

公立林業試験研究機関
研究成果集

No.20
(令和 4 (2022) 年度)

令和 5 (2023) 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、新型コロナウイルス感染症の流行など、時代の大きな変化の中にあります。森林・林業・木材産業分野におけるニーズにおいても変化を的確に把握し、対応することが必要であり、そのためには国、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・技術開発を総合的かつ計画的に推進することが重要です。また、国民への情報発信として学術論文等による発信はもとより、国民や企業等に向けた分かりやすい広報、インターネットの活用、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、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も重要な役割を担っています。このような状況の中、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>）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 5 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

多時期衛星画像を用いた針葉樹人工林の抽出方法の開発

北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場 …… 1

簡易施設を用いたクロモジ挿し木増殖方法 福島県林業研究センター …… 3

ドローンを活用した松くい虫被害木探査 千葉県農林総合研究センター 森林研究所 …… 5

化学繊維製のシカ柵を加害する野生動物の推定 東京都農林総合研究センター …… 7

ナラ枯れ被害マテバシイにおけるくん蒸処理の防除効果
神奈川県自然環境保全センター …… 9

高齢スギ人工林に対応した地位指数曲線の検証 新潟県森林研究所 …… 11

山地帯でのUAVを用いた荷物運搬試験について 山梨県森林総合研究所 …… 13

スズタケの枯死程が土壌浸食抑止に及ぼす影響 山梨県森林総合研究所 …… 15

ツリーシェルターを維持管理するうえでの注意点 岐阜県森林研究所 …… 17

防護柵内におけるシカ等侵入検知技術の開発 愛知県森林・林業技術センター …… 19

薪炭林におけるウバメガシ林造成技術の開発 高知県立森林技術センター …… 21

ヤブツバキの開花と結実の個体間差 長崎県農林技術開発センター …… 23

ニホンジカ生息モニタリング結果を活用した捕獲対策 熊本県林業研究・研修センター …… 25

育種

カラマツ実生採種園の造成初期の特徴 青森県産業技術センター 林業研究所 …… 27

直挿し育苗によるスギ挿し木コンテナ苗育成の効率化 岩手県林業技術センター …… 29

宮城県精英樹を活用した雄性不稔（無花粉）スギの開発
宮城県林業技術総合センター …… 31

カラマツコンテナ苗のかん水方法の検討 山形県森林研究研修センター …… 33

爽春家系からの無花粉スギのマーカースelection
愛媛県農林水産研究所 林業研究センター …… 35

木材・林産

アカエゾマツ人工林材の合板利用適性の検討

北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 …… 37

尾瀬ヶ原の木道劣化調査と新型木道の開発

群馬県林業試験場 …… 39

静岡県で生育したユリノキの含水率と密度及び板材の材質

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター …… 41

木製土木構造物の簡易劣化診断法と経済波及効果の立証

京都府農林水産技術センター 森林技術センター …… 43

奈良県産材スギ材・ヒノキ材を用いた防音床材の開発

奈良県森林技術センター …… 45

簡易型強度測定器による原木の強度性能評価

和歌山県林業試験場 …… 47

早生広葉樹センダン板材の乾燥方法

福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター …… 49

長く断面寸法の大きい構造材の乾燥に関する研究

熊本県林業研究・研修センター …… 51

スギ大径材の有効利用技術の開発

大分県農林水産研究指導センター …… 53

スギ心持ち平角材における人工乾燥条件の検討

宮崎県木材利用技術センター …… 55

特用林産

「ナメコの味の見える化」による優良育種素材の選抜

長野県林業総合センターほか …… 57

ササクレヒトヨタケ安定栽培技術の開発

三重県林業研究所 …… 59

原木栽培シイタケの子実体発生における気温上昇の影響

宮崎県林業技術センターほか …… 61

サカキの省力化栽培技術の開発

鹿児島県森林技術総合センター …… 63

多時期衛星画像を用いた針葉樹人工林の抽出方法の開発

(地独) 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場 森林経営部 蝦名 益仁・菅野 正人¹

(¹ 現(地独) 北海道立総合研究機構 フェロー)

研究の背景・ねらい

針葉樹人工林の伐採と再造林を計画的に行うためには、人工林の現況を広域かつ正確に把握する必要があります。北海道の人工林では植栽した樹木が健全に成長せず、他の樹種（主に広葉樹）が優占したり無立木地（ササ地など）に置き換わったりした林分、いわゆる不成績造林地の存在が知られています。一方、その情報は森林簿に十分反映されていないため、実際に健全に生育している人工林の面積を正確に把握するのは難しい状況です。本研究では、高頻度に取得可能で無償利用できる光学衛星である Sentinel-2 のデータを、クラウド上の並列処理により大量のデータを解析可能な Google Earth Engine を用いて、多時期の衛星画像を機械学習により分類し、健全に生育している針葉樹人工林の範囲を抽出する手法を開発しました。

成 果

1. トドマツ林・カラマツ林・天然林の NDVI（植生指数）の季節変化の把握

美瑛市（図1）にある光珠内実験林において、Sentinel-2 のデータからトドマツ林・カラマツ林・天然林（主に広葉樹林）の NDVI の季節変化を調べました（図2）。その結果、4 月にはトドマツ林と天然林との違いが、5 月と7 月にはトドマツ林、カラマツ林ともに天然林との違いが確認しやすいことがわかりました。この結果から、特定の時期を抽出したデータを用いることが分類精度を向上させ、針葉樹人工林内の生育状況をより的確に把握できることが示唆されました。

2. 多時期衛星画像を用いた針葉樹人工林内の分類手法の開発

当別町のトドマツ人工林、安平町・厚真町のカラマツ人工林を対象に（図1）Google Earth Engine を用いた分類手法の検討を行いました。季節ごとの雲なし画像データ（図3）を作成し、機械学習による分類を行った結果、植栽木・侵入木（広葉樹など）・その他（ササ地・裸地・道）の3つのタイプに10 m メッシュで分類することができました（図4）。分類精度は、すべての季節のデータを用いた分類が最も精度が良く、教師データのうち機械学習に用いなかった3割の検証用データに対して、トドマツ人工林で98.0 %、カラマツ人工林で96.2 % の高い正答率が得られました。また、試験的に1つの季節のみ分類に用いた結果では、「成果1.」で示唆された通りトドマツ人工林では冬季（4月含む）を用いた分類、カラマツ人工林では夏季（5月、7月含む）を用いた分類がそれぞれ高精度となりました。

本手法を用いることで、市町村単位などの広域について、針葉樹人工林において植栽樹種が生育している範囲、不成績造林地に置き換わっている範囲を可視化することができます。

成果の活用

本研究で得られた成果は、一般向けの研究成果発表会・講習会や普及誌などの刊行物で公表しています。北海道では、本成果を用いた針葉樹人工林の現況把握を検討しており、実用化に向けて技術的な協力をしています。また、分類に用いるための教師データの作成方法など、実際の運用面での課題については、ユーザと連携を取りながら検討を進めています。本手法が普及することにより、針葉樹人工林資源のより正確な現況把握だけでなく「侵入広葉樹の新たな用途への利用」、「森林の炭素吸収機能の正確な評価」など多方面への積極的な利用が図られることが期待できます。

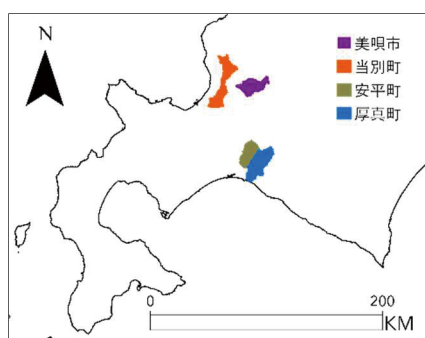


図1 対象市町村の位置

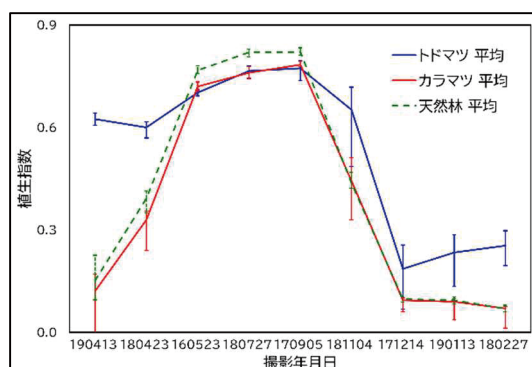


図2 NDVI（植生指数）の季節変化

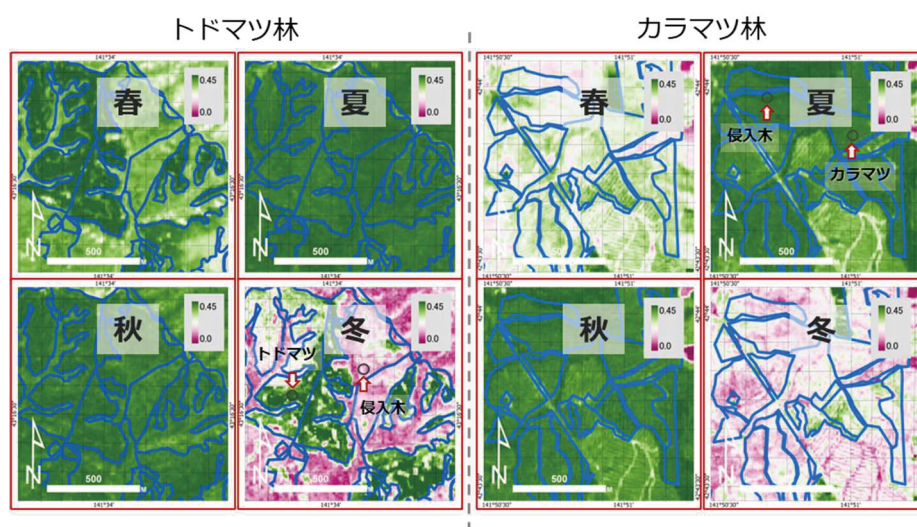


図3 衛星画像から作成したNDVIの季節変化
青線で囲った範囲は各人工林の範囲を示す。

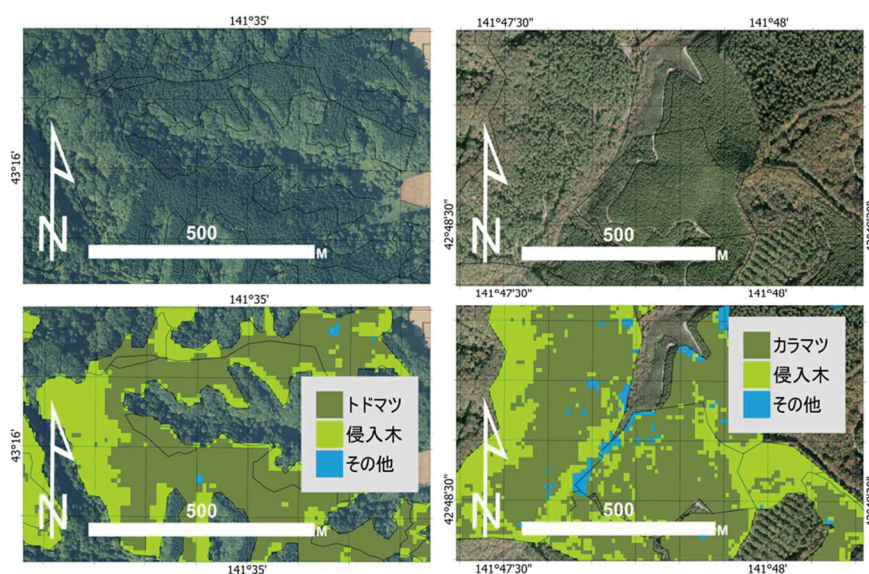


図4 分類結果の一部図示 左：トドマツ、右：カラマツを示す。
背景画像に地理院タイル（全国最新写真（シームレス））使用

簡易施設を用いたクロモジ挿し木増殖方法

福島県林業研究センター 森林環境部 大高 千怜

研究の背景・ねらい

福島県では、南会津地域を主としてアロマ用の精油や薬用酒の原材料となるクロモジの採取が行われています。しかし、現状でクロモジの採取方法は山取のみとなっており、大量のクロモジを採取する必要があることから資源の枯渇が懸念されます。クロモジ苗木の安定供給に向けて、挿し木等による増殖方法の確立が必要です。一般的に、挿し木苗はビニールハウス等の高温・高湿環境での養生が必要ですが、多雪地域である南会津地域で養苗を行うためには設置・撤去が容易な施設による方法が求められます。本研究では、簡易なトンネル施設（以下、トンネル）を用いた挿し木増殖方法の検討を行いました。

成 果

挿し木苗木の養生に用いたトンネルは、アーチ状の単管パイプ（20 mm）と支柱（10 mm）を用いた二重構造であり、内側の支柱には農業用ビニールを、外側のパイプには60%遮光ネットをかけ、片側を開閉可能にしました（写真1、図1）。夏場の高温対策として、トンネル南側に適宜すだれを設置しました。対照区として、ミスト付きハウス内に設置したパイプフレームにビニールをかけた養生施設（以下、ハウス）で挿し木を行い比較しました。

令和2年6月下旬と7月下旬に、福島県郡山市多田野試験林で採取したクロモジを用いて挿し木試験を実施しました。挿し木は当年枝（勢いが良いものを選択）を用いる緑枝挿しとし、運搬時の水分保持と複数の当年枝をとることを目的に、枝を約30 cm以上にせん定し採取しました。

挿し穂は、10～15cm程度とすることを目安に切り口を斜めに切り落とし、挿しつけ時のバランスを考えて葉を2,3枚残す調整をしました（写真2）。調整した挿し穂は、バケツに入れ約1時間吸水の後、発根促進剤処理（インドール酪酸液剤40倍希釈液に浸漬）を20～24時間行い、鹿沼土（細粒）を育苗箱に充てんした挿し床に切り口を傷つけないように挿し木しました。

その結果、トンネルでもハウスと同等以上の67～73%の発根率（「発根指数0：なし」以外の合計割合）が得られました（図2）。

成果の活用

簡易な養生施設であるトンネルでもハウスと同等以上の発根率が得られました。ハウスと比較して、低価格で管理が手軽であり、一般生産者が取り組みやすいものと考えられます。



写真1 設置したトンネルの様子



写真2 調整したクロモジ挿し穂

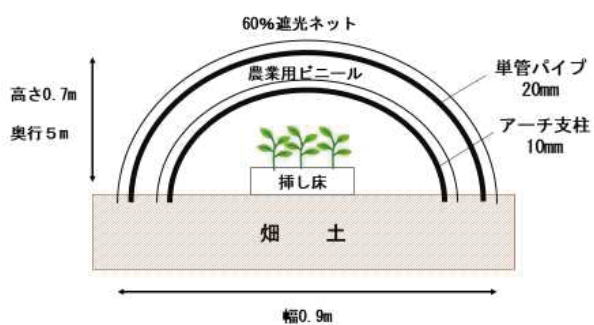


図1 トンネルの断面図

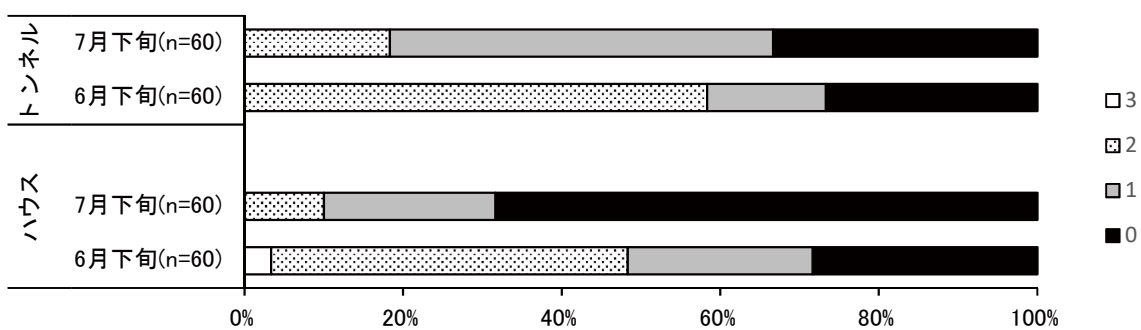


図2 養生施設別の発根指数

0：なし、1：太根1本、2：太根2～3本、3：太根4本以上
発根率は発根指数1～3を合算した割合とした。

ドローンを活用した松くい虫被害木探査

千葉県農林総合研究センター 森林研究所 福原 一成

研究の背景・ねらい

千葉県では海岸防災林における松くい虫の被害拡大防止のため、被害木の伐倒駆除を実施しています。事業を効果的に行うには、被害木を全量伐採し林外搬出することが必要であり、そのためには被害木の量と位置を正確に把握することが重要です。現在の被害木調査は、職員が林縁部からの目視により実施していますが、密度の高いマツ林や下層植生の繁茂が旺盛なマツ林では踏査が困難な箇所も多くあります。さらに、マツ林の幅によっては奥まで見渡すことができないため見落としが多く、調査の精度向上と作業を効率化する技術が求められていました。

そこで、作業の省力化と精度向上を目的にドローンを導入し、マツ林の上空から松くい虫被害木を探索する方法を検討しました。

成 果

1. 松くい虫被害木をドローンで撮影した画像から判読した本数と、目視による地上調査の本数で比較したところ、ドローン探査は林帯の狭い区域で 1.4 倍、林帯の広い区域で 1.9 倍の被害木を判読することができました（表 1、図 1）。
2. 海岸防災林において林内立ち入りによる調査を実施する場合は、ドローン探査にすることで大幅に時間短縮できました（表 2）。また、被害木の確認のため密生した林内に分け入る必要がなくなり、調査作業に係る労力を大幅に軽減できます。
3. ドローンの撮影画像から判読した被害木の本数は、空中写真の判読経験者と初心者で大きな違いは見られませんでした（データ省略）。
4. 松くい虫被害木の探査に適したドローンの効果的な撮影条件は以下のとおりです。
 - 撮影は地上の風速が 5 m/s 以下の時に行います。
 - 写真に影ができにくい明るい曇天時が撮影に適しています。
 - ドローンは目視できる範囲内で自動飛行プログラムを使って撮影します。（プログラミングはアプリを使うので、1 か所当たり十数分で完了します。また、保存ができるので、何回でも同じ飛行が可能です。）
 - 撮影高度は、画像判読の効率から高度 100 m 程度とします。
 - 撮影方法は、一時的に停止（ホバリング）させて撮影するよりも、飛行しながら連続して撮影する連続撮影の方が、撮影時間が短くブレが少ない写真を撮影できます。

成果の活用

本研究で得られた成果をもとに、令和 3 年度より一部の林業事務所では、松くい虫被害木調査を従来の地上調査からドローンを用いた空中からの探査に切り替えて、伐倒駆除の数量を把握しています。

表1 ドローン探査と地上調査による松くい虫被害木の判読本数の比較

試験地	面積 (ha)	林帯幅 (m)	ドローン 探査 (本)	地上調査 (本)	ドローンと地上 調査の判読本数 の比率(%)
東浪見A	3.16	30	31	22	141
東浪見B	8.13	50	115	62	185

注1) 令和2年の調査結果

2) ドローンの飛行高度は100m

3) ドローン探査は森林研究所研究員、地上調査は林業事務所職員が実施

4) 東浪見Aは林帯の狭い(30m程度)区域、東浪見Bは林帯の広い(50m程度)区域

5) 撮影に使用したドローンはPhantom4 proV2及びPhantom4 RTK (DJI社)

表2 ドローン探査と地上調査による松くい虫被害木探査時間の比較

試験地	試験地 面積 (ha)	歩掛区分	ドローン探査			地上調査
			撮影	画像判読	合計	合計
一宮町東浪見	14.0	作業時間(時間)	5	4	9	40
		作業人数(人時)	15	4	19	120

注1) 令和元年の調査結果

2) 地上調査は3人1組で林内に立ち入って実施した調査時間の合計

3) ドローン撮影は3人1組(操縦者1人、監視員2人)で実施した

4) 画像判読時間は1人で行い、ドローンで撮影した画像のオルソ化と判読時間の合計

5) ドローンの飛行高度は100m

6) ドローンによる探査範囲は、1フライト(1バッテリー)で最大10ha程度

7) 1日の作業量はバッテリーの個数と現場間の移動時間に影響される



図1 高度100mから撮影した海岸防災林内の松くい虫被害木の様子

注) ○印は松くい虫被害木

化学繊維製のシカ柵を加害する野生動物の推定

東京都農林総合研究センター 緑化森林科 新井 一司・久保田 将之

研究の背景・ねらい

東京都西多摩郡日の出町大久野の再造林地に設置した化学繊維製のシカ柵に、野生動物によると思われる多数の穴が空いており、その穴からニホンジカが侵入し、植栽木が摂食被害を受けていました。そこで、シカ柵被害の実態を把握するとともに、加害獣の推定を行いました。

成 果

被害地は、面積 0.6 ha の再造林地で、標高は 220 ～ 280 m、傾斜角は 6 ～ 45 度の北西斜面でした。化学繊維製 (Dyneema, Toyobo) のシカ柵は、網目 100mm、地上設置高 2.0 m、垂らし部 0.5 m であり、2016 年 10 月下旬に設置されました(図 1)。シカ柵の全周 450 m を 2017 年 3 月 28 日に踏査し、穴の位置、噛み切りの痕跡の詳細を記録しました。同日、空いた穴を応急措置として結束バンドで閉じました。その後、シカ柵の被害調査と補修を 2017 年 8 月 17 日、2018 年 4 月 27 日に行いました。補修した 1 ヶ所にセンサーカメラ (HC500, Reconyx) を 2017 年 8 月 24 日に配置し、加害する野生動物の種を推定しました。

その結果、鋭利な刃物で切ったような切断面のタイプ A と、何度も噛まれた後、切断されたタイプ B の 2 つに分けられました(図 2、図 3)。シカ柵を設置してから 5 ヶ月後、タイプ A の穴の数は 5 ヶ所、タイプ B は 10 ヶ所の合計 15 ヶ所 (0.3 ヶ所 / 10 m) であり、その分布は、偏ることなく混在していました(図 4)。タイプ A は、鋭利な切断面の特徴からノウサギと推定されました。センサーカメラには、タヌキ、アライグマ、アナグマ、ハクビシン、キツネ、ノウサギ、ニホンジカ、イノシシが写っていましたが、補修したシカ柵の穴に近寄ったり、網を咥えたりしていたのは、タヌキだけで(図 5)、タイプ B の切断は、タヌキが主であると推定されました。

2017 年 8 月 17 日の被害は、すべてタイプ B であり 30 ヶ所 (0.7 ヶ所 / 10 m)、2018 年 4 月 27 日の被害 69 ヶ所 (1.5 ヶ所 / 10 m) もすべてタイプ B であり、このタヌキと推定された被害は継続して生じていました。シカ柵設置後 1 年 6 ヶ月間の延べ被害数は、114 ヶ所で、このようなタヌキやノウサギなどが生息する地でニホンジカから植栽木を守るには、高い頻度でシカ柵を点検、補修を行う、もしくは、タヌキやノウサギなどの野生動物に噛み切れない強度の金網の追加が必要です。

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するとともに、関東森林研究(新井一司・久保田将之(2021)東京都多摩地域の再造林地における野生動物の密度分布, 121-124)に掲載され、東京都の森林循環促進事業などの森林・林業施策に活用されています。



図1 化学繊維製のシカ柵
(2016年10月下旬)



図2 タイプAの被害
(鋭利な刃物で切ったような切り口)



図3 タイプBの被害
(何度も噛まれた後、切断)

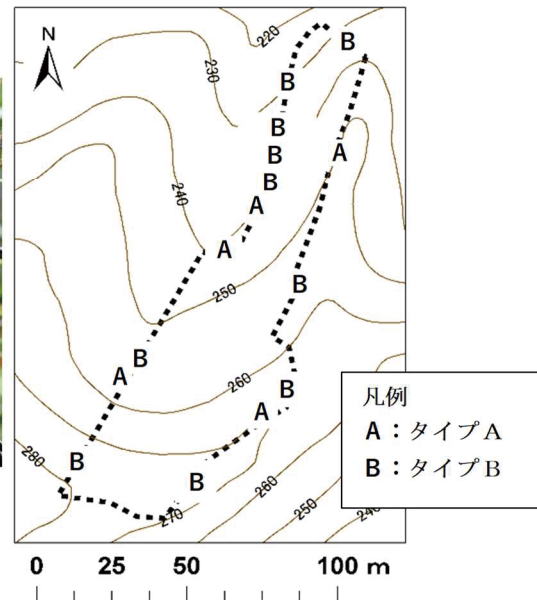


図4 被害分布図
(破線はシカ柵, 2017年3月28日)



図5 補修したシカ柵に近づき網を咥えた2頭のタヌキ

[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]

ナラ枯れ被害マテバシイにおけるくん蒸処理の防除効果

神奈川県自然環境保全センター 谷脇 徹

研究の背景・ねらい

神奈川県における代表的なナラ枯れ被害樹種はコナラやミズナラのほか、マテバシイが挙げられます。ナラ枯れの代表的な防除法の一つとしてくん蒸処理が挙げられますが、その効果はカシノナガキクイムシの孔道が材の中心部まで形成されるマテバシイではほとんど不明なのが現状でした。そこで、マテバシイのナラ枯れ被害木に対する伐倒木くん蒸および樹幹注入の防除効果を調べました。

成 果

供試木には三浦市初声町和田のマテバシイを主体とする広葉樹林でフラス排出がみられるマテバシイ枯死木を用いました。2021年の4～5月（春期）および10～11月（秋期）に2種類の林業用くん蒸剤を用いた薬剤A区、薬剤B区および無処理区を設定しました。

伐倒木くん蒸試験では、供試木から採取した丸太（図1）を内容積1m³の枠内に置き、被覆用シートを被せ規定量の薬剤を施用し、14日間のくん蒸処理後に採取した円盤の割材調査を行いました。その結果、死亡率は春期試験では薬剤A区が99～100%、薬剤B区が98～100%、無処理区が2～13%、秋期試験（図2）では薬剤A区が82～100%、薬剤B区が54～100%、無処理区が0～1%でした。このように伐倒木くん蒸処理では多くの場合100%近くの防除効果が認められましたが、防除効果が低下する場合もあることが分かりました。防除効果の低下は材の中心部で顕著でした。

樹幹注入試験では、立木の状態の供試木に注入孔をドリルで穿孔して規定量の薬剤を注入し（図3）、14日後に伐倒して地上高0.5mと1.0mから採取した円盤の割材調査を行いました。その結果、死亡率は春期試験では薬剤A区が48～100%、薬剤B区が54～86%、無処理区が0～3%、秋期試験では薬剤A区が23～60%、薬剤B区が27～59%、無処理区が0～1%でした。防除効果は円盤サイズが大きい部位で低下する傾向がありました（図4）。

以上のように、伐倒木くん蒸処理および樹幹注入処理によって、材の中心部まで孔道が形成されるマテバシイにおいても材内のカシノナガキクイムシに対して一定の防除効果が認められました。防除効果は材の中心部や径が大きい部位で低下する場合があるため、より防除効果を高めるためには、材の中心部に到達するような切れ込み処理や注入孔形成処理を検討する必要があると考えられました。

成果の活用

本研究の成果は林業と薬剤誌¹⁾において公表しており、今後本県のナラ枯れ対策を支援するための普及・啓発に活用していく予定です。薬剤Aについては、この成果を活用してマテバシイへの適用拡大が進められることで、マテバシイにおけるナラ枯れ対策が推進されることを期待できます。

¹⁾ 谷脇徹（2022）ナラ枯れ被害マテバシイのくん蒸処理によるカシノナガキクイムシ防除試験。林業と薬剤 241：13-20。

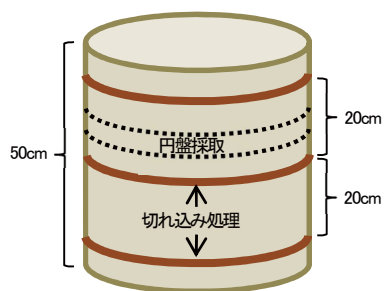


図1 シート被覆くん蒸の供試丸太（模式図）

供試木から採取した50cm丸太に20cm間隔で深さ5cmの切れ込みを入れ、くん蒸処理後に切れ込みのない部分から厚さ5cmの円盤を採取

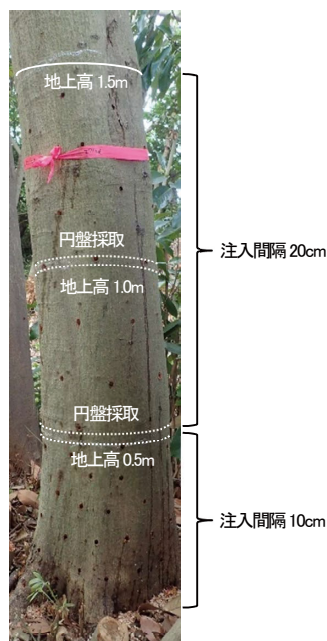


図3 樹幹注入試験の供試木（模式図）
斜め下45°方向の径10.5mm、深さ5cmの注入孔を地上高0～0.5mで10cm間隔、地上高0.5～1.5mで20cm間隔の千鳥格子状にドリルで穿孔して規定量の薬剤を注入し、14日後に地上高0.5mと1.0mから厚さ3～5cmの円盤を採取

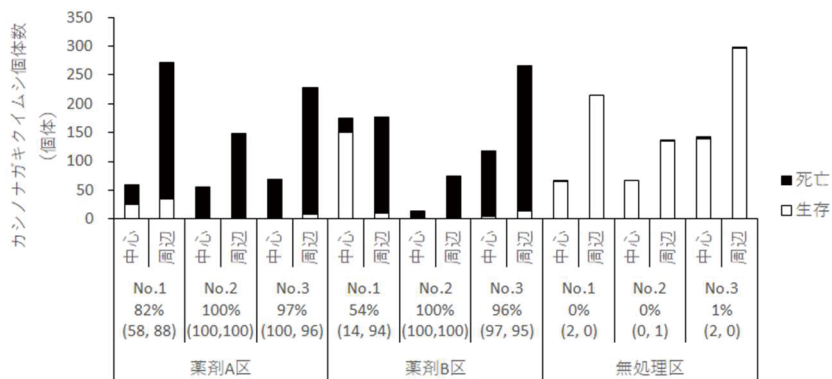


図2 シート被覆くん蒸処理を行ったナラ枯れ被害マテバシイからの採取円盤の中心部および周辺部におけるカシノナガキクイムシの個体数および死亡率（秋期試験）

供試木No.の下に中心部+周辺部の死亡率(中心部の死亡率, 周辺部の死亡率(%は省略))を表示

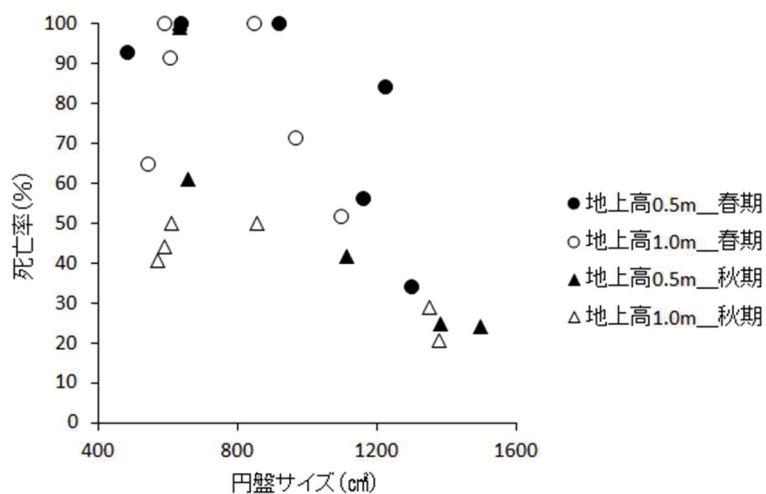


図4 くん蒸剤の樹幹注入処理を行ったナラ枯れ被害マテバシイの円盤サイズとカシノナガキクイムシ死亡率の関係

高齢スギ人工林に対応した地位指数曲線の検証

新潟県森林研究所 伊藤 幸介

研究の背景・ねらい

スギ人工林の伐期が従来よりも延長される傾向にある中で、高齢林の成長量の予測や、そのための収穫予想表、そしてその基となる地位指数曲線の高齢林への対応が必要とされています。しかし、これまで新潟県では現行の地位指数曲線（以下、収穫表地位指数曲線）の適応範囲である80年生以上の成長予測ができず、高齢林への対応が不十分でした。そこで、県内各地の主に林齢80年生以上の林分を固定調査地として設定し、得られた林分調査データと既往のデータを加えた計352林分のデータを用いて林齢120年生までの地位指数曲線（以下、改訂地位指数曲線）を作成しました。あわせて、固定調査地の4～5年後の反復調査を行い、80年生を超えるスギ人工林の樹高成長と改訂地位指数曲線の推定精度の検証を試みました。

成 果

1. 高齢スギ人工林における樹高成長

4～5年後の反復調査を実施した固定調査地全25箇所の上層木平均樹高（以下、上層樹高）が初回調査を上回り、林齢70年生以上の高齢林においても樹高成長が継続することが確認されました（図）。

2. 改訂地位指数曲線の推定精度検証

改訂地位指数曲線及び収穫表地位指数曲線を用いて、固定調査地における反復調査時の上層樹高をそれぞれ推定しました。推定値については、改訂地位指数曲線は林齢と上層樹高の分布の中心線となるガイドカーブ式、収穫表地位指数曲線は地位Ⅲ級の曲線式をそれぞれ用いて、各調査地の初回調査林齢における上層樹高実測値と各曲線式の値との比を求め、それを反復調査林齢における各曲線式の値に乗じて算出しました。

各曲線式を用いた上層樹高の推定値と実測値の平均平方二乗誤差（RMSE）を比較した結果、改訂地位指数曲線の誤差がより小さく、推定精度が高いことが確認されました（表）。

成果の活用

本研究で得られた成果については、当所の試験研究成果発表会及び第133回日本森林学会大会（2022）で発表したほか、当所の研究報告第62号（2022）に掲載しました。今後は、改訂地位指数曲線を活用し、長伐期に対応した新たな収穫予想表を作成するなど、市町村や森林所有者等による高齢林における有効な管理・経営計画作成に資するツールを整備し、普及を行っていく予定です。

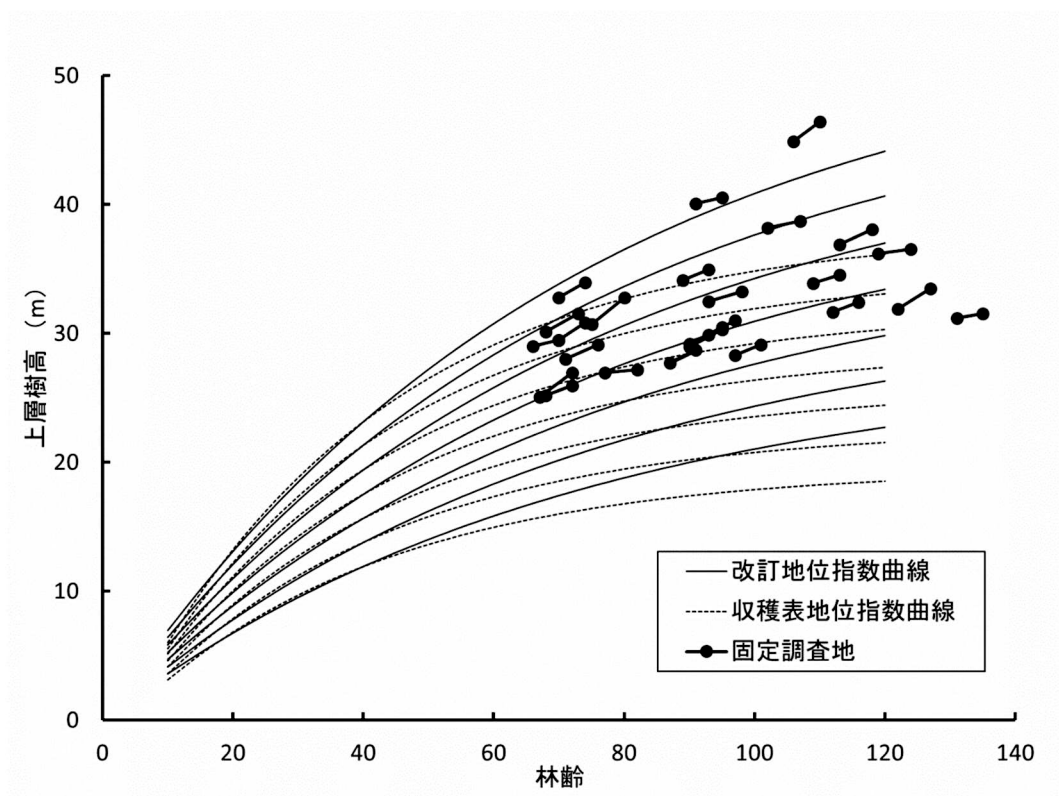


図 各地位指数曲線と各固定調査地における上層樹高の推移

※ 各地位指数曲線は上から地位級特 I、I～VIの7本で示される

※ 収穫表地位指数曲線は林齢80年生以降を外挿した

表 各地位指数曲線を用いて推定した反復調査時上層樹高の推定値と実測値との平均平方二乗誤差(RMSE)の比較

	改訂地位指数曲線	収穫表地位指数曲線
RMSE	0.4836	0.6943

※ RMSE の計算式は以下のとおり ($\hat{y}$: 上層樹高推定値、 y : 実測値)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}$$

山地帯での UAV を用いた荷物運搬試験について

山梨県森林総合研究所 資源利用科 大地 純平

研究の背景・ねらい

道程の険しい山地帯の調査地や作業地への各種資材運搬に係る労力は大きく、山地帯での活動において大きな制約となっています。運搬する資材等については一個口 10 ～ 30kg 程度の重量のものが多く、ヘリのような大口運搬用機材ではオーバースペックです。一方で小回りが利く UAV についても最大積載量、飛行時間（バッテリー性能）、飛行環境の影響などによる制約があります。本試験では、山麓～山地帯作業拠点（以下「山麓」を「下」、山地帯作業拠点を「上」）間の安定飛行ルートを選定、最適運搬重量、必要資材・人員、費用について明らかにし、山地帯での UAV 荷物運搬の可能性を検討しました。

成 果

1. UAV による資材運搬

試験ではサイトテック社製 UAV「YOROI 6S1750F（写真 1 及び 2、機体重量：17kg、実運用最大積載量：20kg、最高飛行高度：2,500m、最大飛行時間：12 分 / 20kg 運搬時）」を使用し、標高 800m ～ 1,600m（標高差 800m）、飛行直線距離 2km のコースを設定し同ルートで往復 7 回（14 フライト）の資材運搬を専門業者への委託で行いました。

2. 運搬重量とバッテリー残量

表 1 は運搬試験の結果をまとめたものです。UAV の飛行では、飛行終了時にフェイルセーフとして 25 ～ 30% のバッテリー残量を残して飛行終了することが多いことから、今回使用した機体で試験飛行区間をバッテリー交換せずに往復するためには、状態の良いバッテリーセットを用い、運搬重量 13kg 以下、空荷での下山が限界ラインと考えられます。

図 2 は下→上方向のデータを縦軸に荷物重量、横軸にバッテリー残量としてプロットしたものであり、運搬重量とバッテリー残量は比例関係にあることが分かります。このグラフの近似式を用いて UAV の実運用運搬重量 20kg として、下→上方向の片道飛行後のバッテリー残量を計算すると約 34% となり、フェイルセーフを含めた上での下→上方向の運搬荷物も 20kg がほぼ上限と言えます。

3. 運用費と今後の活用

本試験での UAV 運用の委託費は 893,200 円であり、試験飛行を含め、1 飛行（片道）の費用は 63,800 円（往復 127,600 円）となります。費用には事前調査や飛行コース選定なども含まれるため、次回以降は運用費を抑えられる可能性があります。実用面においては安定した往復飛行が行えることがコスト低減につながるため、運搬重量に対して十分なスペックを有する UAV の使用、バッテリーの性能向上が求められます。

成果の活用

成果は研修での周知や、運搬用 UAV の導入を考えている事業者等を対象に実運用における留意点の説明、目的に応じた機体選定の提案を行う際の基礎資料として活用しています。



写真 1 UAV「YOROI 6S1750F」



写真 2 荷下ろし地の状況

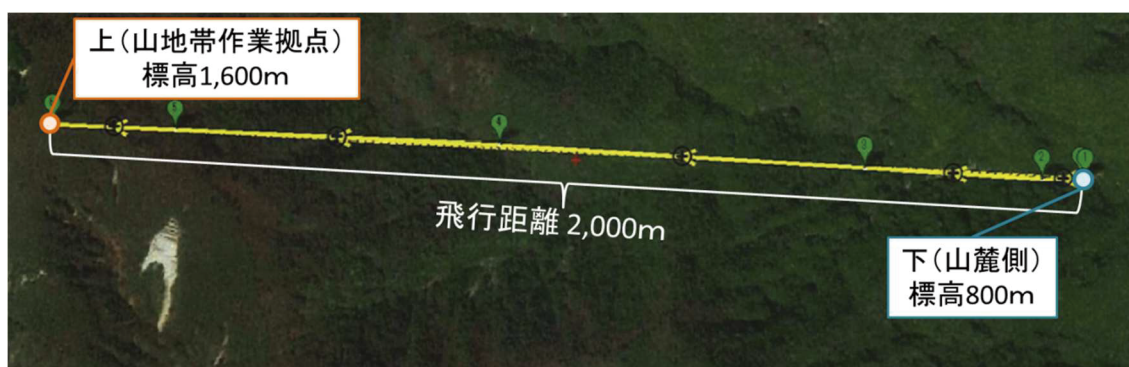


図 1 UAV による資材運搬ルート

表 1 UAV による資材運搬飛行時間とバッテリー残量

飛行回数	運搬方向	運搬物	運搬重量[kg]	飛行時間(分:秒)	バッテリー残量[%]	備考
2022/3/10						
1	下→上	空荷	0	7:50	68	試験飛行
2	上→下	空荷	0	8:16	60	試験飛行
3	下→上	コンテナ	11.6	8:20	53	
4	上→下	空荷	0	8:20	59	
2022/3/11						
5	下→上	コンテナ	12.5	8:38	49	
6	上→下	荷吊り紐	1.3	7:52	73	
7	下→上	コンテナ	13.1	8:11	50	
8	上→下	荷吊り紐	1.5	7:50	65	
9	下→上	フレコン	11.4	7:33	47	
10	上→下	空荷	0	8:13	76	
11	下→上	フレコン	15.6	8:22	45	
12	上→下	空荷	0	7:40	76	
13	下→上	水タンク200L	9.8	8:14	57	
14	上→下	フレコン(袋)	1.8	7:45	67	
合計			67	80:18		

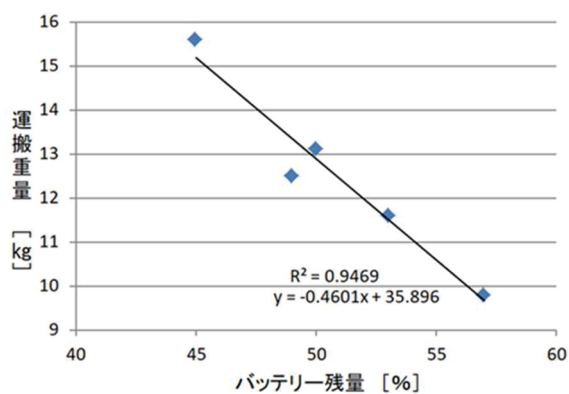


図 2 下→上方向への UAV 運搬重量とバッテリー残量

スズタケの枯死稈が土壤浸食抑止に及ぼす影響

山梨県森林総合研究所 森林研究部 長池 卓男

研究の背景・ねらい

森林における下層植生やリターは、森林のもつ土壤浸食防止機能に大きな役割を果たしています。山梨県の森林下層植生として、ササの1種であるスズタケは広い面積を占めており重要です。しかし、2015年頃から一斉枯死が発生しており（森林総研 岡本透氏私信）、土壤浸食防止機能の低下が懸念されています。その際、スズタケは下層植生としては一斉枯死しますが、その枯死稈はリターとして一定期間維持（写真1）され、リターとしての土壤浸食防止機能の発揮が期待されます。しかしその効果については明らかにされていません。そこで、土壤浸食に及ぼすスズタケ枯死稈被度の影響を明らかにすることを目的に調査を実施しました。

成 果

山梨県甲州市の標高約1,600 mのミズナラ二次林とカラマツ人工林において、10 × 50 mの調査区を8箇所ずつ設置しました。この地域は、ほぼ全域でスズタケが密生していましたが、一斉枯死が発生しました。調査区中央の50 mライン上で5 mおきに1 × 1 mの植生調査区を設置（計160個）し、全体植被、スズタケ枯死稈を含めたリター被度、スズタケ枯死稈被度等を把握しました。また、土壤浸食危険度指数（梶原ら1999、渡邊ら2018）を求めるため、各植生調査区内で、土柱数、段差幅、段差高を計測しました。

土壤浸食危険度指数は、ミズナラ二次林とカラマツ人工林ともにバラツキは大きいものの低い値でした。また、土壤浸食危険度指数は、両森林タイプともにリター被度と有意な負の相関が見られ、リター被度が高いほど土壤浸食の危険度が低いことが示されました。

また、リター被度とスズタケ枯死稈被度の関係は、ミズナラ二次林とカラマツ人工林では違いが見られ、ミズナラ二次林でのみ有意な正の相関、すなわちリター被度が高い場所ほどスズタケ枯死稈被度が高い関係がみられました（図1）。また、スズタケ枯死稈被度は、ミズナラ二次林で有意に高い傾向が見られました。したがって、特にミズナラ二次林では、人工林のような下刈りや除伐が実施されないことからスズタケが下層植生としてもともと繁茂していたことが想定され、リター被度の高さがスズタケ枯死稈被度の高さに貢献し、土壤浸食の危険度を下げていることが示唆されました。

また、生きている植物が地面を覆っている割合を示す全体植被は、カラマツ人工林の方が有意に高い傾向が見られました。これは、スズタケ枯死後にカラマツ人工林で植生回復が見られるものの、ミズナラ二次林ではスズタケ枯死稈密度が高いことから植生回復が遅れていることを示しているのかもしれませんが。しかし、いずれスズタケ枯死稈の腐植が進むことによって、どのように植生回復するか、それに応じて土壤浸食の危険度はどう変化するかは追跡調査が必要です。

成果の活用

研究所の研究成果発表会や資料の発行を通じて、森林の下層植生のもつ重要性や、森林の公益的機能の発揮と維持メカニズムについて、普及広報しています。



写真1 スズタケの枯死状況（ミズナラ二次林）

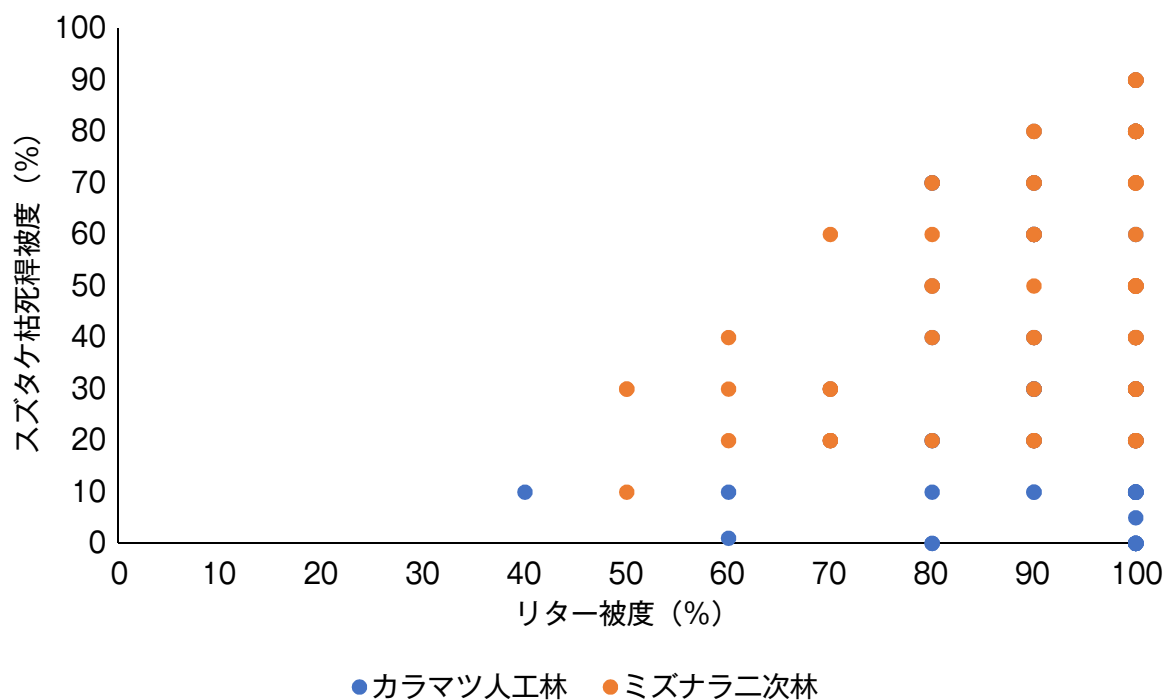


図1 リター被度とスズタケ枯死稈被度の関係

[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]

ツリーシェルターを維持管理するうえでの注意点

岐阜県森林研究所 森林環境部 片桐 奈々

研究の背景・ねらい

近年、主伐と再生林面積の増加にともない、ニホンジカ（以下、シカとする）の生息密度が高い地域において、苗木被害への対策が不可欠になっています。植栽初期に実施される主な対策はツリーシェルターとシカ柵です。正しく施工・管理すれば多くの場合、シカの被害から苗木を保護できます。しかし、ツリーシェルターには多くの種類があり、資材によって管理していく際の注意点が異なることがわかりました。本稿では、主にツリーシェルターで確認された注意点を紹介します。

成 果

注意点1 積雪と相性が悪い

耐雪用ツリーシェルターでも地形や、積雪量によっては破損することがあります。径40mmの木製支柱でも、積雪で多数折れる事例が確認されました(図1)。ツリーシェルターを施工した場合、雪が解けた早春に破損状況を見回ることが重要と考えられます。

注意点2 樹形異常を引き起こす

ツリーシェルターの本体部がネットタイプの場合、メッシュのサイズが大きいと頂端や枝葉が飛び出し、樹形異常を引き起こす場合があります(図2、3)。枝葉が引っかかりやすい樹種にメッシュサイズの大きいネットタイプを施工した場合は、樹形異常になりそうな頂端の曲がりや枝葉の引っかかりを早期に発見して修正する必要があります。また、樹形異常を起こしにくくするには、本体部のメッシュサイズを小さくすることが有効と考えられます。

注意点3 苗木の初期成長を変える

チューブタイプのツリーシェルターを施工した場合、ネットタイプとは苗木の初期成長が異なる傾向があります。チューブタイプ1種類、ネットタイプ2種類(自立するポリエチレンネット、生分解性繊維の布ネット)を施工したスギ苗木の樹高と根元直径を5年間調査した結果、チューブタイプはネットタイプと比較して比較苗高(樹高/根元直径)が常に大きいことがわかりました。チューブタイプを施工した苗木は、強風や積雪の影響を受けやすい徒長した樹形となるため、取外しの時期を慎重に決める必要があります。

成果の活用

本成果から、手引書「シカ被害防止対策のメリット・デメリットとその対処法～防除を効果的に行うために～」を作成し、令和4年3月に岐阜県森林研究所ホームページにおいてダウンロード可能な形で公開しました(<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/>)。

研究成果発表会、森林・林業の情報誌、技術講習会等で成果を発信し、県内外の林業事業者や行政関係者に対して情報提供を行いました。

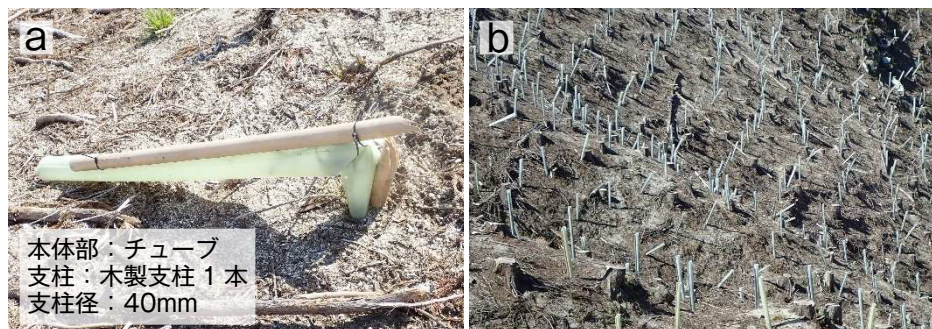


図1 積雪によって破損した耐雪用ツリーシェルターの事例

- (a) 積雪によって折れた耐雪用の支柱。
(b) (a) のツリーシェルターを施工した再生林地。雪解け後、多数が破損していました。



図2 ネットタイプのツリーシェルターで発生したヒノキ苗木の樹形異常の事例

- (a) 幹曲がりを起こしたヒノキ。
(b) (a) の樹形異常部。頂端がメッシュから飛び出し幹曲がりを起こしています。
(c) (a) のツリーシェルターを施工後、管理されずに放置されていたヒノキ苗木の状態を調査しました。頂端や枝葉がメッシュから飛び出し、ほとんどの苗木が幹曲がりを起こしていました。



図3 ネットタイプのツリーシェルターで発生したスギ苗木の樹形異常の事例

- (a) メッシュから頂端が飛び出たまま成長し、食害されました（赤丸部）。
(b) 頂端が本体内部で引っかかり、曲がった状態。曲がった状態になってから間もないため、比較的容易に戻すことができます。

防護柵内におけるシカ等侵入検知技術の開発

愛知県森林・林業技術センター 技術開発部 狩場 晴也・釜田 淳志¹・石田 朗²

(¹: 現 愛知県新城設楽農林水産事務所・²: 現 愛知県東三河農林水産事務所)

研究の背景・ねらい

愛知県では、皆伐再造林を進めていく上で苗木の食害防止のために防護柵等の設置は必須となっています。しかしながら、ニホンジカ及びカモシカ（以下、シカ等）が防護柵内に侵入し、食害が発生する事例が確認されており、問題となっています。そこで、再造林地のシカ等による被害を早期・省力的に発見するため、防護柵内に侵入したシカ等を検知・通報する装置・システムの開発及び実証調査を行いました。

成 果

既存の AI 判別カメラの判別データを LPWA(Low Power Wide Area) 通信を介して通知する機器・システムを民間企業と共同で開発しました(図1)。また、既存の害獣捕獲検知機器に使用されている磁石着脱式センサーについても侵入検知装置として利用できるか検討するため、実証調査を行いました。実証調査では、センサーの磁石部分にテグスを取り付け、テグスが一定の高さで水平になるように設置し、動物が引かかると磁石部分が外れ、センサーが反応するようにしました(図2)。さらに、検知装置の効率的な設置地点を検討するため、防護柵内の再造林地に自動撮影カメラを15台設置し、シカ等の撮影状況を確認しました。

AI 判別カメラでは、親局を設置した当センターから約2.5km離れた森林でセンサーを稼働させたところ、撮影から判別データの通知まで正常に動作することが確認できました。磁石着脱式センサーでは、センサーに取り付けたテグスの高さが70cm以下の場合にシカ等が検知できました(図3)。また、テグスの高さが30～40cmでは、シカ等がテグスを跨ぐ様子が確認され、シカ等の体格と歩行姿勢から40～70cmの高さが検知に適していると考えられました。効率的な設置地点の検討では、各カメラの撮影頻度をIDW(逆距離加重)法により空間補間を行ったところ、図4のようになり、北東側にある林道沿いの地形、中央付近の谷筋(沢)の地点で撮影頻度が高くなりました。このことから、検知装置の設置地点として、柵の乗り越え等による侵入リスクが高い箇所近辺で傾斜が緩やかな地点や、餌や水分の摂れる水場の近くの地点等が適していると考えられました。

成果の活用

今回の研究で、LPWA 通信を介したシカ等の侵入検知・通報が可能であることが分かりました。今後、侵入検知用にセンサー機器を改良することで、検知効率の向上や費用負担の軽減が期待されます。研究の成果については、当センターの研究報告やホームページ(<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/431337.pdf>)等で公表しています。

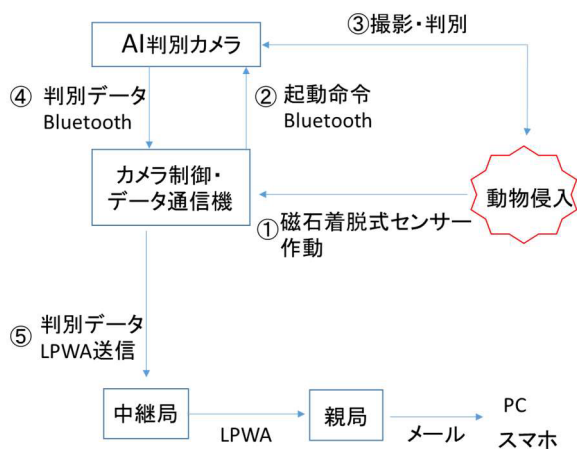


図1 AI判別カメラにおける動物侵入から判別データ通知までのイメージ

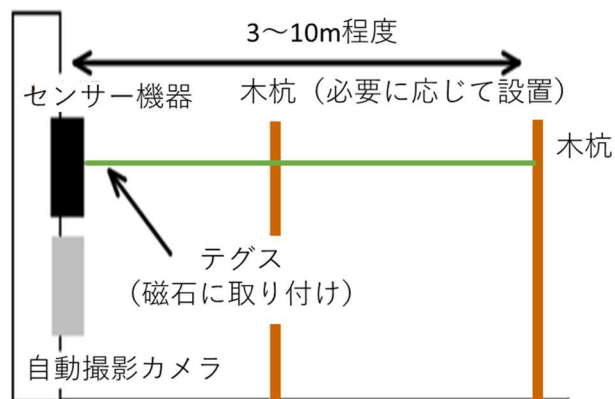


図2 磁石着脱式センサー実証調査イメージ

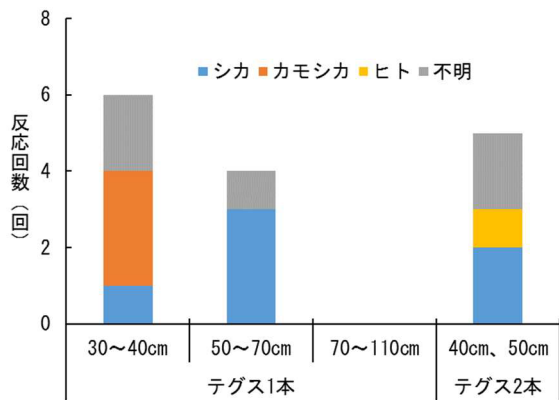


図3 高さ、内容別の磁石着脱式センサー反応回数

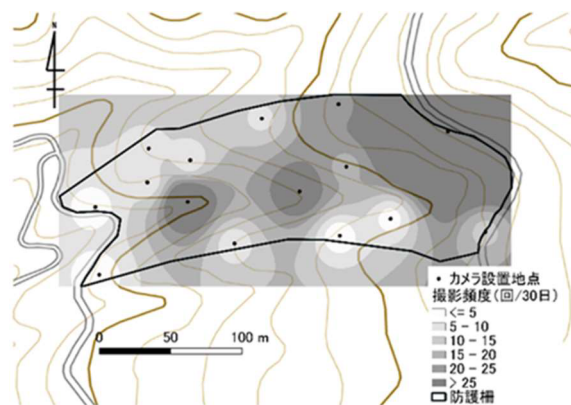


図4 防護柵（ポリエチレン製、高さ2.0m）内における2021年9月のシカ等撮影頻度（IDW補間）

薪炭林におけるウバメガシ林造成技術の開発

高知県立森林技術センター 森林経営課 黒岩 宣仁

研究の背景・ねらい

高知県では土佐備長炭の増産に取り組んでいますが、原木となるウバメガシの安定確保に不安を抱えています。本研究では、この不安の解消とウバメガシ林の低コストで省力化した造成方法の提案を目的として、県東部のウバメガシの少ない薪炭林に試験地を設置し、皆伐後にウバメガシの苗木を植栽するとともに、萌芽する競合木の切株を枯殺して、植栽木の成長量や競合植生を調査し、植栽によるウバメガシ林の造成に適した立地と植栽密度について検討しました。

成 果

高知県の海岸林を形成し、瘠せ尾根に生育するウバメガシは陽光を好み、成長が遅く、樹高が低い常緑広葉樹です。原木採取地の多くは成長が早いコジイやアラカシの高木林であるため、皆伐後に切株を駆除しなければそれらが一斉に萌芽してウバメガシ林の造成は困難です。そこで、萌芽した切株にグリホサート製剤を注入し、下刈りは2年生次1回のみとしました。

試験地は、植栽に適した立地と植栽密度を把握するためにウバメガシ優占林に隣接する斜面上部とコジイ優占林に隣接する斜面中腹の上下に2列設置し、さらにそれを標準密度の植栽区（1本/㎡）と高密度の植栽区（3本/㎡）に分け合計6区画の植栽区を設置して、3年生苗1,200本を植栽しました（図1、図2）。研究期間は2017～2021年度の5年間です。

試験地皆伐後の切株への薬剤注入は、作業効率も良く約9割を枯殺することができましたが、先駆性植物が繁茂して競合植生が発達しました。その中で競合木は、斜面下部ほど大きくなり植栽木を被いました（図3）。

植栽木は5年後に全植栽区の平均で樹高137cm 根元径17mm 枝張83cmになり、樹高は斜面下部が高く、枝張りとは根元径は斜面上部が大きくなりました。斜面上部では競合植生が発達しないために枝葉を横に広げて光合成量を増やして幹が肥大成長し、斜面下部では競合植生の発達で枝が広げられずに上に伸びますが、樹冠が小さいため幹の肥大成長が緩慢になったと考えられます。

一方、植栽密度では、樹高に有意差はなく、枝張りとは根元径は標準密度植栽で大きくなり、高密度植栽では枝張りとは根元径は小さくなりました（図4）。この結果からウバメガシは競合植生の多い斜面下部や高密度植栽では「枝は少なく幹が細い、細長い樹形」に、競合植生の少ない斜面上部や低密度植栽では「枝は多く幹が太い、傘形～球形の樹形」になるものと予測されました。

備長炭において価値の高い原木は、直径6～12cmで通直であることが求められるため、そのような原木を量産するためには、ある程度高い密度で植える方が望ましく、また、低コスト・省力化のためには、競合植生の少ない尾根や斜面上部の乾いた立地に植栽することが望ましいことが示唆されました。

成果の活用

高知県でウバメガシ林造成の候補地となる山林は、薪炭林の皆伐地の他にも沿岸や低山のヒノキ人工林の皆伐地が想定されます。現在、ヒノキ人工林の林種転換によるウバメガシ林造成に関する研究に着手しており、本研究と合わせて「高知県におけるウバメガシ林造成技術マニュアル」を完成させて普及する予定です。

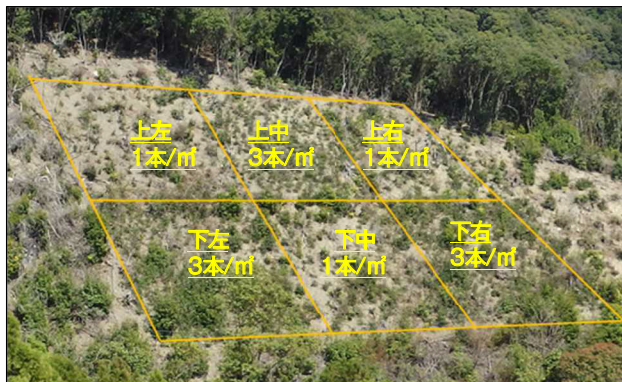


図1 植栽試験区全景（標高260m）

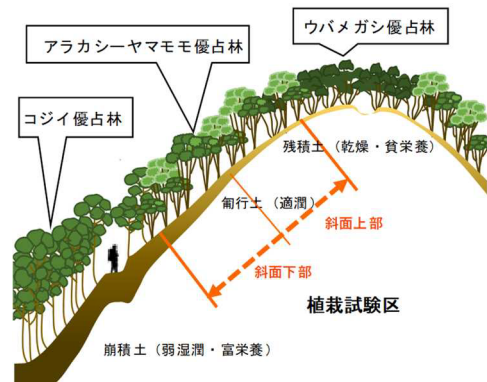


図2 植栽試験区断面模式図

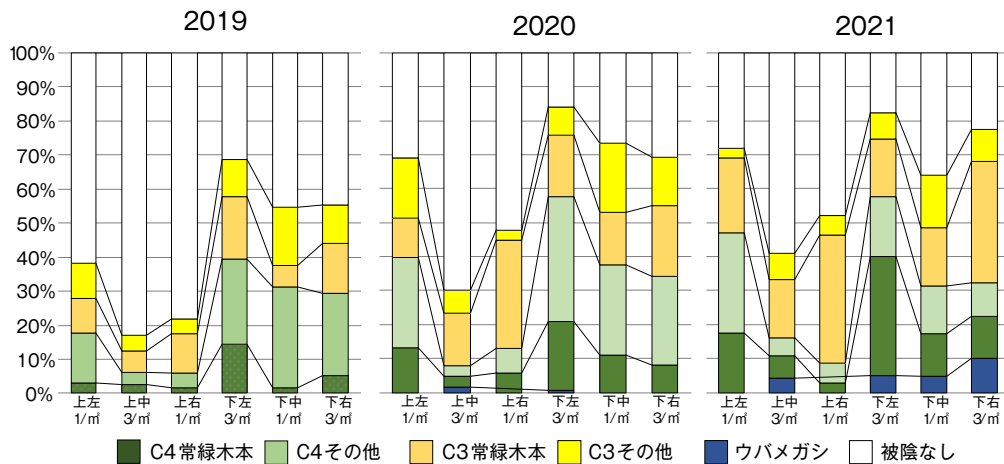
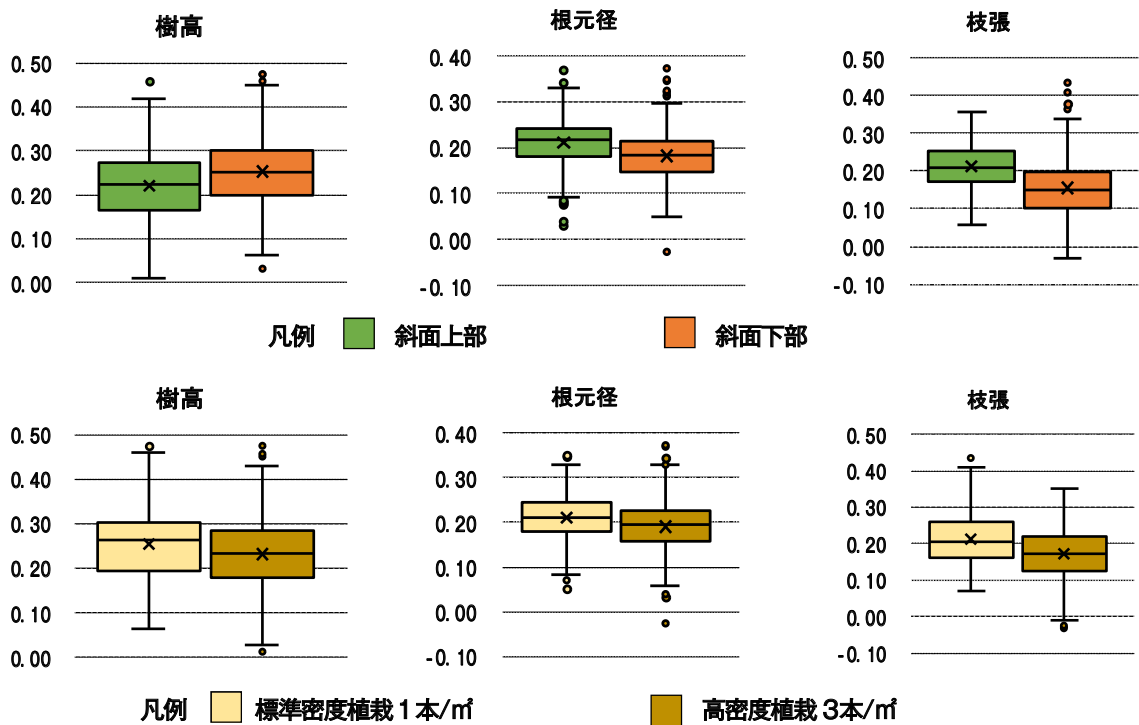


図3 植栽木の競合状況（競合がある植栽木の割合（%） C4：完全に覆われている C3：同じ高さ）



※ 植栽密度の樹高を除いて有意差あり（1%水準）

図4 植栽立地と植栽密度の違いによる苗木成長量の比較（相対成長率2018－2021）

ヤブツバキの開花と結実の個体間差

長崎県農林技術開発センター 森林研究部門 前田 一・溝口 哲生

研究の背景・ねらい

長崎県の令和2年次のつばき油の生産量は28.2kL、全国第1位であり、国内生産量の68%を占めています。その殆どが、五島列島のヤブツバキ林から採集した種子から生産されており、中山間地域の振興に寄与する重要な収入源となっていることから、種子の増産や安定生産が求められています。ツバキ種子の生産には、隔年結果とそれよりも長い周期の豊作期があること、また、生理落果がおきることが確認されており、これらが生産量に影響を及ぼしていると考えられます。そこで、今回、ツバキ種子の生産量の増加と安定生産を行う方法を検討するため、ヤブツバキの時期別の開花数やその結実数、生理落果がおきる時期やその量を個体ごとにモニタリングしました。

成 果

長崎県農林技術開発センターの圃場に2011年及び2014年に植栽されたヤブツバキ22個体について、2020年11月から2021年4月までの開花数とその結実数や生理落果等を個体毎に調査しました。その結果、ヤブツバキの開花・結実特性について次のようなことが明らかになりました。まず、開花期間は、1か月程度の個体もあるが、4か月以上となる個体もあります(表1)。また、個体ごとの結実は開花時期に依存しません(表1)。結実率は12%から68%であり、個体によって大きく異なります(表1)。種子総重量は4gから908gであり、個体によって大きく異なります(表1)。生理落果のピークは5月初旬までであり、その後はほとんど発生しません(図1)。

成果の活用

ヤブツバキの開花・結実特性を踏まえ、1本あたりで収穫できる種子重量が大きい個体を選抜するための基礎資料として活用します。

また、五島列島のツバキ種子生産者へ情報提供を行いながら今後のヤブツバキ林の整備に活用していきます。

ヤブツバキは、隔年結果や豊作期があるとされています。ツバキの種子の安定生産を行うため、引き続き同様の調査を行い、個体毎に開花と結実等の年変動も把握し、選抜育種へ活用する必要があります。今後、結実率の向上や生理落果の抑制のための整枝剪定等の管理技術の開発に取り組むこととしています。

表1 個体ごとの時期別の開花数とその結実数および種子総重量

個体 番号	時期別の開花数(個) と 結実数(個)																合計	開花数を説明変数、 結実数を目的変数としたときの決定係数R ²	結実率 (%)	種子総重量 (g)
	11月		12月		1月		2月		3月		4月									
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬							
1	3 (0)	4 (1)	3 (0)	14 (0)	11 (0)	17 (4)	35 (5)	9 (0)	17 (8)	20 (9)	40 (11)	18 (3)	6 (1)	-	-	197 (42)	0.77	21	348	
2	1 (1)	1 (0)	-	-	-	2 (1)	28 (9)	34 (14)	25 (8)	140 (55)	134 (40)	37 (6)	47 (7)	13 (4)	2 (1)	13 (0)	477 (166)	0.93	35	725
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (1)	2 (0)	4 (1)	-	-	7 (2)	0.59	29	4	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	3 (1)	11 (4)	5 (2)	-	-	-	-	30 (10)	0.85	33	118	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (2)	11 (6)	17 (12)	24 (13)	9 (5)	-	63 (38)	0.98	60	245	
6	35 (1)	19 (0)	7 (0)	16 (1)	8 (0)	20 (5)	17 (5)	13 (9)	15 (10)	15 (8)	9 (3)	6 (2)	5 (0)	-	-	185 (45)	0.41	24	266	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (1)	6 (1)	19 (11)	17 (10)	2 (0)	45 (23)	0.96	51	186	
8	-	1 (0)	-	1 (0)	-	-	4 (0)	9 (0)	4 (1)	2 (0)	6 (5)	2 (0)	1 (0)	1 (0)	-	31 (6)	0.27	19	17	
9	-	-	-	-	-	-	2 (0)	10 (3)	7 (5)	8 (2)	22 (4)	9 (1)	7 (0)	3 (2)	3 (0)	75 (17)	0.70	23	77	
10	-	-	-	-	1 (0)	2 (0)	6 (4)	5 (2)	8 (3)	7 (3)	16 (6)	3 (0)	7 (1)	-	-	55 (19)	0.89	35	69	
11	4 (0)	18 (0)	11 (0)	22 (2)	12 (4)	18 (6)	39 (8)	24 (5)	31 (7)	77 (12)	70 (21)	21 (4)	5 (1)	-	-	352 (70)	0.88	20	365	
12	-	-	-	3 (1)	2 (1)	3 (0)	16 (5)	22 (12)	31 (18)	22 (8)	27 (4)	22 (7)	26 (7)	4 (2)	1 (0)	199 (85)	0.94	43	647	
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (0)	3 (1)	14 (0)	52 (8)	47 (6)	10 (1)	2 (2)	129 (16)	0.94	12	86
14	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (1)	2 (0)	16 (6)	8 (3)	8 (6)	6 (1)	1 (0)	42 (17)	0.86	40	113	
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24 (16)	135 (90)	78 (59)	9 (4)	4 (0)	250 (169)	0.99	68	434
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (3)	10 (8)	20 (13)	4 (2)	1 (0)	42 (26)	0.97	62	103	
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (1)	3 (0)	12 (5)	19 (13)	8 (5)	-	44 (24)	0.95	55	107	
18	-	-	-	-	-	6 (0)	35 (3)	92 (29)	125 (37)	132 (32)	65 (13)	12 (2)	2 (0)	-	-	469 (116)	0.96	25	375	
19	-	-	-	-	-	-	-	-	14 (5)	209 (50)	463 (59)	306 (35)	159 (22)	91 (16)	7 (3)	1 (0)	1250 (190)	0.93	15	908
20	-	-	-	-	-	-	-	-	9 (5)	53 (31)	96 (31)	72 (31)	24 (13)	5 (4)	1 (1)	260 (116)	0.94	45	627	
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7 (1)	35 (9)	56 (18)	12 (4)	6 (0)	116 (32)	0.98	28	165
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (0)	9 (3)	16 (3)	28 (11)	9 (4)	1 (0)	64 (21)	0.94	33	146	
平均 ±標準偏差	199 ± 273 (57 ± 58)																		35 ± 16	279 ± 250
合計	43 (2)	43 (1)	21 (0)	56 (4)	34 (5)	62 (16)	153 (36)	161 (48)	257 (101)	697 (222)	1095 (259)	682 (154)	643 (229)	359 (138)	49 (14)	27 (0)	4382 (1250)	-	-	6131

※調査は2020年11月から2021年9月まで行った。

※太字の部分は個体ごとの時期別開花数の最大値である。

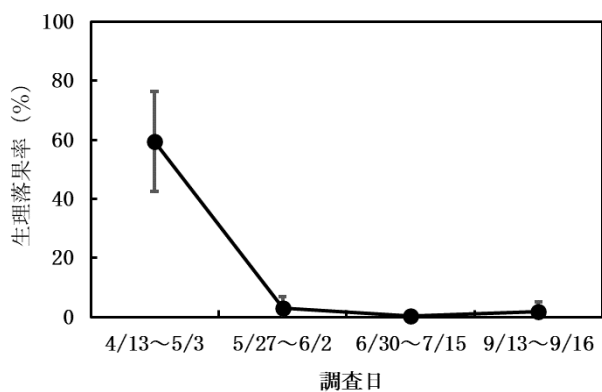


図1 生理落果率の推移

※エラーバーは標準偏差

※調査年：2021 年

ニホンジカ生息モニタリング結果を活用した捕獲対策

熊本県林業研究・研修センター 園田 美和

研究の背景・ねらい

熊本県では、ニホンジカによる森林・林業被害の軽減が喫緊の課題となっています。森林内では、季節や森林施業など様々な要因によって環境が変化し、それに伴ってニホンジカの行動も変化します。そのため、被害対策として捕獲を闇雲に実施するのではなく、ニホンジカの行動を踏まえて捕獲実践区域の優先度を決定し、捕獲を行うことが捕獲効率の向上に繋がります。

そこで、被害発生森林内（狭域）でニホンジカの行動把握に有効と考えられる3つの調査手法（ドローンによる空中センサス、ライトセンサス、カメラトラップ）の有効性について検証しました。

成 果

ドローンによる空中センサスは、赤外線カメラを搭載し、且つ、一定の条件下で空撮することにより、ニホンジカの個体識別が可能であることが分かりました。しかし、森林内にいる操縦者が森林上空のドローンを操縦する場合、上空開空率の低い森林内では、ドローンと操作機器との通信が遮断される等の支障が多く、使用場所が制限される等の課題が残る結果となりました。

ライトセンサスによってニホンジカを目撃した場合、その目撃位置は生息拠点に近いと考えられています。このことから、例えば、図2における目撃数が多かった図1の路線Aのa区域を冬季（1～3月）に、d区域を夏季（7～9月）に、捕獲実践区域として選定する等の活用が考えられます。同様に、図3における目撃数の多かった図1の路線Bでは、b、c区域を冬季（1～3月）に、e、f区域を夏季（7～9月）に捕獲実践区域として選定する等の活用が考えられます。また、得られた調査データから生息密度の算出ができ、捕獲の効果検証への活用も見込めます。

カメラトラップは、事前の痕跡調査にある程度の知識を要しますが、3つの調査手法の中で最もニホンジカの行動を把握することができます。ニホンジカが撮影された（写真1）枚数をカメラの稼働日数で除して撮影頻度を算出・活用することで、ライトセンサス同様、捕獲実践区域として選定する等の活用が見込めます。例えば、くくりわなによる捕獲を行う場合、図4、5で撮影頻度が高かったカメラ位置を捕獲実践区域として選定し、捕獲前から捕獲終了後までの間データを取得し続けることにより、捕獲の効果を検証する資料としても有用と考えられます。

成果の活用

当センター主催の業務発表会において、成果報告を行うとともに、森林防疫 FOREST PESTS Vol.70 No.6〔No.747〕2021.11月号に掲載させていただき、幅広く普及啓発しています。

今後は、行政や現場へのフィードバックを念頭に、研究成果の実用性について、捕獲の実践を踏まえた検証を行っていきます。県出先機関、関係市町村及び地元猟友会に対し、研究成果の実用性に関する検証についての合意形成を図り、研究成果を基に抽出した捕獲実施区域内において、実際に捕獲を実践し、捕獲の効果検証を行うこととしています。

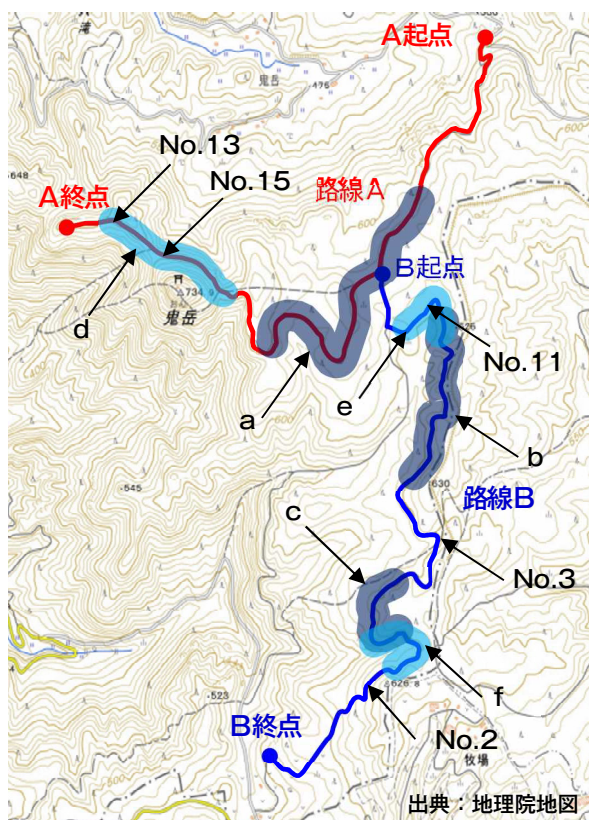


図1 調査種ごとの捕獲実践区域の選定

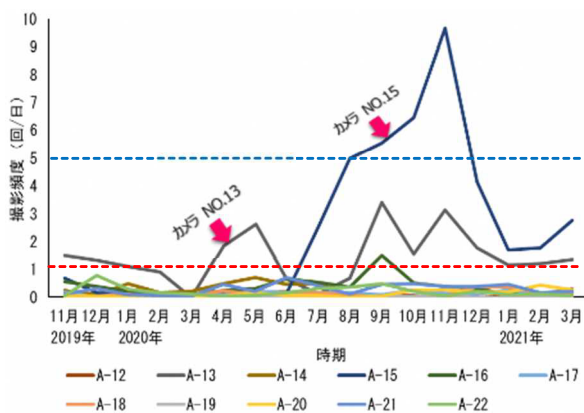


図4 撮影頻度 (カメラトラップ・路線A)

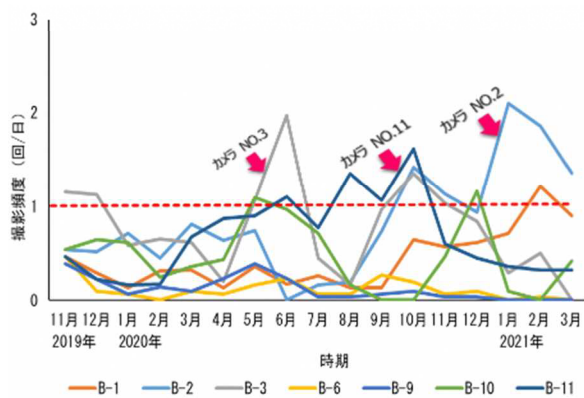


図5 撮影頻度 (カメラトラップ・路線B)

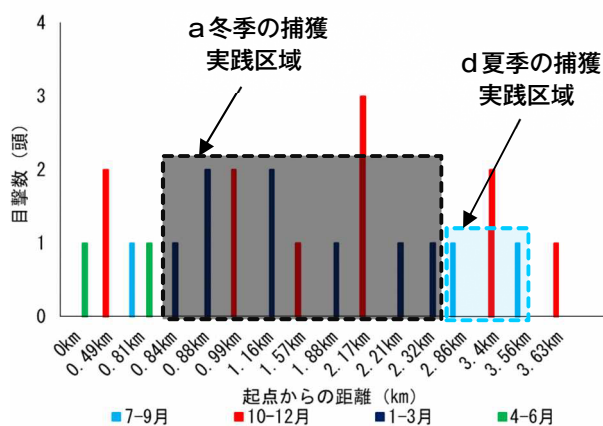


図2 目撃数と目撃地点の関係
(ライトセンサス・路線A)

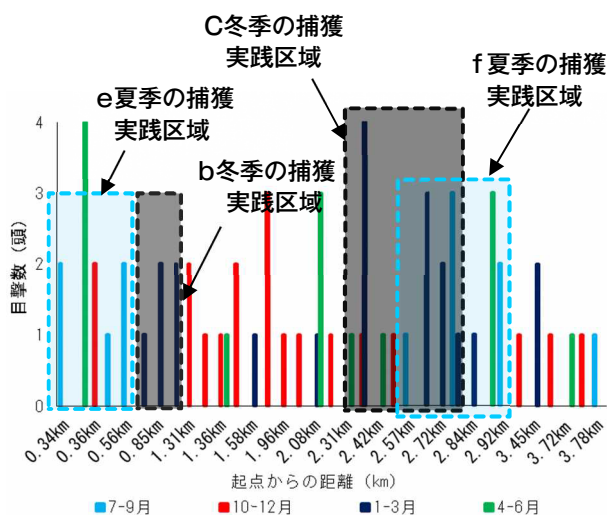


図3 目撃数と目撃地点の関係
(ライトセンサス・路線B)



写真1 カメラトラップで撮影された
ニホンジカ

カラマツ実生採種園の造成初期の特徴

(地独) 青森県産業技術センター 林業研究所 森林環境部 田中 功二

研究の背景・ねらい

青森県内民有林のカラマツ造林は、昭和20年代前半から盛んに行われるようになり、ピーク時の昭和28年～35年には、年間約500万本のカラマツ苗が生産され造林に使用されていました。しかし30年代後半には、材価の低迷、野鼠被害、先枯れ病等により人気が無くなり、急激に造林が減少していきました。しかし近年、加工技術の発達で、カラマツ材の課題であったネジレがさほど問題視されなくなり、材の強度がスギより高いことから合板や集成材への需要が高まり、平成19年頃から再造林にカラマツを希望する森林所有者が増加してきました。そこで当研究所では、安定的な種子生産を早急に図るため、平成30年に6.8haの実生採種園を造成し、これまで情報がなかった実生採種園の造成初期の着果状況について調査を行ったので報告します。

成 果

1. 採種園の概要

廃止となったスギ採種園6.8haを整地し、カラマツ実生採種園を造成しました。植栽した苗木は、十和田市内の林業研究所の採種園から平成28年と29年に採種し、各々翌春から播種・養成したカラマツ精英樹15クローン由来の実生苗で、平成30年秋に4.5m間隔で計2,880本、植栽配置9型の採種園としました。植栽後、保育管理作業として下刈を年2回、殺虫殺菌の薬剤散布を年2回、毎年の施肥、雪害対策の支柱結束を行うとともに、令和3年秋に地上高2mで断幹作業を行いました。枯死木が発生した箇所には、令和元年と2年の秋に補植を行いました。

2. 採種木の生存率と胸高直径

採種木の生存率は、令和4年秋現在、全体で96% (2,751本)、各家系の生存率は91～99%でした(図1)。また導入した15家系の胸高直径を各20本計測した結果(図2)、平均胸高直径は、平成28年採種群(10家系)が53mm、平成29年採種群(5家系)が39mmで、各群内の系統間には有意差はありませんでした(Tukeyの多重比較、 $p>0.05$)。

3. 球果の着生調査

令和4年8月下旬に球果着生調査を行いました。全採種木2,751本中6本に球果が着生しており、各球果数は1、2、11、19、143、151個でした(図3)。球果が着生した採種木の特徴として、家系に偏りは無く(6本とも別の家系)、いずれも家系内では胸高直径が平均に満たない、肥大成長の遅い個体でした。また調査の際、令和3年に着生した球果殻が採種木2本で観察され、その球果数は1、3個でした(図3)。令和3、4年の球果着生採種木はすべて平成28年採種群の個体であり、早いものでは播種後5年で着果することが分かりました。

成果の活用

今回の調査結果を基に今後も着果調査を継続し、実生採種園の種子生産に関わる基礎情報の収集を図るとともに、適正な採種園の保育管理を行い、速やかな苗木生産事業者への種子配布に努めていきます。さらに種子の安定生産を図るため、若齢実生採種木を対象とした環状剥皮等による着花促進技術を検討します。



写真1 カラマツ採種園（上北郡東北町）
（令和4年9月撮影）



写真2 球果の着生状況（網走34号）
（令和4年8月撮影）

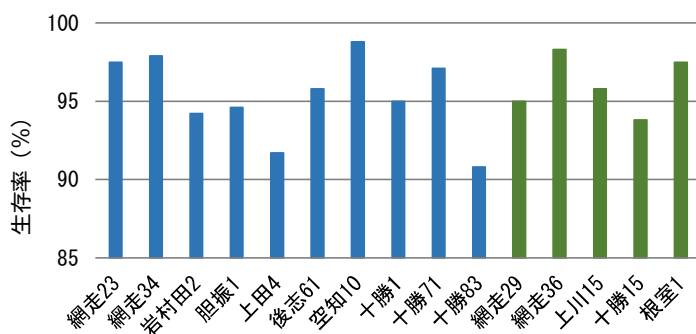


図1 採種木の家系別生存率
（左10家系はH28年採種、右5家系はH29年採種）

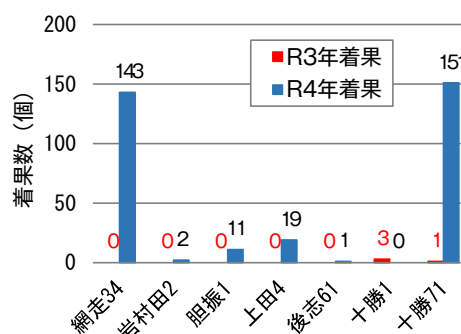


図3 採種木の家系別着果数
（着果した採種木は各家系とも1本）

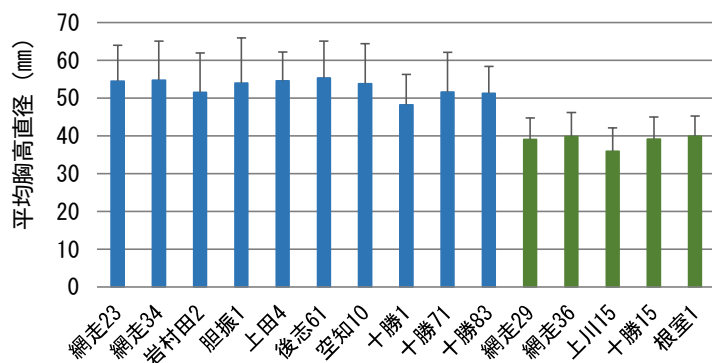


図2 採種木の平均胸高直径
図中のバーは標準偏差を示す。
（左10家系はH28年採種、右5家系はH29年採種）

直挿し育苗によるスギ挿し木コンテナ苗育成の効率化

岩手県林業技術センター 研究部 丹羽 花恵

研究の背景・ねらい

岩手県では花粉の少ないスギ苗木の一部を挿し木コンテナ苗で生産しており、県と苗木生産者が役割分担をして生産しています。県は、保有する施設の挿し床で穂木の発根操作を行って発根苗を育成しており、苗木生産者は、県から出荷された発根苗をコンテナに移植して山行苗を育成しています（「従来方法」）。しかし、発根苗は根量が多く、苗木生産者がコンテナに移植する際に手間がかかり、労務負担が大きいことが課題でした。そこで、スギ挿し木コンテナ苗の効率的な育成に向けて、穂木をコンテナに直接挿しつける直挿し育苗試験に取り組むとともに、直挿し育苗による苗木生産現場での省力化の検証を行いました。

成 果

1 直挿し育苗試験による発根状況

令和元年5月、用土を充填したコンテナ（JFA300）および従来方法で用いる施設の挿し床に、県内スギ挿し木苗生産で主要な少花粉品種4系統の穂木を挿し付け、同年10月末に発根状況を調査しました。発根率、根重量ともに、直挿しの方が従来方法よりも良好で（表1）、直挿しによる育苗は十分に可能であると確認しました（写真1）。

2 直挿し苗の生育状況

令和2年5月、県内苗木生産現場において、用土を充填したコンテナに穂木を挿し付け、令和3年10月に苗木の生育状況を調査しました。挿し付けた504本のうち枯死苗は2本のみで、生存苗の95%が県のスギコンテナ苗規格である苗高30 cm以上を満たしました（図1）。直挿し育苗では発根後も成長が良好（写真2）で、挿し付け後1年5ヶ月で山行苗を育成できることが明らかとなり、従来方法に比べて育苗期間を約1年短縮できるようになりました。

3 直挿し育苗による苗木生産現場での省力化

苗木生産現場において、採穂後2年目春までの期間で育苗に要する作業時間を調査しました。直挿し育苗では、挿し付けや冬囲いなど新たに発生する労務がありますが（図2）、全体としては、従来方法よりも作業時間が約5割削減され、省力化が図られることが確認できました（表2）。

成果の活用

直挿し育苗技術を苗木生産者に普及し、令和3年度からは、苗木生産現場で直挿し育苗が本格的にスタートしました。また同時に、県は苗木生産者に出荷する挿し木原苗として穂木の出荷を開始しました。穂木出荷実績は令和3年度1.5万本、令和4年度2.5万本となり、直挿し育苗による量産体制が確立されました。

令和4年秋には、直挿し苗が初めて山行苗として造林事業者に供給され、現地に植栽されました。

表1 挿し付け5ヶ月後の発根状況

区分	発根率 (%)	根重量(g)	
		平均	標準偏差
直挿し	99	0.97	0.44
従来方法	67	0.22	0.30

(注) 直挿し、従来方法いずれも n=96 本

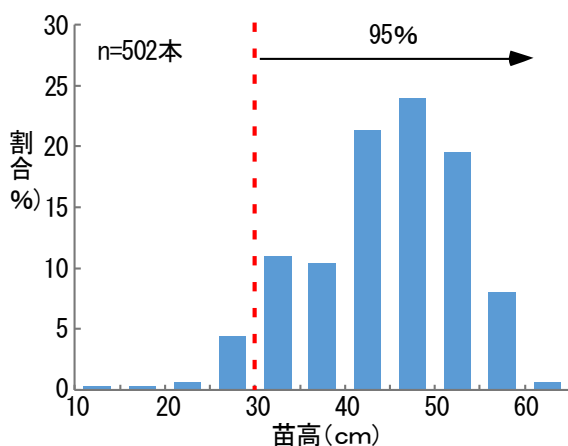


図1 直挿し苗の苗高分布

挿し付け1年5ヶ月で生存苗の95%が県のスギコンテナ苗規格（苗高30 cm以上）を満たした。



写真1 直挿しによる発根状況



写真2 直挿し苗の生育状況（令和3年10月）

表2 苗木生産現場での作業時間

区分	作業時間(秒)
直挿し育苗	552
従来方法	1,123

(注) 直挿し育苗では、穂木の調整、用土充填、挿し付け、育苗（採穂後1年目）、冬囲い、冬囲いの解除を、従来方法では、発根苗の移植を対象作業として測定・聞き取り調査を実施し、コンテナ1枚（孔数24）あたりの作業時間に換算した結果を示した。

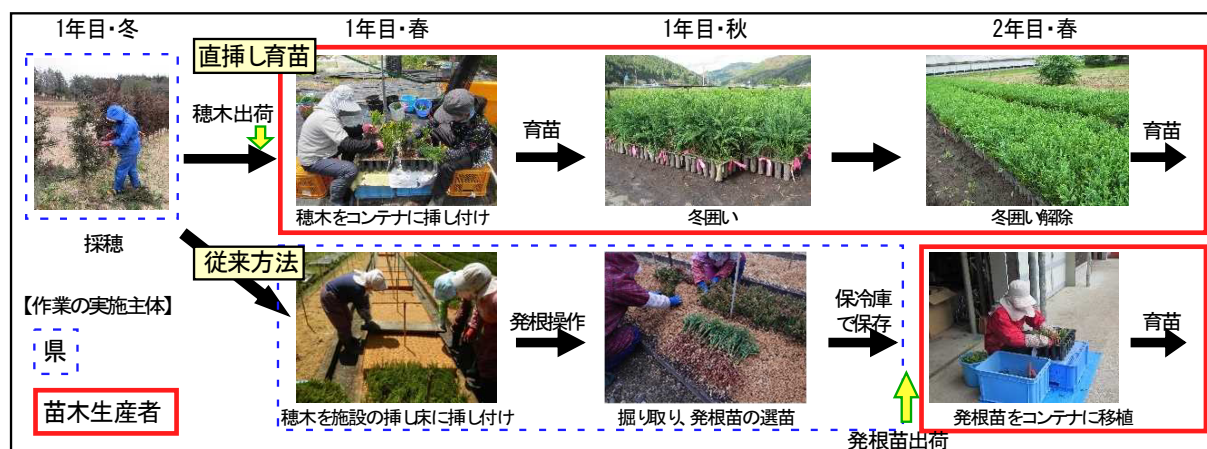


図2 直挿し育苗と従来方法における作業の実施主体と育苗工程

宮城県精英樹を活用した雄性不稔（無花粉）スギの開発

宮城県林業技術総合センター 企画管理部 山崎 修宜

研究の背景・ねらい

スギ花粉症は国民の約4割が罹患しているとも言われており、大きな社会問題となっています。宮城県では現在、5品種の少花粉スギクロンで構成された採穂園と、10品種の少花粉スギクロンで構成されたミニチュア採穂園から得られる種苗を県内の苗木生産者に供給しています。しかし、今後スギ花粉発生源対策を飛躍的に推進するためには、雄性不稔（無花粉）スギ品種の開発と普及が必要と考えられます。そこで、(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センターが開発した雄性不稔（無花粉）品種「爽春」と、県内で選抜された精英樹を交配し、宮城県由来の雄性不稔スギの作出を試みました。

成 果

「爽春」を母樹、宮城県精英樹12系統を花粉親として、2013年、2014年に交配し、 F_1 種子を作出しました。2017年からは育成した F_1 苗同士での交配を開始し、 F_2 種子の作出を現在も継続しています。

F_1 と F_2 の雄性不稔性の調査は、ジベレリン散布による着花促進処理を行って、着花させた雄花をメスで切断し、断面を目視及び光学顕微鏡で観察することにより行いました。この際、花粉嚢に花粉粒が観察されるものを可稔、粒状の物体が確認できないものを不稔とし、正確な判定ができないと判断した個体は翌年以降に再度調査を行いました（写真1、写真2）。 F_1 集団は2018年、 F_2 集団は2020年から調査を開始しました。その結果、 F_2 集団は雄花の着花が見られない、または着花しても雄花が小さいため、正確な判定ができない個体が多かったのですが、 F_1 集団から不稔個体が見つかり、遺伝子を調べたところ、花粉親とした精英樹「栗原4号」の雄性不稔遺伝子(ms1)がヘテロ型（花粉を形成する通常の遺伝子と雄性不稔遺伝子の両方を持つ型）であることが判明しました。「爽春」と「栗原4号」を交配することで作出したこの不稔個体を「大衡不稔1号」と仮称し、挿し木増殖を2019年から開始しました（図3）。「大衡不稔1号」は幼木であるため1回の採穂量はまだ少ないものの、発根率については安定した値が得られています（表1）。

成果の活用

ヘテロ型と判明した精英樹「栗原4号」を交配素材に活用し、より多くの不稔家系の作出に努めていきます。また、「大衡不稔1号」の増殖を今後も継続し、品種登録に向けた検定林の設置や成長量調査に加えて、採穂園の造成等の生産体制整備も行い、将来的な宮城県の雄性不稔（無花粉）スギ品種としての普及を視野に入れて取組を進めていくこととしています。



写真1 可稔の雄花断面



写真2 不稔の雄花断面



写真3 増殖した「大衡不稔1号」

表1 「大衡不稔1号」のこれまでの挿し木増殖データ

挿し付けた年	挿し付けた数（本）	発根した数（本）	発根率（％）
2019 年	8	7	87.5
2020 年	39	33	84.6
2021 年	65	41	63.0
2022 年	42	42	100.0

カラマツコンテナ苗のかん水方法の検討

山形県森林研究研修センター 研究企画部 渡部 公一

研究の背景・ねらい

カラマツのコンテナ育苗は水管理が難しく、短時間でも用土が乾燥すると激しく枯損する反面、過湿の状態が続くと根腐れが発生します。特に夏場は、気温が上がる日中にかん水できないため、朝に十分にかん水を行っても、昼から夕方にかけて土壌が乾燥してしまうことが、生存率が低下する原因となっていました。そこで、常に過湿にならない程度の土壌水分を保持するための、省労力で有効なかん水方法を検討しました。

成 果

山形県内で採種し、2021年5月に直接播種したカラマツコンテナ苗（セル容量150cc、40本植え×18コンテナ）を同年7月に以下の3つのかん水区に割り当てました（各区6コンテナ；図1）。

通常散水区：朝1回、散水によってかん水。

プール浸水区：朝、プールでコンテナ下部を4cmの高さで2時間浸水させ、その後排水。

底面点滴区：底面かん水マット（ユニチカ製ラブマットU、以下「マット」）を敷き、6時から18時までタイマーにより1時間に1分間、点滴ホースでマットに少量かん水。

コンテナの水分量

8月2日に、経時的に測定したコンテナの重量から水分量を算出し、その日変化を比較しました（図2）。通常散水区では、かん水直後から水分量が急激に低下し、午後以降は乾燥状態になりました。プール浸水区は、長時間過湿な状態にありました。底面点滴区では、朝から夕方まで安定して水分が保持されました。

苗の生存率

10月25日に各かん水区での苗の生存を調査しました。通常散水区（写真1）では、土壌の乾燥によって夏以降に苗の生存率が大幅に低下しました。プール浸水区では、根腐れが多く発生して秋に生存率が低下しました。底面点滴区（写真2）では、1日2回（朝、夕）のきめ細かい散水管理を行った場合（参考）と同等以上の高い生存率を示しました（図3）。

成果の活用

本成果は、東北森林科学大会で報告しました。底面かん水マットを使用したかん水方法は、労務上、細やかなかん水管理ができない場合やスプリンクラー等による大量の水源を確保できない場合において有効と考えられます。

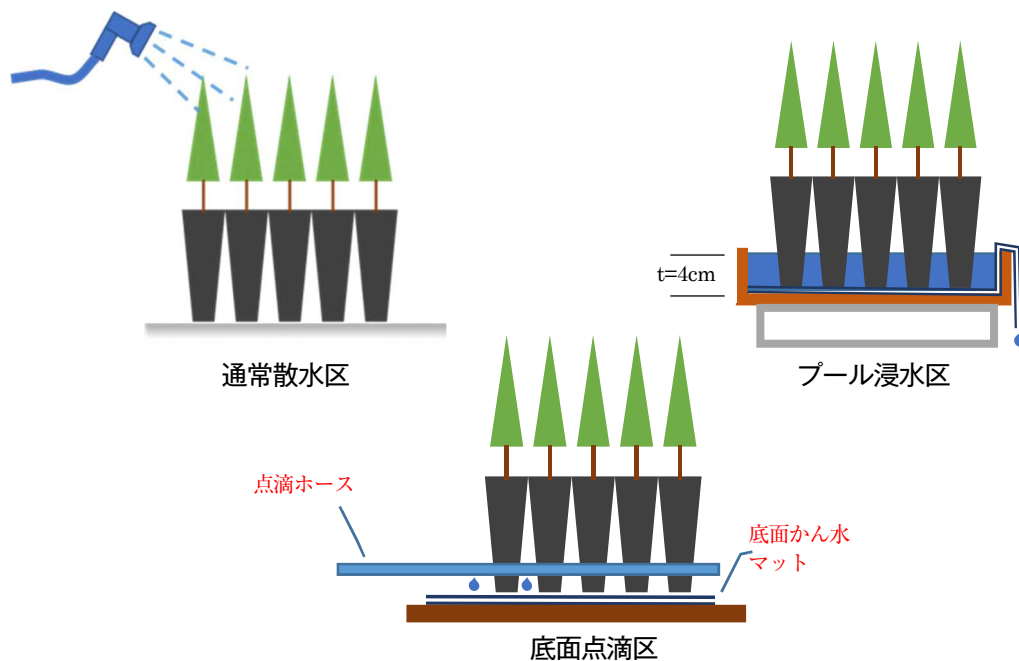


図 1 かん水区の模式図

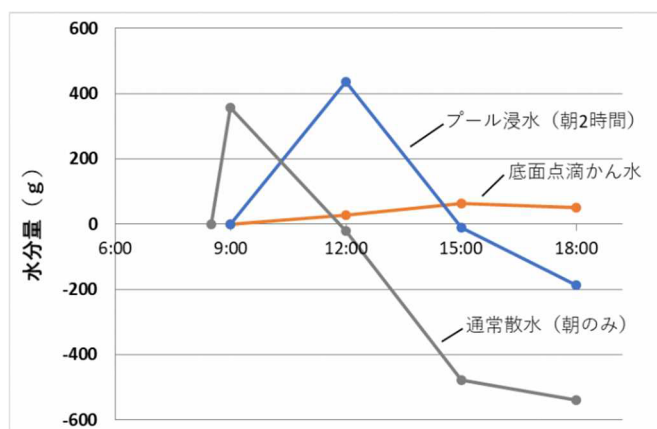


図 2 コンテナ水分量の 1 日の変化

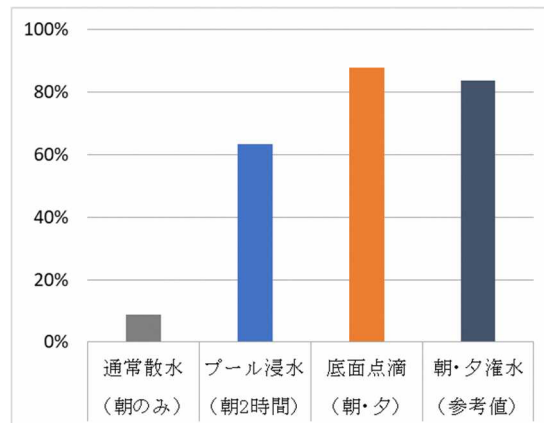


図 3 苗の生存率



写真 1 夏の乾燥による枯損（9月 15日撮影）



写真 2 底面点滴区（9月 15日撮影）

爽春家系からの無花粉スギのマーカー支援選抜

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

無花粉スギ新品種の開発には、人工交配によって作出された実生苗を開花させ、雄花の観察から可稔・不稔の確認を行う必要があります。長い年月を要します。近年、複数の雄性不稔の遺伝子マーカーが開発され、マーカー支援選抜(MAS:Marker Assisted Selection)が可能となってきましたが、その実行には多くの工程があり、煩雑で技術的なハードルも高いものとなっています。

そのため、無花粉スギ「爽春」と愛媛県スギ第1世代精英樹との交配F₁同士を交配させてできた実生F₂集団から、新たに開発したTaqManプローブ及びリアルタイムPCRを用いた、1工程で簡便かつ迅速なTaqMan SNPジェノタイピング法によるMASにより、無花粉スギ新品種候補木を選抜しました。

成 果

MAS用のDNAマーカーとして、無花粉遺伝子MSI近傍のSNPであるreCj19250_1927(Mishima et al. 2018)付近の塩基配列を決定し、当該SNPに対応したTaqMan Assay用の新たなプライマーと2種類のプローブを開発しました。

交配素材として、愛媛県林業研究センター内に植栽した、4年生爽春(MSI変異型ホモ)と愛媛県精英樹5系統(MSI野生型ホモ)を用いました(表1)。爽春の雌花に愛媛県精英樹の花粉を花粉銃により受粉させ、交配第1代の種子(F₁)を得ました。また、それらF₁同士により密閉ガラス温室内での交配を行い(図2)、交配第2代の種子(F₂)を得ました。

F₂を発芽させ、3か月間育苗した幼苗763個体の葉からDNAを抽出し、TaqMan SNPジェノタイピング法により、MSIの遺伝子型識別を行ったところ、比較として用いたSNaPshot SNPジェノタイピング法、CAPSマーカー法、ASP-PCR法(図3)の結果と完全に一致し、本研究で開発したプライマー及びプローブにより、爽春を母樹とした交配家系の無花粉個体をすべて識別できました(図4、5)。

TaqMan SNPジェノタイピング法の分析効率は、SNaPshot SNPジェノタイピング法と比べ、分析時間で約15分の1、経費は約2分の1となり、爽春家系無花粉スギのMASにとって非常に有用な分析方法であると考えられました。

成果の活用

選抜されたF₂苗は、エリートツリー実生苗や愛媛県精英樹実生苗とともに林地に植栽し、生育試験を行っています。そのうち、第2成長期末時点でエリートツリー実生苗の平均よりも高い樹高を示す個体があり(図6、7)、複数箇所での生育試験のため、挿し木増殖を行っています。第4成長期後には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。

引用文献

- 西原寿明(2021) TaqManプローブを用いたSNPジェノタイピング法による「爽春」(スギ、*Cryptomeria japonica* D. Don) 交配家系からの雄性不稔個体の選抜. 森林遺伝育種 10:126-135.
Mishima K, Hirao T, Tsubomura M, Tamura M, Kurita M, Nose M, Hanaoka S, Takahashi M, Watanabe A (2018) Identification of novel putative causative genes and genetic marker for male sterility in Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don). BMC Genomics 19: 1-16

表1 交配に用いた母樹および花粉親

母樹および花粉親の特徴	系統名	
無花粉スギ	爽春(高萩 CR7)	♀
愛媛県精英樹	宇摩4号	♂
(動的ヤング係数が高い系統)	越智1号	♂
	上浮穴1号	♂
	東宇和4号	♂
(成長が優れている系統)	新居1号	♂

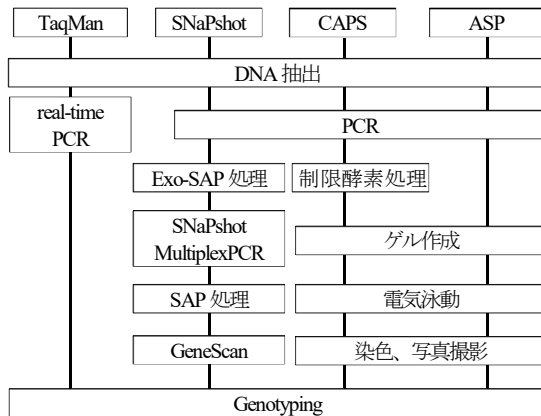


図3 遺伝子型識別方法の手順の違い
西原 (2021) から引用



図2 密閉したガラス温室内での人工交配

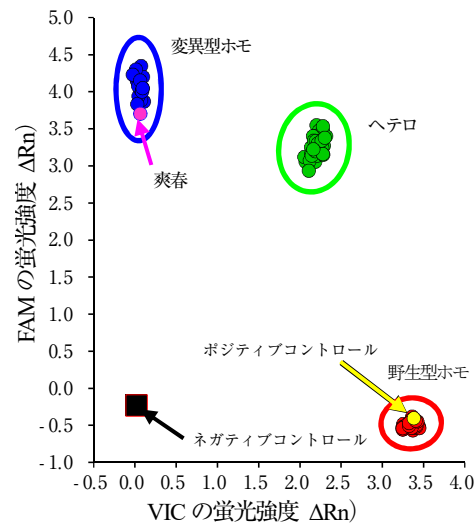


図4 TaqManSNPジェノタイピング法による遺伝子型識別方法の解析結果の一例



図6 成長の良い無花粉スギ
エリートツリー実生苗の平均樹高を超えた個体

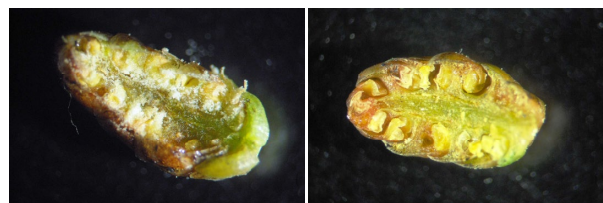


図5 成熟した雄花

右：野生型、花粉粒がみられる。 左：変異型（無花粉個体）

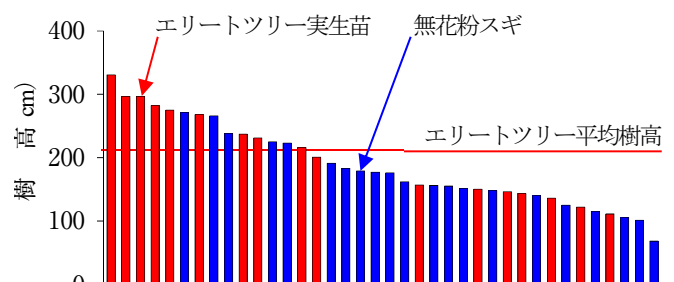


図7 第2成長期末時点の樹高

アカエゾマツ人工林材の合板利用適性の検討

(地独) 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 技術部 古田 直之

研究の背景・ねらい

アカエゾマツ人工林は、北海道内ではトドマツ、カラマツに次ぐ面積を有しており、今後の出材の増加が見込まれています。アカエゾマツは、製材時に特有の割れが入りやすいことや、ヤニが多くねじれやすいことなどが、一部の製材企業では問題視されています。一方、合単板分野においては、割れなどの欠点があっても、製材やラミナなどに比べて大きな支障なく利用できる可能性があります。また、国内の合板業界においては、近年、急速に国産材の利用が進んできましたが、その多くは構造用合板が占めており、今後はより付加価値の高い用途開発や未利用樹種の適性を把握することが求められています。そこで、本研究では、アカエゾマツ人工林材の単板品質や合板の強度特性などを調べ、合板としての利用可能性について検討しました。

成 果

1. アカエゾマツ単板の品質評価

北海道内の3地域からアカエゾマツ人工林材を入手し(写真1、表1)、ベニヤレースを用いて単板切削しました。乾燥させた単板について、密度および超音波伝播速度(Proceq 製 Pundit Lab 使用)を測定し、ヤング係数を算出しました。その結果、単板密度は原木中心部から外側に向かって緩やかに低下した後、増加するものが多くみられ、単板のヤング係数は原木中心部から外側に向かって徐々に増加する傾向が認められました(図1)。合板の日本農林規格(JAS)に規定される板面品質を調べた結果、全体の約8割がC単板となりましたが、枝打ち履歴のある林分では、A単板の出現が多くなることがわかりました(図2)。また、原木の前処理温度の増加に伴い、単板の裏割れ率(=(裏割れ深さ)/(単板厚さ))が低下し、同条件ではトドマツよりも裏割れ率が低くなる傾向が認められました(図3)。

2. アカエゾマツ合板の製造と強度性能評価

アカエゾマツ単板(厚さ3.2mm)を用いて、3プライ(厚さ9mm)と5プライ(厚さ15mm)の合板を製造しました。製造にはフェノール樹脂接着剤を用い、原木中心からの半径距離がほぼ等しい単板同士を組み合わせることで合板を構成しました。製造した合板について、曲げ試験(3等分点2点荷重方式)および合板のJASに規定される面内せん断試験を行いました。その結果、合板のヤング係数は、原木中心から外側に向かって増加する傾向を示しましたが、せん断弾性係数は、その逆の傾向が認められ(図4)、いずれも実用上問題のない性能を有していました。

成果の活用

アカエゾマツ人工林材の単板品質や合板としての強度性能を調べた結果、アカエゾマツは、合板として問題なく利用できること、中でも枝打ち履歴のある林分からは良質な単板が多く得られる傾向があることを明らかにしました。昨今のウッドショックやロシア材の供給停止などにより、今後の輸入材の安定供給が不安視されており、アカエゾマツはその代替材として期待されています。本研究で得られた成果は、合板企業などへ情報提供していますが、今後もより付加価値の高い製品へ活用するための検討と普及促進を図っていく予定です。



写真1 アカエゾマツ人工林の様子(林分B)

表1 供試原木の概要

林分	A	B	C
林齢	43	45	49
本数	15	16	13
平均末口径(cm)	23.3	25.3	27.1
平均年輪幅(mm)	3.31	3.39	3.77
動的ヤング係数 (kN/m ²)	平均値	7.1	8.3
	標準偏差	0.78	0.87
枝打ち履歴	不明	17年目に枝打ちあり	枝打ちなし

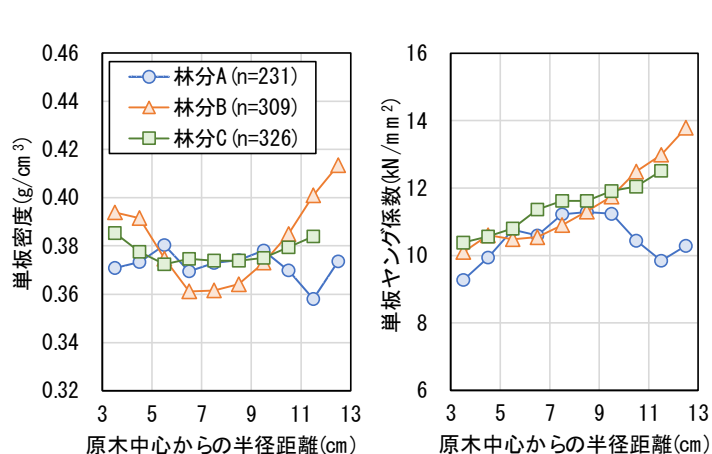
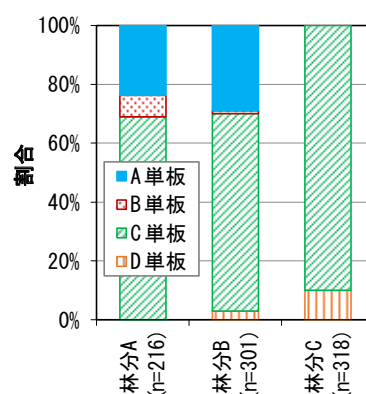


図1 単板密度とヤング係数の分布



【JASの板面品質】: 節の径、ヤニツボの長径やその合計などによってA~D単板の4品等に区分され、A単板の品質が最も良い

図2 合板のJASの板面品質の割合

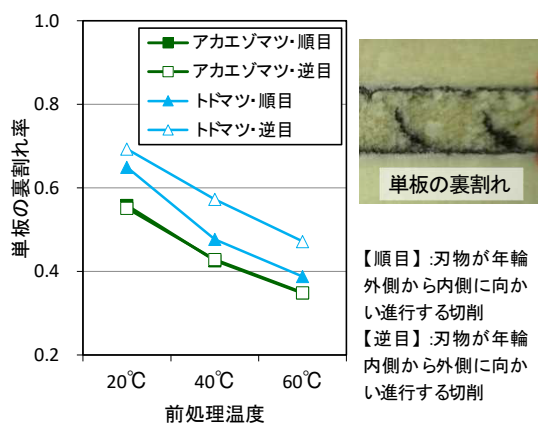


図3 原木の前処理温度と裏割れ率の関係

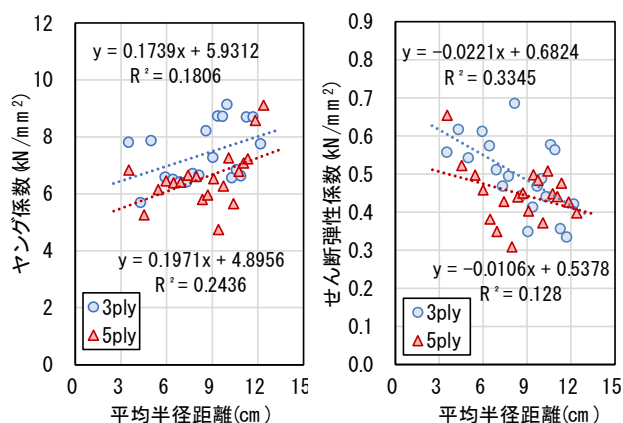


図4 合板のヤング係数とせん断弾性係数

尾瀬ヶ原の木道劣化調査と新型木道の開発

群馬県林業試験場 木材係 工藤 康夫

研究の背景・ねらい

本州最大の湿原である尾瀬ヶ原には総延長約 65km の木道が設置されており、木道資材には環境省策定の自然公園等施設技術指針等に準じて地域流通材（群馬県産カラマツ材）が使用されています。しかし、現行使用されている木道の資材は、各部材の重量が重く運搬方法がほぼ空輪に限られています。このため木道の維持管理や設置更新には、毎年多額の費用がかかっているのが現状です。

そこで、尾瀬ヶ原における木材腐朽に関する環境調査と劣化調査（外観や強度）を実施し、これらの結果を踏まえて新型木道を開発しました。また、併せてこの木道を現地に試験設置し耐久性や歩行者の安全性の調査を実施しました。

成 果

尾瀬ヶ原の木道上に温湿度計（T&W 社製おんどとり）本体部を収めたヒノキ製の保護箱を設置して木道周辺の気温と関係湿度をおよそ 1 年間測定しました。亜寒帯湿潤気候の尾瀬ヶ原では、木材腐朽菌の多くが属する好中温菌の生育適温累積時間は平地の約 15% 程度で、木材腐朽菌の活動が弱く木材劣化が低速であることが分かりました。また、木道更新により撤去した 3 本タイプ木道（設置後 13 年経過：写真 1）と 2 本タイプ木道（設置後 23 年経過：写真 2）の曲げ試験、せん断試験を実施した結果、3 本タイプ木道（13 年経過）は曲げ強度、せん断強度ともに 2 本タイプ木道（23 年経過）と同程度まで低下していました。3 本タイプ木道（13 年経過）は心持材を使用していることが原因で表面にクラックが発生し、雨水が木材深部まで入り込み滞留したため、そこから腐朽し、劣化速度が速くなったことが明らかとなりました。これに対して 2 本タイプ木道（23 年経過）は心去材を使用しているため表面割れが生じにくく雨水は速やかに表面を流れ排水されたため、劣化速度が遅い結果となりました。

これらの調査結果を参考に、株式会社モア・ブレーン（群馬県高崎市）との共同研究により新型木道を開発しました。新型木道の設計にあたっては、1. 入手が容易なスギツバーバイ材を使用する。2. 人力運搬も可能な重さとしながら排水性を高くし薬剤を使わずに耐朽性を確保する。3. 専門技術や特殊器具等を必要とせずに損傷部材のみを交換可能な構造設計とする。これらの条件により 4 タイプの新型木道（写真 3～6）を開発しました。

成果の活用

尾瀬ヶ原施設管理担当（群馬県自然環境課）の協力を得て新型木道の設置を行いました。令和 3 年 11 月に尾瀬戸倉大清水登山口より約 100 m の登山道上に、今回開発した 4 タイプの新型木道をそれぞれ 4 m ずつ、合計 16 m 区間に設置（写真 3～6）しました。組立てと設置は林業試験場と、設計者のモア・ブレーンにより直接施工しました。作業を進める中で、4 タイプの中でも特に type2 × 4 木道（写真 3）は敷板ユニット 1 枚あたりの重量は約 8kg、木道 1 スパン 4 m 分の総重量も 100kg 以下と軽量であり、運搬や施工が特に容易であることがわかりました。

今後も調査を継続し、劣化時の修理や損傷部材交換にかかる人工調査等を実施する予定です。



写真1 3本タイプの木道



写真2 2本タイプの木道

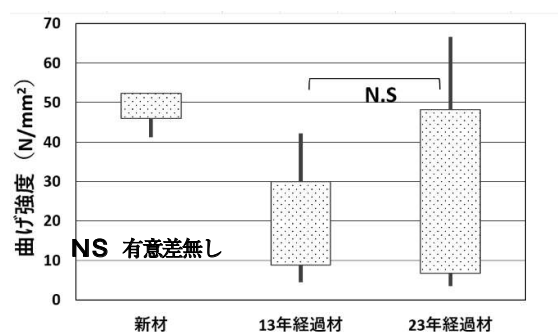


図1 木道敷板曲げ試験の結果

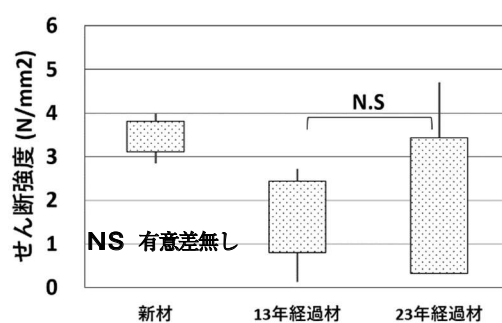


図2 木道敷板せん断試験の結果

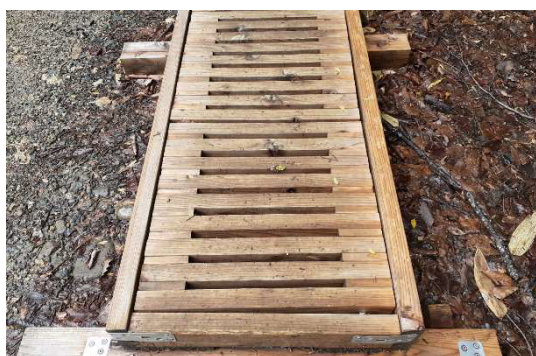


写真3 type2×4 木道



写真4 type2×6 木道



写真5 type4×4 木道



写真6 type4×4 (縦) 木道

静岡県で生育したユリノキの含水率と密度及び板材の材質

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 稲葉 大地・長瀬 亘

研究の背景・ねらい

静岡県では、森林資源を循環的に活用するため、低コストによる主伐・再造林の事業を進めています。再造林には、スギ・ヒノキがよく植えられますが、短伐期での収穫や多様な木材利用のニーズに応えるため、他の樹種についても検討する必要があると考えられます。ユリノキは、幹が通直で成長が早く原産地の北米では材質や加工性が良好であることから主要な広葉樹用材として利用されています。静岡県では、県立森林公園に見本林として植栽されましたが、その材質に関する調査は行われてきませんでした。本研究では、同地に植栽されたユリノキの生長と物理的な特性との関係を把握するため、密度と含水率の樹幹内変動を調査し、また加工及び利用の適否を評価するため、ユリノキ板材の動的ヤング係数や狂いについて調査しました。

成 果

1. 立木の生長形質

試験対象地の立木の樹高 ($28.5 \pm 5.5\text{m}$ (平均 $\pm$ 標準偏差)) 及び胸高直径 ($43 \pm 13\text{cm}$) は、地位等級が同一のスギの予測 (樹高 11.7m 、胸高直径 22cm) に比べかなり大きいため、立木は良好な生長にあることが窺えました。平均年輪幅は、髄からの年輪数が15までは大きく変動し、20以降は4mm未満の小さい範囲で推移し、一方、樹高方向については一定の傾向はみられませんでした (図1)。

2. 含水率及び全乾密度の樹幹内変動

立木伐採時の含水率は、半径方向では一定の傾向は見られず、心材と辺材の差は小さく、樹高部位が高くなるほど減少する傾向にありました (図2)。全乾密度は、心材 ($459 \pm 36\text{kg/m}^3$ (平均 $\pm$ 標準偏差)) と辺材 ($479 \pm 40\text{kg/m}^3$) の差が 20kg/m^3 と小さく、樹高部位が高くなるほど全乾密度は高くなる傾向にありました。

3. 乾燥板材の材質

乾燥したユリノキの動的ヤング係数は、 $12.0 \pm 1.7\text{GPa}$ (平均 $\pm$ 標準偏差) でした。ヤング係数を成熟材と未成熟材で比較するために、2直線で近似した結果 (図3)、成熟材と未成熟材の差が 1.0GPa と小さい傾向にありました。乾燥板材の狂いは、幅反り、縦反り及び曲がりは加工で除去できる小さい範囲でしたが (表1)、ねじれについては、全体で $4.4 \pm 2.5^\circ$ (平均 $\pm$ 標準偏差) と大きいため注意が必要です。

成果の活用

1. 今回の調査結果から、ユリノキは利用価値が高く、生長に優れており、造林樹種候補として有望であることがわかりました。今後は、育種育苗、生態的な特性、化学的な性質等を踏まえたうえでの樹種選定が必要です。

2. 研究の成果は、日本木材加工技術協会年次大会 (2018,2019) 及び2021年度日本木材学会中部支部大会 (2021) で公表しました。

3. 本研究の一部は (国研) 森林研究・整備機構森林総合研究所交付金プロジェクトの研究成果です。

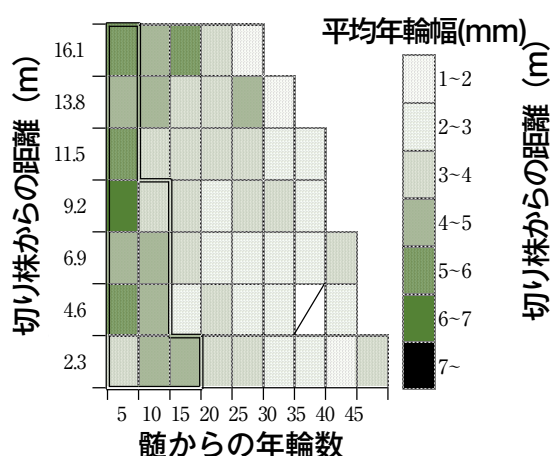


図1 平均年輪幅の樹幹内分布（一例）

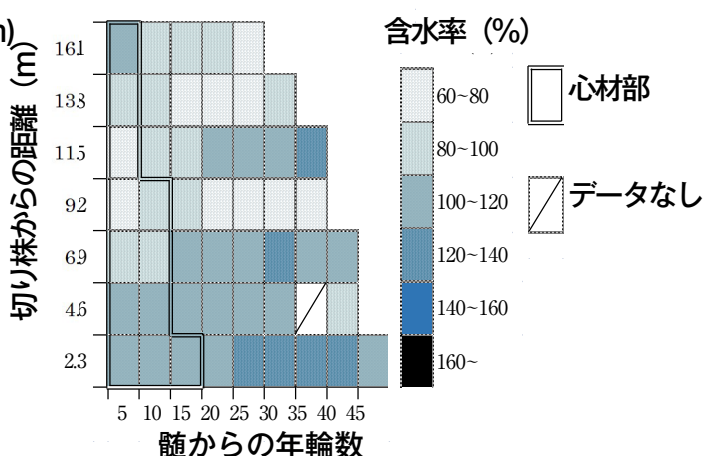


図2 含水率の樹幹内分布（一例）

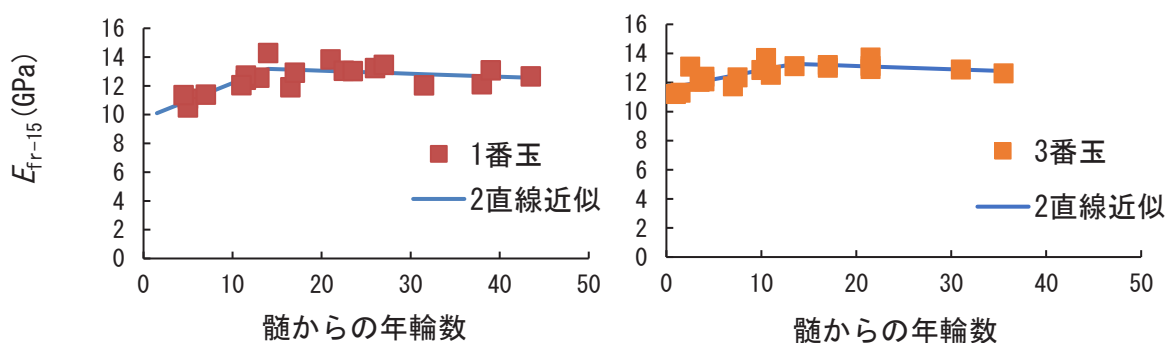


図3 髄からの年輪数とヤング係数の関係（1、3番玉の一例）

表1 天然乾燥板材及び人工乾燥板材の狂い

乾燥種別	試験体 寸法(mm)	試験体数	幅反り (mm)	縦反り (%)	曲がり (%)	ねじれ (deg.)	
天然乾燥 板材	20×130×2000	151	平均	3	0.24	0.04	4.4
			最大	11	1.02	0.33	14.2
			最小	0	0	0	0.9
			標準偏差	2	0.17	0.06	2.3
			発生率(%)	98	96	44	100
人工乾燥 板材	35×120×2500	130	平均	2	0.16	0.10	4.3
			最大	5	0.72	0.48	15.7
			最小	0	0.04	0	0
			標準偏差	1	0.12	0.08	2.3
			発生率(%)	99	100	99	99

木製土木構造物の簡易劣化診断法と経済波及効果の立証

京都府農林水産技術センター 森林技術センター 村山 浩久

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」が制定され、京都府では府庁横断的な組織として「府内産木材利用推進本部」を設置し、公共工事等で率先して木材利用の促進に取り組んできました。ところが土木事業への木材利用は、治山・林道分野以外では少ないことが課題でした。木材の耐久性が使用環境や樹種により異なり、構造物ごとの耐用年数や維持管理コストが不明な点や木材を利用することの価値が数値化されておらず、初期の経済性のみで評価されていることなどが、その要因と考えられました。そこで木材利用の促進には客観的な数値に基づく判断基準が必要と考え、木製土木構造物の劣化診断法と経済波及効果を検討しました。

成 果

施工後 8 ～ 13 年経過した転落防止柵（保存処理材）及び施工後 3 ～ 10 年経過した丸太伏工（写真 1）を調査したところ、機能上問題となる劣化は見られませんでした（図 1）。一方、施工後 6 ～ 14 年経過した木製フトンカゴを調査したところ、12 年経過したあたりから、一部部材の破損が見られました。

以上のことから、耐用年数をそれぞれ、転落防止柵（保存処理材）13 年以上、丸太伏工 10 年以上、木製フトンカゴ 12 年程度と判断しました。

また、高額な測定機器を用いずに劣化診断を行えるよう荷重計を介してドライバー（ねじまわし）を貫入するという簡便な手法を検討しました。最適な貫入荷重や先端形状について既存の劣化診断手法（レジストグラフ）との相関や調査者の負担等にまで配慮した上で検討し、プラスドライバー（写真 2）を装着し 150N の荷重で貫入するのが最適と判断しました（図 2）。

また、木製土木構造物（丸太伏工・残存型枠）と対照工法（コンクリート伏工・コンクリートパネル）の府内への経済波及効果を知るため、北海道が開発した試算ツールを京都府の実情に合わせて修正したものを公開しました。このツールの試算結果から生産誘発額では、丸太伏工の場合は材料購入費の 1.53 倍を示し、コンクリート伏工の 3.3 倍の経済効果があること（図 3）や、残存型枠の場合は材料購入費の 1.50 倍を示し、コンクリートパネルの 3.5 倍の経済効果があることが判りました。

成果の活用

荷重計による安価で簡便な部材劣化診断は、既存手法による診断結果との相関が高かったことから実用化を進めています。今回開発した京都府版地域経済への波及効果試算ツールに関しては、京都府のウェブサイトで公表しています。

https://www.pref.kyoto.jp/rinshi/keizai_hakuyu.html

また、本研究で得られた成果は、機関誌（林道 NO.581,582 合併号：林道研究会 2020）に掲載されています。



写真1 丸太伏工の経過年数と部材の様子

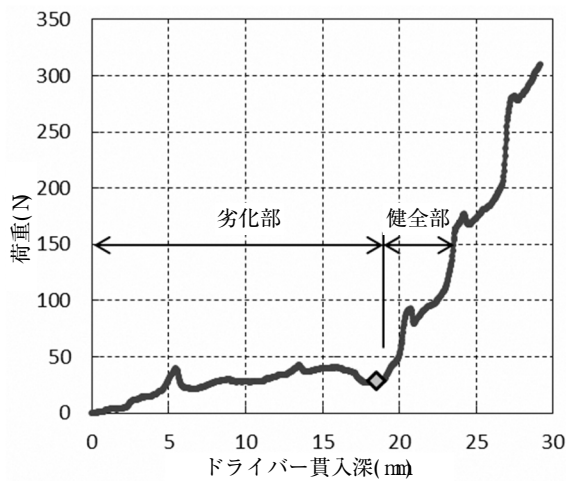


図2-1 貫入深と荷重(150N)との関係の一例

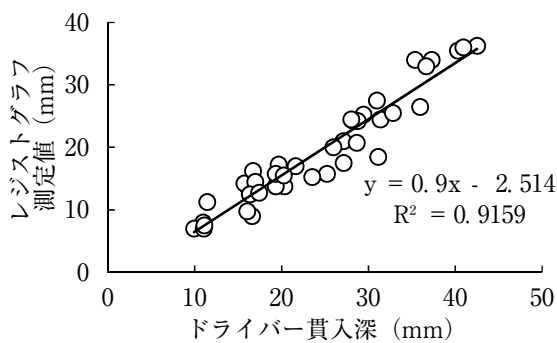


図2-2 貫入深(150N)とレジストグラフ測定値の相関

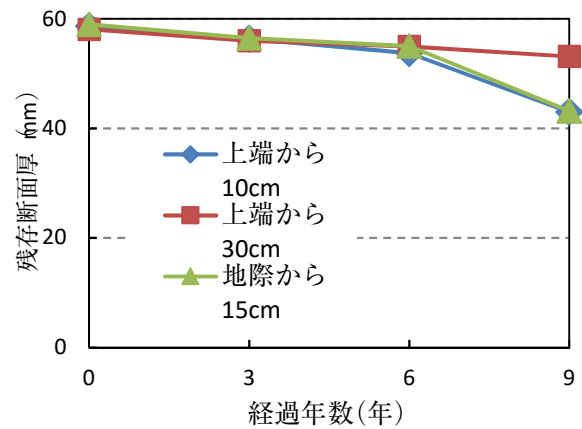


図1 丸太伏工部材の経過年数と劣化状況



写真2 荷重計+ドライバー(軸径3mm)

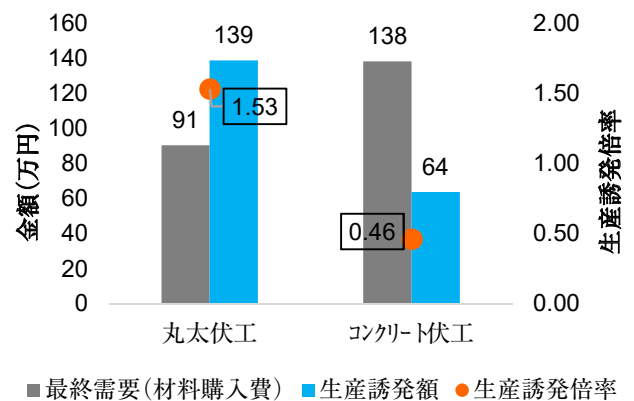


図3 京都府内への経済波及効果の比較

奈良県産材スギ材・ヒノキ材を用いた防音床材の開発

奈良県森林技術センター 木材利用課 岩本 頼子・矢杉 瑠美¹

(¹現 奈良県水循環・森林・景観環境部奈良の木ブランド課)

研究の背景・ねらい

奈良県では、全国と同様、人工林でスギやヒノキが利用可能な径級に育ってきており、これらの需要拡大、新商品開発が急務となっています。

マンション等の集合住宅では、日常生活で様々な生活音、例えば子供の走り回りや飛びはね時には重量床衝撃音と呼ばれる低い周波数の音、椅子やテーブルの移動や物品の落下時には軽量床衝撃音と呼ばれる高い周波数の音が発生します。これらは上下階の住人間で深刻なトラブルに発展する可能性があるため、床材料には高い防音性能が求められます。重量床衝撃音は床構造に由来しますが、軽量床衝撃音はフローリング材の改良で軽減できます。そこで、奈良県産スギ材・ヒノキ材を使ってコンクリート直張り用の防音フローリング材の開発に取り組みました。

成 果

1. 木材の加工条件の検討および緩衝材の選定

奈良県産スギ材、ヒノキ材を対象に、防音性能の決め手となる、木材の裏側の溝加工（切れ込み）、および緩衝材について検討しました（図1）。溝加工については深さ、鋸幅、ピッチ間隔を、緩衝材については素材、目付、厚みを変え、ハンマーによる簡易打撃試験（図2a）や、JIS A 1440-1：2007「実験室におけるコンクリート床上の床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定方法—第1部：標準軽量衝撃源による方法」を参考にした簡易試験（図2b）を行いました。図2ではフローリング材を打撃する様子を示していますが、それぞれ階下でマイクロフォンによる音の測定を行っています。コンクリート床を直接打撃した場合との比較から、各条件で調整したフローリング材について防音効果を確認し、高い性能を示す条件を見つけ出しました。

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として一般に流通しているスギ材やヒノキ材の密度分布では、防音性能に大きな差は生じず（図3）、含水率、節、塗装の有無も防音性能に大きな影響を及ぼさないことを確認しました。

2. 開発品の床衝撃音低減性能の評価

1で防音性能に優れると判断したフローリング材について、一般財団法人 日本建築総合試験所に試験依頼し、JIS A 1440-1に基づく評価を依頼しました（図2c）。その結果、スギ材、ヒノキ材とも、板幅 110mm、板厚 14.5mm、長さ 950mm の形状で、図4のとおり、 Δ LL(I)-4 となりました。一般にマンションの管理組合では、フローリング材の防音性能基準を、日本建築学会が推奨している LL-45（現在の基準で Δ LL(I)-4 相当）以上とすることが多く、今回はこの性能をもつフローリング材が開発できたことになります。

なお、奈良県産材は通直で強度が高いという特徴があり、深い溝加工が可能であったことも高い防音性能につながったと考えています。

成果の活用

今回の開発品は、県内事業者が 2019 年 3 月からマンションリフォーム事業者等に向けて製造・販売を開始し（商品名：「音静香」）、2022 年 11 月現在も販売件数を順調に伸ばしています。

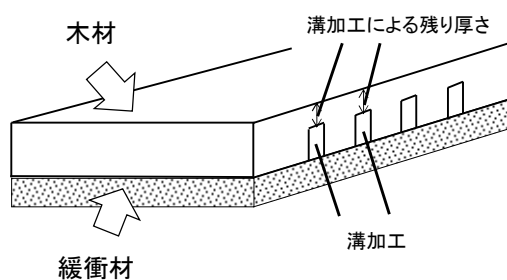


図1 試験体のイメージ

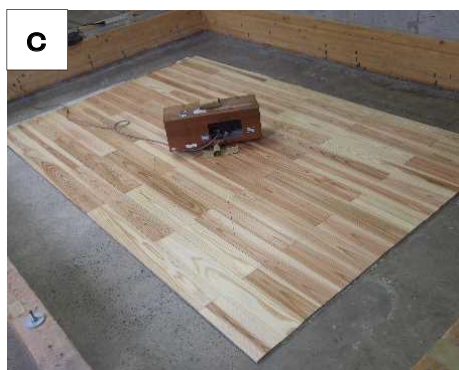


図2 各試験時の打撃の様子

- a: ハンマーによる簡易打撃試験
- b: JIS A1440-1を参考にした簡易試験
- c: JIS A1440-1に基づく試験

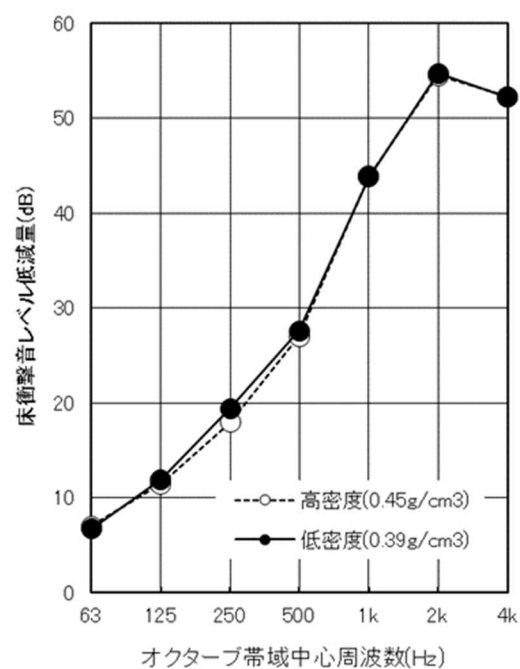


図3 材密度による床衝撃音レベル低減量の比較

樹種スギ、板幅110mm、板厚さ10mm、溝加工による残り厚さ4.2mm、緩衝材（厚さ6.0mm、目付335g/m²）

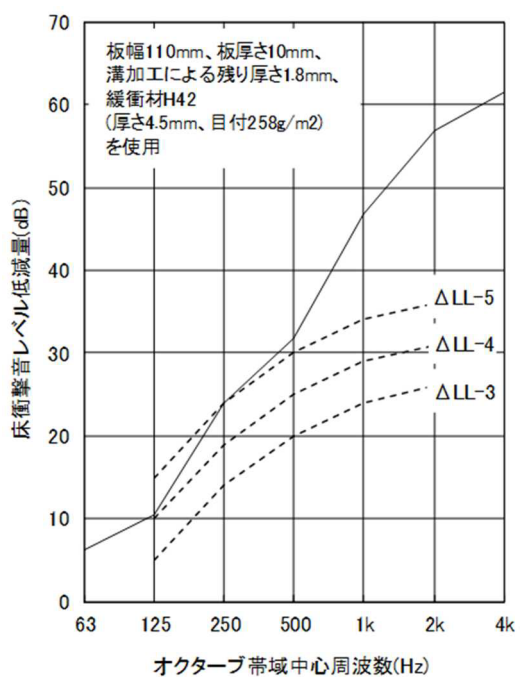


図4 JISA1440-1による評価（ΔL等級）

樹種スギ、板幅110mm、板厚さ10mm、溝加工による残り厚さ1.8mm、緩衝材（厚さ4.5mm、目付258g/m²）

簡易型強度測定器による原木の強度性能評価

和歌山県林業試験場 木材利用部 山裾 伸浩

研究の背景・ねらい

近年、住宅や公共建築などの木造建築において、変形しにくさを表す強度性能指標であるヤング係数が明らかな JAS（日本農林規格）製品を供給する必要性が高まっています。JAS 製品を効率的に供給していくためには、原木段階で強度性能に応じた選別を行うことが有効であると考えられます。一方、和歌山県ではこれまで県産スギ、ヒノキ原木の強度性能に関する知見は十分に得られていませんでした。そこで、県内の原木市場で簡易型強度測定器による県産スギ、ヒノキ原木のヤング係数を測定し、ヤング係数の分布状況を推測するためのデータベースを構築することとしました。

成 果

県内 4 カ所の原木市場において、ハンマーによる打撃振動で得られる周波数をもとにヤング係数を計算できる簡易型強度測定器（(株)エーティーエー製 HG2020sp）を用い、県産スギ、ヒノキ原木のヤング係数を測定しました（写真 1）。なお、ヤング係数の計算式は以下のとおりです。

$$E=4 \times f^2 \times L^2 \times \rho / 10^6$$

E: ヤング係数 (kN/mm²)、f: 周波数 (Hz)、L: 材長 (m)、 ρ : 密度 (g/cm³)

今回は桎積みした状態での簡易測定のため、原木密度は全て 0.7g/cm³ に設定し、また、材長は整数のメートル単位とし、余尺（余分の材長）は考慮しないこととしました。そして、スギ 6,461 本（1,781m³）、ヒノキ 5,915 本（1,096m³）、合計 12,376 本のヤング係数データを収集し、樹種、径級（原木の太さ）別等に集約、分析を行いました。

原木ヤング係数に基づく JAS 機械等級区分の結果は図 1 のとおりで、スギ全体では E70 の割合が最も高く次に E90、また、ヒノキ全体では E110 の割合が最も高く次に E90 でした。ただし、原木を径級 20cm 以下、径級 22～28cm 及び径級 30cm 以上の 3 つに選別した場合、両樹種ともに径が太くなると分布が左側に移る傾向が見られ、特に径級 30cm 以上ではヤング係数が低くなり、スギでは E90 よりも E50、ヒノキでは E110 よりも E90 の割合が大きくなりました。

また、密度 0.7g/cm³ の採用および余尺を考慮しない簡易な計算による数値の適合性について一部検証を行いました。簡易な計算によるヤング係数値（簡易ヤング係数）と、原木の密度及び材長を測定した詳細な計算によるヤング係数値（詳細ヤング係数）を比較してみたところ、図 2 に示すとおりスギ、ヒノキともに両者の間には相関が認められ、簡易な計算でもヤング係数を概ね把握することが可能であると推察されました。

成果の活用

これらの成果は、和歌山県産スギ、ヒノキ原木のヤング係数分布状況を推測できるデータベースとして、当試験場の成果発表会等で発表しました。今後は本成果を、木造施設、とりわけ県内で積極的に進めている公共施設の木造化に際して使用する木材の等級決定や、県内製材所等における効率的な JAS 製品供給に向けて活用していきます。

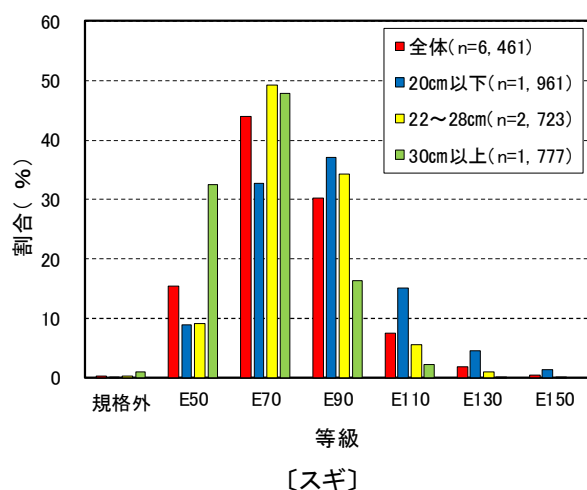


簡易型強度測定器

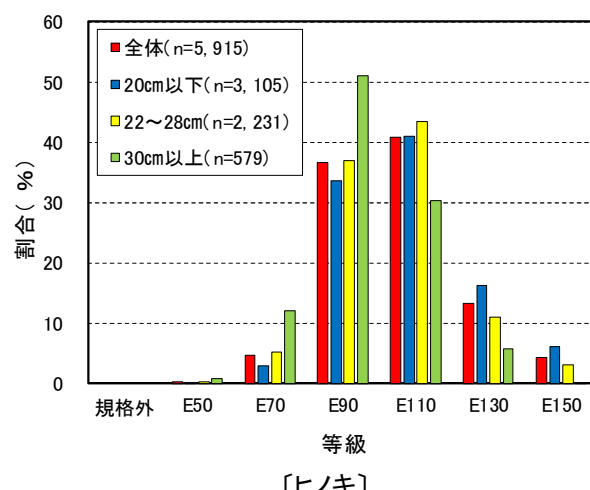


測定の様子

写真1 原木ヤング係数の測定

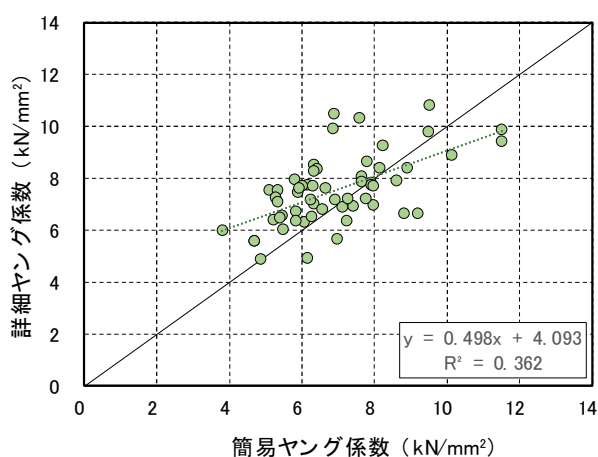


〔スギ〕

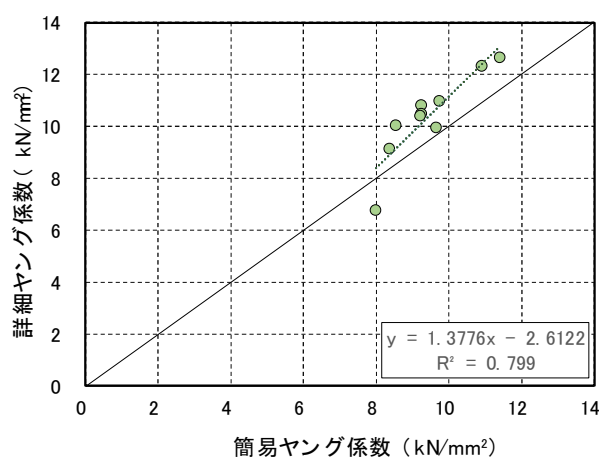


〔ヒノキ〕

図1 スギ、ヒノキ原木のヤング係数に基づくJAS等級区分結果



〔スギ(n=58)〕



〔ヒノキ(n=10)〕

図2 スギ、ヒノキ原木の簡易ヤング係数と詳細ヤング係数の関係

〔問い合わせ先：和歌山県林業試験場 木材利用部 Tel 0739-47-2468〕

早生広葉樹センダン板材の乾燥方法

福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター 森林林業部 朝野 景・片桐 幸彦・伊藤 尚輝

研究の背景・ねらい

近年、短伐期で利用が可能な早生広葉樹への関心が高まっています。中でも国内(伊豆半島以西)に自生するセンダンは材の色が美しく、本県では内装材、家具材への利用が進められており、今後の需要拡大が期待されることから近年植栽も始まっています。一方でセンダンは、スギ、ヒノキのようにサイズや部位などで分けられた人工乾燥スケジュールが整備されていません。そこで、自生木のセンダンを用い、板材の厚み別に適切な人工乾燥スケジュールを作成しました。

成 果

1. 適切な人工乾燥スケジュールの作成

簡易決定法(100℃乾燥試験)の結果を基に、乾燥初期から終期までの温度と乾湿球温度差を設定しました。その設定条件で15mmと38mmの2種類の厚みの板材(長さ約1000mm、幅100mm)について乾燥実験を繰返し、生材から目標含水率までに乾燥する時間を調べました。目標含水率は厚み15mmで13%、38mmは12%です。結果は、厚さ15mmでは30時間、厚さ38mmでは、標準75時間となりました。なお、38mmの板材の場合、目標含水率に達していない場合は、最大で48時間を追加し123時間を要しました(表1)。

2. 収縮率の確認

乾燥による材の収縮を考慮した採材サイズを推定するために、厚みと木取り別に、乾燥前後の寸法変化から収縮率を整理しました。板目木取りの材で幅、厚み、長さ方向の順に収縮率が大きいなど、概ね木材の異方性に即した結果となりました(表2)。

成果の活用

本成果は、センダン材の家具製造を進める協同組合福岡・大川家具工業会をはじめ、センダンの人工乾燥を行う業者に活用していただけます。ただし、以下の点にはご注意ください。

- ・ 髄(材中心部)付近は製材時に割れが発生しやすい傾向があります。
- ・ 本スケジュールは標準的な材料の乾燥条件であり、節が多い材、製材時に既に割れや大きな反りが発生した欠点材、生材時の含水率が極端に高い材などでは適応出来ません。

自生木センダンの個体ごとの材質の違い、木材乾燥機の仕様の違いにより、本成果は今後改良も見込まれます。現場に即した乾燥条件を提供出来るよう努めていきます。

なお、福岡県農林業総合試験場令和4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の下記のURLで公表しています。

<https://farc.pref.fukuoka.jp/farc/seika/r04/04-11.pdf>

表1 センダン板材の厚み別人工乾燥スケジュール

(長さ約1000mm、幅100mm)

厚み15mm				厚み38mm			
含水率 (%)	温度 (℃)	乾湿球温 度差 (℃)	乾燥時間 (h)	含水率 (%)	温度 (℃)	乾湿球温 度差 (℃)	乾燥時間 (h)
90～80	50	4	2	90～80	65	5.6	8
80～70			3	80～70			10
70～60			3	70～60			9
60～50			4	60～50			10
50～40	50	5	5	50～40	65	7.8	10
40～35	50	7	3	40～35	65	11	6
35～30	50	12	2	35～30	65	20	3
30～25	55	22	2	30～20	70	28	9
25～20	60	28	2	20～15	77	28	5
20～15	65	28	2	15～12	80	28	5
15～13	77	28	2	生材からの乾燥時間			75
生材からの乾燥時間			30	追加乾燥	80	28	48-α
				生材からの乾燥時間(最大)			123

注) 1. 目標含水率：厚み 15mm13% (フローリング JAS 規格)、厚み 38mm12% (JIS S 1032)

表2 センダン板材 (長さ約1000mm、幅100mm) の厚み別収縮率 (%)

厚み15mm				厚み38mm		
木取り	板目	柁目	追柁	板目	柁目	追柁
長さ方向	0.42	0.00	0.01	0.68	0.07	0.30
幅方向	8.46	5.12	6.44	14.14	8.11	11.31
厚み方向	0.78	1.00	0.97	3.50	5.05	4.63



写真1 センダン丸太が家具になるまでの流れ

長く断面寸法の大きい構造材の乾燥に関する研究

熊本県林業研究・研修センター 林産加工部 中村 圭子・池田 元吉

研究の背景・ねらい

林齢の高齢化に伴い大径化が進むスギ・ヒノキ資源の利用促進には形質や量に応じた製品づくりが急務です。スギの需要拡大が期待される用途の一つとして、木造住宅の横架材、中低層非住宅建築物への利用事例が増加している心持ち平角材が挙げられます。この需要を伸ばすためには、構造材としての信頼性確保が不可欠であり、その中でも強度性能の選別や他部材との安定した接合性能を確保するために、材端部付近の内部割れ低減対策を含めた乾燥技術の確立が重要です。

成 果

1. スギ心持ち材の組み合わせ乾燥（高温セット＋天然乾燥）による寸法安定性の確認

高温セット処理を含む乾燥スケジュールによる人工乾燥の目標となる含水率の確認を目的に、高温セット処理のみを行い、その後屋内天然乾燥したスギ心持ち材の断面寸法と重量を適時測定し、寸法変化が収束するまでの時間及び含水率を調べました（供試材標準寸法：166 × 166 × 6000mm）。その結果、天然乾燥約 300 日間で寸法変化がほぼ収束し（図 1）、その時の含水率は含水率計指示値で 20%程度（全乾法含水率で 15%程度）でした（図 2、3）。この値は、高温セット処理を含む乾燥スケジュールによる人工乾燥の目標含水率を検討するうえで有益な情報となりました。

2. 乾燥前選別法の検討

乾燥前の材の含水率区分の簡略化を目的に、乾燥材の水分管理に広く用いられている含水率計による選別の可能性について検討しました（供試材標準寸法：スギ心持ち平角 135 × 255 × 4000 mm、乾燥スケジュール：95℃ 初期蒸煮 8 時間、乾球温度（DBT）120℃、湿球温度（WBT）90℃ の高温セット処理 18 時間、その後 DBT90℃、WBT60℃ 中温乾燥 193 時間）。その結果、乾燥前 1 製材あたり 6 か所（相対する広い 2 材面の元口側、中央部、末口側の計 6 か所）で測定した含水率計指示値平均値と乾燥後全乾法含水率の関係には強い相関関係があることから、含水率計による乾燥前選別の可能性が示唆されました（図 4 - 左）。また、今回の試験では材の元口側 1 か所の含水率計指示値により 6 か所平均値と同程度以上の精度の選別が示唆されました（図 4 - 右）。

3. 材端部内部割れ対策の検討

シリコーン系シーリング剤を用いた木口面シールによる材端部付近の内部割れ抑制効果について検討しました（2 と同時に実験を実施）。その結果、シールすることで材端部の過乾燥を抑制し、明らかに内部割れの抑制に効果があることが分かりました（図 5、6）。

成果の活用

当センターの業務発表会及び各種刊行物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での情報提供を行うこととしています。

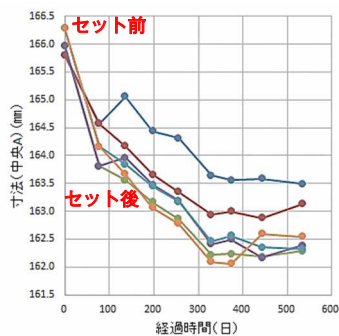


図 1 試験材中央寸法の変化

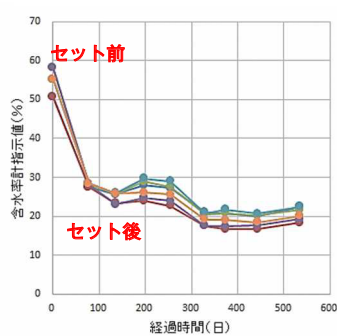


図 2 試験材含水率指示値
(平均値) の変化

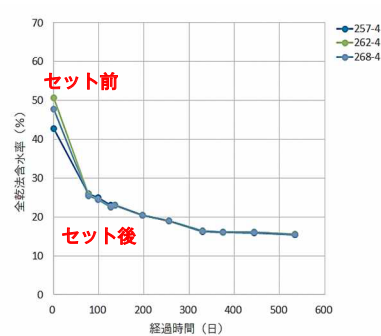


図 3 推定した全乾法含水率
の変化

※図 1～3における経過時間 0日の数値は、高温セッティング処理前の値を示す。

※経過時間は高温セッティング処理（蒸煮 8時間＋セッティング処理 22時間）開始時を 0日とし、6日から屋内天然乾燥を開始した。

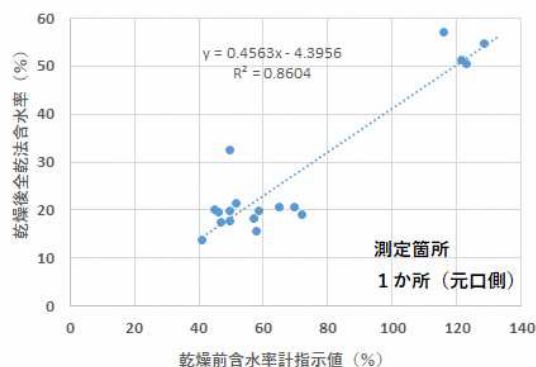
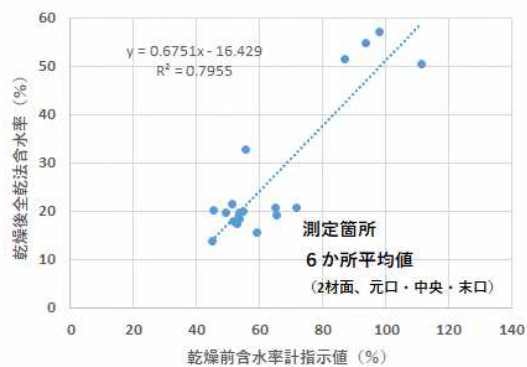


図 4 乾燥前含水率計指示値と乾燥後全乾法含水率の関係

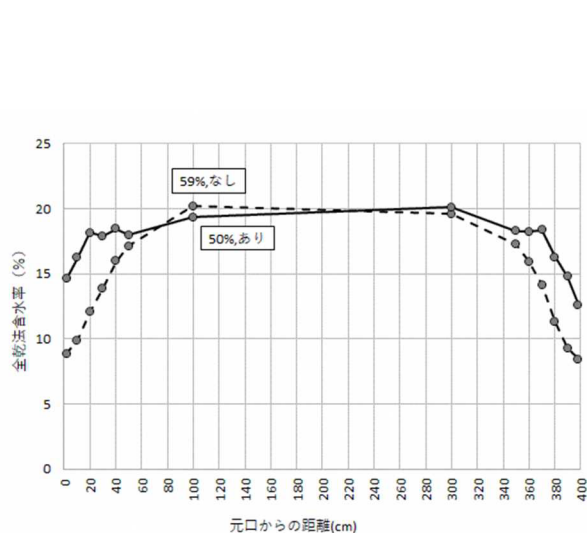


図 5 試片採取位置別の含水率状況の一例

※図中の数値は左から含水率計による乾燥前元口側 1 材面の測定値、乾燥後全乾含水率

※“あり”、“なし”は木ロシールの有無

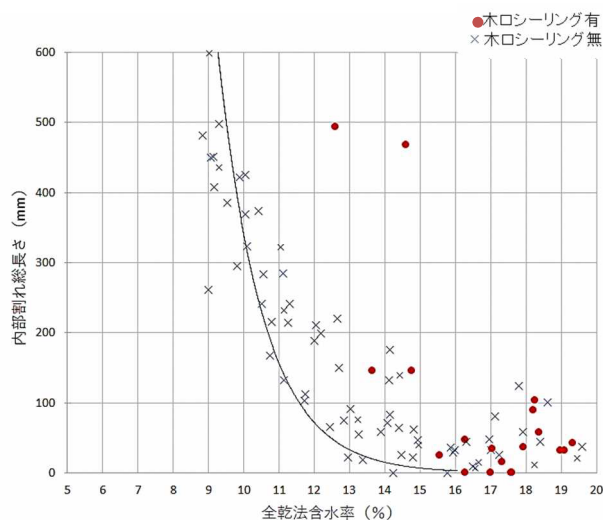


図 6 割れ調査試片の含水率と横断面の
割れ総長さの関係の一例

スギ大径材の有効利用技術の開発

大分県農林水産研究指導センター林業研究部 古曳 博也

研究の背景・ねらい

スギ人工林の高齢級化に伴い素材が大径化しています。母屋角サイズの正角材（仕上がり断面寸法 90 × 90mm）を生産する場合は、通常、適寸材から 1 本採材されますが、末口径 46cm 程度の大径材を用いると、9 本採材（以下、9 丁取り正角材と記す）することも可能となります。

本研究では、9 丁取り正角材の採材位置ごとの性状を調査するとともに、人工乾燥方法や強度特性について試験を行いました。

成 果

1. 採材位置ごとの性状

9 丁取り正角材は、まず大径材から断面寸法 103 × 103mm で採材し、乾燥した後（表 1 の条件 2）、断面寸法 90 × 90mm に仕上げました（図 1）。採材位置ごとに含水率、曲がり、曲げ強さ（MOR）、曲げヤング係数（MOE）及び縦振動ヤング係数（ E_{fr} ）を測定しました（図 2～図 4）。採材直後の含水率は中央部で低く、曲がりや曲げ強さは外部の木表側で大きくなりました。仕上げ後の MOR、MOE、 E_{fr} には互いに相関があり、値は外部 ≥ 中央部となる傾向を示すことが分かりました。

2. 人工乾燥試験

断面寸法 103 × 103mm に採材した 9 丁取り正角材について、含水率 20% 以下を目標に人工乾燥試験を行いました（表 1、図 5）。乾燥終了時の含水率は、心持ち材より心去り材が低くなる傾向を示しました。条件 3 の高温乾燥では乾燥前含水率 70% の心去り材が、また条件 5 の中温乾燥では乾燥前含水率 120% の心去り材が概ね含水率 20% 程度になることが分かりました。

3. 曲げ強度試験

乾燥した 9 丁取り正角材（表 1 の条件 3、条件 4）について、（公財）日本住宅・木造技術センターの「構造用木材強度試験マニュアル」に準じて、曲げ強度試験を行いました（図 6）。MOR と MOE の間に相関が見られました。また、製材 J A S の機械等級区分による基準強度を概ね満たしました。しかし、一部基準を満たさない材もありましたので、用途によって材を選別することが重要になると思われました。

成果の活用

スギ大径材から採材された 9 丁取り正角材の材質調査結果は、大分県林業研究部年報等の刊行物で広く周知します。

大径材から複数本採材される製材品については、引き続き、乾燥や品質等の試験を実施しデータを蓄積します。普及パンフレット等を作成して、実用化を目指していきます。

表1 人工乾燥スケジュール

条件	項目	ステップ	
		蒸煮	乾燥
		乾球-湿球(°C) 時間(h)	乾球-湿球(°C) 時間(h)
1	高温乾燥 1	98-98 8	120-90 20
2	高温乾燥 2		120-90 22
3	高温乾燥 3		120-90 24
4	中温乾燥 1	90-90 8	90-60 60
5	中温乾燥 2		90-60 144

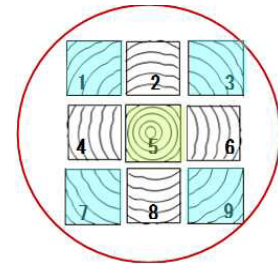


図1 9丁取り正角材の採材
1, 3, 7, 9 …心去り (4 方まさ)
2, 4, 6, 8 …心去り (2 方まさ)
5 …心持ち

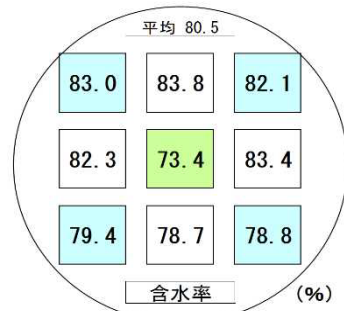


図2 採材後の含水率

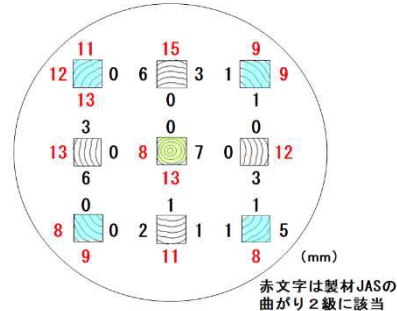


図3 採材後の曲がり (4 m材の中央矢高)

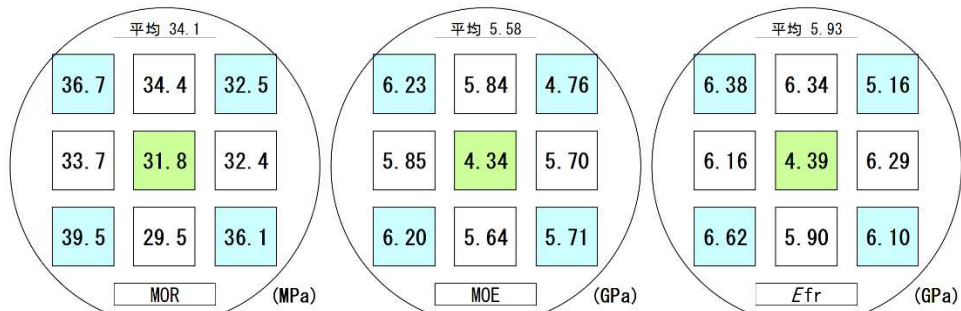


図4 乾燥後の曲げ強さ(MOR)と曲げヤング係数(MOE)と縦振動ヤング係数(Efr)

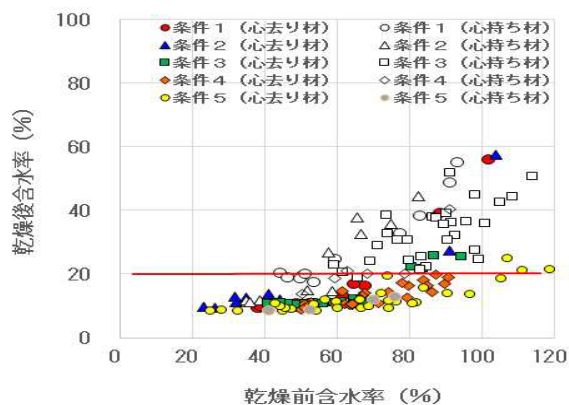


図5 乾燥前後の含水率

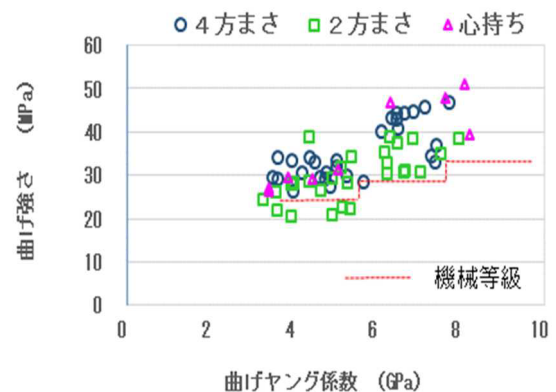


図6 曲げヤング係数と曲げ強さ

スギ心持ち平角材における人工乾燥条件の検討

宮崎県木材利用技術センター 木材加工部 松元 明弘

研究の背景・ねらい

住宅をはじめとした木造建築物における構造材（柱・梁桁等）の寸法安定性や強度性能の確保は必須条件となりつつあり、これらの構造材には一般的に人工乾燥材が用いられています。中でも、在来軸組構法において多く使われる心持ち正角や平角については、表面割れを防ぐため、乾燥初期に高温セット処理を行うことが主流となっています。

高温セット処理は、100℃超の高温で木材を乾燥させますが、処理時間が過度に長くなると材表面の著しい変色や、内部割れが発生します。そこで、本研究では、スギ心持ち平角を対象に高温乾燥時間が長いスケジュールで乾燥した材と短い時間に抑えた材で、表面割れや内部割れの発生状況および曲げ強度等の比較検証を行いました。

成 果

試験には、宮崎県産スギ心持ち平角（120 × 200 × 4,000mm）の未乾燥材 120 本を用いました。これらを縦振動ヤング係数の平均値が同等になるように 40 本ずつ 3 つのグループに分け、蒸気式乾燥機により、それぞれ表 1 に示す乾燥スケジュールで人工乾燥を行いました。いずれの乾燥スケジュールにおいても含水率 15% 以下を目標に乾燥した結果、高温 48hr ①、②では試験材の 9 割以上、また、高温 20hr では、8 割の試験材が含水率 15% を下回っていました。

人工乾燥終了後は、全ての試験材について、断面寸法を 105 × 180mm に仕上げ加工し、木口面を除く 4 材面に発生した表面割れの総長さを測定しました。乾燥条件ごとの比較では、高温セット時間が長い条件で表面割れが少ない傾向にあり、とくに高温 48hr ①が最も表面割れが抑えられていました（図 1）。また、試験材の元口側から約 500mm の位置で内部割れ測定用の試験体（厚さ：25mm）を切り出し、試験体横断面の片方の木口面について内部割れの総長さを測定しました。その結果、高温 20hr では、ほとんどの試験材において、内部割れ総長さが 100mm 以下に抑えられていました（図 2）。また、試験材の末口側から長さ 3,500mm で曲げ試験体を切り出し、スパンを材せい（部材断面のうちの長辺）の 18 倍（3,240mm）とした 3 等分点 4 点荷重方式により曲げ試験を実施しました。乾燥条件ごとの曲げ強さの比較では、高温 20hr に比べて、高温 48hr ①、②がやや低い傾向を示しました（図 3）。

成果の活用

試験で得られた成果をもとに、適正な人工乾燥条件を普及するための資料を作成し、製材工場等へ配布するとともに、人工乾燥材生産事業者を対象に、講習会等を開催する予定です。

表1 人工乾燥スケジュール

高温48hr ①				高温48hr ②				高温20hr			
ステップ	時間 (hr)	乾球温度 (℃)	湿球温度 (℃)	ステップ	時間 (hr)	乾球温度 (℃)	湿球温度 (℃)	ステップ	時間 (hr)	乾球温度 (℃)	湿球温度 (℃)
昇温	2	75	75	昇温	2	75	75	昇温	2	95	95
蒸煮	10	95	95	蒸煮	10	95	95	蒸煮	6	95	95
高温セット	48	120	90	高温セット	48	120	95	高温セット	20	120	90
乾燥	30	100~110	90	乾燥	144	105~115	85~95	乾燥	476	90	60
	498	90	62		396	90	62				
合計時間	588			合計時間	600			合計時間	504		

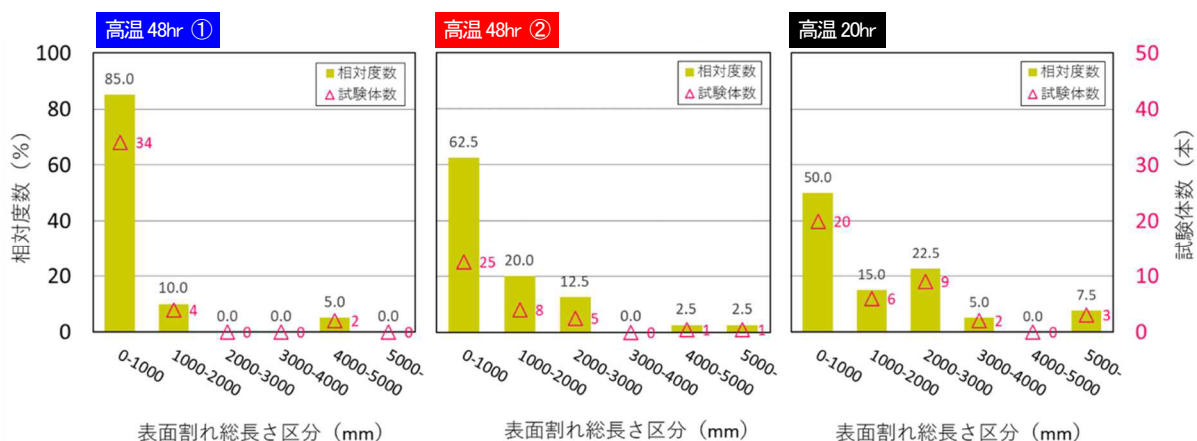


図1 スギ平角1本当たり表面割れ総長さの分布

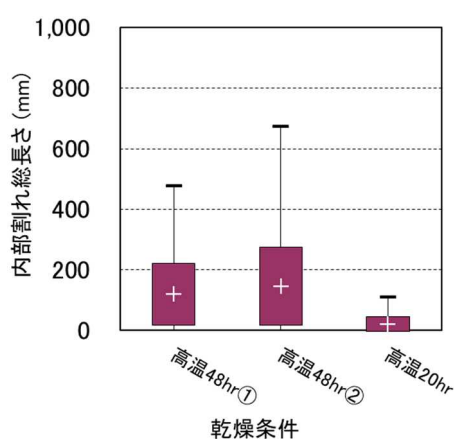


図2 1横断面当たりの内部割れ総長さ

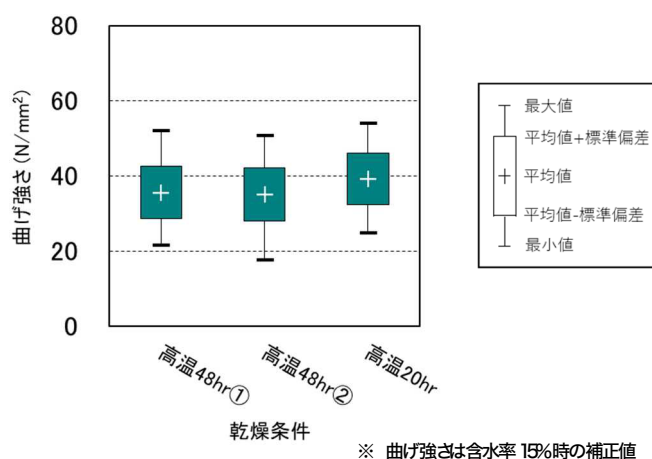


図3 乾燥条件ごとの曲げ強さ

「ナメコの味の見える化」による優良育種素材の選抜

長野県林業総合センター特産部 増野 和彦・古川 仁
(一社) 長野県農村工業研究所きのこ開発研究部 城石 雅弘・中村 美晴

研究の背景・ねらい

現在、ナメコは菌床栽培により効率的に生産されています。その一方で、供給過剰のため市場単価が低迷し、生産者の経営にとっては厳しい状況です。そこで、これまでの生産効率重視の技術開発に、消費拡大策を加え、より美味しいナメコの生産技術開発を目指すことにしました。その第一歩として、(一社) 長野県農村工業研究所と共同で、味認識装置によりナメコの味を数値評価する「味の見える化」に取り組みました。次に、味分析の結果をふまえて優良育種素材の選抜を試みました。なお、本研究の一部は、科学研究費補助事業(課題番号: 21K05721)の一環として実施したものです。

成 果

1. 味認識装置は、人の舌を模した「味覚センサー」を持っています。これを用いた味の数値評価例は、日本酒、醤油、味噌などの食品ではあります。しかし、きのこでは報告が見当たらなかったため、ナメコについて味の数値評価が可能か、予備的な検討を行いました。その結果、ナメコについて味認識装置での分析で特に有効な項目は、旨味、旨味コク、苦味雑味であることが分かりました。
2. 目標とする味を「野生ナメコ」の味としました。官能評価で多くの人が採取直後の野生ナメコを美味しいと評価したことによります。そこで野生ナメコの子実体を味認識装置で分析したところ、「苦味雑味値が小さく旨味値が大きい」ことが分かりました(図1)。
3. 日本国内から採集したナメコ野生株を用いて栽培試験を行い、得られた子実体(写真1)について、野生ナメコの味の数値を基準に味分析を実施しました。分析結果から「旨味値」と「苦味雑味値」を用いて散布図を作成して味を見える化し、「苦味雑味値が小さく旨味値の大きい」野生株を5系統選定しました(図2)。
4. 「旨味コク値」を加えて主成分分析を行って、主成分得点をグラフ化したところ、選定した5系統が3つのグループに分かれました(図3)。
5. 同時に調べた栽培特性(図4)と味分析の結果から、栽培効率に優れ、かつ美味しい優良育種素材1系統(菌株名: 白山ナメコ C-1)が選定できました。

成果の活用

美味しいきのこを食卓に届けるには、「品種」「生産技術」「保存流通技術」の3つがそろう必要があります。今回の成果は、品種開発のための優良育種素材の選定に資するものです。今後は、得られた知見を活用して、美味しくするための、培地組成・栽培環境などの生産技術、冷蔵・冷凍などの保存流通技術についても検討する計画です。

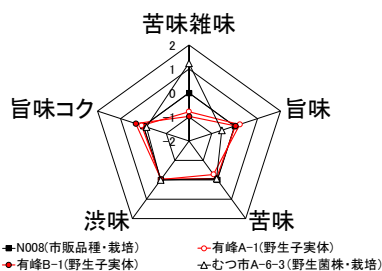


図1 ナメコ野生子実体の味分析結果
(市販品種N008の値を0として換算)



写真1 野生株の栽培試験で得られた子実体

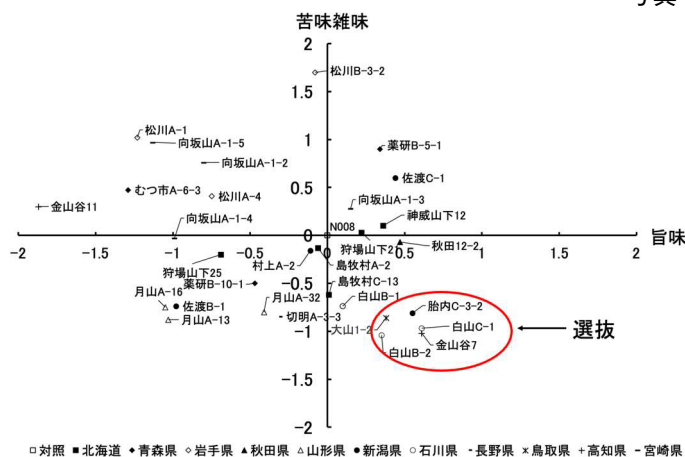


図2 味分析結果の散布図(旨味値・苦味雑味値)
(市販品種N008の値を0として換算)

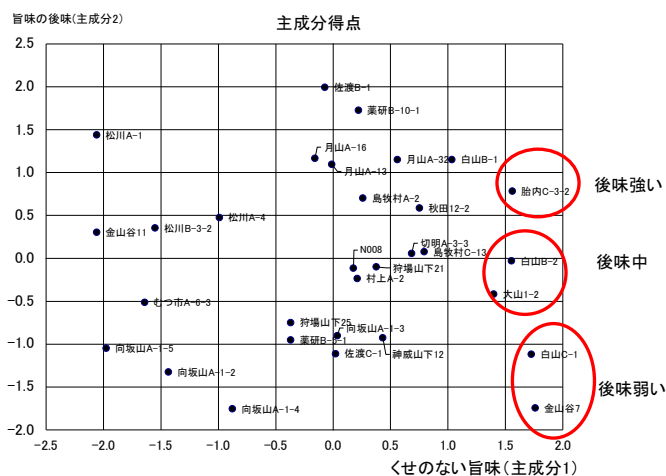


図3 主成分得点の散布図
(旨味値・苦味雑味値・旨味コク値)

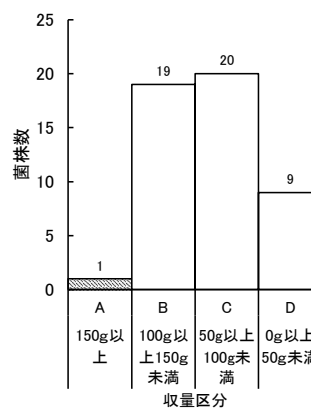
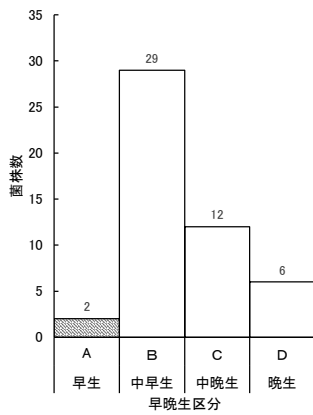
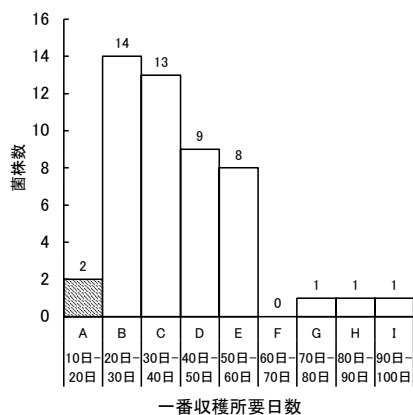


図4 野生株
の栽培試験
による生産
効率からの
選抜(塗り
つぶしで示
した菌株)

ササクレヒトヨタケ安定栽培技術の開発

三重県林業研究所 研究課 井上 伸

研究の背景・ねらい

大手量販店等で取り扱われている主要なきのこ類は、多額の設備投資を行うことで、大量生産することが可能となり、安価で市場に流通しています。一方、三重県内におけるきのこ生産者の多くは中小規模の生産施設しか持たず、コスト削減にも限界があることから、大量生産品との競合により、経営が厳しい状況にあります。そのため、きのこ生産者からは、大量生産品と差別化が可能な新しいきのこ品種の開発が望まれています。

そこで、本研究では、大量生産品と形状や風味などで差別化が容易で、商品性の高い品種としてササクレヒトヨタケ（写真1）を選定し、菌床を用いた栽培技術の検討等（写真2）に取り組みました。

成 果

- 1 ササクレヒトヨタケ菌糸の温度特性を明らかにするため、県内で採取した野生株1系統を供試菌とし、異なる温度下で菌糸の培養を行い、菌糸伸長量を測定しました。その結果、最適な菌糸伸長温度は25℃付近で、35℃では菌糸伸長が停止することが示唆されました（図）。
- 2 ササクレヒトヨタケ栽培に適した栄養材の種類と配合割合を明らかにするため、木質系堆肥とカラマツおが粉を混合したものを基材とし、基材と栄養材を容積比で5:1の割合で添加し子実体発生量を調査しました。なお、栄養材にはきのこ栽培に広く利用される一般フスマと米ぬかを異なる割合で配合しました。その結果、栄養材における一般フスマと米ぬかの配合割合は、米ぬか単独、もしくはフスマの添加率を栄養材全体のうち容積比で25%程度までとすることが望ましいと考えられました（表）¹⁾。

成果の活用

上記で示した以外にもササクレヒトヨタケ菌床栽培に適した基材の種類や基材と栄養材の配合割合などを明らかにしたものを栽培マニュアルとしてとりまとめ、三重県林業研究所のWebサイト（<https://www.pref.mie.lg.jp/ringi/hp/index.htm>）に公表しました。

また、ササクレヒトヨタケ菌床栽培技術を生産現場へ普及するため、生産現場での栽培試験に協力して頂けるきのこ栽培事業者を募集し、菌床作製から収穫まで事業者で行う現地適応化試験（写真3、写真4）に取り組んでいます。今後もこのような取り組みを続け、三重県内で安定的にササクレヒトヨタケが生産可能となるよう、努めていきたいと考えています。

引用文献

- 1) 井上 伸（2022）ササクレヒトヨタケ菌床栽培における栄養材の配合割合が子実体発生量に与える影響．三重県林業研報 12：1-7



写真1 野生のササクレヒトヨタケ



写真2 ササクレヒトヨタケの菌床栽培試験

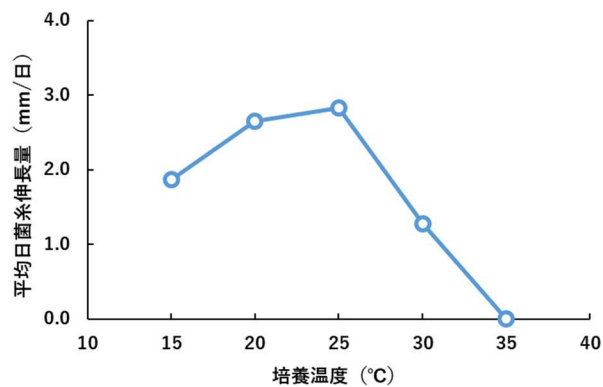


図 培養温度と平均菌糸伸長さの関係



写真3 生産現場における現地適応化試験

表 各種栄養材の配合割合と子実体発生量の関係

各種栄養材の配合割合 (米ぬか：一般フスマ)	供試体数 (個)	平均発生量±標準偏差 (g/菌床)
0:100	8	258.3±31.3 c
50:50	16	356.2±46.3 b
75:25	8	377.4±18.6 ab
100:0	16	404.6±44.7 a

異なるアルファベット間には有意差があることを示す (Steel-Dwass 検定: $p < 0.05$)。



写真4 現地適応化試験による出荷状況

原木栽培シイタケの子実体発生における気温上昇の影響

宮崎県林業技術センター 森林資源開発部 田中 沙耶香
宮崎県山村・木材振興課 特用林産振興担当 酒井 倫子

研究の背景・ねらい

現在のまま地球温暖化が進行すると、日本の平均気温は21世紀末には1980～1999年の20年間の平均と比べて約2.1～4.0℃上昇すると予測されており、原木シイタケ栽培においては、低温による発茸刺激不足等による子実体発生量の減少等への影響が懸念されます。そこで、今後、地球温暖化に適応した栽培技術を確立することを目的に、人工気象室を用いた子実体発生量等への影響について調査しました（写真1）。

成 果

温度等を任意に設定できる人工気象室2室を用いて、温度を平年気温に設定した試験区（以下、平年気温区）及び平年気温区から4℃あるいは2℃上昇させた試験区を設け、各試験区の10月～翌年5月の間における収穫日とともに発生した子実体の重量等を比較しました。供試菌は本県の生産現場で使用されている主な品種（表1）を用い、植菌後は、当センター内の林内で伏せ込んだ供試木（表2右）を人工気象室に配置しました。環境制御に用いたデータは1985～2014年の宮崎地方気象台都城観測所のデータから1時間毎に平均値を算出して設定しました。

その結果、子実体の乾燥重量は、2℃上昇区では2品種（E、F）が減少し、3品種（A、C、D）がほとんど変化せず、1品種（B）が増加し（図1左）、4℃上昇区では4品種（C、D、E、F）が減少し、1品種（A）がほとんど変化せず、1品種（B）が増加しました（図1右）。また、両試験ともに、発生温度の低い品種ほど差が大きく、その差は2℃上昇区より4℃上昇区のほうが顕著であることがわかりました（図1）。

さらに、温度上昇をさせた試験区の収穫期間は、品種にもよりますが、概ね収穫開始日が遅れ収穫最終日が早まる傾向にあり、その影響は2℃上昇区よりも4℃上昇区の場合で大きくなる傾向が確認されました（表2左）。

成果の活用

今後は、異常気象により多様化する気温の変動パターンや降水頻度等の条件を変えた場合についても調査を行い、得られた結果を基に遮光や散水等の方法を変える等の温暖化に対応した栽培技術の確立を検討するとともに、シイタケ栽培研修会や生産現地指導及び広報誌による情報提供を行う予定です。



写真1. 試験状況（人工気象室内）

表1. 供試菌の概要

区 分	品 種	成 長 温 度	発 生 温 度
中温性	A	8 — 20 ℃	10℃以下
中低温性	B	8 — 18 ℃	10℃以下
中低温性	C	7 — 20 ℃	14℃以下
低中温性	D	8 — 16 ℃	8℃以下
低温性	E	5 — 17 ℃	5℃以下
低温性	F	7 — 20 ℃	5℃以下

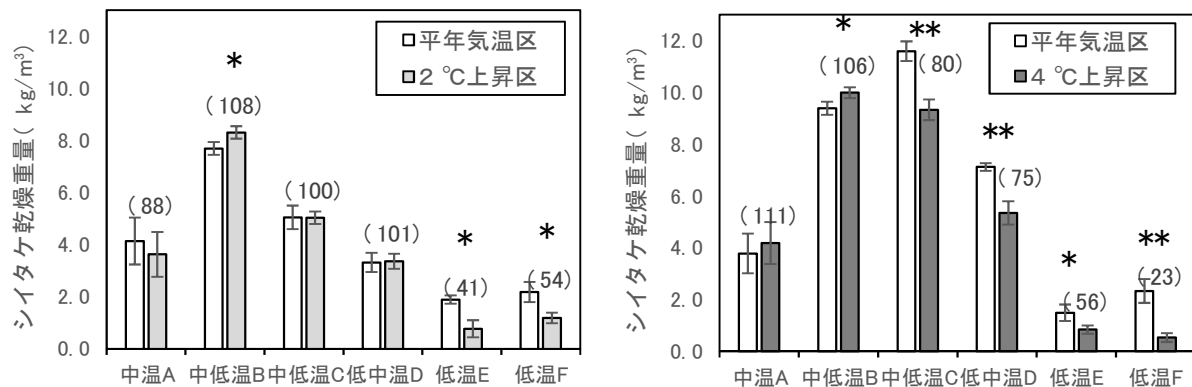


図1. 植菌から2夏経過後1シーズンにおける単位材積あたり乾燥重量

注) 左：平年気温区と2℃上昇区、右：平年気温と4℃上昇区

注) *は平年気温区と気温上昇区間に有意差があることを示す (* : p<0.05, ** : p<0.01)

注) () 内は平年気温区の値を100としたときの気温上昇区の値

表2 試験区毎の収穫期間等の比較と供試材料の詳細

区分		収穫期間等					供試材料の詳細			
品種	設定温度	収穫開始日	収穫最終日	収穫期間 (日)	気温上昇による日数の増減(日)	平年気温区100とした時の気温上昇区の増減率(%)	植菌日	中央径 (cm)	試験木数 (本)	
中温A	4℃上昇区	2020/11/16	2021/04/07	143	-26	85	2019/2/13	7.5 ~ 14.0	30	
	平年気温区	2020/10/21	2021/04/07	169						
	2℃上昇区	2021/11/10	2022/04/07	149			2020/2/10	6.0 ~ 15.4	35	
	平年気温区	2021/10/25	2022/04/12	170						
中低温B	4℃上昇区	2018/11/10	2019/04/10	152	-25	86	2017/2/16	7.0 ~ 16.4	24	
	平年気温区	2018/10/16	2019/04/10	177						
	2℃上昇区	2019/10/04	2020/04/28	208			2018/2/20	6.1 ~ 15.9	24	
	平年気温区	2019/10/04	2020/05/11	221						
中低温C	4℃上昇区	2015/11/09	2016/04/14	158	-52	75	2014/3/14	8.3 ~ 15.6	30	
	平年気温区	2015/10/16	2016/05/12	210						
	2℃上昇区	2016/10/31	2017/05/04	186			2015/3/2	9.1 ~ 18.4	26	
	平年気温区	2016/10/19	2017/05/12	206						
低中温D	4℃上昇区	2015/11/09	2016/04/14	158	-32	83	2014/3/14	7.3 ~ 14.2	30	
	平年気温区	2015/10/30	2016/05/06	190						
	2℃上昇区	2016/11/07	2017/04/19	164			2015/3/2	7.6 ~ 17.3	26	
	平年気温区	2016/11/02	2017/05/01	181						
低温E	4℃上昇区	2020/10/16	2021/04/07	174	3	102	2019/2/13	7.0 ~ 14.9	30	
	平年気温区	2020/10/19	2021/04/07	171						
	2℃上昇区	2021/11/25	2022/04/07	134			2020/2/10	6.0 ~ 15.0	35	
	平年気温区	2021/10/14	2022/04/12	181						
低温F	4℃上昇区	2019/01/21	2019/03/28	67	-88	43	2018/2/20	7.1 ~ 16.4	24	
	平年気温区	2018/11/05	2019/04/08	155						
	2℃上昇区	2020/01/21	2020/04/15	86			2019/2/13	6.0 ~ 16.2	24	
	平年気温区	2020/01/21	2020/04/20	91						

サカキの省力化栽培技術の開発

鹿児島県森林技術総合センター 資源活用部 松下 史香・河内 眞子¹

(¹ 現 鹿児島県かごしま材振興課)

研究の背景・ねらい

サカキの枝葉は年間を通じて神棚や神事に利用され、全国的に安定した需要があり、鹿児島県では1990年頃からスギの林床等を活用し栽培されはじめ、現在では全国2位の生産量を誇ります。

しかし、国産品は慢性的に供給不足であり、流通量の大半が中国産に占められていることから、市場からは品質の良い国産品の供給が求められています。一方、当県内では、近年、生産者の高齢化等により管理不十分なサカキ林が増加しています。

本研究では、このような管理不十分なサカキ林を萌芽更新により省力的で生産性の高い林分に仕立て直す技術を開発するための調査を行いました。

成 果

1. 調査地及び調査方法

〔調査地〕

- ・調査地① 始良市蒲生 (25年生)・40株(相対照度40%)
- ・調査地② 曾於市下財部(18年生)・40株(相対照度20%)

〔調査方法〕

スギ林内に植栽されたサカキを高さ60cmで台伐りし(図1)、発生した萌芽枝を1成長期後に3本あるいは5本になるまで調整を行った試験区(各区n=10)を設定し、2および3成長期後の12月に各試験木の優勢な3本の萌芽枝の根元径と長さを測定し、萌芽枝の発生状況や本数調整による成長促進効果などについて調査しました。また3成長期後については、商品となり得る収穫枝の発生状況を評価するため、地上高180cmまでの萌芽枝から発生した横枝の本数(横枝数)および最長の横枝(最長枝)の長さを測定しました(図2)。

2. 調査結果

台伐りした試験木からは全て13本以上の萌芽枝が発生し、サカキの旺盛な萌芽力を確認できました(図3)。萌芽枝径と萌芽枝長の関係については、調査地①、②とも高い相関が認められ、調査地①が②と比較して成長は大きい傾向がみられました(図4)。サカキは植栽から収穫までに7～8年かかりますが、今回の調査で、萌芽枝を3本・5本に本数調整したところ、台切りから3成長期には約40cmの横枝が発生し、4成長期以降には収穫可能(収穫までの期間を3年短縮)となることが示唆されました(表1)。病虫害発生懸念も考慮して、現時点では1成長期後に萌芽枝の本数を5本程度に調整することが望ましいと考えられます。

成果の活用

本研究で得られた成果については、第77回九州森林学会(令和3年10月29日～11月5日オンライン開催)で報告するとともに、鹿児島県森林技術総合センター研究報告第23号(令和4年3月)に掲載しました。また、栽培技術に関して得られたデータ等は、枝物生産者養成講座や既存の生産団体の講習会等で情報提供及び技術の伝達を行うこととしています。



図 1 萌芽枝発生初期
(2019年5月)



図 2 横枝の成長の状況
(左上2021年4月10日/
右上4月20日/下6月10日)



図 3 萌芽枝の状況
(2019年11月)

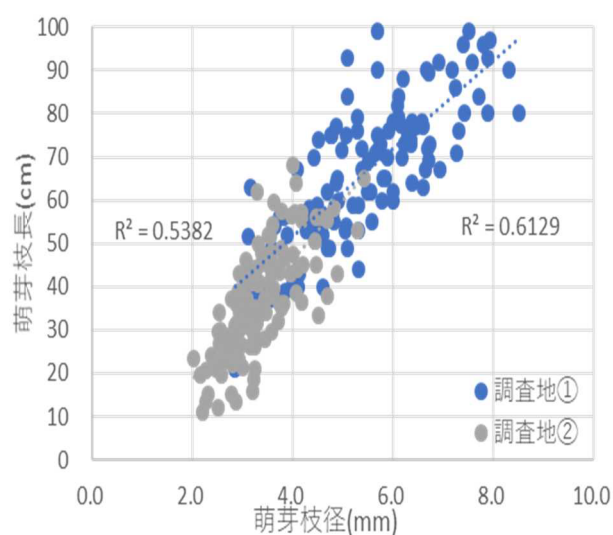


図 4 萌芽枝径と萌芽枝長
(2019年12月)

表 1 本数調整後の萌芽枝の状況(調査地②)

試験区	供試数 (株)	2020年12月 (2 成長期後)			2020年10月 (3 成長期後)			
		萌芽枝径(mm)	萌芽枝長(cm)	最長枝(cm)	萌芽枝径(mm)	萌芽枝長(cm)	地上180cmまでの 横枝数 (本)	最長枝 (cm)
3 本区	10	6.69(±1.41)	80.7(±23.3)	19.8	9.24(±2.33)	102.2(±25.7)	8.5(±3.5)	38.3
5 本区	10	6.69(±1.06)	74.5(±18.9)	22.6	9.56(±1.95)	102.8(±29.9)	10.2(±3.2)	40.4
対照区	10	5.50(±1.20)	68.7(±17.5)	14.9	7.66(±1.96)	90.6(±18.9)	7.2(±1.8)	32.4

公立林業試験研究機関 研究成果集 No.20 令和4(2022)年度

発 行 日 令和 5(2023)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)
デザイン 朝日印刷株式会社
茨城県つくば市東 2-11-15
電話 029(851)1188

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>