です。これまでの研究により、一貫作業システムを導入し伐出機械を造林作業の一部に利用することによって地拵え等の経費が削減可能となり、さらには機械地拵えによる地表攪乱（A₀層の移動）が下刈り抑制につながるということが明らかになりました。それに加えて、植栽する苗木のサイズが大きければ競合植生との競争が緩和されることが期待されます。そのため本研究では、機械地拵えによる競合植生抑制効果に大苗の植栽による初期樹高の確保を組み合わせることによって、さらに下刈り回数を減らすことが可能であるか検討しました。

成 果

1. カラマツ大苗等の樹高成長

大苗による下刈り回数削減を検証するため、人力地拵えを行った佐久市の大曲国有林とグラップル地拵えを行った南牧村の団体有林に植栽試験地を設定しました。植栽したカラマツ苗木の種類は、裸中苗、裸大苗、コンテナ中苗、コンテナ大苗の4種類（いずれも2年生）とし、佐久では2019年夏～秋に皆伐及び人力地拵えを行い11月に植栽、南牧では2019年秋～冬に皆伐及びグラップル地拵えを行い2020年4月に植栽しました。初期の樹高は、裸大苗>コンテナ大苗>裸中苗>コンテナ中苗の順でしたが、1～2成長期後にはコンテナ大苗と裸中苗の順位が逆転しました（図1）。コンテナ大苗とコンテナ中苗は植栽時の形状比が高かった（大：114±17、中：97±18）ために樹高より直径成長が優先され、その結果樹高の初期成長が停滞すると考えられ、育苗段階で形状比を改善する必要があります。今回の結果では、裸大苗が最も早く下刈り時期を抜け出すことが期待できました。

2. 競合状態による下刈り要否判定

主な競合植生は佐久では木本類、南牧ではクマイザサでした。樹冠が競合植生で覆われる個体（競合状態C3+C4）が全体の20%以上ある場合に下刈りを行うとすると、佐久では1年目の夏の裸大苗以外は下刈りが必要でしたが、南牧では1～2年目のコンテナ中苗のみで下刈りが必要という結果でした（図2）。佐久では人力地拵えであったため競合植生の回復が著しい萌芽由来の木本類であったのに対し、南牧ではグラップル地拵えで植生の回復が遅れることに加え、地表が丈の低いササで覆われているため他の植生が発達しづらかったと考えられます（写真1、2）。結果として、下刈り回数を削減するためには、大苗植栽と機械地拵えを組み合わせることが特に効果的でした。

成果の活用

本研究の一部は日本森林学会大会及び当センターの研究成果発表会において発表しました。今後は、研修会等を通じて普及していきたいと考えています。なお、本研究は生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」の支援を受けて実施し、主な成果はパンフレット「クリーンラーチ・カラマツ類の優れた成長を活かす育苗と育林、施業モデル」にとりまとめ、WEB（<https://www.hro.or.jp/upload/3407/segyo.pdf>）で公開しています。

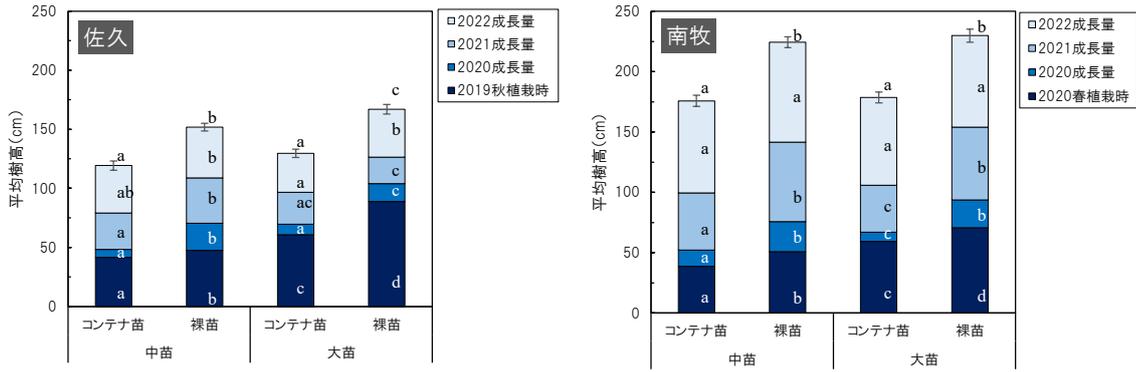


図1 カラマツ植栽木の樹高成長の推移

(エラーバーは標準誤差、各年において同一符号を含まない苗種間で樹高または樹高成長量に有意差あり)

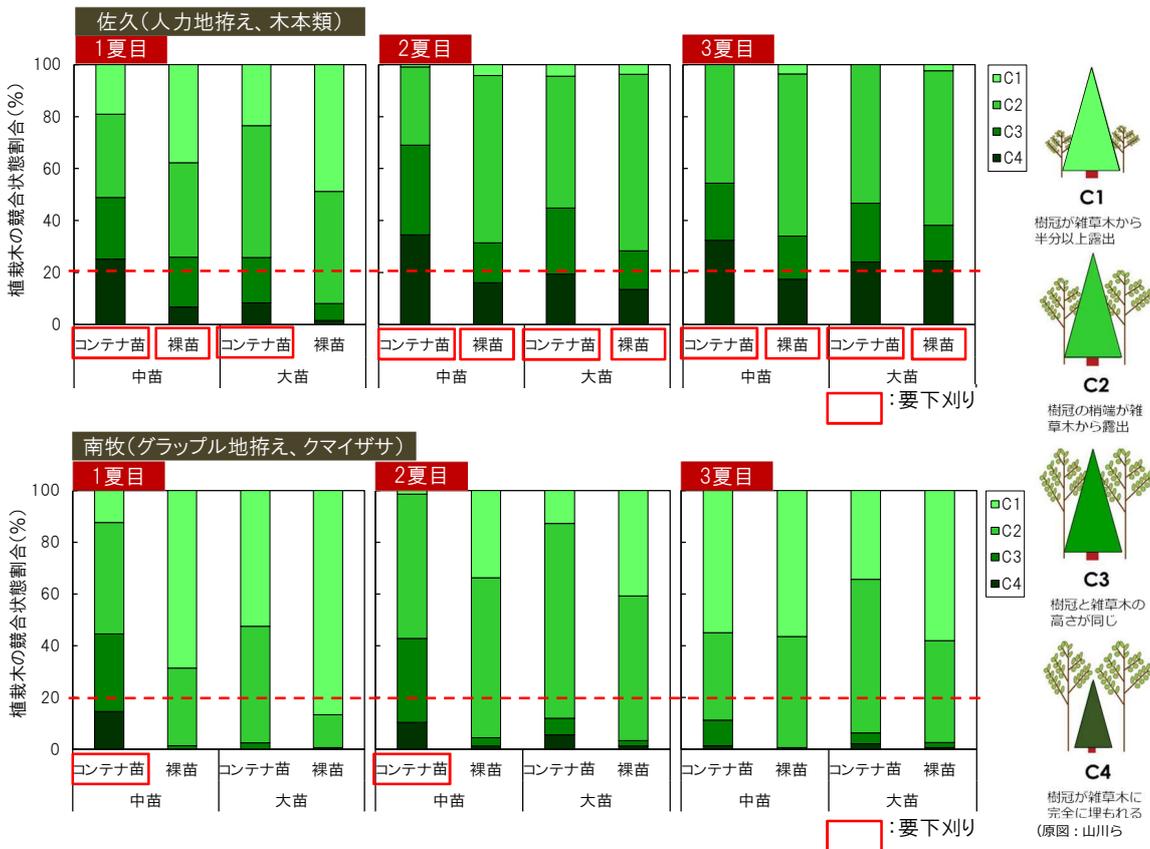


図2 カラマツ植栽木の競合状態の推移と下刈り要否

(無下刈りを継続している試験区域での結果。C3+C4が20%を超える場合に下刈りが必要と判断した。)



写真1 佐久の1夏目の状況

(ウリハダカエデ、ムラサキシキブ等に覆われている)



写真2 南牧の2夏目の状況

(クマイザサからカラマツが抜け出している)

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

20年で収穫できる早生樹生産技術の確立

福井県総合グリーンセンター 林業試験部 木下輝雄

研究の背景・ねらい

本県の森林は、昭和40年代から50年代にかけて造林されたスギ人工林を中心に本格的な利用期を迎えていることから、採算性を確保しながら主伐・再造林により循環型林業経営を推進するなど新しい取り組みが必要となっています。このため、比較的短伐期での収穫が可能な早生樹（センダン、コウヨウザン）が、スギの代替え樹種として期待されています。

そこで平成27年度から当センター試験林を中心に早生樹の植栽試験に着手しました。平成30年度からは、植栽試験地を県全域に拡大し、定期的な生育調査や冬期被害調査、獣害調査を実施し、これらのデータを分析することにより、本県における植栽適地や適正な植栽・保育方法について検討を行いました。

成 果

本県でセンダンやコウヨウザンを植栽する場合、寒さや積雪に考慮する必要があります。県内全域21箇所に試験地を設置して冬期被害の傾向を調査してきた結果、センダンは、寒さ指数 -5.0°C ・月程度以上であれば、寒さによる梢端枯れの発生が少ないことが分かりました（図1）。寒冷地での植栽は、たとえ日当たりや土壌条件が良く生育が良好であったとしても、冬期に梢端枯れを繰り返すと通直な木材の生産が困難となり、また、寒さによる幹の裂傷発生も確認しました。コウヨウザンでは積雪の影響として、最大積雪深が約100cmを越えると折損被害が多発する傾向が確認されました（図2、写真1）。

またセンダンについては、生育適地である県内海岸部の地域において、緩傾斜地や耕作放棄地など土壌肥沃度の高い土地に植栽する場合は、少ない間伐回数で肥大成長を促す植栽密度として400~500本/ha（植栽間隔4.5~5.0m）が、用材生産に適した植栽密度であることが分かってきています（写真2）。また幹を通直に育成するための芽かきについては、生育適地であれば年2回の芽かきを2年間行うことで完了できることが分かりました。コウヨウザンについては、植栽密度別に植栽試験を実施した結果、樹冠閉鎖の状況等を考慮すると、植栽密度1,000~2,000本/haが望ましいとの結果が得られました（写真3）。

成果の活用

この調査結果をとりまとめて、このたび「早生樹生産の手引き」を作成しました。

本手引きは、福井県内における植栽後5年間の初期生長過程での調査に基づき、令和4年度末までの期間の成果を整理したものです。今後も調査を継続して、更新して行く予定です。

福井県における早生樹（センダン・コウヨウザン）生産の手引きは、下記のURLからご覧いただけます。（<https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/green-c/sikennkenkyuu.html>）

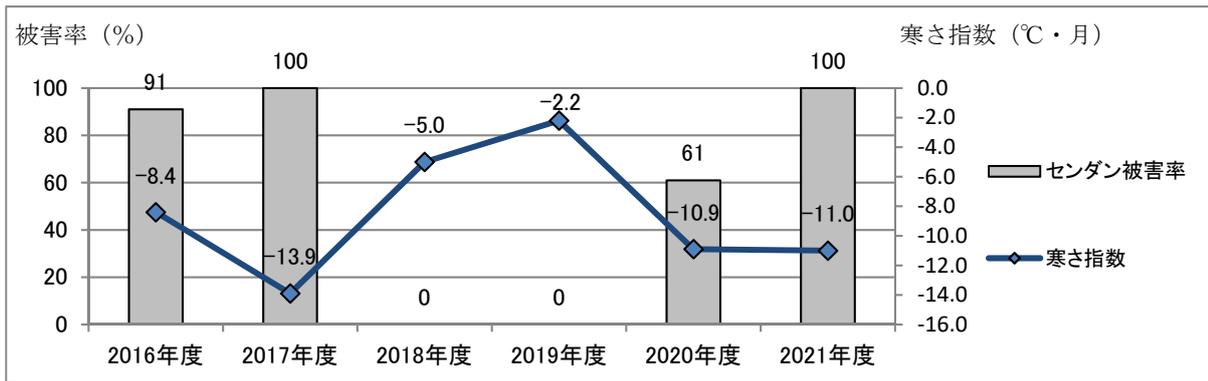


図1 センダンの寒さ指数と梢端枯れ被害率との関係 (大野市試験地)

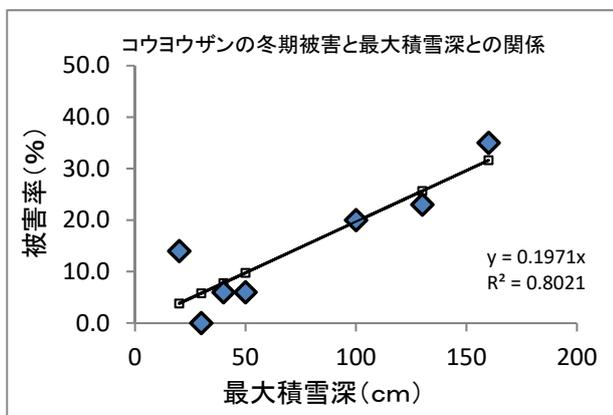


図2 コウヨウザンの冬期被害率と最大積雪深との関係 (植栽2年目)



写真1 折損被害を受けたコウヨウザン



写真2 センダン生育状況 (植栽4年目) (植栽密度500本/ha)



写真3 コウヨウザン生育状況 (植栽4年目) (植栽密度1,500本/ha)

山地溪流において倒流木を発生させないためには？

三重県林業研究所 島田 博匡

研究の背景・ねらい

近年、頻発する豪雨災害に伴う流木被害が各地で発生していますが、流木は災害時のみならず、数年単位で生じる中小規模の出水時においても橋梁や取水口の閉塞、ダム湖への流入などの被害を招くことから、このような出水時に流出する恐れのある流木の発生や流下に関する実態を把握し、対策を講じることが重要です。しかし、これまでに中小規模の出水時における倒流木の発生、流下に関する研究事例はほとんどありません。そこで本研究では、溪流内の倒流木の除去が行われた三重県内の溪流区間において、除去から3～6年後に再発生していた倒流木の特徴、発生量、発生要因などの実態を明らかにするとともに、森林管理の面から倒流木の発生抑制対策を検討しました。

成果

2014、2015年度に、県事業で溪流内の倒流木の除去が行われた三重県内の溪流区間67カ所（区間長55 m～2,015 m、総延長36,700 m、平均547 m）において、除去から3～6年後に再発生していた倒流木（長さ1 m以上かつ直径10 cm以上）のサイズ、腐朽度、根株の有無などの特徴や発生要因を調査しました（図1）。倒流木の除去後に台風による風倒被害を受けた一部の区間を除き、再発生した倒流木の材積は除去材積と比較してわずかであり、著しい台風被害などを受けなければ、長期間にわたって除去効果は維持されると考えられました（図2）。また、流木の長さは倒木よりも短く、大半は流路幅よりも短いこと（図3）、腐朽度は倒木よりも流木で高いこと（図4）などから、風倒や溪岸侵食などで発生した倒木は長期間かけて腐朽・折損し、流木となって出水のたびに徐々に下流へと流下することが推測されました。そのため溪流内の倒木は、長期間にわたって流木となる可能性があることから、溪流内の流木だけでなく、倒木も併せて除去することは、流木による被害発生防止のために有効であると考えられました。

倒木の発生要因を調べてみると、強風による風倒（根返りや幹折れ）と、溪岸侵食が全体の85%を占めていたことから（図5）、これらの発生を防ぐことで、倒流木の発生量を大幅に減らせる可能性があることがわかりました。そのためには、林分の健全性を高めるために適切な密度管理を行うとともに、溪流周辺での間伐の際には、形状比の高いものや根系発達が弱いと推測される個体、溪岸侵食を受ける危険性が高い個体を優先的に選木して間伐する必要があると考えられました。

成果の活用

本研究の成果は、講演会、普及誌などで県民、森林・林業関係者に広く情報提供しています。また、倒流木除去による流木被害防止対策の有効性を示すことで県事業の円滑な推進に寄与しています。

本稿は、三重県林業研究所研究報告13: 1-10（2023年）、中部森林研究71: 35-38（2023年）で公表した成果をまとめたものです。

倒木と流木の分類



図1 調査対象の倒木と流木の分類

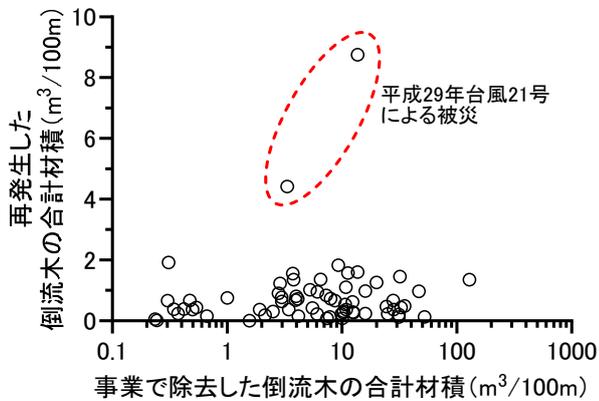


図2 各溪流区間において事業で除去した倒流木の材積と再発生していた倒流木の材積の関係

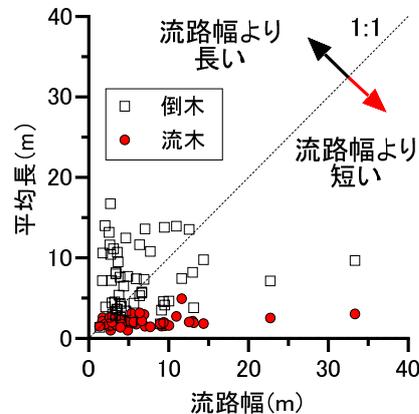


図3 流路幅*と倒流木の平均長の関係

*事業完成日から調査日までの最大24時雨量と溪流区間中央付近の横断面などから計算

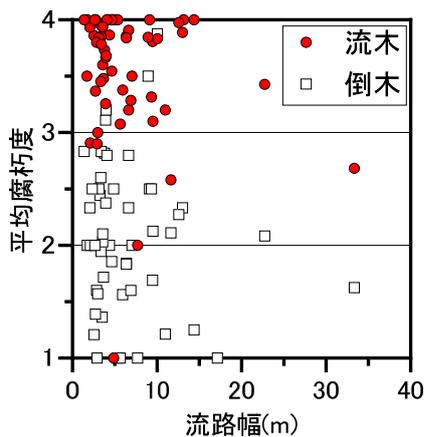


図4 倒流木の腐朽度*

*腐朽度(阿部・中村, 日林誌78: 36-42, 1996)は1~4の4段階。数値が大きいほど腐朽が進んでいる

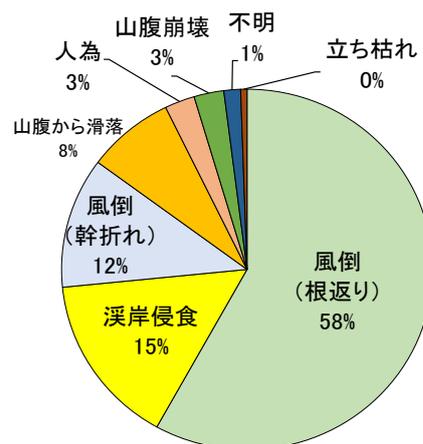


図5 溪流区間(67カ所; 202.8m³)でみられた全倒木の発生要因毎の材積割合

森林整備手法マニュアルの公表

(地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所 生物多様性センター

池口 直樹・石井 亘・土井 裕介・西山 潤二

研究の背景・ねらい

平成31年4月から森林経営管理制度が導入されるとともに森林環境譲与税が創設され、市町村がこれを財源とした独自の森林整備事業を展開することが可能となりました。そこで、大阪府は、大阪府森林審議会への諮問・答申を経て、府域の森林を対象に、将来の望ましい姿と、それを実現するための技術的な手法等を示す「大阪府森林整備指針」を令和元年12月に策定したところです。ただし、このうちの「技術的な手法」につきましては、別途、令和4年度末までの期間において、(地独)大阪府立環境農林水産総合研究所(以下、「研究所」という)への業務委託によりマニュアルという形で作成しました。

成 果

この「技術的な手法」の策定を受託した研究所は、府内市町村の要望にも配慮しつつ、「針葉樹の広葉樹林化」や「災害に強い森づくり」、「広葉樹資源の活用」、「竹林対策」、「シカ食害対策」、及び「景観対策」の各項目に重点を置いて調査・研究を進め、市町村職員を主な対象読者とする「マニュアル」を作成しました。

その作成には、府域の森林の現況と課題を把握するために、府内市町村等の森林を管理する部局へヒアリングを行うと共に、現地を赴いて調査を重ねました。また先進事例地の視察や府内の管理対象森林の航空レーザー計測データを新たに取得・活用しながら、4か年に亘って毎年マニュアルを作成・公表し、4つ「森林整備手法マニュアル」シリーズを完成しました(表1)。

[森林整備手法マニュアル集【大阪府立 環境農林水産総合研究所】

[https://www.knsk-osaka.jp/_files/00161718/shinrinseibimanual.pdf]

研究所は、これらマニュアルの提供に合わせて、市町村担当者向けの説明会等を開催して来ました。さらには、令和4年度までに、府内の8つの市町から受けた「森林整備方針」や「森林整備計画」の策定支援の要請に対し、これを「業務受託」としてより深く関与支援して来ており、今後も対応を継続したいと考えています。

成果の活用

研究所は、これらのマニュアルを活用して、市町村による森林整備の促進を支援しています。これにより、都市に近接した森林の多い本府におきまして、特に重視される「災害抑制」や「野生動物と共生する森づくり(獣類による農業被害対策を含む)」、「市民の利用促進」等といった森林の有する多面的機能の高度な発揮を期待しているところです。また、森林所有者、林業事業者、ボランティア、企業及び行政などの各主体が一層連携・協調して森林整備を進めることができるよう配慮しながら、今後も本成果を運用してまいります。

表1 森林整備手法マニュアル集

公表年月	マニュアル・内容	リンク
R5. 4月	<p>景観を魅せる森づくりマニュアル (P1-31)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 景観整備のための森づくり作業手順 ■ 森林景観整備とは ■ 整備するポイント ■ 航空レーザー計測データの活用 ■ ドローンの活用 ■ 森林整備を実施する前に必要な法手続き <p>(景観を魅せる森づくりマニュアル) 設計・施行編 (P32-71)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 森林整備設計書 (歩掛表) ◆ 選木 ◆ 伐倒 ◆ 枝払 ◆ 玉切 ◆ 片付 ◆ 広葉樹の選木と伐採 ◆ 竹林伐採 ◆ チェンソー伐開 ◆ 除伐 ■ 森林整備事業共通仕様書 (例) ■ 特記仕様書 (例) 	
R4. 4月	<p>広葉樹林の活用に向けた森林整備マニュアル</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 広葉樹林の活用とは ■ 広葉樹や竹の資源を活用する「資源管理林」 ■ 「資源管理林」における森林整備の考え方 ■ 「資源管理林」の整備メニュー ■ 「資源管理林」の整備イメージ ■ 整備計画づくりに向けた作業手順 	
R3. 4月	<p>災害に強い森づくり技術マニュアル</p> <p>【第1編】 防災・減災機能の向上を図りたい「森」を抽出</p> <ul style="list-style-type: none"> 《ステップⅠ》 『林相図』、『森林区分図』の作成 《ステップⅡ》 『「山地災害」発生リスク評価図』の作成 《ステップⅢ》 『防災・減災機能強化評価図』の作成 《ステップⅣ》 森林整備優先実施区域を選定 <p>【第2編】 災害に強い森の整備・改良手法の提案</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 災害に強い森とその整備イメージ、整備手法 	
R2. 4月	<p>広葉樹林化 技術マニュアル</p> <ul style="list-style-type: none"> 《ステップⅠ》 対象とする森林は 《ステップⅡ》 強度の間伐による混交林化は可能か 《ステップⅢ》 強度の間伐による広葉樹との混交林化 《ステップⅣ》 苗木植栽による広葉樹林化 《ステップⅤ》 シカによる食害の対策は必要か？ 《ステップⅥ》 竹林の侵入の可能性は？ ◆ 種子供給判定マップ ◆ シカ食害危険性判定マップ ◆ 竹林侵入危険性判定マップ 	

[問い合わせ先：大阪府立環境農林水産総合研究所 生物多様性センター Tel 072-833-2770]

林内に設置されたシカ侵入防止柵管理方法の提案

岡山県農林水産総合センター森林研究所 林業研究室 三枝道生

研究の背景・ねらい

シカの食害による森林被害、とりわけ植栽木における被害は、成林化を妨げるだけでなく、森林所有者の造林意欲に関わる重要な課題です。岡山県では、侵入防止柵など資材を使った被害発生防止対策が主に実施されていますが、侵入防止柵設置後の管理は年1回下刈り時に確認する程度であり、資材が破損しても放置されたままとなり、設置後短期間で食害を受けるケースもみられることから(写真1、2)、資材性能を疑問視したり、シカ生息密度の高い地域における造林を悲観する意見が聞かれています。そこで、侵入防止柵の定期巡回点検と補修による長期的な効果の検証と、破損内容について調査しました。

成 果

1. 定期的な巡回点検と補修による侵入防止効果の持続

シカの生息密度が高く、食害により植栽の成林化が阻害されている林地において、既設の侵入防止柵を修繕した後に再造林を実施し、その後は2週間毎の踏査巡回による点検と補修を行いました。点検中に発見した、シカによるネットのかみ切りや、倒木・落枝による柵や支柱の倒伏などの破損は、結束バンドを利用したり、枝を除去する等、その場で可能な簡易な方法で補修することを継続しました(写真3)。開始直後は、シカによる柵内侵入の試みによってネット破損が多く確認されましたが、初回補修後の破損数は急激に減少し、その後も点検間隔を延ばしても効果は持続しています。現在では、シカ以外の要因での補修が必要となる可能性のある時期に合わせた年間4回程度(融雪直後、下刈り時、台風等気象災害時、積雪期前)の点検・補修により、侵入防止柵の機能は維持されています(図1)。このことから、時機を射た点検と修繕により、林内に設置した侵入防止柵の機能維持が可能であり、特に設置直後の重点点検により、その後の管理負担の軽減が図れる、と考えられます。

2. 侵入防止柵に発生する破損

林内設置後3年未満の侵入防止柵において、破損発生状況を確認したところ、設置後の年数に関わらず、全ての侵入防止柵において破損が確認されました。破損内容の内訳を見ると、下刈りが原因と思われる刃物による切断が最も多くなりました(図2)。

全ての現場において同様とまでは言えませんが、設置直後から巡回点検を行い、発見した破損箇所を即時補修することにより、侵入防止柵の無効化を防ぎ、結果として設置効果の向上に繋がるものと考えられました。

成果の活用

今回の結果をもとに侵入防止柵管理の手引書「林内に設置した侵入防止柵の管理技術」を作成し、当研究所ホームページに掲載しました(<https://www.pref.okayama.jp/page/779335.html>)。

また、県や市町村職員の研修会や林業従事者を対象とした講習会等を実施するなど、侵入防止柵の有用性や、設置後の管理の重要性を伝える普及に努めています。



写真1 倒木により破損した侵入防止柵



写真2 シカの食害により枯損したヒノキ



写真3 簡易補修の一例 (結束バンドを使ったネットの補修)

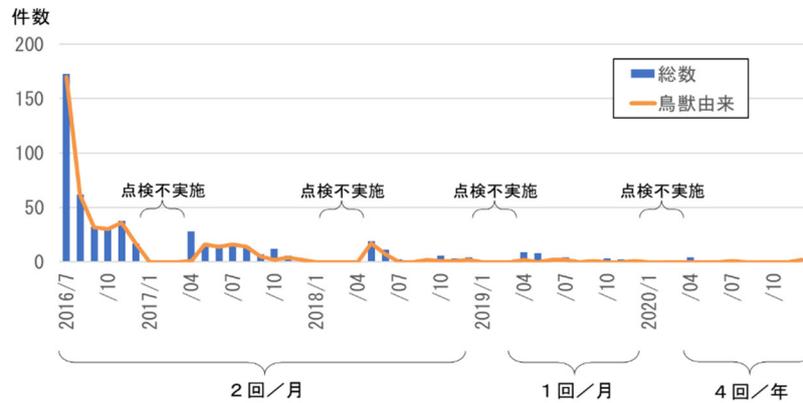


図1 各点検回で確認された侵入防止柵の破損件数

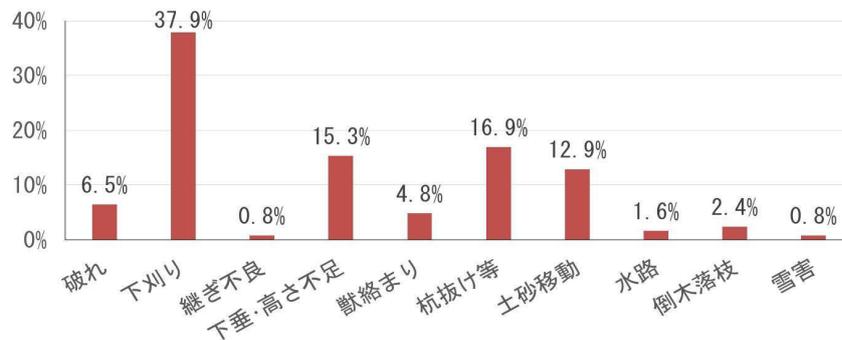


図2 林内に設置された侵入防止柵の破損原因とその割合

[問い合わせ先：岡山県農林水産総合センター森林研究所林業研究室TEL 0868-38-3153]

再造林における苗木や資材類の運搬方法に関する研究

高知県立森林技術センター 森林経営課 山崎 敏彦

研究の背景・ねらい

近年の再造林現場では、ニホンジカ等の食害を防ぐ目的で、シカネット等の鳥獣害防止施設の整備が必要な箇所が増加しており、この傾向は近年の高知県造林事業における再造林・鳥獣害防止施設の実績を見ても明らかです。急峻で複雑な地形の多い本県では、高密度な路網整備や機械化が困難な森林が多く、苗木だけではなく、獣害防護資材の運搬のための作業員の労働負担や作業コストが大きくなってきており、再造林の推進には、運搬の省力化が必要となっています。

そこで本研究は、運搬方法の選択肢の一つとして、造林現場への資材運搬や通勤に使用される機会が多い軽自動車トラック（以下軽トラという）をウインチ代わりに利用し、簡易な架線を組み合わせることによる造林資材運搬手法の開発と検証を目的としました。

成 果

軽トラ（使用車種は筆者所有のスズキ（株）スーパーキャリイ型式EBD-DA16T、5MT）を用いた簡易架線運搬方法として、図1の簡易スナビング式を基本モデルとしました。最大の特徴は、軽トラ後輪（駆動輪）下に支持ローラーと横振れ防止用の縦ローラーを組み合わせたローラーユニットを設置し、タイヤ・ホイールを外すことなく作業索用のドラムを取り付けられることです。

作業性として必要な要素としては、力（直引力）とスピード（ロープ速度）です。まず、直引力については、高知県立林業大学校実習棟の作業床に関係機器を図2のように配置し、計測しました。軽トラ後輪ドラムからの作業索を小型電動ウインチのドラムに巻き取り、トランスミッション1速でドラムを駆動（巻き取り）させながら小型ウインチのブレーキ調整により徐々に抵抗を掛けました。エンジン回転数約800rpmのアイドルリング時でエンジンが停止した直引力は1.63kNでした。この時のドラム回転半径は180mmであったことから、トルクは293.4N・m(29.9kgf・m)と推定されます。

ロープ速度については、図3のようにローラーユニット上に軽トラ後輪を設置し、エンジン回転2,000rpm、トランスミッション1速、デフロックを作動させ左右後輪同回転の条件で、タイヤ側面に反射テープを貼り非接触型回転計で測定した結果は75rpmでした。デフロックを解除し、片輪を拘束した場合は倍の150rpmでした。この結果から、ドラムの回転半径毎にエンジン回転アイドルリング時の直引力と、エンジン回転1,000rpm時のロープ速度を表1に示します。

成果の活用

表1の結果から、例えばドラム回転半径175mmの時、片側のタイヤを拘束し、空転輪をドラム側に使用した場合はデフギヤの原理から、アイドルリング時の直引力は半減の0.84kNで、エンジン回転1,000rpm時でのロープ速度は倍の82.4m/分となります。エンジン回転を増やすことでロープスピードを上げることと、搬器荷重の大小によりますが、トランスミッション2速を使用することで更に約1.7倍のスピードアップが可能となります。軽トラの場合バッテリーを装備していることから、補助的にDC12V仕様の電動ウインチを組み合わせることで、索張り方法のバリエーションが広がります。

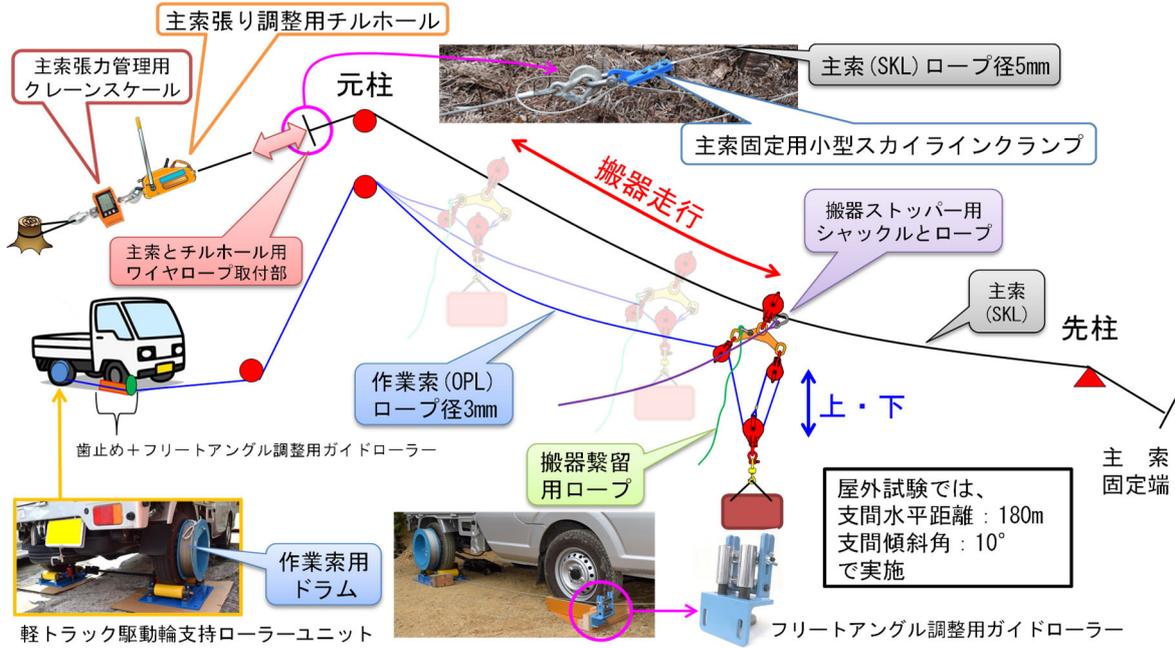


図1 簡易スナビング式のイメージ図 (ウインチ上支点側タイプ)

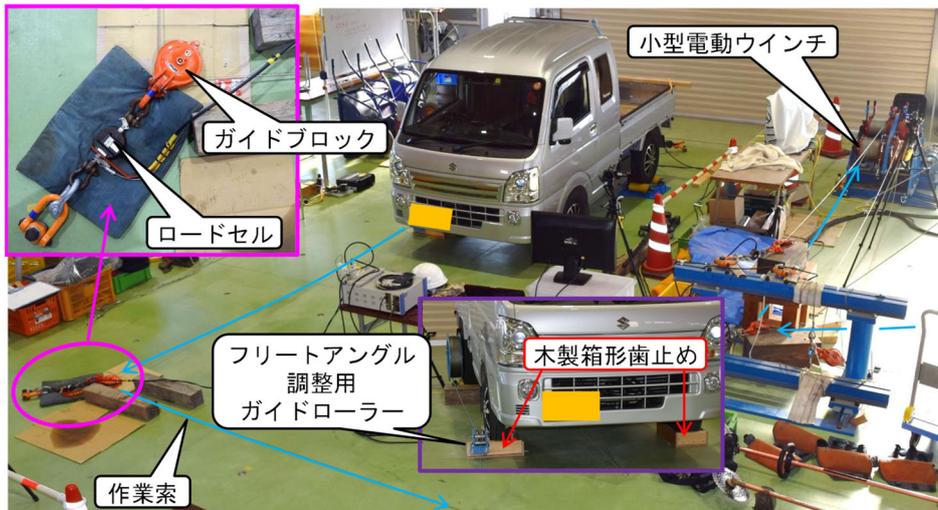


図2 車体安定およびロープ直引力室内試験の様子



図3 タイヤ・ホイール回転数の確認

表1 ドラム回転半径毎の推定値

ドラム 回転半径 (mm)	アイドリング時 直引力 (kN)	1,000rpm時 ロープ速度 (m/分)
100	2.93	23.6
125	2.35	29.5
150	1.96	35.3
175	1.68	41.2
200	1.47	47.1

※トランスミッションの変速レンジは1速かつデフロック作動

航空レーザ測量を活用したスギ人工林の地位指数の評価

長崎県農林技術開発センター 森林研究部門 前田 一

研究の背景・ねらい

森林法により県は地域森林計画を樹立することとなっています。長崎県内（以下、県内）では長崎北部・長崎南部・五島壱岐・対馬の4つの森林計画区があります（表1）。その森林資源を把握するため、森林計画区ごとに地位指数の設定を行い林分収穫予想材積表による資源量の推定を行っています。平成25年度から令和3年度まで県内の民有林（壱岐市除く）において航空レーザ測量が行われ、地形や立木に関する詳細な情報が収集されました。今回、この測量成果から得られた単木の樹高データと地域森林計画図の属性情報である樹種・林齢を活用して地位指数を推定し、県内のスギ人工林の地位指数の評価を行いました（図1）。

成 果

1. 航空レーザ測量から得られた単木データ約1,224万本と、地域森林計画図の小班毎の林齢を用いて推定した県内スギ人工林の地位指数は16.6でした（表1）。
2. 森林計画区及び地区別に航空レーザ測量成果より算出した地位指数と現行の地域森林計画で設定されている地位指数には差がありました（表1）。

成果の活用

林業では、適地適木が重要です。スギを植えて全く同じ施業をしたとしても、植えた場所により収穫量が異なります。今回算出した地位指数は森林計画区及び地区別に林分収穫予想材積表に適用する地位区分の見直しに活用します。さらに、本成果を活用して「効率的に施業可能な人工林」を選定するための「林地生産力地図」の作成に取り組みます。

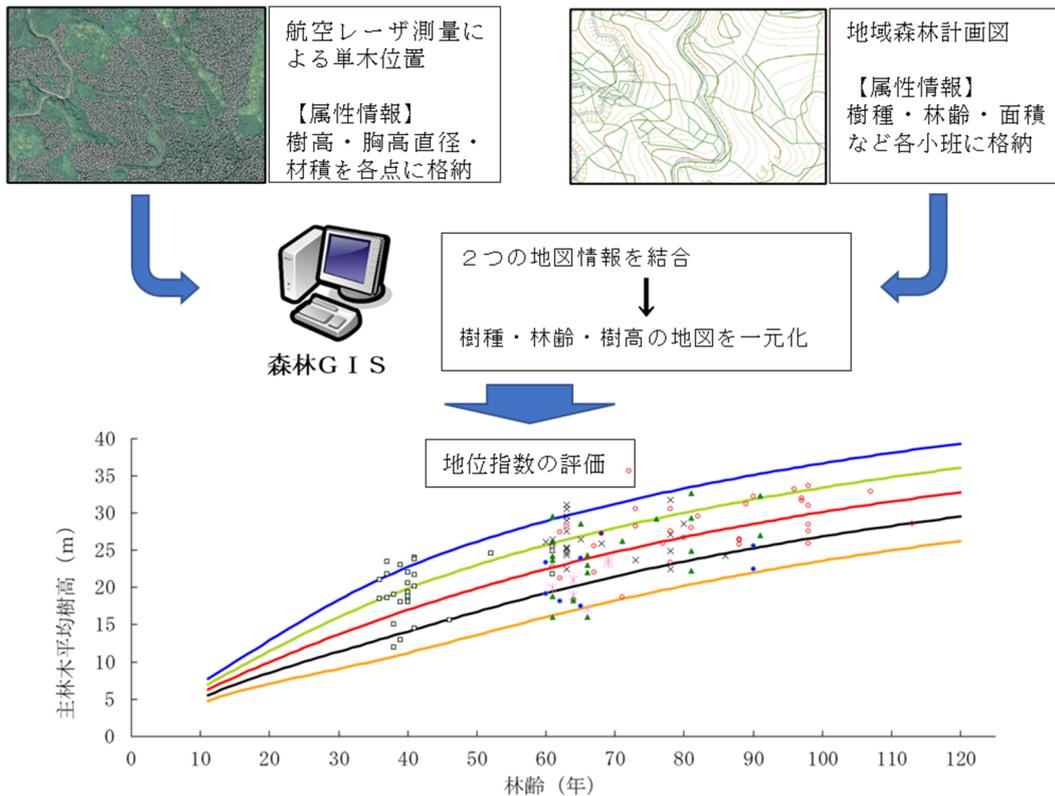


図1 GISを活用した航空レーザー測量によるスギ地位指数の推定手順

表1 長崎県内のスギ人工林における航空レーザー測量を用いた地位指数の評価

森林計画区	地区	市 町	スギ人工林の面積 (ha)	立木本数 (本)	航空レーザー測量により算出した地位指数	地域森林計画に設定した地位指数
長崎北部	東彼	東彼杵町・川棚町・波佐見町	2,287	1,374,065	19.0	15.5
	東彼以外	佐世保市・平戸市・松浦市・佐々町・小値賀町	6,820	3,338,127	15.9	13.4
長崎南部	西彼	長崎市・西海市・長与町・時津町	2,169	626,133	16.7	13.4
	多良	諫早市・大村市	3,376	1,222,545	17.1	15.5
	雲仙	島原市・雲仙市・南島原市	1,871	758,900	17.4	15.5
五島苅岐	五島	五島市・新上五島町	4,295	1,615,887	14.7	13.4
	苅岐	苅岐市	272	-	-	11.3
対馬	-	対馬市	7,715	3,309,658	16.1	15.5
計			28,806	12,245,315	16.6	-

注1) 地位指数とは40年生の主林木平均樹高 (Ht)

注2) 地位指数の推定式は、長崎県農林技術開発センター研究報告第6号 (2015) を使用
 $Ht=42.43251 \times (1-\exp(-0.02672-0.01212 \times 40))$

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

センダンの短伐期化に向けた施業技術の開発

熊本県林業研究・研修センター 育林環境部 廣石和昭

研究の背景・ねらい

熊本県では早生広葉樹であるセンダンの研究に長年取り組み、その成果として「芽かき」による幹曲がりを抑制する技術を開発しました。その結果、約20年伐期で4m直材を生産することが可能となりました。近年、センダンの需要先として期待される家具材の生産者等からセンダンを早期に安定して供給することが求められており、さらに伐期を短縮できる施業技術を開発すべく研究を行いました。従来の芽かき施業は4m通直材（末口径30cm以上）の生産を目指すものとして芽かき実施高を4.5mとしていましたが、家具材では2m通直材（末口径30cm以上）でも利用可能であるため、芽かき実施高を2.4mとした場合に伐期が短縮できるかどうか試験を行いました。

成 果

平成29年（2017年）3月に、舞の原試験展示園（上益城郡甲佐町、標高31m）にセンダンを植栽して試験地としました（図1）。試験地は芽かき高を2.4mとした区と4.5mとした区の2つに分けて設定し、毎年成長が休止する冬季に樹高と直径の成長量を測定しました。

その結果、芽かき実施高を2.4mとした試験区は4.5mとした試験区よりも直径成長が良く、6年生時にはおよそ半数の個体が胸高直径25cm以上となりました（図2）。

なお、芽かき実施高2.4mの試験区では4.5mの試験区よりも早く樹冠が閉鎖したため、早期に間伐を検討する必要性がありました。適切に間伐を行って直径成長が維持できれば、10年生に達するまでに末口径30cm以上の通直な丸太を得ることが期待できます。

また、芽かき実施高を低くすることにより高所での作業を軽減することにつながり、労働負荷の低減や安全の確保につながって、よりセンダン造林に取り組みやすくなるものと考えられます。

成果の活用

熊本県で普及資料として公表している手引書「センダンの育成方法」を改訂してこの成果を周知し、センダン生産者に生産目標の選択肢を提示します。また、森林所有者や造林事業者に対して、研修や視察等の機会を捉えてセンダンの育成技術に関する情報を提供することとしています。



図1 試験区の状況

胸高直径
(cm)

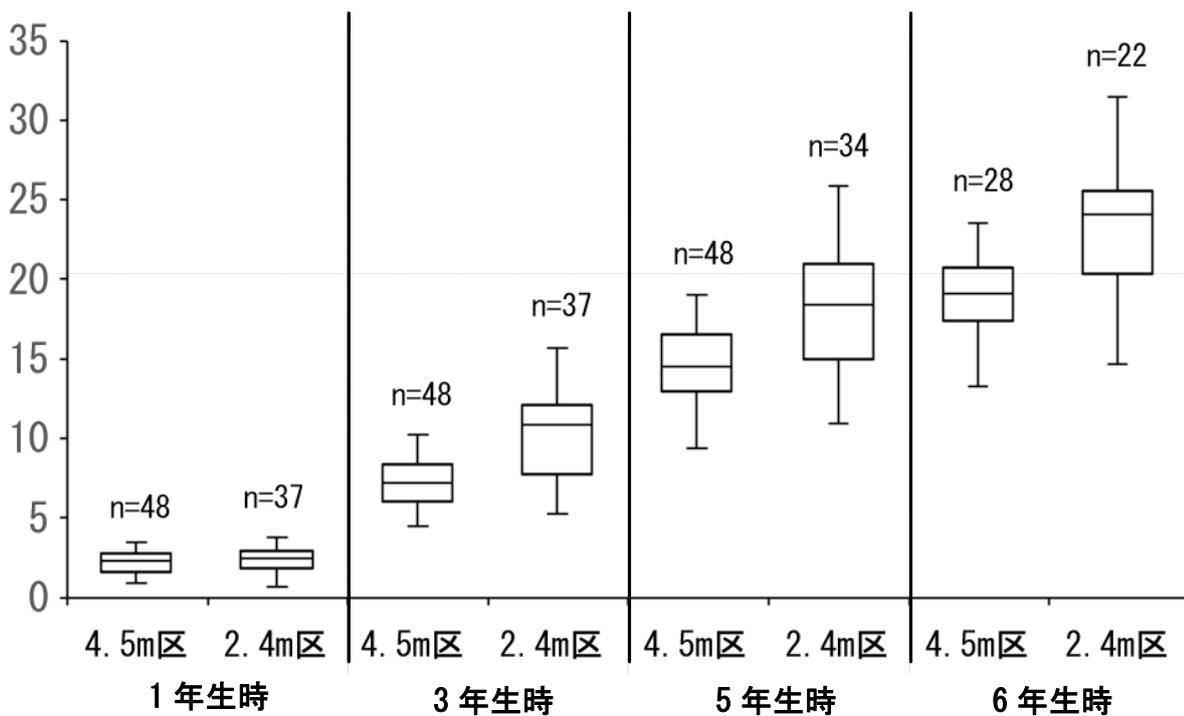


図2 芽かき高の違いによる胸高直径成長の推移 (nは各処理区の本数)

[問い合わせ先：熊本県林業研究・研修センター 育林環境部 Tel 096-339-2241]

スギ造林地におけるノウサギ被害対策

宮崎県林業技術センター 育林環境部 小田 三保

研究の背景・ねらい

宮崎県におけるノウサギ被害面積は、シカと比較すると小さいものの、近年、相談されるケースが増えています。2019年、県北部のスギ1～2年生造林地でノウサギによる主軸切断被害（写真1）が発生したため、当地に試験地を設置し、被害の有無や主軸切断部の高さや直径、被害発生時期を調査しました。その結果、試験木80本のうち約7割が主軸切断され、切断部の高さは40～60cm、直径は2.6～7.5mm、被害発生時期は下層植生が少なくなる冬期に集中していました¹⁾。

そこで、冬期の被害防除対策として、忌避剤や大苗、単木保護資材による被害防除効果について、同試験地で検証を行いました。

成 果

1. 本忌避剤による冬期の被害防除試験

スギ2年生の試験木に、忌避剤（ジラム水和剤）を10月、11月、12月に5本ずつ散布したものと無散布木5本の計20本を図1のように配置したプロットを4箇所（合計80本）設置し、2020年10月から翌年4月まで毎月被害調査を行いました。その結果、10月に1度忌避剤を散布することで、翌年4月まで概ね被害を抑えることができました（表1）。しかし、その後に伸張した枝葉には忌避剤が付着していないため、毎年散布作業が必要になることから、長期間の被害発生が予想される林分では、物理的防護資材の選択も必要であると考えられました。

2. 物理的防護資材による被害防除試験

物理的防護資材として、大苗や単木保護資材を活用した被害防除効果について検証を行いました。大苗（苗高80～100cm）、忌避剤を散布した大苗、単木保護資材（高さ約80cmの幼齢木ネット）を設置した大苗、対照として規格苗（苗高50cm）を5本ずつ、計20本を図2のように配置したプロットを4箇所（合計80本）設置し、2021年10月から翌年4月までと、2022年10月から翌年3月まで毎月被害調査を実施しました。その結果、規格苗では20本中9本に主軸切断被害が発生したものの、それ以外は側枝被害のみで、特に忌避剤や単木保護資材を施工した大苗は被害を抑えられていました（表2）。

以上のことから、ノウサギによる冬期の被害防除対策として、毎年10月頃の忌避剤散布や、大苗や単木保護資材を活用することで被害防除効果が期待できることがわかりました。

成果の活用

本研究の成果は、第79回九州森林学会研究発表会（令和5年10月21日）で発表するとともに、宮崎県林業技術センター業務報告で詳細に報告することとしています。また、刊行物を活用して広く周知を図っているほか、森林所有者などからの相談対応でも活用して行く予定です。

引用文献 1) 井上万希ほか（2021）九州森林研究74：99-100



写真1 試験地内に侵入したノウサギ（左）と主軸切断被害（右）

●	▲	○	■
■	●	▲	○
○	■	●	▲
▲	○	■	●
●	▲	○	■

●：10月散布
▲：11月散布
■：12月散布
○：無散布

図1 忌避剤散布試験木の配置例

忌避剤	大苗	ネット	無
無	忌避剤	大苗	ネット
ネット	無	忌避剤	大苗
大苗	ネット	無	忌避剤
忌避剤	大苗	ネット	無

大苗：大苗
忌避剤：忌避剤散布大苗
ネット：単木保護資材施工大苗
無：規格苗

図2 物理的防護資材試験木の配置例

表1 忌避剤散布試験の月別被害発生状況 (単位：本)

処理区	試験木	被害本数	月別被害発生本数								
			2020年		2021年						
			10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
10月散布	20	1							1		
11月散布	20	2	—					1		1	
12月散布	20	1	—	—						1	
無散布	20	11	1	4	4	1	7(4)	3		1	

※()は主軸切断本数で内数
※—は忌避剤散布前のため計上せず
※複数月で被害が発生した個体があるため、月別被害発生本数の合計と被害本数は異なる

表2 物理的防護資材試験の月別被害発生状況 (単位：本)

処理区	試験木	枯死等	被害本数	月別被害発生本数												
				2021年				2022年				2023年				
				10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
大苗	20	2	13	2	1	1	1	1	1	2			3	3	3	1
大苗+忌避剤	20	5	2	1									1		1	
大苗+単木保護	20	2	2						1						1	
規格苗	20	1	17(9)	5	2	1	1			5(2)			5(3)	6(3)	4	2(1)

※()は主軸切断で内数。複数月で被害が発生した個体があるため、月別被害発生本数の合計と被害本数は異なる。

[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]

クリーンラーチ挿し木苗の育苗管理技術

(地独) 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場 保護種苗部 今 博計

研究の背景・ねらい

炭素固定能が高く材質も優れたクリーンラーチは、植栽要望が高く苗木需要量は80万本に達しています。実生苗で需要をまかなうには種子が不足していることから、挿し木苗生産が行われていますが、得苗率が低く、年間60万本の挿し付けに対し生産量は13万本にとどまっていた（H30年）。育苗の失敗原因として、①挿し穂の育成過程において、育成ハウス内の温湿度管理が難しく、高温障害や病害が発生すること、②発根した幼苗を苗畑に移植する過程において、裸根の状態ですぐに苗を扱うため、根へのダメージが大きく活着や生育が悪いこと、があげられます。本研究では、得苗率の向上を図るため、挿し木育苗に適した温湿度、光環境を保持できる育成ハウスの提案とその管理手法、ならびに農業用セルトレイを使用した新しい育苗手法を開発しました。

成 果

1. 温熱環境を改善する育成ハウスの提案と管理手法の開発

生産者13者のハウスと林業試験場のハウスにタイムラプスカメラを設置して、挿し穂の萎れと環境条件との関係を調べました。その結果、挿し付け後2週間程度の期間、飽差（空気1m³あたりの水蒸気の空き容量）が9.2g/m³を越える乾燥条件では挿し穂に強い萎れが発生することがわかりました（図1）。また、3年間のべ21処理の試験及びシミュレーションから適正なハウスの仕様と管理手法として、飽差を低減する低圧ミストの施用（高飽差時に3分間隔で5秒噴霧）、75%程度の遮光、温度上昇を抑制する外気導入（ハウス出入口・側窓の開放）、セルトレイ周りの風防設置（高さ40cm程度）などを明らかにしました（図2）。このハウス仕様と運用をもとに、美瑛町とむかわ町の2生産者で実証試験を行った結果、いずれの生産者でも発根率80%を達成しました。

2. 農業用セルトレイを使用した新たな挿し木育苗手法の開発

複数のセルトレイで挿し木をした結果、ココヤシ繊維とピートモスを混合した固化培土の成績がもっとも良く、生産者での実証試験でも慣行法（鹿沼土等の配合培土）より固化培土で成績が良いことがわかりました（写真1）。また、セル苗の苗畑への床替え作業において、タマネギ用移植機を用いた機械化の実証試験を4地域で行った結果、移植前に土壌表層を細かく砕土すること、畑に突き刺す「くちばし」部品を葉菜用に交換することで苗を確実に移植でき、移植後の活着率と成長を向上できることがわかりました（写真2）。

成果の活用

本研究の成果は、現地研修会（3回：101名）や座学（2回：66名）、各生産者への巡回指導、普及誌や論文など刊行物を通じて普及しています。そうした結果、得苗率が23%（研究開始前の5年平均）から55%（令和4年度）まで向上し、生産本数も13万本から50万本に増加しました。現在、北海道水産林務部では、ハウス・ミスト等の施設整備の支援、新規参入者向け説明会を開催し、生産本数の増産に向けた取り組みを行っています。

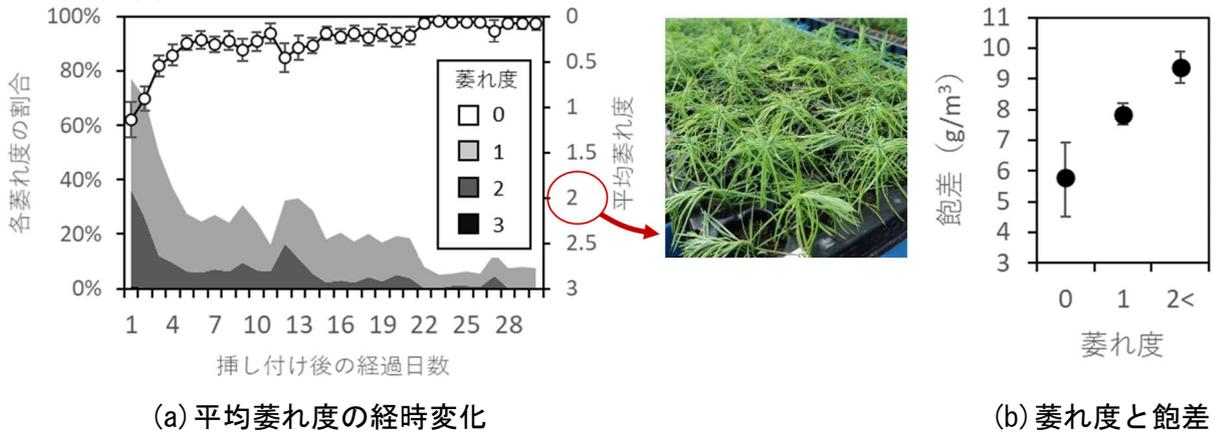


図1 挿し付け後の挿し穂の萎れと飽差との関係

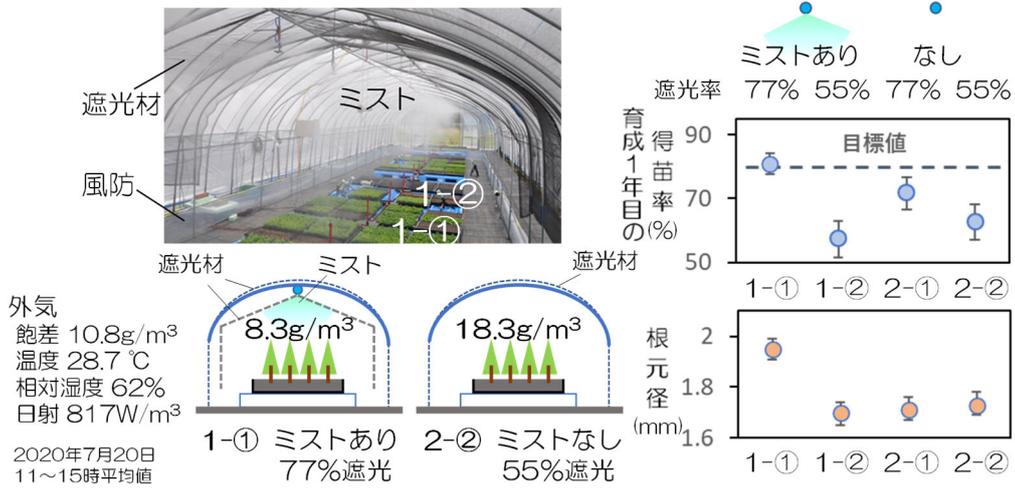


図2 晴天日中の飽差実測例と各処理区での得苗率、根元径



慣行法の培土 固化培土

写真1 挿し木培土の比較試験



写真2 固化培土で育てた苗とタマネギ用移植機での床替えの様子



夏季の高温による採種園スギ種子の発芽率低下

埼玉県寄居林業事務所森林研究室 室 紀行

研究の背景・ねらい

花粉症は国民の4割が罹患していると言われており、その対策の一環として、山林のスギを花粉症対策品種に植え替える取り組みが全国的に推進されています。埼玉県は県営のミニチュア採種園で少花粉スギの種子を生産することにより、少花粉スギ苗木の生産を推進しています。

近年になり、当所の採種園で生産されたスギ種子の発芽率が大きく低下する問題が発生しました。スギ種子の代表的な害虫にカメムシ類がありますが、これらを枝の袋がけによって防除しても改善が見られず、別の原因が疑われました。そこで、本県の採種園が国内有数の高温地域に位置することから夏季の高温を原因の一つと予想し、実験的な調査を実施しました。

成 果

ミニチュア採種園のスギ採種木を利用して異なる4種類の実験処理を行い、それぞれの枝から採取した種子の発芽率を比較しました。1つ目の処理は直射日光の有無で、寒冷紗による遮光枠を設置した採種木と、通常どおりに直射日光が当たる採種木を用意しました。2つ目の処理はカメムシ対策の有無で、枝に不織布製の袋を設置した枝と、袋を設置しない枝を用意しました。これら2つの処理条件を組み合わせ、4種類の処理を施した枝を各8本準備しました(図1)。これらの枝にはボタン型温度ロガーを設置し、6月から9月にかけて枝表面の温度を測定しました。また10月に成熟した球果を収穫し、種子の発芽率を測定しました。

種子の発芽率を比較した結果、4処理区のうち遮光と袋がけの両処理を行った枝(遮光+袋)でのみ発芽率が有意に高くなりました(図2)。袋を設置していない2処理区(遮光のみ、無処理)で発芽率が低下していた原因は、カメムシ吸汁害であると考えられます。一方、袋のみを設置した枝ではカメムシが排除されているため、別の原因により発芽率が低下したと予想されました。

次に8月中の日あたり枝最高温度の平均値を比較した結果、直射日光の当たる2処理(袋のみ、無処理)では枝温度が有意に高くなっており(図3)、袋内部の枝温度は瞬間的には最大53℃まで上昇していました。また、枝最高温度と種子発芽率との間には負の相関関係が認められました(図4)。これらのことから、高温が発芽率低下の原因の一つであると考えられました。

成果の活用

本研究の成果は関東森林研究誌¹⁾において公表されるとともに、令和4年度森林研究室成果発表会で発表されました。現在この成果をもとに、少花粉スギ種子の発芽率を向上させる採種園管理技術の開発を進めています。

¹⁾ 室紀行(2022)高温とカメムシ吸汁害がスギ種子発芽率に与える影響。関東森林研究 73:65-68.

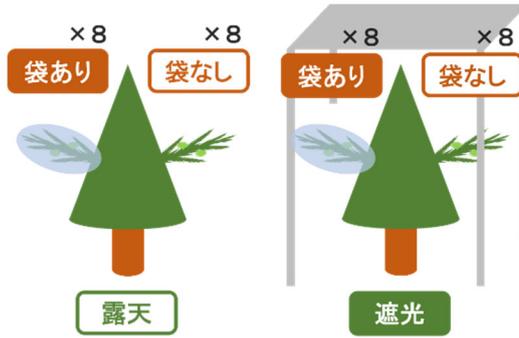


図1 試験区配置のイメージ

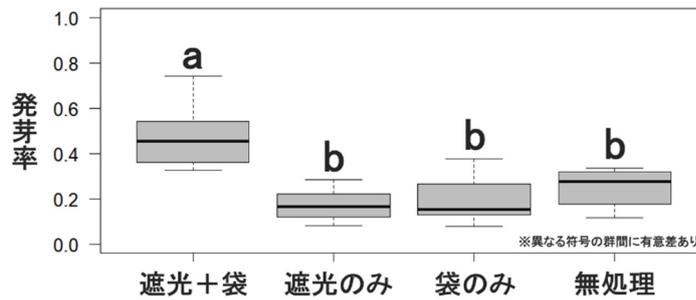


図2 種子発芽率の比較

異なる符号の群間に有意差あり (Tukey-kramer検定、 $p < 0.01$)

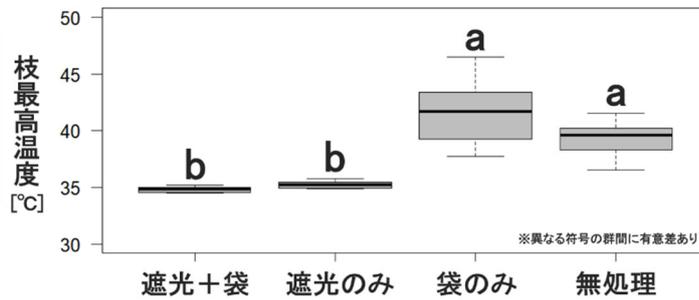


図3 夏季の枝最高温度の比較

異なる符号の群間に有意差あり (Steel-Dwass検定、 $p < 0.05$)

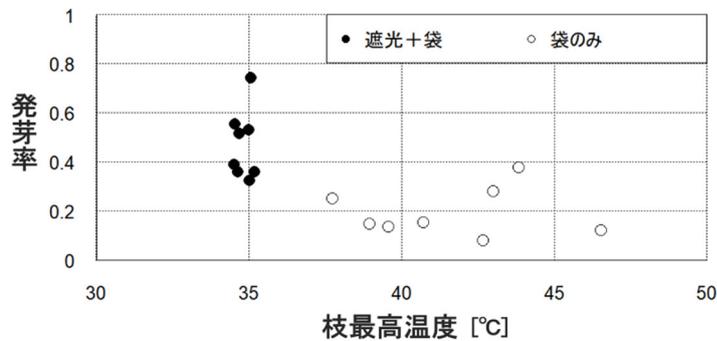


図4 夏季の枝最高温度と種子発芽率との関係

有意な負の相関あり (spearmanの順位相関係数 $\rho = -0.68$, $p < 0.01$)

[問い合わせ先：埼玉県寄居林業事務所森林研究室 Tel 048-581-0123]

袋かけによる少花粉スギ種子の発芽率向上の検証

東京都農林総合研究センター 緑化森林科 奈良雅代・畑 尚子

研究の背景・ねらい

東京都の花粉発生源対策として、スギ人工林を皆伐し、花粉症対策品種への改植（植え替え）を推進しており、都産の少花粉スギにおける種子の増産や高品質化が求められています。しかし、スギ種子の発芽率はカメムシの球果への加害や豊凶の影響等により、2.8~46.8%と安定していません。そこで、採種木に袋かけをする防除方法が有効か検証し、スギ種子の発芽率の向上と安定を目指しました。

成 果

青梅採種園（東京都青梅市）において、カメムシの発生数と発芽率の関係を把握するため、2020年3月にフェロモントラップを設置（写真1）し、2022年11月まで週に1回の頻度でカメムシの捕獲数を調査しました。また、少花粉スギ採種木について、採種木全体に目合い0.8mmポリエチレン製の網袋（270×225cm）をかける区（全袋かけ区）、雌花の着いた枝に同網袋（54×82cm）をかける区（枝袋かけ区）（写真2）、4月から9月まで月1回の頻度で薬剤を散布する区（薬散区）、いずれの防除も行わない区（対照区）を2020年から2022年の4月に設定し、各年10月に採種しました。なお、全袋かけ区は2022年のみ設定しました。発芽率は、精選した種子を人工気象器内に8時間30℃明条件及び16時間20℃暗条件下で静置し、28日間に発芽した種子数から算出しました。

その結果、捕獲されたカメムシの種類は、チャバネアオカメムシ、ツヤアオカメムシ、クサギカメムシの3種であり、2022年は、カメムシ捕獲数1,101頭と多い年でした（図1）。また、2022年の種子の平均発芽率は、「全袋かけ区」60.6%、「枝袋かけ区」58.6%、「薬散区」16.8%、「対照区」10.2%となり、袋かけ区は他の区に比べて有意に高くなりました（図2）。全袋かけ区の数本には多数のカメムシが混入していました。これらは、採種木と支柱の隙間からの侵入が原因でした。全体に袋をかける方が、枝に袋かけをするより作業が効率的で袋外の球果の取りこぼしがないため有効と考えられますが、袋をかける際には、採種木と支柱の隙間からカメムシが侵入しないよう、隙間をスポンジ等により埋める処置や、定期的な見回りが必要です。2011年以降のカメムシの年間捕獲数と通常発芽率の推移をみると、2022年のカメムシ捕獲数は、大発生した2019年の約4分の1ではあるものの、2020年および2021年の5倍程度となりました（図3）。このようにカメムシの発生が多い年でも、袋かけによる防除を行うことで、高い発芽率を維持できることが明らかになりました。

成果の活用

東京都農林総合研究センター 森林・林業関係研究発表会にて発表しました。また、採種園におけるカメムシ防除手法として取り入れ活用しています。



写真1 フェロモントラップ



写真2 袋かけ状況
左：全袋かけ区、右：枝袋かけ区

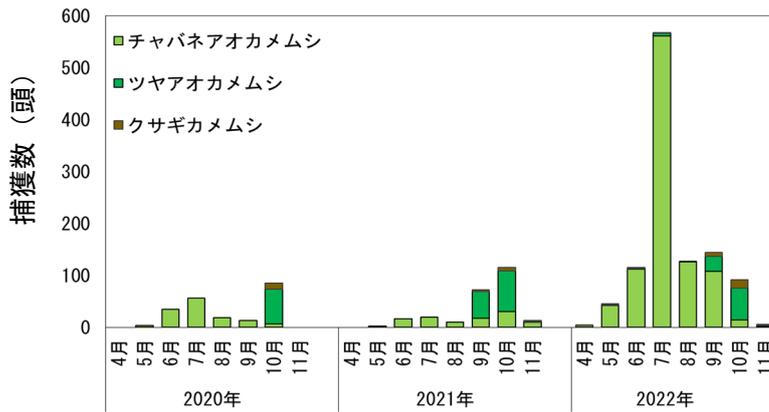


図1 試験地におけるカメムシ捕獲数

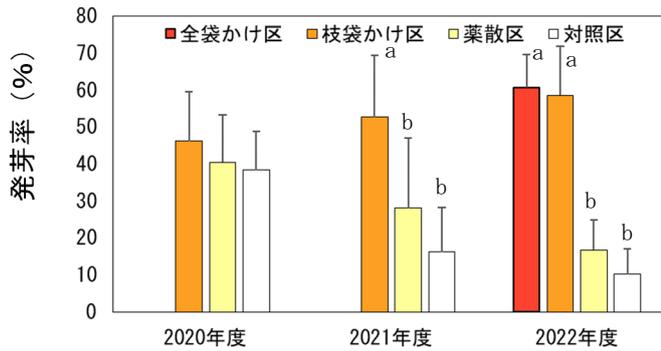


図2 各試験区の発芽率

グラフ上の線は標準偏差を示す。異なる文字間にはTukey法により5%水準で有意差があることを意味する。

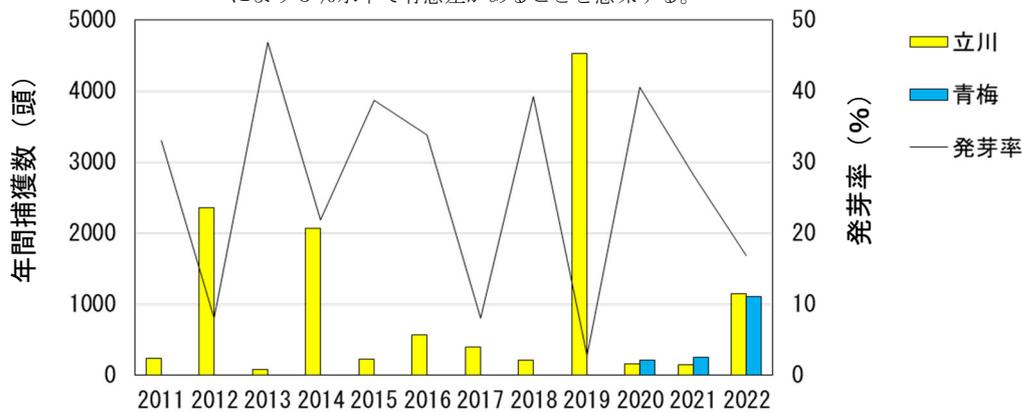


図3 カメムシの年間捕獲数と発芽率の推移

年間捕獲数は、3種の合計。立川は、東京都産業労働局農林水産部食料安全課 病害虫防除所の立川圃場データを使用。青梅は本試験地。発芽率は、青梅採種園における生産種子の値(2020年から2022年は葉散区)である。

植栽後8年間のスギエリートツリーと従来種苗の成長

愛媛県農林水産研究所 林業研究センター 田口 裕人

研究の背景・ねらい

持続的な林業経営を実現するためには、主伐後に再造林することが必要です。しかし、主伐で得た収入よりも造林初期保育の経費が上回るため、再造林が進んでいないのが現状です。造林初期保育の経費のうち、下刈りの占める割合は非常に大きいことから、再造林にかかるコストを下げるためには下刈り回数を減らすことが重要です。そのような中、初期成長に優れたエリートツリー^{※1}が開発され、全国各地でエリートツリーから構成されるミニチュア採種園^{※2}の造成が進んでおり、本格的な現場投入が控えています。そのため、下刈り回数の削減による低コスト再造林を目指し、県内の皆伐跡地にスギエリートツリーや従来愛媛県産種苗等の実生大苗（80cm～120cm）を低密度（1500本/ha）で植栽し、成長量等の調査・比較を行いました^{※3}。

成 果

2015年3月に愛媛県内の皆伐跡地に、エリートツリーの自然交配苗と愛媛県採種園産の育種混合苗を植栽し（表1、写真1）、成長期末ごとに樹高や直径の計測を行いました（図1、2）。樹高成長では、第3成長期目以降に差が見られ、第4成長期始めの時点で、エリートツリーは樹高が約4mに達しました（写真2）。第8成長期末時点での樹高は、エリートツリーが平均933.3cmに対し、従来種苗は平均785.3cmで、統計的に有意な差がありました（ $p<0.05$ 、マンホイットニーのU検定）。直径成長では、計測位置を第2成長期末までは根元直径とし、以降は胸高直径としました。直径は樹高よりも遅れて第4成長期末以降に差が見られ、第8成長期末時点でエリートツリーが平均144.6mmに対し、従来種苗は平均127.0mmで、統計的に有意な差がありました（ $p<0.05$ 、マンホイットニーのU検定）。また、第8成長期末における単木材積を森林総合研究所「幹材積計算プログラム」により算出した結果、エリートツリーが141.0m³/ha、従来種苗は98.0m³/haとなり（図3）、両者には約1.4倍の差が見られ、樹高・直径・材積においてエリートツリーの優位性が確認できました。

そして下刈りについては、植栽後2年目に1回行う必要が生じましたが、従来種苗ではさらに4成長期末に灌木除伐を行う必要があったことから、エリートツリーでは下刈りの省力化を行うことができました。

成果の活用

全国各地でエリートツリーによるミニチュア採種園が造成され、愛媛県においても、2018年度からエリートツリーの種子が生産されています。2021年5月には、カーボンニュートラルの実現に向け『みどりの食料システム戦略』（農林水産省）により、2050年までに林業用苗木の9割以上をエリートツリー等にすると策定されました。エリートツリーの普及拡大に向け、今後、応力波伝播速度を計測し、強度特性の比較を行う予定です。

※1：成長などが優れた木として選抜された第1世代精英樹の中から、特に優れた精英樹同士を交配してできた個体から選ばれた、第2世代以降の精英樹の総称

※2：林業用の種子を取るために、一定の間隔で植栽した植林地のことであり、効率良く採種するため、植栽木を小型（ミニチュア）に仕立てて管理する。

※3：この実証試験は、関西地区林業試験研究機関連絡協議会の共同研究により実施しました。

表1 試験地の概要

試験区	系統	植栽本数 (本/ha)	根鉢形状 (容量)	植栽時苗高 (cm)	8成長期末樹高 (cm)
エリート	エリートツリー自然交配苗	1500	ポット苗 (1100cc)	104.2±12.0	933.3±155.7
従来	愛媛県採種園産育種混合苗			101.7±12.7	785.3±230.5



写真1 空中写真



写真2 第4成長期始めの様子
(左:従来 右:エリート)

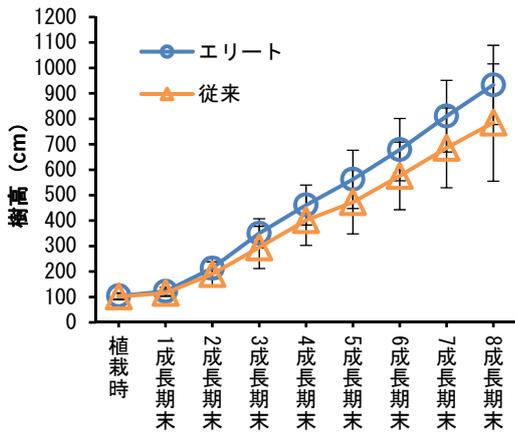


図1 各成長期末における樹高
(エラーバーは標準偏差を示す)

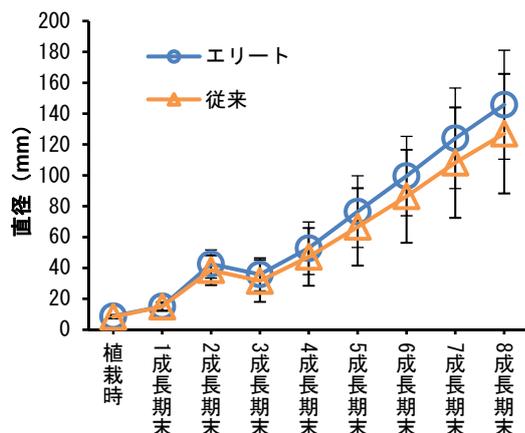


図2 各成長期末における直径
(エラーバーは標準偏差を示す)

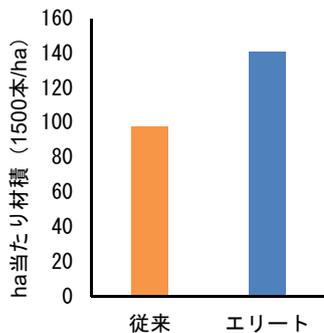


図3 第8成長期末時点におけるha当たりの材積比較

成長に優れたスギ第2世代精英樹の強度特性

佐賀県林業試験場 研究開発担当 江島 淳、森口 辰也、林崎 泰、多良 勇太

研究の背景・ねらい

成長に優れたスギ第2世代精英樹は、成長過程で年輪幅が広がるため、強度が弱くなることが、林業・林産業関係者から懸念されています。一方、強度特性は年輪幅による効果だけではなく、品種間の違いが大きいことが報告されています。佐賀県では、1960年代から第1世代精英樹同士の人工交配を開始し、作出した約8,500個体の実生の10年次の成長調査をもとに、約100個体を第2世代精英樹として早期選抜し、挿し木によりクローン増殖した後に、1980年代に県内6箇所にもクローン検定林を設定しました。現在、第1世代および第2世代精英樹が同時期に植栽されたクローン検定林は、30年生を超え、樹高20mに達しています。これらの材料を利用して、成長に優れたクローンの強度特性について明らかにしました。

成 果

立木本数約400個体を伐倒後、枠組壁工法構造用製材（断面寸法38mm×89mm、材長2,000mm）に製材・乾燥した後、約1,300体の曲げ試験を実施ところ（写真1）、曲げヤング係数（たわみにくさの指標）と曲げ強度（壊れにくさの指標）の間には相関がみられ、ほとんど全ての試験体で基準強度を上回りました（図1）。次に、年輪幅が曲げヤング係数に与える影響を調べた結果、年輪幅と曲げヤング係数には負の相関がありましたが、品種間の差も大きいという結果でした（図2）。このことから、成長が優れ年輪幅が広くても強度の高いクローンが存在することを示しました。

成果の活用

佐賀県では、独自開発したスギ第2世代精英樹の中から1クローンを佐賀林試2号として品種登録（2021年8月）し、その後、同等の性能を有する3クローンを加え「サガンスギ」（登録商標）（図3）として、2022年度より県内事業者向けに普及を開始しています。本研究の成果と「サガンスギ」の製材品を準備し材質について説明会を開催したところ（写真2）、「成長の早いスギの強度は大丈夫なのか？」という、現場担当者の不安を解消できたようでした。その後、県営採穂園からのサガンスギの穂木供給量は順調に増加しています。



写真1 曲げ試験の様子

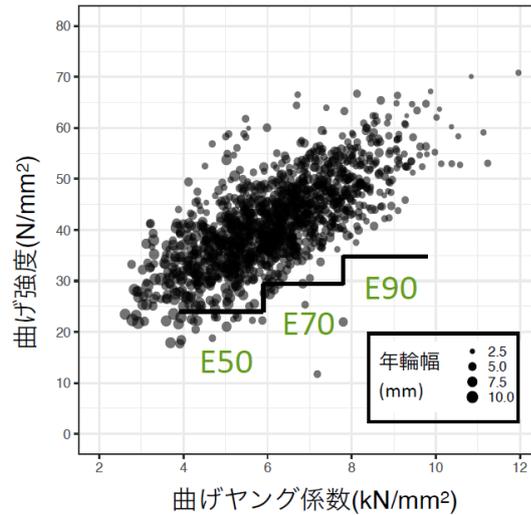


図1 全試験体の曲げ試験結果

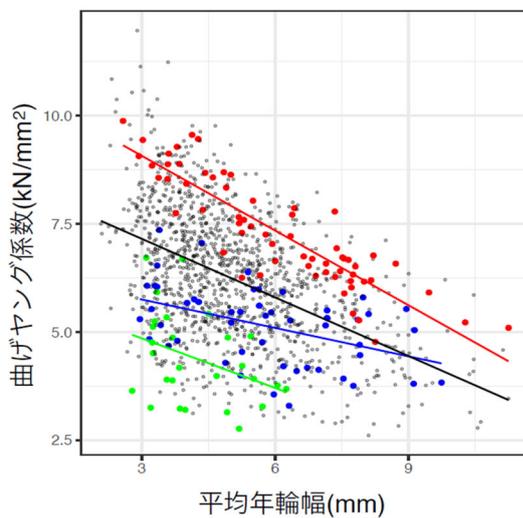


図2

品種別（佐賀林試2号(赤)、イワオ：佐賀3号(青)、アヤスギ：藤津14号(緑)）の木材強度特性
左図（X軸:平均年輪幅、Y軸:曲げヤング係数）、右図（X軸:曲げヤング係数、Y軸:曲げ強度）

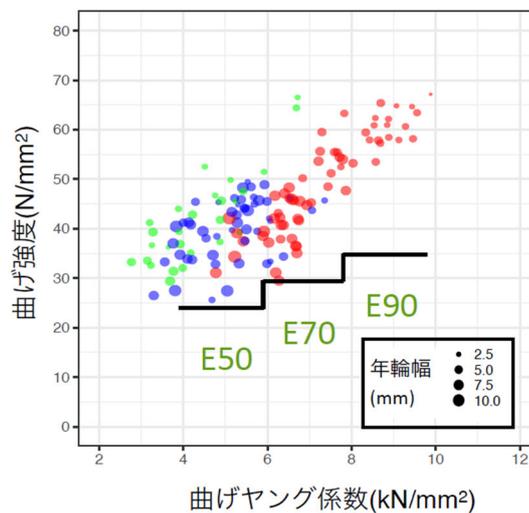


図3 サガンスギのロゴ



写真2 サガンスギ製材品見学会の様子

[問い合わせ先：佐賀県林業試験場 研究開発担当 Tel 0952-62-0054]

クリ材の人工乾燥技術の開発

岩手県林業技術センター 研究部 森 諒平

研究の背景・ねらい

岩手県では、森林資源の新たな価値や需要の創出のため、多様で良質な広葉樹を利用した木材製品の開発が課題となっています。木材を建築用材や家具用材として利用する場合、乾燥工程が必須となりますが、一般的に、広葉樹材は針葉樹材と比べ、乾燥による割れや狂い等が発生しやすいとされており、樹種に応じた条件により乾燥を行う必要があります。しかし、県内の工場では、確立した広葉樹材乾燥の技術を有していない場合が多く、手探りで乾燥が行われており、実用的な広葉樹材の人工乾燥技術の開発が求められています。そこで、本研究では、岩手県産のクリを用いて乾燥スケジュールを作成するとともに、実大板材の乾燥試験により乾燥スケジュールの実用性を検証しました。

成 果

1 乾燥スケジュールの作成

クリ丸太3本（丸太A～C）から得られた試験体45枚を用い、100℃試験法¹⁾により、試験体ごとに乾燥スケジュールを作成しました。作成された乾燥スケジュールは4つで、丸太ごとに初期含水率が大きく異なっていたため、丸太により出現数が多い乾燥スケジュールが異なりました（図1）。乾燥スケジュールの実用性の検証は、出現数の約5割を占めるT5E3.5の乾燥スケジュール（表1）で行いました。

2 乾燥スケジュールの検証

フローリング材を想定したクリ23mm厚材を78枚、家具用材を想定したクリ40mm厚材を131枚（うち各3枚は含水率観察用）用い、T5E3.5の乾燥スケジュールにより、生材から含水率8%まで人工乾燥し、含水率推移と乾燥による割れや狂い等を測定しました。

23mm厚材、40mm厚材とも、乾燥中の含水率は、初期含水率のバラツキを維持したまま推移し、調湿処理により目標含水率に収束しました（図2、図3）。また、乾燥時間は、23mm厚材で14日（334時間）、40mm厚材で35日（834時間）を要しました。なお、40mm厚材は、天然乾燥を併用し、含水率30%まで天然乾燥することで、人工乾燥を14日程度にすることができると考えられます。さらに、乾燥による割れや狂い等は全体的に軽微であり、フローリング材及び家具用材として利用可能でした（表2、表3）。

成果の活用

本研究の成果の一部は、当センターの研究報告第30号に掲載しています。また、クリの他にも、広葉樹15樹種の乾燥スケジュールを作成し、うち3樹種（ミズナラ、コナラ及びサクラ）はフローリング材を想定した板材での乾燥試験により、乾燥スケジュールの実用性を確認しました。これらの広葉樹材乾燥に関する研究成果は、当センターのホームページで公表し、広く周知するとともに、製材工場での現地指導や研修会等での情報提供により、広葉樹材製品の開発支援に活用しています。

参考文献

1) 寺澤眞 (1994) 木材乾燥のすべて, 海青社, 394-403

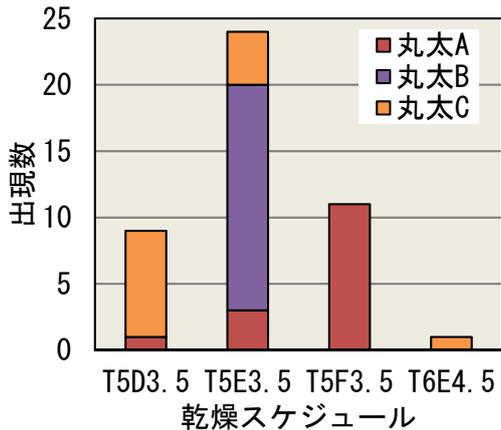


図1 乾燥スケジュールごとの試験体の出現数

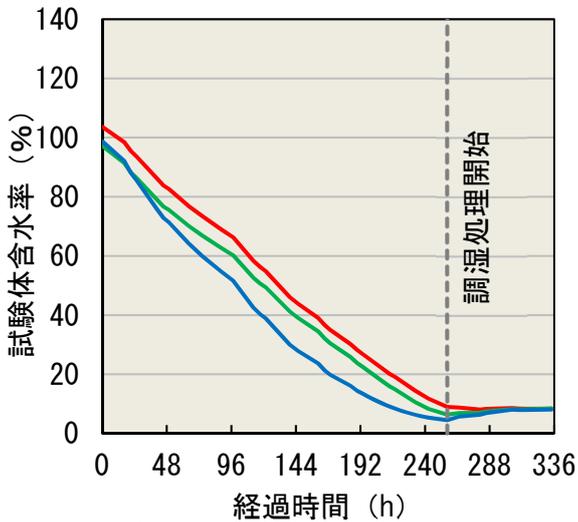


図2 乾燥中の含水率推移(23mm厚)
※ 計測した3枚の試験体を別の色の線で示した。

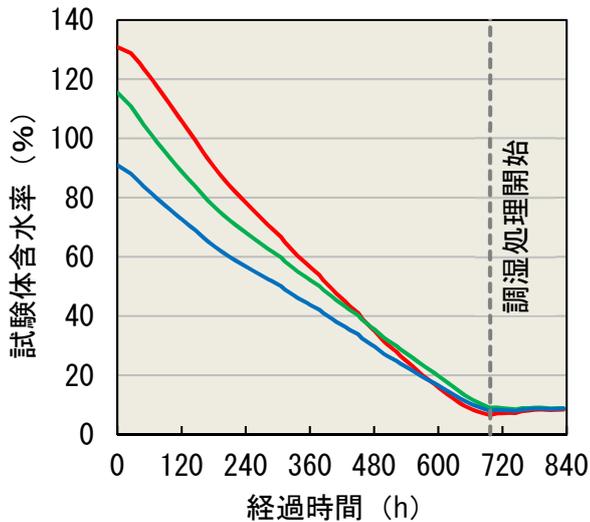


図3 乾燥中の含水率推移(40mm厚)
※ 計測した3枚の試験体を別の色の線で示した。

表1 乾燥スケジュール(T5E3.5)

含水率範囲 (%)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)
60以上	50	47	3
60~50	50	45	5
50~40	50	43	7
40~35	50	38	12
35~30	50	28	22
30~25	55	27	28
25~20	60	32	28
20~15	65	37	28
15以下	70	42	28
イコーライジング	70	60	10
コンディショニング	70	65	5

表2 乾燥による割れや狂い(23mm厚, n=75)
(単位: mm)

	曲がり	縦反り	幅反り	ねじれ	割れ
平均	4.9	4.0	1.0	0.8	31.2
最大	13.0	10.0	2.2	3.3	159.0
最小	1.0	1.0	0.2	0.0	0.0

※ ねじれ測定スパン: 1, 600mm
※ 落ち込みは観察されなかった。

表3 乾燥による割れや狂い(40mm厚, n=128)
(単位: mm)

	曲がり	縦反り	幅反り	ねじれ	割れ
平均	3.8	4.6	1.7	1.3	114.8
最大	11.0	11.0	2.9	7.3	1508.0
最小	1.0	0.0	0.4	0.0	0.0

※ ねじれ測定スパン: 1, 800mm
※ 落ち込みは4枚で観察された。

宮城県産スギをツーバイフォー材に利用する

宮城県林業技術総合センター 試験研究部 大西 裕二

研究の背景・ねらい

県内で資源が充実しつつあるスギを枠組壁工法構造用製材（ツーバイフォー材）に利用するため、品質を確保した、歩留りのよい効率的製造方法を検討しました。また、製造された県産スギツーバイフォー材について、目視等級区分、強度試験を行って利用可能性を検証しました。さらに、スギツーバイフォー材を利用したモデル住宅を建設し、施工状況を調査しました。

成 果

宮城県産スギ丸太の中目材20本（長さ3m、直径22～32cm）から204材（仕上がり断面寸法38mm×89mm）195枚、大径材25本（長さ3m、直径34～38cm）から206材（仕上がり断面寸法38mm×140mm）237枚を製造し、歩留りを調査しました。製品材積を丸太材積で割って歩留りを求めたところ、204材は34%、206材は41%となりました。また、乾燥に伴う収縮量を測定して求めた最小歩増し量を考慮すると、歩留り良く製造できる丸太の径級は、204材が24cm、206材が34cmであることが分かりました（図1）。

製造したツーバイフォー材について枠組壁工法構造用製材の日本農林規格に基づく目視等級区分を行ったところ、一般に市場流通する甲種2級以上が204材では97%、206材では94%となりました（図2）。製造歩留り、利用率から宮城県産スギ丸太からのツーバイフォー材を製造することは十分に可能であることが確かめられました。

さらに、枠組壁工法建築物構造計算用指針に基づく曲げ、引張、圧縮試験に供試し、国土交通省告示の基準強度と比較し、評価を行いました。その結果、204材、206材とも枠組構造用製材スギ甲種2級の基準強度を満たし、必要十分な強度があることが確かめられました（図3）。

ツーバイフォー建築ビルダーの協力により、スギツーバイフォー材をたて枠に利用したモデル住宅を建築し、施工状況を調査しました（写真1、2）。施工担当者からは「ハネ率が低い」、「軽くて施工が楽」、「スギの良い香りがする」など高評価を得ました。

成果の活用

県内の製材工場では、スギ枠組構造用製材の製造工場の日本農林規格の認証を取得しました。県内住宅ビルダーも、スギツーバイフォー材の利用を始める予定です。県産スギツーバイフォー材の利用をより一層進めるため、建築ビルダーへの講習会、マニュアルの作成に取組み普及を図っていきます。

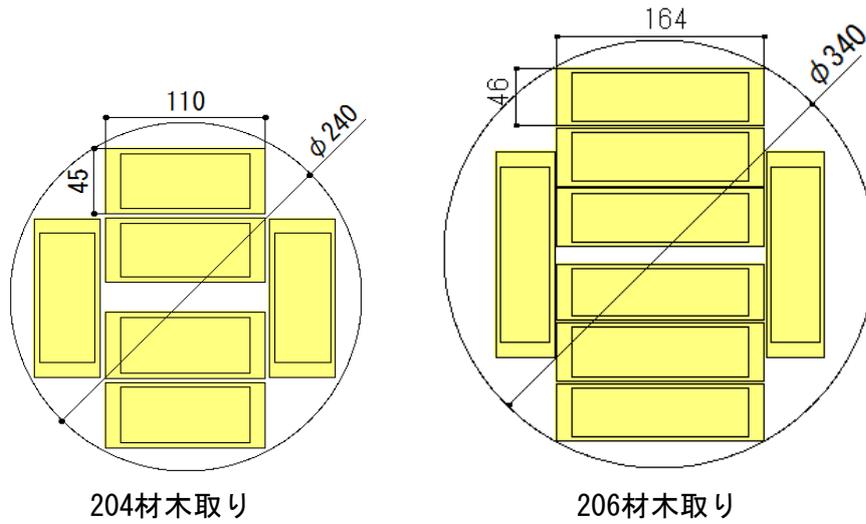


図1 歩留りのよい径級と木取り

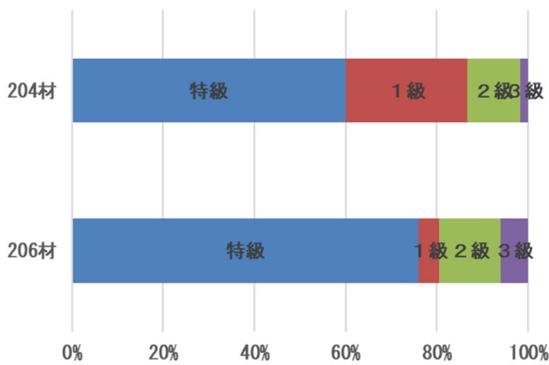


図2 目視等級出現率

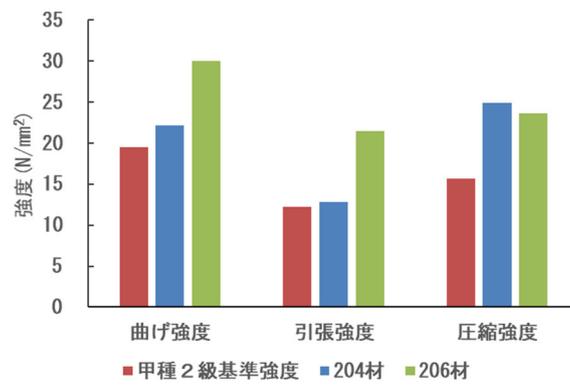


図3 204、206材強度(5%下限値)と基準強度との比較

写真1 施工調査



写真2 モデル住宅



[問い合わせ先：宮城県林業技術総合センター 試験研究部 TEL022-345-2816]

愛知県におけるセンダンの強度特性

愛知県森林・林業技術センター 技術開発部 岩川 昌暉・藏屋 健治・上田 耕大¹

(¹: 現 愛知県豊田加茂農林水産事務所)

研究の背景・ねらい

愛知県では従来の造林樹種であるスギ、ヒノキと比べて成長が早い早生樹が注目されており、中でも木目がケヤキに似ているセンダン (*Melia azedarach*) について関心が高まっています。しかしながら、県内に生育するセンダンの強度特性については、知見が少ない状況です。そこで、県内各地に生育するセンダンを対象に強度特性を明らかにすることを目的としました。

成 果

県内に生育するセンダン13本(樹高: 11 ± 3 m、胸高直径: 45 ± 14 cm)を対象に、伐採前に根元から50cmの地点と150cmの地点にセンサーを設置し、応力波伝播時間測定器(FAKOPP、FAKOPP Enterprise)を使用して繊維方向の応力波伝播速度を測定しました。その後、13本を伐採し、板材に製材後、曲げ試験用($20 \times 20 \times 320$ mm)、縦圧縮試験用($20 \times 20 \times 40$ mm)、表面硬さ試験用($40 \times 40 \times 40$ mm)の無欠点試験体を作製しました。表面硬さ試験体については密度の測定を行いました。これらの試験体を使用してJIS Z 2101に準拠して曲げ強さ、曲げヤング率、縦圧縮強さ、表面硬さ(木口面、柾目面、板目面)を求めました。

その結果、応力波伝播速度 $2,786 \pm 288$ m/s、曲げ強さ 77 ± 21 N/mm²、曲げヤング率 $6,851 \pm 1,227$ N/mm²、縦圧縮強さ 35 ± 6 N/mm²でした。また、表面硬さは木口面 37 ± 6 N/mm²、柾目面 15 ± 4 N/mm²、板目面 19 ± 4 N/mm²でした。

立木段階で強度が推定できるかを検討したところ、応力波伝播速度と曲げ強さ、曲げヤング率の相関がそれぞれ0.71、0.52であったため、立木段階で応力波伝播速度を測定することで曲げ強さと曲げヤング率を推定できる可能性があることが示唆されました(図1)。また、表面硬さと密度について相関を求めたところ、木口面では0.61、柾目面では0.51、板目面では0.43となり、密度が大きいほど表面硬さの値も大きくなる傾向がみられました(図2)。

成果の活用

今回の研究結果を基に家具メーカーと利用用途の検討を行い、木目の美しさを活かしたダイニングテーブル及びダイニングチェアを製作し、PRに活用しています(写真1)。

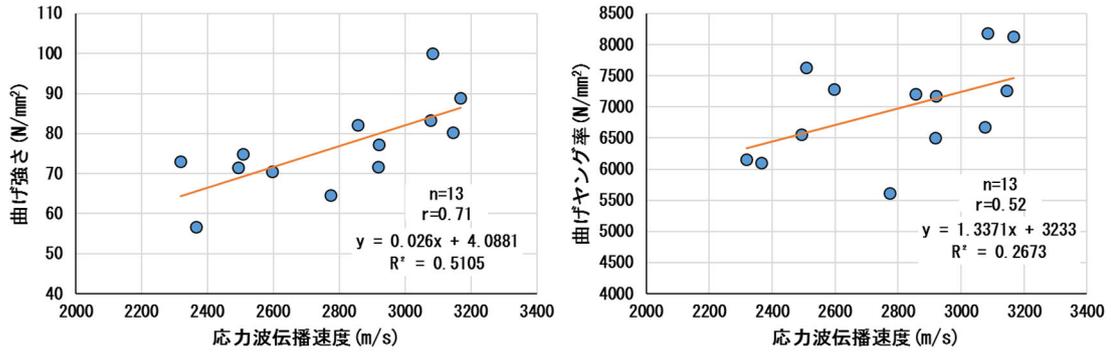


図1 応力波伝播速度と曲げ強さ、曲げヤング率の関係

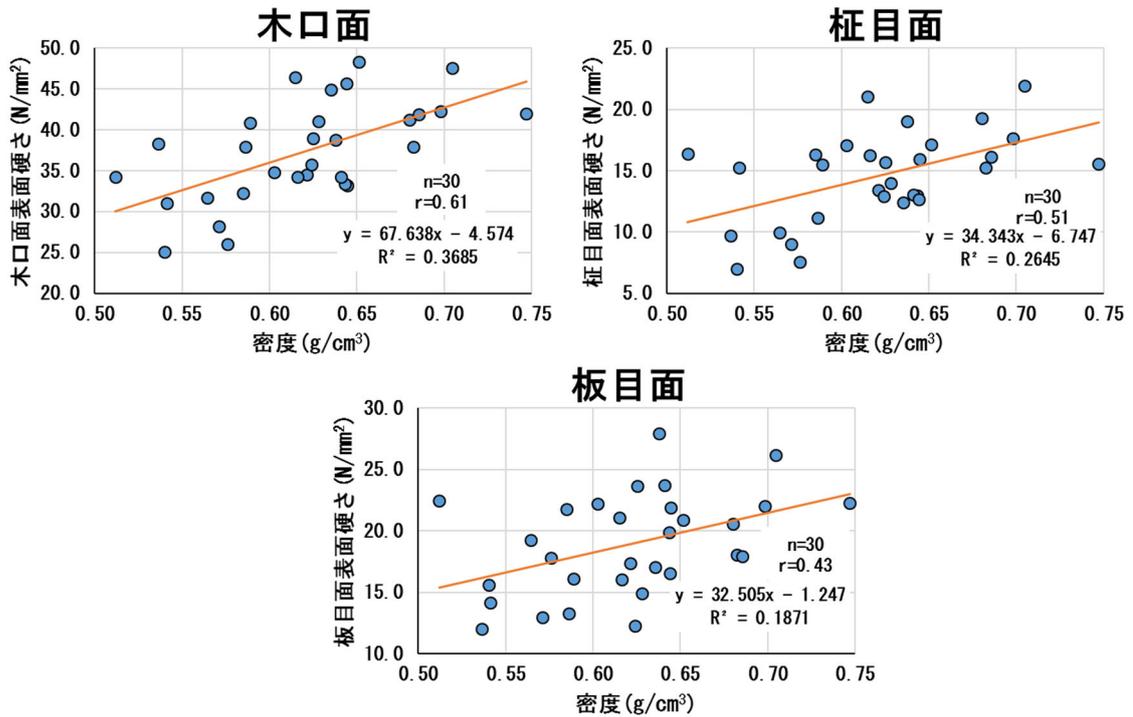


図2 密度と表面硬さの関係



写真1 センダンを用いたダイニングテーブルとチェア

[問い合わせ先：愛知県森林・林業技術センター 技術開発部 Tel 0536-34-0321]

奈良県産スギ・ヒノキ材を用いた衝撃吸収床材の開発

奈良県森林技術センター 木材利用課 大久保朔実

研究の背景・ねらい

高齢化社会をむかえた日本においては、日常生活での転倒事故とそれに伴う骨折などの受傷が頻発しています。とくに骨折の中でも股関節の大腿骨頸部の骨折は、受傷すると寝たきりになり介護が必要な状態に陥るなど、要介護者増加の一因とされ、日常生活中での対策が求められます。この対策の一つとして、転倒時の衝撃を緩和するフローリングがすでにいくつかの建材メーカーから販売されていますが、それらの多くは溝加工を施した合板を基材に用い、下面にクッション材を組み合わせる構造が主流となっています。そこで、奈良県産のスギ・ヒノキの無垢材と県産クッション材を組み合わせた、無垢の衝撃吸収フローリングの開発に取り組みました。

成果

無垢の衝撃吸収フローリング材の基本構造は、市販されている衝撃吸収フローリングを参考に、上面に無垢スギ・ヒノキ材、下面にクッション材の2層構造としました(図1)。スギ・ヒノキ材には奈良県産材を使用し、含水率、気乾密度、板幅、板厚さ、溝加工の有無を変えて、クッション材には素材やもとの用途が異なる5種類のクッション材を使用し、さらに厚さを変えて試験体を作製しました。衝撃吸収性能の測定はJIS A 6519:2004「体育館用鋼製床下地構成材」9.6床の硬さ試験に準拠して試験を実施しました(図2)。床硬さが小さいほど衝撃吸収性能は高く、同規格では体育館や剣道場の床硬さは100G以下、柔道場の床硬さは65G以下と規定されています。

試験の結果、今回供試したすべての木材、クッション材の組み合わせにおいて、床硬さ100G以下を達成しました。木材においては板厚さを薄くする、溝加工を施すことで、クッション材においては厚さを増すことで衝撃吸収性能が向上し、とくに2種類のクッション材で、衝撃吸収性能が高い床硬さ65G以下を達成するなどより良好な結果が得られました(図3、4)。溝加工については、奈良県産材の通直で強度が高い特徴により深さ約5mmの溝加工が可能となり、県産材の特徴を活かして製品開発できました。また、木材の材質にはばらつきがありますが、奈良県内でフローリング用途の木材として流通しているスギ・ヒノキ材の密度範囲であれば、衝撃吸収性能への影響はほとんどなく(図5)、板の含水率、幅も大きな影響を及ぼさないことも確認できました。

成果の活用

本研究は令和2年度に県単独事業として立ち上げ、令和3年度、令和4年度には県内企業5社(プラスチック製造販売会社1社、木材業者4社)と商品化に向けた共同研究として取り組みました。上記の結果をもとに木材業者各社が製品仕様を決定するとともに、個々についての衝撃吸収性能試験を実施したほか、摩耗試験や耐荷重試験等の試験も実施しました。それら性能が明らかになった製品が令和4年8月から製造販売されています。これら一連の試験結果の詳細は、奈良県森林技術センター研究報告第52号、39~49(2023)で公表しています。

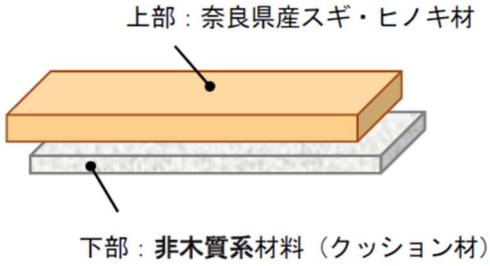
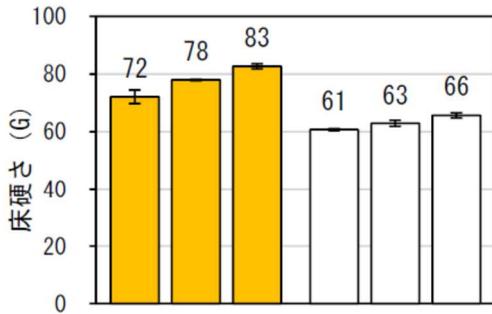


図1 無垢衝撃吸収フローリングの構造

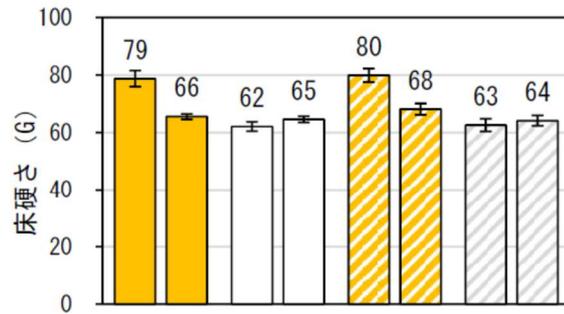


図2 衝撃吸収性能試験の様子



板材	スギ材					
	板厚さ (mm)	10	12	15	10	12
溝加工	無	無	無	無	無	無
クッション材	A			B		
クッション材厚さ (mm)	5			5		

図3 板厚さによる床硬さの違い
n=3の平均値、エラーバーは標準偏差を示す。



板材	スギ材				ヒノキ材			
	板厚さ (mm)	10				10		
溝加工	無	有	無	有	無	有	無	有
クッション材	A		B		A		B	
クッション材厚さ (mm)	5				5			

図4 溝加工による床硬さの違い
n=4の平均値、エラーバーは標準偏差を示す。

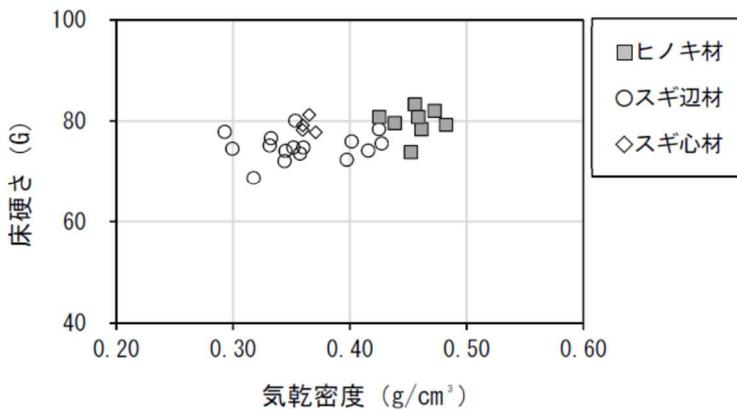


図5 木材の気乾密度と衝撃吸収性能の関係
板厚さ: 10mm、溝加工: 無、クッション材: A (厚さ 5mm)

長大スパンに対応する接着重ね材の開発

大分県農林水産研究指導センター林業研究部 山本 幸雄

研究の背景・ねらい

平成22年に施行された「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が令和3年に改正され、全ての建築物において木材の利用促進が求められるようになりました。非住宅分野の建築物では広い空間が求められることが多く、長大スパンに対応できる大断面集成材が多く用いられています。このような中、平成31年に「接着重ね材の日本農林規格」（以下、接着重ね材を重ね材、規格をJAS）が制定され、一般的流通製材を積層し集成材と同等のものを作ることが可能になりました。しかし、現在、JASには製材ラミナのたて継ぎや、異樹種の組み合わせに関する規定がありません。そこで今回、無垢材の新たな用途拡大を視野に入れ、長大スパンに対応した重ね材を開発し、無垢材の新たな用途拡大を図ることを目的に、たて継ぎ製材ラミナ重ね材及び異樹種重ね材を試作（写真1、写真2）し、その性能を検討しました。

成 果

1. 製材ラミナのたて継ぎの方法の検討

スギについて、節の長さ方向の直径を d とし、節からフィンガージョイント(FJ)までの間隔を $1d$ 又は $3d$ 以上離れた試験体を作製し引張試験したところ、平均値はほとんど差がありませんでしたが、5%下限値は $3d$ のほうが高いことがわかりました（図2）。そこで以降は、節とFJの間隔を $3d$ 以上離しました。続いて、たて継ぎ部の性能向上を目的に、FJと鋼棒挿入接着接合（GIR：Glued in Rod）併用（FJ+GIR、写真3）のたて継ぎ製材ラミナを作製し、引張試験しました。その結果、5%下限値の比較で、スギについては、FJ+GIRがFJだけよりもおよそ3割強くなりましたが、ヒノキではほとんど変わりませんでした（図3）。

2 重ね材の曲げ試験

たて継ぎのないスギ製材ラミナと、スギ及びヒノキ製材をFJ（一部の引張側外層はFJ+GIR）でたて継ぎした製材ラミナを、図1に示すように積層した重ね材を作製し、スパン5,400mm、上部支点間距離1,200mmで曲げ試験（写真4）しました。その結果、曲げ強さについて、概ねJAS規格値を満足しました。また、たて継ぎ位置について、概ねAタイプよりもBタイプが強く、AタイプではFJより、FJ+GIRが強くなること、BタイプではFJとFJ+GIRであまり変わらないことがわかりました。ヤング係数については、スギ、異樹種、ヒノキの順に高くなりました（図4）。

成果の活用

本成果は、当研究部の研究発表会や第29回日本木材学会九州支部大会（大分）で報告しました。今後も刊行物等により周知するとともに、県内木材業界関係者向けの研修会等でも情報提供を行うこととしています。



写真1 積層装置



写真2 重ね材



写真3 FJ+GIR



写真4 曲げ試験

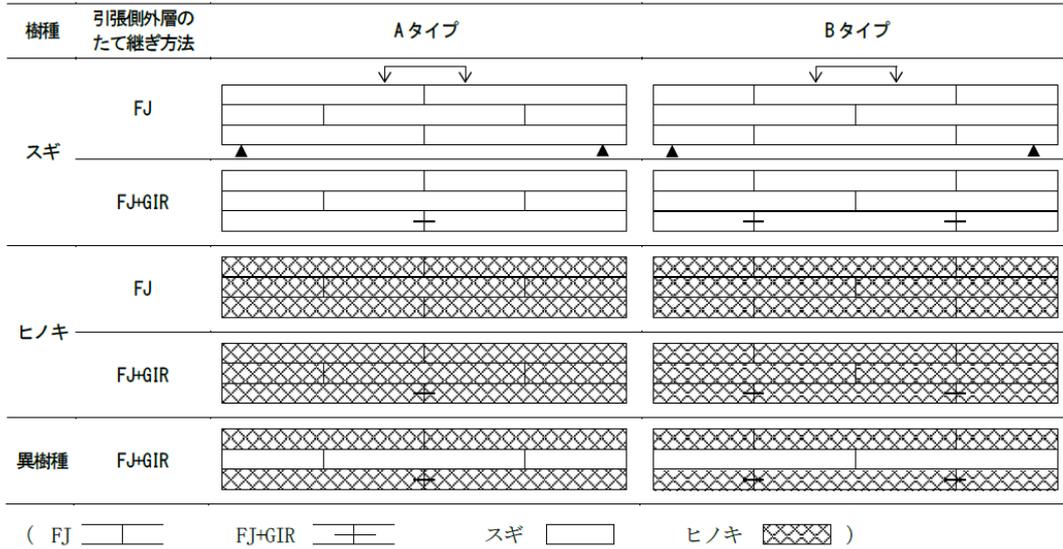


図1 たて継ぎ製材ラミナの組み合わせかた

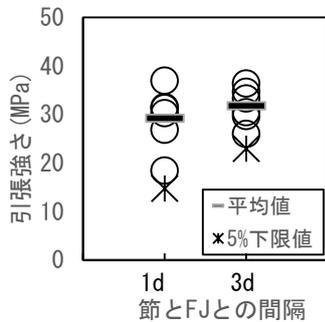


図2 FJ製材ラミナの引張試験結果

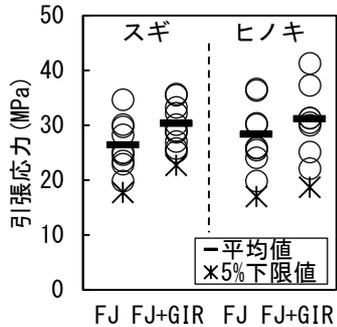


図3 FJ製材ラミナとFJ+GIR製材ラミナの引張試験結果

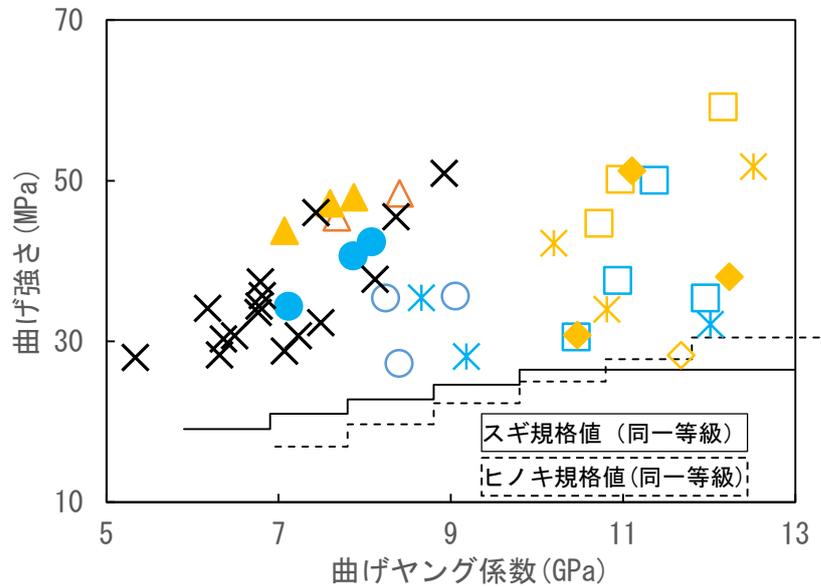


図4 重ね材の曲げ試験結果

- スギFJ A
- △スギFJ B
- スギFJ+GIR A
- ▲スギFJ+GIR B
- ヒノキFJ A
- ◆ヒノキFJ B
- ◇ヒノキFJ+GIR A
- ◆ヒノキFJ+GIR B
- ✱異樹種 FJ+GIR A
- ✱異樹種 FJ+GIR B
- ✱スギ たて継ぎ無し

スギ大径材から得られる幅広・厚板を利用した床構面の強度性能評価

熊本県林業研究・研修センター 林産加工部 荒木 博章¹、池田 元吉、徳丸 善浩

(¹：現宮崎県木材利用技術センター木材加工部)

研究の背景・ねらい

人工林資源が充実するなか、スギ大径材から良質で幅広な厚板材が得られやすくなりました。そこで、せん断性能の向上を期待したスギ大径材由来の幅広・厚板を面材に用いた床構面の実用性を検討しました。大径材の樹皮に近い部位では強度性能とともに節の少ない材面品質の高い板材の製材が期待できることと、県内でも階下から現しを活かせる根太レス工法に取り組む企業があることから、本研究では板の厚さを見込んで鉛直荷重への耐力を負担させ根太を省略する根太レス直張り床構面の面内せん断試験を実施しました。また、厚板は曲げ性能を期待できる一方で、並列しただけでは面材間でせん断力を伝達できないことから、せん断性能の向上には限度があります。そこで、枠組壁工法での部材の接合に使われる市販のメタルプレートコネクタ（以下、MPC）を活用してせん断性能を向上させることが可能であるかについても併せて検証しました。

成 果

試験体は桁材を断面寸法105×105mmのスギ心持ちの乾燥製材品で構成（仕口は大入れ蟻掛）しました。幅×高さは部材心間の寸法1.9m×2.85mとし、板材（実加工無し）は幅180mm、240mm、300mm、厚さ30mm、長さ1.9mのスギ乾燥材で、板材の長手方向が加力方向に平行になるように配置しました（図1参照）。なお、板材の配置は上部加力桁及び下部固定桁の中央部を基準として配置し、余寸は構面中央で調整しました。なお、板材間の摩擦の影響を除くため、上下板間に1mm程度の隙間を開けました。これを直交する桁材（3本）の通りにあわせてCN75くぎで打ち付けました。板材それぞれに幅方向では縁距離を30mm、釘間隔を60mm、両木口からの端距離を20mmとしました。試験体は各1体です。さらに、同様の仕様による板幅240mmの試験体の上下に配置した板材各1枚ずつの継目の両端及び中央部のそれぞれ3箇所、縦76mm×横152mmのMPCを横方向が面材同士の継目と平行になるように設置（図2参照）したものを、別途1体作製しました。

試験方法と評価は図書「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」を参考にしました。荷重と見かけのせん断変形角曲線から作成した包絡線を図3に、包絡線から算出した各特性値を表1に示します。短期基準せん断耐力は、板幅が広くなるにつれ0.95kN/m、1.35kN/m、1.68kN/mとせん断性能は向上しました。ここで、上記図書にある床水平構面の仕様を参考にすると、落とし込み根太+15mm厚、180mm幅以上の板材張り許容せん断耐力0.76kN/mに比べると、全ての板幅においてこれを上回っていたことから、今回の床構面の仕様ならば実用的なせん断性能を有していることが確認できました。また、併せて検討したMPCについては、板幅240mmと板幅240mm+MPCの短期基準せん断力がそれぞれ1.35kN/mと1.50kN/mとなり、若干ながらもMPCによりせん断性能を向上させることが可能でした。

成果の活用

熊本県林業研究・研修センターが発行する各種刊行物や当センターが主催する業務報告会等で広く周知するとともに、建築関連分野の担当者等を対象にした講習会等にて情報提供します。一部工務店や住宅メーカーの中には、積極的に国産材を利用する取組もみられるようです。このような動きに対し、今回の成果が大いに参考になるものと期待します。

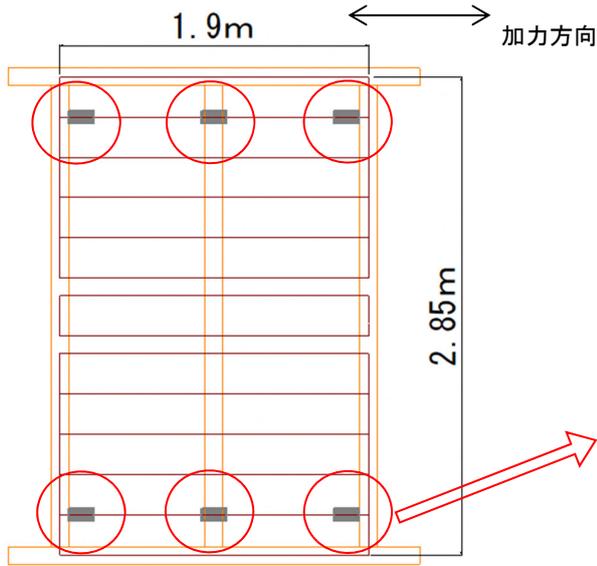


図1 試験体の概要
(MPCを設置した板幅240mmの例)

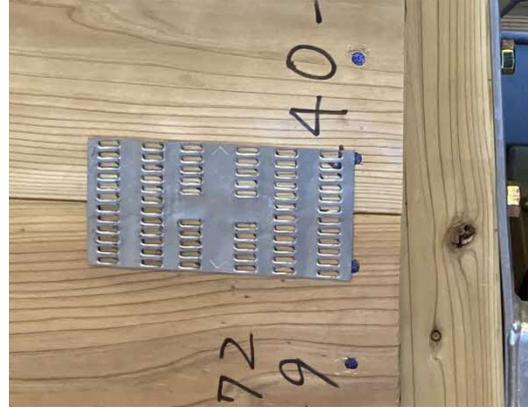


図2 MPC設置状況

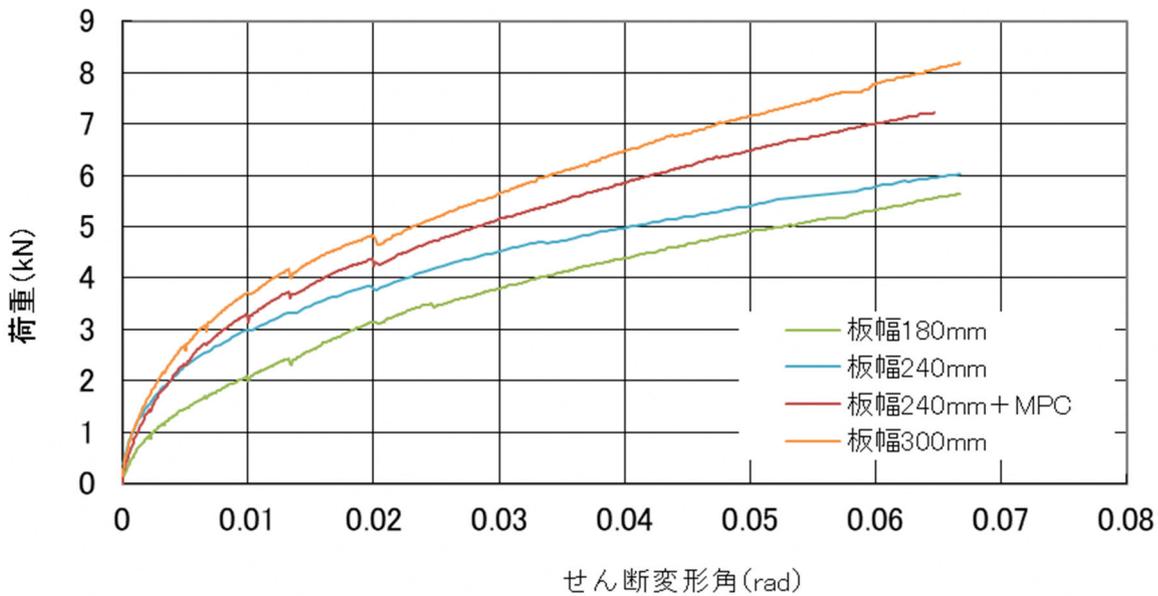


図3 荷重と見かけのせん断変形角曲線から作成した包絡線

表1 包絡線から算出した特性値

試験体番号	最大荷重	最大荷重	初期剛性	終局耐力	構造特性係数	降伏耐力	$P_u \times (0.2/D_s)$	2/3 P_{max}	みかけのせん断変形角 1/120時荷重	短期基準 せん断耐力 (参考値)	床倍率 換算値 (参考値) ※低減係数 $\alpha=1$ で算出
	P_{max} kN	P_{max} kN/m									
180	5.64	3.0	164	2.5	0.529	1.54	0.95	1.98	1.01	0.95	0.48
240	6.03	3.2	283	2.7	0.394	1.59	1.35	2.12	1.47	1.35	0.69
240MPC	7.23	3.8	308	3.1	0.415	1.81	1.50	2.54	1.59	1.50	0.76
300	8.18	4.3	341	3.5	0.412	2.05	1.68	2.87	1.81	1.68	0.85

[問い合わせ先：熊本県林業研究・研修センター 林産加工部 TEL096-339-2242]

県産スギ材のツーバイフォー工法部材の乾燥技術

鹿児島県工業技術センター 地域資源部 日高 富男

研究の背景・ねらい

国内のスギ森林資源は利用期を迎え、中でも50年生以上の大径材の利活用は喫緊の課題です。ツーバイフォー工法部材の中でも幅広な208材や210材は、住宅の横架材などへの利用が期待されていますが、乾燥時に幅反り等の変形を生じやすく、歩留まりの悪さが懸念されています。本研究は、210材の乾燥時の変形を抑制する技術を確立することを目的として実施しました。

成 果

本供試材の板厚45mm、48mmの2種類、載荷500kgの有無の2種類、その組み合わせの4試験区で人工乾燥を行いました。乾燥終了後、室内養生し、最後に仕上げ加工を行いました。供試材の寸法と数量を表1に、乾燥条件を表2に、枠組壁工法JAS基準値を表3に、乾燥前後および仕上げ加工後の含水率を表4に、乾燥後および仕上げ加工後の等級評価を表5に示します。

材厚別、載荷の有無による乾燥試験を行うことで以下のことが明らかになりました。

・幅反り

幅反りは、4試験区全てで0.5mm以下となり、特級・1級の基準値（3mm以下）を大きく下回ったことから、等級を下げる要因になりにくいと思われました。

・反り

反りは、材厚が薄い方が2級、3級の出現が多い傾向がありますが、載荷により大きく改善することがわかりました。ただ、成長応力が大きい材も流通することや、モルダー加工による反り改善の難しさがあり、反りを全て抑制することは難しいと思われました。

・曲がり

曲がりは、材厚による差はあまりなく、載荷なしの1枚を除いて全て特級・1級を満しました。

・ねじれ

ねじれは、4試験区全てで、ほぼ5mm以下となり、特級・1級の基準値（35mm以下）を大きく下回っていることから、等級を下げる要因になりにくいと思われました。

4試験区において、材厚を48mm、乾燥時の載荷500kgの条件で全ての試験体が特級・1級を満しました。

成果の活用

本成果をツーバイフォー工法部材製造企業に提供することで、スギ材を208材や210材等横架材としての利用が図られ、県産スギ大径材の利用拡大が期待されます。

表1 供試材の寸法および数量

寸 法			数 量	
厚さ	幅	長さ	載荷あり試験	載荷なし試験
45mm	255mm	4,000mm	21枚	24枚
48mm			24枚	24枚

表2 乾燥条件

載 荷	載荷あり	載荷なし
乾燥時間	250時間	225時間
乾燥温度	55°C~80°C	
栈木間隔	500mm	
載荷重量	500kg	—
室内養生	約3ヶ月	約4ヶ月

表3 枠組壁工法JAS基準値(210材、スパン4,000mm)

	特級および1級	2 級	3 級
幅反り	3mm以下	5mm以下	6mm以下
反り	10mm以下	11mm以下	19mm以下
曲がり	8mm以下	20mm以下	20mm以下
ねじれ	35mm以下	48mm以下	70mm以下

表4 乾燥前後および養生後の含水率(%)

載荷		乾燥前	乾燥後	養生後
あり	最大値	187.8	9.3	11.1
	平均値	135.1	6.8	9.7
	最小値	94.2	5.7	8.9
なし	最大値	149.5	10.7	12.7
	平均値	100.3	8.5	11.6
	最小値	75.0	7.4	10.9

表5 乾燥後および仕上げ加工後の等級評価(枚)

	厚さ (mm)	載荷 条件	乾燥後				仕上げ加工後			
			特級・1級	2級	3級	適合外	特級・1級	2級	3級	適合外
幅反り	45	あり	21	-	-	-	21	-	-	-
		なし	24	-	-	-	24	-	-	-
	48	あり	24	-	-	-	24	-	-	-
		なし	24	-	-	-	24	-	-	-
反り	45	あり	18	1	2	-	19	1	1	-
		なし	19	-	4	1	14	2	6	2
	48	あり	22	-	2	-	24	-	-	-
		なし	20	1	2	1	22	-	1	1
曲がり	45	あり	18	3	-	-	21	-	-	-
		なし	21	3	-	-	23	1	-	-
	48	あり	24	-	-	-	24	-	-	-
		なし	22	2	-	-	24	-	-	-
ねじれ	45	あり	21	-	-	-	21	-	-	-
		なし	24	-	-	-	24	-	-	-
	48	あり	24	-	-	-	24	-	-	-
		なし	24	-	-	-	24	-	-	-

[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]

野生型エノキタケ新品種「雪黄金」の開発

(地独)北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 利用部 宜寿次盛生

研究の背景・ねらい

エノキタケは国内生産量が最も多い食用きのこで、人工栽培で生産されるのは「純白系」と呼ばれる品種がほとんどです。一方、野生のエノキタケは傘が褐色で柄は淡黄褐色～黒褐色を呈しており、道総研林産試験場では、天然の形態・風味を有する野生型エノキタケを開発・普及してきました。野生型エノキタケは北海道の統計上「えぞ雪の下」と呼ばれ、エノキタケとは別品目扱いで、うまみや歯ごたえが良いなど根強い需要から25年以上一定量の生産が行われ流通しています(写真1)。従来品種(Fv92-4)の開発当時(1990年代)は品種の早期普及を優先する方針であり品種登録をしていません。そこで、近年の品種を取り巻く国内外の情勢を鑑みて、品種登録が可能で、従来品種より生産効率に優れた野生型エノキタケ品種を開発しました。

成 果

品種開発にあたり、孢子混合液を栽培用培地に散布する交配や従来品種等の構成一核菌糸体(ネオハプロント)を用いた交配などにより、合計285菌株を新たに作出しました。そして、産業利用性を考慮して、野生型エノキタケの栽培方法や品種登録要件に合わせた栽培方法で選抜試験を繰り返し実施しました(図1)。また、選抜の過程で食味評価や生産者にご協力いただいた栽培実証試験を経て、最終的に1菌株(E704)を選抜しました(写真2)。

新品種E704は、従来品種Fv92-4より栽培日数が約1割短縮され生産効率が向上しました。また、従来品種は菌掻き後の芽出しが不安定なため、培養中発生した芽(原基)を成り行きで生育管理する必要がありましたが、新品種は菌掻き後の芽出しが安定し、より計画的な生産管理が可能となりました。さらに、カラマツやトドマツの道産針葉樹おが粉を使用した培地(表1)や純白系品種で汎用されているコーンコブ(トウモロコシの穂軸を粉砕したもの)混合培地(表2)を用いても、新品種は従来品種に比べ収量の増加と生産効率の向上が期待できます。

成果の活用

開発した新品種は、品種登録申請後、野生型エノキタケを生産している民間事業者に活用される予定です。また、生産者が多い菌床シイタケ生産施設においても作目多様化の要望に対応して技術支援を行い、普及を進めます。

また、新品種は「雪黄金(ゆきこがね)」と命名、農林水産省に品種登録出願し、令和5年10月12日に受理されました。引き続き登録に向けた準備を進めます。



写真1 「えぞ雪の下」の製品（上）と栽培の様子（下）

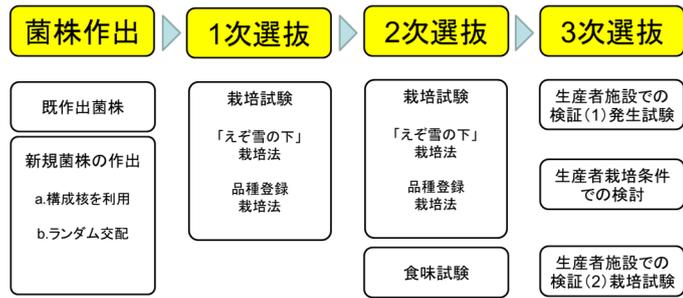


図1 品種開発の方法



写真2 新品種「雪黄金」(E704)

表1 道産針葉樹おが粉を用いた栽培試験結果

品種	菌糸蔓延 日数	栽培 日数	収量 g/ビン	生産効率 g/ビン・日
カラマツ・米ぬか培地（培養22℃）：対照区				
E704	17	36	140.2	3.89
Fv92-4	18	41	143.9	3.55
トドマツ・米ぬか培地（培養22℃）				
E704	17	35	142.3	4.10
Fv92-4	18	41	109.0	2.67
カラマツ・米ぬか培地（培養19℃）				
E704	19	38	139.7	3.73
Fv92-4	22	48	142.5	2.94
トドマツ・米ぬか培地（培養19℃）				
E704	21	40	127.8	3.24
Fv92-4	22	47	118.4	2.55

表2 コーンコブを用いた栽培試験結果

品種	菌糸蔓延 日数	栽培 日数	収量 g/ビン	生産効率 g/ビン・日
カラマツ・米ぬか培地：対照区				
E704	20	37	139.0	3.73
Fv92-4	20	41	129.2	3.12
コーンコブ10g混合カラマツ・米ぬか培地				
E704	22	40	146.2	3.68
Fv92-4	23	45	129.6	2.90
コーンコブ50g混合カラマツ・米ぬか培地				
E704	22	40	165.4	4.12
Fv92-4	-	47	149.4	3.16

注：黄色い箇所は、従来品種に比べ新品種で改善が見られたデータ

[問い合わせ先：（地独）北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 利用部 微生物G
TEL 0166-75-4233]

ニオウシメジの安定生産技術の開発

茨城県林業技術センター きのこと特産部 関根直樹

研究の背景・ねらい

ニオウシメジは、他のきのこの発生が少ない夏季に発生する食用きのこで、新たな特用林産物として期待できます(写真1)。当センターでは、その栽培技術を開発し生産現場に技術移転しました。しかし、現場で発生不良が生じ、問題となりました。発生不良の原因として、茨城県がニオウシメジの北限に近く、栽培時の温度が低いことで、十分に菌が成長できなかったのではないかと考えられました。そこで、室内におけるニオウシメジの菌糸伸長の詳細な温度特性を把握するとともに、野外において様々な栽培環境と被覆資材を組み合わせ得られる子実体収量と温度のデータをモデル解析することで、高収量の子実体が得られる条件を明らかにし、収量が安定する栽培技術を開発することとしました。

成果

実験室内における菌糸の最適伸長温度は28~34℃でした(図1)。従来から伏せ込み場所としていた林内における温度をモニタリングしたところ、栽培環境の平均温度は23~24℃、菌床内部の平均温度はそれより1~3℃高い傾向が見られましたが、菌糸の最適伸長温度である28~34℃より低めでした。したがって、直射日光が当たる草地や温室といった林外の方が高温を維持しやすく、収量が安定した栽培方法が確立できるのではないかと考えられました。そこで、異なる伏せ込み場所(草地、温室、林内)や被覆資材(ビニール、寒冷紗等)を組み合わせ、温度と子実体収量との関係を比較しました。その結果、草地、温室における伏せ込みは、林内よりも平均1~5℃程度、栽培環境温度を高めることができた一方、草地で透明ビニールのみで被覆すると、50℃以上の観測回数が著しく多く、過度に温度が上昇し、子実体収量は0となりました(表1)。このことから、長時間直射日光を遮るものがない場所で栽培する場合、寒冷紗等で日陰を作る必要が有ることが明らかとなりました。また、モデル解析により、子実体収量が最大となる栽培環境の平均温度は27℃と推定され(図2)、菌床の温度が栽培環境より1~3℃高いことを考慮すると、菌糸の最適伸長温度と概ね一致しました。この研究により、栽培環境を最適温度に保つことが子実体の発生に重要であることを明らかにできました。

成果の活用

今回明らかにしたニオウシメジの温度特性を基に、個々の生産現場に応じた栽培をすることで、収量は増加し、生産者の収入を安定させることが可能となります。今後は、当センターで作成した「ニオウシメジ栽培マニュアル」を改訂し、すでに技術移転を行った生産者に加え、栽培品目の追加を希望する生産者に対しても技術移転を進め、きのこ産業の振興を図っていきます。



写真1 温室で栽培されたニオウシメジ

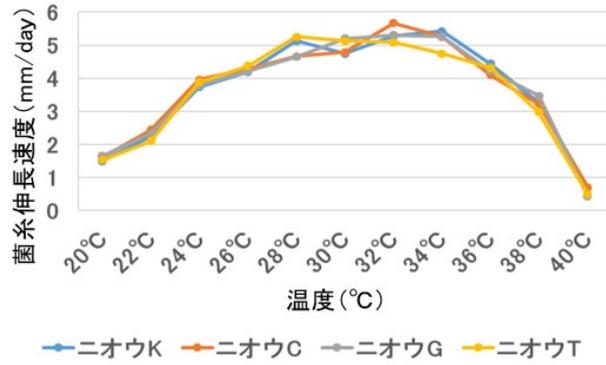


図1 ニオウシメジ4系統の菌糸伸長速度と温度の関係

表1 異なる伏せこみ場所や被覆資材別の、菌床1kgあたりの子実体平均収量と温度

伏せこみ場所	草地					温室		林内
	透明 ビニール	シルバ ー75% 寒冷紗	シルバ ー45% 寒冷紗	透明 ビニール+ シルバー 75%寒冷紗	透明 ビニール+ シルバー 45%寒冷紗	なし	シルバ ー75% カーテ ン	透明 ビニール (対照区)
平均収量 (g/kg、 n = 3~4)	0.0± 0.0	269.0± 64.2	231.2± 32.7	282.2± 18.1	159.4± 65.4	136.8± 96.8	228.0± 95.4	174.0± 105.5
平均(°C、n = 2304)	27.6± 7.7 a	25.6± 7.0 bc	25.3± 6.4 c	26.4± 6.7 df	25.9± 6.5 bf	29.0± 5.1 g	27.4± 6.7 d	23.9± 4.1 e
温度 観測回数	40°C以上	264	108	75	111	85	7	123
	50°C以上	86	0	0	2	0	0	0

同一アルファベットは試験区間で統計的有意差 (Tukey-Kramer 法、 $p < 0.05$) がない場合を、同一アルファベットがない場合は有意差があることを示す

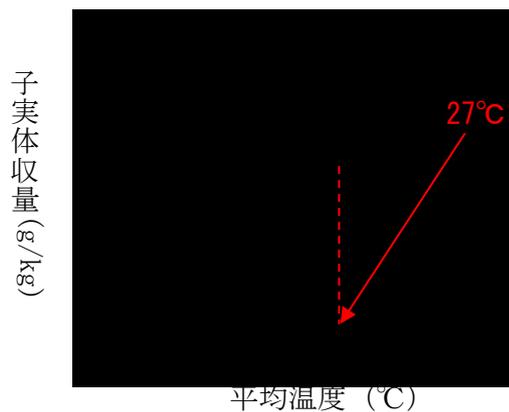


図2 子実体原基発生～初収穫日までの栽培環境の平均温度と菌床1kgあたりの子実体収量の関係

〔問合せ先：茨城県林業技術センターきのこ特産部 TEL 029-295-8070〕

国産黒トリュフ(アジアクロセイヨウショウロ)の栽培試験

岐阜県森林研究所 森林資源部 水谷 和人

研究の背景・ねらい

トリュフは、世界三大珍味として知られる高級食材で、ブナ科樹木などに共生して菌根を作る地下生のキノコです(図1)。国内で流通するトリュフは、すべてヨーロッパや中国などから輸入されており、国内での需要は高まっています。ヨーロッパでは黒トリュフなど一部の種で菌を接種した苗木による人工栽培が行われていますが、国内で採取されたトリュフの栽培は行われていません。そこで、簡易な方法で短期間に国産の黒トリュフであるアジアクロセイヨウショウロの人工栽培化を図るため、黒トリュフを接種した大きなコナラ苗木を苗畑に植栽して栽培試験を行いました。

なお、この成果は、農林水産省委託プロジェクト研究「森林資源を最適に利用するための技術開発—高級菌根性きのこ栽培技術の開発(平成27年度~令和元年度)」の一部として得られたものです。

成果

1. コナラの植栽と菌根の形成状況

平成28年4月と7月に、市販の2年生のコナラ苗木(苗高80cm)の根を、国内で採取した黒トリュフの孢子懸濁液に浸漬した後、苗畑に設置した石灰施与区と無施与区に各14本植栽しました(図2)。各試験区の大きさは120×180cmです。

トリュフの菌根形成状況を、令和元年と令和5年に土壌を採取して調査しました。令和元年にトリュフの菌根が形成していたのは石灰施与区のみでした(表1)。この時期は、根にトリュフ以外の菌根も混在していました。令和5年に行った石灰施与区の調査では、4月と7月植栽、いずれも黒トリュフの菌根が令和元年よりも多数形成していました。採取した土壌内のコナラの根はトリュフの菌根で占められ(図3)、それ以外の菌根がほとんど見られなかったことから、石灰施与区のコナラにはトリュフの菌根が安定して増加していることがわかりました。

2. 令和5年にキノコが発生

令和5年には、コナラは大きなもので樹高6mを超えました(図4)。植栽後7年半が経過した令和5年10月、地表面に黒トリュフのキノコが2個、合計約50gが発生しているのを確認しました(図5)。発生したキノコと植栽したコナラ苗木に接種した菌との遺伝情報(DNAマーカー)に基づいた照合を森林研究・整備機構森林総合研究所の協力で実施したところ、遺伝的に同一であることが明らかになりました。人工的に国産黒トリュフが発生したことが科学的にも確認できました。

成果の活用

この成果は、プレスリリースするとともに、一部については当研究所の研究報告や情報誌のほか、学会発表や研究発表会などで発表しています。また、キノコが発生した成果は多くのマスコミに取り上げて頂いています。今後は実用化に向けて、キノコ発生の再現性を確認するとともに、短期間で安定的に発生させる技術開発を進めます。



図1 黒トリュフ



図2 コナラ植栽時(平成28年)の状況

表1 黒トリュフの菌根形成状況

試験区	令和元年	令和5年
石灰・4月植栽	○	◎
石灰・7月植栽	○	◎
無施与・4月植栽	×	未調査
無施与・7月植栽	×	未調査

・菌根形成: ×なし、○あり、◎多数
 ・平成28年4月及び7月に苗木を各14本植栽(1試験区2.16m²)



図3 黒トリュフの菌根形成状況
 根棒状の根がトリュフの菌根(矢印)



図4 令和5年のコナラ



図5 発生した黒トリュフ

[問い合わせ先: 岐阜県森林研究所 森林資源部 Tel 0575-33-2585]

タケノコ栽培における緩効性肥料を用いた省力施肥方法

福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター バイオマス部

井手 治、谷崎 ゆふ、黒柳 直彦、太田 剛、江口（工藤） 雅音、森 康浩、小山 太

研究の背景・ねらい

タケノコ栽培における適正な施肥管理は、豊凶差の拡大を縮減するためにも重要であり、地下茎の伸長、芽子形成およびタケノコ肥大生長時期に合わせて、礼肥（5月）、夏肥（8月）、元肥（11月）の3回分施が行われています。しかし、生産者の高齢化が進む中、特に暑い時期である夏肥施肥にかかる作業が負担となっており、施肥作業の省力化が求められています。

そこで、生産者の施肥作業の負担軽減を目的として、緩効性肥料を含むタケノコ専用肥料を用いた礼肥施肥が省力化やタケノコの収量に及ぼす影響を明らかにします。

成 果

1. タケノコ栽培において、礼肥として夏肥分の窒素成分を緩効性肥料として含むタケノコ専用肥料を用いて省力施肥栽培すると、夏肥にかかる作業が省力化できます（図1）。
2. 省力施肥栽培した場合の土壌中無機態窒素は、夏肥時期である8月中旬まで高く維持できます（図2）。
3. 省力施肥栽培における収穫本数、1本重および収量は、対照施肥栽培と比べていずれも同等です（表1）。
4. 省力施肥栽培における肥料代は対照施肥栽培と同等で、礼肥と夏肥に要する10a当たりの労働時間は対照施肥栽培に比べて約3時間削減できます。

成果の活用

本肥料はジェイカムアグリ(株)が令和5年1月に販売を開始しており、普及員やJAを通じて生産者に周知・普及を図ります。

なお、福岡県農林業総合試験場令和5年度成果情報として、福岡県農林業総合試験場ホームページを下記のURLで公表しています。

<https://www.farc.pref.fukuoka.jp/farc/seika/r05/05-1.pdf>

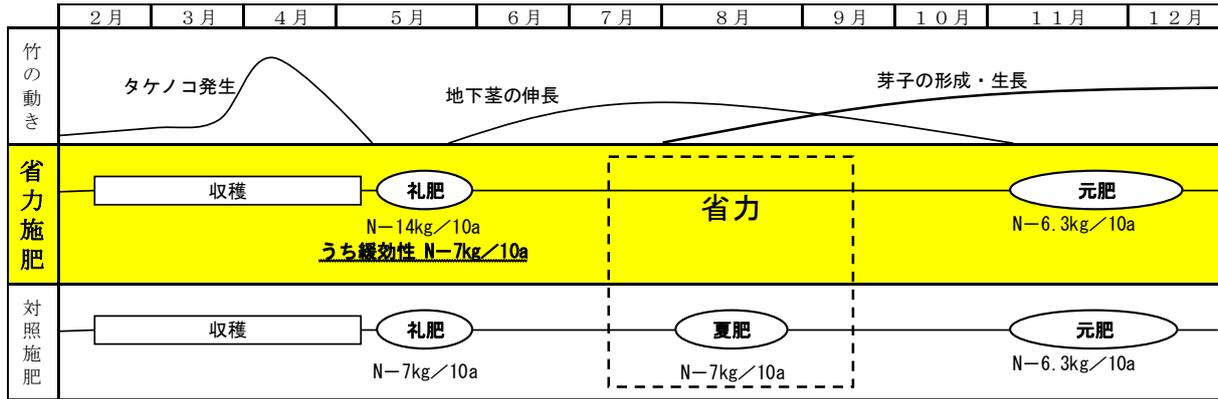


図1 タケノコ栽培における省力施肥方法

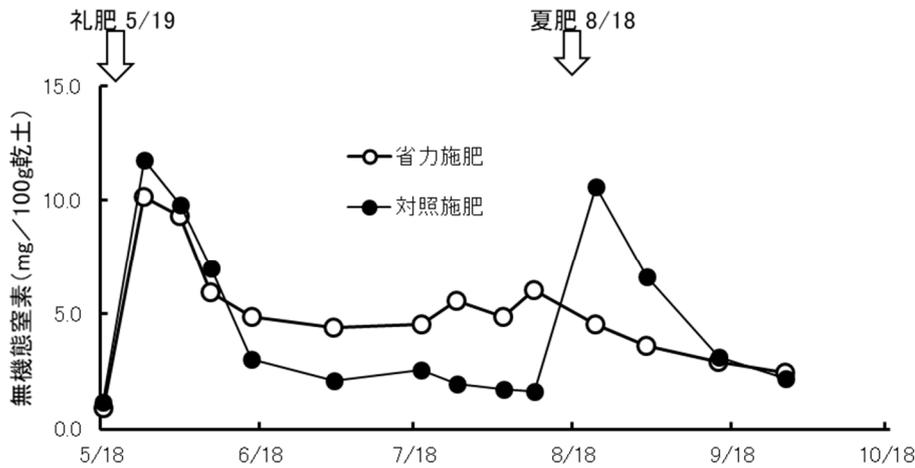


図2 異なる施肥法での土壌中無機態窒素の推移
注) 調査は資源活用研究センター試験竹林で実施。

表1 異なる施肥法で栽培した場合のタケノコの収量

年次	肥料	収穫本数 (本/10a)	1本重 (g/本)	収量 (kg/10a)
R元	省力施肥	2420	576	1388
	対照施肥	2320	521	1229
R2	省力施肥	3120	543	1662
	対照施肥	2627	555	1443
R3	省力施肥	2630	392	1029
	対照施肥	2690	408	1084
	肥料	n. s	n. s	n. s
	年次	n. s	**	*
	肥料×年次	n. s	n. s	n. s

注) 1. 年次は礼肥を施肥した年次
2. 二元配置の分散分析で**、*は1%、5%水準で有意差あり。n. sは有意差なし。
3. 肥料成分量はN-P₂O₅-K₂O (kg/10a) が省力施肥で20.3-11.5-12.9、対照施肥で20.3-14.5-18.9。

[問い合わせ先：福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター バイオマス部 Tel 0942-45-7983]

乾シイタケ原木栽培の早期ほだ化技術の確立

大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 きのごグループ 溝口 泰広、山下 和久

研究の背景・ねらい

乾シイタケの原木栽培は、植菌から収穫までに約20ヶ月を必要とするため、収入を得られるまでの無収入期間が長く、新規生産者の定着が困難な要因の1つと考えられます。また近年、伐採跡地から原木を機械等で搬出し、林内や平地でほだ木育成を行う栽培方法が増加しています。このような場所であれば、従来の裸地伏せと違い、散水や伏せ込み管理が容易であるため、これまで使用が困難であった成型駒の活用や積極的な伏せ込み管理が可能になることから、ほだ木育成期間を短縮し、短期間でシイタケ収穫が可能になると考えられます。そのため、種駒の形状や初期活着向上のための仮伏方法等、早期にほだ化する技術の確立に向け研究を行いました。

成 果

1. 種菌の形状及び植菌数の影響

市販の4品種を使用し、駒の形状及び植菌数を変更して試験を行いました(表1)。

植菌1年目(0年目)の発生について4品種とも木片駒区より成型駒区、成型駒多植区の発生量が多くなり、特に成型駒多植区ではいずれの品種も2.5kg/m²以上の発生が見られ、早期ほだ化に効果があることが示唆されました(表2、図1)。

2. 仮伏期間中の管理方法の影響

市販の5品種を使用し、接種から5月26日までの仮伏せ期間中のビニール被覆がほだ化に与える影響について、対照区(寒冷紗で被覆)、被覆区(寒冷紗+ビニール)、開閉区(被覆区と同様で、週2回朝から夕方までビニールを取り除く)の3試験区で実施しました。

低中温性品種では、すべての試験区で0年目の発生がほとんど見られず、早期ほだ化に適していないことが考えられました。

中温性品種では、ビニール被覆することで、0年目発生量が若干増加しました(図2)。また、開閉区について、被覆内が高温になることを回避することを目的に、晴天時のみ開放したため、原木の水分が蒸散したことで発生量の増加に悪影響を与えたことが考えられました。

今後、ビニール被覆の期間と散水等水分管理について検討が必要であると考えられます。

成果の活用

今後、普及員と連携し、研修会や巡回指導等により、本研究に関する成果をシイタケ生産者に情報提供を行い、生産者の経営形態にあわせたほだ化技術の指導を行っていく予定です。

表1 試験区の設定

品種	試験区	種菌の形状	駒数	平均直径
A (中温性)	木片駒区	木片駒	20	13.7
	成型駒区	成型駒	20	14.6
	成型駒多植区	成型駒	40	13.7
B (中温性)	木片駒区	木片駒	20	13.8
	成型駒区	成型駒	20	13.8
	成型駒多植区	成型駒	40	14.4
C (周年性)	木片駒区	木片駒	20	12.9
	成型駒区	成型駒	20	13.4
	成型駒多植区	成型駒	40	13.3
D (低中温性)	木片駒区	木片駒	20	13.9
	成型駒区	成型駒	20	13.7
	成型駒多植区	成型駒	40	13.8

表2 品種毎各試験区の発生量

品種	試験区	発生量(kg/m ³)	
		0年目	1年目
A (中温性)	木片駒区	0.26	3.59
	成型駒区	2.16	4.07
	成型駒多植区	3.46	5.68
B (中温性)	木片駒区	0.13	4.5
	成型駒区	1.73	7.19
	成型駒多植区	3.69	6.56
C (周年性)	木片駒区	0	1.77
	成型駒区	0.65	1.74
	成型駒多植区	2.55	3.04
D (低中温性)	木片駒区	0	2.24
	成型駒区	0.22	3.25
	成型駒多植区	2.97	3.15

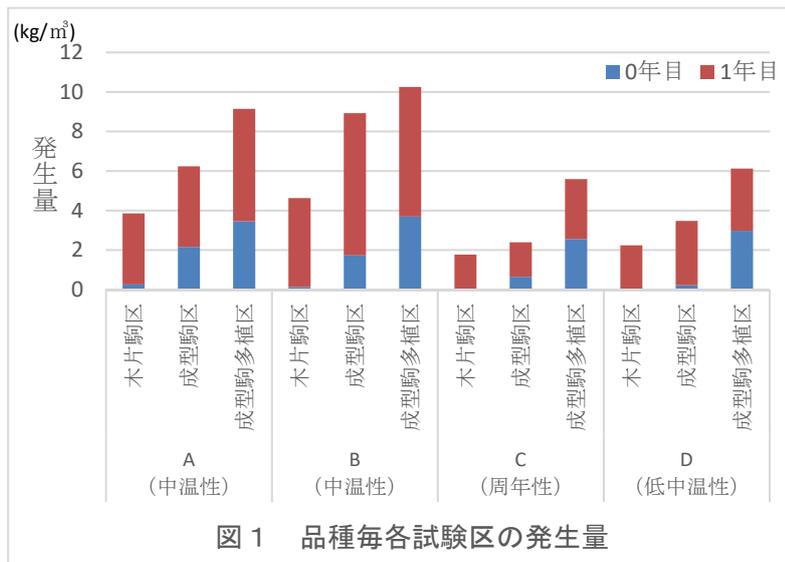


図1 品種毎各試験区の発生量

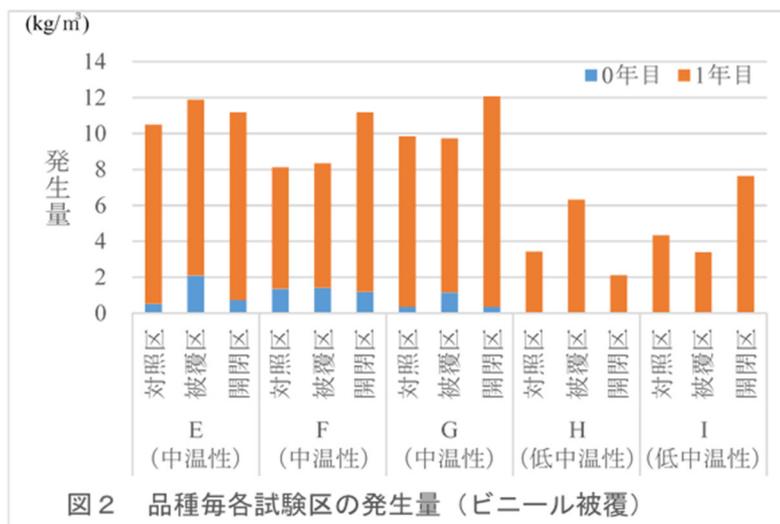


図2 品種毎各試験区の発生量 (ビニール被覆)

効率的な竹材生産技術の確立

鹿児島県森林技術総合センター 資源活用部 濱田 肇次

研究の背景・ねらい

竹林面積・竹材生産量ともに日本一の鹿児島県では、県内竹材生産量の約7割をパルプ用竹チップとして利用しています。近年では、CNFやバイオ炭等、新たなマテリアル利用への取組が進んできている一方で、侵入竹の拡大や竹材生産者の減少等の課題も抱えており、森林整備と竹林資源の有効活用の両面で、低コストかつ持続的な竹材生産が求められています。

そこで、放置竹林（モウソウチク）を対象に竹材生産を目的とした帯状伐採を行い、効率的な伐採幅や伐採後の竹林の回復状況の調査を行いました。

成 果

試験地として3か所（真黒、西浦、北）を設け、伐竹・造材には、チェーンソー、ナタ、ノコギリを使用し、斜面下にある作業道まで下げ荷で集材しました。造材は元口から3.5m間隔で末口5cmまでを玉切りしました。

1. 効率的な伐採幅

立竹密度440本/反の放置竹林（立竹の枯竹率11%）を160本/反まで抜き伐りした場合、伐竹作業においては枯竹処理に57%、造材作業においては枝条処理に38%の時間を要しました（図1）。これらのことから作業効率を高め、時間短縮と労力軽減を行うために、5m、7m、10m幅の帯状伐採区を設け、両脇3mを枯竹及び枝条の棚積みスペースとして利用しました（図2）。その結果、7m、10m幅の帯状伐採区は抜き伐り区より労働生産性は高く、中でも北試験地の7m幅帯状伐採区は最も高い251kg/人時となりました（表1）。しかし、5m幅帯状伐採区は、伐竹・造材の作業効率が上がらず、帯状伐採の利点である斜面上への倒し易さや搬出の行い易さにおいて十分な伐採幅ではなかったと考えられます（表2）。また、枝払い本数を元口から4本以内に制限することで、労働生産性が若干向上することから、広範囲の施業面積や労力不足の場合に有効な手段だと考えられます（表3）。

2. 伐竹後の竹林の回復状況

伐竹後3年目までの10m幅帯状伐採区の新竹成立密度は、抜き伐り区とほぼ変わらないことが確認されました（表4）。また、10m幅帯状伐採区の新竹の胸高直径は、伐竹1年目では伐竹前に比べ2.7cm小さい平均9.0cmでしたが、3年目においては平均9.8cmの新竹を確認しました（表5）。

以上のことから、伐採区の両脇3mに枯竹及び枝条の棚積みスペースを設けた7～10m幅の帯状伐採は抜き伐りに比べ、労働生産性が1.1～1.5倍高く、伐竹後3年目までの新竹本数や胸高直径もほぼ変わらないことから、持続的な竹材生産が可能な作業技術であることが示唆されました。

成果の活用

本研究で得られた成果については、当センターの研究発表会で発表したほか、鹿児島県森林技術総合センター研究報告第25号（令和6年3月）に掲載しました。また、たけのこ生産者養成講座や竹林所有者からの問合せ等で情報提供や技術の伝達を行っています。

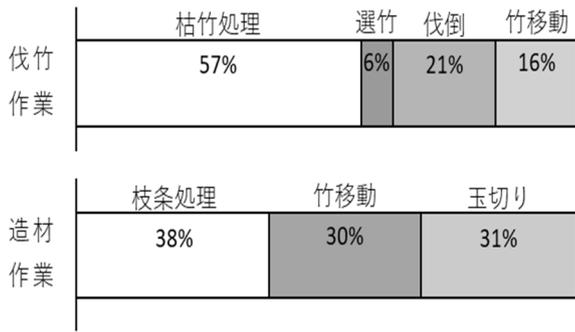


図1 伐竹・造材作業の各工程時間割合（抜き伐り区）

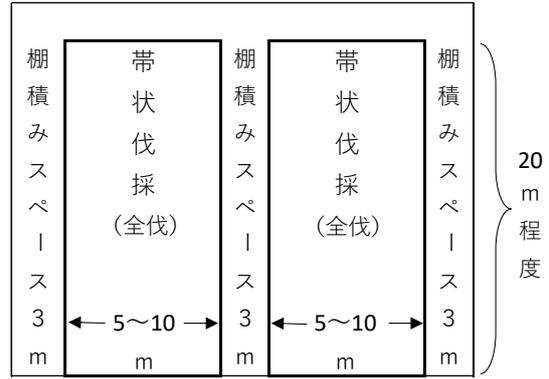


図2 带状伐採区の配置図

表1 各伐採区の伐竹・造材作業の労働生産性 (kg/人時)

伐採区	真黒試験地	西浦試験地	北試験地
	(枯竹率11%)	(枯竹率21%)	(枯竹率10%)
抜き伐り区	151	212	222
5m幅带状伐採区	146	—	—
7m幅带状伐採区	—	—	251
10m幅带状伐採区	225	247	—

西浦、北試験地は各伐採区に棚積みスペースを設けている。

表2 各伐採区の作業効率 (秒/人本)

伐採区	伐採効率	造材効率
抜き伐り区	287	234
5m幅带状伐採区	268	271
10m幅带状伐採区	161	188

表3 枝払い方法別の労働生産性

	立竹あたり 搬出量 (kg/本)	伐竹・造材 の生産性 (本/時)	伐竹・造材の 労働生産性 (kg/人時)
末口5cmまで	36.1	7.0	251
元口から4本以内	32.1	7.9	255

表4 伐竹後3年目までの新竹の成立密度 (本/100m²)

	伐竹前立竹	伐竹直後立竹	1年目新竹	2年目新竹	3年目新竹
抜き伐り区	44	16	8	1	8
5m幅带状伐採区	31	0	8	1	6
10m幅带状伐採区	58	0	11	2	10

表5 伐竹後3年目までの新竹の胸高直径 (cm)

	伐竹前立竹	1年目新竹	2年目新竹	3年目新竹
抜き伐り区	11.8±1.7	10.8±3.1	11.9±0.6	11.3±2.2
5m幅带状伐採区	11.7±1.6	10.6±1.7	9.6±0.5	10.5±2.8
10m幅带状伐採区	11.7±2.0	9.0±3.2	9.2±2.9	9.8±3.4

値は平均±標準偏差

[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]

公立林業試験研究機関 研究成果集 No.21 令和5(2023)年度

発行日 令和6(2024)年3月31日
編集・発行 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
茨城県つくば市松の里1
電話 029(873)3211(代表)
お問い合わせ 企画部 研究管理科 地域連携戦略室
電話 029(829)8121(直通)

当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。

本文書は以下の URL で公開しています。
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/rinshikikan.html>