

公立林業試験研究機関

研究成果集

No. 22

(令和 6 (2024) 年度)

令和 7 (2025) 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。

本年6月4日、「統合イノベーション戦略2024」が閣議決定されました。この中で、グローバルな視点で研究力や産業競争力、経済安全保障への対応を一層強化していくことの重要性が示され、またAI・ロボティクスによる自動化・省力化、頻発する災害への備えや対応などが喫緊の課題として挙げられました。また同日に策定された「農林水産研究イノベーション戦略2024」においては、重点的に行う研究開発として人口減少に対応するスマート農林水産業の加速化が挙げられ、研究開発環境整備として異分野の知識や技術の導入・融合、知的財産マネジメントの強化などの必要性が挙げられています。

森林・林業・木材産業に関する研究を取り巻く環境やニーズを鑑みても非常に激しく移り変わっていると実感します。このような中、国・都道府県および公設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求められます。

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・技術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を推進し、成果の最大化を目指しています。また、公立林業試験研究機関のみなさまとの連携を密にしつつ、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ます。本成果集はこうした取り組みの一環として公設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。

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。ご利用いただければ幸いです。

令和 7 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

市町村を対象とした人工林資源予測ツールの開発

北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場 …… 1

UAVを活用した効率的な森林資源調査手法

青森県産業技術センター …… 3

39年生スギ巣植え林分の成長と低コスト化の可能性

秋田県林業研究研修センター …… 5

温暖化が進むと春先の川の水量は減る

秋田県林業研究研修センター …… 7

獣害防止柵撤去時における支柱等の簡易な引き抜き方法

埼玉県寄居林業事務所森林研究室 …… 9

アセビの分布に基づくスギ生育不適地予測図の作成

東京都農林総合研究センター …… 11

人工林における間伐が林床の昆虫群集に及ぼす間接効果

神奈川県自然環境保全センター …… 13

海岸砂丘地の広葉樹植栽に有効な客土方法

新潟県森林研究所 …… 15

山地災害リスクを考慮した路網整備のための地図の開発

岐阜県森林研究所 …… 17

センダンのコンテナ苗生産技術

愛知県森林・林業技術センター …… 19

再造林樹種としての早生樹センダンの可能性 石川県農林総合研究センター林業試験場 …… 21

作業日報入力分析支援ツールの開発

三重県林業研究所 …… 23

森林環境税を活用した強度間伐施業後の土砂移動量評価

大阪府環境農林水産総合研究所 …… 25

奈良県におけるツキノワグマの個体数の推定

奈良県森林技術センター …… 27

ドローン空撮画像を用いた簡易な森林調査

岡山県農林水産総合センター …… 29

下刈り省力の除伐への影響とコスト評価

高知県立森林技術センター …… 31

成長に優れたスギを活用した下刈り省力化

福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター …… 33

マツノマダラカミキリ発生予測図の作成

長崎県農林技術開発センター …… 35

センダンの短伐期施業を目的とした施業技術の開発

熊本県林業研究・研修センター …… 37

不採算人工林における森林再生技術の開発

鹿児島県森林技術総合センター …… 39

育種

9年生スギエリートツリーと従来種苗の応力波伝播速度

愛媛県農林水産研究所 林業研究センター …… 41

スギ・ヒノキさし木苗の生産性向上に関する研究 大分県農林水産研究指導センター …… 43

木材・林産

2024年問題に対応した原木流通を目指して ～中間土場のリードタイム短縮効果の検証～

北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 …… 45

カシノナガキクイムシ被害木の有効利用に関する研究 山梨県森林総合研究所 …… 47

有節スギ材の表層圧密技術の開発 鳥取県林業試験場 …… 49

木材乾燥機からの精油回収装置の開発 宮崎県木材利用技術センター …… 51

特用林産

ウルシ実生苗木の生産工程の効率化 岩手県林業技術センター …… 53

ハタケシメジの菌糸選抜による性能維持に関する試験 宮城県林業技術総合センター …… 55

大型容器を用いた質の高い菌根苗の作出法の開発 茨城県林業技術センター …… 57

群馬県由来のムキタケの選抜試験 群馬県林業試験場 …… 59

ミズナラ林におけるホンシメジ菌床の林地埋没試験 長野県林業総合センター …… 61

新たに侵入したハナバエ類によるタケノコの被害実態

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター …… 63

ふくい生まれの「極上マイタケ」の開発 福井県総合グリーンセンター …… 65

原木乾シイタケ栽培における夏から秋の散水処理効果

大分県農林水産研究指導センター、大分県西部振興局 …… 67

簡易資材によるたけのこ林の獣害対策法の検討と普及 宮崎県林業技術センター …… 69

市町村を対象とした人工林資源予測ツールの開発

(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 津田 高明

研究の背景・ねらい

北海道の人工林面積の約47%を占める一般民有林では、地域森林管理のマスタープランに位置づけられる市町村森林整備計画を市町村が5年ごとに策定し、実行管理する必要があります。この計画では主に伐採量と造林量を計画しますが、人工林の伐採が本格的に進む中、森林資源の長期的な持続性は評価されておらず、過剰伐採により森林資源の持続的な供給が今後難しくなる市町村が生じる可能性があります。そこで、北海道の主要造林樹種であるカラマツ及びトドマツ人工林を対象に、各市町村の人工林資源の長期推移を伐採量や造林量等に応じて予測し、持続可能性を可視化するための人工林資源予測ツールを開発しました。

成 果

人工林資源予測ツールは、現在の年齢別の資源構成（人工林蓄積と面積）から始まり、伐採→植栽→林分成長までの一連のサイクルを繰り返すことで、毎年の伐採量や造林量に伴う人工林蓄積や面積の変化を5年間隔で50年後まで出力できるようにしました。

本ツールの開発にあたり、留意した点は2点です。1点目は、林分成長量や伐採時期等が市町村により異なる点です。これらの違いを市町村単位の資源予測に反映できるよう、林分成長量については、植栽本数と地位指数を組み合わせることで、各樹種で90通りのパターンを準備しました。伐採時期については直近5年間の年齢毎の主伐確率を用いましたが、伐採実績の少ない市町村でも予測可能とするため、林業に関連する属性(地位指数や製材工場の有無など)から道内市町村を4つのクラスターに分類し、クラスターごとに伐採時期を分析しツールに取り込みました(図1)。なお、最新の資源構成と年齢別の伐採量を本ツールに取り込むことで、直近の伐採時期の傾向を反映できるようにしました。2点目は、本ツールの利用のしやすさです。本ツールは汎用の表計算ソフトで動作します。また、予測したい市町村を指定すれば林分成長量や伐採時期等が自動的に設定されるので、利用者に特別な知識がなくとも、人工林資源の長期的な予測ができるようにしました。本ツールの開発にあたっては市町村や森林組合等にヒアリングし、入力内容(図2)や出力結果の表示方法、マニュアルの整備を行いました。

利用者は、将来想定される伐採量や造林量の組み合わせ(シナリオ)を本ツールに入力し、それらの予測結果を比較することで、人工林資源が持続可能なシナリオを探索することが出来ます。例えば、伐採による人工林蓄積の変化(図3)や造林面積の増減による年齢別面積の変化(図4)を可視化できます。

成果の活用

本ツールは市町村や北海道での森林計画の検討、また北海道森林組合連合会が主催する森林組合職員を対象とした研修で使用されています。また、本成果の一部は、第72回北方森林学会や普及誌に報告しています。今後は、市町村や森林組合等からの要望に対応しつつ、本ツールを用いた施業計画や政策形成への反映につながるよう普及に努める予定です。

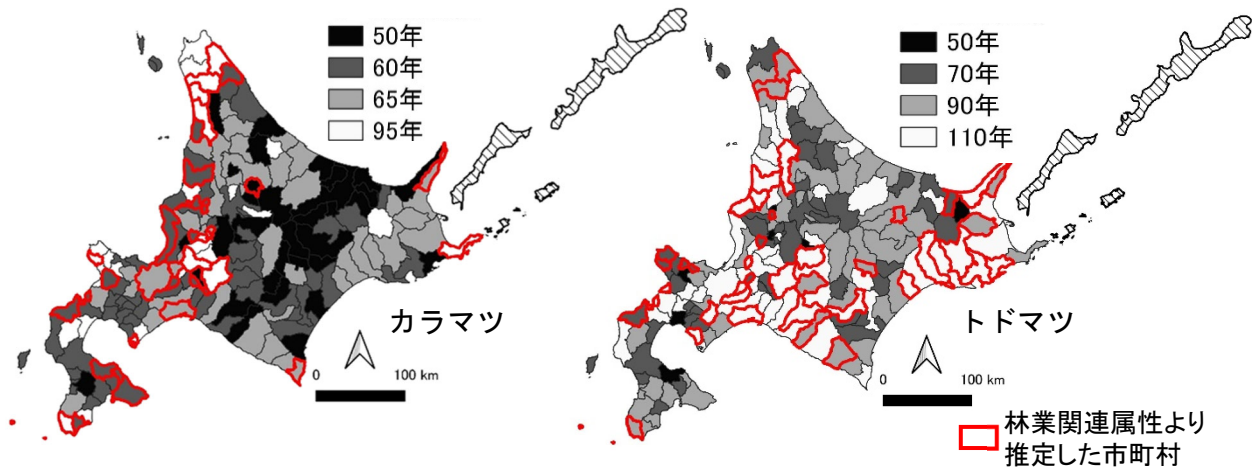


図1 北海道の市町村における両樹種の平均伐採林齢

対象樹種	トドマツ
②計算対象の森林面積	
齢級別森林面積	森林調査簿の数値
施業可能面積率	100%
③伐採材積の設定	
伐採量の入力方法	期間一律
間伐／主伐の材積比率	間伐と主伐は同程度で
④植栽面積の設定	
植栽面積の入力方法	苗木量と植栽本数(主伐面積以下に制限)

図2 シナリオ入力画面の一部

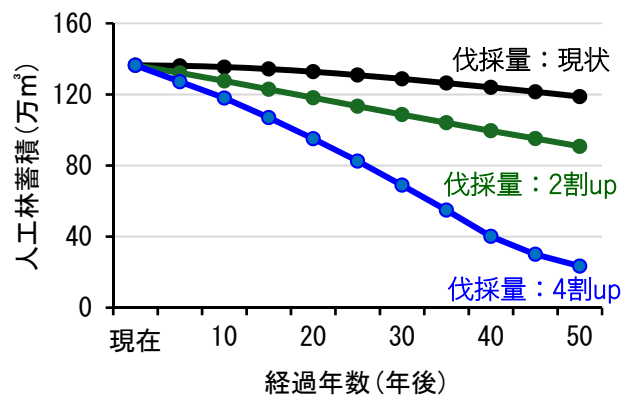


図3 資源予測の出力結果
(伐採量に応じた人工林蓄積の推移)

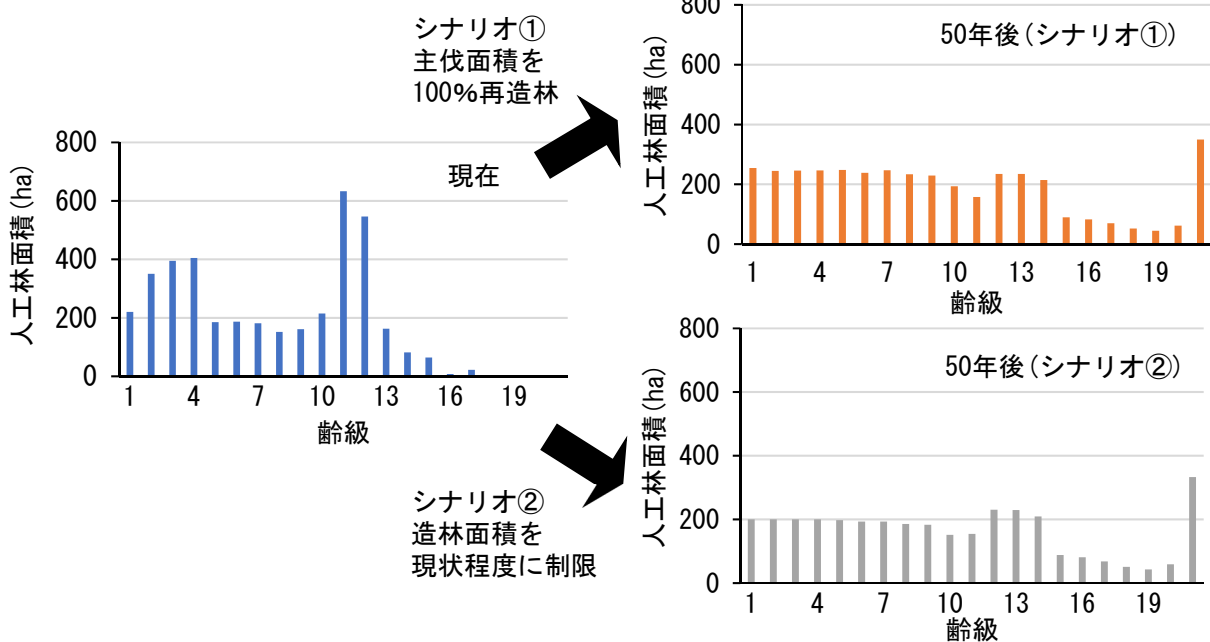


図4 資源予測の出力結果(造林面積の変化と齢級構成)

[問い合わせ先：北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場 森林経営部 経営G
Tel 0126-63-4164]

UAVを活用した効率的な森林資源調査手法

地方独立行政法人 青森県産業技術センター林業研究所 森林資源部 土屋 慧

研究の背景・ねらい

森林管理や立木販売に必要な森林資源調査は、林分の立木の胸高直径と樹高を1本ずつ現地で計測し、材積を算出する毎木調査によって行われています。毎木調査は、時間と労力がかかることから、人手不足が進行している近年においては、多くの現場を調査することが難しくなっています。毎木調査せずに、森林の一部をプロット調査して、全体を推定する場合がありますが、プロットの取り方によっては、実際の森林の材積とかけ離れた結果になる可能性もあります。そこで林業研究所では、近年、野外の調査・測量において活用が進んでいるUAV（Unmanned Aerial Vehicle、ドローン）を用いて、森林資源情報（立木本数、樹高、胸高直径、材積）を効率的に把握する技術の実用化に向けた研究に取り組んできました。

成 果

1. UAV写真を活用した森林資源調査方法の概要

UAV写真を活用した森林資源調査方法（以下、本手法）は、図1に示す順序で森林資源情報の解析を行います。本手法の特徴としては、UAV写真の解析で得られた樹高データを用いて、林分全体の樹高分布と同様の樹高分布を示すプロットの選定を行うことで、胸高直径や材積の推定精度を高める工夫をしていることです。また、本手法では、立木本数や樹高の計測などの解析に無償のGISソフト（QGIS）を用いることが特徴で、解析環境の整備費用が比較的安価に済みます。

2. 実証試験の結果

スギ人工林（45年生、面積 1.5ha、図2）を計測した事例を紹介します。本手法の精度は、毎木調査と比べ、立木本数が86%、樹高が104%、胸高直径が113%、合計材積が106%でしたが、上層木（18m以上）のみの場合は、全ての精度が±10%以内でした（表1）。この実証試験地は立木密度が高い部分があり、被陰された樹高の低い立木がUAV写真には写らず、毎木調査よりも立木本数が少ない結果となりました（図3）。省力化の程度を評価するために、計測に要した人工数（1haあたりの人数×日数）を比較した結果、本手法は毎木調査と比べ、1/5以下の人工数でした（表2）。以上から、本手法を用いることで、現地の毎木調査が省力化され、効率的に森林資源情報を把握することができると考えられます。

成果の活用

UAV写真を活用した森林資源調査方法をまとめ、県や市町村、森林組合等の林業関係職員が自ら計測して解析することが可能なマニュアルを作成しました。概要版をホームページ上（https://www.aomori-itc.or.jp/soshiki/nourin_ringyou/kadai_seika/sumarin.html）で公開するとともに、技術指導等に活用しています。

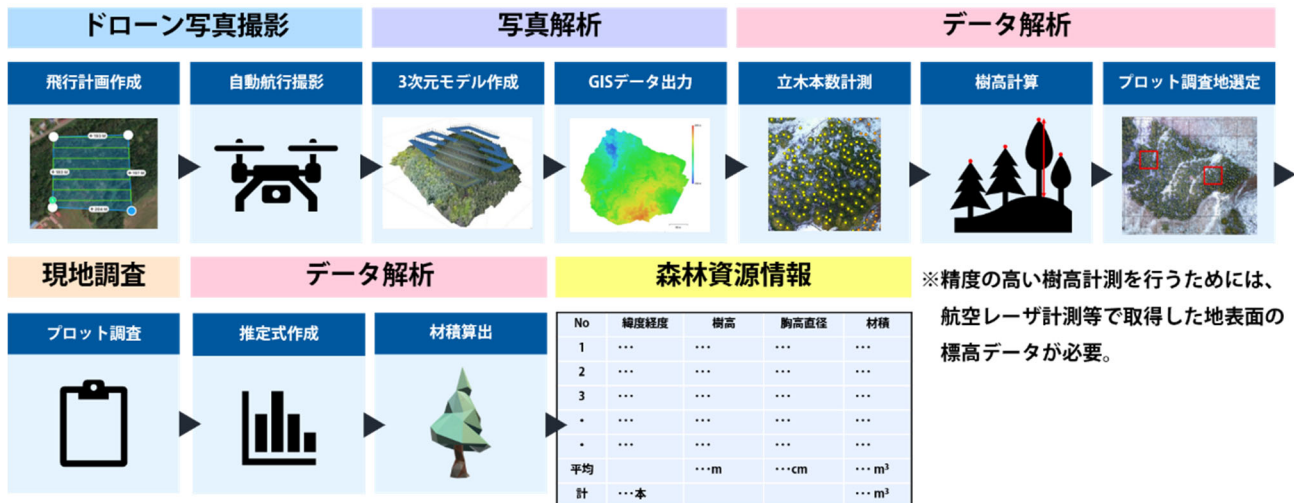


図1 UAV写真を活用した森林資源調査方法の流れ

表1 スギ人工林における UAV 写真計測の精度

項目	全木			上層木		
	毎木調査	UAV 写真	精度	毎木調査	UAV 写真	精度
立木本数 (本)	1,909	1,645	86%	1,694	1,535	91%
平均樹高 (m)	21.7	22.6	104%	23.0	23.0	100%
平均直径 (cm)	24.6	27.8	113%	26.1	28.4	109%
平均材積 (m³)	0.60	0.74	123%	0.68	0.75	110%
合計材積 (m³)	1,150.3	1,220.1	106%	1,106.9	1,193.4	108%



図2 実証試験地のオルソ写真

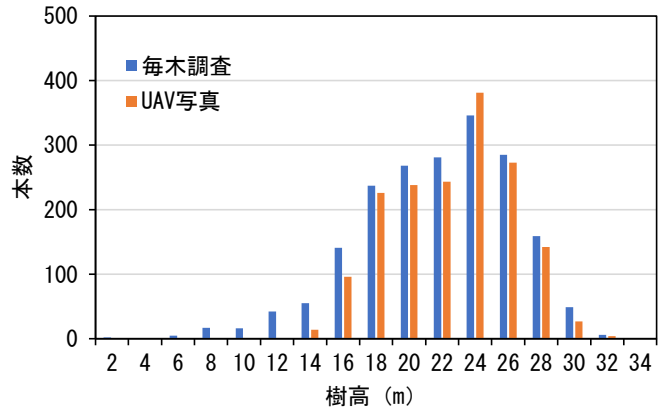


図3 樹高分布の比較

表2 UAV 写真計測の外業人工数

項目	毎木調査	UAV 写真	省力化割合※
立木計測 (人日/ha)	3	0.42	86%
UAV 写真撮影 (人日/ha)	0	0.14	
合計 (人日/ha)	3	0.56	81%

※省力化割合：(1 - 本手法 ÷ 毎木調査) × 100

[問い合わせ先：青森県産業技術センター林業研究所森林資源部 Tel 017-755-3257]

39年生スギ巢植え林分の成長と低コスト化の可能性

秋田県林業研究研修センター 澤田 智志・和田 寛

研究の背景・ねらい

木材価格の低迷が続く中で、間伐や主伐で得られる収入に対して、伐採後の再造林やその後の下刈り・除伐等の保育に多くの経費がかかるため、長期にわたり林業経営が圧迫される状況が続いています。そのような中で、本県でも主伐後の再造林を推進するために、植栽本数の見直しやエリートツリーの導入等によって造林コストを低減させる取組が進められています。

秋田県秋田市下浜の民有林では、植栽本数の削減や保育作業の経費を抑える目的で、寄せ植えの手法を用いた巢植えにより自生する広葉樹と共存させる施業を行っています。本研究では、39年生の巢植え林分において造成初期段階からスギと広葉樹の成長を調査し、森林の階層構造の変化を解析するとともに、巢植え造林を取り入れた低コスト化の可能性について検討しました。

成 果

調査地は秋田市下浜の民有林で、標高60～100mに位置し、広葉樹の二次林跡地内にスギを1m間隔の3角形の巢の状態、ha当たり700巢の密度を目安に植栽が行われました。4か所の固定試験地で1995年から2023年までの間計4回、スギ及び広葉樹の樹高、胸高直径を測定しました。

スギの成長が良好な林分では、広葉樹が被圧されて枯死し、広葉樹の個体数は2023年の調査時には大幅に減少していました。植栽されたスギは、広葉樹の成長が良い林分でも被圧されながら下層木として生存していましたが、樹高、胸高直径とも成長が悪いままでした。このスギと広葉樹の優劣の関係には、10年生前後の時点における樹高の高低の関係がその後の成長に影響していることが判明しました。スギの巢内の個体間の成長においても、初期段階の樹高の高低がその後の成長に影響していました。スギの成長が良い3本巢では、内側のスギの枝は自然に枯れ上がっていて(写真2)、個体で見ると樹冠の形状は片枝の状態になっていますが、伐採して幹の円盤を採取したところ幹に年輪の傾き等は確認されませんでした。スギの成長が良好なNo. 2、No. 4調査地では、除伐や間伐は不要だったにもかかわらず、一斉林の地位上に相当する林分材積が得られました(表1、写真1)。

本県民有林地域森林計画の「スギ一般材生産施業基準(中・長伐期(50年伐期))、2,100本以下植栽、地位中」による施業を実施した林分における39年生時点の標準的な本数密度(919本/ha)と、巢植え造林の施業体系について保育管理等の費用(補助金を含まず)を試算したところ、一般的な造林を実施した林分では2,532千円/ha、巢植え造林を実施した林分では1,521千円となり、巢植え造林を実施した林分では約4割の経費が削減される試算となりました(図1、2)。

成果の活用

自生する広葉樹の活用による巢植え施業を導入する場合は、10年生までの初期の段階におけるスギと広葉樹の競争が重要となります。そのため、保育段階における広葉樹の成長状況を見極めて、適切な個体数管理を行う必要があります。スギの成長が良い巢植え林分では、除伐が省略出来ただけでなく、40年生時までの間伐も不要となるため、一般材生産を目標とした2,100本以下植栽の低コスト施業に比べて、間伐が2回省略できることも明らかとなりました。

表 1 調査地の概要

調査地 No.	樹種	林齢	本数密度 (本ha ⁻¹)	巣数 (巣ha ⁻¹)	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)	胸高断面積合計 (m ² ha ⁻¹)	林分材積 (m ³ ha ⁻¹)
1	スギ	35	825	525	6.7	10.0	8.6	46.9
	広葉樹		2,825		10.3	11.4	38.3	245.1
2	スギ	39	2,600	933	12.1	15.0	54.4	402.6
	広葉樹		467		7.8	6.3	1.9	8.9
3	スギ	39	2,667	1,200	7.1	10.2	29.0	166.7
	広葉樹		1,333		9.6	11.4	19.9	125.2
4	スギ	39	1,575	675	13.6	19.1	59.0	534.4
	広葉樹		600		13.6	15.1	13.1	97.5

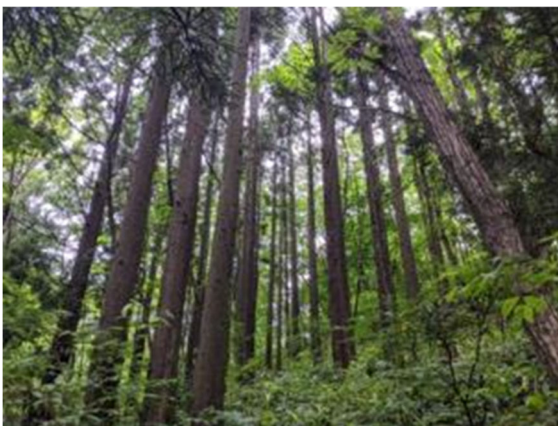


写真1 調査地 No. 4 の 39 年生時の林分状況

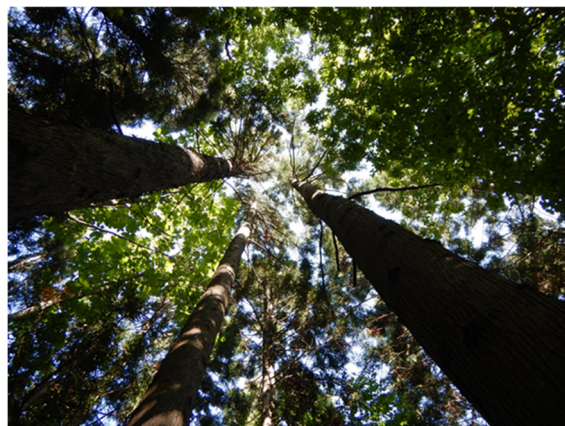


写真2 林齢 39 年生時点での 3 本巣の状態

巣植えでは広葉樹との競争や個体間の競争で上層木の本数が自然に減少するため、右の図の丸で囲った林齢で間伐を行わなくても、No.4調査地では39年生時点でスギはha当たり1,575本のうち上層木本数は925本まで減少していた

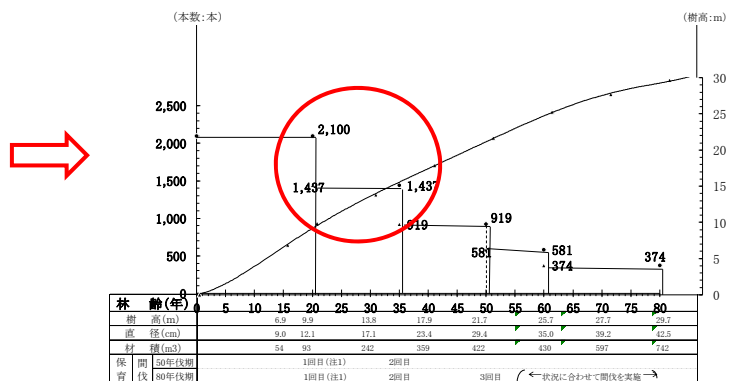


図 1 スギ一般材生産施業基準（2,100本以下植栽）の間伐のイメージ

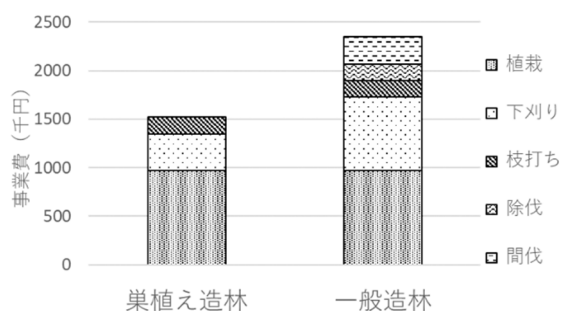


図 2 巣植え造林と一般造林の事業費の比較

温暖化が進むと春先の川の水量は減る

秋田県林業研究研修センター 田村 浩喜

研究の背景・ねらい

水資源貯留などの水源かん養機能は、森林の公益的機能の一つとして評価されています。積雪地域では、冬期の降水は積雪として流域内に貯留され、春先に融雪水となり農業用水等に利用される重要な水資源です。近年、気候変動により融雪時期が早まり、春先の河川流量が減少して水資源が不足する可能性が指摘されています。長坂試験地（秋田県大館市）は、スギ人工林小流域に覆われており、冬期間であっても正確な観測が可能な、全国的にも極めて限られた試験地です。凍結防止等のための商用電源や、積雪下においても現地での測器の保守点検ができるためです。そこで、気候変動適応策に資するため、記録的な温暖少雪だった2020年を含む3か年の寒候期（11月～翌年5月）の融雪水の流出特性を解析しました。

成 果

試験地近傍のアメダス鷹巣の過去43年分の気象データを解析しました。その結果、2020年の厳冬期（1～2月）は過去最高水準に温暖であり、降雪量と3月上旬の積雪深は最小値でした（図1）。一方2022年の厳冬期では、気温は中央値と同等でしたが、積雪深は第3四分位を上回るほど深いものでした。このことから、2020年の厳冬期は稀有な温暖少雪年、2022年は多雪年であったことが明らかになりました。

このような2020年厳冬期における融雪水の日流出量は流況曲線全体に分布し、流出量が大きく増減していることがわかりました（図2）。そして春期（3～4月）の融雪増水は確認されませんでした（図3）。これに対し、厳冬期の平均気温が2020年より低く、多雪であった2022年では、厳冬期の日流出量はほぼ一定で低水流出量に集中して分布し、春期の融雪増水が確認されました。これらのことから、温暖少雪年時は3月の融雪流出による洪水リスクは低くなるものの、5月の渇水リスクが高くなることが示唆されました。

森林総合研究所の釜淵森林理水試験地（山形県真室川町）では、森林を皆伐すると雪解け水の流出量は増加し、雪解けの開始日は早まることが報告されています。樹冠がなくなることによって、降雪が遮断されずに積雪深が増加し、日射が遮られないことで雪融けしやすくなったと考えられています。このことから、本試験流域に森林が存在しなければ、厳冬期の日々の流出量はより大きく増減し、雪解け水の多くが早期に流出して春の渇水リスクはより高まると推測されます。温暖化の影響は顕著になっていくと考えられることから、森林の存在は人が利用しやすい水資源を得るために重要です。

成果の活用

年間で最も乾燥する4月～6月において、温暖な年と降水量が極めて少ない年が重なると、農業用水が不足することが示唆されました。本研究は、森林流域から供給される水の利用に関して、温暖化適応策を検討するための実証データになります。本研究で得られた成果は、日本水文学会誌に掲載されています（<https://doi.org/10.4145/jahs.54.13>）。

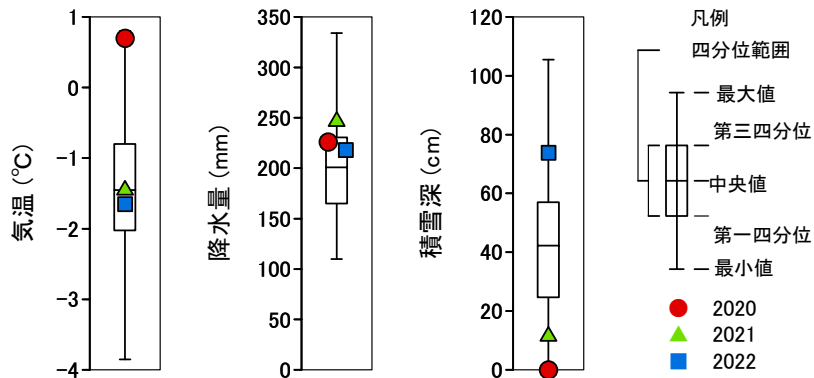


図1 2020年～2022年の鷹巣の気象条件と過去43年間（1980年～2022年）の比較
気温と降水量は1月と2月の平均と合計、積雪深は3月上旬の平均。田村ほか2024を改変。

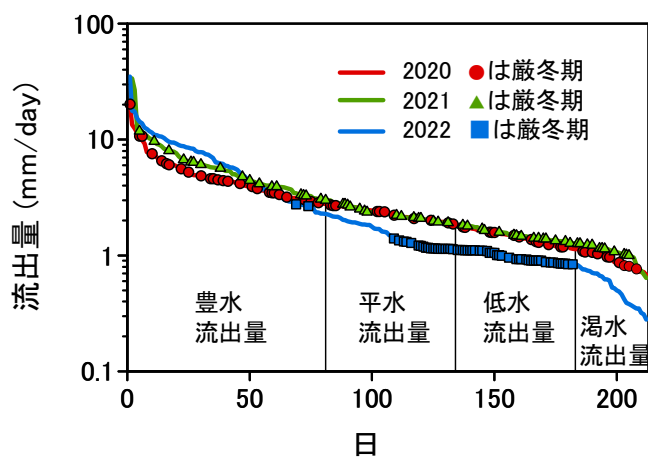


図2 流況曲線

流況曲線は、対象とした期間の日流出量を順序統計量として大きい値から順にプロットしたもの。厳冬期の日流出量をマーカーで示して特徴を比較した。田村ほか2024を改変。

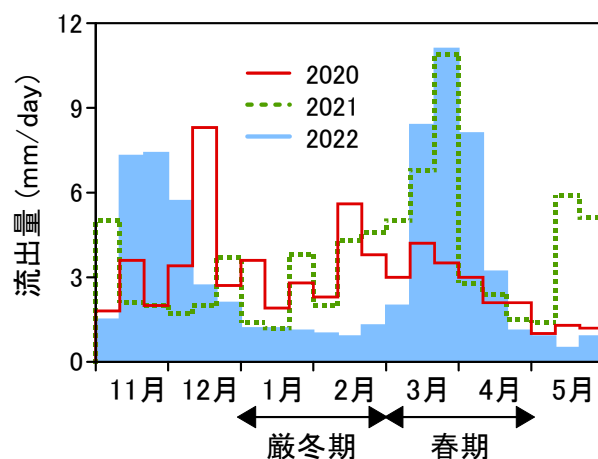


図3 旬別流出量

11月1日から翌年の5月31日までを寒候期として3期間を解析した（例えば2020年は、2019年11月1日～2020年5月31日）。厳冬期を1～2月、春期を3～4月とした。田村ほか2024を改変。

獣害防止柵撤去時における支柱等の簡易な引き抜き方法

埼玉県寄居林業事務所森林研究室 松山 元昭

研究の背景・ねらい

ニホンジカ被害対策として多くの造林地において獣害防止柵が設置されており、これらは、設置目的の消滅や経年劣化・損傷等により撤去や張り替えの必要性が生じています。このとき、柵・支柱・アンカー等資材の撤去の手間やその処分方法・費用等の問題が発生します。防護柵の設置歩掛かりはメーカーや自治体により示されているものの、撤去歩掛かりについて実態にあったものは確認できませんでした。この試験では支柱及びアンカーの適正な引き抜き歩掛かりを算出するため、引き抜き荷重(以降「荷重」という)試験により引き抜きに必要な力を把握するとともに、当研究室で考案した簡易な引き抜き方法による作業歩掛調査を実施しました。

成 果

F R P 支柱(直径38mm、全長2,700mm)とプラスチックアンカー(全長400mm)を対象として荷重試験(写真1)及び引き抜き歩掛かり調査(写真2)を実施しました。地中への打ち込みの深さは、前者では600mm、後者では全長(400mm)としました。支柱の荷重試験では、引き抜き開始時に最大荷重(5試験区平均荷重 $2,560 \pm 218\text{N}$)を示しました。ここで、人力引き抜き可能な荷重を500Nとすると、人力引き抜きが可能となる残長は、約250mm(荷重 $459 \pm 128\text{N}$)を下回らなくてはならないことが読み取れます(図1)。アンカー荷重試験では、引き抜き開始時に最大荷重($667 \pm 80\text{N}$)を示し、人力で引き抜きが可能となる残長は、約260mm(荷重 $436 \pm 82\text{N}$)を下回らなくてはならないことが読み取れます(図2)。支柱の引き抜き作業歩掛調査では、ファームジャッキ、油圧ボトルジャッキ、人力でそれぞれ引き抜きに係る時間(秒)を測定し、100本当たりの人工を算出しました。結果、人力での施工は1時間を経過した時点で体力の限界のため試験を断念しましたが、ファームジャッキで0.64人/100本となり、油圧ボトルジャッキ2.36人/100本の約3.7倍の効率となりました(表1)。アンカーの引き抜き作業歩掛調査では、ファームジャッキ、引き抜き棒でそれぞれ引き抜きに係る時間(秒)を測定し、100本当たりの人工を算出しました。結果は、引き抜き棒で0.07人/100本となり、ファームジャッキ0.31人/100本の約4.4倍の効率となりました(表2)。

本試験における引き抜き歩掛調査は、平坦な場所において5本を連続して引き抜く方法で行いました。実際の作業では、傾斜や作業員の疲労等による作業効率の低下が想定されるため、歩掛の作成に際しては、施工現場の環境条件下におけるまとまった数量(100本程度)を引き抜く調査が必要になると考えられます。

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5年度森林研究成果発表会で発表されました。

¹⁾松山(2024) 獣害防止柵撤去時における支柱等の簡易な引き抜き方法の提案。関東森林研究 75:37-40.

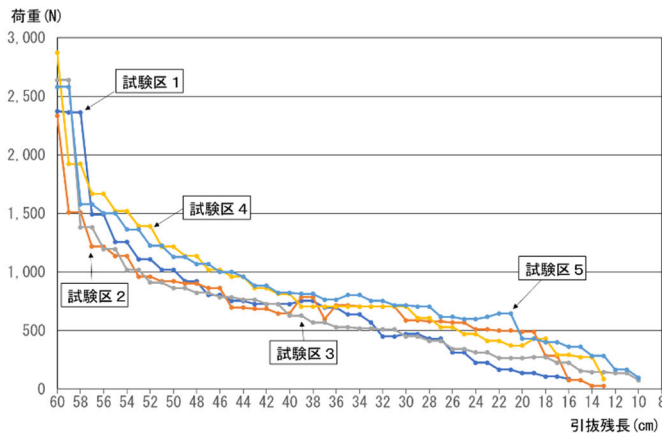


図1 支柱引き抜き荷重試験(Φ38mm 600mm)における引き抜き残長と荷重の関係

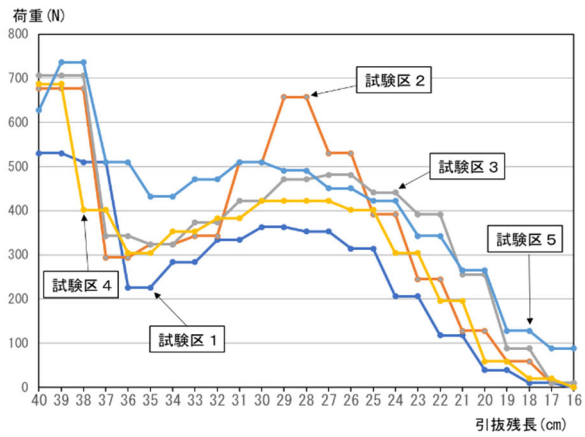


図2 アンカー引き抜き荷重試験(400mm)における引き抜き残長と荷重の関係

表1 支柱引き抜き歩掛調査結果

種別 (作業人数)	ファーム ジャッキ (2)	油圧 ボトルジャッキ (2)	人力 (1)
引抜時間(秒/本)	92	340	試験断念
人工(人/100本)	0.64	2.36	—
機械重量(kg)	12	3	—

表2 アンカー引き抜き歩掛調査結果

種別 (作業人数)	ファーム ジャッキ (2)	引き 抜き棒 (1)
引抜時間(秒/本)	44	20
人工(人/100本)	0.31	0.07



写真1 支柱引き抜き荷重試験



写真2 引き抜き歩掛調査(支柱:ファームジャッキ(左上)、油圧ボトルジャッキ(右上)、アンカー(引き抜き棒(左下)、ファームジャッキ(右下))

アセビの分布に基づくスギ生育不適地予測図の作成

東京都農林総合研究センター 緑化森林科 三田村 英亮

研究の背景・ねらい

東京都多摩地域の再造林地の一部において、スギの葉が根元から枯れ上がり、林齢8年生時においても樹高が3 m程度しか成長しない個体（写真1）が面的なまとまりをもって発生しました。この症状はスギ褐色葉枯病菌によるものと考えられましたが、土壌条件が悪かったために発生したことが示唆されました。この症状が現れた林床の植生調査を行ったところ、スギの生育不適地を示す指標植物であるアセビ（写真2）が高頻度で出現していました。そこで、スギの生育不適地をアセビの分布範囲と地形条件との関係から推定し、植栽の指針とすることを目指しました。

成 果

都内の再造林地12か所を調査しました。アセビを確認した地点でGPS（MobileMapper120）により位置情報を取得し、踏査ルートにおけるアセビの分布の有無をプロットしました（ $n=5104$ ）。地理情報システムArcGISpro（v3.1.2）を用い、5 mメッシュDEMデータ（国土地理院）から得られた傾斜角、平均曲率、斜面方位および標高をアセビの分布の判別要因とし、調査地点における4つの地形因子とアセビの有無について数量化Ⅱ類により解析しました。

アセビの分布に対する地形因子ごとの寄与度を数値化したカテゴリースコア*（図1）は、尾根地形がアセビの分布「あり」の決定に最も寄与しており、谷地形がアセビの分布「なし」に最も寄与していました。

調査地点のカテゴリースコアの累計値から、アセビの分布を判別しました。アセビ「あり」のデータの重心が -0.934 、アセビ「なし」の重心は 0.244 であり、両者の中間にあたる -0.345 を基準値としました。4つの地形因子のカテゴリースコアの累計値が -0.345 よりも低い地点は、アセビの分布に適した地形であり、すなわちスギの生育に不適な地形であると推定できました。

東京都多摩地域の5 mメッシュすべての地点において、その地形因子からカテゴリースコアの累計値を算出することにより、多摩地域全域に対応したスギ生育不適地予測図を作成しました。一例を図2に示します。

成果の活用

森林・林業行政機関において、地位の判定や再造林などの植栽計画の参考資料として活用されています。

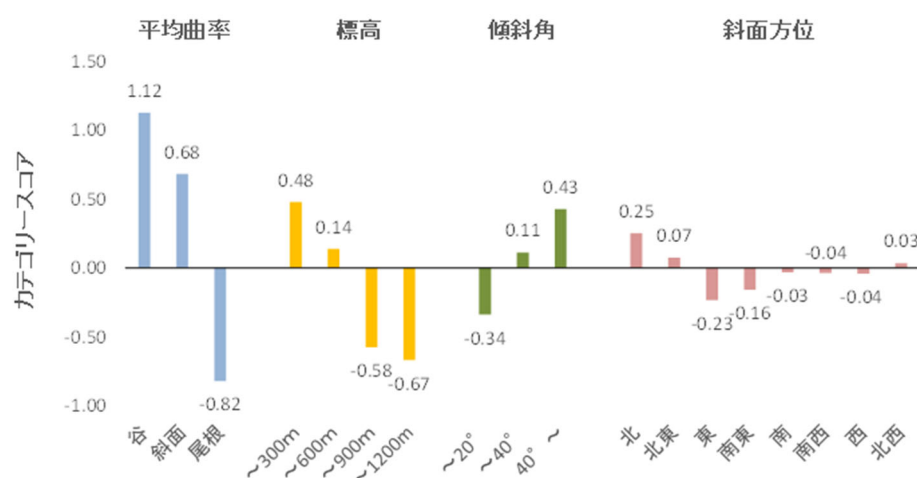
* マイナスの値が大きいほど「アセビあり」、プラスの値が大きいほど「アセビなし」に寄与する。



写真1 スギ褐色葉枯病



写真2 アセビ



マイナスの値が大きいほどアセビの分布を意味する。ある地点におけるアセビの分布の有無は、カテゴリースコア（平均曲率、標高、傾斜角、斜面方位）の合計値で予測する。

図1 地形因子のカテゴリースコア

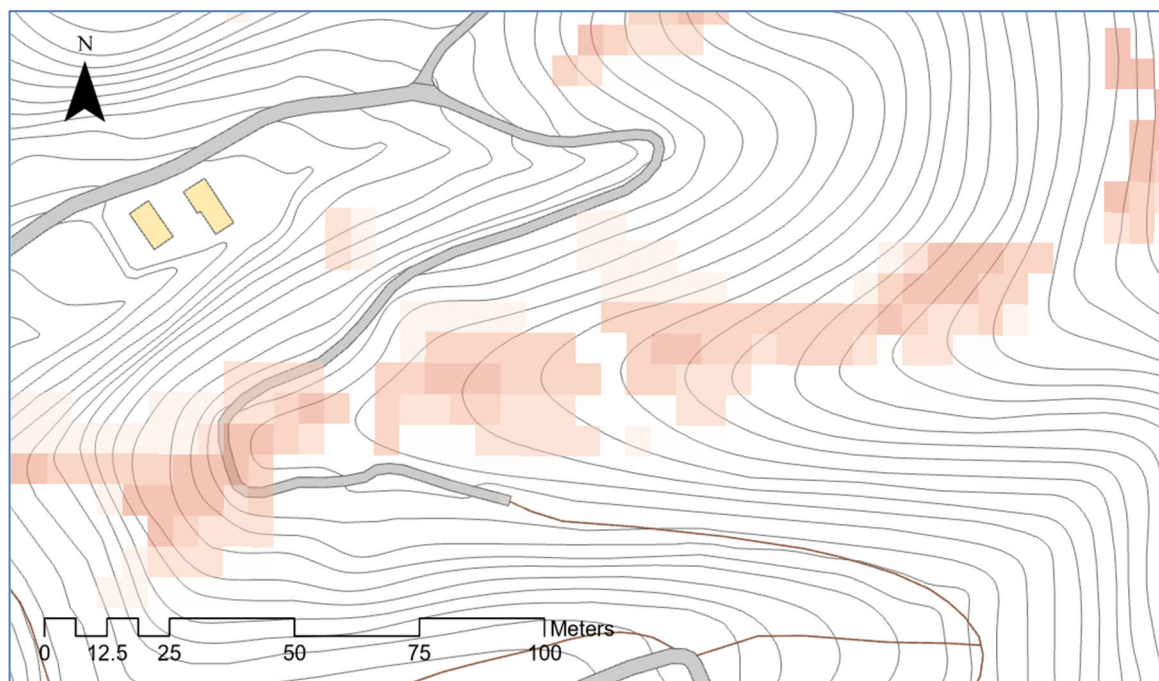


図2 スギ生育不適地予測図

1つのセルは5m×5m。カテゴリースコアの合計値が-0.345を下回るとアセビの分布があることを意味し、値が低いほどアセビの分布する確率が高くなる。この基準値付近より低い値の範囲を赤色で示した。色が濃くなるほど、スギの生育に適さない場所であると予測できる。

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

人工林における間伐が林床の昆虫群集に及ぼす間接効果

神奈川県自然環境保全センター 研究企画部研究連携課 谷脇 徹

研究の背景・ねらい

神奈川県の水源環境保全・再生施策では、手入れ不足の森林、すなわち林内が暗く、植生が乏しく、水源かん養機能の基盤となる土壌の流出が生じているスギ・ヒノキ人工林等において、林内の光環境を改善し、植生を回復させ、土壌保全機能を高めるための対策として、間伐等の森林整備を行っています。その取組のなかで、間伐が植生回復を通じて森林生態系に及ぼす波及効果を検証することとしており、その一環として、林床に生息する昆虫群集への効果検証を行いました。

成 果

未間伐および間伐後のスギ・ヒノキ人工林（図1）63地点に20m×20mプロットを設定し、そのなかの2m×2m小プロット10箇所を林床植生の植物種数および種ごとの積算被度を調査し、あわせて林床に生息する植食性甲虫（ハムシ・ゾウムシ）、アリおよび地表性甲虫（オサムシ）の種数をスウィーピングおよびピットホールトラップ（図2）により調査しました。

間伐は、本数間伐率30%程度の下層間伐であり、かく乱影響を抑えた方法で行われました。樹冠の開空度は間伐前後での有意な変化はみられませんでした。植物種数は間伐翌年に増加し、積算被度は間伐後の経過年数に伴って緩やかに増加しました。

構造方程式モデルでの解析（表1）により、植食性甲虫の種数は、摂食対象とする植物（樹木あるいは草本・つる）の積算被度の増加に伴い、また間伐後4～8年経過すると増加しました。樹木を摂食する甲虫の種数はまた、草本・つる植物の種数の増加に伴って増加しました。アリでは、生息地ジェネラリストの種数は間伐後4～8年経過すると、あるいは積算被度が増加すると増加しましたが、森林性種と開放地性種では反応がみられませんでした。地表性甲虫では、大型種のみで積算被度の増加に伴う種数の増加がみられました。大型の地表性甲虫には開放地性種は含まれませんでした。

以上により、かく乱影響を抑えた間伐は、森林に生息しないアリや地表性甲虫の移入を促進することなく、林床植生の増加を通じて、時間差をもって、林床に生息する昆虫の種多様性を緩やかに持続的に高める効果があると考えられました。

成果の活用

本研究の成果は、Journal of Forest Research誌¹⁾において公表されており、神奈川県の水源環境保全・再生施策において、間伐が森林生態系に及ぼす波及効果を検証するのに活用されています。あわせて、公益的機能の高い森林づくりを推進するための普及・啓発にも活用されています。

¹⁾ Taniwaki T, Tamura A, Sashimura N, Naruse M, Tochigi K, Komine H, Koike S. 2024. Indirect effects of low-impact thinning on insect communities in forest floor of coniferous plantations. J For Res. 29(4):316-325.

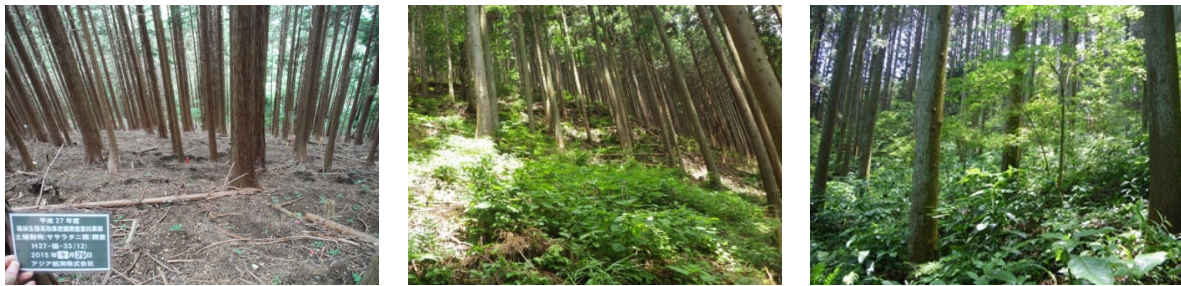


図1 調査地によって異なる林床植生の回復状況
写真は左から右にかけて、林床植生が少ない→多い調査地の事例



図2 スウィーピング（左）およびピットホールトラップ（右）による調査状況

表1 構造方程式モデル解析の結果概要

昆虫機能群	植物タイプ	積算被度	植物種数	間伐後 1-3年経過	間伐後 4-8年経過
植食性甲虫（ハムシ・ゾウムシ）					
樹木食	全植物	+	+		
	樹木	+			+
	草本・つる		+		+
草本・つる食	全植物	+			
	樹木				
	草本・つる	+	+		
アリ					
森林性	全植物				
ジェネラリスト	全植物	+			+
開放地性	全植物				
地表性甲虫（オサムシ）					
大型	全植物	+			
中型	全植物				
小型	全植物				

各昆虫機能群の種数と有意な関係がみられた要因を+で示した。

海岸砂丘地の広葉樹植栽に有効な客土方法

新潟県森林研究所 田中 樹己

研究の背景・ねらい

新潟県内の海岸林において一般的なクロマツ林は、病虫害に対して脆弱であるうえ、人家や農地に近接した林帯では松くい虫に対する薬剤防除が困難なため、広葉樹を活用した病虫害に強い林帯造成が望まれています。しかし、本県の海岸林は広葉樹の活着・成長が難しいとされる海岸砂丘地に造成されており、広葉樹の植栽にあたっては保水性・保肥性のある客土を導入することが有効と考えられています。そこで、適した客土方法について知見を得るために、3パターンの方
法で客土を施工した試験区に広葉樹を植栽し、その経過を調査することで、広葉樹の確実な活着と成長を期待できる植栽技術の開発を試みました。

成 果

クロマツ林造成地の後背地（汀線から200m程度）に、高さ1.1mの防風垣に囲われた20m×20mの試験区を6区画設置し、試験区内に3パターンの方法で客土を施工しました。試験区は、体積比25%および50%の客土を投入し、30cmの深さまで攪拌した区（全面客土25%区、全面客土50%区）と、深さ28cm、直径37cmの植穴のみに100%客土を投入した区（植穴客土区）としました（図1）。試験区内に本県の海岸に自生する広葉樹4種（アベマキ、エノキ、シロダモ、タブノキ）を植栽し、生育状況を10成長期間調査しました。

10成長期後の生存率は、アベマキおよびエノキで客土方法にかかわらず90%以上であり（図2）、いずれの試験区においてもアベマキおよびエノキは十分生育可能であると考えられました。一方で、シロダモおよびタブノキの10成長期後の生存率は10～40%程度と、いずれの試験区においても50%を下回りました（図2）。

10成長期後の樹高は、アベマキおよびエノキにおいて、全面客土50%区で10成長期後の平均樹高が最も高いという結果が得られました（図3）。一方で、シロダモおよびタブノキでは、いずれの試験区においてもほとんど樹高成長がみられませんでした（図3）。

以上より、アベマキおよびエノキを上層木による被陰のない海岸砂丘地に植栽する場合、いずれの客土方法においても十分活着することが確認されました。さらに、より良好な樹高成長には混合率50%の全面客土が有効であると考えられました。

成果の活用

本研究で得られた成果については、当所の試験研究成果発表会で発表したほか、研究報告第64号（2024）に掲載しました。今後は、新潟県の海岸保安林整備技術指針への掲載に向けた検討を行い、普及に努めていく予定です。本成果が活用されることにより、海岸林の機能向上が期待されます。

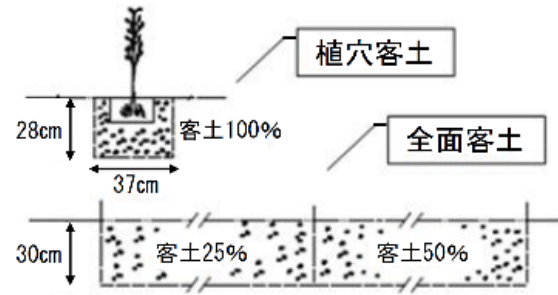


図1 客土方法の概要

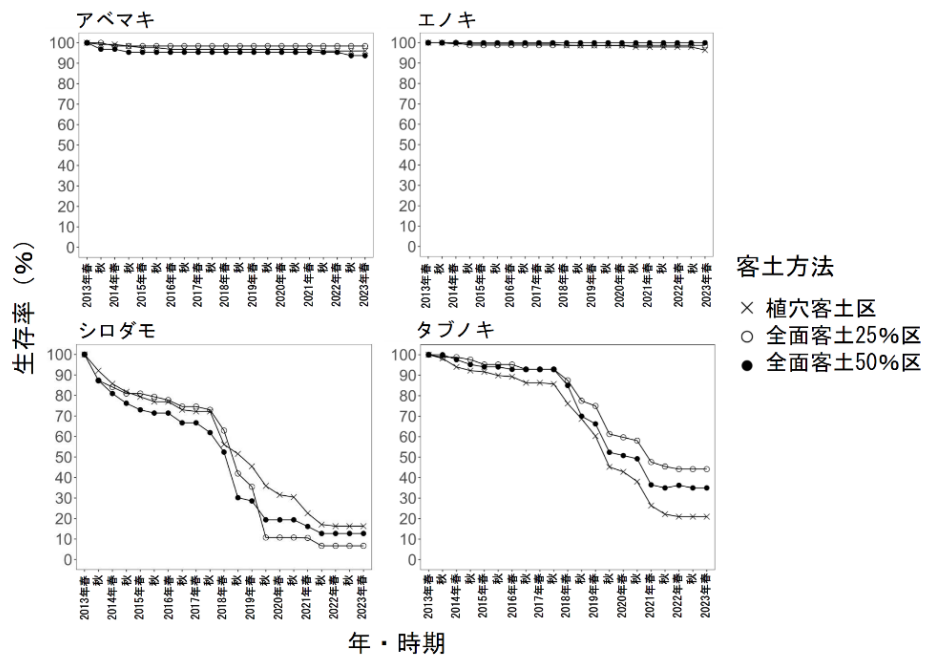


図2 樹種別・客土方法別の生存率の推移

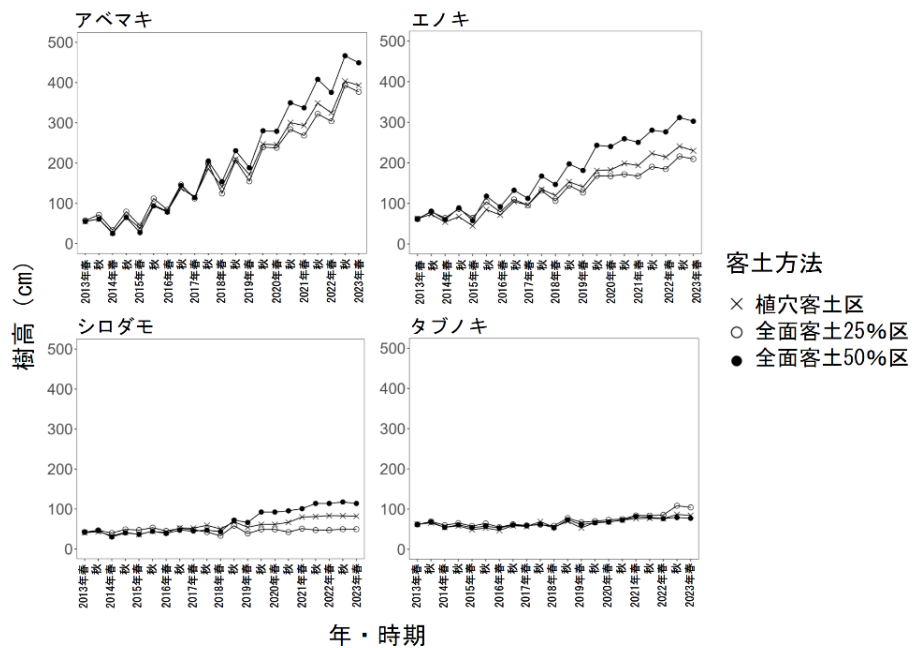


図3 樹種別・客土方法別の平均樹高の推移

[問い合わせ先：新潟県森林研究所 森林・林業技術課 Tel 0254-72-1172]

山地災害リスクを考慮した路網整備のための地図の開発

岐阜県森林研究所 森林資源部 白田 寿生

研究の背景・ねらい

森林整備を効率的に進めるためには、森林内の路網整備が必要です。しかし、森林内の路網整備には地形改変を伴うことから、急傾斜地などの地形条件の厳しい場所では、斜面崩壊や土石流などの山地災害を引き起こす恐れがあります。このため、路網整備を進める上では、あらかじめ対象地の山地災害リスクを把握し、路網整備に適した場所を選定することが重要です。

そこで、土構造を基本とする「林業専用道」および「森林作業道」の整備適地を選定する際に役立つ山地災害リスク評価手法の研究に取り組みました。その成果として、路網整備の難易度による「崩壊発生リスク」と路網の崩壊にともなう土石流災害を対象とした「保全対象(家屋等の建物)被災リスク」に基づく評価手法を考案し、その評価を支援する2種類の地図を作成しました。

成 果

1. 崩壊発生リスクを把握するための「路網整備難易度推定図」

路網整備難易度推定図(図1)は、崩壊が発生しにくい路網を整備する上での難易度を示した地図です。この図で示している「到達可能範囲」および「到達困難な作設可能範囲」は、岐阜県の林業専用道および森林作業道の作設指針等に基づく道路構造(幅員、切土・盛土の高さ、縦断勾配など)を満たす作設が可能と推定した場所であるため、崩壊が発生しにくい路網整備に適していると考えられます。ただし、「到達困難な作設可能範囲」については、既設一般道までの間が「作設困難範囲」であるため、現状では、土構造の路網整備は困難と考えられますが、将来、一般道などがこの範囲まで延伸された場合には「到達可能範囲」と同等の場所として利用できると考えられます。一方、「作設困難範囲」は、土構造による作設が困難と推定した場所であるため、崩壊発生リスクが高いと考えられます。

2. 家屋等の建物の被災リスクを把握するための「土石流災害リスク評価支援図」

土石流災害リスク評価支援図(図2)では、土石流災害が発生しやすい場所をわかりやすくするため、土石流の運動特性を踏まえて、土石流の流下経路となりうる水系のうち集水面積1ha以上の溪流を対象として、その縦断勾配を「2度以下(土石流が停止)」、「2度超8度以下(土石流が減衰)」、「8度超(土石流が発達)」の3区分で色分けし、地図上に表現しました。

さらに、土石流による被害から最優先に守るべきは「人命」であることから、重要な保全対象として、家屋等の建物の被災リスクについても地図上にわかりやすく表現しました。

土石流に関する文献によると、土石流の到達距離は、そのほとんどが発生源から2km程度以下であり、そのうちの多くが1km以内であることがわかっています。そこで、林地から建物までの距離を地形データなどから計算し、「1km以下」、「1km超2km以下」、「2km超」の3区分で地図上に色分けすることで、建物への土石流到達リスクを容易に把握できるようにしました。

成果の活用

「路網整備難易度推定図」および「土石流災害リスク評価支援図」は県内全域分を作成し、これらの地図の活用方法の解説書とともに当所のウェブサイトで公開しています。また、マスコミ向けの研究成果の説明会を開催し、多くの新聞等のメディアで報道されるなど成果の普及も積極的に進めています。

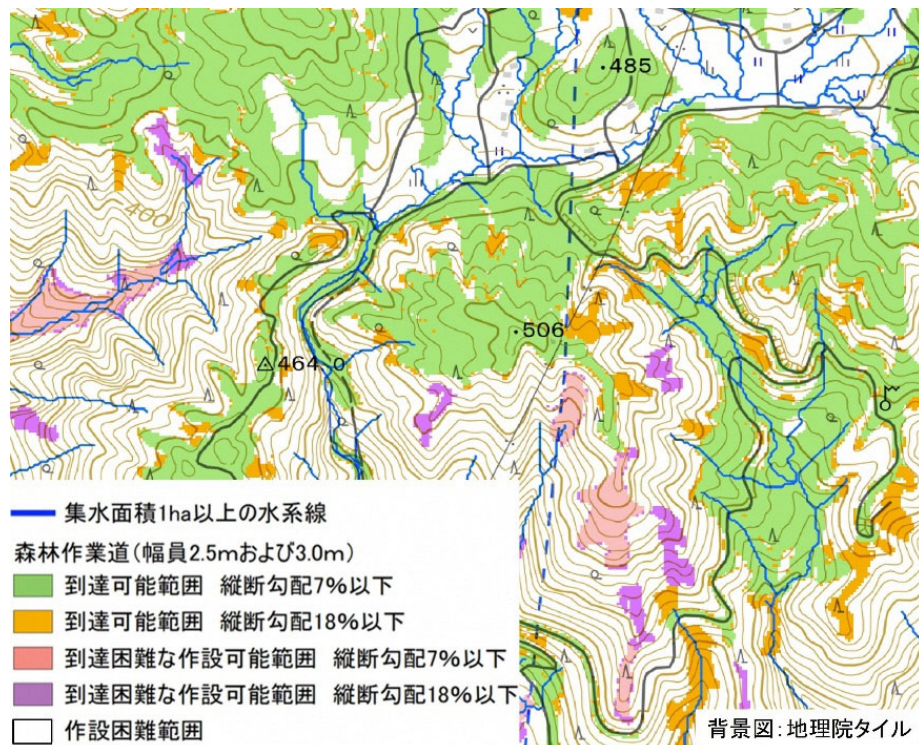


図1. 路網整備難易度推定図
 (森林作業道: 幅員3m、切土高2m以下の例)

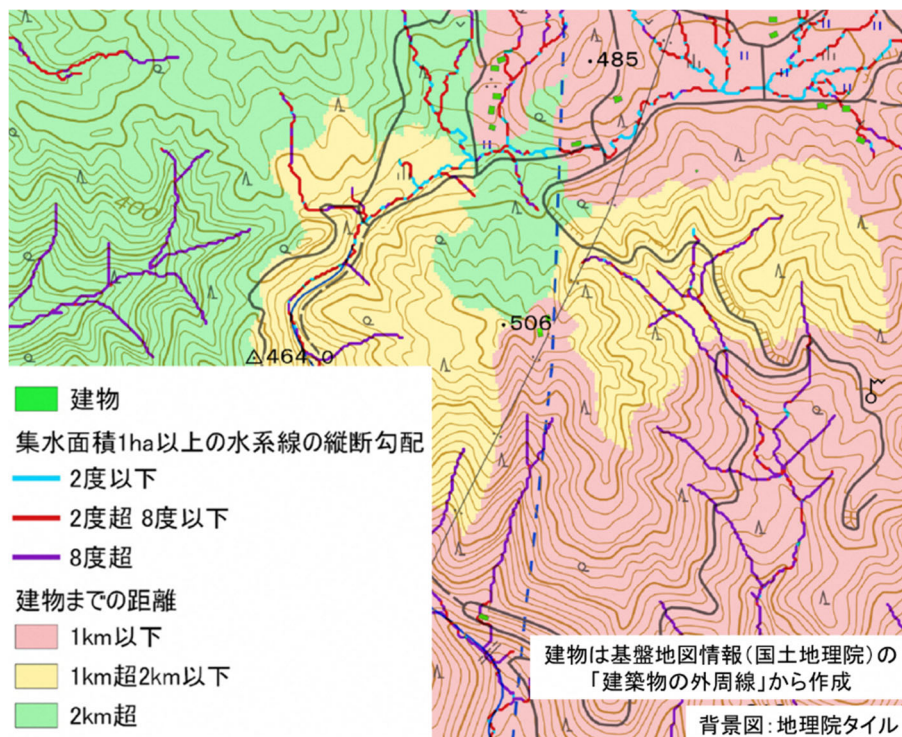


図2. 土石流災害リスク評価支援図

※本研究は、国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所と共同研究として実施しました。

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

センダンのコンテナ苗生産技術

愛知県森林・林業技術センター技術開発部 長谷川 規隆・岩下 幸平¹

(¹現 愛知県新城設楽農林水産事務所)

研究の背景・ねらい

愛知県では早生樹への関心が高まっており、中でもセンダン (*Melia azedarach*) については、造林樹種として現場への導入を目指しているところです。本研究では、センダンの種苗生産技術の中でも現場で扱いやすいコンテナ苗の生産技術を確立するため、発芽試験と育苗試験を行いました。

成 果

1. 発芽試験

播種する前年の12月に採取したセンダン種子を、果肉を取り除き5℃の冷蔵庫内で保管(低温湿層処理)しました。2月中旬に、赤玉土を培地とした育苗箱に播種し、ビニールハウス内で20℃に設定した加温マット上に設置しました。加温により、発芽が促進され5月中旬には発芽率55%で幼苗を得ることができました(図1及び写真1)。

2. 育苗試験

発芽試験で得られた幼苗を、5月下旬にMスターコンテナ(径:6cm、高さ:48cm、32cm、16cm)及びマルチキャビティコンテナ(300cc、150cc)に移植しました。コンテナの培地は、ココピートオールと鹿沼土を4:1で混合したものとし、肥料(ハイコントロール650、180日タイプ、ジェイカムアグリ株式会社製)を培地1L当たり10g与えました。また、散水を1日1回5分間行いました。移植後は、6月から急激な成長を見せ、10月にはコンテナサイズに応じた苗高に収束しました。結果、Mスターコンテナでの平均苗高は、48cmサイズで 84.8 ± 3.4 cm、32cmサイズで 89.3 ± 3.6 cm、16cmサイズで 78.2 ± 3.4 cmとなりました。一方、マルチキャビティコンテナでは300ccで 50.9 ± 2.6 cm、150ccで 44.3 ± 1.6 cmとなりました(図2及び写真2)。本研究では、加温による発芽促進により、1年でコンテナ苗生産を実現するとともに、コンテナの種類・サイズにより苗高をコントロールできることも実証することができました。

成果の活用

開発したセンダンコンテナ苗の現場への植栽を進めるとともに、県内の林業普及指導員と協力し、得られた技術の普及を図っていきます。

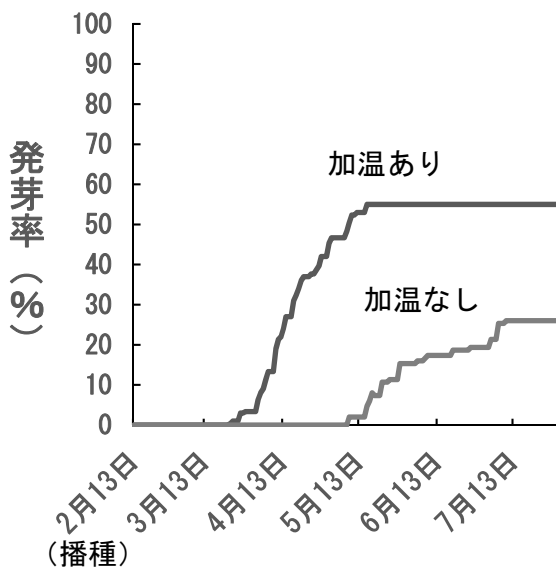


図1 発芽率の推移



写真1 加温による発芽状況

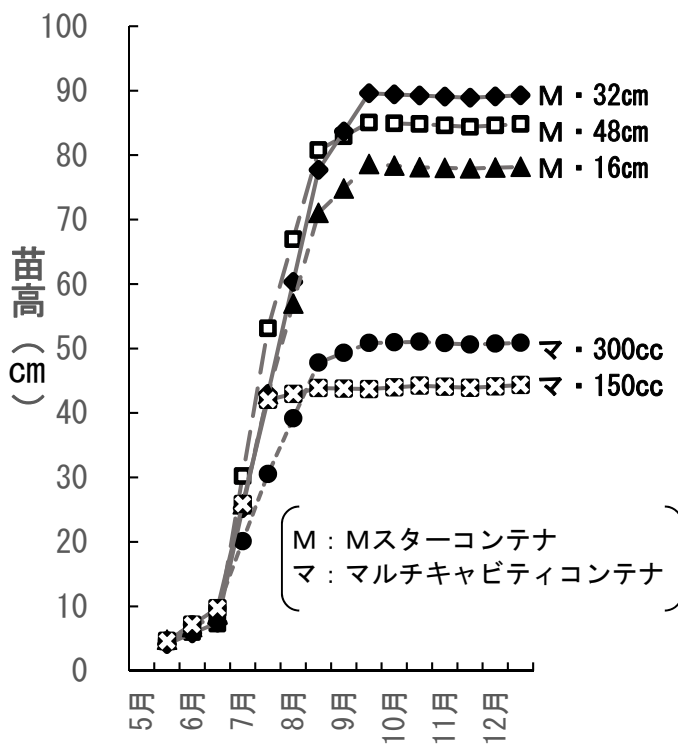


図2 各コンテナでの苗高の推移



写真2 コンテナでの育苗状況

[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]

再造林樹種として早生樹センダンの可能性

石川県農林総合研究センター林業試験場 森林環境部 富沢 裕子

研究の背景・ねらい

主伐再造林を進める上で、保育コストの低減等の観点から、20～30年という短い期間で利用が見込まれる早生樹センダンに注目しております。石川県南部に位置する砂丘地で自生と思われるセンダンが確認できますが、これまで造林の履歴はなく、積雪地帯である本県における植栽に適した立地など不明な点が多い状態です。今回、植栽試験を実施し、そのデータを元に、再造林樹種としての可能性の検討を行いました。

成 果

植栽後4成長期経過している県内4箇所(表1)の植栽地における樹高成長(図1)を比較したところ、美川と金平の成長が良く、植栽後2年で平均樹高2mを超えていたのに対し、七海と三宮では良好な成長が見られなかったほか、残存率(表2)が67～70%と前者2地区(93～98%)より低い状態でした。土壌型R_cの七海は、粘土質で水はけが悪く、樹木の植栽には不向きな土壌であるため、生存や成長に影響を及ぼしたと考えられます。また、被害状況(表2)を見ると、成長の良かった美川や金平よりも標高が高く平均気温が低い七海や三宮では、梢端枯れ(写真1)が発生していました。三宮では最深積雪(表1)が植栽年中に樹高より高く、深い積雪が原因と考えられる折れ(表2)が70%発生しました。

表1の小松市金平では、センダンに加え、スギとクヌギも同時に植栽しており、これらの生育状況(図2)を比較しました。センダン(写真2)は、スギやクヌギと比べて成長が良く、3年生で平均樹高3m前後まで成長しました。この樹高成長は、西日本と比較すると、同等もしくはやや劣る結果ですが、石川県内で育成した従来の樹種に比べると大変良好な成長を示しており、下刈り期間の短縮も見込めるため、再造林コストの低減が期待できます。

以上より、植栽適地を見定めることによって、センダンは石川県内でも再造林樹種の候補になると考えられます。

成果の活用

本研究の成果の一部を第133回(2022年)と第134回(2023年)日本森林学会大会でポスター発表し、日本木材加工技術協会第41回年次大会(2023年)で講演発表しました。また、当試験場のホームページ(業務報告 <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/ringyo/science/public/gh/index.html>)で成果を公表しているほか、林業普及活動・林業技術研究の成果発表会で発表しました。今後も成果を現場に普及していくとともに、調査を継続して成長状況等を確認していきます。

表 1 植栽地情報

試験地	標高 (m)	土壌	年平均気温 (°C)	年最深積雪 (cm)	植栽本数 (本)
白山市美川	10	lm	14.4	31.0	42
小松市金平	40	Bd	13.5	51.0	45
穴水町七海	160	Rc	12.6	29.0	30
白山市三宮	220	IBId	12.1	88.0	10

※国土数値情報の平年値メッシュ2022年度版より年平均気温や年最深積雪を確認

表 2 4 成長期までの残存及び被害状況

試験地	残存率 (%)	梢端枯れ (%)	折れ (%)
白山市美川	93	0	0
小松市金平	98	0	0
穴水町七海	67	17	0
白山市三宮	70	50	70

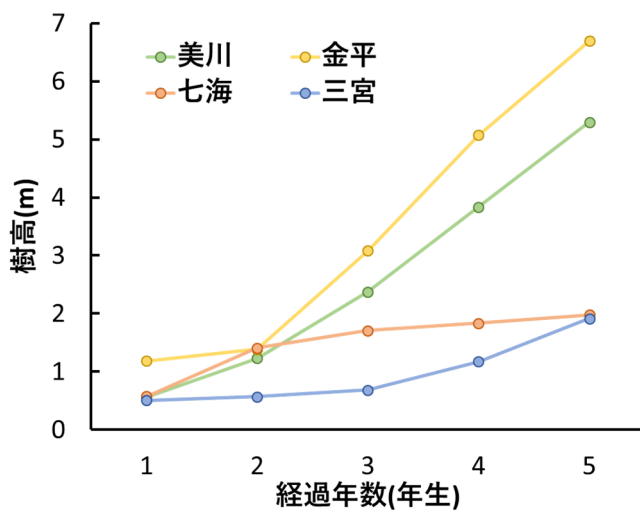


図 1 植栽地ごとの樹高成長



写真 1 梢端枯れ(白山市三宮)

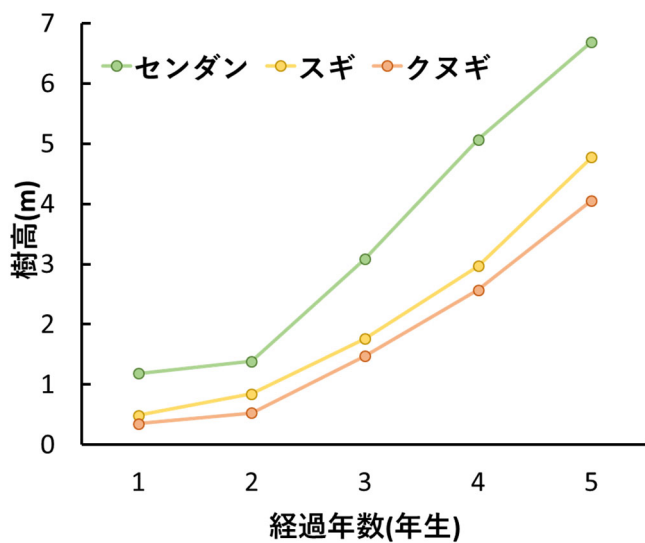


図 2 スギやクヌギとの樹高比較(小松市金平)



写真 2 センダン(4年生)

作業日報入力分析支援ツールの開発

三重県林業研究所 研究課 海津 江里・石川 智代¹

(¹現 三重県農林水産部)

研究の背景・ねらい

素材生産の現場では、作業日報に日々の作業量を記録することにより、進捗を管理したりボトルネックとなっている工程を明らかにして作業工程の見直しに役立てるなど、生産性の向上に活用することができます。令和3年度に三重県内の林業事業体を実施したアンケート結果によれば、多くの林業事業体が作業日報を作成しているものの、作業量を記録しているのはわずかで、パソコンを使った入力が面倒だったり、多忙でその時間が割けないなどの理由から、スマートフォンのアプリ等を利用した手軽な記録への期待があることがわかりました。これを受けて当研究所では、記録者および分析者の作業負担を軽減しつつ、作業日報を現場の生産性向上に活かすため、スマートフォンを利用した作業日報入力分析支援ツールを開発しました。

成 果

作業日報の記録方法が異なる3つの事業体の素材生産現場において、令和3年度および令和5年度に時間観測調査を実施し、各工程の作業日報に記録された作業量と時間観測調査により集計した作業量との比較を行いました(表1)。運搬車の運行回数については、両者の差異がないかわずかでしたが、伐採や造材した本数についてはどの調査地でも差異が発生していました。また、伐採本数をm³単位で記録していた現場(表1)では差異が大きかったことから(図1)、本数や運搬車の台数といった記録者によって差が生じにくい単位にすることで記録誤差を小さくすることができると考えられました。また、作業者は現場状況を都度判断しながら1日に複数工程の作業を実施しており、「何時から何時まで何の作業をしていたか」という日報への記録は困難であったため、作業時間の記録は、1日のうちの各作業の従事時間割合により簡便に記録できることが望ましいと考えました。

これら調査の結果をもとに、インターネットクラウドサービスを利用した作業日報入力分析支援ツールを作成しました(図2)。作業日報入力フォームに、作業者自身がスマートフォンで作業内容や作業量を記録することにより(図3)、同じオンラインストレージ内の連携した表計算ファイルに自動で保存、集計、グラフ化されます(図4)。各事業体の事務所のパソコンからクラウドにログインすることにより、現場作業者が記録した内容がリアルタイムで情報共有可能となる仕組みです。作業量が随時グラフ化されることにより、現場作業の進捗を視覚的に確認しやすくなり、現場の進行管理や作業員の配置計画、それら作業工程全般の分析と改善に活用することができます。

成果の活用

本研究の成果は日本森林学会大会や当研究所の研究成果報告会で発表したほか、リーフレットや当研究所のウェブページ(<https://www.pref.mie.lg.jp/ringi/hp/80904046324.htm>)、林業従事者向け講座での紹介などで、県民、森林・林業関係者に情報提供しています。

表 1 各調査地の作業日報記録内容とその単位

記録内容	調査地 1	調査地 2	調査地 3
作業量	本、車	m ³ 、台、回数	本、車
作業時間	0.5 時間 きざみ	人工数	0.5 時間 きざみ
作業時間 記録方法	作業毎の 累計時間	作業毎の 人工数	時間割に 作業内容
記録者	作業者 本人	作業者 代表	作業者 代表
作業日報 様式	Web で毎日 作業後に 入力	現場単位で 1 か月分を 紙に記録	現場単位で 1 日分を紙 に記録

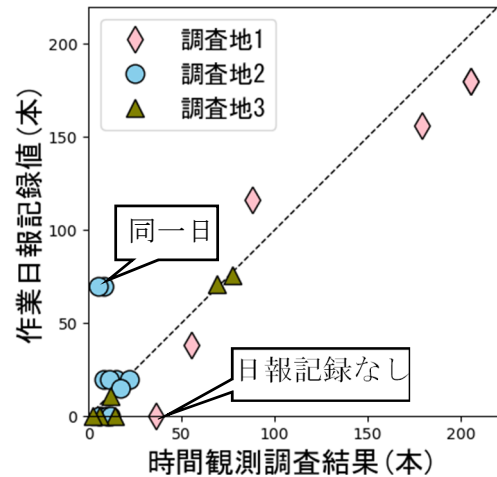


図 1 日報記録値と時間観測調査結果の比較
点線は日報記録値と時間観測調査結果が一致する場合を示す。

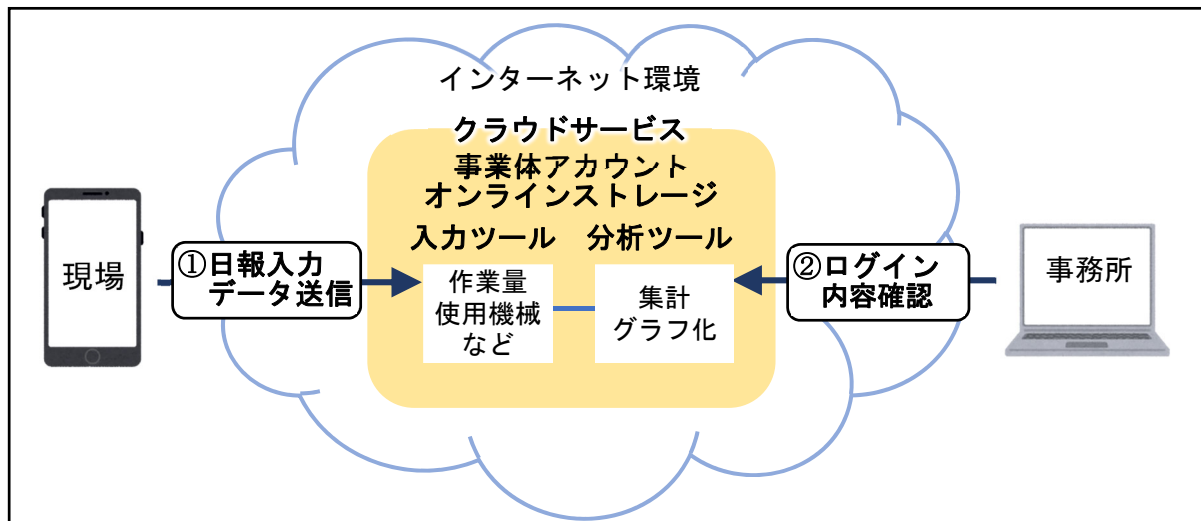


図 2 作業日報入力分析ツール利用方法

図 3 入力フォーム画面の例
スマートフォンの表示画面。

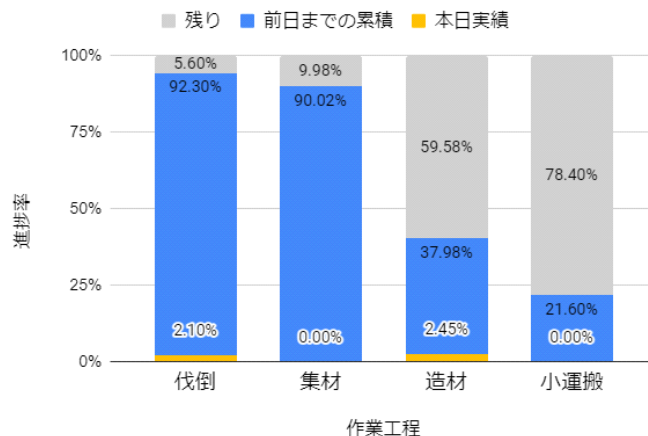


図 4 分析ツールで表示される進捗状況データ確認の一例
工程ごとの進捗や日単位の実績が自動で集計分析表示される。

森林環境税を活用した強度間伐施業後の土砂移動量評価

(地独)大阪府立環境農林水産総合研究所 土井裕介・石井亘・尾形信行*・相子伸之

(*現所属は㈱三協技術)

研究の背景・ねらい

大阪府では森林の防災機能を強化するため、平成28年度から森林環境税（第1期）を活用して本数間伐率5割の強度の間伐（以下、「強度間伐」と記す）等の荒廃森林整備を行ってきました。また、第2期の森林環境税（令和2年度～令和5年度）についても府内の様々な林相の森林において強度間伐を実施してきました。本研究は、林相の違いが強度間伐後の森林の土砂移動量に与える影響を明らかにすることを目的として、スギ林、ヒノキ林、広葉樹林において、間伐区と無間伐区を設定し、処理後3年間にわたり土砂受け箱に流入した土砂の移動量や林床被覆率を測定しました。また、調査地に出没した野生動物による地表面の攪乱の影響も評価しました。

成 果

大阪府森林環境税事業地の中からスギ林3林分、ヒノキ林3林分、広葉樹林1林分の合計7林分を調査地とし、10m×10mの間伐区および無間伐区をそれぞれ1区設けました。なお、間伐前における両区の立木密度は1,200～2,700本/haと密集しており、間伐区では本数間伐率約50%の強度間伐を行いました。間伐時の林齢は35～72年生でした。各調査区に土砂受け箱を5基ずつ設置し、毎月末に箱に流入した土砂を回収し、単位降水量あたりかつ斜面長あたりの細土移動量である細土移動レートを算出しました。各調査区の林床被覆率を算出するため、土砂受け箱の回収日に、50cm×50cmの調査枠を土砂受け箱の斜面上端に置き、下層植生被覆率、リター被覆率およびそれらの合計値である林床被覆率を算出しました。また、自動撮影カメラを調査区に設置し、撮影された野生動物の撮影頻度を確認するとともに、掘り返し等による土砂攪乱の有無を目視判断しました。

スギ林では、豪雨やイノシシの掘り返しによるリターの流出に伴って細土移動レートが一時的に上昇したものの、間伐区・無間伐区ともに林床被覆率は60%以上と高く、細土移動レートは低い値で推移しました（図1）。ヒノキ林は間伐後1～2年目に間伐区の細土移動レートが無間伐区より高くなる傾向が見られましたが、下層植生被覆率が高まるにつれて（図2）、両区の差は小さくなる傾向を示しました。広葉樹林は両区ともに間伐後1年目に林床被覆率が60%以上と高く、細土移動レートは低かったのですが、間伐後2年目以降イノシシによる表土攪乱の頻度が他の林相よりも高まり、細土移動レートは1オーダー上昇しました。以上からスギ林と広葉樹林は林床被覆率が高いことで表面侵食に対する耐性が高く、野生動物の影響が無い場合はその特性が強度間伐後も維持されると考えられました。一方でヒノキ林は、強度間伐後に林床被覆率が回復するまでの間は、表面侵食量が増大する恐れが高いことが示唆されました。

成果の活用

本成果は、大阪府森林等環境事業評価審議会において報告し、事業の円滑な推進に寄与するとともに、第130回日本森林学会大会（2019年）でポスター発表にて報告を行いました。本稿は、日本森林学会誌106巻5号117-127（2024年）で公表した成果をまとめたものです。

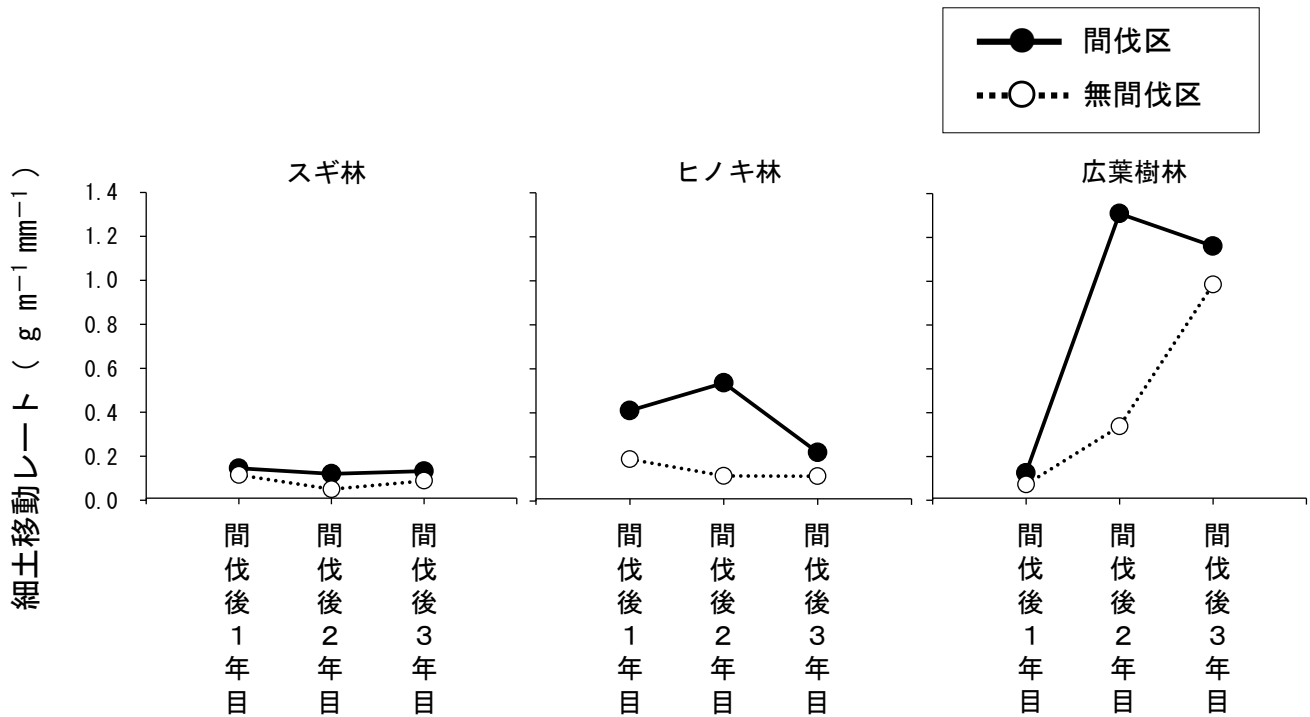


図1 各調査地・調査区における間伐後1～3年間の細土移動レート
(スギ林・ヒノキ林は3林分の平均値を示す)

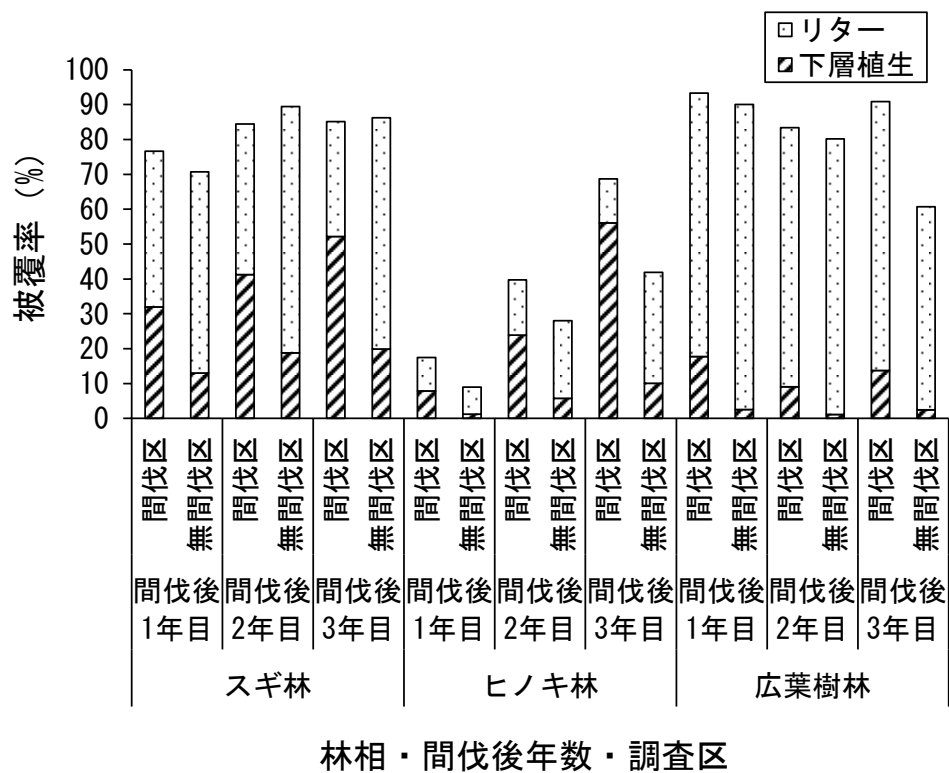


図2 各林相・調査区における間伐後1～3年間の林床被覆率（下層植生+リター）

[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]

奈良県におけるツキノワグマの個体数の推定

奈良県森林技術センター 若山 学

研究の背景・ねらい

奈良県内に生息するツキノワグマ（以下、クマ）は紀伊半島の個体群に属し、1991年より、環境省のレッドリストに「絶滅のおそれのある地域個体群」として記載され、1994年以降、狩猟の捕獲が禁止されています。一方では、スギやヒノキの樹皮を剥ぎ、材に変色・腐朽被害を生じさせ、深刻な林業被害をもたらしています。また、近年は県民等からの目撃報告数が増加し、人身被害が生じたケースもあるため、その予防と対策も重要な課題となっています。2008年を最後に奈良県内ではクマの個体数調査が実施されていませんでしたので、クマの地域個体群の維持・発展と、農林業被害対策・人身被害対策を両立させる適切な保護管理に資するために、カメラトラップ調査を主体とした方法で、クマ個体数の推定をおこないました。

成 果

奈良県内のクマが生息している上北山村と十津川村の森林に、2016年11月から2018年10月まで合計30地点に、カメラトラップを設置して動画を撮影、クマの胸部が明瞭に撮影されている動画から胸部斑文の形状に基づき個体を識別（写真1）して、個体数を調べました（表1）。次に、環境省自然環境局生物多様性センターの自然環境保全基礎調査（第5回）で、常緑針葉樹等の植林地帯、クリ・ミズナラ群落等の一般に二次林と呼ばれる代償植生地区、ブナ・ミズナラ再生林等代償植生地でも特に自然植生に近い植生地区、ブナ群集等の自然植生のうち多層の植物社会を形成する地区とされた地域を、本調査地域でのクマの生息適地と仮定しました。そして、カメラトラップの設置地点を中心とした半径2 km、3 km、4 kmの円内を、カメラトラップで撮影されたクマの行動範囲の面積と仮定して、最も多くの個体を識別できた2017年度の個体数と、前述した円内にあるクマの生息適地の面積から生息密度を推定しました（表2）。また、クマの生息が想定される奈良県東部、南部地域の狩猟者を対象にしたアンケート調査では、クマの生息の情報を得た第3次地域区画は1937区画、そのうちクマの生息適地の区画は1780区画でした（図1）。第3次地域区画の面積は約1.06km²であることから、奈良県内のクマの生息分布面積は約1887km²と推定されました（図1）。

クマの生息密度と生息分布面積から、奈良県内のクマの個体数は174.6頭（クマの行動範囲を半径4 kmと仮定）、267.3頭（クマの行動範囲を半径3 kmと仮定）、466.7頭（クマの行動範囲半径2 kmと仮定）と推定され（表2）、環境省が示す「特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン」の個体数水準2（100～400頭程度）に該当し、2008年調査時と同じ水準にあることが確認されました。

成果の活用

本研究の成果は、第4次奈良県ツキノワグマ保護管理計画を変更するにあたって、主要な基礎資料として活用されています。なお本稿は、奈良県森林技術センター研究報告50：7-14（2021）で公表したものをまとめたものですが、研究は2024年現在も継続しており、引き続き奈良県内のクマの保護管理に活用される予定です。



写真1 撮影されたクマの例
(上北山村調査地)

これらの個体は胸部斑文が明瞭に撮影されており、別の個体であることがわかる。

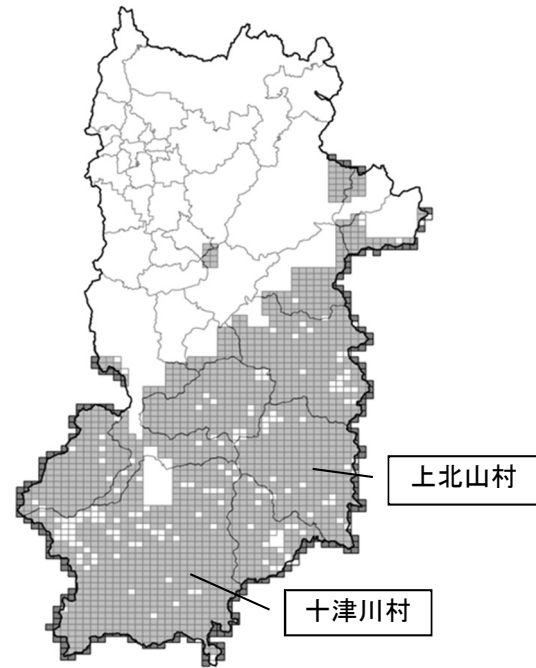


図1 奈良県内のクマの推定生息分布面積約1887km²
クマの生息情報を得た第3次地域区画(図内の小さい四角形)は1937区画。そのうち暗灰色に着色した1780区画がクマの生息適地の区画で、クマの推定生息分布面積は約1887km²となる。

表1 各調査地域のカメラトラップ設置数と調査年度別のクマの識別個体数

調査地域	カメラトラップ設置数	識別個体数		
		2016年	2017年	2018年
上北山村	15	3	10	6
十津川村	15		7	1

表2 各調査地域におけるクマの識別個体数、生息適地面積、生息密度、平均生息密度およびそれらと図1の奈良県内のクマの生息分布面積より推定された個体数

行動範囲	調査地域	識別個体数	クマ生息適地面積(km ²)	生息密度(個体数/km ²)	平均生息密度(個体数/km ²)	推定個体数(頭)
2km圏	上北山村	10	38.40	0.260	0.247	466.7
	十津川村	7	29.89	0.234		
3km圏	上北山村	10	66.48	0.150	0.142	267.3
	十津川村	7	52.68	0.133		
4km圏	上北山村	10	100.71	0.099	0.093	174.6
	十津川村	7	81.62	0.086		

ドローン空撮画像を用いた簡易な森林調査

岡山県農林水産総合センター 森林研究所 林業研究室 牧本 卓史

研究の背景・ねらい

人工林の計画的管理に欠かせない資源情報の予測や調査については、その利用目的や求める精度に応じて様々な方法があり、最近では航空機によるレーザー計測に基づく予測や地上レーザー計測装置を用いた標準地調査等、省力的な手法が普及しつつあります。とりわけ、民間事業者等で導入が進んでいるドローンを活用した調査手法は、低高度からの撮影により、より詳細な林冠モデルの作成が容易であり、既存の地表面モデル (DTM ; Digital Terrain Model) や予測式を活用することで簡易に人工林資源量の解析が行える可能性があります。本研究では、民間事業者が省力的かつ安価に何度でも取り組むことができる、ドローン空撮画像を用いた森林調査を普及するため、フリーソフトや既存の予測式を用いた調査方法の精度や特性を検証しました。

成 果

1. 立木密度と樹高の予測精度

林業分野で活用が普及しているQGISでは、プラグインであるTree Density Calculatorにより、簡易に樹頂点を抽出することができ、その抽出精度は、ドローン空撮画像から生成する表層モデル (DSM ; Digital Surface Model) 及び林冠高モデル (DCHM ; Digital Canopy Height Model) の解像度やTree Density Calculatorのパラメーター設定に依存します (図1, 2)。そこで、岡山県内のヒノキ人工林に60箇所の調査区 (400m²) を設け、最適な解析条件を検討しました。精度の検証に当たっては、同じく省力的な標準地調査の手法として注目されている、地上レーザー計測装置による測定結果との比較を行いました。DCHMの解像度を20cm/pxとし、Tree Density calculatorの解析メッシュサイズを、林木の平均占有面積の0.8倍とした場合、樹頂点抽出の本数誤差は概ね10%以内となり (表1)、63%の林木について、GIS上で確認できるオルソ画像の実際の林木の位置と誤差無く抽出されました (表2)。樹頂点抽出の位置の精度が高いことで、樹高の推定精度の誤差も0.1m程度と、良好な結果が得られることがわかりました (図3)。

2. 林分材積の推定

人工林林分密度管理図に掲載されている予測式では、上層樹高と立木密度から林分材積が算出できます。樹高と立木密度が高精度で解析できる林分では、この式を用いることで、地上レーザー計測成果に近い林分材積が推定できることが明らかとなりました (図4)。なお、密度管理図の注釈には、「100林分中80林分で20%以内の誤差で推定できる」とされており、これ以上の精度を求めることはできません。一方で、現地で行う標準地調査と比べ、時間と労力が大幅に軽減できるこの方法は、間伐や主伐といった施業前に、大まかに林況を知る手法として有効であると考えられます。

成果の活用

本手法による森林解析の手順を示したマニュアル「ドローン空撮による森林調査」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/922571.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で講演を行うなど、空撮用ドローンを用いた人工林資源情報解析の推進について普及に努めています。

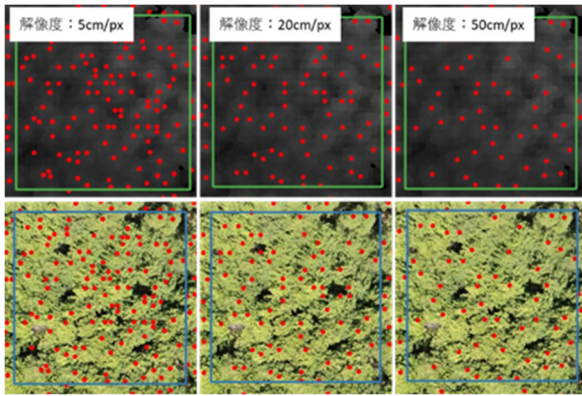


図1 DCHM解像度別樹頂点抽出結果の一例

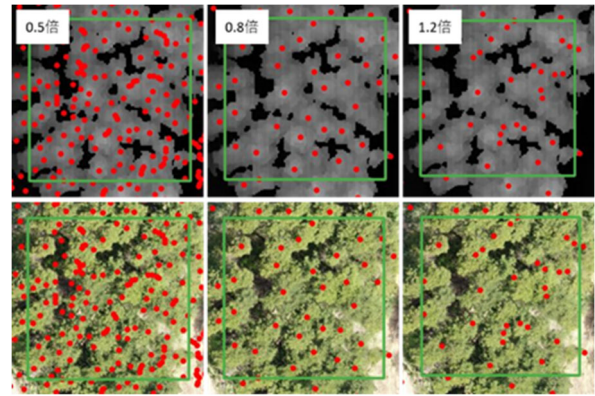

図2 解析メッシュサイズ別樹頂点抽出結果の一例
(倍率は平均占有面積に対する倍率)

表1 DCHMの解像度別樹頂点抽出本数と抽出誤差

	調査区内の解析平均本数				換算平均立木密度				平均本数誤差(下段:範囲)			平均誤差率(下段:最大)		
	DCHMの解像度				DCHMの解像度				DCHMの解像度			DCHMの解像度		
	OWL	5cm	20cm	50cm	OWL	5cm	20cm	50cm	5cm	20cm	50cm	5cm	20cm	50cm
全体 (60調査区)	50	50	48	43	1,239	1,258	1,192	1,064	0.8 (-10~16)	-1.9 (-7~4)	-7.0 (-21~1)	1.8 (30.0%)	-3.3 (14.8%)	-13.4 (30.5%)
1,000本/ha未満 (9調査区)	37	40	38	34	922	1,003	939	861	3.2 (0~6)	0.7 (-1~2)	-2.4 (-4~-1)	8.7 (15.8%)	1.8 (5.4%)	-6.7 (11.1%)
1,000≦1,500本/ha (43調査区)	49	49	47	42	1,224	1,228	1,177	1,051	0.2 (-10~13)	-1.9 (-7~4)	-6.9 (-18~-1)	0.5 (30.0%)	-3.6 (12.7%)	-13.9 (30.5%)
1,500本/ha以上 (8調査区)	67	68	62	55	1,675	1,703	1,556	1,363	1.1 (-9~16)	-4.8 (-7~-3)	-12.5 (-21~-4)	1.3 (22.2%)	-7.1 (14.8%)	-18.6 (29.2%)

表2 抽出条件別の抽出位置の誤差 (DCHMの解像度:20cm/px)

	抽出メッシュサイズ		
	1.2	0.8	0.5
位置の平均誤差(m)	0.87 ± 0.58	0.15 ± 0.21	0.31 ± 0.26
最大誤差(m)	2.64	0.75	1.18
誤差無しの割合(%)	20	63	31

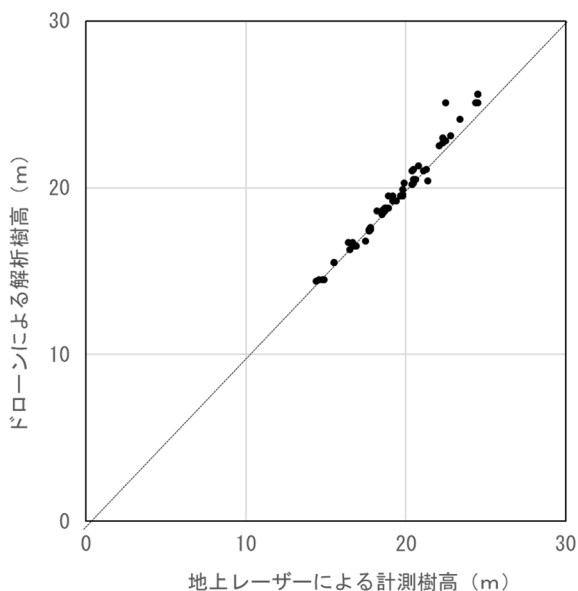
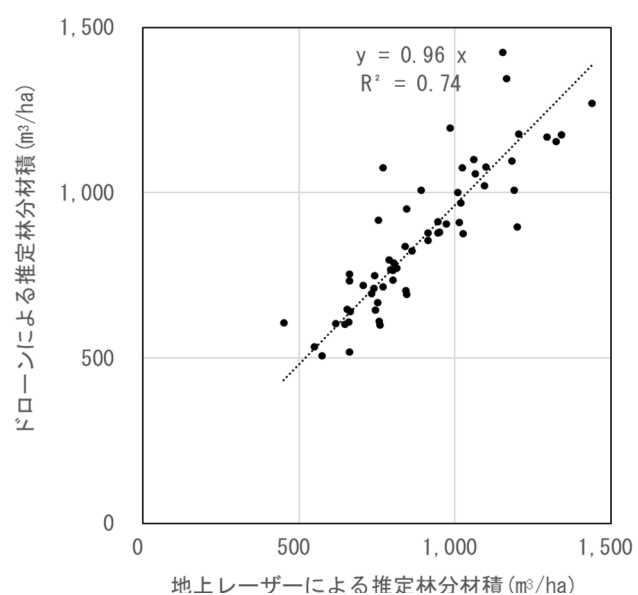

図3 地上レーザー装置による計測樹高と解析樹高の関係。直線は $y=x$ 。


図4 地上レーザー装置による林分材積と推定林分材積の関係

下刈り省略の除伐への影響とコスト評価

高知県立森林技術センター 森林経営課 渡辺 直史

研究の背景・ねらい

持続的に木材資源を生産・供給していく森林を育成するためには、皆伐後の再生林が不可欠ですが、植栽・下刈り等に要する経費は、現在の木材価格に対して非常に高額です。このため、低コストで育林する技術の開発が急務となっています。育林の低コスト化の方法として下刈りの省略が考えられ、当センターの過去の研究から、下刈りの省略は可能であることが分かりました。一方で下刈りの省略を行った林分では除伐コストが増大し、下刈り～除伐の総コストが増加する懸念があります。また、下刈りを省略した林分で除伐も省略できれば更なる低コスト化、省力化が期待できます。そこで本研究では、下刈り省略を行った林分における下刈り～除伐の総コスト評価と、競合植生との競争関係から除伐必要性の判断指標を提示することを目的としました。

成 果

2010年度に3カ所（東石原、奈半利、南川）のスギ林下刈り省略試験地に「毎年下刈り」、「隔年下刈り」、「無下刈り」の処理区を設定し、下刈りと除伐を実施して時間計測を行いました（表1）。東石原と奈半利の試験地では、1年目は下刈りの必要が無いと判断して「毎年下刈り」は2～5年目、「隔年下刈り」は3年目と5年目に下刈りを行いました。南川の試験地は、「毎年下刈り」は1～5年目、「隔年下刈り」は2年目と4年目に下刈りを行いました。除伐は10年目に行いました。使用機械は下刈り、除伐ともに刈り払い機のみを使用しました。除伐前に、各調査区で競合植生の胸高直径を測定して胸高断面積を算出し、競合植生量としました。下刈りを省略するほど除伐時の競合植生量は多くなるため、除伐に要する時間は、下刈りを省略するほど長くなりました（図1）。しかし、下刈り省略のコスト削減効果を消すほどではなく、下刈り・除伐の総作業時間は、下刈りを省略するほど少なくなり（図1）、下刈り省略の初期育林コスト削減効果が確認できました。

除伐の有無による成長比較は植栽時の競合植生量が異なる2カ所の試験地（東石原：競合植生少、南川：競合植生多）で行いました。下刈り省略試験では各処理区に3反復の試験区を設定していたため（図2）、2試験区で除伐を実施し（除伐1、除伐2）、残る1試験区は除伐を行わずに対照区（除伐無）とし、除伐実施前後の成長率（ $\text{当年樹高} \div \text{前年樹高}$ ）を除伐の有無で比較しました。また、除伐の必要がない状態を探るため、除伐前に競合植生の上に出ているスギ樹冠面積（図3）に着目して、除伐前樹冠面積に対する除伐後4年間の成長率（ $\text{除伐4年後樹高} \div \text{除伐前樹高}$ ）の関係を除伐の有無で比較しました。除伐の実施により樹高成長率が大きく増加したのは、植栽時に競合植生が多かった南川試験地の「無下刈り」のみでした（図4）。除伐前の樹冠面積と除伐後4年間の樹高成長率の関係では、競合植生に完全に覆われた個体（除伐前樹冠面積＝0）は除伐により成長率が大きくなり、競合植生の上に樹冠が出ている個体では除伐の有無による成長率の差はありませんでした（図5）。

本試験地の競合植生はアカメガシワやタラノキなどの先駆樹種であり、このような植生の場合はスギの樹冠が競合植生の上に出ている林分では、除伐の省略が可能であると考えられます。

成果の活用

本成果の活用により植栽後の初期保育の労力、コストを大幅に少なくすることができます。

表 1 下刈り、除伐の試験区数

試験地	試験区	皆伐年	植栽年	試験区数	うち除伐試験区数	
					除伐実施	除伐無
奈半利	毎年下刈り			6	4	2
	隔年下刈り	2009年	2010年	6	4	2
	無下刈り			6	4	2
東石原	毎年下刈り			6	4	2
	隔年下刈り	2009年	2010年	6	4	2
	無下刈り			6	4	2
南川	毎年下刈り			5	3	2
	隔年下刈り	2007年	2010年	5	3	2
	無下刈り			5	3	2

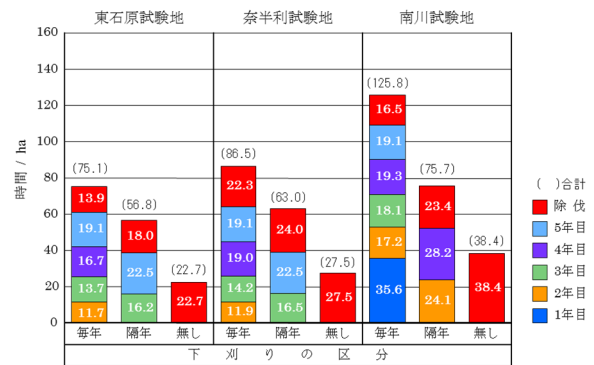


図 1 除伐と下刈りに要する時間



図 2 試験区の配置
南川：無下刈り



図 3 除伐前後のスギ樹冠 (南川：無下刈り)
白い点は競合植生に完全に覆われている個体

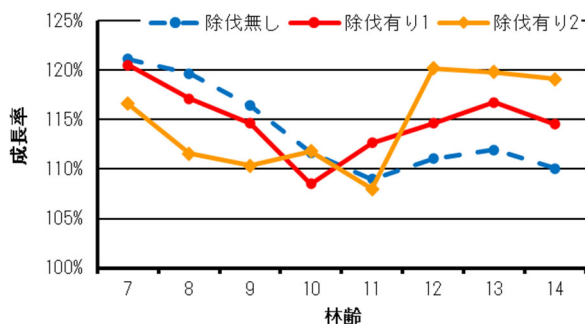


図 4 除伐前後のスギ樹高成長率
南川：無下刈り

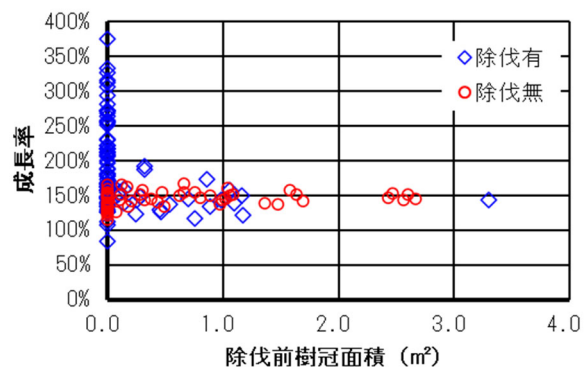


図 5 除伐前樹冠面積と除伐後 4 年間の樹高成長率

成長に優れたスギを活用した下刈りの省力化

福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター 森林林業部 鶴崎 幸・萩原 晟也

研究の背景・ねらい

福岡県では、森林資源の循環利用を図るため、主伐と併せて伐採後の再造林を推進していますが、再造林を進めていくためには再造林経費の削減が必要です。再造林経費の削減を図るためには、経費の約4割を占め、植栽後5～6年間毎年実施されている下刈りの回数を削減することが有効と考えました。しかし、下刈り対象となる競合植生の種類や成長は多様であるため、一律に回数を削減することができません。

そこで、林地のスギや競合植生の状況から、現場に応じて下刈り要否を判断できる基準を明らかにしました。さらに、成長に優れたスギを活用することで更なる下刈り回数削減を見込めることから、植栽適地を明らかにしました。

成 果

1. スギ林における競合植生のタイプに応じた下刈り要否判断基準

下刈り直前に、スギの樹高が周辺競合植生よりも高い「頭出し」状態であると、毎年の下刈りは不要です。競合植生タイプごとに90%以上のスギが「頭出し」状態になったスギの樹高を指標として、ススキ類型で2.2m以上、その他の類型では1.3m以上が下刈り要否判断基準です（図1）。

2. 成長に優れたスギの樹高成長と植栽適地

成長に優れたスギは、在来品種よりも樹高成長が旺盛でした。植栽適地は湿潤な場所であり、地形湿潤指数（TWI）の値が大きいことにより判断できます（図2）。

3. 成長に優れたスギを活用した下刈り回数の削減

下刈りは、在来品種の場合、競合植生のタイプがススキ類型で3～5年生まで、その他の類型で2～5年生までは毎年1回の下刈りを継続して実施する必要があります（結果略）。成長に優れたスギを適地に植栽することで、林地によっては在来品種よりも1年早く下刈りが不要となります（図2、図3）。

成果の活用

競合植生のタイプは、林地を見渡すことにより判断します。ススキが半分以上林地を覆っていれば「ススキ類型」、それ以外であれば「その他の類型」とします。地形湿潤指数（TWI）は、航空レーザ測量実施済みの地域で計算可能です。詳細は以下のURLをご覧ください。

・福岡県農林業総合試験場令和5年度成果情報

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

本研究は、農林水産省による戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」（2018～2022年度、18064868）により実施しました。

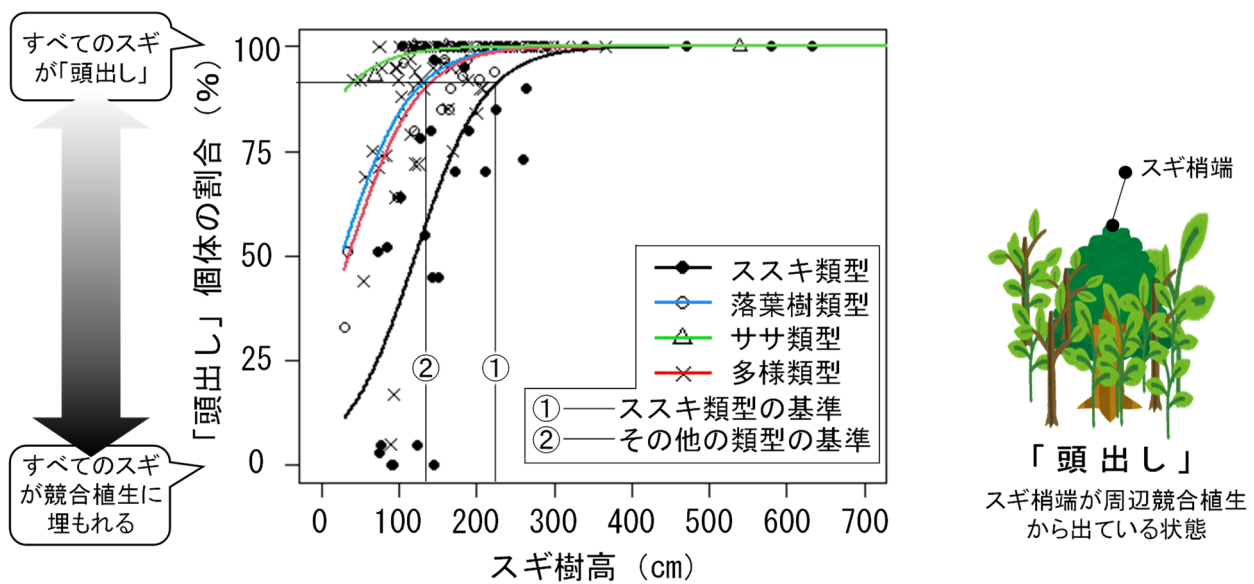


図1 スギ樹高と下刈り1年後に「頭出し」状態になったスギ個体の割合との関係

- 注) 1. 判断基準は、植生タイプごとに90%以上のスギが「頭出し」状態になったスギ樹高である。
2. 県内(八女市、うきは市)143箇所にプロット(100㎡)を設定し、調査を実施した結果である。

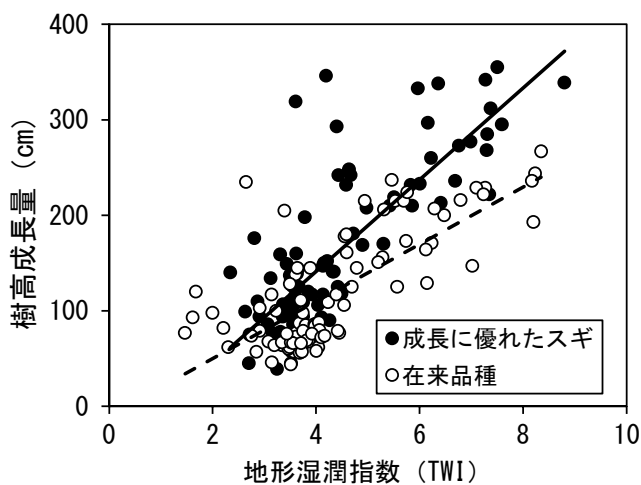


図2 地形湿潤指数(TWI)と樹高成長量の関係

- 注) 1. 成長に優れたスギ：特定母樹の高岡署1号、在来品種：八女10号を調査した結果である。
2. 調査地は八女市で、30m×15mの帯状区を設定し、試験を実施した結果である。
3. 図2に示す樹高成長量は、1～5年生までの4成長期間の合計である。

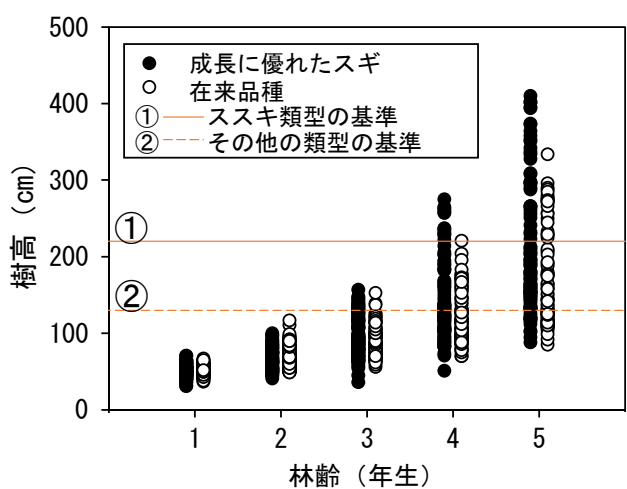


図3 林齢に応じたスギの樹高

マツノマダラカミキリ発生予測図の作成

長崎県農林技術開発センター森林研究部門 鎌田 政諒

研究の背景・ねらい

マツノマダラカミキリの防除のための薬剤散布の適期を知るうえで、初発日の予測は重要です。長崎県農林技術開発センターでは1985～2014年の30年間の発生予察データから、初発日までの有効積算温量（12℃を発育零点、2月からの積算）が平均317日度で推定できることを報告しています（2014長崎県農林技術開発センター研究成果情報）。しかし、この結果は当センター圃場で収集したデータに基づくものであり、長崎県内のマツ林全体に適用するには各地点の積算温量を個別に取得する必要があると、一体的な予測が困難でした。

一方、農研機構メッシュ農業気象データから、日平均気温に関する未来のデータとして、当日から26日先までの日別予報値とその先の日別平年値を得ることができます。このデータを活用することで、県内全域を一体的に予測できるマツノマダラカミキリ発生予測図を作成しました。

成 果

1. マツノマダラカミキリ発生予測図の作成

Python及び外部モジュール（Spyder5.3（Python3.9）、Numpy、scipy、matplotlib、netcdf4、pyproj、xarray）を用いて国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構農業環境変動研究センター「農研機構メッシュ農業気象データ」から得られる日平均気温に関するデータを基に、初発日までの有効積算温量を317日度として県内全域のマツノマダラカミキリ発生予測図を作成しました。作成した発生予測図はPythonにより出力されるHTMLファイルを用いることで、国土地理院白地図や標準地図、航空写真と重ねて業務資料として活用できます（図1）。

2. マツノマダラカミキリ実測初発日と予測初発日の関係

1985～2023年に当センター内で調査した実測初発日と、一部に農研機構メッシュ農業気象データを用いた予測初発日を比較した結果、正の相関が見られました（図2）。表1には、実測初発日と予測初発日の概要を示しました。

成果の活用

農研機構メッシュ農業気象データの日平均気温に関する未来のデータを活用することで、県内地域別のマツノマダラカミキリの発生予測が可能になります。薬剤散布の適期は初発日から1週間程度ですが、本成果を活用し予測初発日の約1カ月前に関係市町村へ発生予測図を配布することで計画的な防除作業につなげることが期待できます。

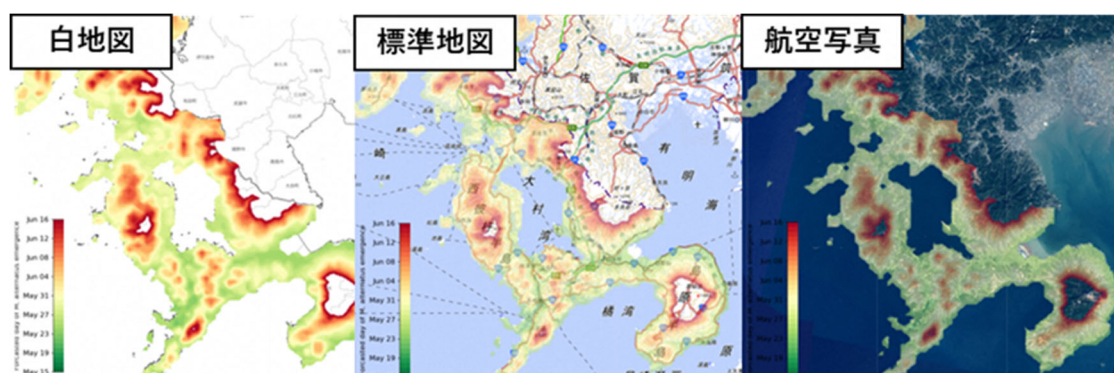


図1 マツノマダラカミキリ発生予測図の例（2014年データ）

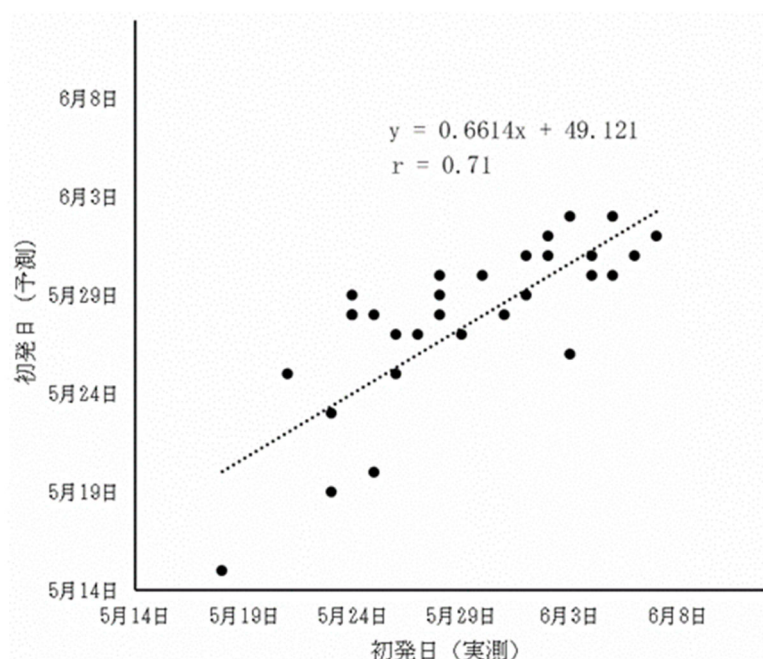


図2 長崎県農林技術開発センターにおけるマツノマダラカミキリ実測初発日と予測初発日の関係
初発日までの有効積算温量を317日度として、初発日を予測した。日平均気温のデータとして、2021年は4月28日まで、2022年は4月24日まで実測値を使用し、その後26日間は農研機構メッシュ農業気象データの予報値を、その後は平年値を使用した。そのほかの年は全て実測値を用いた。

表1 1985～2023年のマツノマダラカミキリ実測初発日と予測初発日の概要

データの種類	最も遅い日	最も早い日	平均値	標準偏差
実測初発日	6月10日 (1992年)	5月11日 (2004年)	5月28日	±6.37日
予測初発日	6月2日 (1996年)	5月13日 (1998, 2021年)	5月27日	±4.91日
各年の実測日と 予測日の差	15日 (2023年)	0日 (1999, 2001, 2002, 2020年)	1.49日	±5.67日

センダンの短伐期施業を目的とした施業技術の開発

熊本県林業研究・研修センター 育林環境部 小堀 光輝

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施業技術を開発しました。令和5年度において、さらに、センダンの生産期間を短縮して早期に供給できるようにするため、芽かき高を変えた場合や断幹した場合の成長への影響について検討しました。

成 果

1. センダンの芽かき実施高の検討

従来の芽かき技術は、4mの通直材の生産を想定したもので、芽かき実施高を4.5mとしていました。しかし、近年、センダンの需要先として期待される家具材では、2mの通直材でも利用が可能なため、芽かき実施高を2.4mと低くすることで生産期間の短縮を図ることを目的に、芽かき実施高を変えて直径成長を比較しました。

芽かき実施高を2.4mとした試験区と4.5mとした試験区を設定し、比較した結果(図1)、芽かき実施高を2.4mとした試験区の直径成長がより早く、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。

また、芽かきの高さを低くすることにより、脚立を必要とせず、作業期間もこれまで2年以上必要だったものが、1年で済んだことから、労力の軽減と安全性の確保の面で有利であることもわかりました。

2. センダンの断幹処理による直径成長への影響調査

芽かき施業を行ったセンダンは、その後も幹が上方に伸長し、高い位置に枝をつけて下部の枝が被圧され、枯れ上がりが生じます。そこで、芽かき終了後に下枝の直上で断幹し、幹の上長成長を止めて枝を低い位置で広がらせた場合に直径成長が促進されるかを検証しました(写真1)。

この結果、断幹処理による直径成長の抑制が、1成長期に認められましたが、断幹後4成長期後には中央値が無処理のものを超え、直径成長の回復が見られました(図2)。

このため、センダンの断幹処理を行うと、一時的に成長が鈍化するものの、その後葉量の枯れ上がりが回避されたこと等により、直径成長が促進されたものと考えられました。

成果の活用

本研究結果をもとに、熊本県が発行しているセンダン造林のための手引き「センダンの育成方法」について、令和5年度に改定を行いました。

今後、同手引きを用い、生産目標に応じたセンダンの育成について、森林所有者等に普及を図っていきます。

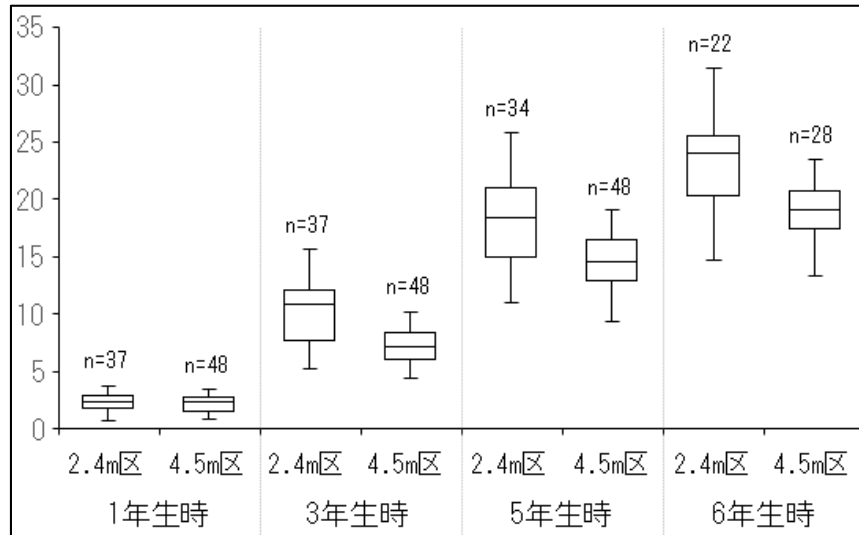


図1 芽かき高の違いによる胸高直径の推移 (nは処理区の本数)



断幹前



断幹後

写真1 断幹処理の状況

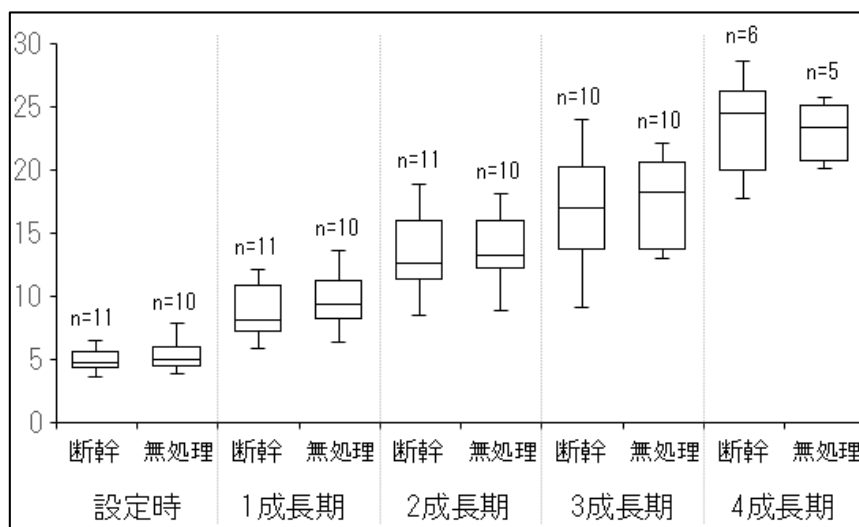


図2 断幹の有無による胸高直径の推移 (nは処理区の本数)

不採算人工林における森林再生技術の確立

鹿児島県森林技術総合センター 森林環境部 脇田 智矢

研究の背景・ねらい

森林経営管理制度のもと、市町村が経営管理権を設定する不採算人工林（林業経営に適さない森林）については、速やかに公益的機能を重視した森林（針広混交林等）へ誘導する必要があります。

しかし、不採算人工林は立地条件等によって様々な植生型があるにもかかわらず、植生型ごとに応じた目標林型と、そこに誘導するための施業方法は明らかになっていません。

そこで、林業専門職が不在である市町村の業務をサポートするため、専門技術を要しない簡易な林況の把握や目標林型に向けた施業方法等の判断技術を確立する必要があります。

成 果

1. 植生調査

県内のスギ・ヒノキ人工林を対象に、植生調査を167箇所実施しました。また、得られたデータを用いて常在度表を作成することで植生型の類型化を行いました。さらに、針広混交林や天然生林についても植生調査を行い、そこで得られた結果を参考にして各植生型の目標林型と誘導手法を設定しました（図1、図2）。その結果、スギ人工林をナチシダ型、クスノキ科型、シイ・カシ型の3つの植生型に類型化し、それぞれの目標林型を夏緑広葉樹型、クスノキ科型、シイ・カシ型としました。ヒノキ人工林をウラジロ型、シイ・カシ型の2つの植生型に類型化し、目標林型はともにシイ・カシ型としました。また、各目標林型への誘導手法として、造林劣勢木の全伐や抜き伐り、必要に応じた植栽を設定しました。

2. 植栽樹種の評価

斜面下部・谷部かつシカの生息密度が高い場所での生育に適する夏緑広葉樹としてムクロジを選定し、植栽試験と発芽試験を行いました。植栽試験では、同時期にムクロジ、チャンチンモドキ、アラカシの3樹種を植栽して、2成長期後までの樹高成長量とシカによる採食被害率を調査しました。結果は、2成長期後のムクロジの平均樹高が他樹種と比較して30～40cm程大きく（表1）、採食被害率はチャンチンモドキ、アラカシでは90%を超えたのに対し、ムクロジでは10%程度となりました（図3）。発芽試験では播種前処理として、沸騰浸漬や研磨処理等を施し、その後の27週目までの累積発芽率を調査しました。結果は、無処理区（屋外）の累積発芽率が約35%だったのに対し、研磨処理後では約97%となりました（図4）。これらのことから、ムクロジは斜面下部・谷部かつシカ生息密度が高い場所における植栽木として有効であることが分かりました。

成果の活用

本研究で得られた成果については、一部を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23号（令和4年3月）～25号（令和6年3月）等に掲載しています。今後は、これらの結果から作成したマニュアルを用いて、市町村に対して情報提供や技術の普及を行います。

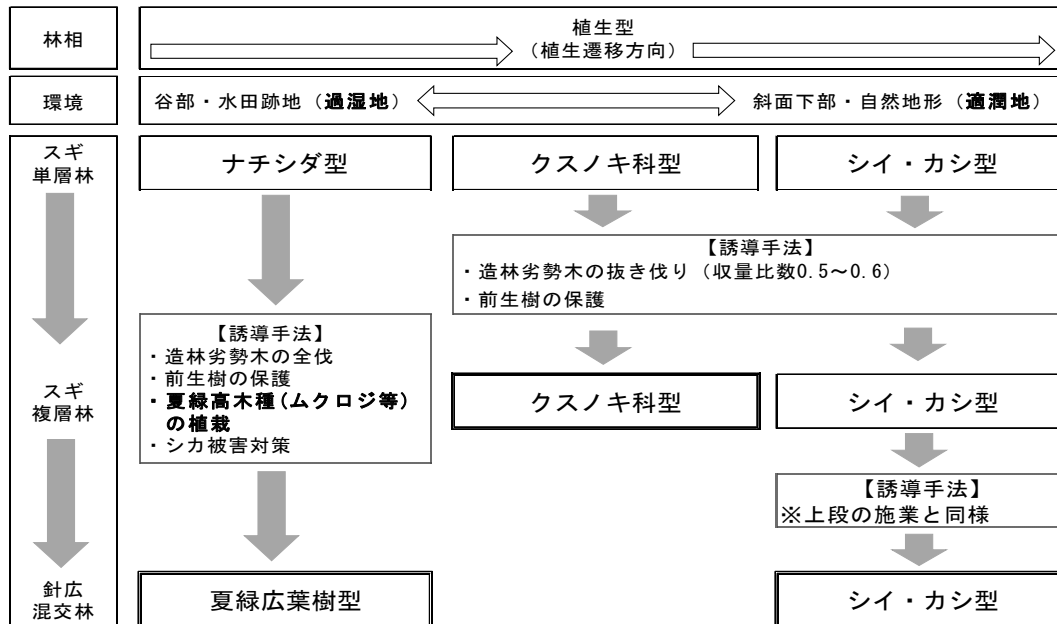


図1 スギ人工林の植生型に対応した目標林型と誘導手法

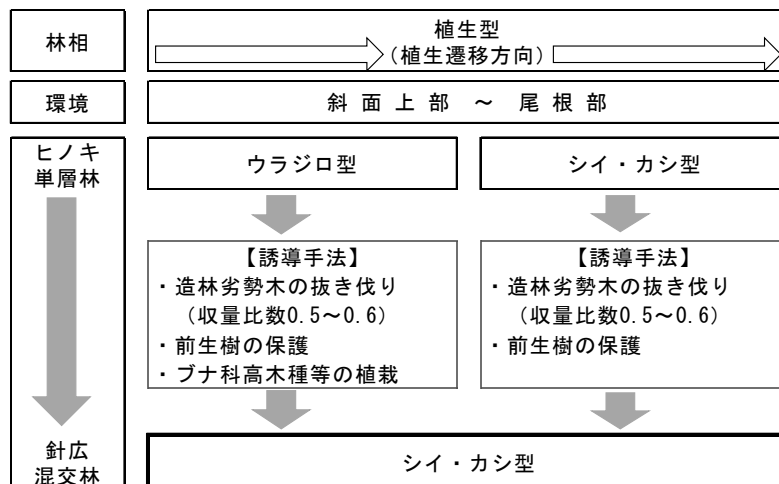


図2 ヒノキ人工林の植生型に対応した各目標林型と誘導手法

表1 植栽後の樹高

単位 (cm)

植栽樹種	植栽時	1成長期後	2成長期後
ムクロジ	18.0±4.1	48.7±20.3	83.8±36.7
チャンチンモドキ	34.1±5.8	48.4±17.1	45.4±16.5
アラクシ	16.7±4.0	39.3±8.3	54.7±17.4

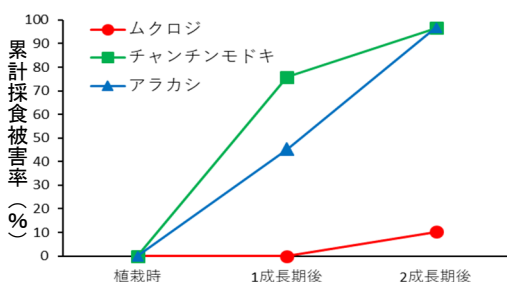


図3 植栽後の累計採食被害

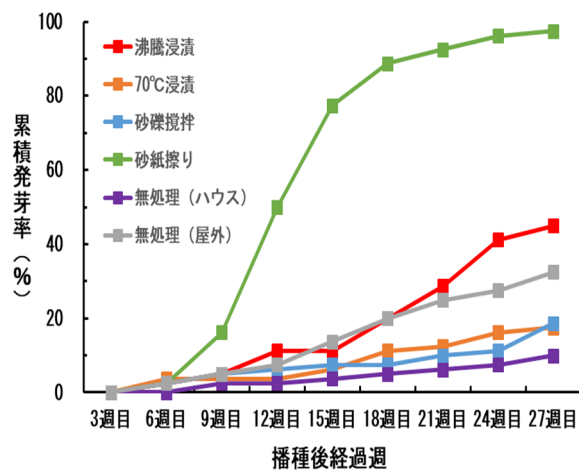


図4 各処理後の累積発芽

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

9年生スギエリートツリーと従来種苗の応力波伝播速度

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、主伐後に再生林することが必要です。再生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}が開発されましたが、普及を進めるためには、植栽地のデータに基づく優位性の検証が必要です。これまでに実証試験林を造成し、初期成長特性を従来の種苗と比較検討してきましたが、植栽後9成長期に達しており、材質特性についても評価可能となってきました。本試験では、林木育種の分野で広く利用されている応力波伝播速度を用いて、エリートツリーの材質強度を評価しました。

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である従来の育種混合苗を植栽し（表1、写真1）、植栽後9成長期を経過した令和6年12月に、FACOPP（FACOPP enterprise社製）を用いて応力波伝播速度を測定しました。センサーは、樹幹に対して約45度の角度で胸高部位を中心とした上下100cmの区間に設置し、測定は植栽木の斜面の等高線方向に2方向（1方向あたり2回打撃）で行い、計4回の平均値から算出し、その個体の応力波伝播速度としました。

エリートツリー実生84個体、愛媛県採種園産従来種苗75個体の応力波伝播速度を測定したところ、エリートツリー実生は従来種苗に比べて有意に高い結果となりました（マンホイットニーU検定、 $p<0.01$ 、図1）。よって、エリートツリー実生は愛媛県採種園産従来種苗に比べ、遺伝的に材質強度が優れていると考えられました。

しかし、エリートツリー実生の応力波伝播速度と樹高及び胸高直径間にはそれぞれ有意な負の相関が認められました（Spearmanの順位相関検定、 $p<0.01$ 、図2）。そこで、実生エリートツリー84個体及び採種園のエリートツリーの葉からDNAを抽出し、SSR遺伝子型による親子鑑定を行ったところ、特定の種子親が数系統検出されました。そして、特定の種子親由来のエリートツリー実生個体間においては、応力波伝播速度と樹高及び胸高直径との間にはそれぞれ有意な相関が認められませんでした（Spearmanの順位相関検定、 $p<0.01$ 、図3）。よって、図2の結果は種子親の系統ごとの応力波伝播速度の差が影響を与えていると考えられました。

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^{※2}が造成され、愛媛県では、2018年度からエリートツリーの種子が生産されています。応力波伝播速度が比較的高い系統をミニチュア採種園の母樹として導入・改良することで、成長に優れ、かつ材質にも優れたエリートツリー種子の生産に寄与したいと考えます。

※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 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。

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)	9 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	1033.5±170.4
従来	愛媛県採種園産育種混合苗			101.7±12.7	903.2±186.7



写真1 空中写真

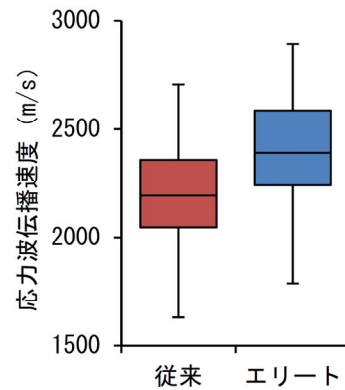


図1 試験区間における応力波伝播速度の比較

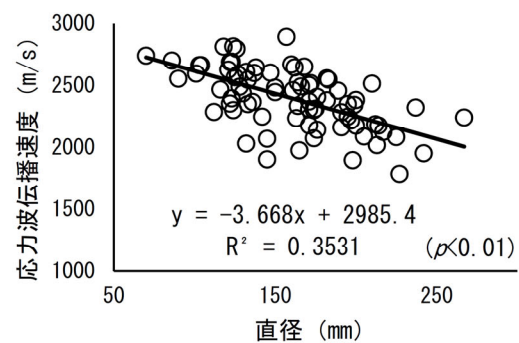
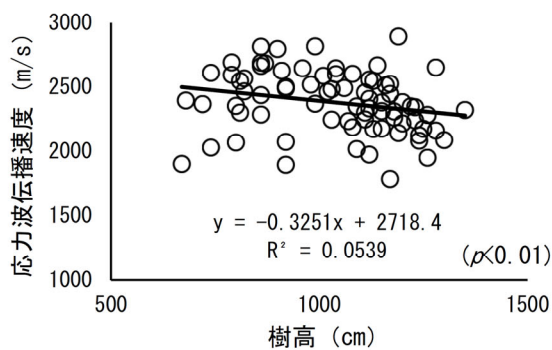


図2 エリートツリー区における応力波伝播速度と樹高及び胸高直径との関係

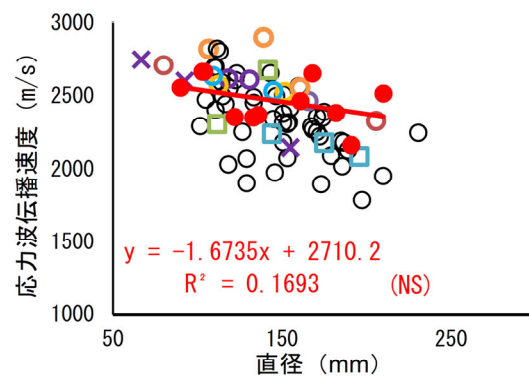
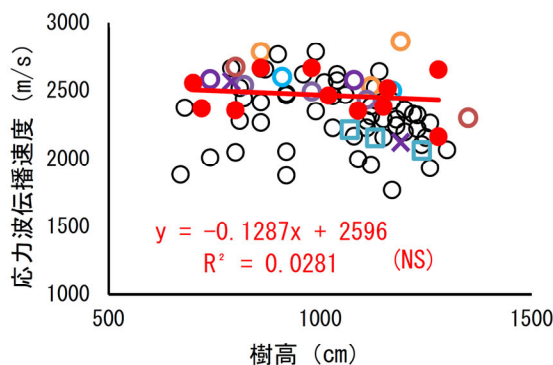


図3 母樹系統別のエリートツリー区における応力波伝播速度と樹高及び胸高直径との関係

※図中の色付きの●や○は、種子親の系統が同じことを示す。

スギ・ヒノキさし木苗の生産性向上に関する研究

大分県農林水産研究指導センター林業研究部 加藤 小梅

研究の背景・ねらい

本県では、森林資源の充実による主伐の増加に伴い造林面積も増加傾向にある中、スギ苗木の自給率は6割程度に止まっており、今後も慢性的な苗木不足が懸念されています。また、全国的に問題となっている花粉症対策として、国は令和15年度までに花粉の少ないスギ苗木の生産割合を9割以上とすることを目指すなど様々な対応に乗り出しており、本県においても花粉の少ないスギ苗木の利用促進に取り組む方針となっています。これを受け、ミニ穂（穂長20cmの穂木）利用及び苗木生産作業の効率化によるスギ苗木自給率の向上に加え、花粉の少ないスギ苗木の利用促進に向けた品種特性の把握が求められていることから、コンテナ直ざしにおける元肥利用の可否、花粉の少ないスギ品種を用いた苗木の成長特性を明らかにすることを目的に試験を実施しました。

成 果

1. コンテナ直ざしにおける元肥利用の検討

培地に元肥を用いると根腐れや肥料焼けの要因となるとされ、これまでの苗木生産では使われてきませんでした。しかし、スギ苗のコンテナ直ざしにおいて、培地に元肥として緩効性肥料を利用した結果、元肥を用いなかった培地と同様の高い発根率が確認でき、苗木の生育に影響を及ぼさないことが確認できました。このことから、緩効性肥料であればコンテナ直ざしにおける元肥利用の可能性が認められ、スギコンテナ苗生産における箱ざし工程の省略化が可能であることが明らかとなりました（表1）。

2. スギ特定苗木の品種特性把握

スギ特定苗木を用いて成長量調査を行った結果、品種により発根の開始時期・速度、成長量等に差があることが確認されました（図1、図2）。また、培地に元肥を用いた試験区において半数程度は規格到達が確認できた品種もあったことから、元肥を利用することで、ミニ穂を用いた場合でも、育苗期間1年で規格到達する可能性があることが明らかとなりました（表1）。

成果の活用

本成果は、当研究部の発表会や県内の樹苗生産農業協同組合への報告会、第80回九州森林学会（大分）で報告を行いました。報告を受け、実際に元肥の利用を試みている生産者の方も見られており成果の活用が進んでいます。今後も樹苗協や普及員等に向けた研修会や刊行物等により情報提供を行っていくこととしています。

表1 さし付けから1年後の枯死・発根率と規格到達率

品種	さし付け日	本数	元肥	枯死率(%)	発根率(%)	規格到達率(%)
県佐伯6号	R4. 9. 13	40	なし	0	100	0
		40	あり	5	95	45
	R4. 10. 13	40	なし	0	100	0
		40	あり	10	90	20
	R5. 2. 14	40	なし	0	100	0
		40	あり	5	95	48
県佐伯13号	R4. 9. 13	40	なし	18	82	0
		40	あり	25	75	48
	R4. 10. 13	40	なし	0	100	0
		40	あり	20	80	10
	R5. 2. 14	40	なし	0	100	0
		40	あり	0	100	20
県日田15号	R4. 9. 13	40	なし	18	82	0
		40	あり	15	85	5
	R4. 10. 13	40	なし	3	97	0
		40	あり	0	100	3
	R5. 2. 14	40	なし	0	100	0
		40	あり	0	100	3
県藤津14号	R4. 9. 13	40	なし	10	90	0
		40	あり	20	80	58
	R4. 10. 13	40	なし	0	100	0
		40	あり	0	100	40
	R5. 2. 14	40	なし	0	100	0
		40	あり	0	100	50

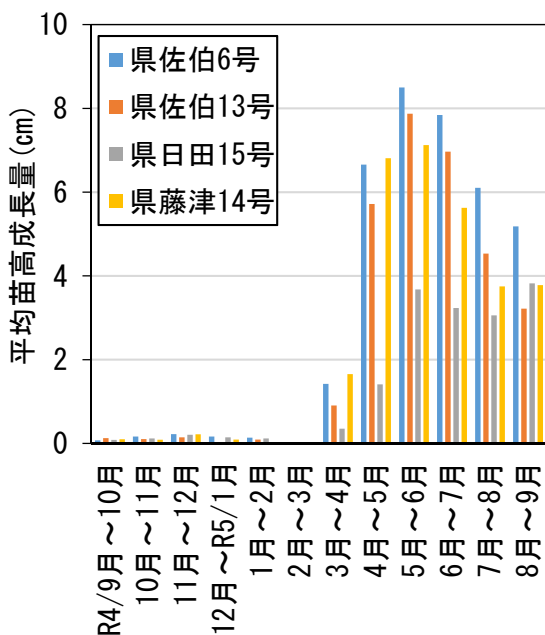


図1 令和4年9月さし付け個体の1年間の苗高成長量の推移

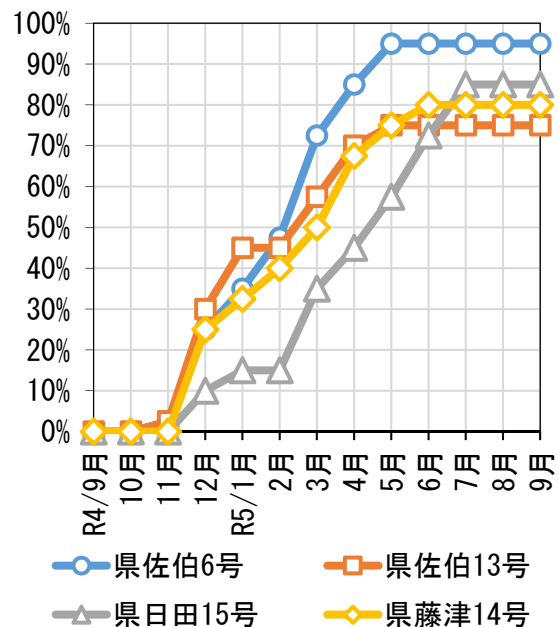


図2 令和4年9月さし付け個体の品種毎の発根率の推移

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

2024年問題に対応した原木流通を目指して ～中間土場のリードタイム短縮効果の検証～

(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 酒井 明香

研究の背景・ねらい

“中間土場”は、「山から原木市場・工場の間地点に作られた土場」のことです。北海道ではバイオマス流通の拠点、あるいは運材車から大型トレーラへ原木をまとめる配送効率化の拠点として増加し、物流2024年問題の対策の一環としても期待されています。一方で、その効果は地域で利用されている樹種、運材車サイズ（1台あたり原木積載可能量）、需要地までの1日あたり往復可能数等によって異なります。そこで、過積載対策や運転手の拘束時間短縮など2024年問題を念頭に、北海道の函館地方のトドマツ間伐材760m³を、中間土場を経由して大型トレーラに積換え製材工場に運ぶケースと、山から通常の運材車のまま直送するケースの実証試験を行い、中間土場のリードタイム（受注確認から納品確認までの所要日数）短縮効果を検証しました。

成 果

運材試験に先立ち、対象地で使用される一般的な運材車（最大積載量9t）およびトレーラ（同28t）へのトドマツ積み込み試験を実施しました（写真1）。9t運材車に伐採後1ヶ月のトドマツ（容積密度530kg/m³-wet40%）原木20m³を満載すると1t超の過積載となりました。最大積載可能量は満載より15%少ない約17m³でした。28tトレーラは車台2両に満載で約35～38m³のトドマツ原木が積載可能で（表1）、最大積載量に対し余裕があり過積載とはなりませんでした。この結果から標準的なトドマツ原木積載量を9t運材車で17m³、28tトレーラで37m³とし、山土場から製材工場までの運材試験を実施しました。直送ケースと中間土場経由ケースの概要は図1のとおりで、山土場から林道を約10km下った位置に中間土場を設置しました。

【直送ケース】9t運材車が山土場を出発し製材工場に原木を納品し、山土場に戻る1往復の運材所要時間は約6時間半でした。運転手の休憩時間を含めて1日1往復が最大往復数となり、トドマツ760m³を運材する最短所要日数は45日（表2）、リードタイムは47日でした（表3）。

【中間土場経由ケース】山土場出発で中間土場に原木を降ろし、山土場に戻る9t運材車1往復の運材所要時間は約2時間で、1日あたりの最大往復数は4往復、中間土場まで760m³の原木を運ぶ最短所要日数は12日でした。中間土場出発で製材工場へ納品し、中間土場に戻る28tトレーラ1往復の所要時間は約3時間半で、1日あたりの最大往復数は2往復、製材工場まで760m³を運ぶ最短所要日数は11日でした（表2）。リードタイムは、運転者1名体制（9t運材車と28tトレーラを1名で運転した場合）では25日、運転者2名体制では14日でした（表3）。結果として、中間土場を経由するケースでは、直送ケースの47日と比較し製材工場までの運材が大幅な時間短縮になるとともに1名体制時の1m³あたり運材費は3,300円から2,000円に削減されました。

成果の活用

この結果を活用し、中間土場を4箇所増加した場合の管理区全体での運材コスト低減効果と伐採収支の改善効果を示すなど、現場の要望に対応して技術支援を実施中です。



写真1 トドマツ積み込み試験
(上：9t運材車、下：28tトレーラ)

表1 28tトレーラに積込んだトドマツ
径級と本数の内訳

	末口径 級(cm)	本数 (本)	長さ(cm)	単木あたり材積 (m ³ /本)	総材積(m ³)
大 径 材	26	3	375	0.25	0.761
	28	46	375	0.29	13.524
	30	46	375	0.34	15.525
	32	21	375	0.38	8.064
	34	2	375	0.43	0.867
平均径級29.5cm					38.741m³
中 径 材	18	12	375	0.1215	1.458
	20	82	375	0.15	12.300
	22	98	375	0.1815	17.787
	24	17	375	0.216	3.672
平均径級21.1cm					35.217m³

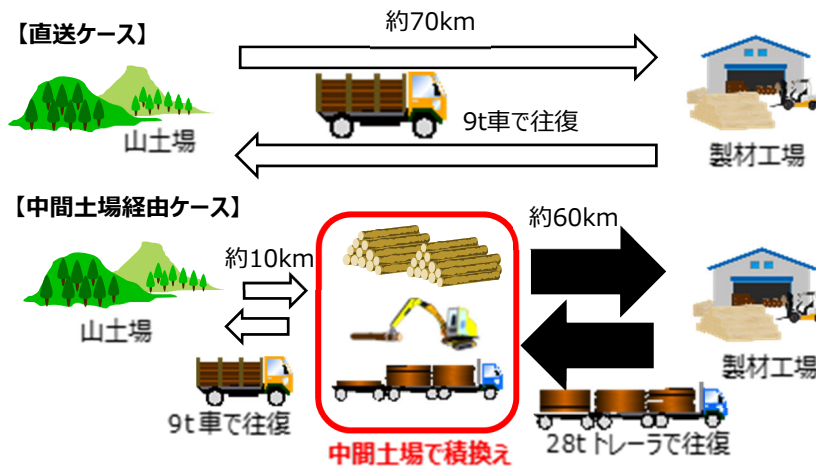


図1 直送ケースと中間土場経由ケースのルート

表2 直送ケースおよび中間土場経
由の運材所要時間

直送ケース	運材所要 時間 (H:M:S)	1日最大 往復数 (回/日)	運材量 (m ³ /日)	最短所要 日数 (日)	備考
山土場⇄製材工場	6:35:05	1	17.00	45	9トン車
中間土場経由ケース	運材所要 時間 (H:M:S)	1日最大 往復数 (回/日)	1日最大 運材量 (m ³ /日)	最短所要 日数 (日)	備考
山土場⇄中間土場	2:05:25	4	68.00	12	9トン車
中間土場⇄製材工場	3:31:10	2	74.00	11	トレーラ

表3 直送ケースおよび中間土場経
由のリードタイム予測日数

ケース	日数	受注 確認	運材	納品 確認	リード タイム	備考
直送	1	1	45	1	47	9トン車で1日1往復・運転手1名
中間土場 経由1	1	1	23	1	25	山土場～中間土場への9トン車運材終 了後にトレーラ運材開始・運転手1名
中間土場 経由2	1	1	12	1	14	山土場～中間土場への9トン車運材開 始の1日後にトレーラ運材開始・運転手 2名

[問い合わせ先：北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 利用部 資源・システムG
Tel 0166-75-4233]

カシノナガキクイムシ被害木の有効利用に関する研究

山梨県森林総合研究所 資源利用科 小澤 雅之・伊原 隆伸

研究の背景・ねらい

ナラ枯れは、カシノナガキクイムシが運ぶナラ菌によって枯死が生じる伝染病が原因と言われており、近年被害が拡大しています。このナラ枯れ被害木を製材すると、カシノナガキクイムシの加害により材表面に多数の穿孔や黒線状の変色が出現し、材としての利用を妨げ、価値を低下させています。一方、被害材内には加害されていない部位も十分にあることなどから、有効な活用方法の検討が求められています。そこで、見た目として問題になる製材したときに出現する黒線状の変色部位について、同色系の塗料で塗装した場合、被覆することができるか、また被害材の有効な利用法の提案として、初心者や大人でも気軽にじっくり取組める被害材を活用した木工作キットを試作し、木材に触れ合う機会創出の拡大について検討してみました。

成 果

カシノナガキクイムシの被害を受け、粘着シートにより捕殺したミズナラで現地の林内にその後約2年間残置されていた丸太群(長さ2m、直径10~40cm、約20本)を試験研究用として用いました。厚さ4cm程度の板状に製材し、約半年間自然乾燥させ、全ての製材表面を観察しました。被害は主に辺材部に集中し、心材部にはほとんど認められませんでした。

次に辺材部の一部を切出し、塗装することで黒線状の変色部を被覆できるかどうかカラーオイル系塗料と合成樹脂塗料を用いて検討しました。塗装前後の材表面(写真1および2)を撮影し画像解析ソフトを用いて色味としてRGB値を測定しました。カラーオイル系で塗装するとRGB値の各値が下がりましたが(図1)、合成樹脂塗料で塗装するとRGB値は小さくなり各値も同程度の値を示しました(図2)。これにより、塗料を選択することで黒線変色部位を被覆できますが、塗装後の表面を観察すると穿孔痕は残存しており、これを消すには塗装とは別に物理的に埋める必要があるかと思われます。

一方、被害丸太の心材部には辺材部のような加害痕が認められません。そこで、この部位の活用法として、木工作キットの試作(写真3)を行いました。心材部に下絵を貼付け(写真4)、糸ノコで切抜き、これらを接着剤で貼合わせ、ヤスリ等で「つなぎ目」を消しながら「丸み」を出し、アクセントとして角や目などを金属パーツ化し(写真5)、最後に塗装すれば手のひらサイズの動物の置物が10日ほどで完成します(写真6)。このキットで重要なところは、予め材を糸ノコで数パーツに切り出すところです。こうすることで表面からでは判別できない心材内部における被害の有無を確認して使うことができるようになります。

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、日本木材学会大会でも成果の一部を発表いたしました。また日本農業新聞から取材を受け記事として掲載されました。



塗装前



塗装後

写真1 オイル系塗料塗装の様子



塗装前



塗装後

写真2 合成樹脂塗料塗装の様子

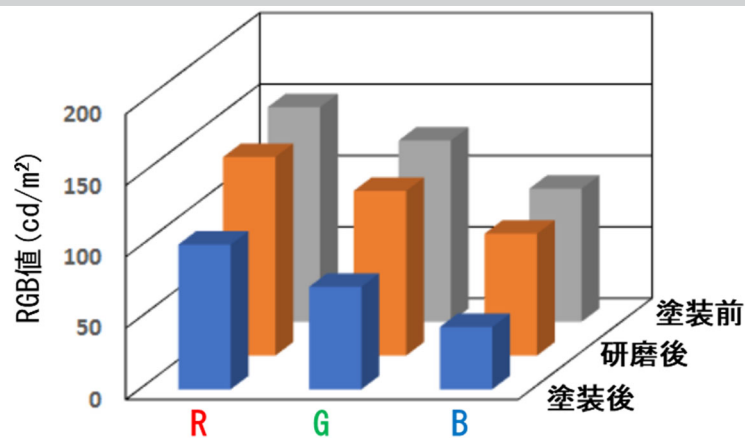


図1 オイル系塗料の塗装前後におけるRGB値

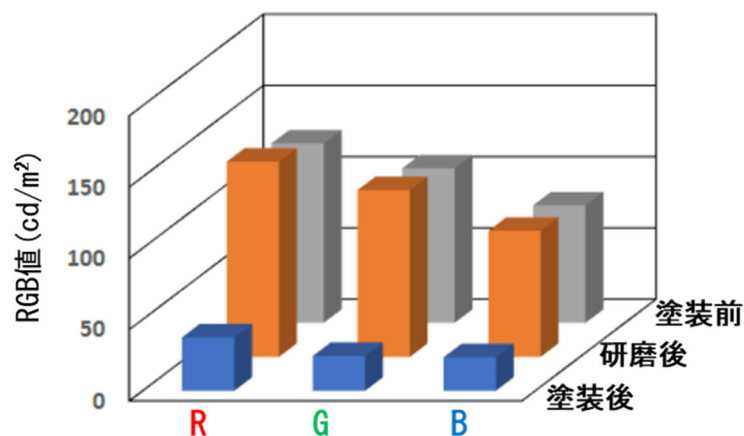


図2 合成樹脂塗料の塗装前後におけるRGB値



写真3 被害材を活用した木工作キット



写真4 被害材心材部からの部品切出し



写真5 金属パーツの取付け



写真6 塗装して完成したウシの置物

[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]

有節スギ材の表層圧密技術の開発

鳥取県林業試験場木材利用研究室 桐林 真人

研究の背景・ねらい

スギ人工林が伐期を迎え出材量が漸増しつつあるなか、節のあるスギ原木は低価格で取引され、林業経営を圧迫しています。一方、住宅建築では、スギは手触りが好まれつつも傷つきやすいため、壁や床では使用されにくい状況です。そこで単価の高い床・壁等の内装材で節のあるスギ材の利用を拡大するため、次の条件でキズを抑制するための表面処理技術の開発を試みました。①木材の質感を活かすため、塗料・塗膜に頼らないこと②節のある材(有節材)も処理できること③ヒノキと同程度の傷つきにくさ(耐傷性能)を持つこと④汎用性の高い平板ホットプレスを用いた加工技術であること。

成 果

以下の特徴を持つ表層圧密技術の開発に成功しました。

- ① 節のある材を汎用性の高い平板ホットプレスで加工できる。
- ② 低い圧密率で節周辺の材割れが無く、広葉樹と同等の耐傷性能を付与できる。
- ③ 表面が“うづくり”様を呈し(写真1、2)、木材の質感や手触りを残せる。
- ④ 圧密変形層の厚さは水蒸気の蒸射時間やタオルの枚数で調整できる。

この技術は、加熱した平板ホットプレスにタオル生地を複数枚敷設して適量の水をかけ、発生した水蒸気を板材に浸透させた後に圧縮するもので(写真3)、板材の片面表層のみを集中的に圧密します(写真4)。剰余の水蒸気はタオル生地を通じて放散されるので解圧時のパンクが抑制されます。また、水蒸気の浸透部分だけが圧密変形するため、低圧密率で高い耐傷性能が付与されます。17%の圧密率の加工例では、圧密処理前に比べ、早材部のブリネル硬さが2.1~3.8倍、ショア硬さが5.1~8.6倍になることが確認されました(図1、2)。なお、復圧については、加熱時間の延長や浸透性耐水塗料の塗布等、既往の技術により対応が可能です。

成果の活用

この技術により有節材を含むスギA材・B材を、付加価値が高い建築用内装材等として利用拡大できるので、森林所有者・木材加工事業者の収益性向上が期待できます。鳥取県林業試験場では、製品化に向けて県内企業や団体に技術を紹介、説明しています。

知的財産取得状況

特許第 7429920 号「圧密化木材の製造方法」令和 6 年 2 月 1 日登録

<https://www.j-platpat.inpit.go.jp/c1801/PU/JP-2021-133518/11/ja>

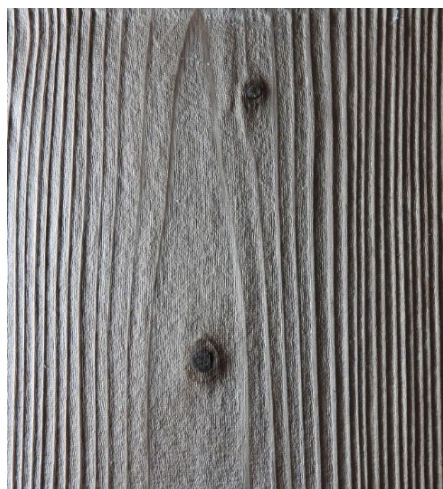


写真1 加工後の表面性状

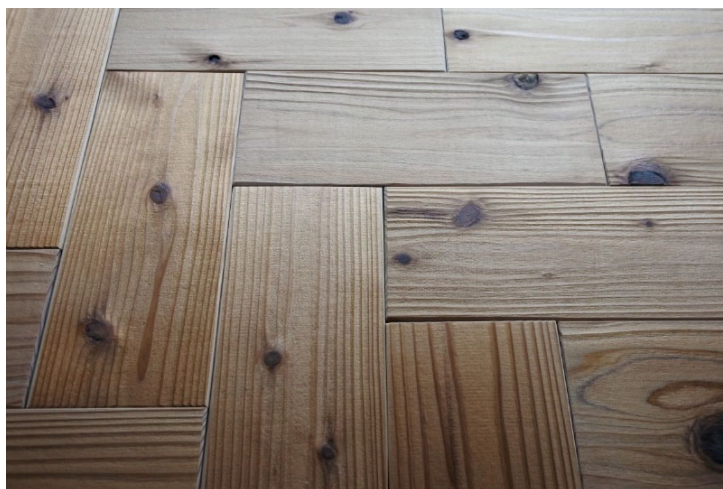


写真2 圧密加工板による床の施工イメージ



写真3 圧密加工状況

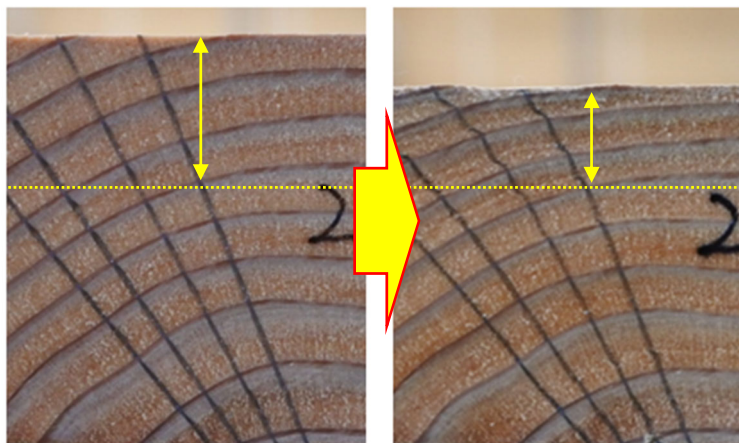


写真4 圧密加工前（左）と加工後（右）

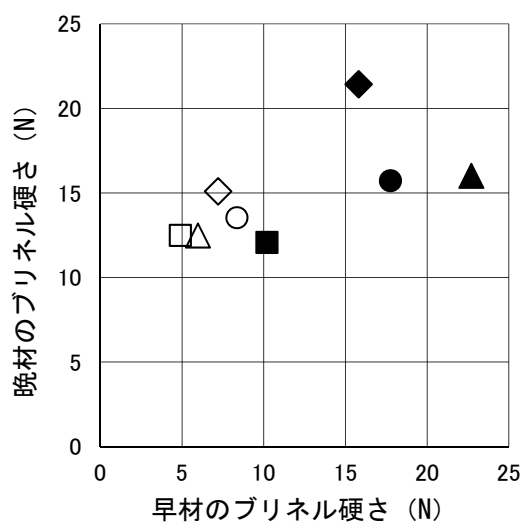


図1 加工前後のブリネル硬さの変化

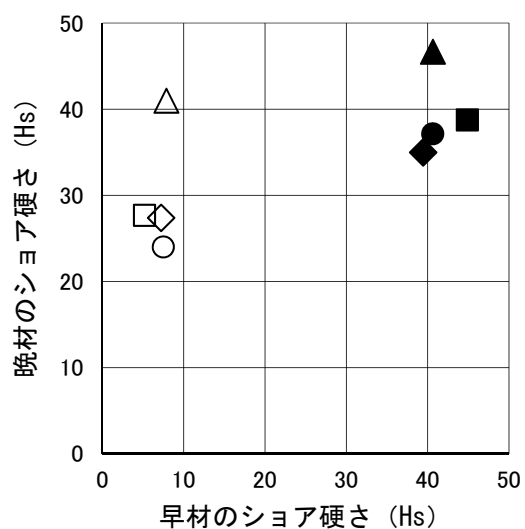


図2 加工前後のショア硬さの変化

マーカーの図形はそれぞれ同じ板材から採取した試験体で、白が加工前、黒が加工後を示す

木材乾燥機からの精油回収装置の開発

宮崎県木材利用技術センター 材料開発部 須原 弘登

研究の背景・ねらい

我が国では戦後の拡大造林政策によりスギ・ヒノキの造林を推進してきました。戦後植えられたこれらの樹木は適伐期を迎えており、木材利用の推進が図られているところです。木材の主要な用途の一つは製材による建築物への利用ですが、乾燥に伴う割れ・変形の抑制や生物劣化の防除の観点から、現在では木材乾燥機を用いて熱をかけて短期間で乾燥させる人工乾燥法が広く用いられています。

製材乾燥時に排出される蒸気には木材の匂い、いわゆる精油成分が含まれています。この精油は様々なテルペン類やアルコール類などで構成され、いくつかの機能性成分の存在も報告されています。この乾燥蒸気に含まれる精油成分を効果的に回収することができれば、精油を利用した様々な製品の開発、及びこれに伴う製材業者、林産業関係者の所得向上が期待できます。

成 果

当研究グループではこれまで、製材工程で排出される乾燥蒸気中に含まれる精油の効率的回収方法の開発に取り組んできており、クーリングタワーを備えた水冷型の精油回収装置（図1、平成16年～；精油回収効率はおおよそ500ml/木材1m³）や、これらの大がかりな動力装置を必要としない、冷却フィンを用いる空冷型の冷却装置（図2、平成25年～）を開発し、新柴設備社製の木材乾燥機（庫内容量18 m³）に取り付け精油の回収に取り組んできました（精油回収効率はおおよそ100ml/木材1 m³）。この検討により、従来の精油生産システムよりも簡便に精油を回収できることが分かりましたが、コスト面などでまだ問題が残り、さらなる検討が必要と考えられました。特に空冷型の装置では、冷却効率を優先し、銅製の部品を用いたので、木材乾燥蒸気に含まれる木酢成分により装置が腐食を受け、数年に満たない短期間で使用が困難となり、長期運用が難しいことが示されました。

そのため、冷却部をステンレス製にした空冷型の冷却装置を製作し（図3、令和元年～）同じ乾燥機に取り付け検討を行いました（精油回収効率はおおよそ100ml/木材1 m³、1.6L/月）。現在はこの空冷型の装置を大分県の製材所に移設し（図4、令和3年～）、長期運用の実証試験を兼ねつつ、商用運転をしています。同製材所ではエノ産業社製の木材乾燥機（庫内容量92 m³）に取り付けており、精油回収量は1カ月当たり6.8L、木材1m³当たりおおよそ120 mlとなっています。乾燥機の容量が大きくなり、材積当たりの回収量は20%程度増加し、1回の乾燥で回収できる精油量は大幅に増加しました。今後も引き続き長期運用の実証試験を行いつつ、回収した精油の商品化も進めたいと考えています。

成果の活用

本研究成果は木材保存誌46巻4号（2020）に掲載されたほか、第25回日本木材学会九州支部大会（2018）及び第74回日本木材学会大会（2024）にて報告を行っています。また、本精油回収装置は（株）黄河（<http://kame-kohga.com/>）で製造・販売されており、同社より購入が可能です。また、回収した精油はアットアロマ（株）（<https://www.at-aroma.com/>）及びA Green（株）（<https://agreen.tokyo/>）により商品化され、既にINFINITI USAをはじめとする複数の企業で採用されています。

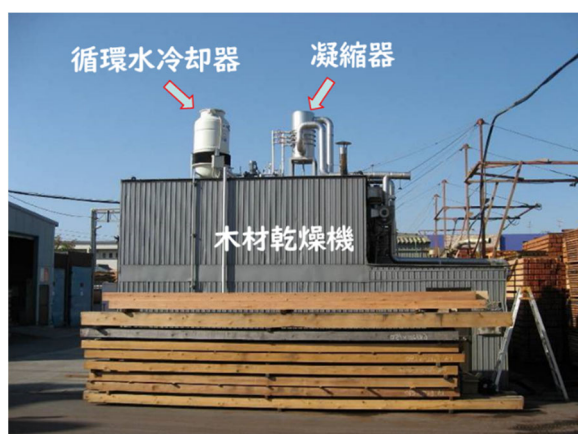


図1 水冷型精油回収装置（外観）

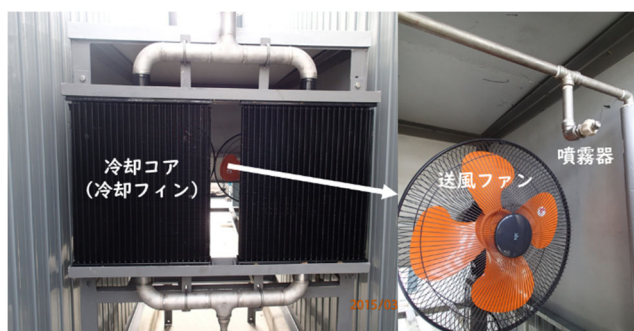


図2 空冷型精油回収装置のコア部

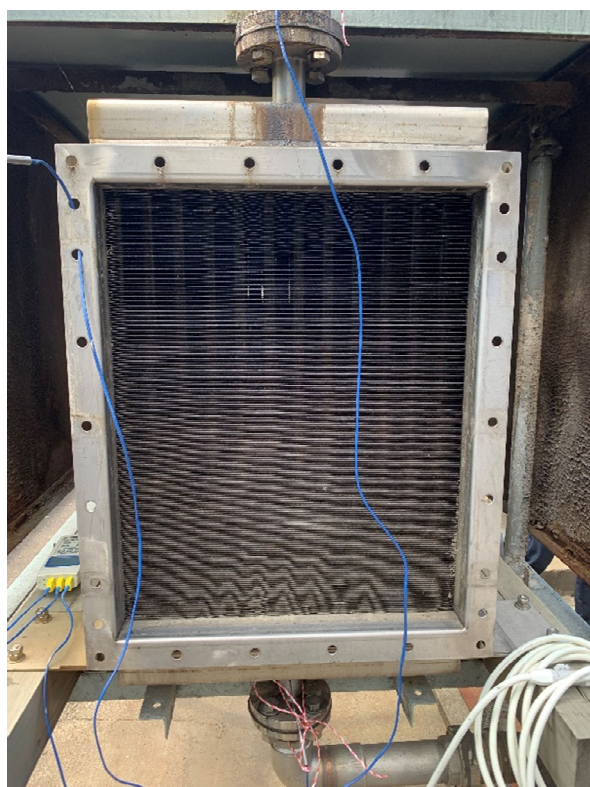


図3 ステンレス製空冷型精油回収装置のコア部



図4 ステンレス製空冷型精油回収装置外観

〔問い合わせ先：宮崎県木材利用技術センター 材料開発部 Tel 0986-46-6041〕

ウルシ実生苗木の生産工程の効率化

岩手県林業技術センター研究部 中軽米 聖花・皆川 拓¹(¹現:岩手県農林水産部森林整備課)

研究の背景・ねらい

岩手県の漆生産量は全国一で、国産の約8割を占めています。近年、国産漆の需要増加に伴いウルシ林造成に必要な苗木の需要が急増しており、県内では苗木生産量が増加しつつあります。

ウルシの種子は、充実度の低い種子が多く含まれ、難発芽性種子と言われています。また、ウルシ苗木の良好な成長には十分な光環境が要求されるため、間引きや除草などが必要となります。苗木生産者からは、ウルシの発芽率は1～3割、2年生苗の得苗率は4割程度と聞いており、ウルシは育苗が難しい樹種と考えます。

そこで、当センターでは、種子発芽率を向上させる技術開発や育苗管理の労務軽減と得苗率の向上を両立させる、セルトレイ等を用いた育苗工程の開発に取り組みました。

成 果

1. 種子の発芽率向上に向けた技術開発

種子精選工程において、充実度の低い種子の除去だけでなく、より充実度の高い種子を選抜するため、従来の塩水より高比重であるショ糖水溶液を用いました。比重別のショ糖水溶液により精選（以下、糖水選、写真1）された種子を、濃硫酸による脱ロウ処理と低温浸水処理の後、発芽試験に供しました。その結果、1.230以上の高比重ショ糖水溶液で精選された種子は、8～9割の発芽率が得られ、塩水選種子よりも高い発芽率を示しました（図1）。

2. 効率的な苗木管理技術の開発

育苗管理の労務軽減と得苗率の向上に向け、セルトレイ等を活用した苗木生産工程について検討しました（図2）。工程は、①糖水選種子をセルトレイに播き、幼苗を育成、②幼苗を黒ビニールマルチで被覆した圃場へ10cmもしくは15cmの間隔で植え付け育苗し、落葉後に苗を掘り取り越冬、③翌年、20cm間隔で床替え育苗、としました。この工程で、セルトレイへの1穴1粒播種による間引き作業の削減、マルチ被覆による除草作業の軽減など、管理労務の効率化が図られました。また、得苗率は、通常の2年生苗で7割以上となり、大幅に向上しました。

成果の活用

今回の研究により、発芽率は8～9割、得苗率は7割に向上し、さらに間引きや除草作業の労務を軽減する効率的な苗木生産工程を開発しました。本研究成果の一部は、既に当センターのホームページ等で公表しております。今後、本研究に関する成果をウルシ苗木生産者に情報提供を行ない、生産者のニーズに応じた苗木生産技術の指導を行っていく予定です。



写真1 高比重のショ糖水溶液による種子精選（糖水選）の様子

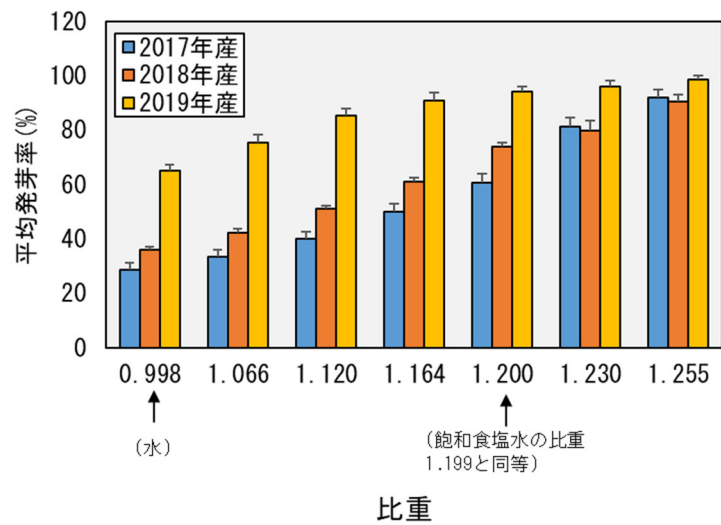
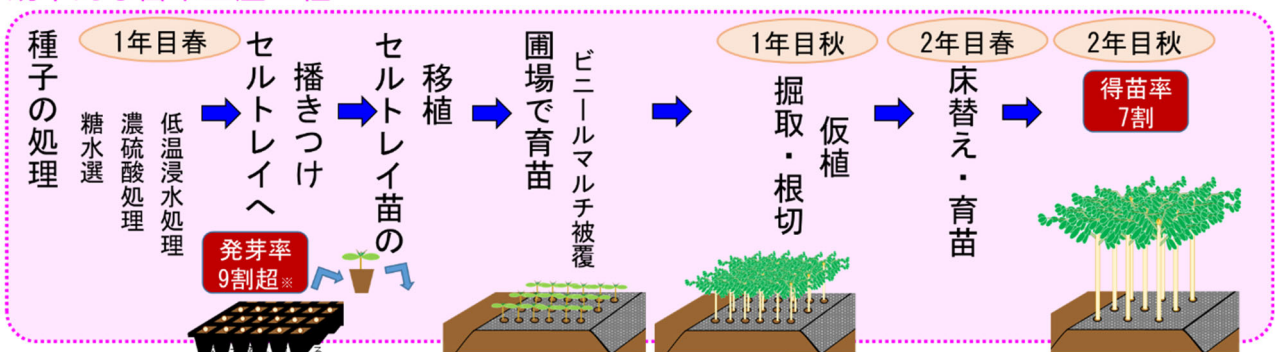


図1 各比重のショ糖水溶液で選別した種子の平均発芽率
(平均発芽率は採取年ごと3反復分の平均値、エラーバーは標本標準偏差を示す。)

効率的な苗木生産工程



従来工程

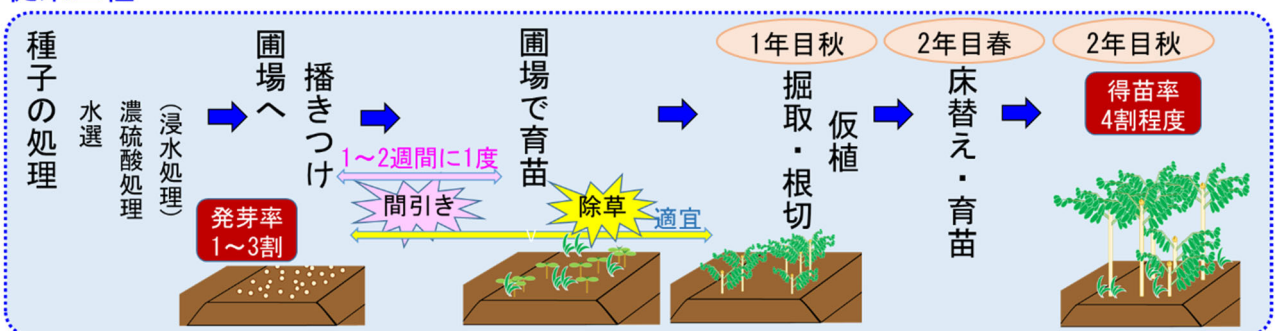


図2 ウルシ苗木の従来生産工程と効率的な苗木生産工程の比較

※ 得苗率：幼苗のうち、出荷規格（苗高15cm以上かつ根元直径9mm以上）を満たす苗木の割合

ハタケシメジの菌糸選抜による性能維持に関する試験

宮城県林業技術総合センター 試験研究部 玉田 克志

研究の背景・ねらい

ハタケシメジについては、菌株の性能維持手法に関する研究事例は少なく、汎用的な劣化対策の技術が確立されていないことから、菌株劣化は品種の登録継続を妨げる要因のひとつになっていると考えられます。本センターでは、これまでに県登録ハタケシメジ品種「みやぎLD2号」（以下、LD2号という）の劣化対策として、菌糸の細胞壁を酵素により溶解し、細胞をプロトプラスト化して再生・選抜する「細胞選抜」の試験を行った経緯もありましたが、作業が極めて煩雑である反面、実用化可能な結果を示すことができませんでした。そこで今回、より簡易な手法による劣化対策を検討することとし、培養菌糸を物理的に破碎・断片化して、これから再生する優良菌糸を選抜する手法（本稿では「菌糸選抜」という）による品種の性能維持・回復を試験しました。

成 果

オガ培地での継代培養により、収量の低減や形質の悪化などの劣化傾向を確認したハタケシメジLD2-40系統について、劣化傾向を示す以前の世代の継代保存菌株を菌糸選抜に供試しました。菌糸を液体培地で培養後、形成された菌叢を培地ごとハンドミキサーにより攪拌・細断し（写真1）、これをミラクロスで濾過することで濾液を細断菌糸懸濁液としました（写真2）。この懸濁液を希釈し、再生培地に塗布した後培養し、再生した菌叢を分離することで菌糸選抜株としました。なお、細断菌糸の再生培地は、pH無調整の培地の他に、不適pHの培地（pH4.0、pH8.5）の試験区を設定し、また、不適温度下（30℃）での培養区も設定しました。更に、培養前に-80℃で一昼夜直接凍結したものも設定しました。

菌糸選抜株の培養の結果、菌糸再生時の不適pH等各種ストレス負荷条件下にもかかわらず、培地上に菌叢を再生し、良好な菌糸伸長を示す細断菌糸由来の菌糸選抜株を選抜することができました（表1）。次いで、分離した菌株の内、各試験区で菌糸伸長が良好であった1～2株、合計9株について、800ccビンを用いて空調室内での栽培試験を実施しました。その結果、菌糸選抜に供試したLD2-40株は、種菌の冷蔵保存や継代培養によって徐々に収量が低下したものの、菌糸選抜株は収量低下前の世代と同等、もしくはそれ以上の収量となり（図1・2）、更にこれらは形質的にも良好な子実体を発生させました（写真3・4）。一方、細断菌糸再生の際に負荷したストレスの種類による収量や子実体の形質への影響は示されませんでした。

成果の活用

今回の試験によって、菌糸選抜は極めて単純な作業工程ながら、菌株の純化及び再生に一定の効果を発現し、ハタケシメジの性能維持並びに菌株劣化対策に活用可能であることがわかりました。一方で、劣化後の菌株から得た菌糸選抜株は、子実体の品質に関して必ずしも良好ではないことも別途試験により確認しており、菌株が劣化兆候を示す前に菌糸選抜に供試することで、より効率的に菌株性能を維持することが可能であると考えられました。今回の試験で得た収量、形質ともに優良な菌糸選抜株は、現在、市場に供給するLD2号原種菌として活用しており、商業栽培に供されています。



写真1 培養菌糸の細断処理

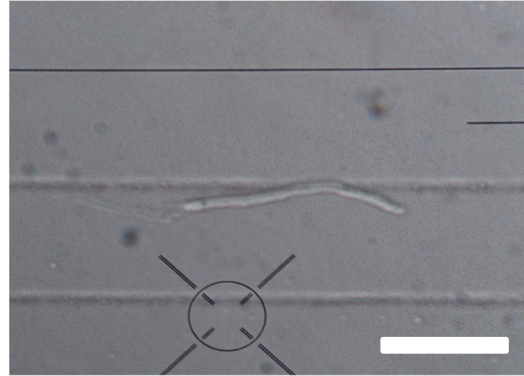


写真2 細断・濾過後の断片化した菌糸
(バーは 0.05mm)

表1 試験区毎再生・分離した菌株数及び菌糸伸長

培地pH	培養温度	凍結処理	分離 菌株数	平均菌糸伸長(mm/日) ±標準偏差
pH6.0	20℃	無	6	4.63 ± 1.13
		有	1	5.02 ± -
	30℃	無	9	4.41 ± 0.28
pH4.0	20℃	無	4	2.00 ± 0.12
		有	0	—
	30℃	無	0	—
pH8.5	20℃	無	3	3.56 ± 1.13
		有	5	4.38 ± 1.37
	30℃	無	1	5.01 ± -

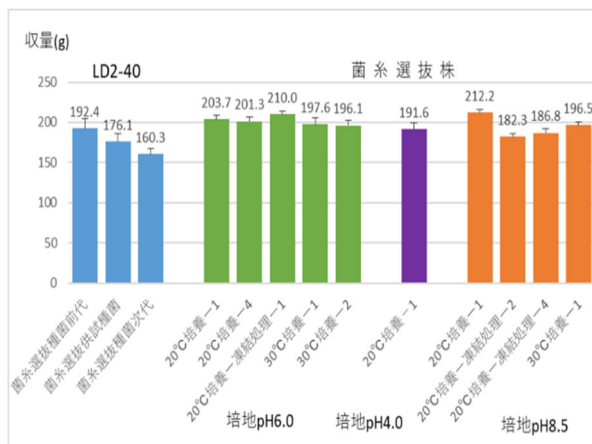


図1 菌糸選抜株の栽培試験結果（収量）

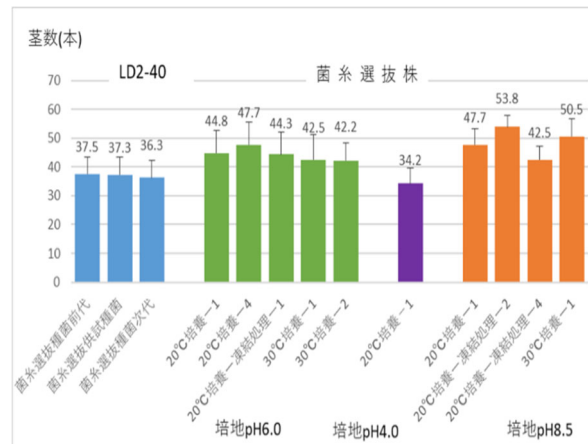


図2 菌糸選抜株の栽培試験結果（茎数）



写真3 菌糸選抜供試株の子実体発生状況



写真4 菌糸選抜株の子実体発生状況

[問い合わせ先：宮城県林業技術総合センター 試験研究部 Tel 022-345-2816]

大型容器を用いた質の高い菌根苗の作出法

茨城県林業技術センター きのこと特産部 小林 久泰

研究の背景・ねらい

菌根性きのこの仲間は、人工栽培が困難で、直売所などで比較的高値で取引されています。このため、人工栽培に成功すれば、山村振興への貢献が期待できます。菌根性きのこは植物の根と共生して生活するきのこであるため、その人工栽培のためには、大量の菌根をもった菌根苗（菌を共生させた苗木）を安定的に作出する必要があります。今回、大量の菌根を有する質の高い菌根苗の作出を目指し、大きさの異なる作出容器を用いた移植実験を行いました。

成 果

一旦500mLの容器で半年間育苗してから2Lの容器に植え替えて半年間育苗する方法（植え替え区）と2Lの容器で1年間育苗する方法（直接区）で作出した菌根苗の成長量を比較しました。供試菌株はホンシメジ2系統で、アカマツの苗木に接種しました。菌根苗の成長量は、苗高、根元径、地上部乾重、地下部乾重、シロ乾重を計測しました。その結果、直接区では全般的に植え替え区と同等か、成長量が大きくなる傾向が伺えました（表1）。特に有意差が認められた試験区は、いずれも直接区において大きな成長量が認められました。このことから、供試した菌根性きのこでは、初めから2L容器で無菌実生苗を植え付ける方法が有効であると考えられました。

さらに、2Lの容器で作出した菌根苗をさらに大型容器(25L)に移植した時の成長状況を評価しました。1年生の8本のホンシメジ菌根苗の半分の4本は大型容器に植え替え（大型容器区）、残りはそのまま容器内で生育させました（対照区）。半年後、茎伸長、新葉展開、側根伸長、菌根形成の4つの観点で菌根苗の生育状況を4段階で評価し、集計しました。その結果、対照区ではほとんど生育が変わらなかったのに対し、大型容器区の菌根苗はいずれも生育状況が良好で、容器側面に菌根形成が認められるほどでした（表2、図1）。

成果の活用

得られた成果は、学会発表すると共にホームページにて公表しています。本技術を活用して、今後菌根性きのこの人工栽培化研究を進めていきます。

表 1 植え替え試験結果（有意差検定は t 検定、 $p < 0.05$ 、黄色で塗りつぶした試験区は有意差が認められたものを示す）

菌種	ホンシメジ									
	MK55					MK57				
	植え替え区		直接区		有意差	植え替え区		直接区		有意差
系統	平均	標準偏差	平均	標準偏差		平均	標準偏差	平均	標準偏差	
苗高 (cm)	12.50	2.75	10.90	0.87	なし	11.63	2.95	13.13	1.02	なし
根元径 (mm)	4.00	1.56	3.40	0.36	なし	2.40	0.36	3.10	0.17	あり
地上部乾重 (g)	2.92	0.12	3.96	0.21	あり	1.67	0.56	3.58	0.34	あり
地下部乾重 (g)	0.13	0.14	0.15	0.06	なし	0.08	0.02	0.17	0.05	あり
シロ乾重 (g)	0.47	0.17	0.34	0.16	なし	0.79	0.25	0.39	0.09	なし

表 2 大型容器移植試験結果

	—	+/-	+	++
大型容器区	0	0	7	9
対照区	0	12	4	0

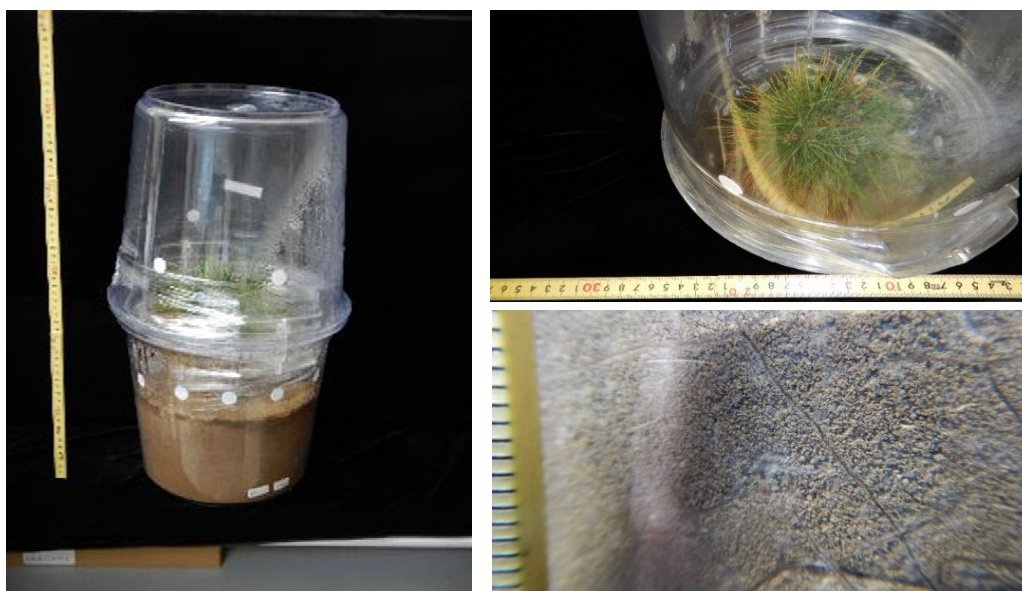


図 1 大型容器内の菌根苗
左：全景、右上：地上部拡大像、右下：菌根部拡大像

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

群馬県由来のムキタケの選抜試験

群馬県林業試験場 きのこ係 齊藤 みづほ・松本 哲夫

研究の背景・ねらい

近年、おが粉などの資材及び光熱水費の高騰から、きのこ生産者の経営は一層厳しい状況です。そのような中、全国展開するような大規模生産者と差別化を図るため、生産量が少なく利用価値の高いきのこの中から群馬県由来の菌株の選抜を試みました。対象としたのはムキタケです。ムキタケは、野生きのこの中でも人気が高く、様々な料理に利用できることから、潜在的な価値が期待できると考えました。

成 果

当場で保存しているムキタケ菌株のうち135株を供試し、以下の試験を実施しました。

1. シャーレ試験

PDA培地を充填したシャーレにムキタケ菌を接種し、培養を行いました。菌糸層が薄いものや伸び方が不良なものを選抜から除外した結果、86株を選抜しました。

2. おが粉培地を用いた栽培試験

シャーレ試験で選抜した菌株を用いて選抜試験を3回行いました。

- ・第1回：収量が少ない菌株や、害菌が多く発生した菌株を中心に選抜から除外しました。
- ・第2回：第1回で選抜した55株を用いて試験を行いました。栽培条件は表1のとおりです。試験には市販のムキタケ菌2種も供試し、選抜株と比較しました。選抜基準は、市販菌の平均値より収穫日数が短く、収量が多いこととしました。また、形状が著しく不良なものは選抜から除外しました。その結果、市販菌の平均値より収穫日数が短く収量が多い菌株は12株でしたが、芽数が非常に多く傘の開きが悪かった1株を除外したため、11株が選抜されました（図1）。
- ・第3回：第2回の選抜株を用いて3反復行いました。その結果、菌株ごとに収穫日数及び収量に同一の傾向がみられなかったことから、子実体の見た目に着目して選抜を行いました。傘の形成不良やしおれ、ひだの褐変化などが確認された菌株は除外しました。その結果、E783、E795、E897の3株が選抜されました（写真1～3）。

成果の活用

選抜試験の結果、群馬県由来の優良なムキタケ3株が選抜できました。さらに、味覚分析の結果優位性が認められたE795（群馬GPS-31号）について品種登録を出願しました。今後は生産者への普及を目標にして、より生産性が高く良質なムキタケの栽培方法を検討していく予定です。

知的財産取得状況

令和6年3月18日「群馬GPS-31号」品種登録出願（令和6年8月28日出願公表）

表 1 栽培条件 (第 2 回栽培試験)

項目	内容
培地基材・添加物	コナラおが粉：生米ぬか＝10：2（容積比）
培地含水率	63%に調整
栽培容器	850ml PPビン
供試数	各試験区12本
培地詰め重	1回目：約640g、2回目：約620g
滅菌	高圧滅菌 培地内120℃・40分間滅菌
培養	温度23℃、湿度65%に設定し、60日間暗培養
発生	温度16℃、湿度79～90%の間で適宜設定

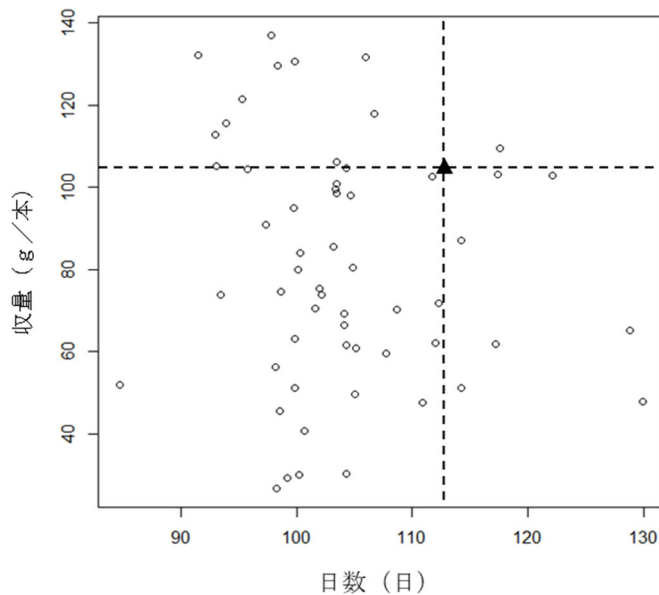

 図 1 各菌株の収穫日数及び収量
(▲は市販菌 A、B の平均値)


写真 1 E783の子実体



写真 2 E795（群馬GPS-31号）の子実体



写真 3 E897の子実体

ミズナラ林におけるホンシメジ菌床の林地埋設試験

長野県林業総合センター 特産部 片桐 一弘・古川 仁・加藤 健一・増野 和彦

研究の背景・ねらい

ホンシメジは昔から「香りマツタケ味シメジ」といわれ、大変美味しいきのことして人気があります。アカマツやブナ科樹種を宿主とする菌根性きのこであり、マツタケと同じような環境を好むとされますが、近年は手入れ不足の森林の増加など環境条件の悪化から発生量は減少しています。ホンシメジは培養菌糸体（菌床）を林地に埋設することにより、子実体が発生することが先行研究¹⁾より明らかになっています。これまでは宿主樹木としてアカマツ・コナラを用いたものが大半で、比較的標高が高く冷涼な気象環境である長野県に多いミズナラ林での試験例はほとんどありません。そこで、ミズナラ林におけるホンシメジの林地増殖技術を実証するために、関係者と連携し、ミズナラ林において菌床の林地埋設試験を行いました。

成 果

試験は諏訪市にある標高1,000～1,400m程度のミズナラ林（※一部アカマツ混交林）において、過去にホンシメジの発生が確認されていない4試験地で実施しました（表1）。ホンシメジ菌床は、赤玉土や日向土を主体とした培地（表2）に、長野県産の当所保有菌株を接種・培養したものを使用しました。2021年から2023年にかけて毎年4月に、森林所有者や林業普及指導員等とミズナラ根元の斜面下方に30×30cm、深さ15cm程度の穴を掘り、1箇所当たり2.0～4.6kgの菌床を埋設しました（写真1）。その際、露出した直径1.0cm程度以下の根は切断し、その切断した根（宿主側）を菌床に挿したり、挟み込むようにしました。子実体発生状況調査は毎年10月に実施しました。

これまでに22本（箇所）のミズナラの根元に菌床を埋設し、その内9箇所から子実体の発生を確認しました（表1、写真1）。子実体は埋設箇所の直上部やその近傍から発生しており、一部を採取し、組織分離を行った後、元々埋設に用いた菌株等と対峙培養試験を行いました。その結果、発生した子実体と埋設に用いた菌株は同一である可能性が高いと判断されました（写真2）。子実体が発生した箇所における、埋設してから発生までに要した期間は平均2年でした。これは、2年以内で発生することが多いとされる先行研究²⁾と同様の傾向でした。

以上より、比較的標高が高く冷涼な環境にあるミズナラ林においても、ホンシメジ菌床を埋設することにより、アカマツ・コナラ林同様に子実体が発生することが実証できました。

成果の活用

2023年6月に開催された「長野県林業総合センター研究成果発表会」にて口頭発表したところ、発表会に参加していた諏訪市の住民有志が「きのこの里」構想を計画し、その構想の一部にホンシメジの林地増殖が位置付けられました。構想の実現に向けて、2024年から地域住民と共に菌床の埋設を開始し、地域の活性化を図っています。

参考文献 1) 河合昌孝（1999）, ホンシメジ培養菌糸体の林地埋設による人工感染と子実体の発生, 奈良県林試研報No.29, 1-7、2) 藤堂千景（2010）, アカマツ林に埋設したホンシメジの発生事例, 兵庫農技総セ研報（森林林業）56, 5-10

表 1 ホンシメジ菌床埋設試験地別子実体発生状況

試験地名	標高 (m)	樹種	埋設年	埋設箇所数	年別子実体発生箇所数※1			
					2022	2023	2024	計
大熊	兎平 1,090	ミズナラ	2021	3	2			2
			2023	3			2	2
神宮寺	杖突峠 1,380	ミズナラ	2022	6		1	1	2
	鉄塔下 1,430	ミズナラ	2021	3		1	1	2
	寺林 1,060	ミズナラ	2022	6			1	1
計				22	2	2	5	9

※1 子実体が初めて発生した箇所数。

表 2 ホンシメジ培地組成

日向土	800 g
赤玉土	1,000 g
押麦	200 g
米糠	200 g
酵母抽出物	5 g
水	1,100 ml



写真 1 ホンシメジ菌床埋設及び子実体発生状況（諏訪市 大熊杖突峠）

左：2022年4月埋設時の状況、右：2024年10月子実体発生状況

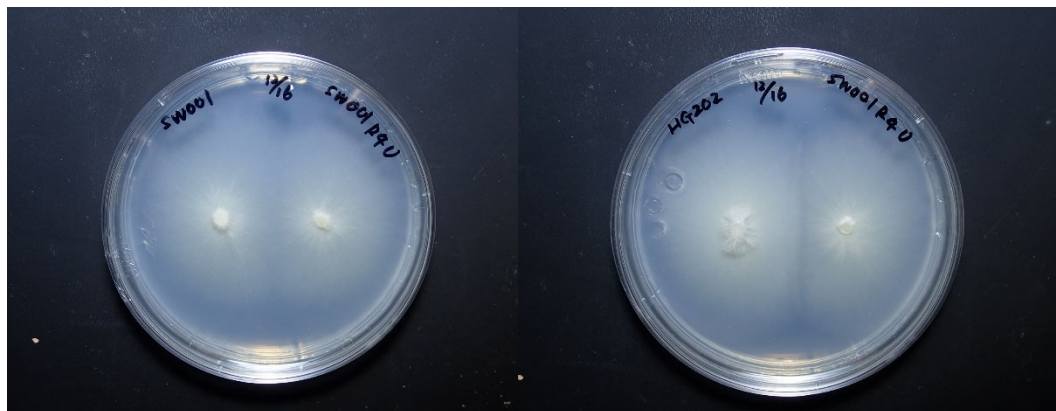


写真 2 対峙培養試験

左：埋没菌株（SW001）と試験地発生子実体由来株（SW001R4U）を対峙。右：SW001と異なる当所保有株（HG202）を対峙

左側のシャーレは二つの菌叢同士が中央付近で交錯しているが、右側のシャーレは中央付近で帯線を形成している。

新たに侵入したハナバエ類によるタケノコの被害実態

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 内山 義政

研究の背景・ねらい

静岡県静岡市では、年間100～200トン程度のタケノコが生産されていますが、近年掘ったタケノコに大量のハエが群がる現象が確認されています。現状では食害などの報告はありませんが、市場からのクレームに発展する前に対策する必要があるため、研究要望が寄せられました。

このハエは、事前の文献調査により中国原産の帰化害虫で竹を枯らす害虫タケノコモグリハナバエ (*Pegomya kiangsuensis* Fan, 1964) だと推測されましたが、我が国で本種の生態や被害を調査した事例は無く、実態は不明でした。そこで、令和5年度に「気候変動に適応した新たな森林病虫害防除に関する研究」の一部として、生態及び被害実態の調査を実施しました。

成 果

1. 被害実態調査

静岡市清水区のタケノコ収穫現場で成虫の産卵行動を観察した結果、成虫は、収穫後のタケノコの切断面のみに飛来し、産卵管を挿して産卵することが確認されました。しかし、収穫前のタケノコの稈鞘への産卵行動は確認されませんでした。

2. 生態調査

各種条件下（温度・明暗）で幼虫飼育試験を行った結果、発育ゼロ点（昆虫などで発育がストップする温度）は -10°C 以下と予測しました（図1）。本県のタケノコ生産現場において、冬季の日平均気温が氷点下を下回することはまれであるため、本種の羽化発生時期は、餌のタケノコの出現時期のみで決定されていると推察しました。孵化した幼虫はタケノコ内部を摂食して成長し、産卵後7.3～13.4日で終齢幼虫に達しました。終齢に達した幼虫はタケノコから脱出し、体を跳躍させて周辺の地面へ移動する行動がみられました。蛹は深さ10cm前後の土中に多く分布しており、蛹からは天敵寄生蜂等の羽化確認はできませんでした。

3. 分類学的検討

原記載論文及び原産地における既往文献（表1）に基づき、同定形質を検討した結果、雄第5腹板の形態（写真1）からタケノコモグリハナバエであることが明らかになりました（写真2）。ただし、分類学的な問題はないものの、卵の形態（写真3）や竹類への加害程度について近縁種 *P. phyllostachys* の記載と混乱がみられました。今後、*P. phyllostachys* が国内に侵入した場合に備えて、生態的知見の再検討を進めることが必要と考えられます。

成果の活用

1. 中国の既往文献（Fan1964など）には、タケノコモグリハナバエはタケノコの収穫前に加害するとの記載がありましたが、収穫前のタケノコへの産卵行動が観察されなかったことや、これらの文献とは卵の形状も異なっていること（写真3）などから、収穫前の加害はないと判断します。
2. 収穫前のタケノコには被害を及ぼさないものの、収穫したタケノコの切断面に群がり産卵するため、タケノコの切断面を切り落としたうえで出荷するほうがよいと考えられます。
3. 研究の成果は、第14回中部森林学会大会（2024）で発表しました。

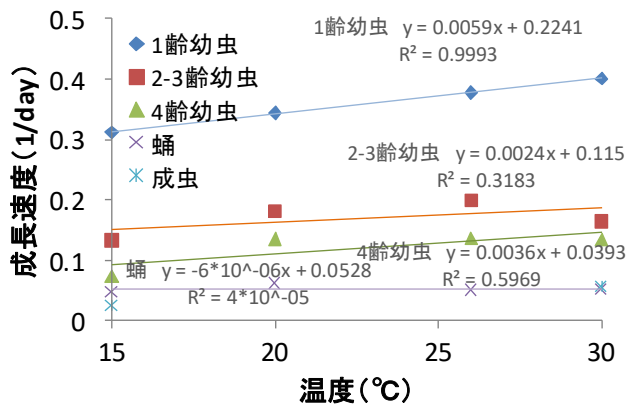


図1 発育ステージ別の温度と成長速度の関係



写真1 採集した雄成虫の第5腹板外縁が波打つ。

表1 *Pegomya*属近縁2種の形質比較

引用文献	形質	<i>P. kangsuiensis</i> タケノコモグリハナバエ	<i>P. phyllostachys</i>
原記載(Fan 1964)	雄第5腹板の外縁	波打つ	平滑
「中国森林昆虫」 (1983)	卵の形態	長円筒形	長柱形、表面は滑らか
	竹類への加害程度	生竹を食害	衰弱した竹類を食害



写真2 (参考)タケノコモグリハナバエ成虫
2021年6月8日, 浜松市浜名区根堅 体長7mm



写真3 観察された卵の形態
「中国森林昆虫」図中の長柱形に類似する

ふくい生まれの「極上マイタケ」の開発

福井県総合グリーンセンター 林業試験部 藤井 啓之

研究の背景・ねらい

福井県では地域性を活かした特用林産物の生産拡大を推進しており、マイタケについては品質の面で差別化できる品種の開発が求められています。本研究では、大野市を中心に県内の山中からマイタケ野生菌株を採集し、形状、色彩、風味等に優れた野性味のある優良菌株を選抜し、付加価値の高い県産マイタケを開発することを目的としており、令和6年度は交配した株の選抜試験および食味試験、施設栽培実証試験を行い、最優良菌株を見出しました。

成 果

1. 選抜試験

野生マイタケ約100種から形質を元に選抜した約30種を交配し、約1,200種の菌株を作出して菌床栽培と選抜を実施し、令和5年度はこのうちの9種を対象に最終選抜を行いました。これまでの生産者からの意見や試験結果を踏まえ、収量、大きさ、栽培日数、色彩等の17項目について基準設定し、これをクリアする項目数が最多（16項目）となったM57-92、M57-105の2種を最優良菌株として選抜しました（写真1）。これまでの標準的な品種（コントロール品種）と比較すると、いずれも収量は多く、株の径は大きく、菌さん（食用となる傘状の部分）は厚く、硬く、曲がりが大きく、香りが強いなどの特徴があります（図1）。

2. 食味試験

令和5年6月開催の「緑と花の県民運動大会」来場者対象に食味試験を実施しました。前述候補株9種のうち4種を選定し、被験者1人に対して候補株1種と市販品2種の3種を10gずつ電子レンジで2分加熱したものについて、見た目、香り、味、歯ごたえ、水っぽさ、パサつき、後味の7項目をそれぞれ5段階で評価してもらいました。試験を行った4種のうち、M57-92およびM57-105（図2）、M57-197の3種で、同時に食味して頂いた2種の市販品より全ての項目の評価平均値が高くなり、香り、味、歯ごたえ、後味で全ての評価が市販品以上となりました。

3. 施設栽培実証試験

福井県内のマイタケ施設栽培生産工場の協力を得て、開発品種7種の栽培実証試験を行いました。栽培方法、評価方法をグリーンセンターでの選抜試験と同様に実施したところ、17項目の基準値をクリアした数は、M57-365が最多（14項目）となりました（写真2）。7種の結果を、グリーンセンターの結果と比べると、収量は多く（6種）、栽培日数は長く（4種）、色は薄く（7種全て）なる傾向が見られました。

成果の活用

今回、県内の野生マイタケを基に、収量、色、肉質、香りなどに特徴があり、食味も市販品と同等以上のマイタケを開発することが出来ました。ただし、施設栽培実証試験では、グリーンセンターでの結果との間に差が生じたことから、本格的な栽培生産にあたっては各施設で実証試験を行い、施設に適応した菌株を選定する必要があります。

今回開発したマイタケは野性味の強い特徴を持つことから、天然マイタケの育成環境に近い簡易な施設で取り組める短木栽培（原木栽培）方法の確立にも取り組んでいく予定です。



M57-92 (M57×M58)



M57-105 (M57×M59)

写真1 最優良菌株(代表的な菌床の例)

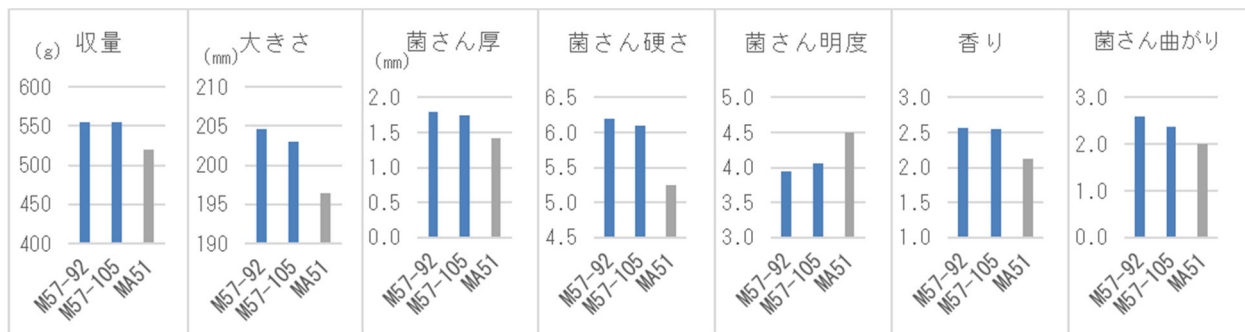


図1 最優良菌株2種とコントロール品種(MA51)の比較

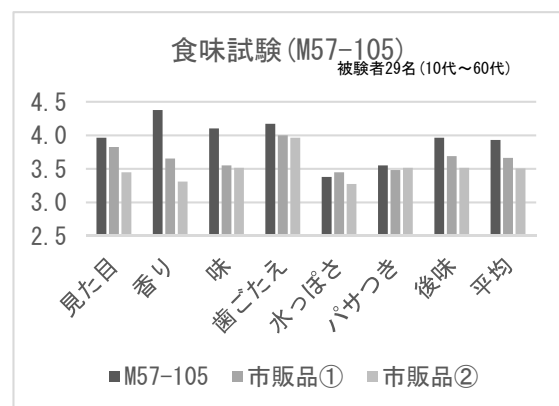
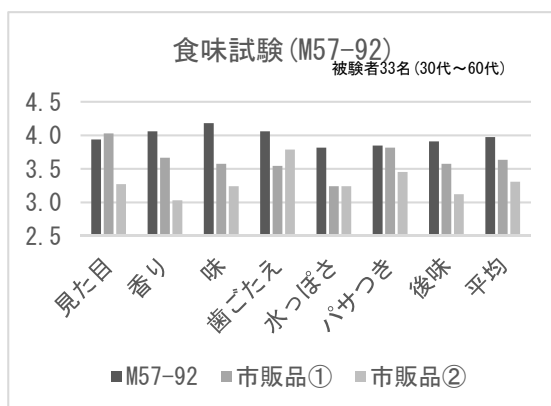


図2 最優良菌株2種の食味試験結果(「平均」は7項目の単純平均)



写真2 施設栽培実証試験例(M57-365の21菌床の場合)

[問い合わせ先: 福井県総合グリーンセンター 林業試験部 森林育成・特産研究G
Tel 0776-67-0002]

原木乾シイタケ栽培における夏から秋の散水処理効果

大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 きのかグループ 溝口 泰広
大分県西部振興局 農山村振興部 林業・木材・椎茸第二班 生野 柁大

研究の背景・ねらい

大分県原木乾シイタケは、自然環境下で栽培されるため、気象条件の影響を強く受けることから、発生量の年変動は大きく、特に1年目の発生量は不安定な状況にあります。この原因のひとつとして、夏から秋にかけての降水が関係している可能性が考えられます。

接種したほだ木は伐採跡地や林内で通常2夏経過してからほだ起こしするため、ほだ起こし前の夏から秋に散水等の管理を行うことは困難ですが、近年、1夏経過後にほだ起こしを行う1年起こしを進めており、1年起こした場合は、発生前の夏から秋の散水管理が可能となります。

そこで、夏から秋までのほだ木育成管理技術の確立に向け、発生量と気象条件について解析を行うとともに、その結果をもとに実際に散水する試験を行いました。

成 果

1. 発生量と気象条件の関連性についての解析

大分県きのかグループでは、1990年代から乾シイタケ3品種（「121号」、「菌興115号」、「森290号」）の栽培を継続して行っています。それらの発生データと気象庁アメダス観測値を活用し、発生量と気象条件について解析を行いました。その結果、夏から秋の降水量と発生量については、8月中旬から9月中旬の合計降水量と発生量に正の相関が見られました（図1）。

2. 夏から秋にかけての散水試験

植菌2年目（1才木）の2品種（「菌興240号」、「もりのかん太」）のほだ木を使用し、自然条件下で栽培した対照区と、令和5年8月下旬から9月下旬に降雨遮断を行った降雨遮断区、降雨に加え週1回または週2回散水を行った散水区（週1散水区、週2散水区）の4試験区を設定し、発生量の比較を行いました。散水については1回2時間、1時間当たり20mmの散水を行いました。また、散水の前日以降に降雨があった場合と翌日に降雨が見込める日は散水を中止しました。

1才木の発生量を対照区と比較した結果、週1散水区では「菌興240号」は116%、「もりのかん太」は122%に、週2散水区では「菌興240号」は127%、「もりのかん太」は149%に増加し、この時期の散水が発生量の増加に効果がある可能性が示唆されました（図2）。

成果の活用

今後は、品種による違いやその年の気象条件の影響も考えられるため繰り返し試験についても検討する必要があります。降雨量と発生量の相関等については、普及員と連携し、研修会等でシイタケ生産者への情報提供を行っており、今後も引き続き、普及員と連携し、情報提供及び指導を行う予定です。

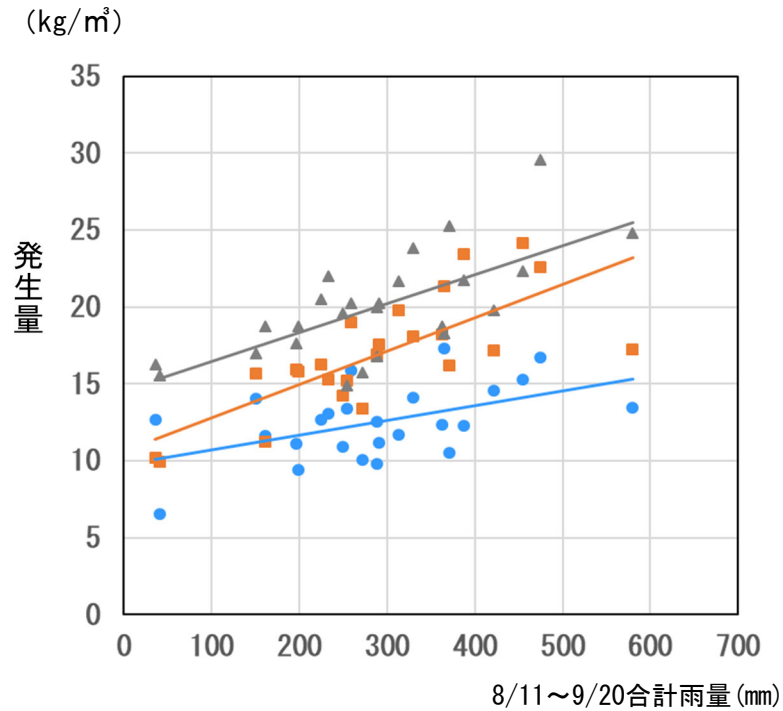


図1 夏季の雨量と発生量の相関

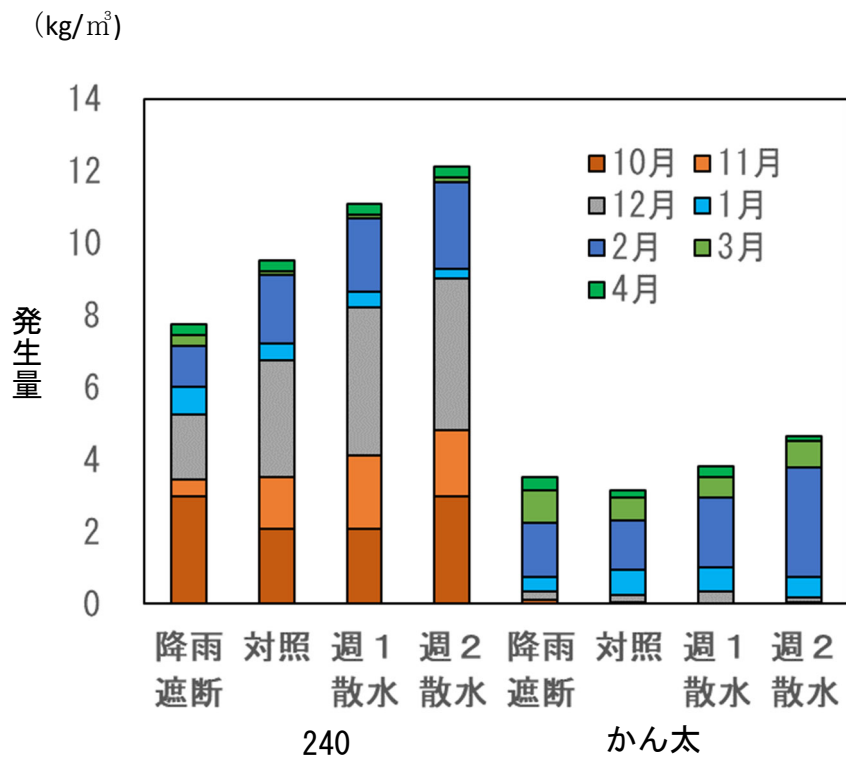


図2 1年目の発生

簡易資材によるたけのこ林の獣害対策法の検討と普及

宮崎県林業技術センター 森林資源開発部 増田 一弘(現 退職)

研究の背景・ねらい

たけのこ生産上の課題の一つとして獣害対策が挙げられます。近年の本県の被害額の推移を見ると(図1)、平成25年度以降年々減少していましたが、令和元年度から若干増加する傾向が見られ、獣種別では大半がイノシシによるものです。具体的には、たけのこの掘り起こしや食害の被害で(写真1)、春の発筍に向けて地中で肥大が始まる前年8月頃から発生することから長期的な対策が必要です。一般的な防除法として電気柵の設置が考えられますが、漏電対策が重要となり、草払いや電池交換等こまめな維持管理が必要で、生産者の負担が大きいと言われています。そこで、低コストで管理し易い簡易資材を用いた対策法について検討を行いました。

成 果

1. 侵入防止柵の違いによる効果検証

侵入防止柵として、電気柵区(柵線H=20及び40cmの位置に2段張り)、有刺鉄線柵区(有刺鉄線H=20及び40cmの位置に2段張り)、遮光ネット柵区(遮光率70-75%の遮光ネットH=60cm)の3つの試験区を3月上旬に設置し(写真2)、同年4月末までのイノシシの侵入、掘り起こし、食害被害の有無を調査しました。併せて、暗視カメラによるイノシシの行動を記録しました。その結果、有刺鉄線柵区では掘り起こしや食害痕が確認されたものの、電気柵区や遮光ネット柵では侵入や被害は認められませんでした。暗視カメラには、有刺鉄線柵区では抵抗なく柵内に侵入する様子や、遮光ネット柵区の外を動き回る様子が記録されていました(写真3)。

2. 遮光ネット柵の遮光率の違いによる効果検証

上記1の防止柵の資材費を比較すると、電気柵区>遮光ネット柵区>有刺鉄線柵区の順でした。そこで、一定の侵入防止効果が認められ、更に、資材費が電気柵より安価となる遮光ネット柵について、遮光率の違いによる効果検証を行いました。遮光率が50-55%、70-75%(上記1と同様)、90-95%の3つの試験区を設置し(写真4)、上記1同様にイノシシの侵入、掘り起こし、食害被害の有無及び暗視カメラによる行動を調査、記録しました。その結果、柵外ではイノシシによる被害が散見されたものの、いずれの遮光率の柵内においても侵入や食害被害は確認されず、遮光率の違いによる効果への影響はないことがわかりました。遮光率の違いによる資材経費は遮光率が低いほど安価になることから、低遮光率のネット使用によるコスト削減を図ることが可能です。

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、侵入防止柵のコスト比較を含め、遮光ネットの設置や管理方法を解説した「獣害対策の手引き(イノシシ被害からタケノコを守ろう!!)」を作成し(写真5)、宮崎県林業技術センターホームページに掲載して情報提供しており、生産現場等での普及指導に活用していく予定です。

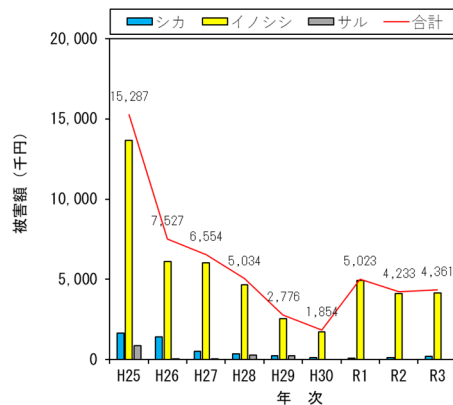


図1 宮崎県内のたけのこ被害額の推移

写真1 イノシシによる掘り起こし被害状況



写真2 侵入防止柵の違いによる効果検証
(左：①電気柵区、中：②有刺鉄線柵区、右：③遮光ネット柵区)



写真3 侵入防止柵による被害やイノシシ行動への効果
(左：②区内の被害状況、中：②区内への侵入行動、右：③区外での行動)



写真4 遮光ネット柵の遮光率の違いによる効果検証



写真5 獣害対策の手引

公立林業試験研究機関 研究成果集 No.22 令和6(2024)年度

発行日 令和7(2025)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(代表)

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>