

公立林業試験研究機関
研究成果選集

No.15
(平成 29 年度)

2018.3

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

発行に寄せて

林野庁では、平成 28 年 5 月に閣議決定された森林・林業基本計画を受け、昨年 3 月に森林・林業・木材産業分野の研究・技術開発戦略を改定し、

- ①森林の有する多面的機能の発揮に向けた低コスト造林、森林病虫獣害への対策、樹種や伐期等が多様な森林への誘導、地球温暖化対策に関する研究・技術開発
- ②林業の持続的かつ健全な発展に向けた効率的な作業システムや労働安全衛生の確保に関する研究・技術開発
- ③林産物の供給及び利用の確保に向けた加工技術の高度化等による木材産業の競争力強化や木材利用の拡大に関する研究・技術開発
- ④森林・林業・木材産業における森林造成の低コスト化・優良木の生産に向けたエリートツリー等の新品種の開発
- ⑤東日本大震災からの復興に向けた林産物及び特用林産物の採取・生産・利活用に関する研究・技術開発

を 5 本の柱として研究・技術開発を推進しております。

これらはいずれも、本格的な利用が可能な段階に入った森林資源を活用することによる林業の成長産業化を確実に強力に推進していく上で欠かせないものであり、同時に、林業の担い手を確保していく上でも、早急な対応を要する重要な課題ばかりです。

特に、林業は他産業に比べて依然として労働災害が多発していることから、林業を真に魅力的な産業とするためには、労働者が安全に働ける環境、親や家族が安心して送り出せる作業環境を早急に整えることが肝要であり、ICT や AI などの最新技術を活用した技術や機械の開発も喫緊の課題です。

このような中、関係機関がこれまで以上に協力し、得られた成果をスピード感を持って的確に社会に還元していくことが求められています。林野庁としても、都道府県等の試験研究機関の皆様と一層連携を密にし、中・長期的展望に立ち研究・技術開発を進めていきたいと考えております。

本成果集は、毎年開催されている「林業研究開発推進ブロック会議」の成果をとりまとめたものであり、ブロック会議を越えた研究機関同士の成果の共有に止まらず、多くの森林・林業・木材産業関係者にとって業務を進める上で参考になるものと確信しております。引き続き、研究者の皆様が地域における実践的な研究や技術開発に取り組まれ、国民の期待する多くの研究成果が得られますことを期待しております。

平成 30 年 3 月

林野庁 研究指導課長
森谷 克彦

目 次

森林・林業

広葉樹被害の実態把握と防除技術の開発	岩手県林業技術センター	…… 1
多雪地域におけるスギの低密度植栽試験	秋田県林業研究研修センター	…… 3
奥日光地域における凍結対策を施した誘引式くくりわなによるニホンジカ捕獲の試み	栃木県林業センター	…… 5
シカの食害が少ない特用樹・山菜の選抜	千葉県農林総合研究センター 森林研究所	…… 7
DNA解析を用いた生息拡大域におけるニホンジカの由来推定	東京都農林総合研究センターほか	…… 9
ブナ林生態系の再生技術の改良（丹沢ブナ林再生指針の作成）	神奈川県自然環境保全センター	…… 11
低コストで壊れにくい森林作業道作設技術の研究	岐阜県森林研究所	…… 13
シカ不嗜好性植物を用いた緑化手法	滋賀県琵琶湖環境科学センター	…… 15
スギの低コスト再造林技術の開発	石川県農林総合研究センター 林業試験場	…… 17
シカの侵入を防ぐ新型フレームの開発	福井県総合グリーンセンター 林業試験部	…… 19
空中写真判読による竹林の分布解析手法の開発	大阪府立環境農林水産総合研究所	…… 21
跳び越え防止ロープーシカ防護柵の有効性の確保ー	兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター	…… 23
災害緩衝林の効果を検証するための実験水路の作製	兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター	…… 25
スギノアカネトラカミキリの低コスト被害抑止技術の開発	和歌山県林業試験場	…… 27
針葉樹人工林の地位指数曲線とシステム収穫表の作成	和歌山県林業試験場	…… 29
地上型三次元レーザースキャナによる森林計測と評価	広島県総合技術研究所 林業技術センター	…… 31
列状地拵え・列状植栽による低密度植栽試験	山口県農林総合技術センター	…… 33
くくりわなのハードル式設置法による効率的なシカ捕獲	福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター	…… 35
丸太の穿孔性害虫に関する研究	鹿児島県森林技術総合センター	…… 37

育種

林業用優良種子の安定確保に向けた採種園整備指針の策定	北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場ほか	…… 39
無花粉スギの新品種作出に関する研究	茨城県林業技術センター	…… 41

第2世代スギ少花粉精英樹候補の初期成長と雄花生産	埼玉県寄居林業事務所ほか	…… 43
コンテナボックスに採種木を植栽して配置する新たな採種園造成技術の確立	山梨県森林総合研究所	…… 45
立木の状態で木材の強度を精度よく調べる	鳥取県林業試験場	…… 47
愛媛県における広葉樹の苗木植栽指標の作成	愛媛県農林水産研究所 林業研究センター	…… 49
木材・林産		

道産カラマツ材のヤニ滲出防止のための基盤知見の蓄積	北海道立総合研究機構 林産試験場	…… 51
製材工場における製材品の強度選別技術	青森県産業技術センター 林業研究所	…… 53
県産広葉樹の製品化に向けた木材加工技術の開発	－木材の乾燥－ 宮城県林業技術総合センター	…… 55
県産木材の放射性物質汚染の実態把握と対策	福島県林業研究センター	…… 57
設置後6年が経過したぐんま型木製ガードレールの状況	群馬県林業試験場	…… 59
新潟県産スギツーバイフォー材の強度特性	新潟県森林研究所	…… 61
カラマツ心去り材と心持ち材の材質比較	長野県林業総合センター	…… 63
根元材の特性を活かした小物家具製品の開発	静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター	…… 65
確率分布を用いたスギ製材の含水率管理手法の開発	愛知県森林・林業技術センター	…… 67
奈良県産スギ横架材のスパン表の作成	奈良県森林技術センター	…… 69
乾燥条件の異なる構造材の強度性能に関する研究	高知県立森林技術センター	…… 71
大分県産スギの枠組壁工法用建築物への利用に向けて	大分県農林水産研究指導センター	…… 73
腐朽菌を用いたスギ針葉の成分利用	宮崎県木材利用技術センター	…… 75

特用林産

山形県における孟宗竹栽培管理技術	山形県森林研究研修センター	…… 77
高温条件でのほだ木の休養がシイタケ収量に及ぼす影響	静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター	…… 79
宿主デンプンを利用したマツタケ菌培養法の開発	岡山県農林水産総合センター 森林研究所	…… 81
小麦全粒粉を用いた菌床シイタケ栽培	徳島県立農林水産総合技術支援センター	…… 83
搾油前のツバキ種子熱処理の違いによるツバキ油の特性	長崎県農林技術開発センター	…… 85
クヌギを利用した菌床アラゲキクラゲ栽培技術の開発	大分県農林水産研究指導センター	…… 87
クヌギの利用とシイタケ菌床培地の三相構造の改善	宮崎県林業技術センター	…… 89

広葉樹被害の実態把握と防除技術の開発

岩手県林業技術センター 研究部 皆川 拓

研究の背景・ねらい

ブナ科樹木萎凋病（以下、ナラ枯れ）は、カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）が病原菌 *Raffaelea quercivora*（以下、ナラ菌）を媒介し、主にミズナラやコナラ（以下、ナラ類）などの樹木が樹幹に通水障害を起こすことにより、枯死に至る病気です（写真1）。岩手県では平成22年に内陸南部で被害が初めて確認され、以降の被害は増加しています。本研究では、県内でのナラ枯れ被害の初発から現在までの被害実態の把握を行うとともに、防除手段として既に開発されている誘引捕殺技術について、防除技術の最適化とその普及を目的として、被害低減効果の検証を行いました。

成 果

1. 被害実態の把握

県内陸部におけるナラ枯れ被害は、平成22年に奥州市胆沢区で、平成23年には一関市で確認されました。これらの被害は地元自治体により、枯死木の伐倒くん蒸と周辺木への殺虫剤（MEP乳剤）の散布が行われ、一時終息に向かいました。しかし、平成28年には内陸部での被害が再発し、現在も被害は拡大しています。一方、沿岸部では平成25年に大船渡市の半島部で大規模被害が確認され、地元自治体による伐倒くん蒸や立木くん蒸などの防除事業が実施されました。しかし、被害は終息せず、平成27年から平成28年にかけて釜石市の被害木本数が4倍以上になるなど、沿岸中南部全域で被害が急激に増加しました（表1）。また、平成29年10月には岩泉町で被害が確認されるなど、不連続に被害範囲が北上することが認められ（図1）、被害の拡大が深刻な状況となっています。

2. おとり木誘引捕殺技術の効果検証

本技術はおとり木として立木に誘引剤を設置してカシナガを誘導するとともに、対象の立木へ予め殺菌剤を樹幹注入し、カシナガの餌となる酵母やナラ菌の増殖を阻害することで、立木の枯死を抑制するものです（写真2）。平成28年は注入量を1.0 mL/孔として58本の処理を行った結果、合計35,796頭（推定）のカシナガが捕獲され、枯死・枝枯れは14本（24%）となりました（表2）。平成29年は殺菌剤の樹幹注入条件を0.5 mL/孔、1.0 mL/孔、孔数を倍量で0.5 mL/孔として各条件9～10本計29本の処理を行った結果、合計22,827頭（推定）のカシナガが捕獲され、枯死・枝枯れは10～30%となりました。無処理区で63%の枯死・枝枯れが発生したことと比べると本技術の効果がある程度確認されました（表3）。しかし、供試本数は少なく、条件別で効果の違いが明確でなかったため、最適な処理条件の特定には至りませんでした。

成果の活用

検証結果については、研究成果報告会などを通じて林業普及指導員などに情報提供を行っています。また、太平洋側寒冷地のナラ枯れ被害は国内初のことで、特に沿岸部ではあまりにも急激な被害拡大であることから、他地域で報告されている被害の拡大様式と大きく異なる可能性があります。今後は内陸部と沿岸部それぞれの被害の地域性について詳しく検討していく予定です。



写真1 ナラ枯れの被害木



写真2 おとり木誘引捕殺試験

表1 県内民有林におけるナラ枯れ被害本数の推移

		単位: 本					
年度		23	24	25	26	27	28
市町村							合計
一関市		18	-	-	-	9	169
平泉町		-	-	-	-	-	10
西和賀町		-	-	-	-	-	6
大船渡市		-	-	813	1,171	1,826	2,314
陸前高田市		-	-	-	-	-	15
釜石市		-	-	-	14	225	950
大槌町		-	-	-	-	-	122
宮古市		-	-	-	-	-	451
山田町		-	-	-	-	-	268

出典：平成29年度北東北3県森林病害虫等業務連絡会議資料

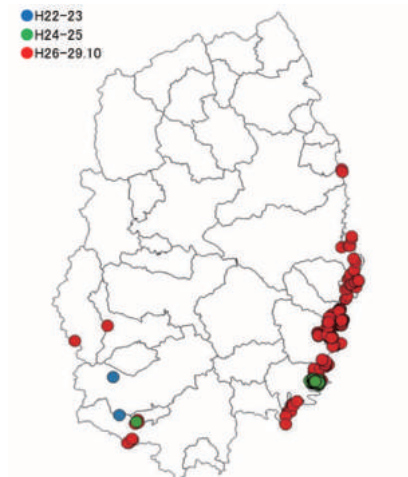


図1 県内におけるナラ枯れ被害の拡大推移

表2 平成28年おとり木誘引捕殺試験における処理木の生存状況

処理木の状況	おとり木	非おとり木	合計
正常(本)	1	43	44
枯死(本)	4	9	13
一部枝枯れ(本)	0	1	1
合計(本)	5	53	58

※1 樹幹注入量は定量の倍数(1.0mL)

※2 殺菌剤を樹幹注入した処理木の中で誘引剤を架設した立木をおとり木、架設していない木を非おとり木と呼称

表3 平成29年おとり木誘引捕殺試験における薬剤量ごとの処理木の生存状況

殺菌剤の量	0.5mL/孔		1.0mL/孔		孔数倍量0.5mL/孔		合計	隣接の無処理区
	おとり木	非おとり木	おとり木	非おとり木	おとり木	非おとり木		
処理木の状況								
正常(本)	1	7	1	6	1	8	24	20
枯死(本)	0	0	0	1	0	0	1	34
一部枝枯れ(本)	0	1	0	2	1	0	4	-
合計(本)	1	8	1	9	2	8	29	54

※ 隣接する無処理区は正常・枯死のみの判定

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

多雪地域におけるスギの低密度植栽試験

秋田県林業研究研修センター 環境経営部 和田 覚

研究の背景・ねらい

林業経営を持続させていくためには主伐後の再生林が不可欠です。しかし、現状では、再生林経費が高く、伐採収益では賄えないため、植栽されずに放置される事例が多く見受けられます。この解決策として造林経費の思い切った削減が必要と考えられます。

低密度植栽は、苗木代や植え付け作業、間伐回数などで大幅なコストの削減が期待できます。しかし、その一方で、植栽木の樹形や材質の悪化、収量の低下、除伐や枝打ち等の負担増の懸念もあります。こうした点を検証するため、多雪地域（秋田県由利本荘市、最大積雪深1m）に位置し、植栽密度を1,000本/ha、2,000本/haおよび従来型の3,000本/haに設定したスギ若齢林（写真1）を調査し、植栽密度が林分構造や成長、形質等に及ぼす影響を評価しました。

成 果

12年生時において、植栽木の生存率は植栽密度に関わらず90%以上を確保しました。しかし、植栽密度が低い区ほど、個体サイズのばらつきが大きく（図1）、将来、サイズや年輪幅の不揃いな林分になることが示唆されました。1,000本/ha区では、幼齢時の雪圧害によって、二又、曲がりなどの形質不良木の発生率が高く、生存木の約30%に達しており、これらを除いた健全木本数（570本/ha）は、秋田地方の収穫表における標準伐期齢（50年生）時の本数（672本/ha）を既に下回りました（図2）。直径成長量は1,000本/ha区が最も大きく、林分幹材積では収穫表の値を満たす可能性はありますが、直径成長から算出される年輪幅は0.7mmで、規格値（JAS 甲種構造材1級0.6mm以下）を上回りました。これらの結果から、1,000本/ha以下の植栽では立木本数と材質の面で、これまでの標準的な資源量の確保は難しいと判断されました。一方、2,000本/ha区の場合は、間伐の削減などで、従来の3,000本/ha区と同等の資源量の確保が十分に見込まれることから、多雪地域では1,000本/haから2,000本/haの間に植栽密度の下限値があると考えられました。1,500本/ha植栽を想定した場合、単純計算では、苗木代、植栽労力が従来の3,000本/haから半減され、間伐回数の削減も期待できます。

今のところ、植栽密度の違いによる個体の形状比や枝下高、枝数に違いは認められておりません。ただし、2,000本/ha以下の植栽では広葉樹の定着量が従来よりも多くなることが確認されており、除伐コストが増加する可能性があります。今後、低密度植栽時におけるスギと広葉樹の競合関係についても調査を進めていく予定です。

成果の活用

県内において、スギを2,000本/ha以下の低密度で植栽し、その後の成長や形質を評価した事例はなく、得られた知見は、造林補助事業における植栽本数下限値設定の基礎資料として利用されています。再生林の際の植栽密度の決定や低コスト化の選択肢として役立てることで、再生林の推進が期待できます。



1,000本/ha区



2,000本/ha区



3,000本/ha区

写真1 スギの植栽密度試験地の状況
(2013年4月 秋田県由利本荘市 亀田県有林地内:2002年植栽)

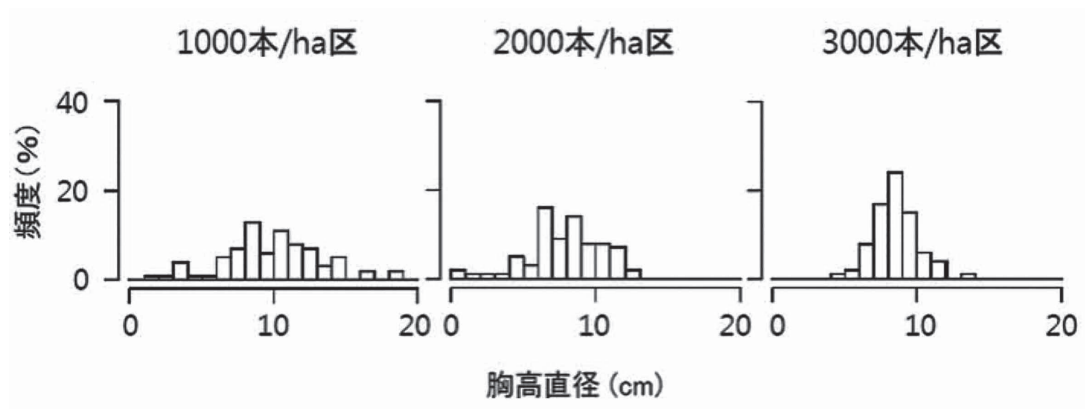


図1 試験区別の胸高直径階別本数頻度分布

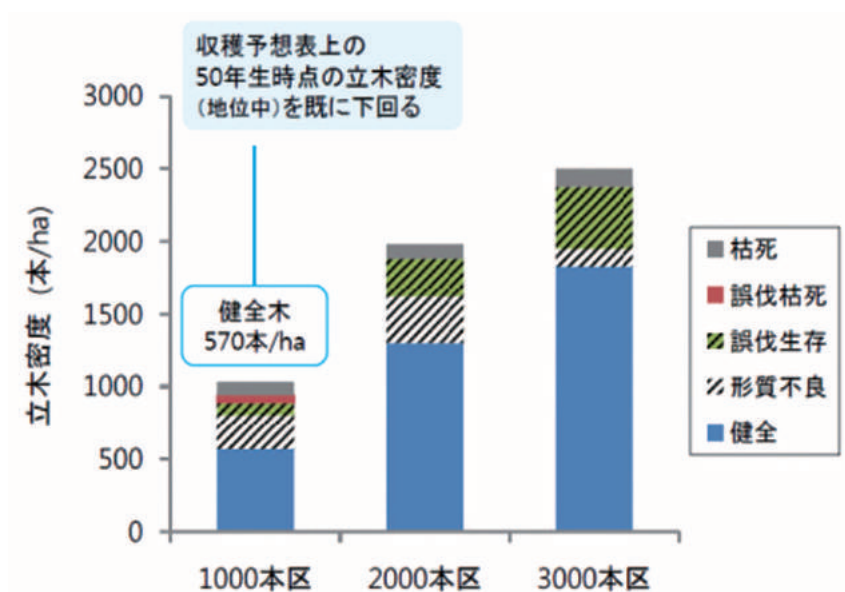


図2 スギの優良木・形質不良木の立木密度

[問い合わせ先：秋田県林業研究研修センター 環境経営部 Tel 018-882-4513]

奥日光地域における凍結対策を施した誘引式くくりわな によるニホンジカ捕獲の試み

栃木県林業センター 研究部 高橋 安則・丸山 哲也

研究の背景・ねらい

誘引式くくりわなとは、獣道周辺で岩や立ち木があり、シカの進入方向が限定される箇所に餌を置き、採食時に足をつくると想定される場所にわなを設置する技法です。獣道上にわなは設置せず、錯誤捕獲が心配されるクマ等が好む餌は使用しないため、捕獲効率の向上と錯誤捕獲の軽減が期待できます。しかしながらくくりわなは、餌による誘引効果が最も期待できる残雪期においては、わなの凍結による誤作動（空ハジキ）が発生し、捕獲効率が低下する恐れがあります。

そこで、わなの凍結対策を施した誘引式くくりわなによる試験捕獲を、平成 29 年 3 月下旬から 5 月中旬にかけてシカの季節移動の中継地となっている奥日光地域で行い（図 1）、平成 28 年の非積雪期としての春と秋に、同地域で行った捕獲試験結果と比較し、その有効性を検証しました。

成 果

試験に使用したくくりわな（OM30：オリモ製作販売株）の凍結対策として、凍結した土壌との緩衝材となるプラスチックダンボール製のわな本体ケースを開発して使用しました（写真 2）。また、わなの本体は、市販のシャワーキャップで被覆し、ワイヤーバネは周りを落ち葉で覆うとともに縦に割った竹を被せました（写真 1、2）。

その結果、わな作動回数に対する捕獲成功率〔捕獲頭数 / (捕獲頭数 + 空ハジキ回数)〕は 0.867 [(78/(78+12))] で、平成 28 年の春、秋の結果 0.759 [63/(63+20)] と比べて同等以上であったことから、今回行った凍結対策は空はじき対策として効果があると評価できました（表 1）。

全期間の捕獲効率は 0.197 (78 頭 / 396TN、TN：のべわな設置数) で、高い捕獲効率を得た平成 28 年度の春、秋の捕獲効率 0.078 (63 頭 / 803TN) を、さらに大きく上回る値を得ることができました（表 1）。このことから、凍結対策を施したうえで残雪期に誘引式くくりわなによる捕獲を行うことが、当地域でのシカの個体数削減に有効であることを明らかにすることができました。

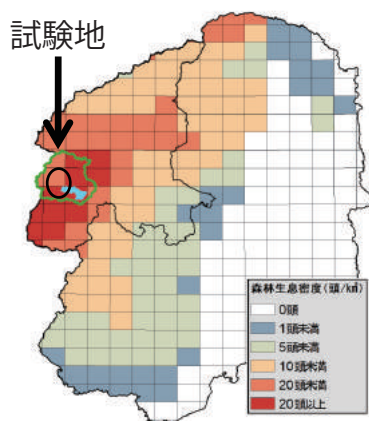
なお、これまで試験を行った奥日光の千手ヶ原地域における残雪期の捕獲手法は、一般入山者の安全確保の観点から、期日を指定した通行規制を伴うモバイルカリングに限定されていましたが、今後は設置、稼動及び撤去が容易な誘引式くくりわなを加えることにより、シカの季節移動のタイミングに柔軟に対応した捕獲が可能となりました。

成果の活用

本研究の成果は、第 7 回関東森林学会やホームページで公表しています。

また、誘引式くくりわなの普及を図るため作成したパンフレットにも応用技術として掲載し、わな猟の講習会等で活用しています。

〔成果及びパンフレットの公表： <http://www.pref.tochigi.lg.jp/d57/tyoujuu/kenkyu/naiyou.html>〕



※地図はシカ森林生息密度分布図
出典：「平成 26 年度栃木県有害鳥獣生息及び
集落被害等状況調査に関する業務報告書」

図 1 試験位置図



写真 1 積雪の状況と誘引式くくりわなで捕獲したシカ



写真 2 使用したわなと凍結対策の状況

表 1 試験の結果

年	期 間	稼働 日数 (日)	のべわな設置数 (TN)	捕獲数 (頭)	捕獲効率 (頭/TN)	空ハジキ数 (回)	わな作動回数に対する 捕獲成功率
平成29年 (2017)	前期(3~4月)	7	47	9	0.191	0	1.000
	中期(4月)	10	207	48	0.232	8	0.857
	後期(5月)	7	142	21	0.148	4	0.840
	計	24	396	78	0.197(平均)	12	0.867(平均)
平成28年 (2016)	春(5月)	15	269	22	0.082	7	0.759
	秋(10月)	28	534	41	0.077	13	0.759
	計	43	803	63	0.078(平均)	20	0.759(平均)

※わな作動回数に対する捕獲成功率＝捕獲数/(捕獲数＋空ハジキ数)

- 誘引餌は、平成 28 年、29 年ともヘイキューブと塩を使用した。
- わなの見回りは、1 日 1 回を原則としたが、平成 29 年の中期の一部のわなについては、一般入山者の目に触れる可能性があったため、朝と夕方の方の 2 回とした。

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

シカの食害が少ない特用樹・山菜の選抜

千葉県農林総合研究センター 森林研究所 幸由 利香・岩澤 勝巳

研究の背景・ねらい

近年、千葉県ではシカの生息数が増加傾向にあり、農林業に大きな影響を与えています。シカの生息密度が高い森林では、下層植生がシカによって食害を受けて裸地化し、水源涵養機能や土砂崩壊防止機能が低下してしまいます。シカの生息数が増加している原因の一つに、放置された森林や耕作放棄地の増加が挙げられます。これらは、シカの隠れ場所、餌場となっており、解消が強く求められていますが、農林業従事者の高齢化、獣害の深刻化等により、困難な状況となっています。

このため、森林内や耕作放棄地であまり労力をかけずに栽培できる特用樹か山菜があれば、隠れ場所、餌場としての利用を減らすことができると考えられます。そこで、シカによる食害が少なく、林内や耕作放棄地での栽培に適した、管理に手間がかからない特用樹・山菜を明らかにしました。

成 果

シカが生息する森林での現地調査及び植栽試験の結果、特用樹のイチョウ（写真1）、シキミ（写真2）は、シカによる食害を受けないことが明らかになりました（表1）。また、サンショウは春に伸長した芽や若葉が少し食害されるものの、問題にならない程度でした。ヤブツバキ、ヒサカキ、マンリョウは春から秋には食害がほとんど認められませんでした。周囲の草本類が枯れる冬に少し認められました。一方、対照としたカキ、クリ、ヤマザクラ等は食害を受けやすく、特に若葉が出ている春～夏に食害を多く受けていました。

山菜は全体的に食害を多く受けており、ゼンマイやタラノキ等では若い芽が食害を受けていましたが、ワラビへの食害は少ない傾向が認められました。植栽試験地の周辺ではワラビが繁茂しており、強い繁殖力のために食害を受けても問題にならないと考えられました。

これらのことから、シカの嗜好性が低く食害が少ないものとして、イチョウ、シキミ、次にヤブツバキ、サンショウ、ヒサカキ、マンリョウ、ワラビが選抜されました。これらの特用樹・山菜は病虫害の発生が少ないので管理に手間がかからず、また、千葉県における生育適合性も中程度～適で、同県の気候風土に概ね適合しています。これらの特用樹・山菜は、林内や耕作放棄地での栽培に適しており、植栽してもシカによる食害を受けにくいと考えられました。

なお、特用樹や山菜に対するシカの食害程度は、シカの生息密度や季節、周囲の植生や環境の違いにより、影響を受ける可能性があることから、実際に植栽する場合は、いくつかを組み合わせることが重要です。

成果の活用

この成果は、行政の林業関係担当者、一般県民等を対象とした千葉県試験研究成果発表会で公表するとともに、林業普及指導員により成果の普及を行なっています。



写真1 シカの被害を受けなかったイチヨウ



写真2 シカの被害を受けなかったシキミ

表1 現地調査及び植栽試験における特用樹・山菜の被害程度と嗜好性の評価と生育適合性

区分	種名	被害程度 ¹⁾				嗜好性の 評価 ⁴⁾	生育 適合性 ⁵⁾
		現地調査 ²⁾	植栽試験 ³⁾				
			君津	富津	大多喜		
特 用 樹	イチヨウ	0	0	0	0	低い	○
	シキミ	0	0	0	0	〃	○
	ヤブツバキ	—	0	2	2	やや低い	○
	サンショウ	0	2	0	1	〃	△
	ヒサカキ	1	1	2	2	〃	○
	マンリョウ	0	2	—	—	〃	△
	カキ	—	3	—	—	高い	—
	サカキ	0	3	—	—	〃	—
	ウメ	3	3	—	—	〃	—
	クリ	—	3	—	—	〃	—
	ゲッケイジュ	0	3	—	—	〃	—
	センリョウ	—	3	—	—	〃	—
	ヤマザクラ	—	—	2	3	〃	—
山 菜	ワラビ	1	2	—	—	やや低い	○
	ウド	0	3	—	—	高い	—
	コゴミ	—	3	—	—	〃	—
	ゼンマイ	2	3	—	—	〃	—
	タラノキ	2	3	1	3	〃	—
	フキ	1	3	—	—	〃	—

1) 被害程度は新梢や枝葉の食害状況を4段階（0：無被害、1：微害、2：軽害、3：激害）に判定した。

2) 現地調査は大多喜町、鴨川市、君津市内の県有林等において平成22、23年の6～7月に調査した。

3) 植栽試験は君津において平成24年に各60本、平成25年に各30本植栽し、大多喜、富津において平成26年に各20本植栽し、1年間ずつ食害程度を調査した。

4) 嗜好性の評価は、各調査地の食害程度から判定した。

5) 生育適合性は、嗜好性の評価が低い又はやや低いものについて、成長程度を基に評価した（○：適、△中程度、×不適）。

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

DNA 解析を用いた生息拡大域における ニホンジカの由来推定

東京都農林総合研究センター 緑化森林科 畑 尚子
明治大学 農学部 小西 清夏・溝口 康

研究の背景・ねらい

ニホンジカ（以下、シカ）の林業被害が全国的に問題となっていますが、東京都でも、造林地における苗木の摂食害や、秋の繁殖期にオスジカが行う角こすりが植栽木に被害を与えています。さらに、これまでシカの生息が確認されていなかった比較的都市に近い地域でも、近年シカの生息が確認されています（図1）。

このような生息が拡大している区域（以下、生息拡大域）のシカの由来が明らかになれば、今後シカ対策を進めていく上で、重要な情報になると考えられます。そこで、ミトコンドリア DNA 情報を用いて生息拡大域のシカの由来を推定しました。

成 果

東京都、埼玉県、神奈川県ならびに山梨県内の以前からシカの生息が確認されている地域において、2013 年 10 月から 2014 年 3 月に捕獲された 139 個体のシカの肉片を用いてミトコンドリア DNA の D-loop 領域について解析を行いました。この解析で得られたシカの遺伝子型（ハプロタイプ）と、生息拡大域である東京都八王子市で 2015 年 6 月から 11 月の間に捕獲されたシカ 6 個体のハプロタイプを比較しました。

その結果、以前からシカの生息が確認されている地域のシカ個体は、主に 4 つのハプロタイプ（以下、HT）に分けることができました（図2）。HT1 (48.2%) は解析した地域に広域に分布していました。一方、HT2 (18.7%) と HT3 (13.7%) は相模川より北の関東山地に分布していたのに対し、HT4 (13.7%) は相模川より南の丹沢山地に分布していました（図3）。生息拡大域である東京都八王子市で捕獲されたシカ個体のハプロタイプは、HT2 と HT3 でした。このことから、生息拡大域である東京都八王子市で捕獲されたシカ個体は、相模川より北の関東山地由来であることが推定できました。

成果の活用

本研究成果は「第5期東京都第2種シカ管理計画」下の「平成29年度東京都シカ管理計画年間実施計画」（平成29年6月）の基礎情報として活用され、都内で捕獲されたシカ個体の DNA 解析が事業化されて継続しています。

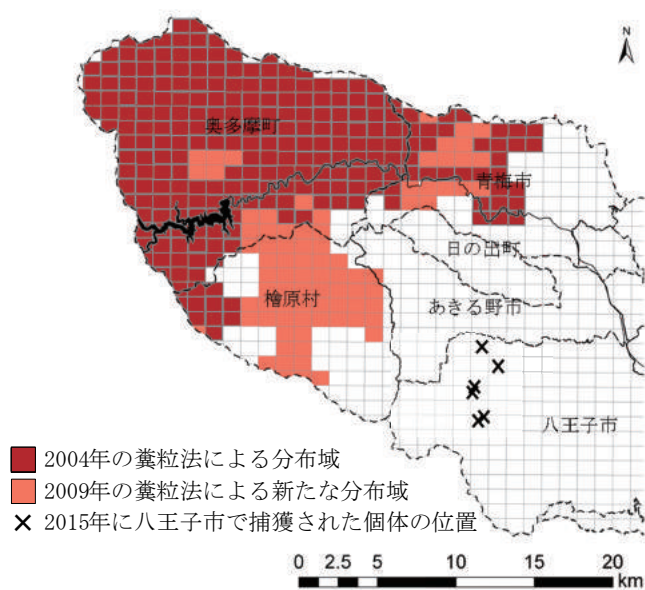


図1 東京都におけるシカの生息拡大状況

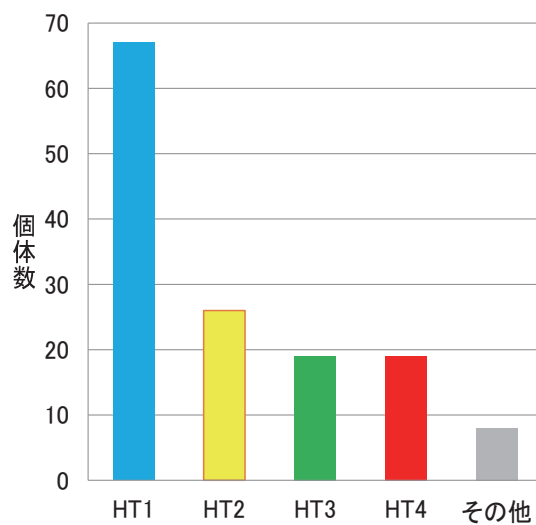


図2 ハプロタイプ (HT) の頻度

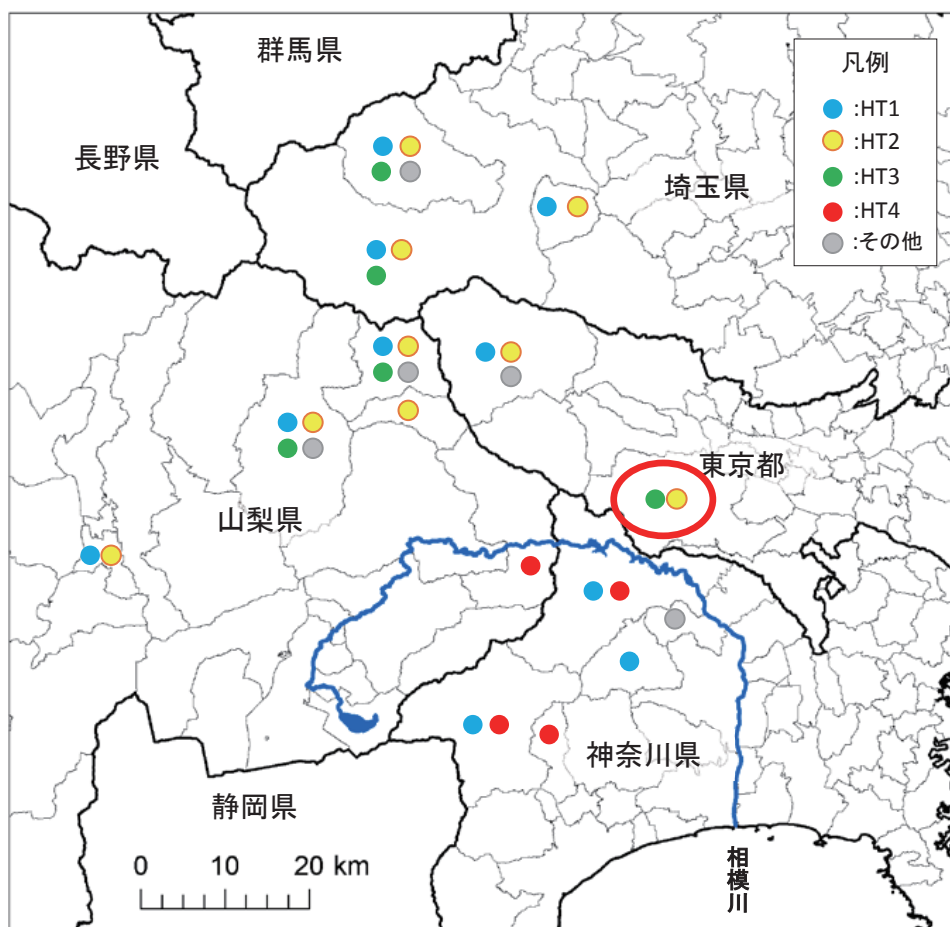


図3 解析したシカの市町村別のハプロタイプ (HT) の分布

※市町村ごとに得られたハプロタイプを示した。

○は生息拡大域である東京都八王子市のデータ。

[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]

ブナ林生態系の再生技術の改良（丹沢ブナ林再生指針の作成）

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

神奈川の豊かな自然環境の象徴である丹沢ブナ林の衰退、枯死の進行に歯止めをかけ再生を目指す「ブナ林再生事業」は、調査研究・技術開発から本格的なブナ林再生の対策を実行していくステージに進みました。衰退地は丹沢大山国定公園の特に自然度が高い特別保護地区に位置しており、再生事業を進めるにあたっては、事業の効果とその自然環境への影響を注意深く見極めて、検証見直しを行いながら順応的に進めて行く必要があります。

そこで、これまでの具体的な長期研究の成果を体系的に整理、とりまとめ、事業担当者向けの示方書として、また広く県民の理解を得て再生事業を進めるため「丹沢ブナ林再生指針」を作成しました。

成 果

この「再生指針」では、対策の前提となる基本的な事項として、1970年代以降の長期的なブナ林の衰退実態と、ブナを枯死・衰弱させるオゾン、水ストレス、及びブナハバチと、更新木や林床植生を採食するニホンジカとが複合的に作用する衰退の機構について、これまでの研究成果に基づきわかりやすく解説しました。そして丹沢大山自然再生の基本的な考え方に即した再生の目標像や、衰退により生じた林冠ギャップ（写真1）が縮小して閉鎖し、森林の再生に至るまでのロードマップを示しました（図1）。

衰退が進み開空度が20%を越えたギャップではブナ等高木の散布種子数が著しく減少することから（図2）、これを大ギャップと位置づけて、開空度20%未満の小ギャップより再生に長い時間を要することを想定したロードマップとしました。あわせて衰退リスクに応じた対策の優先度を地図化した「ブナ林再生優先地マップ」を基に、植生保護柵の設置やシカ捕獲といった事業と連携し、ブナ等高木の天然更新が可能な環境を作り森林へ再生することと、ブナハバチ防除によって現在残っているブナを保全することを対策の柱と位置づけ、その対策技術について詳細に取り上げました。

そして順応的に事業を進めるために、必要な検証作業のデータ取得のための各種モニタリングの方法など、PDCAによる事業体系をとりまとめました。この「再生指針」に基づいて、平成29年度から再生優先度の高い西丹沢の檜洞丸地区において開発技術を効果的に組み合わせたブナ林再生事業を実施しています（図3）。

成果の活用

事業担当者の他、県関係機関、市町村、水源環境保全・再生かながわ県民会議や丹沢大山自然再生委員会の構成員への配布を行うとともに、ホームページへの掲載を通じて、事業関係者のみならず広く県民に周知し、ブナ林再生事業の現状や方向について理解促進を図りました。

事業担当者間で広く認識が共有され、技術力が確保されることで、今後事業が効果的に推進され、再生の取組みが着実に前進することが期待されます。



「丹沢ブナ林の再生指針」
<http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/fl60543>



写真1 疎林化が進むブナ林
大ギャップ、西丹沢・檜洞丸地区

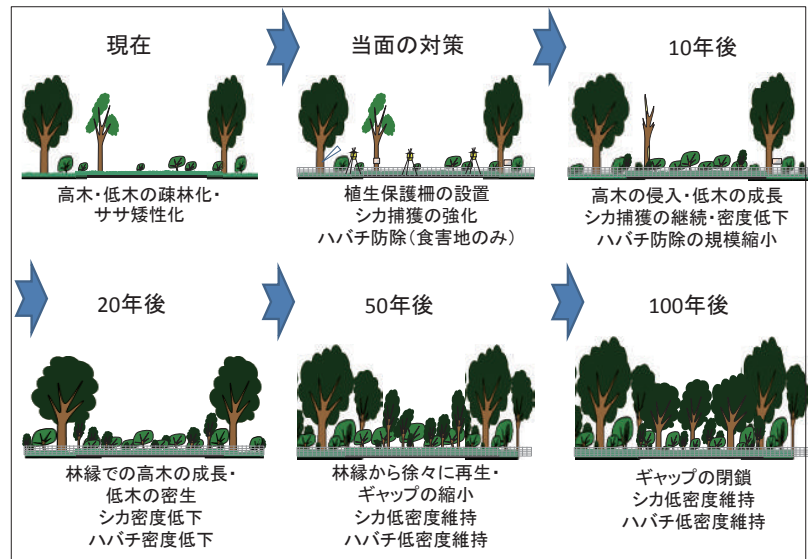


図1 大ギャップの再生ロードマップ

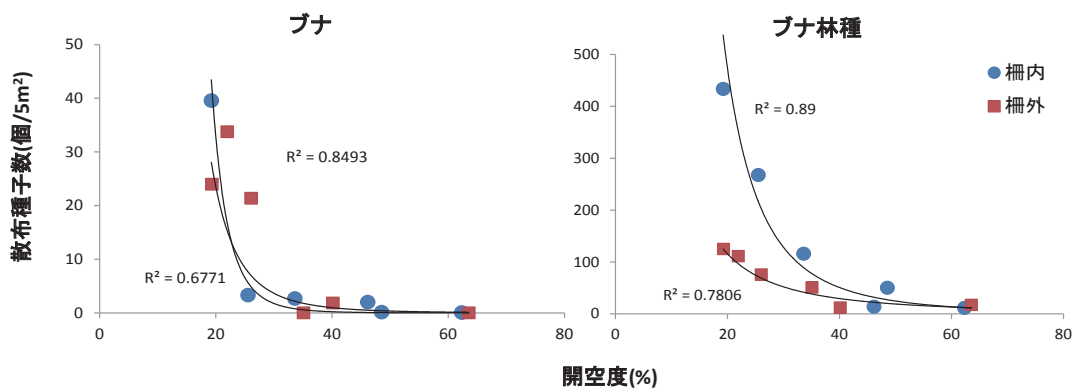


図2 開空度と散布種子数

開空度が20%を越えるとブナやブナ林構成樹種の散布種子数が著しく減少する。



図3 西丹沢・檜洞丸地区におけるブナ林再生事業例

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

低コストで壊れにくい森林作業道作設技術の研究

岐阜県森林研究所 森林資源部 臼田 寿生

研究の背景・ねらい

林業の収益性向上のために作設される森林作業道は、土構造による簡易な構造を基本とすることで作設コストを抑制しています。このため、作設する場所や方法を誤ると、道だけでなく周辺の林地も崩壊させる恐れがあります。本研究は、全幅員 3.5m 程度までの土構造を主体とする森林作業道（同程度の構造の林道および林業専用道を含む）を対象として、損壊が発生しやすい作設条件（場所、方法等）を明らかにし、低コストで壊れにくい森林作業道作設技術の普及を図ることを目的としました。

なお、本研究は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（農林水産省）「安全な路網計画のための崩壊危険地ピンポイント抽出技術（平成 26～28 年度）」の一部として、(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所、信州大学、長野県林業総合センター、鳥取県林業試験場と共同で実施しました。

成 果

1. 森林作業道が損壊しやすい条件の解明

県内および県外の森林作業道の損壊箇所において、作設状況や損壊箇所の地形的特徴などを調査した結果、損壊は全て地すべり地形などの崩壊危険地内で発生し（図1）、特に崩壊危険地の中でも地山の斜面角度が 30 度以上の急傾斜地で多くの損壊が発生していることが明らかとなりました（図2、3）。さらに、道の上部と下部の斜面角度に着目すると、上部の斜面よりも下部の斜面の傾斜が急になる「遷急点」がある斜面で多くの崩壊が発生していることがわかりました。

また、盛土や排水処理の施工方法が原因となった損壊が多く見られたため、主な特徴を整理し、技術普及用の冊子に記載しました。

2. 壊れにくい森林作業道を作設するための注意点の提示

森林作業道における損壊箇所の調査から明らかになった損壊しやすい条件について、①崩壊危険地を考慮した路線計画、②壊れにくい盛土の施工方法、③崩壊を誘発させないための排水処理方法の3つに整理し、壊れにくい森林作業道を作設するための注意点として提示しました。中でも崩壊危険地を考慮した路線計画については、地形判読を支援するための傾斜区分図などの地図を作成し提供しています。

成果の活用

本研究の成果は「壊れにくい道づくりのための森林作業道作設の手引き」として冊子にとりまとめ、各種研修会等を通じて配布しています（図4）。なお、冊子は希望者へ配布しているほか、岐阜県森林研究所のホームページ（<http://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/>）から PDF ファイル版をダウンロードすることもできます。

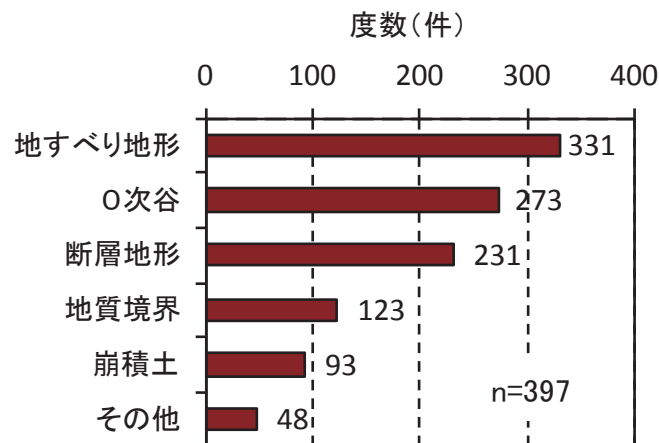


図1 崩壊危険地別の崩壊発生件数
1箇所崩壊でも複数の危険地形に該当する箇所もある

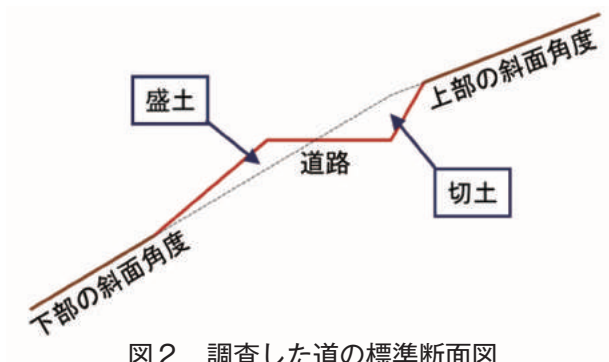


図2 調査した道の標準断面図

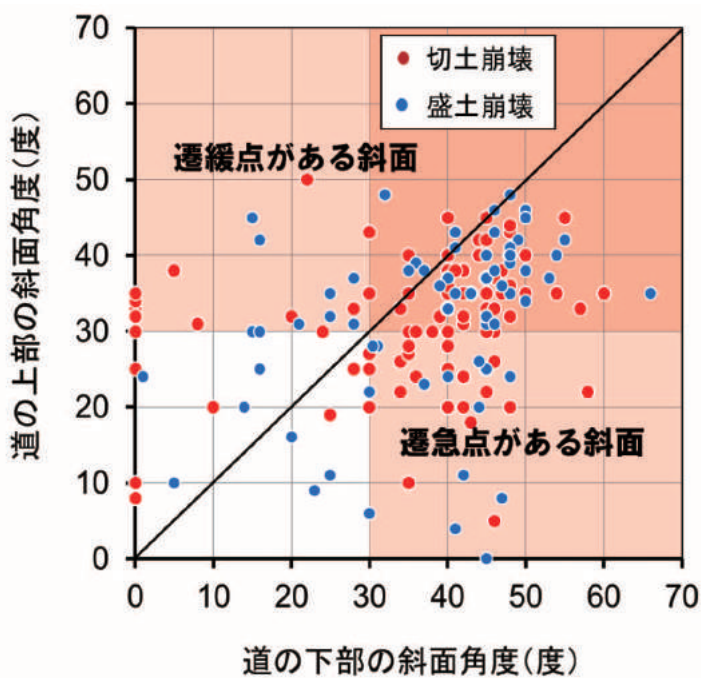


図3 道の崩壊箇所における道の上部および下部の斜面角度



図4 壊れにくい道づくりのための森林作業道作設の手引き

シカ不嗜好性植物を用いた緑化手法

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 総合解析部門

三井 香代子

研究の背景・ねらい

近年、ニホンジカ（以下、シカ）による森林被害は急激に増加し、滋賀県の森林にも深刻な影響を与えています。本県を含め、シカが高密度で生息する地域の森林では、シカの採食圧等により下層植生の衰退が著しく、森林土壌の流亡が懸念されています。

そこで、土壌流亡を抑制するための手法の一つとして、不嗜好性が高いといわれるシダ植物のイワヒメワラビ、木本種のアセビとシキミを用いた簡易な方法による緑化を検討しました。

成 果

1. イワヒメワラビの地下茎の移植

イワヒメワラビの休眠期の冬期に、相対照度の異なるヒノキの林床に芽のある地下茎を移植しました（図1）。第1成長期後（約9ヶ月後の秋期）のイワヒメワラビの植被率は相対照度約30%、約80%の試験区でそれぞれ20%、40%となり、明るい試験区の植被率が高くなりました（写真1）。イワヒメワラビの地上部は冬期には枯れるものの、明るい林床においては移植直後の植被率が高いことから早期の土壌被覆が期待できると考えられます。

2. アセビおよびシキミの直挿し

春期と梅雨期に、相対照度の異なるヒノキの林床にアセビおよびシキミの穂木を直挿しました。アセビの第1成長期後（春挿し：約5ヶ月後の秋期、梅雨挿し：約2ヶ月後の秋期）の生存率は、梅雨挿し区より春挿し区の方が高くなりました。また、春挿し区、梅雨挿し区とも相対照度約80%より約30%の試験区の方で生存率が高くなりました。シキミの第1成長期後（春挿し：約5ヶ月後の秋期、梅雨挿し：約2ヶ月後の秋期）の生存率は、春挿し区より梅雨挿し区の方が高くなりました。一方、相対照度による差は認められませんでした（表1）。

アセビ、シキミとも第1成長期後の生存穂木の新葉は5～6枚程度（写真2、3）、被覆率は小さく、5%以下でしたが、第2成長期（春挿し：約12ヶ月後の春期、梅雨挿し：約9ヶ月後の春期）目以降の成長量や被覆率の調査は継続中であり、照度の違いによる成長量の差異などの知見が得られるものと期待しています。また、融雪（一冬期経過）後のアセビとシキミの生存率はそれぞれ20～48%、12～44%の範囲でした（表1）。このことから、樹種、挿し木の適期、林内照度を適切に組み合わせることで、林床に直挿するという簡易な方法でアセビやシキミを増殖させることができるものと考えられます。

成果の活用

本研究で得られた成果は、当センターの研究報告書にまとめるとともに、応用森林学会等で発表しました。さらに、行政や森林関係者を対象とした研修会等を通じて、下層植生が衰退した森林土壌の緑化手法の1つとして成果の普及に努めています。

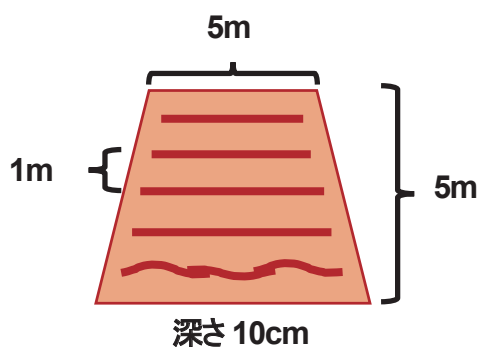


図1 イワヒメワラビ地下茎移植試験地模式図

表1 アセビおよびシキミの生存率

種名	時期	相対照度	第1成長期後の生存率(%)	融雪後の生存率(%)
アセビ	春挿し	約 30%	53	48
		約 80%	37	31
	梅雨挿し	約 30%	36	23
		約 80%	27	20
シキミ	春挿し	約 30%	20	12
		約 80%	25	19
	梅雨挿し	約 30%	60	44
		約 80%	49	40

* 供試穂木は各樹種、各処理区 200 本



写真1 第1成長期後のイワヒメワラビ地下茎移植試験地状況
左：相対照度約 30% 区、右：相対照度約 80% 区



写真2 活着したアセビ穂木



写真3 活着したシキミ穂木

[問い合わせ先：滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 総合解析部門 Tel 077-526-4800]

スギの低コスト再造林技術の開発

石川県農林総合研究センター 林業試験場 小谷 二郎

研究の背景・ねらい

戦後の拡大造林によって造成された針葉樹人工林資源は、大半が50年生以上の主伐期を迎え、再造林によって資源の平準化を図り、循環利用が可能な齢級構成へ誘導することが必要となっています。しかしながら、材価の低迷によって再造林経費が賄えず、多くの森林所有者は積極的に再造林に踏み切れない状態となっています。

そこで、主伐後のスギ再造林を行うための各作業の見直しによる経費の試算を行い、低コストで再造林するための方法について検討しました。

成 果

1. 高性能林業機械を用いた地拵えと苗木運搬

一貫作業を前提として、伐採・搬出に利用する林業機械を地拵えと苗木運搬に活用してみました(写真1)。その結果、グラップルによる地拵えおよびフォワーダによる苗木運搬は、人力よりも作業効率が数倍向上することがわかりました。ただし、20°以下の緩傾斜地が条件となります。

2. 植栽機によるコンテナ植栽

民間企業との連携で、下刈り機を改良した背負い式の植栽機を開発し、コンテナ苗植栽の作業効率を従来の鍬による裸苗植栽と比較しました(写真2)。植栽機はドリル式のオーガーであるため、鍬に比べて作業が簡単でピンポイントで植栽が可能な点と作業の疲労度が低いのが大きな特徴です。その結果、植栽機は従来の約4分の1の作業時間で植栽可能であることがわかりました(図1)。

3. 下刈りの省略化

スギ植栽(秋植え)後6年生時までの下刈り期間の違いによるスギの樹高成長と草丈の関係を調査し、下刈りの省略化について検討しました。その結果、スギの成長は4年目で下刈りを省略した場合とそれ以降続けた場合と差がなく、草丈の1.5倍を超えていました(図2、3)。この傾向は、植栽密度の違いによる差はみられませんでした。また、一貫作業では植生回復が遅いため、植栽翌年(春植えの場合は当年)の下刈りも省略可能です。

4. トータルコストの比較

植栽から10年間でのトータルコストを従来の方法と比較しました。その結果、地形などが好条件で1,500本/ha植栽の場合、haあたりトータル110万円のコスト削減が可能と試算されました。

成果の活用

この成果は、よくわかる石川の森林林業 No.16「低コスト再造林の進め方」という小冊子にまとめ県内関係機関に配布すると共に、ホームページ(<http://www.pref.ishikawa.lg.jp/ringyo/>)で公開しています。当試験場は、この成果を基に現場を活用して研修会を開催しています。また、植栽機を県内の森林組合等の事業体に貸し出し、実際の現場での活用を通して操作方法や作業性を普及するとともに、より効率的な利用方法を検討しています。



伐採・搬出



グラップルによる地拵え



フォワーダによる苗木運搬

写真1 高性能林業機械を活用した地拵えから苗木運搬

人力での作業時間に比べ、グラップでの地拵えは5分の1、フォワーダでの苗木運搬は7分の1となった。



写真2 植栽機（左）とその使い方（右）

下刈り機の改良で、背負い式である（排気量 25cc、重さ 6kg）。
①根鉢サイズの植穴を開けて、②苗を投入し、③根元を踏み固める。
簡単に植栽でき、疲労感も少ない。

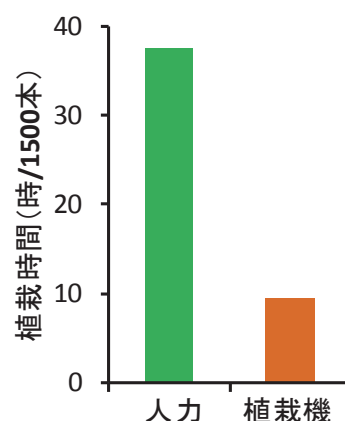


図1 植栽機の作業効率

鋤による裸苗植栽に比べて約4分の1の時間で植栽可能。

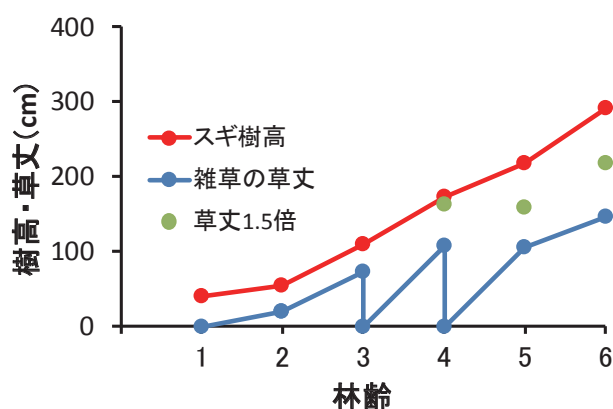


図2 樹高と草丈の関係（秋植え、下刈り4年の場合）

4年で下刈りを省略した場合でもスギの樹高は草丈の1.5倍以上となっている。

※一貫作業では、植生回復が遅いため2年目も省略可能である。

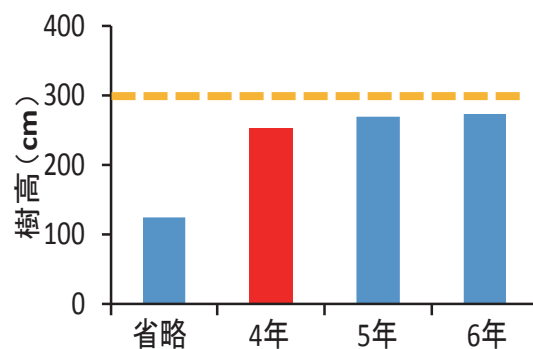


図3 下刈り期間と6年生時スギ樹高

4年で省略した場合とそれ以降で省略した場合で樹高成長は変わらない。

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

シカの侵入を防ぐ新型フレームの開発

福井県総合グリーンセンター 林業試験部 広瀬 直人・生田 真紀

研究の背景・ねらい

福井県嶺南地方の山間部では、ニホンジカ *Cervus nippon* (以下シカ) の過採食により裸地化が進行する被害が発生しています。このような被害地では植生を回復させるため、防鹿柵の設置が求められています。しかし、路網整備が不十分でアクセス条件が悪い被害地(写真1)では、雪害への維持管理が必要な柵や、機械が必要な大型柵の設置は困難です。

そこで、フレームと簡易な柵を組み合わせ、柵高を低くすることで強度を高め、耐雪性があり維持管理を抑えた、新しい防鹿柵の開発に取り組みました。

成 果

1. 防鹿柵の構造(図1)

柵の構造は、水平方向のフレームと垂直方向の柵に区分されます。柵高は1.4mとし、従来の防鹿柵より低い構造としました。

- ①水平方向のフレームには、網ネットを張り、地上40cm高に設置することで、シカの歩行による侵入を防止しています。
- ②垂直方向の柵は、ロープによる侵入防止線を張ることで、シカの跳躍や潜り込みによる侵入を防止しています。侵入防止線には、水平線と斜線を設け、各線の交点をインシュロックで固定することで、ロープの弛みを防止しています。

2. シカの侵入防止効果と耐雪性

防鹿柵で囲った試験地を設置し(写真2)、シカの侵入状況と耐雪性について調査しました。

- ①シカの侵入状況については、センサーカメラの解析から、試験地周囲では積雪期間を除き、シカは断続的に出没しました(図2)。しかし、柵内へのシカの侵入は無く(表1)、防鹿柵として機能していることが認められました。
- ②耐雪性については、積雪によるフレームの変形、ロープの切断などの損傷は認められず(表2)、試験地の最大積雪深約1mに対して、耐雪性が認められました。

成果の活用

本成果については、当センターの業務報告書及び研究発表会で公表しました。防鹿柵の経年変化を調べるため、実証試験は継続して行っており、必要に応じて改良していきます。今後は、県内企業による製品化を図り、公共事業などへの導入を進めていきます。

知的財産取得状況

獣害防止装置として、特許出願しています。(特開 2016-198070)

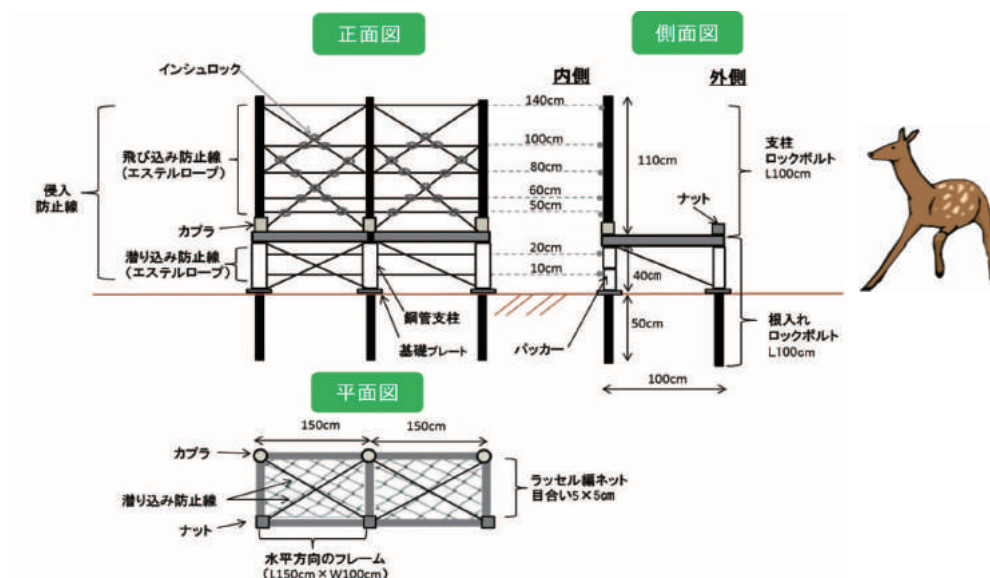


図 1 防鹿柵の構造

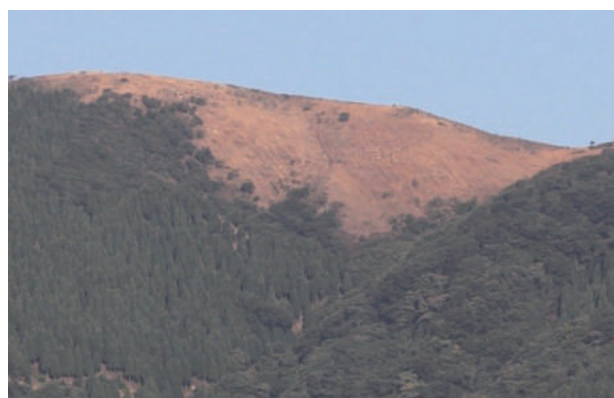


写真 1 裸地化が進行したアクセス条件の悪い被害地



写真 2 防鹿柵の設置状況

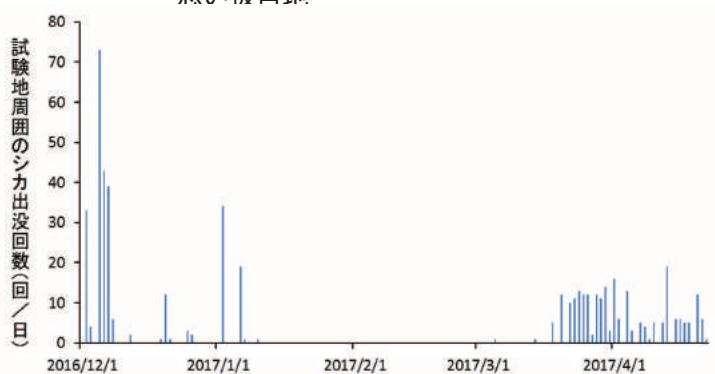


図 2 試験地周囲のシカ出没回数

表 1 柵内へのシカ侵入回数

試験期間	柵内へのシカ侵入回数
2016/12/1 ~ 2017/4/26	147日 0

表 2 積雪による防鹿柵の損傷状況

ラッセル網ネット		フレーム		ロックボルト(支柱)	飛び越え防止線	
n=22		n=22		n=18	エステルロープ	インシュロック
たるみ (mm)	切断 (箇所)	変形 (箇所)	変形 (箇所)	変形 (箇所)	切断 (箇所)	切断 (箇所)
4.4	0	0	0	0	0	0

[問い合わせ先：福井県総合グリーンセンター 林業試験部 Tel 0776-67-0002]

空中写真判読による竹林の分布解析手法の開発

(地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所 環境研究部 上森 真広・山本 優一・土井 裕介

研究の背景・ねらい

西日本の里山地域を中心として社会的・経済的理由により放置された竹林の拡大が数多く報告されています。このような竹林の管理計画を立案する上で、対象区域の竹林の分布状況を把握することは必要不可欠です。一般に、竹林の分布解析は空中写真の目視判読で行われているものの、判読の巧拙は経験に依存するところが大きく、そのノウハウはほとんど蓄積されていません。そこで本研究では種々の空中写真を用いて、竹林の空中写真判読のポイントを抽出して取りまとめました。

成 果

1. 竹林の空中写真判読に適した季節の検討

小型無人航空機 (UAV) を用いて、当所内 (大阪府羽曳野市) の同一竹林を約 1 か月毎に撮影し、竹林の葉色の季節変化を調査しました。その結果、竹の葉替り期である 4 月～6 月頃が周囲の樹木との違いが明瞭で判読に適していると考えられました (図 1、図 2)。次に、WorldView-2 衛星画像を用いて季節毎の竹林と他の樹林の分光反射特性を Digital Number (DN 値) で測定しました。その結果、5 月 (葉替り期) の竹林では可視赤色域 (Band5) の DN 値が他の樹林よりも高く、黄色味を帯びるため判読しやすいことがわかりました (図 3)。

2. Google Earth の竹林分布解析への利用

Google Earth は Google 社が提供する地図ソフトで、衛星画像や航空写真を無償で閲覧できます。近年、都市域以外でも撮影時期の新しい写真が掲載されつつあります。ただし、写真の撮影時期をこちらが指定することは出来ないため、葉替り期など判読に適した写真が閲覧できるとは限りません。このような欠点もありますが、Google Earth を用いて大阪府泉州地域の竹林分布図 (5km × 5km) を作成しました (図 4)。その結果、竹林 996 箇所を抽出することができ、現地踏査結果とほぼ一致しました。さらに、Google Earth のストリートビュー機能 (地表面レベルの 360 度の風景 (写真) を確認できる) が使用できる箇所では、判読箇所が竹林かどうか確認することが出来るため、判読の正誤確認に活用できることを見出しました。

成果の活用

本研究は農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「侵略的拡大竹林の効率的駆除法と植生誘導技術の開発」により森林総合研究所他 4 機関が共同で実施したプロジェクト研究の一部を分担して実施したものです。研究成果をまとめたマニュアル「広がる竹林をどうしよう? 放置竹林の把握と効率的な駆除技術」を作成し、各自治体や竹林整備に取り組む関係団体などに向けた成果の普及に努めています。

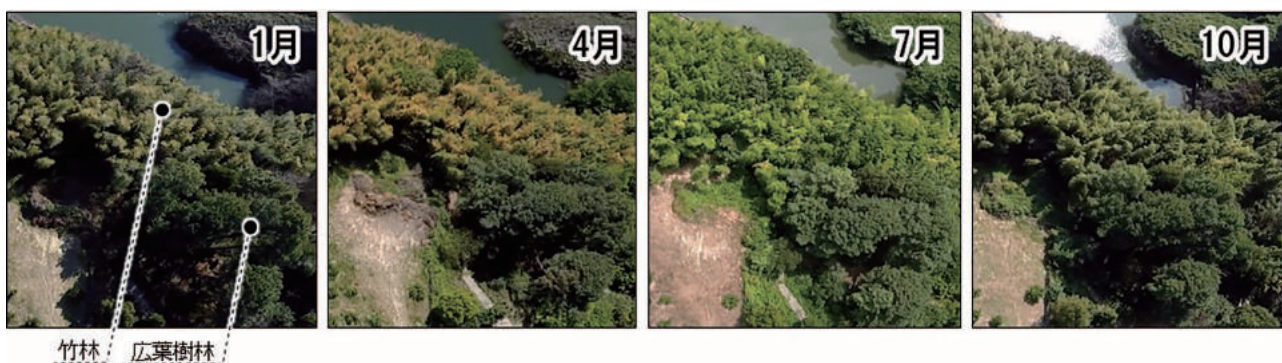


図1 竹林の葉色の季節変化



図2 竹の葉替り期の葉色（黄色味を帯びている）

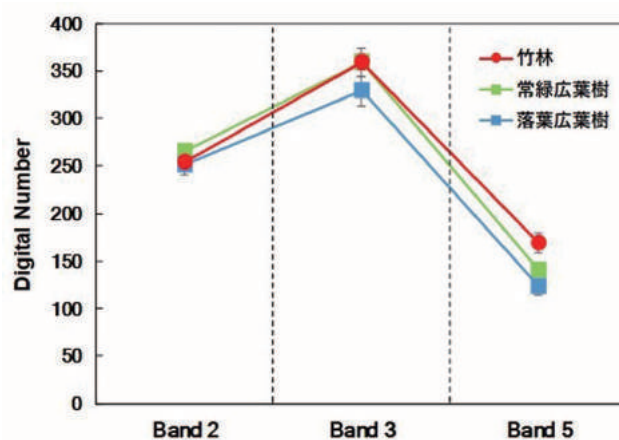


図3 5月（葉替り期）の竹林と他の樹林の分光反射特性

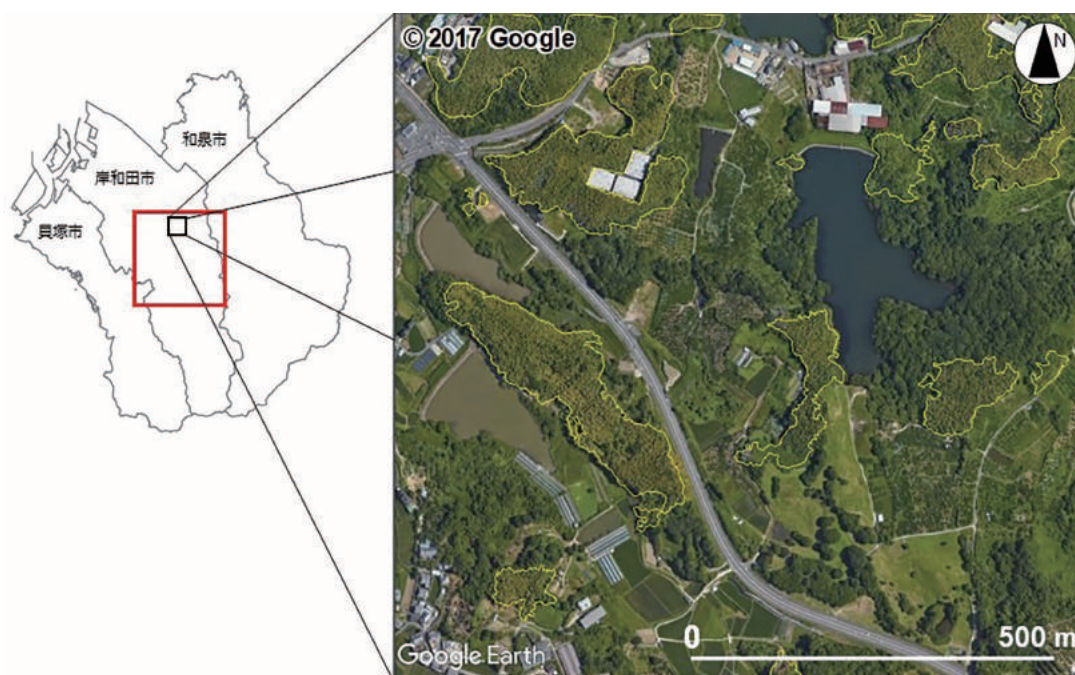


図4 Google Earth を用いた竹林判読事例（黄線で囲んだ範囲が竹林と判読した箇所）

[問い合わせ先：（地独）大阪府立環境農林水産総合研究所 環境研究部 Tel 072-958-6551]

跳び越え防止ロープーシカ防護柵の有効高の確保ー

兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター 森林活用部 小長井 信宏

研究の背景・ねらい

本県はシカの生息密度が高く、防護柵等によるシカ害防除が成功していない植栽地が多く見られるため、シカ生息下における低コストかつ効果的な森林造成技術を早急に確立する必要があります。そこで、設置済みのシカ防護柵の破損状況等について調査のうえ、ネットのたるみによる有効高の低下を克服する効果的な防除手法について検討しました。

成 果

兵庫県内で設置後1年から5年経過したシカ防護柵（ネット柵 66箇所）を点検したところ^{※1}、最も多く確認された破損（不具合を含む）は、たるみによるネット高の低下（150cmを下回るもの^{※2}）で、破損全体の79%を占めていました（表1）。

兵庫県たつの市新宮町新宮の植栽地において、設置後1年が経過したシカ防護柵（標準支間長5m、支間数117、延長525m）のたるみを計測しました。計測方法は、支柱のロープ結束高さに水糸を張り、支間ごとに中央付近のたるみの最大値を鉛直高で測定しました（写真1）。この結果、たるみは平均で29.7cm、最大で57cmあり、ネット高が150cmを下回る支間が12箇所ありました（図1）。

たるみを低減して防護柵の有効高を確保するには、ネットの支間長を狭めることが確実ですが、支柱設置コストは防護柵設置コストの約1/3を占めていて設置者負担が小さくありません。この防護柵の有効高の低下を克服する安価で効果的な手法として、たるんだネットの上側に設置する「跳び越え防止ロープ」を考案し、その効果について検討しました（写真2）。

測定の結果、跳び越え防止ロープのたるみの平均は2.3cm（支間長5m換算）でした。一方、比較のために同時期にロープを新品で張り直したネットのたるみの平均は27.1cm（支間長5m換算）であったことから（表2）、設置した時点では跳び越え防止ロープはたるみを大幅に縮減できることが分かりました。

跳び越え防止ロープを支柱の180cmの高さで結束すれば、支間の中央付近でも170cm以上の有効高が見込まれ、また設置手間も軽微であることから、防護柵の有効高を確保する手法としては効果的であると考えられます。

成果の活用

跳び越え防止ロープについては、経年劣化でロープが伸びることにより、たるみが大きくなることが予想されるため、今後はモニタリングによって防護柵の有効高などの経年変化を観測します。また、シカの侵入防止効果が確認できれば、造林補助事業等における標準仕様化について、行政担当者に提案したいと考えております。

参考 ※1 藤堂・藤木（2017）兵庫ワイルドライフモノグラフ

※2 150cmあれば、一定の侵入防止効果があるとされている（吉田ら（2011）日本暖地畜産学会報より）。

表1 ネット柵の破損状況と100m当たりの破損箇所数
(藤堂・藤木 2017)

柵の破損状況	100m当たり	
	破損箇所数	(%)
ネットのたるみによる柵高低下(150cm未満)	3.3	(27.7)
支柱傾き(150cm未満)	3.2	(26.9)
支柱倒伏	1.5	(12.6)
地形等による柵の有効高不足(150cm未満)	1.4	(11.8)
ネット下開き	1.4	(11.8)
ネット穴開き	0.7	(5.9)
ネット下浮き	0.4	(3.4)
破損箇所合計	11.9	(100.0)



写真1 水糸と箱尺によるたるみ計測

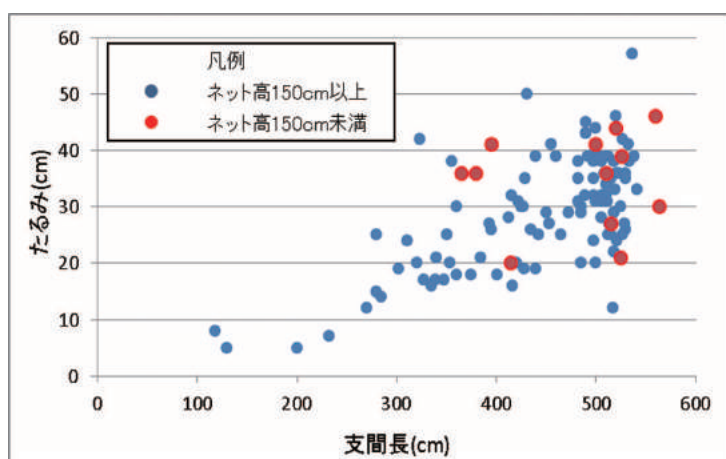


図1 支間長とネットのたるみ



写真2 跳び越え防止ロープ（クリーム色）

表2 ネット張りロープと跳び越え防止ロープのたるみ

区分	種類	色	支間数	平均支間長 cm	たるみ	
					平均 cm	支間長5m換算 cm
ネット 張りロープ	PEロープφ10mm	黄色	17	505	27.5	27.0
	PEロープφ8mm	黄色	20	450	20.2	24.9
	低伸度ロープφ8mm	クリーム色	22	451	23.8	29.3
	全体		59	466	23.6	27.1
跳び越え 防止ロープ	低伸度ロープφ8mm	クリーム色	6	443	1.3	1.7
	低伸度ロープφ8mm	金色	6	462	2.0	2.3
	PEロープφ4mm	緑	6	522	1.8	1.7
	標識ロープφ6mm	黄・黒	6	524	5.8	5.3
	全体		24	488	2.4	2.3

※たるみは、支間長の2乗に比例するものとして、支間長5mに換算のうえ比較

災害緩衝林の効果を検証するための実験水路の作製

兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター 森林活用部 藤堂 千景

研究の背景・ねらい

近年、ゲリラ豪雨の増加などにより、溪流斜面が崩壊して倒木が流木として河川に流出し、橋梁や河川護岸、道路を損壊させる二次被害を引き起こすことがしばしばみられます。一方で、被災溪流の緩傾斜地（溪床勾配 15° 以下）の立木には、流木や土砂を捕捉し、天然のスリットダムとしての機能（災害緩衝機能）のあることが確認されています。これらのことから、被害を拡大しないためには、流木を山から出さないように災害緩衝機能を持った森林を「災害緩衝林」として溪流内に整備することが必要です。そこで、災害緩衝林の効果を検証するための、樹木の倒れにくさを加味した 1/30 縮尺の水路実験施設の要件を検討しました。

成 果

1. 災害緩衝林の効果を検証する水路（実験水路）は縮尺 1/30 とし、直線水路と勾配 10° 区間に湾曲部がある湾曲水路としました（写真 1）。水路条件や災害緩衝林条件は、平成 22-25 年に兵庫県の災害に強い森づくり事業のうちの緊急防災林整備（溪流対策）事業が行われた 140 溪流（対象溪流）のデータから決定しました（表 1）。現地と実験の相似則はフルード則を用いました。
2. 実験流量・供給土砂・流木量等の条件は、対象溪流の平均地形や河床材料の現地調査、対象溪流に存在する森林データなどから換算し、決定しました（表 2）。
3. 兵庫県内の山地溪流の緩傾斜地に多く分布するスギを災害緩衝林整備の対象樹種とし、間伐の有無による引き倒しモーメントの差異を測定しました。
4. 測定した引き倒しモーメントの値を縮尺 1/30 の水路に落とし込むため、勾配が変化する小型の実験水路（可変勾配水路）を用いて実験立木にスギの引き倒しモーメントに相当する流体力を加え、実験立木が倒伏する（10 度以上に傾く）根入れ深を明らかにしました。実験立木は間伐前（直径 12cm の立木を模した $\phi 4\text{mm}$ のもの）と間伐後目標立木（直径 30cm の立木を模した $\phi 10\text{mm}$ のもの）の 2 種類を準備しました。
5. 可変勾配水路を用いて根入れ深を明らかにした立木を、1/30 の水路に設置し、災害緩衝林効果検証用の水路を完成させました。①災害緩衝林がない、②災害緩衝林として整備する前の間伐前森林、③間伐から十数年が経過する間に目標まで成長した災害緩衝林の 3 パターンの実験が可能です。

成果の活用

この成果である水路は、災害緩衝林の流木や土砂の捕捉状況についての実験に使用しています。この実験での成果の一部は、平成 29 年度（公社）砂防学会研究発表会奈良大会にて口頭発表を行いました。また、実験に用いた水路よりも小さい 1/100 縮尺の水路を用いて実演をするなど当センターが主催する森林フォーラム等で情報提供を行っています。



写真1 模型縮尺 1/30 の水路

表1 模型縮尺 1/30 の水路の水路条件および災害緩衝林条件

水路条件		災害緩衝林条件	
災害緩衝林区間流路幅	2.0m	緩衝林対象樹種	スギ
災害緩衝林区間長	200m	整備前緩衝林密度	1,200 本 /ha
溪床勾配	2-30°	整備前立木の胸高直径	12cm
法面勾配	30°	目標緩衝林密度	600 本 /ha
湾曲部曲率半径	R=34.5m、R/B=17.25	目標立木の胸高直径	30cm

表2 供給土砂量、流量、供給流木量等の条件

条 件	設定値（カッコ内は実験上の値）	設定根拠
供給土砂量	744m ³ (27.6L)	現地の流路長・流路幅・堆積層厚平均から算出
流量	34.5m ³ /sec (7.0L)	降雨に基づく土石流ピーク流量×最頻流域面積 (10ha)
河床材料	砂礫型土石流の粒度分布を使用	現地調査より決定
供給流木量	51m ³ (1889cm ³)	現地立木調査結果の平均より算出
流木長	7m (23cm)	現地立木の高さの 1/2 (石川ら, 1989)
流木径	18cm (6mm)	現地立木を参考に決定

スギノアカネトラカミキリの低コスト被害抑止技術の開発

和歌山県林業試験場 経営環境部 法眼 利幸・大谷 栄徳¹・竹内 隆介
(¹: 現和歌山県農林水産部農林水産総務課研究推進室)

研究の背景・ねらい

スギノアカネトラカミキリの被害は、一般的に「トビクサレ」や「アリクイ」と呼ばれ、和歌山県では特にヒノキで大きな問題となっています。対策としては、産卵場所を無くす枝打ちが効果的であることが知られていますが、コストが高いためあまり実施できていません。そのため、被害の多い地域でヒノキの割材調査を実施して、被害発生時期等の詳細を明らかにし、枝打ちの低コスト化など被害抑止技術開発に取り組みました。

成 果

1. 枝打ちの低コスト化

スギノアカネトラカミキリの被害は枝が早く枯れる幹の低い位置から発生し始め、徐々に高い位置に移行していました(図1)。このことから、材価の低下を防ぐためには早期の防除が重要となります。ヒノキでは被害発生から6年以降に被害が急増する傾向があったので、通常の被害地域では約20年生までに枝打ちを実施すれば大きな被害を回避できると考えられます。ここで、枝打ち後に間伐を行う従来施業とは逆に、間伐後直ちに枝打ちをすれば、約28%の防除コストの低減が可能であることが分かりました(表1)。

2. 切り捨て間伐木の処理

割材調査から、調査木1本あたり3.4～5.5頭のスギノアカネトラカミキリの幼虫～成虫が、樹幹内にいると推測されました。20～40年生ヒノキでは、樹幹内で頂端からの距離が3～7mの樹幹にスギノアカネトラカミキリ幼虫の大部分が分布し、特に4～6mに集中していました(図2)。間伐木のこの部分を搬出して利用・処分することで、効率的にアカネの生息密度を下げるができます。

成果の活用

研究成果については、本県農林水産研究成果集等へ掲載され、県のホームページでも公開されています。また、林業普及指導員や病害虫対策担当者を対象とした研修会等において成果発表することで、技術の普及に務めています。

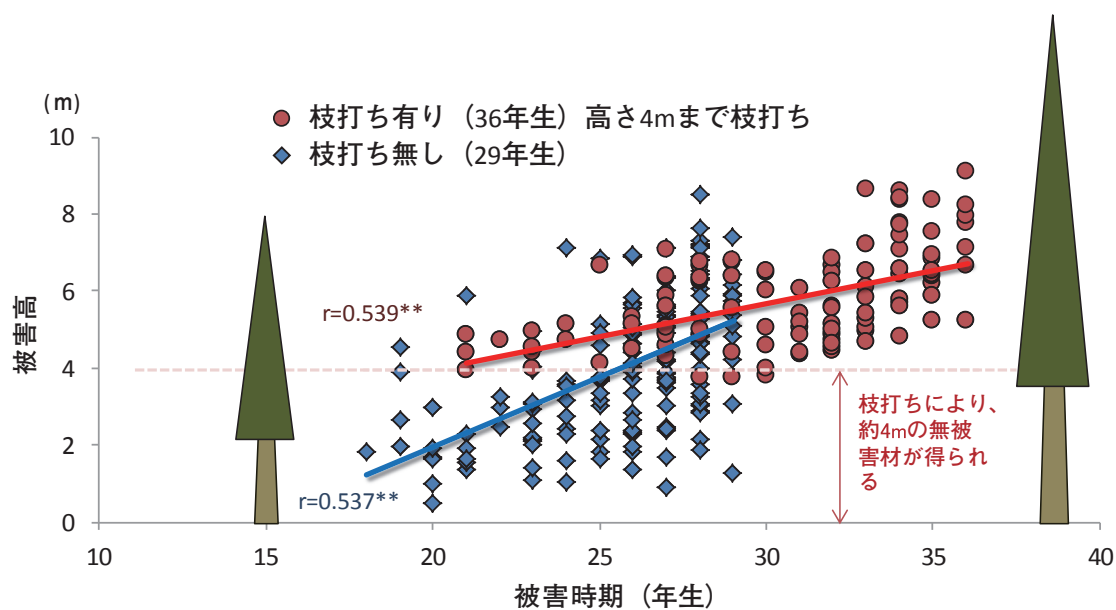


図1 ヒノキ林におけるスギノアカネトラカミキリの被害発生時期と被害樹高
1 調査林あたり 6 ～ 10 本を伐倒し割材した。r は相関係数を示す。** は危険率 1 % 水準で有意であることを示す。

表1 ヒノキ林における間伐後の枝打ちによるスギノアカネトラカミキリ防除の低コスト化

	植栽時	→	14～16年生	→	19年生	→	19～20年生	計
従来施業	立木本数	4,000本	3,600本		3,600本		2,500本	
	施業		枝打ち(2～4m)		間伐(30%)			
	経費		646,000円		132,700円			778,700円
低コスト化	立木本数	4,000本			3,600本		2,500本	
	施業				間伐(30%)		枝打ち(2～4m)	
	経費				132,700円		430,600円	563,300円
							差額	215,400円

※ 立木本数および経費はhaあたりの数値（和歌山県林分収穫予想表および平成28年度森林整備事業等標準単価から算出）

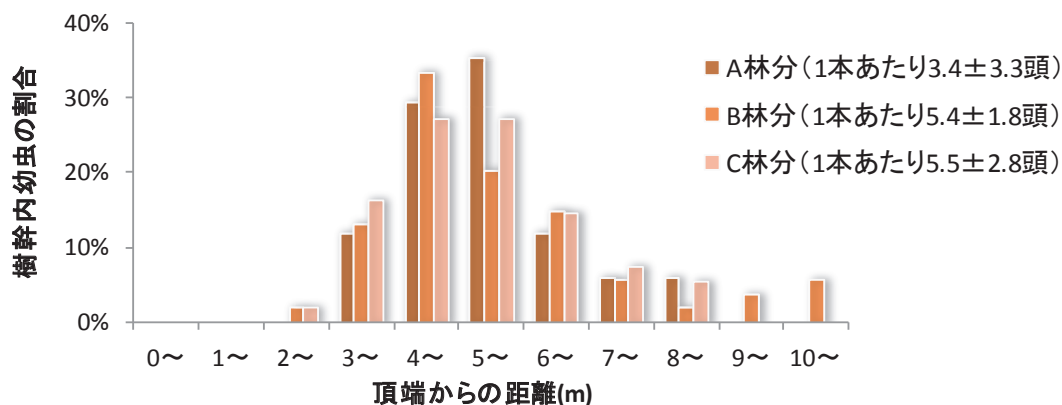


図2 スギノアカネトラカミキリ幼虫のヒノキ生立木樹幹内における分布割合
2年一化と考え調査前年および当年の樹幹穿入位置高を累計

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

針葉樹人工林の地位指数曲線とシステム収穫表の作成

和歌山県林業試験場 経営環境部 山下 由美子

研究の背景・ねらい

和歌山県のスギ・ヒノキ民有人工林のうち、10 齢級以上の割合は 75%、中でも 10 ～ 12 齢級の面積割合は 50% を占めており、スギ・ヒノキ人工林の高齢林化が進んでいます。高齢林化にともなう長伐期施業に対応した森林の管理指針を検討する上で、必要な高齢人工林の特性に関する基礎的資料を得るため、高齢人工林の調査を行い、新たな樹高成長曲線を構築しました。さらに、人工林を適切に管理し、計画的に伐採を行うためのツールとして、パソコン上で林分の収穫量を予測できるシステム収穫表の作成に取り組みました。

成 果

1. 地位指数曲線の作成

昭和 54 年度～平成 17 年度に収集した人工林資料と新たに収集した高齢人工林資料のうち、スギ 293 林分、ヒノキ 300 林分を解析対象としました。林齢と上層木平均樹高の関係から推定した樹高成長曲線をガイドカーブ（全データの中心を通る曲線）としました（図 1）。旧ガイドカーブ（昭和 58 年和歌山県作成）では林齢 80 年生まで示されていた曲線を、新ガイドカーブでは 150 年生まで延長しました。新旧のガイドカーブを比較すると、スギ、ヒノキとも林齢 60 年からガイドカーブの差が開き始めており、60 年を超える高齢級林分においても樹高成長が継続することが明らかになりました。

2. システム収穫表の作成

システム収穫表は、南近畿・四国地方スギ・ヒノキ林分密度管理図の諸式と地位指数曲線式（図 2）により作成しました。現地調査により得られた林齢、上層木平均樹高、立木密度 /ha を入力し、間伐林齢や本数間伐率を入力すると、間伐前後の林分状況が自動算出されます。システム収穫表を用いて 38 年生のスギ人工林（面積 1.25ha、立木密度 2,200 本 /ha、上層木平均樹高 18m）の収穫を予測した例を表 1 に示しました。間伐計画は 40 年時に本数間伐率 30% の間伐を実施し、以後 10 年おきに 20% の間伐を 100 年生まで行い、120 年時で主伐するというものです。このシステムによりコンピュータ上で個々の林分に対応した収穫予測が可能になりました。

成果の活用

本研究により得られた林分収穫表から抜粋した上層木平均樹高表、簡易林分材積表、成長率表は H28 年度に公表され、H29 年 4 月に和歌山県森林 GIS に反映されました。今後、各種森林計画に反映される予定です。作成したシステム収穫表は和歌山県行政部局のホームページ上で公開しています。本研究で得られた成果は、和歌山県農林水産試験研究機関研究報告第 5 号で公表しました。

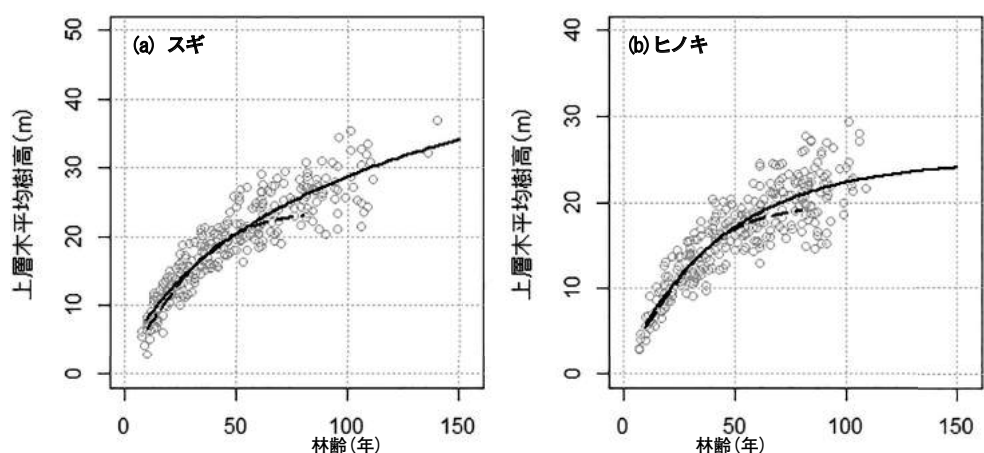


図1 新旧ガイドカーブの比較
——：新ガイドカーブ、----：旧ガイドカーブ

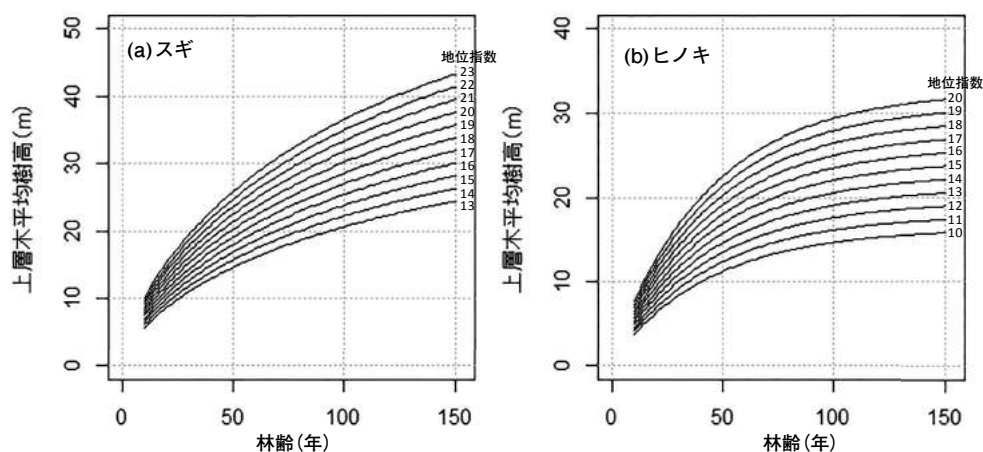


図2 地位指数曲線（スギの地位指数 13～23、ヒノキの地位指数 10～20）

表1 和歌山県スギ人工林収穫予測の事例1（過密な人工林を計画的に間伐する場合）

間伐回数	林齢	本数間伐率 (%)	間伐前					間伐後					間伐本数 (本/ha)		間伐材積 (m³/ha)	
			本数 (本/ha)	上層木樹高 (m)	材積 (m³/ha)	胸高直径 (cm)	収量比数 (Ry)	本数 (本/ha)	上層木樹高 (m)	材積 (m³/ha)	胸高直径 (cm)	収量比数 (Ry)				
現況	38		2,200	18.0	535	17.8	0.92									
1回目	40	30	2,200	18.5	562	18.0	0.93	1,540	18.5	503	20.7	0.83	660	825	59	74
2回目	50	20	1,540	20.9	633	22.0	0.89	1,232	20.9	588	23.9	0.82	308	385	45	57
3回目	60	20	1,232	23.0	705	25.1	0.86	986	23.0	652	27.2	0.80	246	308	53	66
4回目	70	20	986	24.9	760	28.4	0.84	788	24.9	699	30.6	0.77	197	246	61	76
5回目	80	20	788	26.5	791	31.7	0.80	631	26.5	723	34.1	0.73	158	197	68	86
6回目	90	20	631	28.1	814	35.2	0.76	505	28.1	738	37.7	0.69	126	158	76	95
7回目	100	20	505	29.4	811	38.7	0.71	404	29.4	729	41.3	0.64	101	126	82	102
主伐	120		404	31.9	867	43.4	0.75									
主伐時収穫材積			867	m³/ha	林分1.25haあたり		1084 m³	総間伐材積		555 m³	総収穫材積		1640 m³			

※1 和歌山県内の38年生スギ人工林（面積1.25ha、立木密度2,200本/ha、上層木平均樹高18m）を仮定した。40年時に本数割合で3割の間伐を行い、以後10年おきに2割の間伐を行い、120年時に主伐する場合の収穫予測

※2 収量比数（Ry）：林分の混み具合を相対的にあらわす指標。一般的に0.8以上は混みすぎ、0.6以下は空きすぎとされる。

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

地上型三次元レーザースキャナによる森林計測と評価

広島県総合技術研究所 林業技術センター 林業研究部 佐野 俊和・涌嶋 智・山場 淳史

研究の背景・ねらい

搬出間伐や主伐を行う際に、対象の森林から生産される丸太の量や品質を事前に評価しておくことは、投入する労務・機械の運用計画や事業の収支を考える上で不可欠です。通常は標準地により樹高、胸高直径などを調べますが、対象林分の状況を正確に反映するような標準地の区域設定は難しく、設定位置が少しずれると数値が増減するなど、改善すべき点が多くあります。また、目視による立木状態の観察だけでは、丸太にした際の採材玉数や曲がり区分、末口径級など、価格を正確に算定するために必要な情報を得ることは困難です（写真1）。

その一方で、近年地上型三次元レーザースキャナ（Terrestrial Laser Scanner：以下 TLS）を用いた精密調査手法が注目されています（写真2）。当センターでは平成26年度からこの TLS の現地実証試験に取り組んで来ました。

成 果

広島県廿日市市吉和の民有林5haにおいて TLS 計測を行い、得られた点群（レーザー光が立木に反射して得られた点の集まり）データから、区域内のスギ全立木 3,153 本を抽出し、樹幹の高さ方向 10cm 毎に内接円（リング）を作成しました（図1）。上下のリングの位置のずれによって樹幹の曲がり方が把握できることを利用して、立木から任意の長さの丸太を採材した場合の曲がりの判定ができるアルゴリズム（特許出願中）を考案し、これを利用したソフトウェアを作成しました。

表1の原木集計表は TLS 計測地域の一部（0.745ha）の全立木について、丸太採材長を 4m、元玉元口高さを地表から 50cm の条件で、曲がり区分・径級別に本数、材積、価格を試算したものです。表2は同じ区域のスギ林で、採材長を 4m と 3m に変えて比較を行った結果です。この場合、3m 採材は本数と材積で 4m 採材を上回りますが、価格では 4m 採材が高いという結果になりました。これは試算に用いた市場の 4m 丸太の材積当り単価が 3m 丸太に比べて約 1.5 倍高いためです。このように採材方法を変更して、より高い収益をあげられる採材パターンを見つけ出すことが可能です。

また、TLS の作業効率を調べたところ、広い林地を連続的に計測する面的調査では、一日当たり 31 から 39 回の計測が可能で、面積では一日当たり 0.6 ～ 2.5ha の調査を行うことができました。従来方法の直径巻尺を用いた胸高直径+番号ラベル付けの作業と比べると約 3 ～ 5 倍、レーザーコンパスを用いて精密に測定した樹高+枝下高調査の作業と比べると約 13 ～ 27 倍の作業効率でした（図2）。

成果の活用

本研究の成果の一部を第 126 回（2015）及び第 127 回（2016）日本森林学会大会で発表しました。また、森林の TLS 計測を行った事業体等を対象に受託研究等による採材解析サービスの提供を行うとともに、ソフトウェア開発ベンダー向けの技術移転を進めていきます。

知的財産取得状況

特許出願中：「採材支援装置および制御プログラム」特願 2015-152832

目視で立木の曲りや細りを評価するのは難しい！



写真1 目視による幹曲りや径級評価



写真2 TLS (米 FARO 社 Focus3D)

立木の点群 リングから曲りを判定

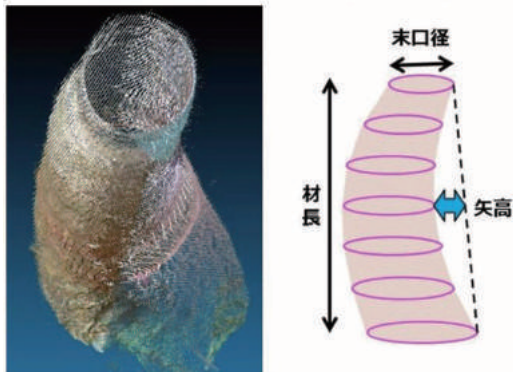


図1 点群の状況とリングからの矢高計



図2 TLSの作業効率

表1 原木丸太集計表の例

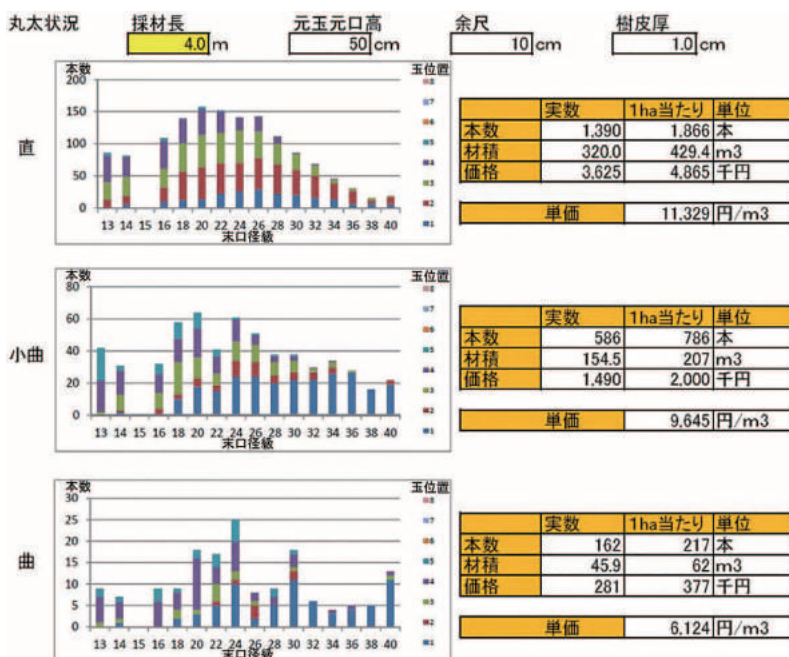


表2 採材長の違いによる差

対象	曲り区分	原木丸太の採材長		比較
		4m	3m	
本数 (本)	直	1,390	2,237	3mが+36%
	小曲り	586	521	
	曲り	162	154	
	チップ	21	26	
小計		2,159	2,938	
材積 (m ³)	直	319.96	405.85	3mが+5%
	小曲り	154.53	106.99	
	曲り	45.86	31.21	
	チップ	8.10	10.75	
小計		528.45	554.90	
金額 (円)	直	3,624,795	3,005,796	4mが+44%
	小曲り	1,490,436	582,496	
	曲り	280,873	130,669	
	チップ	28,356	37,619	
小計		5,424,460	3,756,580	

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

列状地拵え・列状植栽による低密度植栽試験

山口県農林総合技術センター 林業技術部 林業研究室 大池 航史¹

(¹: 現山口県農林総合技術センター 林業技術部 林業研修室)

研究の背景・ねらい

木材価格の低迷等により、植栽から主伐までのトータルコストを木材収益で賄えず、人工林伐採後に再造林が行われないケースが増加しています。低密度植栽等により造林コスト縮減を図る事例も見受けられますが、低密度植栽で従来の 3,000 本/ha 植栽と同等の形質を有する木材を生産可能かは不明瞭です。

そこで、「地拵えして植栽する区域」と「地拵えせずに放置し広葉樹を更新させる区域」を列状交互に設けて実質の作業面積を縮減し、育林経費の 5～7 割を占める植栽・下刈りの低コスト化を図りつつ、更新する広葉樹の密度効果により従来の 3,000 本/ha 植栽と同等の形質となるかどうか、新規植栽地において検証を行いました。

成 果

県内 3 箇所に列状地拵え・列状植栽 (3,000 本/ha)・列状放置した試験区 (以下列状区とする)、1,500 本/ha 植栽区 (以下 1,500 本区とする)、3,000 本/ha 植栽区 (以下 3,000 本区とする) (写真 1、図 1) を設定し、地拵え・植栽及び下刈り作業に要する時間を計測し、標準的な 3,000 本区の所要人工数を 100 として、他の試験区の所要人工数の比率を求めました (表 1)。また、植栽木の形質・生長調査として、植栽 4～5 年目の樹高・地際径・樹幹形状を調べました。

1. 作業工程のコスト比較

- ①地拵え：作業の所要人工数は、3,000 本区に対し、列状区で平均 56 となり作業面積の縮減割合 (67%) 以上に低下しました。
- ②植栽：所要人工数は、3,000 本区に対し、植栽本数を 4 割減らした列状区は平均 58、半減した 1,500 本区は 51 となり、各試験区の単位面積当たり植栽本数の割合に概ね比例しました。
- ③下刈り：全ての試験地で刈払機により毎年全刈りを実施しました。所要人工数は 3,000 本区に対し、1,500 本区は下刈り期間を通して平均 96～105 で推移し、同程度の人工数を要する結果となりました。列状区については下刈り期間を通して平均 49～61 となり、作業面積の縮減割合以上に低下しました。

2. 植栽木の形質及び成長

形質は曲り、2 又の樹幹形状の異常が全試験区で散見されましたが、現時点では列状放置したことに起因する樹幹形質への影響はありませんでした。また、植栽後 4～5 年経過した時点で、試験地による差はあるものの、列状放置したことによる植栽木の成長への悪影響はありませんでした (図 2)。

成果の活用

本研究で得られた成果は研究報告として当センターホームページに掲載しています。また、試験研究成果発表会、各種研修会などを通じて、林業普及指導員、林業事業体、林業研究グループなどへの普及を図っていきます。

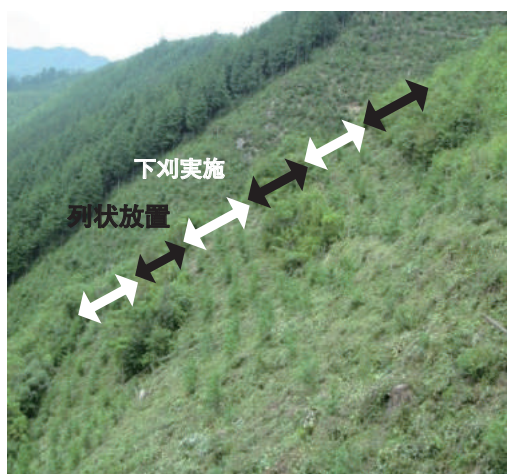


写真1 列状区の設定状況
列状区の手前は3,000本区と1,500本区

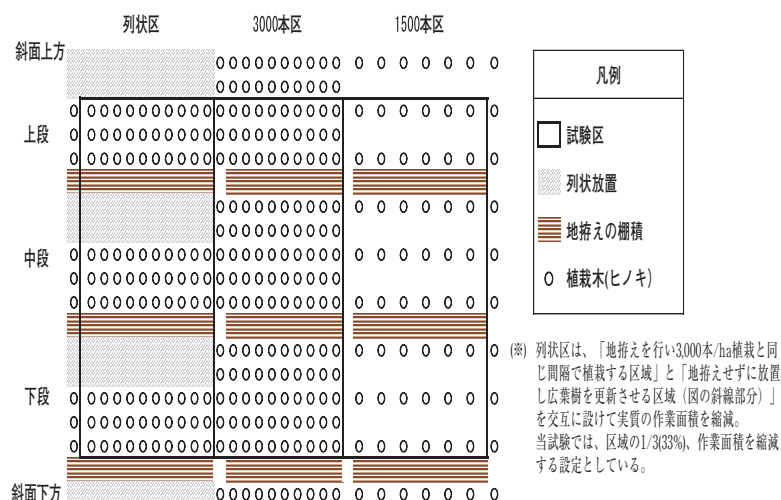


図1 試験地設定の概要

表1 各試験区の作業種別作業工程

(単位: 人工数/ha)

試験地	試験区	作業種別						
		地帯え	植栽	下刈り				
				1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
試験地A	列状区	18.8 (55)	4.2 (58)	1.2 (67)	3.0 (45)	3.1 (60)	2.3 (57)	2.9 (57)
	1500本区	40.9 (121)	4.1 (57)	1.8 (99)	6.1 (91)	4.5 (87)	4.4 (109)	5.4 (105)
	3000本区	33.9 (100)	7.2 (100)	1.8 (100)	6.7 (100)	5.1 (100)	4.1 (100)	5.2 (100)
試験地B	列状区	41.5 (62)	2.5 (57)	2.9 (64)	3.2 (55)	2.9 (57)	3.5 (49)	—
	1500本区	79.7 (119)	2.2 (50)	4.4 (98)	6.0 (102)	5.5 (111)	7.1 (98)	—
	3000本区	66.7 (100)	4.4 (100)	4.5 (100)	5.9 (100)	5.0 (100)	7.2 (100)	—
試験地C	列状区	26.7 (50)	3.1 (60)	2.3 (51)	4.1 (47)	—	2.5 (50)	—
	1500本区	64.4 (120)	2.3 (45)	4.0 (90)	8.7 (100)	—	5.3 (103)	—
	3000本区	53.5 (100)	5.1 (100)	4.5 (100)	8.7 (100)	—	5.1 (100)	—
試験地平均	列状区	(56)	(58)	(61)	(49)	(58)	(52)	(57)
	1500本区	(120)	(51)	(96)	(98)	(99)	(103)	(105)
	3000本区	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)

※ ()内の数値は、3000本区を100とした場合の割合を示した。
試験地Cの下刈り3年目は欠測のため平均は試験地A、Bで計算した。

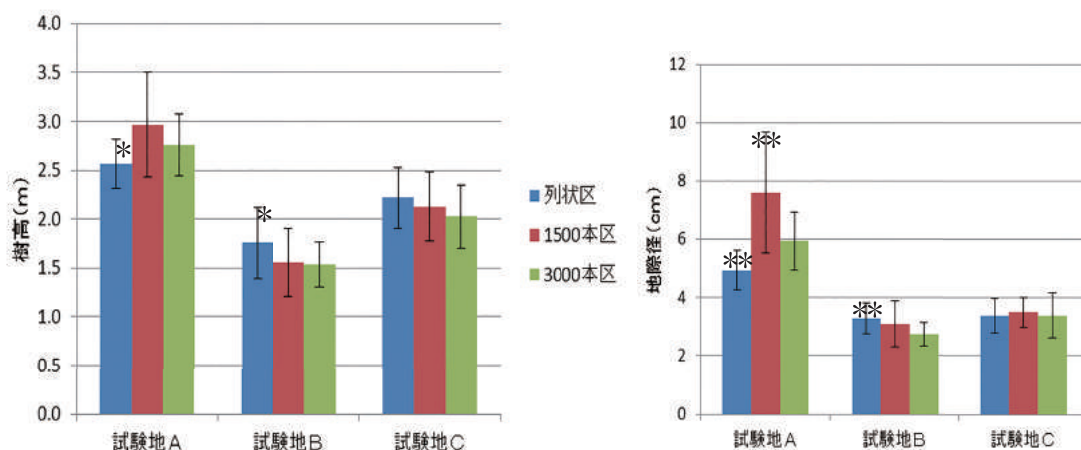


図2 試験区別の平均樹高及び平均地際直径（最終調査時）
※ **は1%水準、*は5%水準で3000本区（対照）と有意差があることを示す

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

くくりわなのハードル式設置法による効率的なシカ捕獲

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

桑野 泰光・池田 浩一¹・檜崎 康二

(¹: 元 森林林業部)

研究の背景・ねらい

福岡県では、シカによる農林業被害を軽減するために、第二種特定鳥獣（シカ）管理計画を策定し、シカ生息数の抑制を図っていますが、生息数は依然として増加しています。捕獲を担う狩猟者は、銃器許可者の減少や高齢化が進み、現状以上の捕獲数を達成することが困難になりつつあります。最近、福岡県ではシカの捕獲は簡易で安価なくくりわなによる捕獲が半数を超えており、捕獲数を増やすためには捕獲効率の向上が強く求められています。そこで、効率的にシカを捕獲できるくくりわなの設置法について研究を行いました。

成 果

1. シカの通り道上に高さ 10 ～ 32cm、長さ 50 ～ 100cm の木を通り道と直角に置き、蹄痕中央と木の端までの距離を測定した結果、高さ 21 ～ 32cm の倒木を通過したシカの蹄痕の約 70%が、倒木から 21 ～ 35cm の範囲にあることがわかりました（図1）。
2. シカの通り道に高さ 20 ～ 30cm、長さ 50cm 以上の倒木を置き、倒木から約 30cm の位置にくくりわなを設置するハードル式設置法（図2）は、シカの通り道にくくりわなのみ設置した慣行法と比較して、捕獲効率（わな 1 台・100 日あたりの捕獲数）が約 2 倍に向上しました（図3）
3. この方法は、特別な用具や技術を必要としないため、経験の浅いわな免許取得者でもすぐに捕獲現場で活用できます。

成果の活用

本研究は、第 72 回九州森林学会において成果発表を行い、福岡県農林業総合試験場の HP 上で成果情報として広く公表されています（<http://farc.pref.fukuoka.jp/farc/farcis.htm>）。また、日本農業新聞に掲載されました（平成 29 年 6 月 9 日）。さらに、行政職員を対象とした研修会や担当者会議を通じて情報提供を行うとともに、狩猟免許取得者を対象とした捕獲技術研修等で成果の普及を進めています。

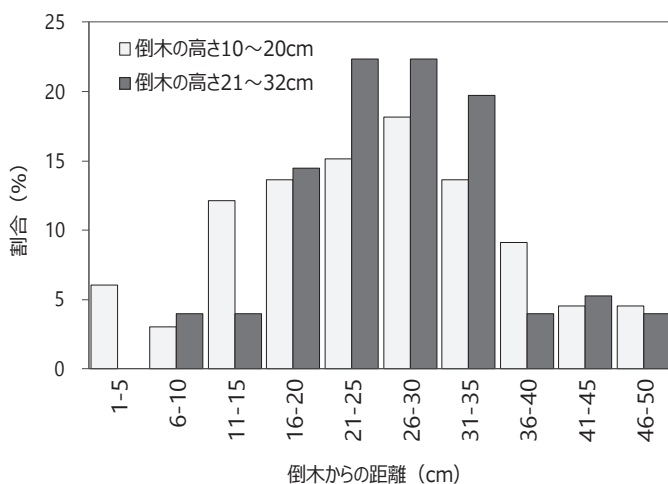


図1 シカ蹄痕の倒木からの距離別分布
高さが異なる19本の倒木から50cm以内の142個の蹄痕を調査

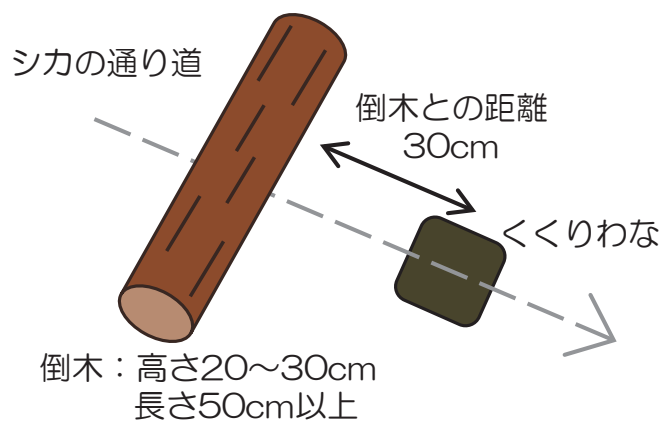


図2 くくりわなのハードル式設置法
シカの通り道に高さ20～30cm、長さ50cm以上の倒木を直角に置き、
倒木からシカの進行方向へ約30cmの位置にわなを設置

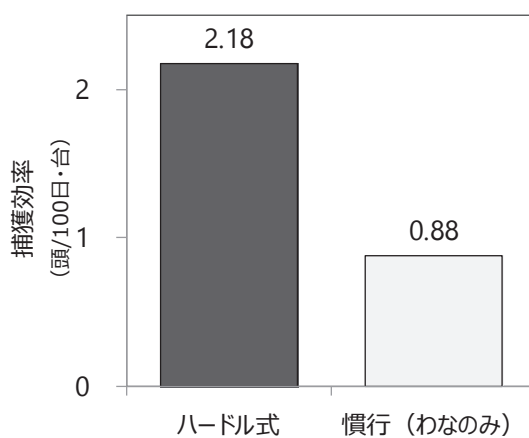


図3 ハードル式設置法の捕獲効果
調査は4回実施し1回あたり9～25台のくくりわなを3ヶ月間設置
捕獲効率は4回の平均値

丸太の穿孔性害虫に関する研究

鹿児島県森林技術総合センター 森林環境部 久保 慎也

研究の背景・ねらい

近年、丸太（原木）は、年間を通じて安定的に供給することが求められています。そのため、素材生産（伐採・搬出）が、従来回避していた穿孔性害虫（以下、穿孔虫）による伐倒丸太の被害が多発する時期にも実施されるようになりました。穿孔虫の被害（写真1）を受けた丸太は安価で取引され、木材市況を低迷させる要因の一つとなっていることから、防除対策等が必要となっています。

そこで当センターでは、山土場と原木市場において、スギ丸太を加害する穿孔虫の被害実態や防除対策等を提示し、被害を軽減することを目標として調査・研究しました。

成 果

1. 丸太への穿孔加害調査

スギ丸太への穿孔虫の加害時期を明らかにするため、2014年3月より2017年2月まで、スギを伐採後1mに玉切った丸太を1ヶ月毎に山土場と原木市場各1ヶ所に設置し（写真2）、1ヶ月後に回収して穿孔している穿孔虫の種類と穿孔数を調査しました。

その結果、主にキクイムシ科により、山土場では4月から8月（図1）、原木市場では3月から6月（図2）に多く加害され、この時期に伐採・搬出される丸太には防除対策が必要であることが分かりました。一方で、山土場では11月から翌年2月（図1）、原木市場では10月から翌年2月（図2）には穿孔虫が加害しないことが分かりました。そのため、できるだけこの時期に伐採・搬出することが重要と考えられます。

2. 被害防除対策

①伐採後、搬出までにかかる日数を明らかにするため、穿孔虫の被害が多い4月から8月に、山土場にスギを伐採後1mに玉切った丸太を設置し、伐採後の日数（1・3・5・7・15・30日目）毎に、穿孔虫による穿孔数を調査しました。その結果、丸太設置後15日目以降で、急激に穿孔数が増加していました（図3）。以上から、被害軽減のためには、7日以内の搬出が必要であることが分かりました。

②各種薬剤等の防除効果を確認するため、丸太へ7種類の薬剤等（表1）を散布し、原木市場開催間隔である2週間後の穿孔数を調査しました。その結果、スミチオン乳剤の50倍液とモリエートSCの800倍液について、無処理丸太よりも穿孔数が8割以上減少したため（表1）、防除効果があることが分かりました。

成果の活用

これらの成果は、第127回日本森林学会大会や第72回九州森林学会大会において発表したほか、当センター主催の発表会や研修会において、森林・林業関係者に報告しています。今後、さらにパンフレットを作成・配布し、現場への普及を図っていきたいと考えています。



写真1 丸太への穿孔被害状況



写真2 丸太の設置状況（山土場）

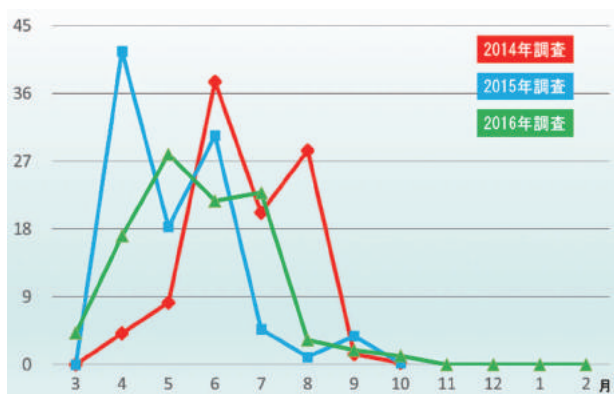


図1 山土場における丸太への穿孔数月別割合
1年間の穿孔総数を100%とした時の割合

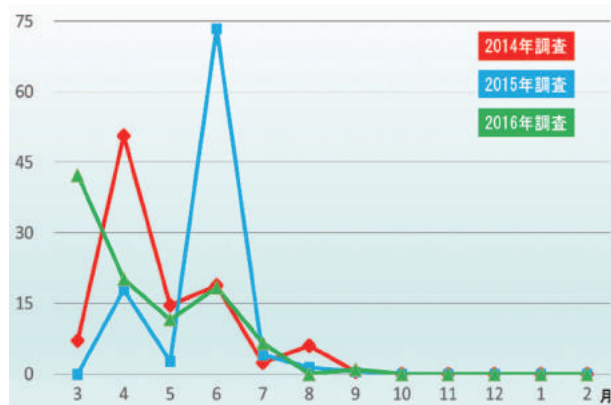


図2 原木市場における丸太への穿孔数月別割合
1年間の穿孔総数を100%とした時の割合

表1 試験薬剤と穿孔性害虫の加害状況

薬剤等名	希釈	1㎡当たりの散布量	加害指数*
スミチオン乳剤(MEP50%)	50倍	10ℓ	0.01
スミチオン乳剤(MEP50%)	100倍	10ℓ	0.73
スミチオン乳剤(MEP50%)	1,000倍	10ℓ	0.87
トレボン乳剤(エトフェンプロックス20%)	1,000倍	10ℓ	0.93
モリエートSC(クロチアニジン30%)	800倍	10ℓ	0.12
ホウ酸	5%	10ℓ	1.15
パラジクロルベンゼン		2.5kg	1.05
木酢液		10ℓ	1.00
竹酢液		10ℓ	1.12
無処理			1.00

試験期間は、2015年4月～8月

※加害指数 = $\frac{\text{薬剤等処理した丸太の穿孔数}}{\text{無処理丸太の穿孔数}}$

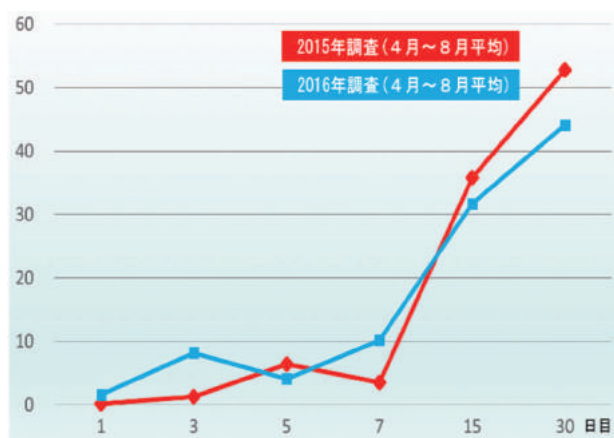


図3 丸太の設置日数毎の穿孔数割合
調査年毎の穿孔総数を100%とした時の割合

[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]

林業用優良種子の安定確保に向けた採種園整備指針の策定

北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場 今 博計・来田 和人・石塚 航・黒丸 亮
 森林総合研究所 林木育種センター 田村 明
 森林総合研究所 林木育種センター 北海道育種場 矢野 慶介・中田 了五

研究の背景・ねらい

カラマツやトドマツが収穫時期を迎え、それに伴い今後 10 年間に苗木の需要量が 20 ～ 50%ほど増加すると予想されています。しかし、優良種苗の供給源である採種園から生産される種子の割合は、現状では全体の 70%に留まっています。今後増加が見込まれる種子の需要に応えるためには、採種園産種子の生産量を増加させることが必要ですが、多くの採種園で採種木が高齢化しており、このままでは種子生産量の増加が困難であること、また新たに植栽した採種木から種子が生産できるようになるまで 10 年以上かかることなどから、早急な採種園の整備・造成が必要となっています。そこで、北海道の主要造林樹種であるカラマツ、グイマツ雑種 F1 (母樹をグイマツ、花粉親をカラマツとする雑種)、トドマツ等の採種園の造成適地と必要面積を算出し、採種園の整備指針を策定しました。

成 果

1. 2002 年以降の採種園の着果データから、トドマツでは結実の悪い地域はないのに対して、カラマツとグイマツでは太平洋側沿岸部に結実の悪い地域が存在することが明らかになりました (図1)。
2. カラマツ類では花芽を形成する時期に降水量が少ない地域ほど採種園の造成に適することがわかりました (図2、図3)。適地の基準として5～7月の平均降水量が300mm 未満であることを示しました。
3. 採種園の種子生産量は、林齢にともなって増加するものの、樹種により傾向が異なり、最大生産量も大きく異なることがわかりました (図4)。
4. 採種園の必要面積は、今後の必要種子量、1ha 当たりの種子生産量 (図4)、豊作年が訪れる間隔などから算出した結果 (表1)、カラマツ類で新たに 38ha 造成する必要があることがわかりました。
5. 高所作業車を使用した種子の採取工期 (g/ 人日) は、カラマツ類で $635 \pm 379\text{g}$ (n=14)、トドマツで $3,172 \pm 587\text{g}$ (n=4) であり、年間播種量を得るために必要な人工数は、カラマツ類で 756 人工、トドマツで 274 人工となり、全体では 1,000 人工以上になりました。仮に豊作年に 4 年分の播種量を確保するためには、カラマツ類だけでも 3,000 人工が必要で、高所作業車 12 台 (4 人乗車 / 台) を 60 日以上稼働する必要があることがわかりました。
6. 高所作業車による工期は木登り、はしご・脚立での工期に比べ、トドマツでは向上しないものの、カラマツ類では飛躍的な向上が見込めました (図5)。

成果の活用

本研究をまとめた「林業用優良種子の安定確保に向けた採種園整備指針」は、北海道の採種園整備推進会議での採種園の必要面積を算出する資料として用いられ、「北海道採種園整備方針 (2015.3、2017.3 改定)」の策定に活用されました。また、カラマツ類の造成適地・不適地の分析結果は、特定増殖事業 (民間によるクリーンラッチ採種園造成) で造成地を選ぶ場面で活用されました。さらに道有林にある各採種園の廃止、樹種転換、新規造成などの判断においても利用され「道有採種園整備計画 (2017.3)」の策定に貢献しました。

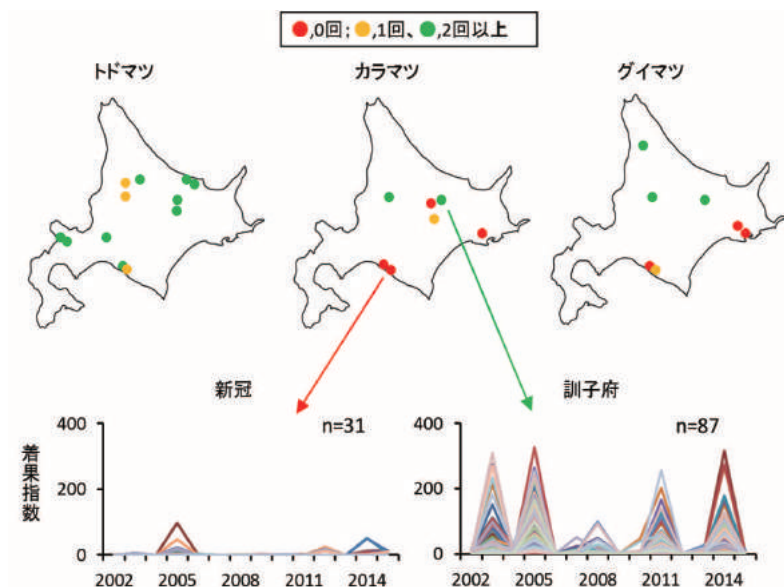


図1 採種園の作柄が14年間の観測期間中に並上もしくは豊作になった回数（上図）とカラマツの個体別の着果性の年次変動（下図）

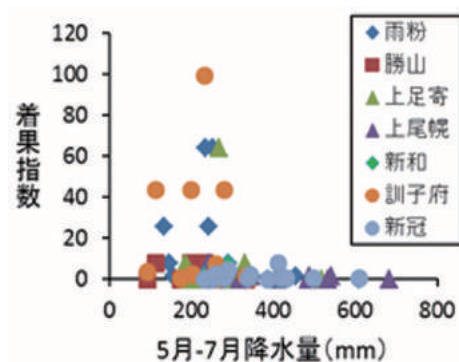


図2 カラマツ採種園の前年5～7月の降水量と平均着果指数

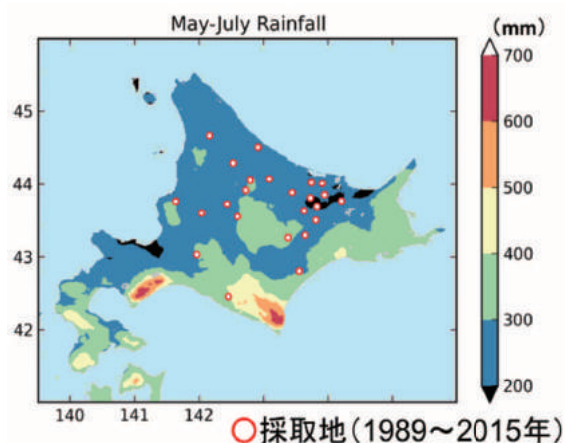


図3 1989年以降のカラマツ類の球果採取地と5～7月の降水量の平均値の分布

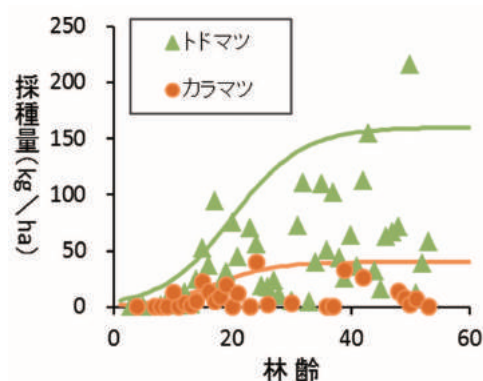


図4 採種園の林齢と1ha当たりの種子採取量
実線は豊作年の推定採種量を示す。

表1 2036年（20年後）に必要な種子量と採種園面積

	種子量 (kg)	採種園面積 (ha)
スギ	30	4
カラマツ類	330	124
トドマツ	1,470	90
アカエゾマツ	70	10

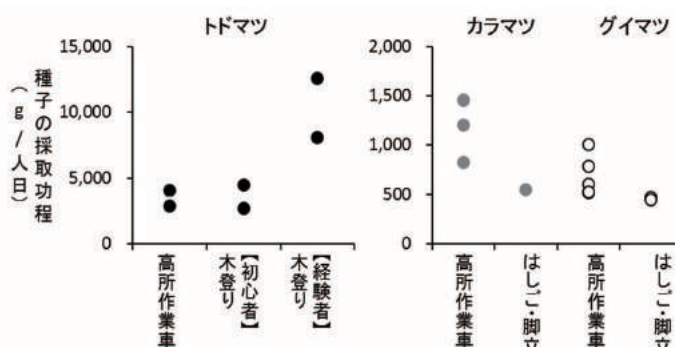


図5 豊作年における高所作業車と人力による種子の採取工程の比較

無花粉スギの新品種作出に関する研究

茨城県林業技術センター 育林部 山田 晴彦

研究の背景・ねらい

スギ花粉症は国民の約3割が罹病していると推計され、大きな社会問題となっています。林業分野では、花粉症対策として「花粉の少ないスギ品種」の苗による再造林を進めていますが、花粉飛散量を更に削減するには、無花粉スギの活用がより効果的と考えられます。しかしながら、既存の無花粉スギには本県とは立地条件が異なる地域で選抜された個体が多く、成長や材質等の特性も未解明であることから、これらを県内にそのまま普及することは、木材生産という観点からは不安がありました。

そこで本研究は、既存の無花粉スギと本県産スギ精英樹との人工交配種子や、本県産スギ精英樹の自然交配種子を育てた実生苗の中から、本県の立地条件に適合し、林業用としても適した特性を備えた新たな無花粉スギの系統を作出・選抜することを目的に実施しました。

成 果

1. 人工交配による新たな無花粉スギの作出

富山県の無花粉スギに本県産スギ精英樹を人工交配して作出したF1家系(11系統)を相互に人工交配して作出したF2実生苗(図1)を対象に、ジベレリンによる着花促進処理を実施し、雄花中の花粉形成の有無を調査しました。その結果、平成28年度末までに46交配組合せ262個体の無花粉スギを作出することができました(表1)。

2. 自然交配種子実生苗からの新たな無花粉スギの選抜

本県産スギ精英樹の自然交配種子実生苗を対象に、ジベレリンによる着花促進処理を実施し、雄花中の花粉形成の有無を調査しました。平成19年度から28年度の間4万本以上の苗を調査した結果、平成25年度に実施した1回目の雄花調査で、平成21年度産種子の実生苗の中に、内部に正常な花粉が形成されていない個体を1個体発見しました。翌26年度にも再度調査を実施したところ、1回目の調査と同じ状態を確認できたため、無花粉スギとして選抜することができました(写真1)。

3. 増殖方法の検討

1で作出した無花粉スギのうち17交配組合せ37個体を用いてさし木試験を実施し、発根状況を調査しました。発根率の全体平均は75%で、供試個体の約4割にあたる15個体で80%を上回る高い発根率を示しました。この結果より、発根性の高い個体を選ぶことで作出した無花粉スギのさし木による個体増殖が十分に可能であることが確認できました(図2)。

成果の活用

本課題で作出・選抜した新たな無花粉スギは、本県産スギ精英樹の遺伝子を保有することから、本県の立地条件に適合し、林業用としても良好な特性を持つ個体が多数含まれていると期待されます。今後はこれら個体について(研)森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センターの定める「花粉症対策品種」の品種開発要領に基づき、花粉を全く生産しない特性の再現性の確認や、林業用として適した特性を備えているか等の調査を継続して実施することで、本県独自の「無花粉スギ品種」となる個体の絞り込みを進めていく計画です。

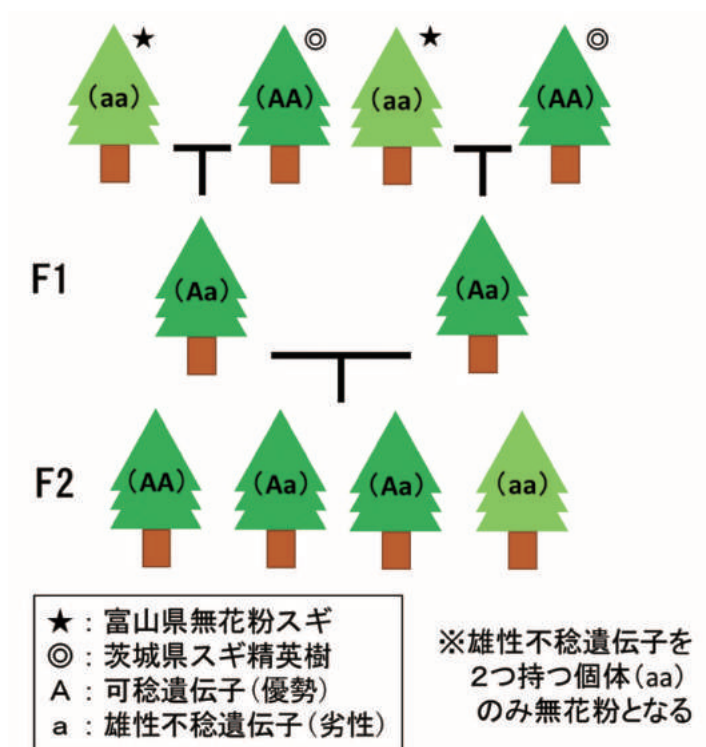


図1 人工交配による無花粉スギ作出の流れ

表1 交配年度別の無花粉スギ作出数

交配年度	交配組合せ数	無花粉個体数
H19	15	39
H20	2	4
H21	14	156
H22	8	52
H23	7	11
合計	46	262

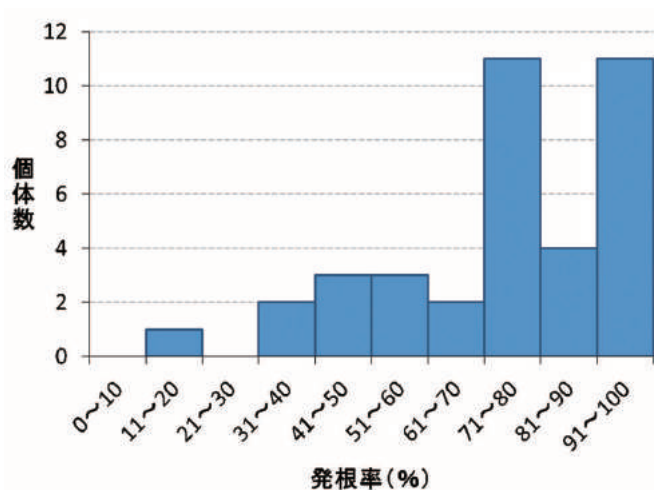


図2 さし木試験に供した37個体の発根率ごとのヒストグラム



写真1 精英樹自然交配種子実生苗から選抜した無花粉スギ

第2世代スギ少花粉精英樹候補の初期成長と雄花生産

埼玉県寄居林業事務所 森林研究室 田波 健太・原口 雅人
森林総合研究所 林木育種センター 平岡 裕一郎

研究の背景・ねらい

初期成長の良い苗木を植栽することは、下刈り作業期間が短縮でき、造林コストの削減に有効です。一方、スギ花粉症問題を考える場合、雄花生産性の低い少花粉スギ品種を用いることで花粉飛散量を従来よりも減少させることが期待されており、精英樹から少花粉品種の選抜が進められてきました。また、生物多様性への配慮から地域性種苗が重視される中で、県産精英樹系統を組み込んだ品種の育成も重要です。

そこで、県外の少花粉スギ品種の中から初期成長の優れた品種を選定し、県内少花粉スギ品種と人工交配することで第2世代精英樹候補群を得ました。さらに、得られた苗木の苗畑での初期成長及び雄花生産性について明らかにしました。

成 果

県内少花粉スギ4品種と、県外少花粉スギ品種のうち初期成長の良いとされている7品種の計11品種を用いて人工交配を行いました。人工交配によって得た種子を播種床に播種し、苗畑における2成長期経過時点での苗高を測定しました(写真1)。苗高データについては線形混合モデルを当てはめ、品種ごとに初期成長の育種価を求めました。

生育調査を行った苗木の一部では雄花生産性調査としてジベレリン処理後、目視により雄花の着き具合を6段階で評価しました。

- ・播種から2成長期経過後では交配組み合わせによって平均苗高に差が認められました(図1)。
- ・交配親となった各品種の育種価から、初期成長の良い少花粉スギ品種を開発する場合、愛甲2号、比企1号や河沼1号を雄親・雌親に使うことが有効であると考えられました(表1)。
- ・雄花生産性は交配組合せ間で雄花生産性(指数)に差が認められたものの、全体的に低く、同年の県内スギ林分における雄花着花指数と比べても低くなりました(図2)。
- ・苗木の初期成長と雄花生産性の間に相関は認められなかったことから、両特性は独立したものであり、両形質を同時に改良することができると考えられます。

成果の活用

第6回関東森林学会大会、県の森林・林業分野成果発表会及び関東森林研究 Vol.68 No. 2で一部を公表しました。

育種価とは親として子供の世代に伝えることのできる遺伝的能力であり、今回推定した初期成長の育種価の高かった品種同士を交配することによって高初期成長な種苗が得られる可能性が高くなります。一方、雄花生産性は全交配組み合わせで少ないものの、差が認められています。このことから、育種価の特に低かった品種を除いた交配組み合わせについて、今後山地植栽し、成長とともに雄花着花性を検証することで、少花粉で高初期成長の苗木生産をめざします。

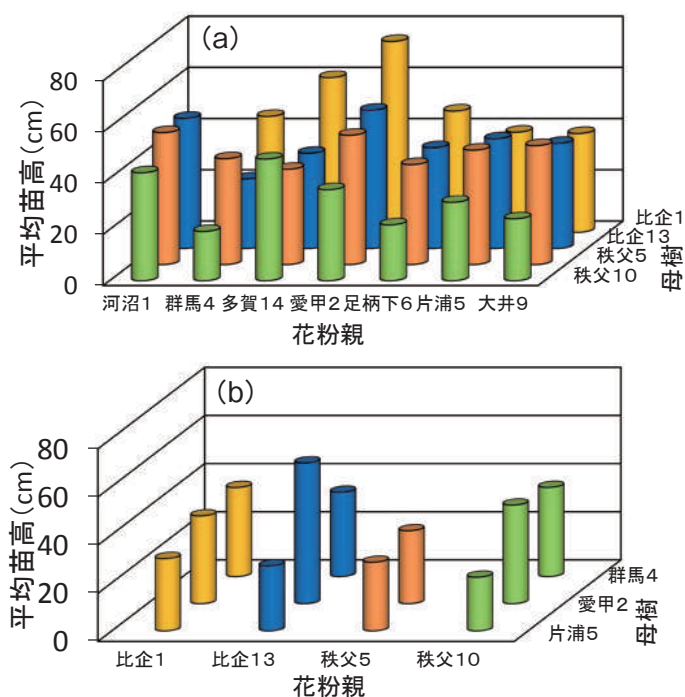


図1 交配組み合わせによる平均苗高
(a) 県内品種が母樹、(b) 県内品種が花粉親

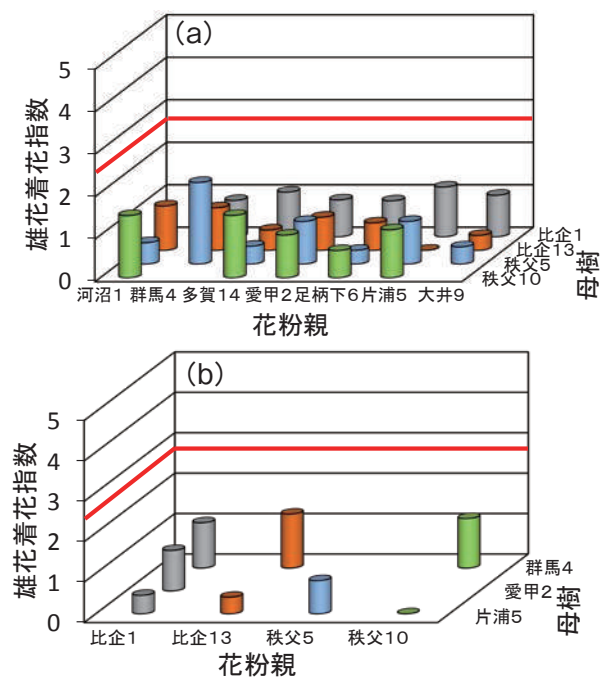


図2 交配組み合わせによる雄花着花指数
(a) 県内品種が母樹、(b) 県内品種が花粉親
※赤線は同年の県内スギ林分における雄花着花指数。
県内スギ林分での調査は0～3の4段階で評価したため、0→0、1→1.5、2→3.5、3→5と換算。

表1 交配親品種の初期成長の育種価

品種	育種価(cm)
愛甲2号	10.25
比企1号	8.304
河沼1号	7.864
多賀14号	4.134
比企13号	2.272
秩父5号	1.069
大井9号	-2.840
足柄下6号	-3.631
群馬4号	-7.755
片浦5号	-8.026
秩父10号	-11.65



写真1 初期成長の良い個体(黄桧)

コンテナボックスに採種木を植栽して配置する 新たな採種園造成技術の確立

山梨県森林総合研究所 富士吉田試験園 西川 浩己

研究の背景・ねらい

スギ・ヒノキ花粉症は春季のアレルギー疾患で、その患者数は年々増加しており、大きな社会問題になっています。森林・林業面からのスギ・ヒノキ花粉症対策の一つとして、花粉の少ないスギ・ヒノキが開発されています。スギについては、早期の種子生産に有効なミニチュア採種園等が実用化され、広く普及しています。ヒノキについても、花粉症対策品種を母樹とする採種園産実生苗や挿し木苗の供給が期待されていますが、まだ花粉症対策品種における種苗生産に関する情報は少なく、手法の早期確立が必要となっています。

採種園に定植せずにコンテナボックスに採種木を植栽して配置する方式は、比較的早い段階で採種木を育成できる可能性が高く、また採種木を花粉飛散時期に遮蔽された屋内に移動し外来花粉を防ぐこともできるため、効率的な種子生産方法として、ヒノキにおける本方式の開発を進めました。

成 果

防草シートを敷いたコンテナボックス（520 横× 365 縦× 305mm 高さ）に、ヒノキ少花粉品種の採種木を植栽することによる、種子の効率的生産方法を開発しました。

コンテナボックスに植栽した少花粉品種採種木は、根域が制限されることにより、樹型がわい化し、樹型誘導、受粉施設への移動作業等が軽減されました。通常の植栽では着花が見られませんでした。コンテナボックスに植栽した採種木では着花し、本方法で着花が促進されることがわかりました（写真1）。

薬剤による着花促進では、ジベレリンペースト埋込処理において、本方式は通常植栽より着花が促進されました（図1）。ジベレリンペーストの施用期間を把握するため、花芽分化時期を中心に処理時期を検討したところ、球果採取量・着果数とも8月上旬が最も多く、9月中旬以降では効果がみられませんでした（図2）。

着花が認められた個体を花粉飛散時期のみ閉鎖施設内に移動させ、雌花開花期に花粉を散布して（写真2）、少花粉品種同士の交配を促進しました。着果した球果（写真3）を採取し、球果数、発芽率等を調査した結果、花粉散布回数が増えるにつれ、発芽率等が向上し、種子の高品質化が図られました。さらに、雌花開花のピーク時期に花粉の狙い撃ち散布を1回実施する方法を検討し、交配の省力化も進めています（表1）。

成果の活用

本研究の成果については、当研究所成果発表会、広報誌等を通じて行政や関係団体への情報提供を行っています。また、開発した手法を用いて、平成28年度からヒノキ花粉症対策種子の事業的な種子生産を開始し、普及を進めています。



写真1 根域制限（コンテナボックス植栽）による着花促進

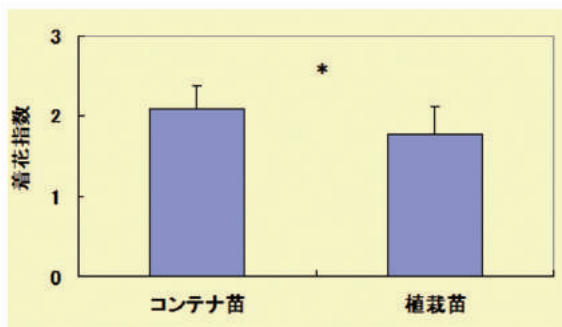


図1 ジベレリン処理による着花促進効果

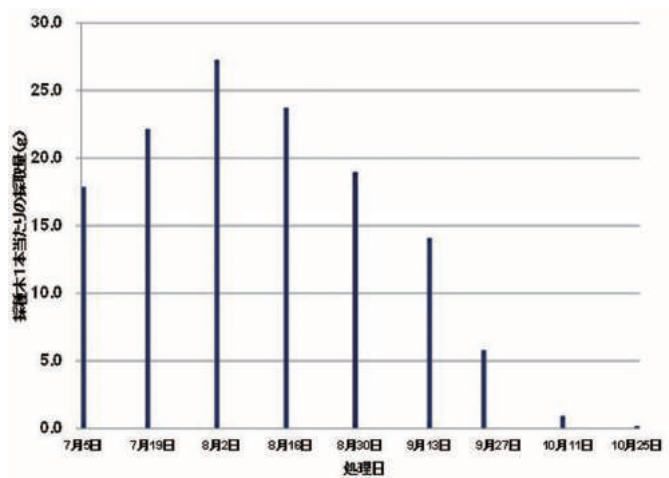


図2 球果生産におけるジベレリン施用時期の影響



写真2 花粉散布処理



写真3 採取前の球果

表1 生産された種子について

処理	球果数 (個)	球果生重量 (g)	種子乾燥重量 (g)	100粒重 (g)	発芽率 (%)
散布3回	70.7	44.0	5.099	0.296	21
散布4回	78.3	48.3	5.586	0.258	39
散布5回	84.8	52.8	5.922	0.258	51
狙い撃ち散布	113.0	64.3	6.327	0.242	53
採種園				0.286	53

[問い合わせ先：山梨県森林総合研究所 富士吉田試験園 Tel 0555-22-0593]

立木の状態で木材の強度を精度よく調べる

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

鳥取県では、将来の地域林業・木材産業を支えていくため、優れた強度性能を持つスギ品種を選抜する研究に取り組んでいます。選抜した個体を母樹として確保するには、立木の状態で非破壊的に強度性能を調べる必要があります。そこで非破壊で評価できる強度性能の指標として応力伝搬法ヤング係数（以下、 E_{WS} ）を用いることとし、 E_{WS} の算出のために応力波伝搬時間測定装置（FAKOPP）を用いて立木の状態で2点間の応力波伝搬時間（以下、SPT）を計測することにしました。しかし、従来の計測手法（図1左。以下、従来手法）では、計測されるSPTの値に大きなバラツキがありました（図2）。そこで、値のバラツキを低減できるSPT計測手法を開発しました。また、新たな計測手法で立木のEWSを推定後、伐採した丸太で強度性能を調べて推定精度を確認しました。

成 果

FAKOPPのセンサーの配置や間隔、センサーへの打撃手段などを検討した結果、センサーを1.5m間隔で樹幹に対して斜めに配置し、装置を用いて一定の力で打撃する計測手法（以下、MM法）を開発しました（図1右、写真1）。10本の丸太を使ったSPT計測試験では、この手法を用いることで従来手法に比べ大幅に計測値のバラツキを抑えることが出来るようになりました（図2）。

この手法による強度性能の推定精度を確認するため、39本の立木で検証しました。その結果、従来手法による E_{WS} よりも、MM法による E_{WS} の方が、伐採後の丸太でFFTスペクトラムアナライザーを用いて算出した縦振動ヤング係数（ E_{fr} ）との間に高い相関があることが明らかとなりました（図3）。これにより、MM法を用いることによって立木の強度性能をこれまでより高い精度で推定できることが確認できました。

なお、本成果の一部は森林バイオマス利用学会が発刊する「森林バイオマス利用学会誌」10巻2号（2015年12月31日発行）に、「スギ丸太ならびに立木での応力波伝搬時間計測における出力結果の再現性の向上」として掲載されました（論文賞受賞2017年9月12日）。

成果の活用

この成果を用いて天然生林を含む県内の公有林を対象とした強度性能調査の結果、高い強度性能を持つと推定されるスギを複数確保しました。また、近隣県の公設試験場や大学等に対し、計測手法の説明・実演を行い、技術の普及を図っているほか、町の要請に基づいて町有林の立木の強度性能評価を行い公共物件の材料確保を支援するなど、地域産材活用の一翼を担っています。さらに、MM法によるSPT計測を用いた丸太等木材内の水分量の変化を把握する手法も開発し、はい積み状態の燃料用丸太や葉枯らし中のスギの乾燥期間を調査するなど、他の研究課題でも利用しています。

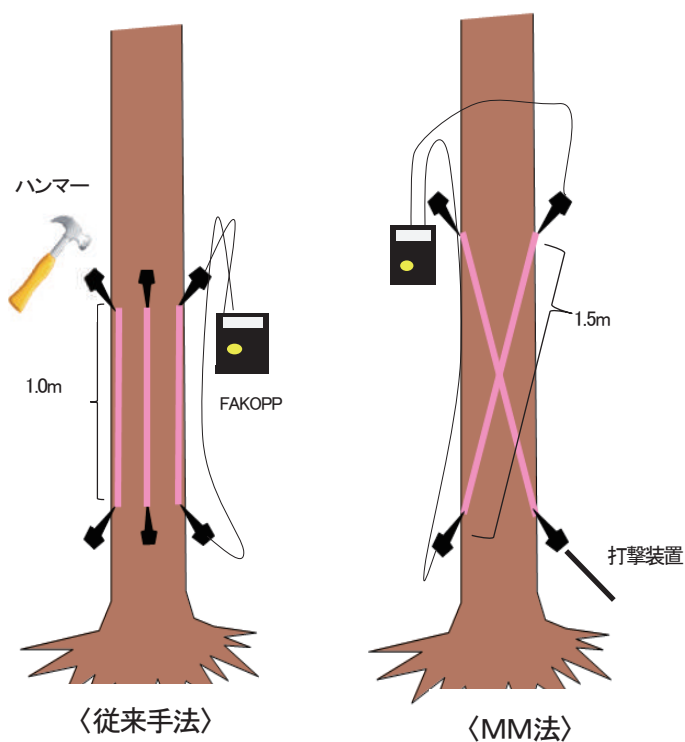


図1 SPTの計測手法の違い

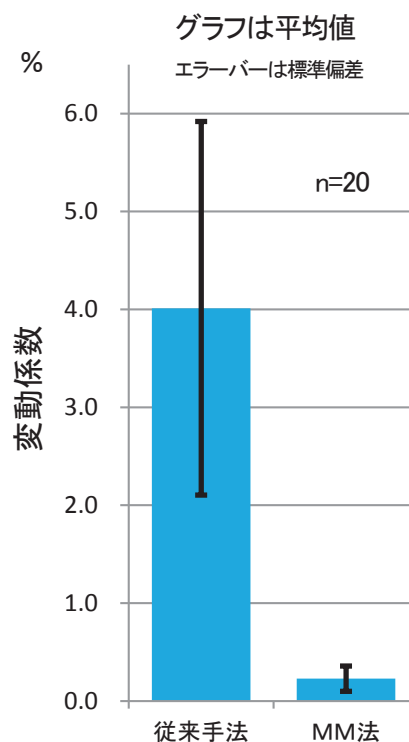


図2 SPTの出力結果のバラツキの差
5本の丸太に各計測手法それぞれ4測線ずつ設定し、1測線あたり7回の打撃でバラツキを比較した。



写真1 計測の状況

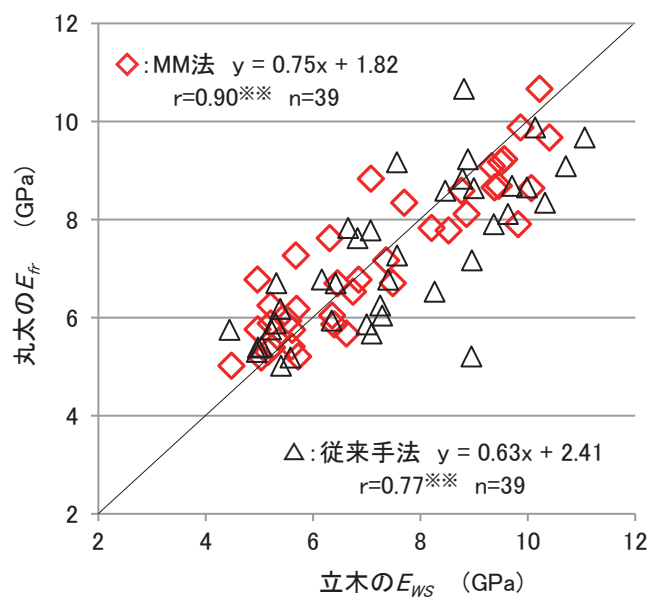


図3 MM法と従来手法での E_{ws} と、丸太の E_{fr} との関係

E_{ws} の算定では立木の木材密度を 0.9g/cm^3 と仮定

愛媛県における広葉樹の苗木植栽指標の作成

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

近年、里山の森林に景観保護を目的にサクラが植栽されたり、伐採跡地へ森林ボランティアによるコナラ、クヌギ等の広葉樹が植栽される場合が見受けられますが、離れた産地の苗木を植栽することが多く、野生個体群への影響が懸念されています。他地域の個体との交配による遺伝子攪乱が進み、地域の風土に合わず病虫害の被害を受けやすくなったり、その地域固有の遺伝子をもった貴重な個体群を失うことも予想されます。

本研究では、健全な森林の整備・育成を推進・普及するため、愛媛県の森林で多く見られる広葉樹のうち、ヤマザクラとコナラ、クヌギを対象として集団遺伝構造解析を行い、遺伝的地域性に基づいた植栽指標を作成しました。

成 果

愛媛県近隣から採取した野生のヤマザクラ 22 集団 396 個体、コナラ 8 集団 136 個体、クヌギ 5 集団(人工林) 79 個体について、ヤマザクラでは核 DNA の SSR12 遺伝子座、コナラとクヌギではそれぞれ 8 座、7 座の対立遺伝子の断片長から決定した遺伝子型を用いて集団遺伝解析を行いました。

ヤマザクラで見ると、集団間の遺伝的な関係を表す分子系統樹(図1)では、各集団がおおむね生育環境や地理的にまとまったクラスターに配置されました。さらに、集団間の地理的距離が遠いほど遺伝的にも遠い関係になるという「距離的隔離 (IBD)」は 13 集団(集団 01 ~ 03、05 ~ 07、09 ~ 12、15、17、20)(以下同様に標記)で成立していました。集団間分化の指標となる FST を用いた集団分化の検定では、集団 08 および集団 04 が周りの集団から分かれ、九州の集団と四国の集団間で分化がみられました。クラスター解析では 6 つのクラスターが推定されました。1 つのクラスターが優先する集団がある一方で、県内の多くの集団では複数のクラスターが混合状態で、その割合が県南西から東北にかけて緩やかに変化していました(図2)。また、開花時期・遺伝構造が大きく異なる系統(集団 19)が四国山地の南側に見られました。最後に集団の位置関係を考慮した解析方法を用いて遺伝的障壁を解析したところ、これまでの解析において地理的隔離や大きな遺伝構造の違いがあった集団の周りに障壁が検出されました。以上の結果から、大きな遺伝的境界は九州と四国の間、本州と四国の間に、県内での地域的な境界は佐田岬半島根本付近と来島海峡にあると推定されました(図3)。

コナラでは、FST による集団間の有意な分化もなく、全集団で IBD が成立しており、既報で示されたとおり九州と四国でも大きな分化は見られませんでした。クヌギでは有意な分化も集団遺伝構造も見られず、懸念されていたアベマキとの交雑も見られませんでした。

推定された遺伝的境界を用いて、愛媛県における植栽指標(暫定版)を作成しました。

【植栽指標】

- ヤマザクラ … ヤマザクラの植栽については四国内産の種苗を使用し、その移動は四国内にとどめ、また地域的な境界をまたぐ移動は控えるべきです。
- コナラ …………… 広域のガイドライン同様に西日本広域での移動が可能と推察されますが、なるべく地域産(四国産)の種苗を用いるべきです。
- クヌギ …………… 特定母樹林など、来歴が明らかな林分から採取・流通させることが望ましい。

成果の活用

本研究の成果は、学会発表や、研究成果発表会、公開日などを通じて公表しています。また、作成した植栽指標はホームページ上で公開しており、林業普及指導員を通じ、環境に配慮した適正な広葉樹苗木植栽の普及を進めていきます。

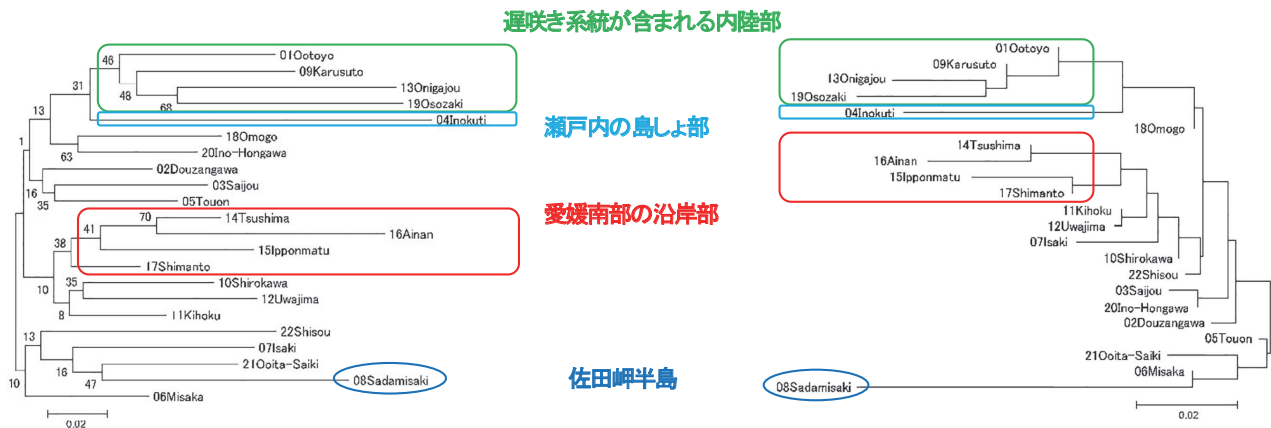


図1 ヤマザクラ 22 集団による分子系統樹 (NJ)

左：遺伝距離は Nei の D_a を用いた（ブートストラップ1,000回）。 右：Weir & Cockerham の $F_{ST}(\theta)$ を用いた。

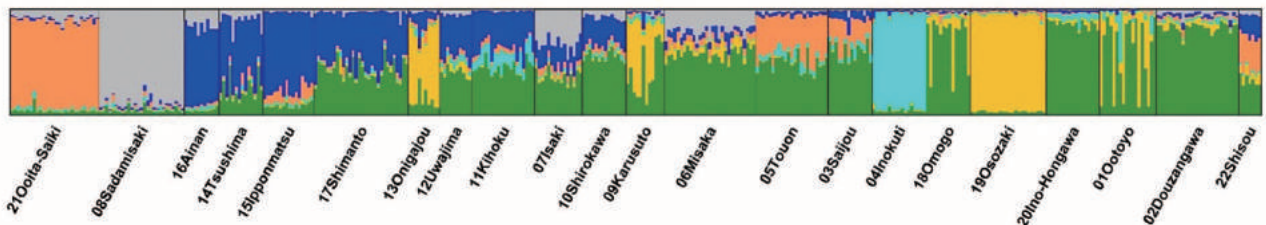


図2 K(クラスター数) = 6 で示されたヤマザクラの集団遺伝構造 (Structure2.3.4)

大分 - 佐伯集団からの距離順に南西から北東に並べた。途中で瀬戸内と内陸部に分かれる。

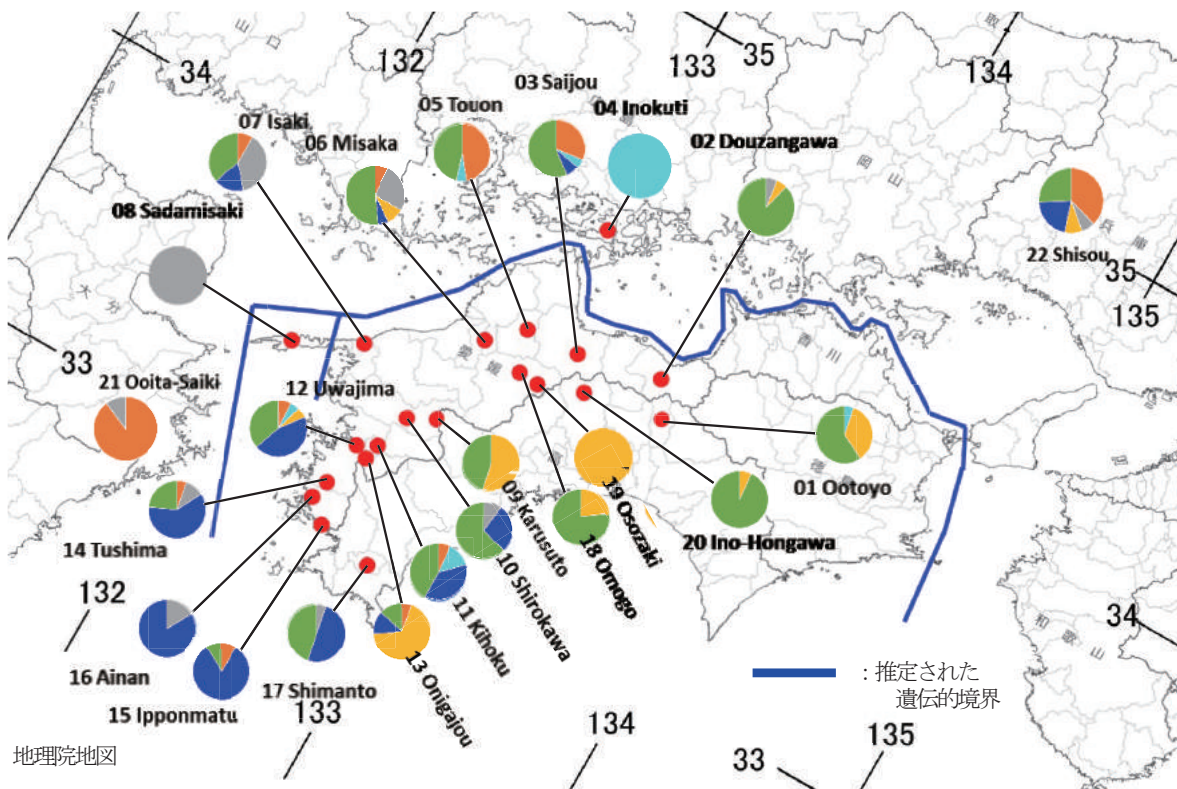


図3 推定されたヤマザクラの遺伝的境界線

運送きの系統は生殖的隔離から攪乱の恐れは少ないと思われる。

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

道産カラマツ材のヤニ滲出防止のための基盤知見の蓄積

北海道立総合研究機構 林産試験場 檜山 亮・折橋 健・土橋 英亮・松本 和茂

研究の背景・ねらい

カラマツは樹脂（ヤニ）含有量が多い樹種ですが、近年、現しの構造材や内装材などのユーザーが直接触れる用途へも拡がりつつあります。そのようなことから、製品出荷直前や施工後のヤニ滲出が問題化してきており（写真1）、技術的な対策が求められています。ヤニ滲出ではヤニ成分のモノテルペンが流動性に大きく関わっていることが知られており、その抑制方法として、現在、85～100℃の水蒸気による蒸煮処理（脱脂処理）が経験的に行われています。

しかし、その効果が十分に研究された例は極めて少ないことから、脱脂処理の効果の定量的な把握やヤニ滲出時の流動性に関与する成分の挙動把握に取り組む必要があります。そこで本研究では、道内のカラマツ人工林資源から品質の高い建築用材を生産するための要素技術として、脱脂処理の効果を定量的に明らかにするとともに、材内に含まれる樹脂量の簡便な測定方法の検討を行いました。

成 果

1. 蒸煮処理前後および乾燥前後のカラマツについて、主要なヤニ成分（計13種）を分析したところ、ジテルペンがヤニ成分全体の95%を占め、ジテルペンの含有量はモノテルペンの含有量と高い正の相関（ $R^2=0.9337$ ）を持つことがわかりました（図1）。
2. 明瞭なヤニつぼのない健全材部分において、ヤニの流動性に影響を与えるモノテルペンの蒸煮による含量変化を調べた結果、12時間の蒸煮処理により材表面（0-3mm）で大幅な減少（人工乾燥なし：50%減、人工乾燥あり：58%減）が確認され、その内側（6-9mm）でも減少傾向（人工乾燥なし：39%減、人工乾燥あり：36%減）が見られました（図2）。さらに蒸煮処理を24時間に延ばして人工乾燥も行ったところ、材表面とその内側でそれぞれ、67%減および56%減となりました（図2）。
3. 蒸煮処理によるヤニ垂れ防止効果を調べたところ、慣行の蒸煮乾燥条件で内部のヤニつぼは蒸煮処理後も22%のヤニ垂れが起り、施工後に割れが入った場合には内部から垂れてくる可能性があります。一方で、表層5mm程度までの深さではヤニ垂れが起きるヤニつぼの割合が内部に比べて89%減少していました（表1、図3）。より効果の高い蒸煮処理条件について、さらに検討を進めています。
4. カラマツ材のヤニつぼとその周辺を粉碎した試料について、化学分析およびフーリエ変換赤外線分光光度計（FT-IR）を用いて拡散反射法で分析した結果、FT-IRスペクトルの1,250-2,500 cm^{-1} の吸光度を用いることにより、溶媒抽出法で化学的に定量したジテルペン量と相関の高い予測値を得ることができました（図4）。

成果の活用

カラマツヤニつぼ個数情報やヤニ滲出対策の蒸煮処理の情報（成果2、3）が、北海道内のカラマツ製材工場において、ヤニ滲出低減を目指した製造工程の改善に活用されています。

粉碎試料中のジテルペン量についてFT-IRを用いて予測できる見込みを得たこと（成果4）から、材表面のジテルペン量についても簡便かつ非破壊で定量する手法の開発につなげたいと考えています。

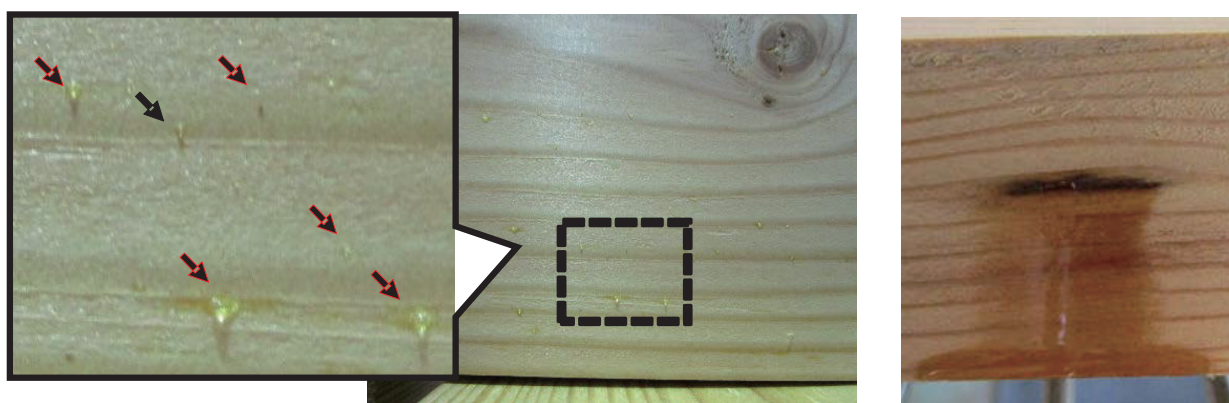


写真1 カラマツのヤニ（高温の滲出促進処理後）
左：材面の滲み出し、右：ヤニつぼからのヤニ垂れ

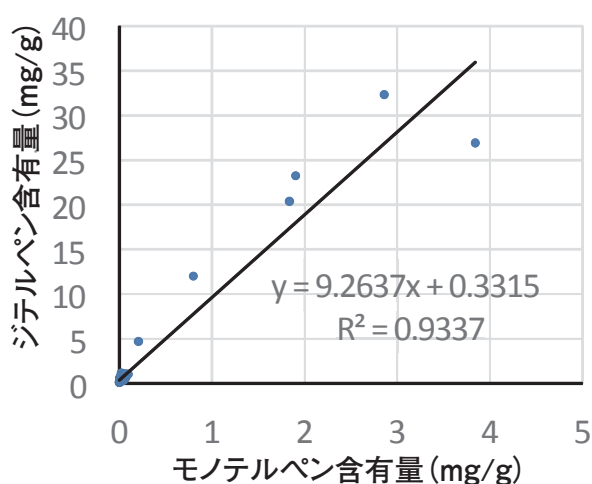


図1 カラマツ材のテルペン含有量の相関関係

表1 カラマツ材の体積あたりのヤニつぼ、ヤニ垂れ (個 / m³)

	内部	表層
ヤニつぼ	374	442
うちヤニ垂れ	82	11

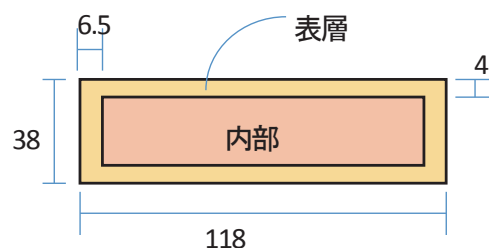


図3 観察カラマツラミナの断面図
数値は長さ (mm) を示す。

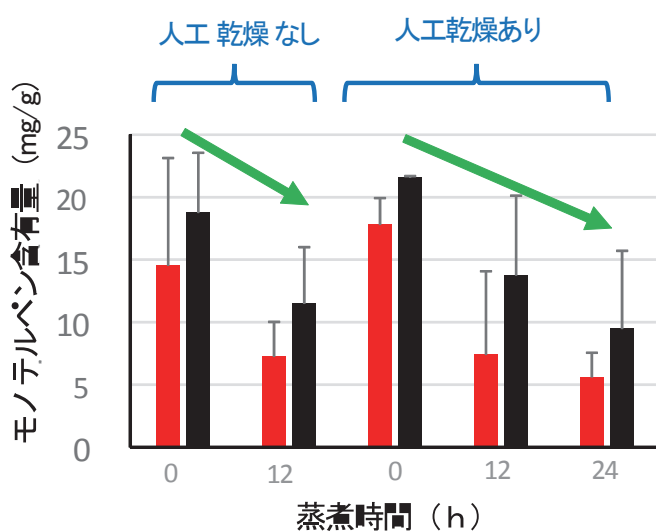


図2 蒸煮・乾燥によるカラマツ材表面付近のモノテルペン含有量の変化
表面からの距離 赤色：0～3 mm、黒色：6～9 mm

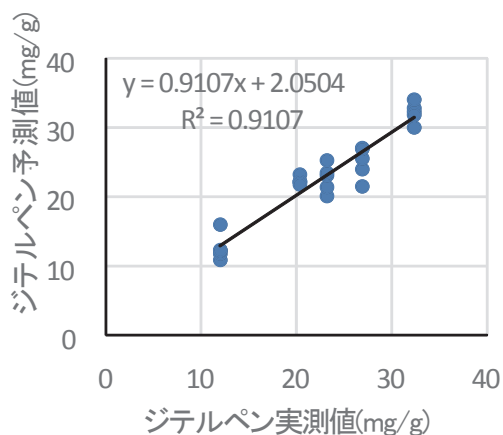


図4 化学分析によるジテルペン実測値とFT-IRを用いた拡散反射法による回帰予測値の関係
ジテルペンは主要な3種類の合計量

[問い合わせ先：北海道立総合研究機構 林産試験場 利用部 微生物グループ Tel 0166-75-4233]

製材工場における製材品の強度選別技術

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 上野 文明

研究の背景・ねらい

公共建築物に使われる構造用木材については、設計上の強度等級（JAS 機械等級区分）を満たす製材品を製材工場から供給する必要があります。しかし原料となる丸太の強度にはバラツキがあり、製品となった後に実際に測定してみなければ、必要な強度等級があるかどうか分かりません。このため製材工場では、製品検査の段階になってから強度不足による不合格品が出るリスクがあり、それは製品のロスとなってしまいます。そこで、強度の指標となる動的ヤング係数が丸太と製材後の製品の間で正の相関があるという既知の知見を利用して、丸太や粗挽き製材等の製造の途中段階で動的ヤング係数を測定し、必要な強度等級を持つ製材品を選別していく方法（以下、強度選別）を、公共建築物に対応する実際の製材現場で検討しました。

成 果

強度選別の検討は、青森県八戸市の西白山台小学校校舎建設工事用の木材で行い、地元森林組合の製材工場が青森県産のスギとアカマツの製材品を製造・供給しました。製材工場が供給した全製材品のうち、材長が 5.0 ～ 7.5m、断面が 105 × 180mm、強度等級 E90 のスギ材について強度選別を行った結果、以下の結果が得られました。

1. 強度選別の方法

強度選別は、製造工程の中で原木丸太での選別と製材後工程（生材および乾燥材）での選別に分けて行いました。丸太での選別は、携帯型の簡易強度試験機（エーティーエー社製 簡易型原木強度検査器 HG-2020）を用いて動的ヤング係数を測定しました。丸太での測定値にバラツキは大きかったのですが、強度の高いものを大まかに選別することができました。製材後工程の選別では、縦振動法（部材の端部木口をハンマーで材軸方向に打撃し、その時の音を FFT アナライザに取り込んで固有振動数を測定し動的ヤング係数を算出する方法）で測定しました。生材と仕上がり材では、測定された動的ヤング係数の結果の相関が高かったことから、生材段階で測定・選別することにより、精度の高い選別が見込める結果となりました。また、乾燥材段階で測定しても生材段階と同様の精度で選別が可能と考えられました。

このように丸太段階の選別と製材後工程の選別を組み合わせることにより、目標とする強度等級の製品を効率的生産することが可能になると考えられます。

2. 強度選別の効果

強度選別を行うことにより、製品出荷段階での不合格品の発生を減らし、製造工程の途中で目標とする強度等級に満たないものを効率的に除くことが出来ます。もちろん、強度選別のしきい値によって製品歩留まり（製品となるものの割合）は変わることになります。今回の結果では、スギは生材段階で約 30%が製造工程から除外されましたが、それらは別の製品の材料に振り向けることができました。また、強度選別を徹底するようになれば、目標とする強度等級を持つ製材品がどのくらい得られるのか、見通しを立てながら製品の製造を効率的に進めることができるようになります。

成果の活用

強度選別を検討した製材現場では、目標とする強度等級を持つ製材品を効率的に供給することができました。今後は、選別の目安となるデータの蓄積や管理などを通して実用性を高めるとともに、測定方法などを現場で使いやすい形にまとめ、手引き書を作成して普及を図る予定です。

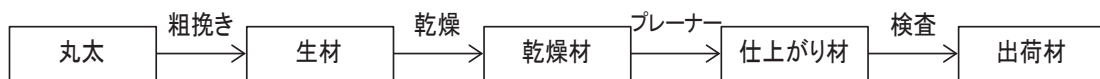


図1 製造工程

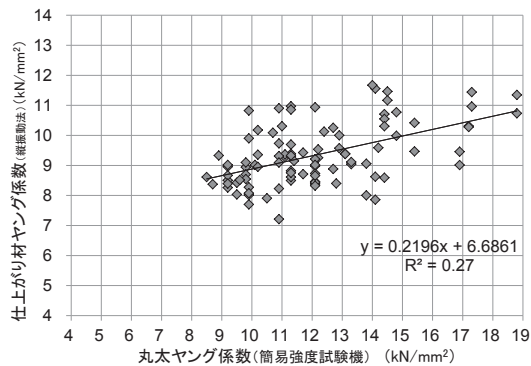


図2 丸太と仕上がり材の相関
強度選別を行った97本のデータ

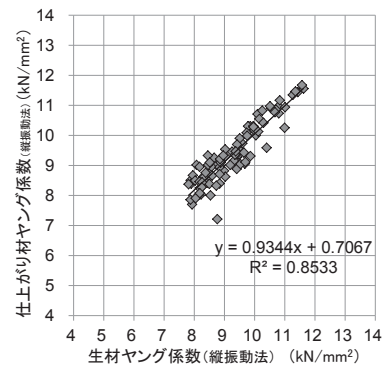


図3 生材と仕上がり材の相関
強度選別を行った97本のデータ

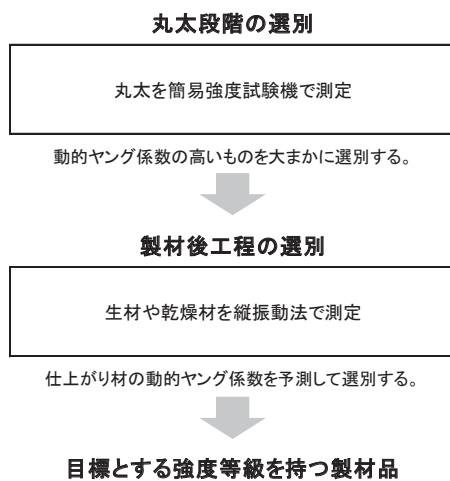


図4 強度選別の方法



写真1 簡易強度試験機による測定
アカマツ原木丸太の測定状況



写真2 縦振動法による測定

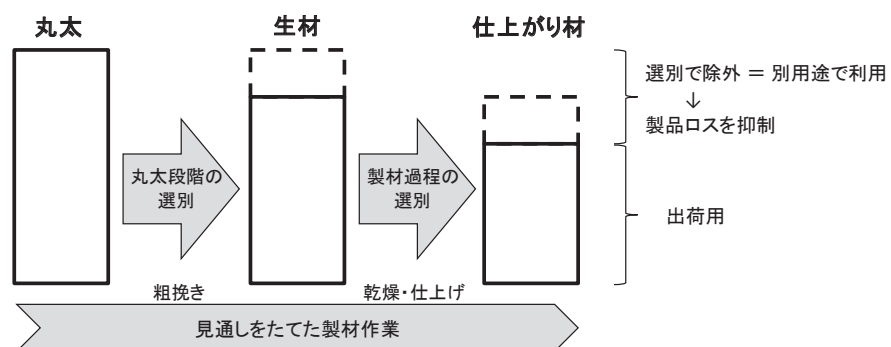


図5 強度選別の効果

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

県産広葉樹の製品化に向けた木材加工技術の開発

ー木材の乾燥ー

宮城県林業技術総合センター 地域支援部 皆川 豊

研究の背景・ねらい

広葉樹の中でもナラ類は、宮城県でも資源量が充実しつつあります。一方、ナラ枯れ被害のまん延、放射性物質の影響によりシイタケ原木としての利用ができず、製紙用チップや燃料が主たる用途になっています。今後は、付加価値の高い家具用材あるいは建築用材等への用途拡大が必要と考えられますが、そのためには県産ナラ類の適切な技術の普及が必要です。そこで本研究では、コナラの乾燥試験を実施しました。

成 果

1. 天然乾燥試験

製材した耳付きの板材 17 枚、角材 6 本（試験体寸法は、板材は 35mm 厚と 25mm 厚、角材は 65mm 角と 75mm 角、長さは 2 m または 1 m）を南向き（日なた）と北向き（日陰）に分けて立てかけ（写真 1）、平成 27 年 1 月から開始し、2 か月後、10 か月後、15 か月後に木材水分計（ケツト科学研究所製、HM-520）による含水率測定および重量の測定を行いました。

製材後の板材の含水率は、平均で 50.9%（最大 67%）でしたが、2 か月後には 21.0%、10 か月後には 11.9%、15 か月後には 11.0% となり、また角材の含水率は、平均で 50.6%（最大 64%）でしたが、2 か月後には 21.8%、10 か月後には 12.1%、15 か月後には 11.1% となりました（図 1）。すべての試験材の重量の合計は、15 か月の天然乾燥によって約 25.5% 減少しました。

日当たりの良い南向きに立てかけた場合は、板材・角材とも、15 か月後には、含水率が概ね 10% 以下にまで下がりました（図 2）。

2. 人工乾燥試験

文献等を参考に乾燥スケジュール（表 1）を作成し、2 か月天然乾燥を行った厚さ 36mm×幅 51～203mm×長さ 2,040～2,330mm、102 枚の試験材（耳付き）を調達し、当センターの蒸気式乾燥機で人工乾燥試験を行った（写真 2）ところ、乾燥中の含水率経過を確認するため準備したテストピースで、初期含水率 28.4% から終了時含水率は 7.9% となり、乾燥時間は 168 時間で十分に乾燥した部材に仕上がることを確認しました（図 3）。

以上のことから、コナラの板類やひき割類等は、含水率が低下する天然乾燥 2 か月後以降に人工乾燥を行うことにより、天然乾燥主流の従来の乾燥期間の短縮及び、人工乾燥コスト削減の可能性が示唆されました。

成果の活用

これまで本県では、広葉樹材の乾燥技術の普及は十分なされておらず、新たな用途や利用拡大に向けた技術開発は低位な状況にあったことから、家具製造企業等へ情報提供を行いながら更なる課題の把握、現場での普及を図っていきます。



写真1 試験の様子 (左：南向き, 右：北向き)

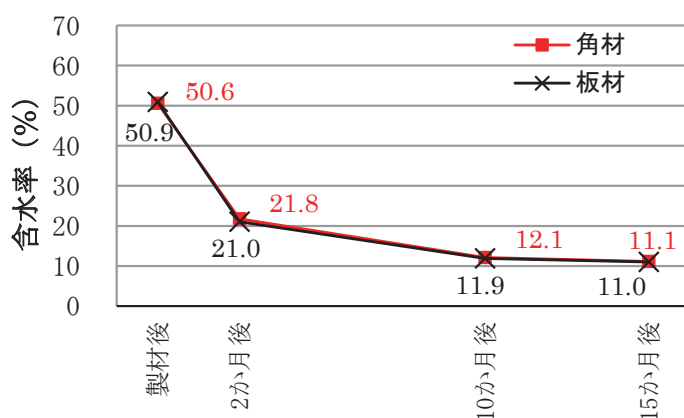


図1 天然乾燥の含水率推移 (平均)

表1 作成した乾燥スケジュール

含水率 (%)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	温度差 (°C)	処理時間 (h)
生～40	55	51	4	24
40～35	55	48	7	24
35～30	60	50	10	24
30～25	65	50	15	24
25～20	70	50	20	24
20～15	75	50	25	24
15以下	80	50	30	48
イコーライジング	80	70	10	24
コンディショニング	80	75	5	24

10日間

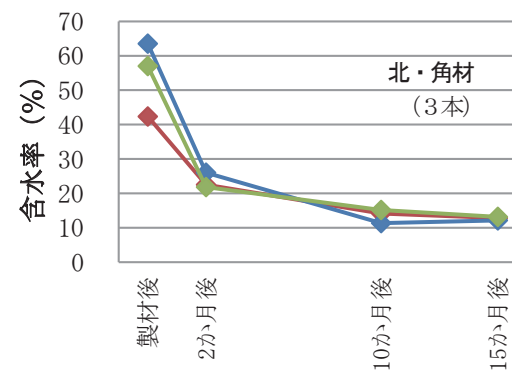
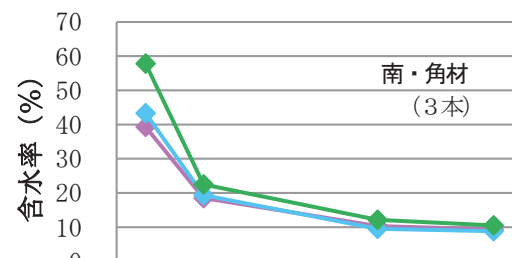
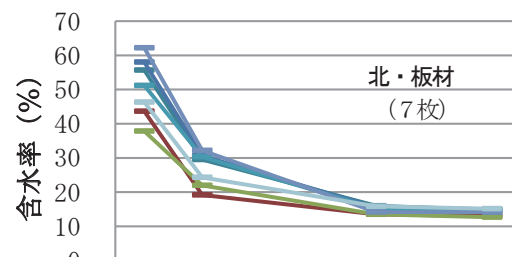
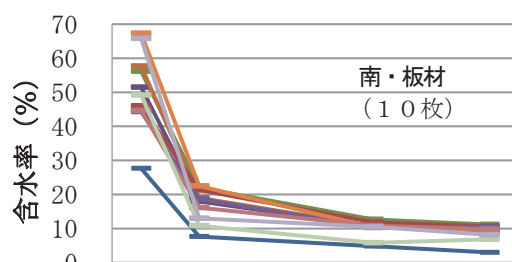


図2 天然乾燥の含水率推移 (各検体別)



写真2 人工乾燥試験の状況

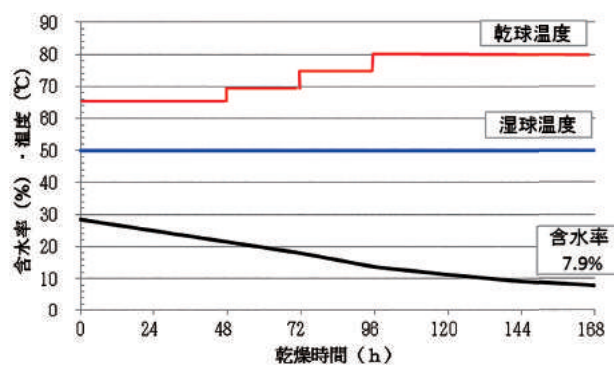


図3 実施した乾燥スケジュールと得られた含水率の経過

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

県産木材の放射性物質汚染の実態把握と対策

福島県林業研究センター 林産資源部 小川 秀樹

研究の背景・ねらい

東京電力福島第一原子力発電所事故を原因として環境中に放出された放射性セシウム (^{137}Cs 、 ^{134}Cs) のうち ^{137}Cs は半減期が約 30 年であり、森林内に長期間存在することとなります。樹皮や葉の表面の汚染に比べれば、木材として利用される材部の汚染は低く、現在のところ木材に関する利用上の規制はありません。しかし、今後とも木材を安心して長期的に利用するためには、その汚染状況の把握が必要です。特に材部の ^{137}Cs 濃度の年次的な推移を知ることで、森林からの木材生産について長期的な視点で検討することができます。

成 果

本研究では立っている状態の木から成長錐を用いて材をサンプリングする方法を試みました(図1)。本手法により同一の調査木(標準木)の ^{137}Cs 濃度を毎年調査することが可能となり、 ^{137}Cs 濃度の推移を正確に把握することができました。

県内4つの調査地(A、B、C、D)にスギ標準木(各3~6本)を設定しました。年1~2回、成長錐を利用して地上高約1m位置で髓心から形成層までの円柱形の材サンプルを用いて採取し、採取したサンプルを辺材と心材別に切断しました。さらに各サンプルを粉碎し、全乾後にゲルマニウム半導体検出器で ^{137}Cs 濃度を測定しました。

調査地の一つであるA調査地の結果を図2に示します。その結果、すべての標準木の辺材の ^{137}Cs 濃度は2014年から2016年に減少する傾向があり、その一方で、心材の ^{137}Cs 濃度の推移は標準木によって傾向が異なっていました。他の3つの調査地でもほぼ同様の傾向でした。また2016年にはほとんどの標準木で心材 ^{137}Cs 濃度は辺材より高くなっていました。

以上の結果から、事故当初に樹木の葉や樹皮の表面から樹体内に移行した ^{137}Cs が、辺材から心材へと年々移動し、スギの心材には ^{137}Cs が蓄積されていると推察されました(図3)。なお、別途行っている調査から、コナラやヒノキでは心材の ^{137}Cs 濃度が辺材より低い傾向にあったことから、樹種により材内の ^{137}Cs 分布は異なると考えられます。

成果の活用

福島県林業研究センター研究報告や業務報告等により研究成果の周知を進めています。スギ材部 ^{137}Cs 濃度の推移等のデータは、森林の利用方法を検討する際の参考となると考えられます。また、今後ともデータを蓄積するとともに、逐次周知する予定です。

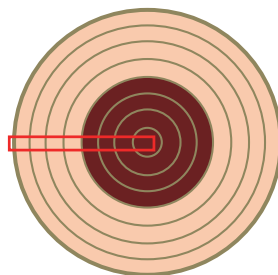


図1 成長錐を用いたスギ立木からの材の採取状況（左）と材サンプル（右下）

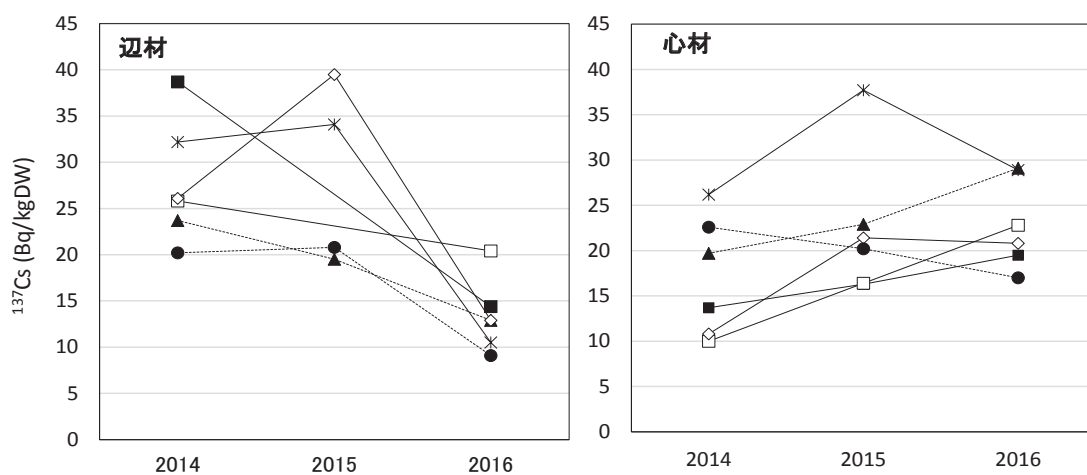


図2 スギ標準木（6本）の ^{137}Cs 濃度の推移
各記号は標準木の違いを示す。

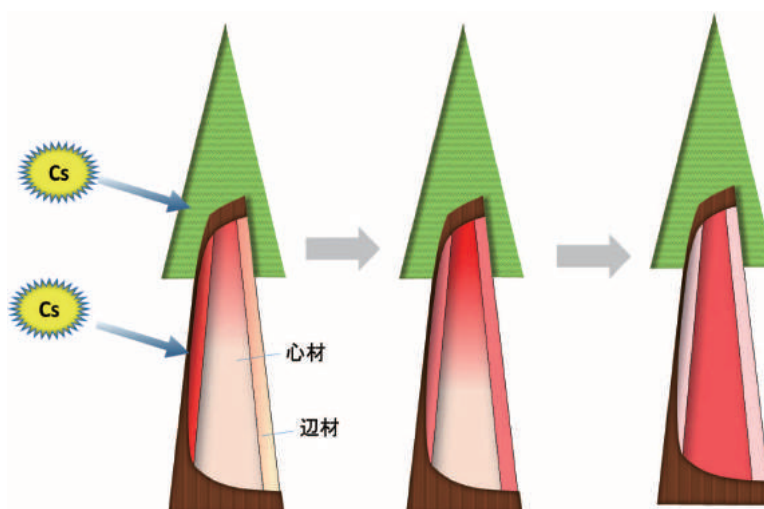


図3 スギ樹体内における放射性Csの移動（イメージ図）

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

設置後6年が経過したぐんま型木製ガードレールの状況

群馬県林業試験場 町田 初男

研究の背景・ねらい

平成20～22年にかけて、ガードレール用スギ丸棒（横梁レール材兼用、上ビーム用材：直径180mm、下ビーム用材：直径160mm）と、既存C種鋼製ガードレールの支柱を使用したぐんま型木製ガードレールの開発を行いました（写真1）。

ぐんま型木製ガードレールの特徴は、ビーム用材の製造において木材を十分に乾燥させた後、乾燥に伴って発生した割れを利用して保存薬剤をしっかりと注入させることです。これは、使用開始後に乾燥割れが発生して薬剤注入していない箇所があらわにならないように、予め乾燥した際に割れた部分の周辺及び丸棒断面の中心部まで保存薬剤が浸潤させることを目的としています。また、車両衝突試験の結果から、下ビームが健全な状態に保たれることが重要であることが判っています。

設置後6年を経たぐんま型木製ガードレールの点検調査を通じて、これら乾燥割れを起点とした腐朽等劣化の抑制と、下ビームを重視した耐久設計の2点について効果を検証しました。

成 果

1. 2年目と5年目の部位別の最大割れ出現率を見ると、上下ビームともにビーム上面で多く発生していました。ビーム側面に注目してみると、下ビームでは上ビームよりも多く最大割れが発生していました（図1、図2）。また、上ビームでは上面に集中していた一方で、下ビームでは側面での発生が多くなっていました。その傾向は、2年目よりも5年目の方が強く出ていました。
2. 上下ビームの最大割れ幅の経年変化から、上ビームは年々割れ幅が大きくなる傾向が認められました。下ビームは3年目以降大きな変化は認められませんでした（図3、4）。上ビームは下ビームに比べ日射や雨が当たりやすく、表面付近で乾燥と湿潤が繰り返されることによって、割れ幅が大きくなると考えられます。
3. 生物劣化は、6年経過の時点で上下ビーム約2,000本中4本で被害度1～2の腐朽が発生していました。これらは、上ビームの上部の狭く浅い割れから劣化していました（写真2）。大きな深い割れが原因となる生物劣化は、現時点では確認されていません。製造時における割れ発生後の薬剤注入の効果で、割れ周辺に保存剤が良く浸潤して、生物劣化の発生が抑制されていると推察できます。

成果の活用

得られた成果は、第12回木材利用研究発表会（2013）、第63回日本木材学会大会（2013）、日本木材保存協会第32回年次大会（2016）等で発表を行うとともに、当場の研究報告に掲載しました。また、行政担当者も多く参加する農林水産業関係機関成果発表会で周知するとともに、製造業者に結果の概要を説明することや、維持管理マニュアルの作成などを通じて、現場のメンテナンスや商品の紹介に役立ててもらおうなどの取組を行っています。



写真1 ぐんま型木製ガードレール



写真2 生物劣化の様子

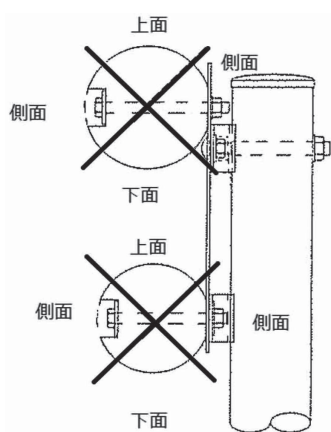


図1 部位区分

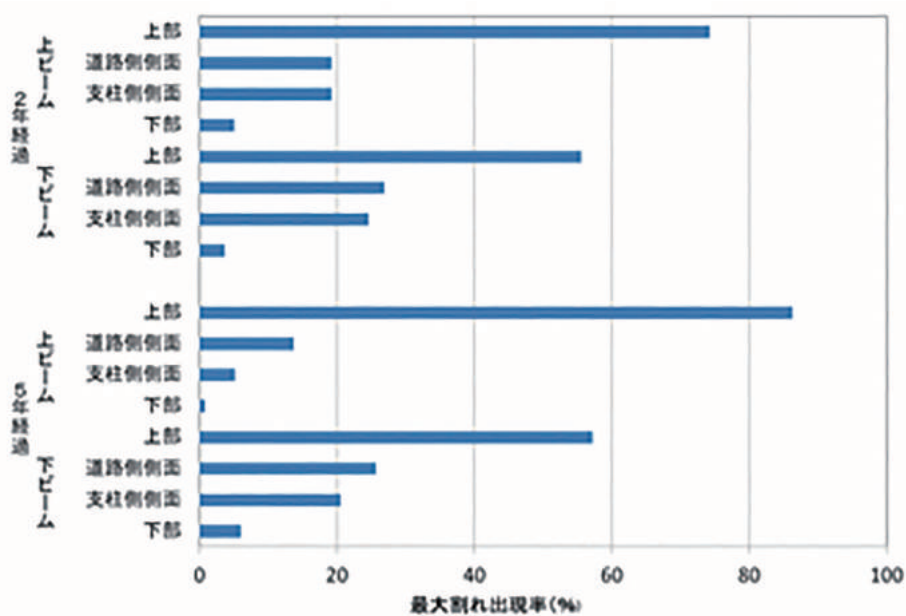


図2 部位別最大割れ出現率

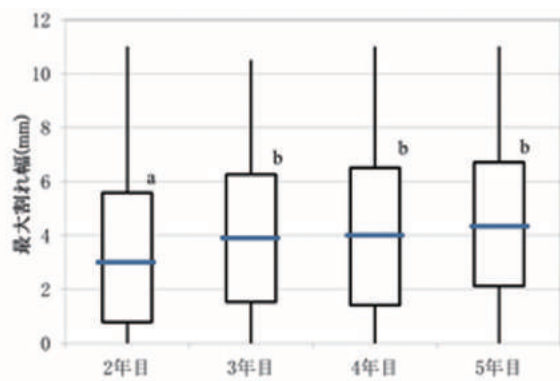


図3 最大割れ幅の経年変化 (上ビーム)
a,b,c,d それぞれに相互間で1%水準の有意差あり

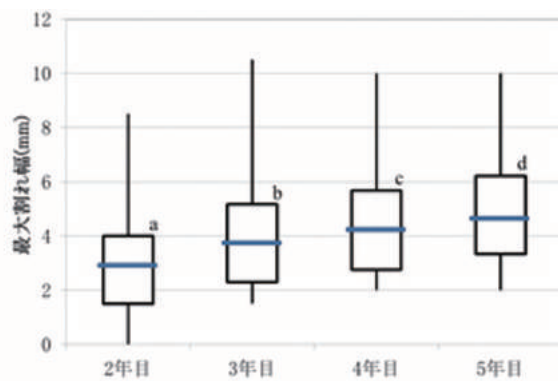


図4 最大割れ幅の経年変化 (下ビーム)
a-b 間で5%水準の有意差あり

新潟県産スギツーバイフォー材の強度特性

新潟県森林研究所 きのこ・特産課 岩崎 昌一・小柳 正彦¹
(¹: 現新潟県農林水産部林政課)

研究の背景・ねらい

ツーバイフォー材は主に枠組壁工法で使用される製材品で、日本農林規格では「枠組壁工法構造用製材」と呼ばれます。平成 28 年に新潟県内で着工した木造住宅のうち枠組壁工法で建てられた住宅は約 18% を占め、近年増加傾向にあります。この工法の住宅では主に北米から輸入された木材が使用されてきましたが、平成 27 年の「枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材の日本農林規格」の改正や、平成 12 年建設省告示第 1452 号の改正によって国産材の基準強度が設定されたことで、国産材も使用しやすくなってきました。そこで、新潟県産スギ丸太 60 本（長さ 3m、末口径 12 ～ 28cm）から製材したツーバイフォー材（断面寸法 38mm × 89mm）について強度特性を調査しました。

成 果

枠組壁工法における壁のたて枠はもちろん、高い曲げ性能を必要する部分にも使用いただくために、3m のツーバイフォー材を甲種枠組材として目視等級区分してみました。その結果、特級と 1 級がともに約 3 割を占め、他の等級よりも多かったことから、これらの等級に相当するものを取り出して、曲げ、縦引張り、および縦圧縮の各試験を行い、強度性能と特性を確認しました。

曲げ試験と縦圧縮試験は、試験体の長さをそれぞれ 2,336mm と 228mm とし、(公財) 日本住宅・木材技術センター発行の『構造用木材の強度試験マニュアル』(2013 年 8 月 1 日改正) に準じて行いました。なお、曲げ試験の加力は広い面を縦にして狭い面に加力するエッジワイズ方向としました。また、縦引張り試験は試験体の長さを 2,000mm とし、チャック間距離を 800mm にして行いました。

強度試験の結果から以下のことがわかりました。

- (1) 曲げ強度：特級では告示※ 1 の基準強度に満たないものが 31 本中 2 本ありましたが、5% 下限値^{※2} は基準強度と同じでした。1 級でも基準強度に満たないものが 31 本中 2 本あり、5% 下限値^{※2} が基準強度よりも低くなりました。甲種枠組材を生産する際には曲げ強度の確認が重要です。
- (2) 縦引張り強度：特級、1 級ともに、すべての試験体が基準強度を上回りました。
- (3) 縦圧縮強度：特級、1 級ともに、すべての試験体が基準強度を上回りました。

※ 1 平成 12 年建設省告示第 1452 号（最終改正平成 27 年国土交通省告示第 910 号）

※ 2 パラメトリック法による信頼水準 75% の 5% 下限値で、正規分布、対数正規分布およびワイブル分布のうち適合度の最も高い分布（特級では正規分布、1 級では対数正規分布）を仮定して算出

成果の活用

研究の成果は新潟県森林研究所の研究成果発表会やホームページで公表するとともに、製材業者に直接情報提供しています。その結果、新潟県内にも枠組壁工法構造用製材日本農林規格の認定を取得する製材業者が現れ、スギツーバイフォー材の生産が始まっています。

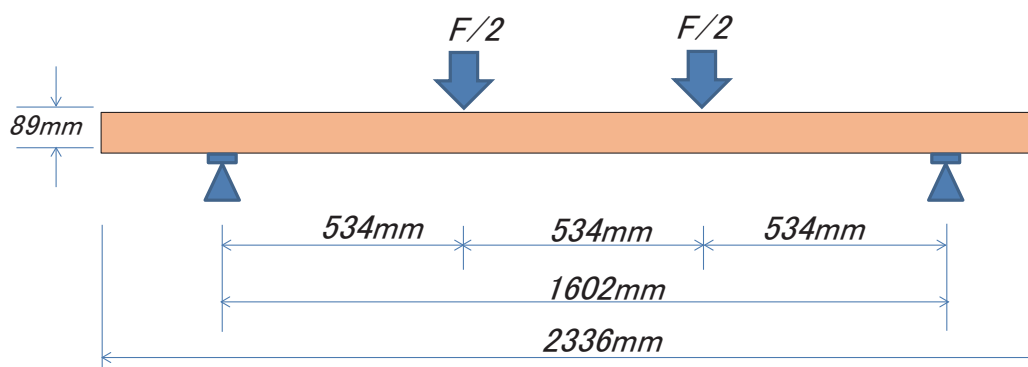


図1 曲げ試験



写真1 縦引張り試験
(福島県林業研究センターにて実施)



写真2 縦圧縮試験

表1 桝組壁工法構造用製材（甲種桝組材）の強度試験結果

(N/mm²)

強度区分	試験体区分 ^{注1}	試験体数 ^{注2}	平均値	標準偏差	最小値	5%下限値 ^{注3}	基準強度 ^{注4}	判定
曲げ	特級	31	44.1	9.6	26.2	28.4	≥ 28.4	○
	1級	31	37.7	10.4	16.1	18.3	< 20.4	×
縦引張り	特級	29	35.2	9.5	20.1		> 16.0	○
	1級	28	29.0	5.6	20.4		> 12.2	○
縦圧縮	特級	31	27.0	4.7	20.3		> 15.7	○
	1級	33	27.0	2.9	20.9		> 15.7	○

注1 「桝組壁工法構造用製材及び桝組壁工法構造用たて継ぎ材の日本農林規格」により、試験体の全長を対象として等級区分した。

注2 試験体数は40以上とされているが、含水率が19%を超えるものや、縦引張り試験でチャック切れしたものを除いたため40に満たなかった。

注3 最小値が基準強度に満たない場合には5%下限値※2を求めて評価した。

注4 平成12年建設省告示第1452号（最終改正平成27年国土交通省告示第910号）による。

[問い合わせ先：新潟県森林研究所 きのこ・特産課 Tel 0254-72-1173]

カラマツ心去り材と心持ち材の材質比較

長野県林業総合センター 木材部 吉田 孝久

研究の背景・ねらい

長野県のカラマツ人工林は高齢級となり大径化が進み、一層の利用拡大が切望されています。高齢・大径化したカラマツは、15～20年輪以上の成熟材の割合が大きくなり、材質の優れた材が安定的に得られると言われています。このため、高齢・大径化したカラマツから製材される心去り材には成熟材が多く含まれるので、その利用に大きな期待が持てます。

そこで齢級の高いカラマツから製材した心去り正角材の材質をこれまでよく用いられてきた心持ち正角材と比較し、検討しました。

成 果

55年生のカラマツから心去り正角材を14本、二番玉中径材から平均年輪幅4mm以上の心持ち正角材を6本、これらと同一林分から伐採した比較的齢級の高い中径材から平均年輪幅4mm未満の心持ち正角材を6本製材し、それぞれ心去り材、心持ち材（年輪疎）、心持ち材（年輪密）としました（図1）。

まず、高温セット処理を用いた蒸気式乾燥法による乾燥試験を約10日間行い、乾燥によって発生した材面割れとねじれを調べました（写真1）。その後、試験材の断面寸法を120×120mmに調整し、実大の曲げ強度試験を実施しました。また、強度試験を終了した材の非破壊部において、含水率、平均年輪幅、全乾密度を調査しました。

1. 材質特性（図2）

心去り材の平均年輪幅は、1個体を除き4mm未満でした。全乾密度の平均は心去り材で $0.466\text{g}/\text{cm}^3$ 、平均年輪幅4mm未満の心持ち材（年輪密）では $0.442\text{g}/\text{cm}^3$ とほぼ同じでした。一方、平均年輪幅4mm以上の心持ち材（年輪疎）の全乾密度は小さく、 $0.409\text{g}/\text{cm}^3$ でした。

2. 乾燥特性（図3）

仕上がり含水率の平均は、心去り材が18.7%、心持ち材（年輪密）が15.2%、心持ち材（年輪疎）が12.2%であり、仕上がり含水率の違いは初期含水率の違いによると考えられました。乾燥終了後の材面割れは、心去り材では14本中2本でした。一方、心持ち材では高温セット処理が有効に働いたため、割れ幅が1mm程度と細く、あまり目立たないものでしたが12本すべてに発生し、心去り材の方が材面割れの発生は少ない結果となりました。また、心去り材のねじれは心持ち材に比べて非常に少ない結果となりました。

3. 曲げ強度性能（図4）

カラマツ無等級材の基準強度 $26.7\text{N}/\text{mm}^2$ を下回る材は無く、曲げ強度の平均は、心去り材が $54.8\text{N}/\text{mm}^2$ （木裏荷重）、心持ち材（年輪疎）が $40.1\text{N}/\text{mm}^2$ 、心持ち材（年輪密）が $44.1\text{N}/\text{mm}^2$ でした。成熟材の割合が大きい心去り材は心持ち材よりも高い強度を示しました。

成果の活用

近年市場に出てくるカラマツは齢級が高く（写真2）今回の試験結果以上に高い強度が期待できるため、今後もデータを積み重ねて正角材や梁桁材など、カラマツ心去り材の利用を提唱して行きます。

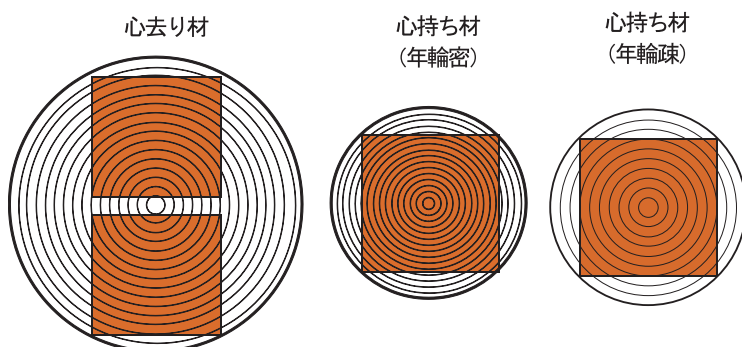


図1 試験材の木取り (製材寸法: 145 × 145 × 3,000mm)



写真1 乾燥機積みの様子
赤: 心持ち材

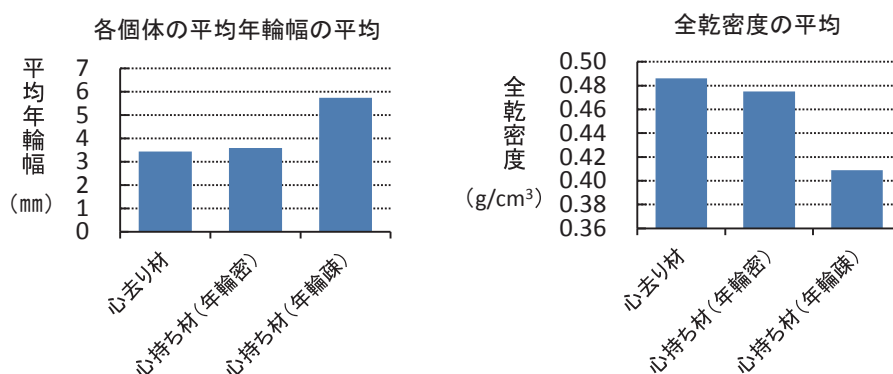


図2 基本的材質

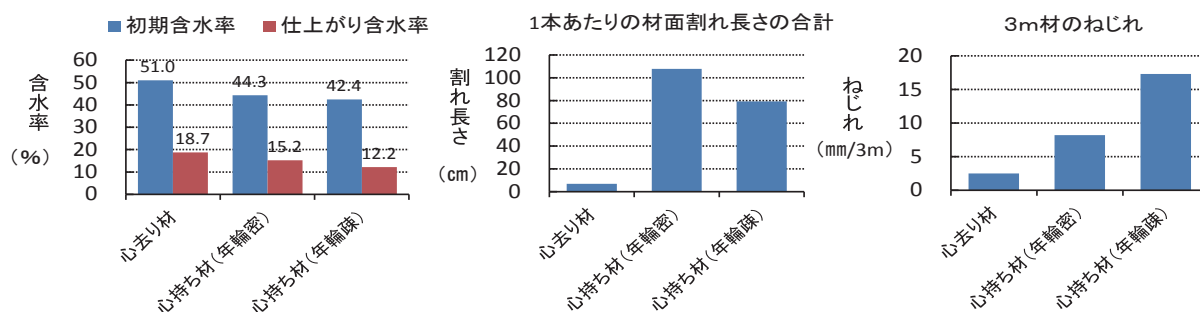


図3 乾燥後の形質

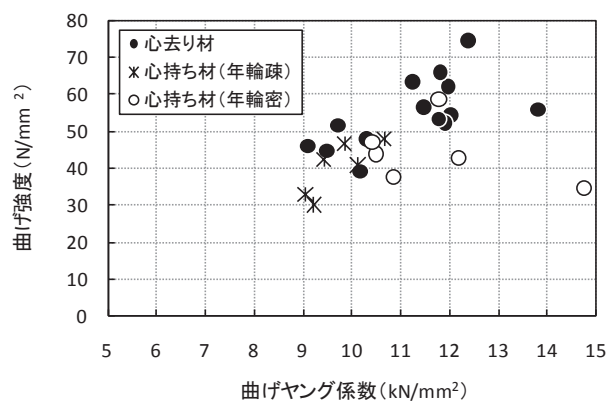


図4 曲げ強度試験の結果



写真2 カラマツ高齢大径材

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

根元材の特性を活かした小物家具製品の開発

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター 木材林産科 星川 健史・渡井 純

研究の背景・ねらい

静岡県は古くからの家具産地で、現在も出荷額 326 億円（平成 26 年静岡県工業統計）の重要な産業ですが、使用される木材のほとんどは外国産材です。その理由は、国産材では家具材に求められる品質（無節など）を満たす材料が入手困難とされてきたからです。一方、山には曲がりが大きく建築材には不向きな、樹木の根元部分の丸太（以下、根元材）が未利用のまま放置されていました。根元材には節が少ないという利点があり、家具のように短尺で利用すれば曲がりなどの弱点を回避して有効に利用できるのではないかと考えました。そこで、根元材からひき板を製材し、材料の評価と家具の試作を行って家具材としての利用可能性を検討しました。

成 果

1. 材料の評価

- ・静岡県内の素材生産現場に放置されていたヒノキの根元材を収集し、仕上がり厚さ 30 mm 及び 18 mm となるようひき板に製材し、天然乾燥を施しました（写真 1）。
- ・節の出現個数はかなり少ないことがわかりました。中心から 6 cm 以上離れた板では無節材が 30% 以上とれました。また、現れる節も小さいものがほとんどでした（図 1）。
- ・根元材で懸念された、乾燥後の板の反りも小さいことがわかりました（図 2）。また今回は、天然乾燥のみで家具に求められる含水率 12% 程度まで乾燥でき、家具利用に求められる品質水準をクリアしていました。

2. 家具の試作

- ・ヒノキの根元材を小物家具メーカーに提供し、文具ケース・ペンケース・名刺ケース・書見台の 4 種類を試作したところ、はっきりした木目で非常に高級感のある仕上がりになりました（写真 2）。
- ・メーカー担当者の話では、現在使用している材料のアルダーと比較して加工性・塗装性に優れるとのことでした。また、根元材原板の価格を試算したところ、アルダーと同等の価格（12 万円 / m^3 ）で供給できることがわかりました。

成果の活用

試作を依頼した豊岡クラフト（静岡県浜松市）にて、文具ケース・ペンケース・名刺ケース・書見台の 4 種類の小物家具が製造・販売されました。西武百貨店池袋本店や地元の遠鉄百貨店に出展し、お客様から好評をいただきました（写真 3）。また、本製品の品質や未利用材活用の取り組みが高く評価され、「ふじのくに新商品セレクション 2016」にて金賞を受賞しました。現在、根元材の供給体制の構築に向けて関係者との協議を進めています。



写真1 ヒノキ根元材のひき板

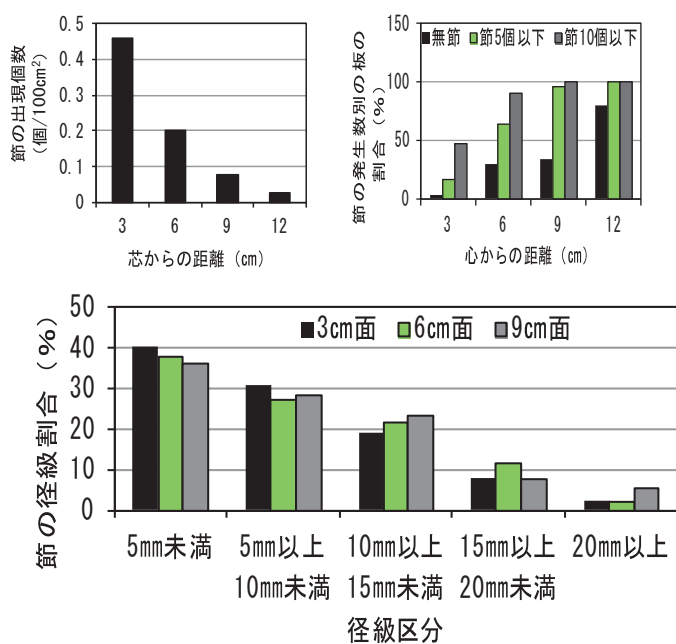


図1 根元材の節

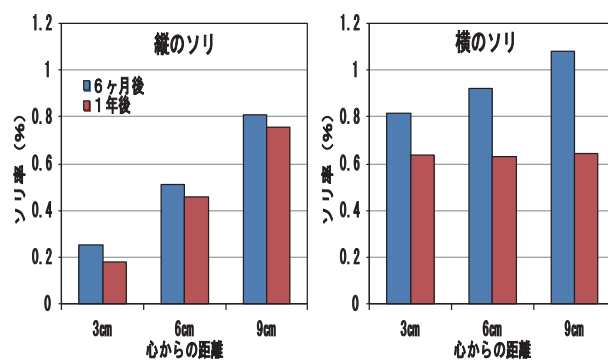


図2 根元材の反り

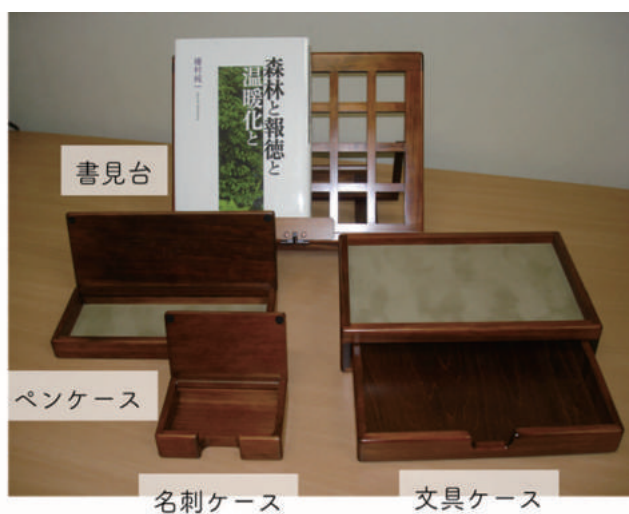


写真2 試作した製品



写真3 西武百貨店池袋本店での販売状況

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

確率分布を用いたスギ製材の含水率管理手法の開発

愛知県森林・林業技術センター 技術開発部 豊嶋 勲

研究の背景・ねらい

愛知県では、県産スギ材の梁桁材への利用促進を図るため、各種性能評価を実施してきました。梁や桁に使用される平角材は、断面が大きく、既存の簡易な含水率計では正確な測定が困難であることから、出荷される製材品に乾燥が不十分なものが混入するおそれがあります。未乾燥材を容易に判定することができれば、製材品の品質管理において信頼性を向上させることができます。そこで、スギ平角材の天然乾燥過程における応力波伝播速度と含水率の関係データベースを構築し、確率分布を利用したスギ平角材含水率の管理手法を開発しました。

成 果

1. スギ製材の応力波伝播速度と含水率の関係データベースの構築

愛知県の人工林から生産された約 60 年生のスギ丸太 89 本から、寸法 $132 \times 253 \times 4,000\text{mm}$ の芯持ち平角材(含水率: $74.3 \pm 19.4\%$, 全乾密度: $332 \pm 28\text{kg/m}^3$)を製材して供試材としました。夏期から秋期にかけて約半年間、当センターの屋外において天然乾燥させ、その間に複数回の応力波伝播速度と各木材の重量測定を行い、乾燥過程における応力波伝播速度と含水率の関係について 617 のデータを収集しました。

2. 含水率の確率分布を用いた製材の含水率管理

得られた応力波伝播速度と含水率の関係から一次線形回帰直線を算出しました。この回帰直線に応力波伝播速度の測定値 V_t を代入することで算出される含水率評価値を MC_{tave} とすると、この値から外れる含水率評価値は MC_{tave} に回帰残差 (RR) を加えて得られることになります。ここで、RR は正規分布 (MC_{tave}, SD^2) に従うものと仮定して、モンテカルロシミュレーション法を用いて 1 つの V_t に対して 5,000 個の含水率シミュレーション値 MC_{ei} を算出し、そのうちの低い方の値から全体の 10% に相当する値 MC_{e500} から 10th パーセンタイル毎に 90th パーセンタイル値である MC_{e4500} まで含水率評価値を算出しました。こうして 617 の応力波伝播速度 V_t から算出した含水率評価値と、実測した含水率とを比較した結果、シミュレーションから算出された 10th パーセンタイル値を評価値として採用した場合、評価値の多くは実測値より低くなり、推測より乾燥が遅れていることを表す結果となりました。

一方、90th パーセンタイル値を評価値として採用した場合は、評価値の多くは実測値を上回り、推測よりも乾燥が進んでいることを表す結果となりました。ここで 10th パーセンタイルごとに評価値が実際より小さく評価 (過小評価) された割合を整理してみると、評価値として採用するパーセンタイルが大きいほど、推測される含水率よりも実測値が高い割合 (推測ほど乾燥できていない割合) が減少することがわかりました。この関係を利用すると、含水率を測定することなしに応力波伝播速度を測定して、任意のパーセンタイル値の評価値を品質管理者が採用することで含水率を管理することができ、出荷する製材品の乾燥品質に対する信頼性の向上が図られると考えられます。また、この新しい方法と、一つ一つの製品の重量を測る従来からの方法と比べてみると、労力が少ないにも拘らず精度が高い評価が出来ることがわかりました。

成果の活用

愛知県産スギについてまとめたこの成果は Forest Products Journal 66 (2016) に掲載された他、一部を第 68 回日本木材学会で発表しました。今後は、愛知県内の建築士、製材事業者等で構成される団体等のシンポジウムで普及を図る予定です。他地域のスギ材等についても、製材後の応力波伝播速度と含水率の関係データベースを作成することで、適用できる技術であると考えます。

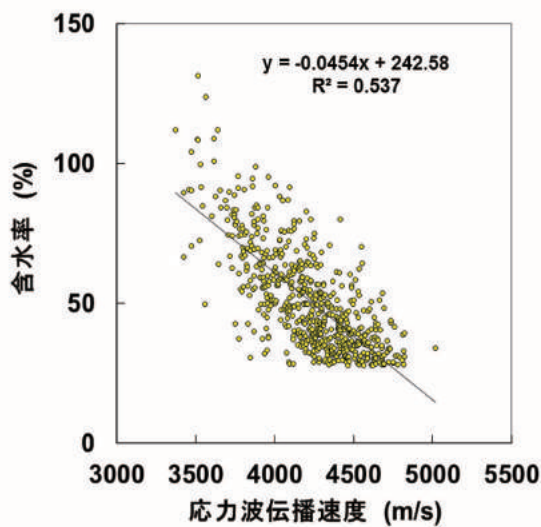


図1 平角材の応力波伝播速度と含水率の関係

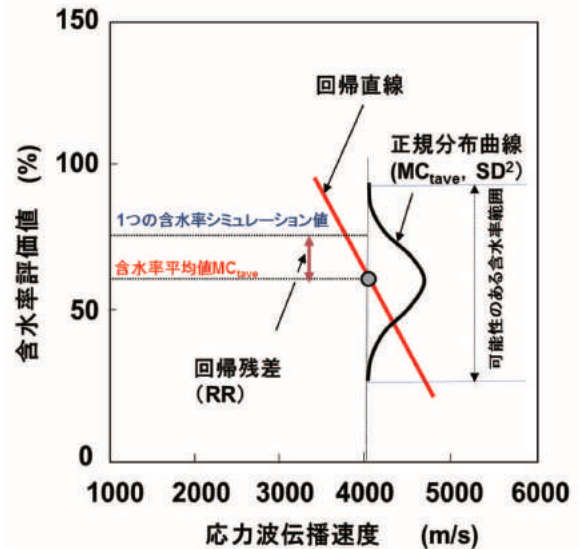


図2 確率分布を用いた含水率評価の模式図

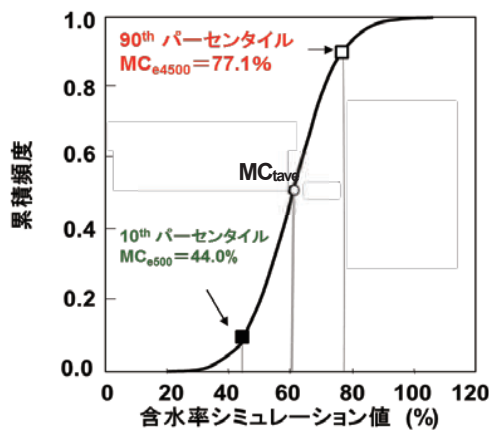


図3 応力波伝播速度に対する5,000個の含水率評価値の累積頻度分布一例

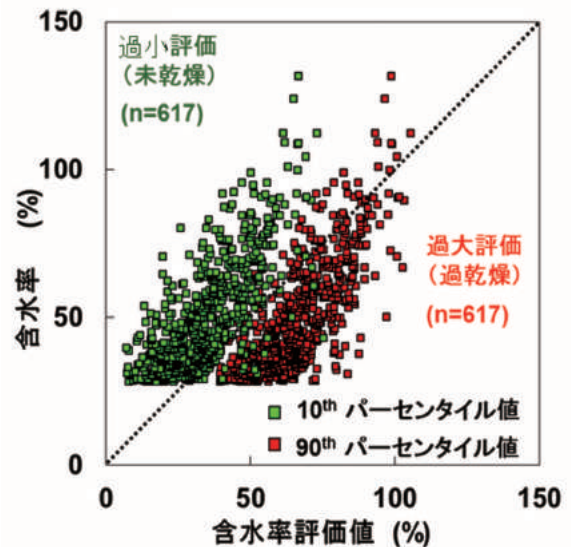


図4 含水率評価値と実測含水率の関係

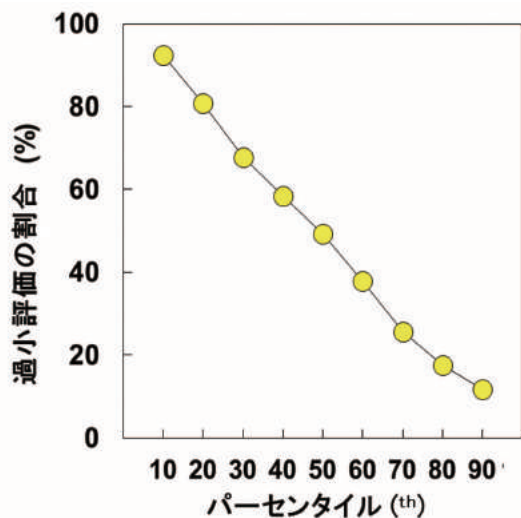


図5 含水率の過小評価の割合 ($n/617 \times 100$)
n: [含水率評価値実 < 含水率実測値] の数

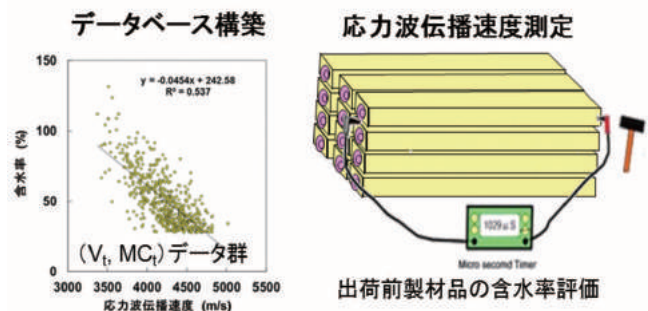


図6 地域産材データベース構築による製材の含水率管理

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

奈良県産スギ横架材のスパン表の作成

奈良県森林技術センター 木材利用課 中田 欣作

研究の背景・ねらい

奈良県産スギ材は、年輪幅が狭いため、密度が高く、強度性能が高いことが特徴です。スギ平角材の曲げヤング係数を機械等級ごとの出現率でみると、図1に示すように全国ではE70が最も多いのに対して、奈良県産材ではE90が最も多くなりますが、これに対応するスパン表がありません。そこで、奈良県産スギ丸太から製造した平角材の曲げ試験を行って材料強度を決定し、その材料強度を基にして奈良県産スギ横架材のスパン表を作成しました。

スパン表とは、横架材の種類、スパン、受梁長さおよび梁幅を選択することで、その材に必要とされる梁せいを読み取れるようにしたものです。

成 果

曲げ試験は、図2に示すように幅105mm、厚さ210mm、長さ4,000mmの奈良県産スギ平角材200本を用いて行いました。その結果、曲げ強さは曲げヤング係数と強い相関が認められました。曲げヤング係数により等級区分しますと、E70、E90、E110およびE130等級の試験体はそれぞれ46、94、57および3本となりました。E70、E90およびE110等級の曲げ強さの5%下限値はそれぞれ31.6、37.5および46.3N/mm²となり、平成12年5月31日建設省告示第1452号で示される基準強度よりやや高くなりました。この5%下限値を奈良県産スギ横架材の材料強度としました。

スパン表は、2階建て以下、延べ床面積500m²以下、高さ13m以下、軒の高さ9m以下のいわゆる4号建築物の木造軸組工法住宅を対象としました。適用範囲は、表1に示す通りとしました。横架材は、図3に示すように床梁、小屋梁、母屋・棟木およびたるきを対象としました。

まず、横架材に作用する固定荷重、積載荷重および積雪荷重を求めました。次に、これらの荷重が横架材に等分布荷重として作用するものとして、横架材に発生する曲げおよびせん断応力とたわみを求め、横架材に必要な最小の梁せいを決定しました。

このようにして作成したスパン表を図4に示します。等級区分された奈良県産スギ横架材は、これまで通りの無等級材として扱われるのに比べて断面寸法を小さくすることができます。最も強度性能が高いE110等級では、断面寸法が無等級の約2/3になる場合があります。

以上の通常版のスパン表に加えて、直接荷重および2階柱軸力から梁せいを求める直接荷重対応版のスパン表を作成しました。直接荷重対応版は設定した条件を変更あるいは拡大したり、設定していない条件に拡張したりすることができるスパン表となっています。

成果の活用

奈良県森林技術センター研究報告およびセンターだよりで成果を紹介するとともに、木材加工技術協会年次大会で研究発表を行いました。スパン表を多くの木材関係者に利用してもらうために、木材業者、住宅設計者等へスパン表を配布するとともに、研究成果発表会を開催し、一般に広く公表しました。また、ホームページでスパン表をダウンロードできるようにして、広く成果の普及を図っています。

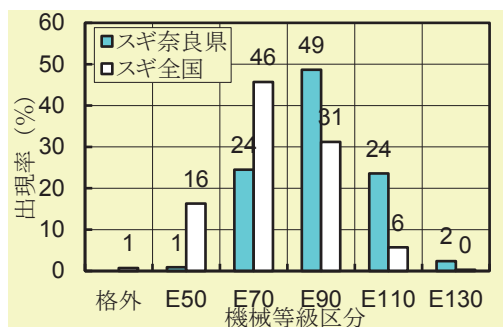


図1 平角材の曲げヤング係数の分布

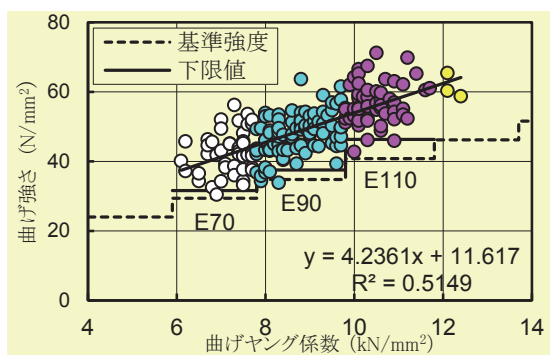


図2 曲げ試験の方法および結果

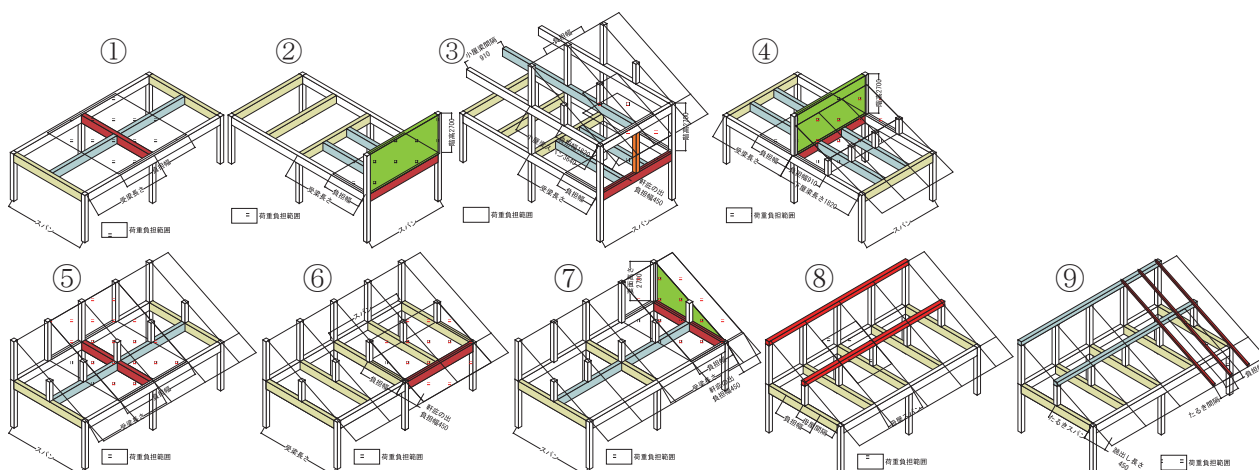


図3 対象とする横架材

床 梁：①内部の一般部、②外周の一般部、③2階柱の載る外周の一般部、④外周の下屋境界部。
小屋梁：⑤内部の一般部、⑥外周の桁面、⑦外周の妻面。⑧母屋・棟木、⑨たるき。

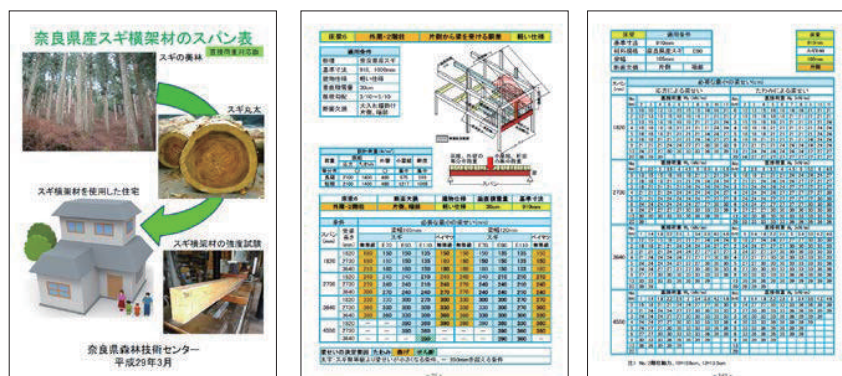


図4 奈良県スギ横架材のスパン表（表紙、通常版および直接荷重対応版）

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

乾燥条件の異なる構造材の強度性能に関する研究

高知県立森林技術センター 資源利用課 盛田 貴雄

研究の背景・ねらい

県内では、各企業によって異なる乾燥条件で構造材が生産されており、大型の木造建築物などでの大量発注の際には、乾燥条件の異なる製品が混在する場合があります。現在、高温セット+中温乾燥（高温セット乾燥）、高温セット+減圧乾燥（高温セット減圧乾燥）、中温乾燥の方法で主に構造材が生産されていますが、乾燥条件の違いは構造材の材質や割れに影響するため、乾燥条件の違いが構造材の強度性能に影響を与えることが考えられます。

本研究では、乾燥条件の違いが構造材の材料強度や接合部性能へ与える影響を調べる目的から、乾燥条件の異なる構造材の曲げ性能試験、接合部性能試験を行いました。

成 果

県内外に構造材を供給している事業者が組織する協同組合ドライウッド土佐会の協力を得て、高温セット乾燥、高温セット減圧乾燥、中温乾燥の3種類の乾燥条件のスギ梁（120mm×240mm×4m）の曲げ性能試験を行いました。乾燥条件によるスギ梁の曲げ性能を比較するため、乾燥条件別の試験体のヤング係数のJAS等級はE70としました。各条件での乾燥温度は、高温セット乾燥、高温セット減圧乾燥とも約120～約90℃で、中温乾燥が約80℃でした。曲げ試験は、支点間距離3,800mm、荷重点間距離1,200mm、荷重点-支点間距離1,300mmの3分点4点曲げ条件で行いました（図1）。また、構造材の曲げ性能試験と同様の3種類の乾燥条件のスギ柱（120mm×120mm×3m、E70）、スギ梁（120mm×240mm×3m、E70）を用いて、柱-梁接合部試験体を作製し、接合部性能試験を行いました（図2）。

乾燥条件別のスギ梁の曲げ性能試験の結果、曲げ強さへの乾燥条件の影響はほとんど認められませんでした。試験体全体の平均値、5%下限値に乾燥条件別の大きな差異は認められず、乾燥条件別の曲げ強さの5%下限値は、いずれも基準となる曲げ強度（平成12年建設省告示第1452号の値）を上回りました（表1）。

乾燥条件別の接合部試験体の仕口に発生している割れの状況を測定した結果、高温セット乾燥材と高温セット減圧乾燥材は内部割れの割合が多く、中温乾燥材は材面割れの割合が多くなっていました（表2）。接合部性能に強く影響を及ぼすと考えられる内部割れについて、試験体仕口の内部割れ面積と降伏耐力（接合部性能の評価に用いられる荷重）の関係を調べた結果、内部割れ面積は6～124mm²の範囲でしたが、今回の試験結果の範囲では内部割れによる接合部の降伏耐力に与える影響は認められませんでした。また、乾燥条件の違いによる降伏耐力の差異もほとんど認められませんでした（図3、図4）。

成果の活用

これらの成果については、当センターの研究成果報告書や研究成果セミナー等により公表するとともに、木材関係団体等での勉強会や技術相談などで説明しています。



図1 スギ梁の曲げ性能試験

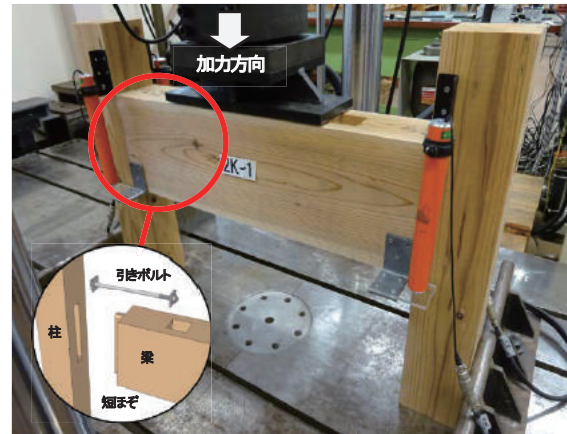


図2 柱－梁接合部の試験
接合部仕様：短ほぞ＋ M12 引きボルト

表1 乾燥条件別のスギ梁の曲げ強さ

曲げ強さ (N/mm ²)	試験体数	高温セット乾燥	高温セット減圧乾燥	中温乾燥
平均値	30	48.4	48.5	48.4
変動係数 (%)		15.4	17.3	16.3
5%下限値		34.5	32.8	33.7

※基準曲げ強度（平成12年建設省告示第1452号）：E70-29.4N/mm²

表2 柱－梁接合部試験体の仕口割れ（梁）の状況

柱－梁接合部試験体 梁仕口割れ・6体分	割れ面積合計 (mm ²)	内部割れ (%)	材面割れ (%)
高温セット乾燥材	455.0	95.1	4.9
高温セット減圧乾燥材	236.5	100.0	0.0
中温乾燥材	258.0	62.7	37.3

※割れの多い側の梁仕口の測定値

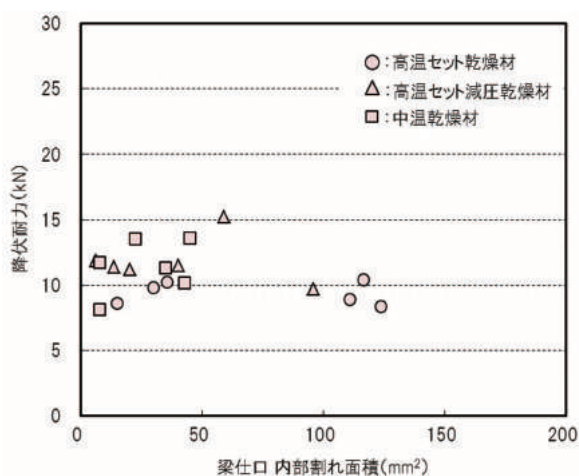
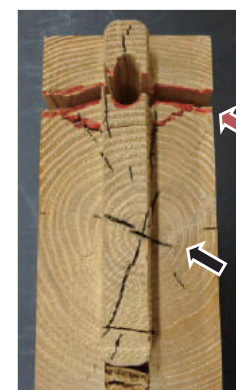


図3 柱－梁接合部試験体の梁仕口の内部割れ面積と降伏耐力の関係



試験による割れ
乾燥割れ

図4 柱－梁接合部試験体の梁仕口の破壊状況の例

大分県産スギの枠組壁工法用建築物への利用に向けて

大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 山本 幸雄

研究の背景・ねらい

大分県産スギを枠組壁工法（2×4）建築物に利用するため、その性能を明らかにすることを目的に、1. スギの枠組壁工法構造用製材（以下、枠組製材）の曲げ試験、引張試験、2. Cマーク表示太めくぎ及び同スクリューくぎ*の1面せん断試験、3. 大分県産スギ、ヒノキ及び比較としてSPF（北米産トウヒ、マツ、モミの混合）の枠組製材に、スギ、ヒノキ、カラマツの各合板をくぎ打ちした耐力壁の面内せん断試験を行いました。

なお、本研究の一部は、大分大学の協力を得ながら実施しました。

*：公益財団法人日本住宅・木材技術センター（以下、住木センター）承認の2×4工法用くぎ

成 果

1. スギ枠組製材の曲げ試験、引張試験

市場で購入した大分県産スギ丸太（末口直径26cm、32cm、46cm、各15本）から製材し、枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材の日本農林規格に準じ、目視により特級及びコンストラクションに区分された枠組製材について、曲げ試験（寸法型式204、206、208、210、212）及び引張試験（寸法型式204、206、208）を行いました。その結果、曲げ強さ及び引張強さ共に基準強度を満足することを確認しました（図1、図2）。

2. Cマーク表示付き太めくぎ及びスクリューくぎ接合試験体の1面せん断試験

大分県産スギ枠組製材と鋼板とをCマーク表示付き太めくぎ（ZN40、ZN65、ZN90）及び同スクリューくぎ（ZS50）で接合した試験体を、枠組壁工法建築物構造計算指針に準じて1面せん断試験を行いました。その結果、住木センターの定める短期許容耐力を満足することを確認しました（図3）。

3. 耐力壁の面内せん断試験

大分県産スギ、ヒノキ及びSPF枠組製材に、スギ、ヒノキ、カラマツの各合板（スギ及びヒノキ12mm厚、カラマツ9mm厚）でくぎ打ちした耐力壁（枠組製材3樹種×合板3樹種×各条件3体、合計27体）の面内せん断試験を行いました（図4、写真1）。その結果、スギ及びヒノキ枠組製材で構成した耐力壁はSPFのそれと同等以上の耐力（壁倍率）があることを確認しました（表1）。

成果の活用

大分県内企業の枠組壁工法構造用製材（区分：人工乾燥枠組壁工法構造用製材）の日本農林規格取得を支援しました。

また、平成29年度から「県産スギ2×4材利用促進事業」でスギ枠組製材の県内普及に取り組んでいます。

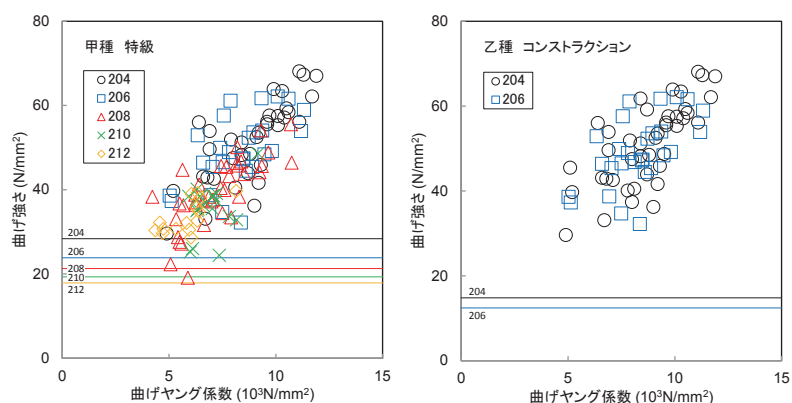


図1 大分県産スギ枠組材の曲げ試験結果

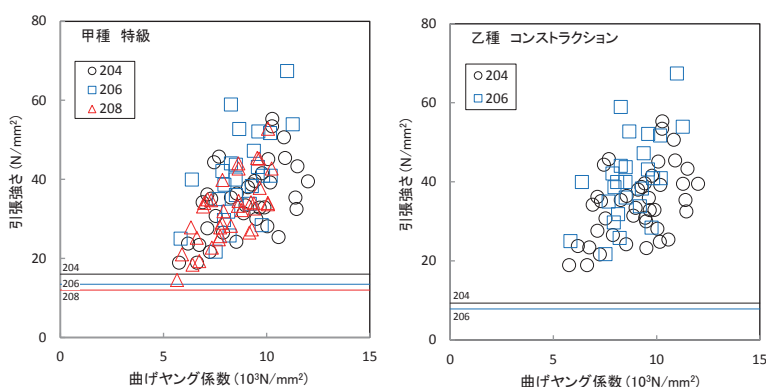


図2 大分県産スギ枠組材の引張試験結果

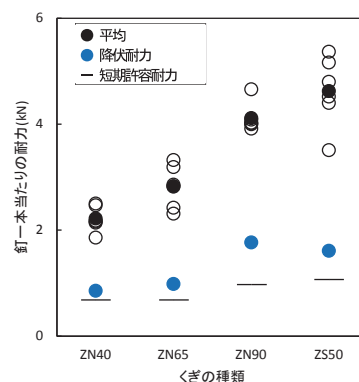


図3 くぎの1面せん断試験結果

表1 耐力壁の面内せん断試験結果（壁倍率）

面材 枠組材	カラマツ	ヒノキ	スギ
ヒノキ	3.4	3.4	3.3
スギ	3.0	3.0	2.7
SPF	2.6	2.9	2.5

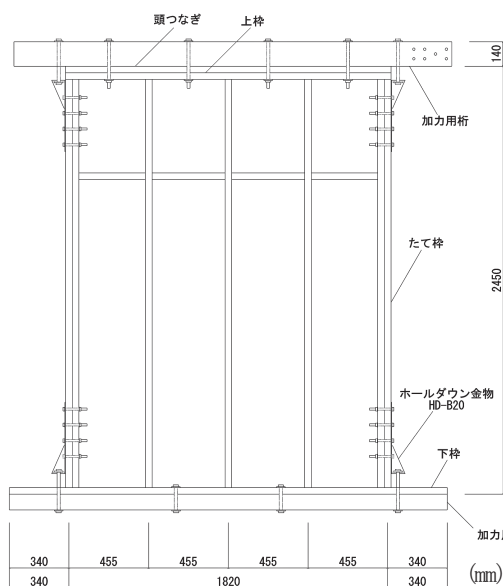


図4 面内せん断試験用試験体詳細図



写真1 面内せん断試験の様子

[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]

腐朽菌を用いたスギ針葉の成分利用

宮崎県木材利用技術センター 材料開発部 堂籠 究^{*1}・須原 弘登
(*1: 現(公財)宮崎県産業振興機構)

研究の背景・ねらい

スギ針葉はスギの伐採に伴い多量に廃棄されている未利用バイオマスのひとつです。このスギ針葉の利活用のために、スギ針葉を腐朽菌で処理し、低コストで有用化することを目的として研究を行いました。

成 果

スギに発生する2種の白色腐朽菌、スギエダタケ (*Strobilurus ohshimae*)、カワラタケ (*Trametes versicolor*) 及び2種の褐色腐朽菌、キチリメンタケ (*Gloeophyllum trabeum*)、オオウズラタケ (*Fomitopsis palustris*) を用いてスギ針葉を2ヶ月間処理し、重量減少量、抽出成分量、ホロセルロース量及びリグニン量を測定しました。抽出物はGC-MSにより含まれる成分の分析を行いました。

1. 処理後の針葉の重量減少率は、スギエダタケが10.6%、キチリメンタケが15.1%、オオウズラタケが10.0%でした。カワラタケは最も減少率が高く16.7%でした。リグニン/ホロセルロース比はどの菌処理でもほとんど変化がありませんでした。
2. 菌処理後のn-hexane抽出物の含有率は、未処理では6.6%でしたが、スギエダタケでは4菌株平均で2.0%、キチリメンタケで3.7%、オオウズラタケは6.0%となり、カワラタケでは1.1%まで減少しました(図1)。
3. 抽出成分のGC-MS分析の結果(図2)、白色腐朽菌のスギエダタケ及びカワラタケで処理を行ったサンプルでは(-)-kaurene以外のテルペン類が優先的に分解され、未処理で32.3%だった(-)-kaureneの割合が、スギエダタケでは89.6%、カワラタケでは97.9%まで単成分化していました。このことから、スギエダタケ及びカワラタケをはじめとした白色腐朽菌類でスギ針葉を処理することで、スギ針葉から(-)-kaureneを簡便に精製できる可能性が示唆されました。(-)-kaureneにはいくつかの生理活性が報告されていますので、簡便に精製できるようになれば活用の道が広がると考えられます。

成果の活用

スギの伐採に伴い多量に廃棄され、林地残材となっているスギ枝葉から、簡単な生物処理によって生理活性を有する特定の成分を高い純度で回収できるようになれば、スギ枝葉が新たな収入源となることが期待されます。

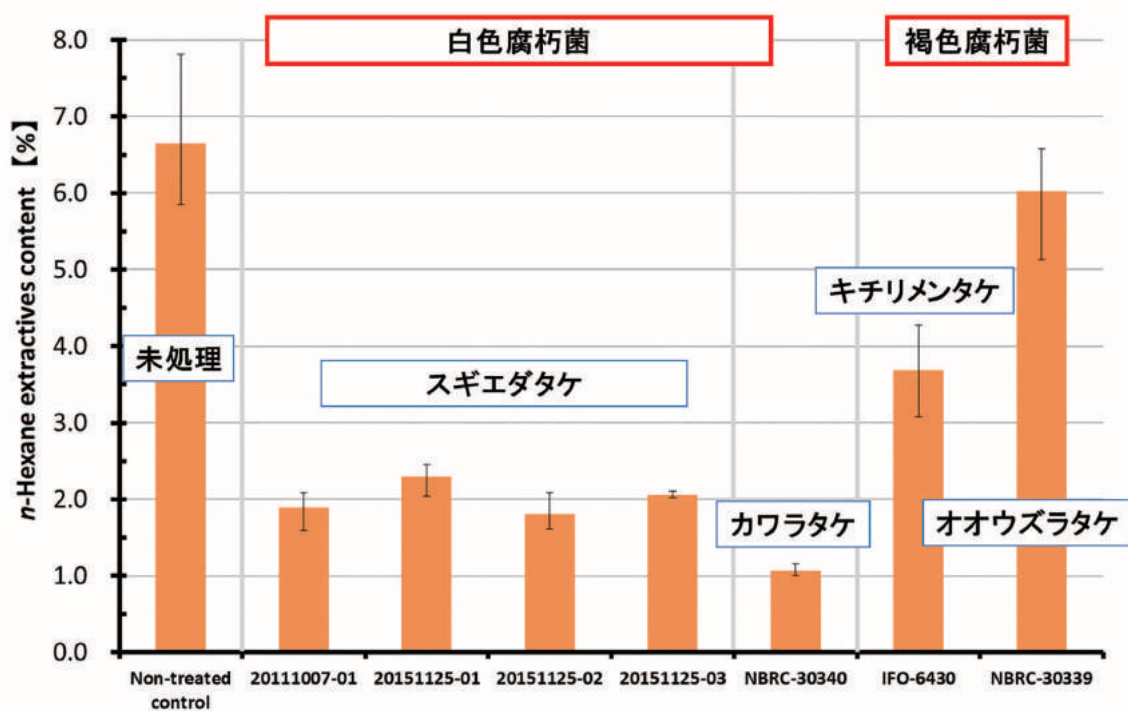


図1 木材腐朽菌処理（2か月）後のスギ針葉の抽出物量

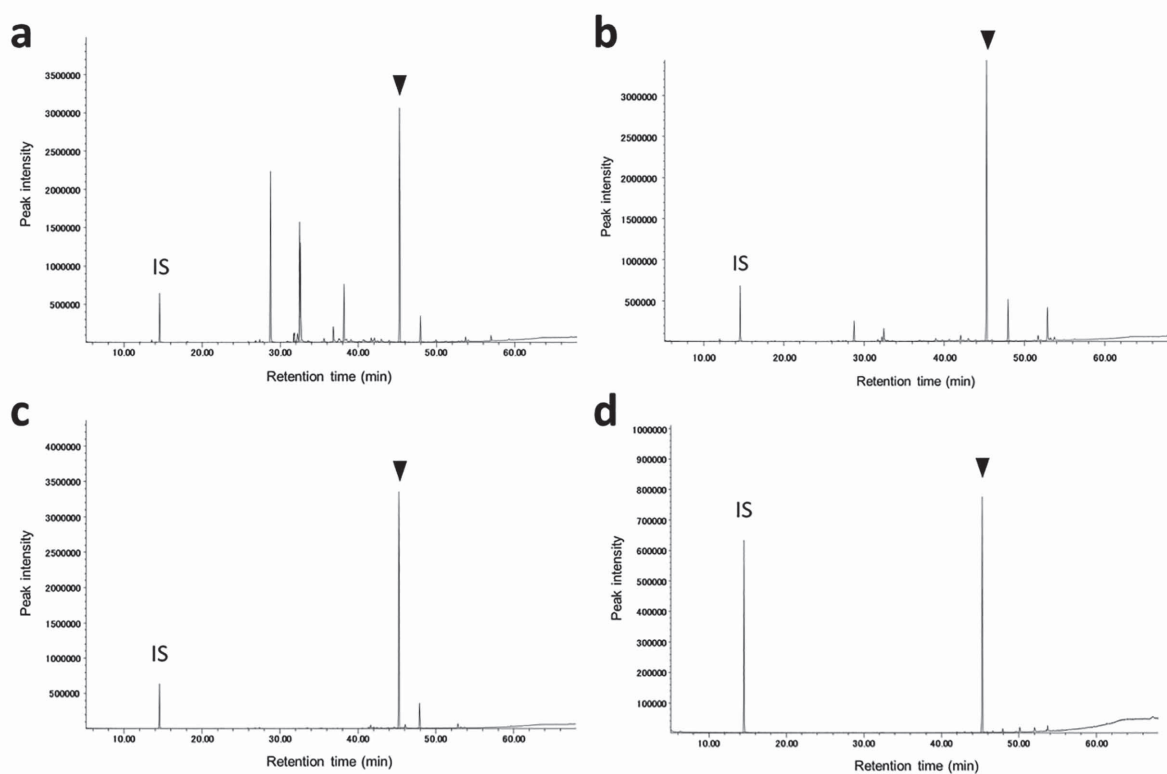


図2 2ヶ月処理後のヘキサン抽出物のGC-MSクロマトグラム

a：未処理, b：キチリメンタケ処理, c：スギエダタケ処理, d：カワラタケ処理。
IS：内部標準物質（*n*-dodecane），▼：(-)-kaurene.

山形県における孟宗竹栽培管理技術

山形県森林研究研修センター 森林生態保全部 古澤 優佳

研究の背景・ねらい

山形県において、タケノコは農林業や観光業の重要な資源として活用されてきました。近年、地元産タケノコの需要増加によって生産拡大と安定供給が望まれており、適切な管理が不可欠となっています。しかし、全国的なタケノコ生産の中心は西日本以南のため、降積雪地である本県に適した管理・栽培マニュアルがなく、各自が経験に基づいた管理を行っていることが普及上の課題でした。一方で、高齢化等により管理が追いつかず、密度増加や折れ倒れにより荒廃した、いわゆる放棄竹林により、タケノコ生産ができない竹林が出始めています。

そこで本研究では、通常の栽培竹林については先進地の管理マニュアルを基に、本県の気候風土特性を加味した適切な栽培・管理方法を、放棄竹林については栽培竹林へ復元する方法を、現地実証試験を実施して検討しました。

成 果

H23年に旧鶴岡市で行った調査では、栽培竹林が約8割、放棄竹林が約2割となっています。栽培竹林の管理について先進地と比較すると、本県は降雪量が圧倒的に多く、雪害が多く起きることが特徴です(写真1)。雪害による親竹の減少は翌年以降のタケノコ生産に影響を及ぼすことから、栽培竹林における雪害防止手法について調査しました。

25林分で664本を調査した結果、ウラ止め(タケノコが成長して竹になる途中、先端の部分を折る等の方法で高さを制限する)を行うことで雪害を防止できることが明らかとなりました(表1)。また、密度管理について、ウラ止め未実施の林分を急に間伐すると大きく雪害が発生する事例が見られたことから、密度管理はウラ止めとセットとし、他の管理項目より優先して実施する必要があることがわかりました。また、文献調査から、親竹の本数によってタケノコの発生本数、大きさ、発生時期が変化する傾向があることが明らかとなったため、10aあたり100～150本、150～250本、250～350本の3つを目安とし、栽培者各自が出荷形態等に合わせて選択して実施すべきと考えられました。

放棄竹林については、高密度化してしまった林分を3種類の方法で伐採し、適正密度の栽培竹林に復元する実証試験を行いました。その結果、最も有望な方法は列状伐採であり、皆伐も使用可能な方法と考えられました。一方、一般的に実施される抜伐り伐採による復元は、作業性が悪い、雪害が発生する等の理由で、本県には適さないと考えられました(図1)。

成果の活用

上記の成果を基に「孟宗竹栽培管理マニュアル(山形県版)」を作成し、当センターホームページへの掲載や栽培研修会等の開催により普及を図っています。



写真1 雪害発生状況

表1 ウラ止めの有無と雪害本数

	ウラ止めあり	ウラ止めなし
雪害あり(本)	9	135
雪害なし(本)	145	375
雪害率(%)	5.8	26.5

χ^2 検定 (Yatesの補正) : $\chi^2=28.43$, $p<0.01$

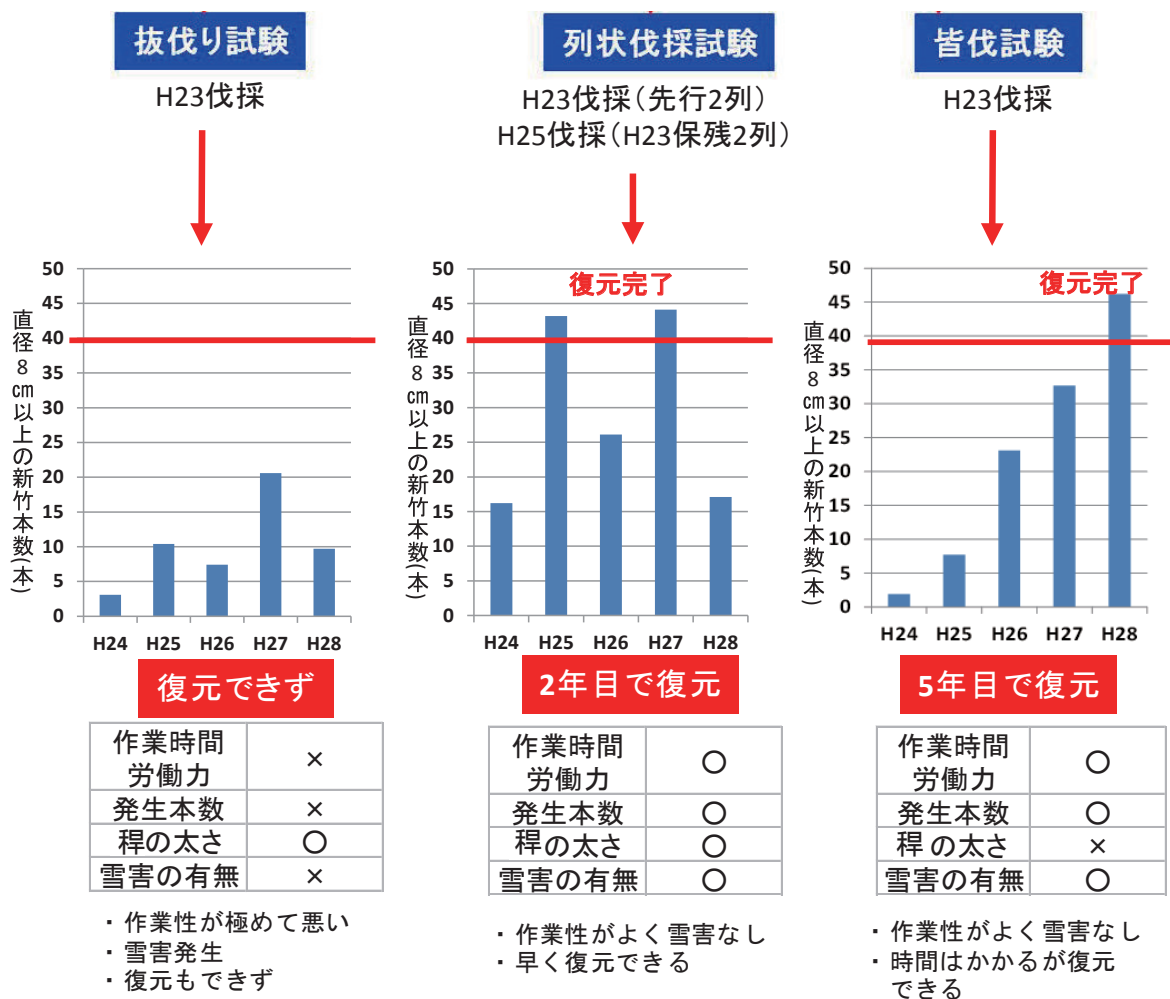


図1 復元方法の体系化

高温条件でのほだ木の休養がシイタケ収量に及ぼす影響

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター 山口 亮・鈴木 拓馬¹
(¹: 現 静岡県経済産業部森林整備課)

研究の背景・ねらい

シイタケ菌は、一般に寒さには強いが暑さに弱いという特徴があるため、自然条件を利用する原木シイタケ栽培において、気温上昇に伴う影響が懸念されます。特に、最高気温 30℃を超える日が増加している夏季は、生シイタケ不時栽培への悪影響が心配されます。不時栽培は、同じほだ木から連続的にシイタケを数回収穫する方法です。この場合、収穫後のほだ木を休養させ、浸水、収穫を繰り返します。休養は、菌への養分の再貯蔵や子実体原基の形成を促すものであるため、暑さに弱いシイタケ菌にとって、休養時の高温は収獲量に悪影響を及ぼすことが懸念されます。そこで、ほだ木の休養期間の加温がシイタケ発生へ及ぼす影響を調べました。

成 果

市販のシイタケ中高温性品種 2 種を栽培試験開始前年の冬にコナラ原木に接種し、針葉樹林内で 15 か月間伏せ込み、菌糸体のまん延を確認したほだ木を 5 月から栽培試験に用い、浸水、子実体採取、休養の順番で複数回繰り返し、発生した子実体をほだ木ごとに測定しました。休養は通常の栽培で用いられる遮光ネット下及び加温した遮光温室下（以下、対照区、加温区）で行いました。

各休養時におけるほだ木内部の日平均温度は、対照区で 12.5℃ から 25.8℃、加温区で 16.7℃ から 29.0℃ となり、平均では加温区が 3.1℃ 高い状態でした。

加温区のほだ木一代の収獲量は対照区と変わりませんでした（図 1）。しかし、ほだ木一代の夏季（7 月から 9 月）の収獲量は、加温区が対照区よりも減少することがわかりました（図 2、写真 1）。また、シイタケの発生が遅れ、収穫に要する日数が増加することもわかりました。一方、秋以降の収獲量は、加温区内で夏の収獲量を上回るほだ木が数多くみられました（図 3）。この要因としては、夏の高温は子実体発生に悪影響を及ぼしたが致死的でなく、秋以降の温度低下によって菌糸体は回復し、それまで抑えられていた子実体が発生したためと推測されます。このため、高温による悪影響は長期には及ばないと考えられます。また、品種によっては、材積の大きいほだ木で加温区の夏季の収獲量が多くなる傾向がみられるため、太めの原木を使用することで夏季の高温による悪影響を低減できる可能性があります（図 4）。

平均気温の 3℃ 上昇は、数十年間は起こらないと予想されているため、気温上昇に伴うほだ木休養時の悪影響が直ちに現れる可能性は少ないと思われます。しかし、直射日光がほだ木にあたるとほだ木内部の温度は気温を上回ることがあるため、夏季の収獲量の減少につながる要因となります。このため、施設やほだ場を適正に管理することが必要です。

成果の活用

本研究で得られた成果は、当センターの研究成果発表会、日本森林学会などで発表するとともに、当研究所のホームページで公開しています。また、シイタケ生産者団体が主催する会議などで成果の情報発信を行っています。今後は、技術指導などを通じ、成果の普及及び活用を図ります。

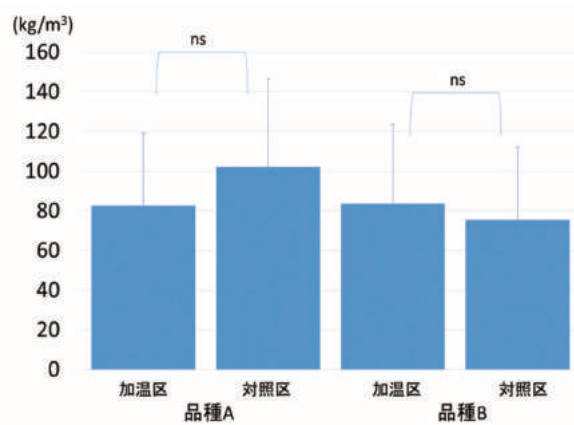


図1 ほだ木一代の子実体発生量
エラーバーは標準偏差を示す
n=23 or 25, ns: 有意差なし (t 検定)

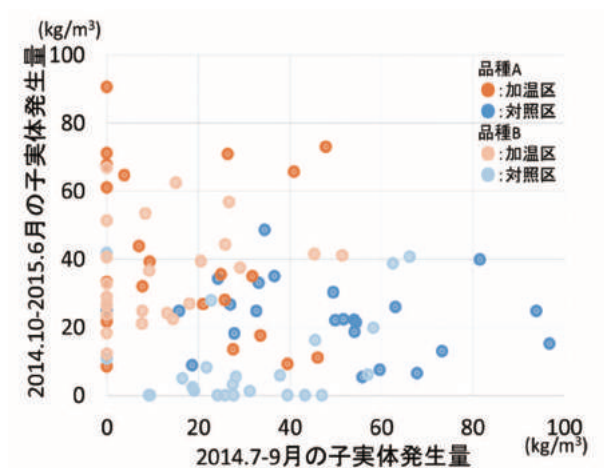


図3 夏季に対する秋以降の子実体発生量

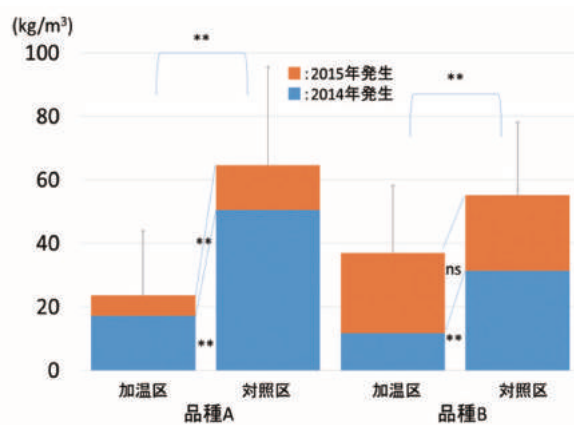


図2 7月から9月までの子実体発生量
エラーバーは標準偏差を示す
n=23 or 25, ns: 有意差なし (t 検定)

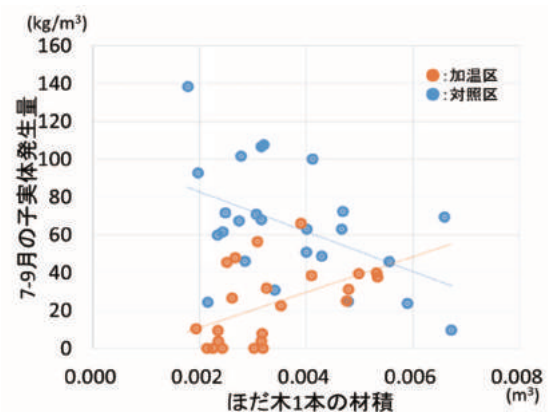


図4 品種Aのほだ木材積と夏季の子実体発生量
・ 加温区: $r=0.488$, $p=0.0182$
・ 対照区: $r=-0.480$, $p=0.0151$
・ 品種B: 相関関係なし



写真1 夏季における品種Aの子実体発生状況

宿主デンプンを利用したマツタケ菌培養法の開発

岡山県農林水産総合センター 森林研究所 藤原 直哉

研究の背景・ねらい

高級食材であるマツタケの人工栽培については、これまで感染苗の林地植栽など、様々な方法が研究されてきましたが、子実体形成に至るまでの確実な方法は確立されていません。当研究所では、アカマツの根の成分を培地とした培養方法について研究を行っています。

成 果

アカマツの根の木粉からデンプン（写真1）を分離し、これを栄養源とした新たな培地を開発し、マツタケ菌の培養試験に取り組みました。この培養方法では、既存の培地で培養したコロニー（写真2）とは異なり、菌糸が垂直方向に伸長するコロニー（写真3）に成長し、その後、1cmを超える長い菌糸束を形成しました（写真4）。

マッシュルームなどの例では、きのこの形成は、菌糸が集まって菌糸束を形成した後に始まることから、重要なヒントを得ることができた可能性があります。分離過程で水溶性成分（糖やアミノ酸、ビタミン類等）は除去されますが、少量の木粉が混入するため、木粉や、その抽出物を添加した培地にマツタケ菌を接種しましたが、コロニーは形成されませんでした。既存の培地に利用されてきたイモ類や穀類のデンプン（写真5）は、炭水化物と水分の他に、タンパク質、脂質、灰分を含むことが判っているものの、アカマツデンプンの成分は未分析のため、形状や大きさの差異の他は、まだ不明です。

なお、マツタケの菌糸は、培地から栄養を得るために、種々の酵素を分泌します。これら酵素の活性は、「基質特異性」という、栄養基質（ここでは、デンプン）との相性に、大きな影響を受ける場合があります。そこで、当該培地におけるマツタケ菌の糖化酵素を調べたところ、 α -アミラーゼ、 α -グルコシダーゼと、グルコアミラーゼの活性を確認し、デンプンをグルコースまで分解できることが判りました。その後さらに、覆土処理と組み合わせることにより、自然のシロと同様の、立体的な構造を持つコロニー（写真6）を形成させることに成功しました。今後、菌糸束が形成された原因を探るとともに、培地と、培養方法の改良を進めます。

成果の活用

この成果は、特許公報、日本きのこ学会、県の研究報告、業務年報、成果発表会、取材等を通じて公表しました。また特許を取得し、県の産業財産権として利用が可能になったことから、県内企業、林業関係者への情報提供を行っています

知的財産取得状況

この培養方法は、平成29年10月13日に、「マツタケ菌糸体培地用添加剤及びマツタケ菌糸体の培養方法」として、特許登録されました（特許第6221039号）。



写真1 アカマツのデンプン (拡大)
スケールバー (Sb) は 10 μ m

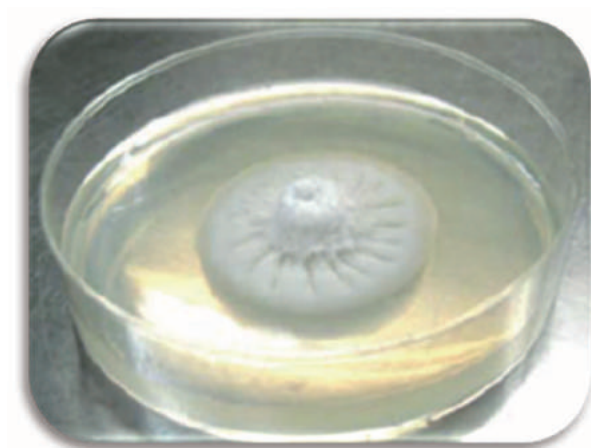


写真2 マツタケ菌の培養状況①
既存の PDA 培地



写真3 マツタケ菌の培養状況②
アカマツデンプン添加培地

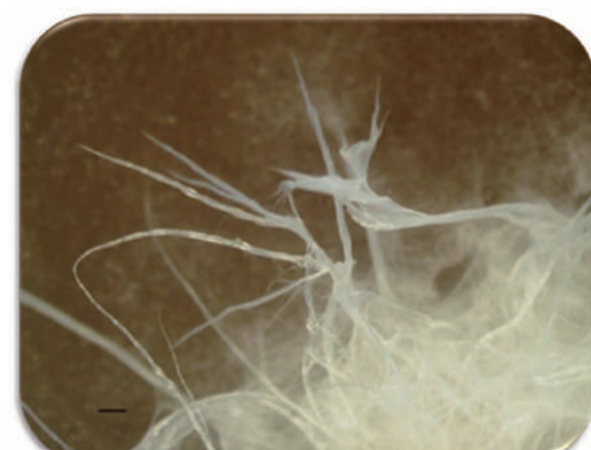


写真4 長い菌糸束の形成
Sb は 1mm

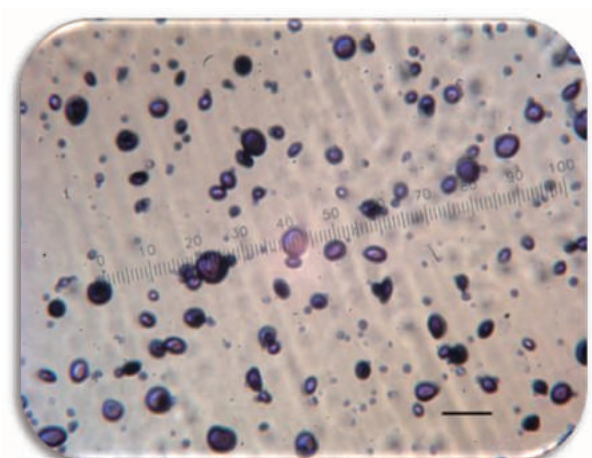


写真5 コムギのデンプン
Sb は 50 μ m



写真6 コロニーの形成状況

小麦全粒粉を用いた菌床シイタケ栽培

徳島県立農林水産総合技術支援センター 資源環境研究課 阿部 正範

研究の背景・ねらい

小麦全粒粉は、小麦粉の一種で小麦の表皮、胚芽、胚乳をすべて粉にしたものです。小麦全粒粉は、小麦の表層部分である糠（ふすま）に比べて栄養価が高く（表1）、特に、シイタケの栄養源である炭水化物がふすまの7倍となっており、ふすまに比べて少量で、菌床シイタケ栽培の栄養材として利用できる可能性があります。小麦全粒粉の価格は、ふすまの約1.5～2倍ですが、使用量がふすまの半分以下であれば栽培コストの削減につながります。そこで、小麦全粒粉の栄養材としての可能性を検討するために、ふすまを小麦全粒粉に置換してシイタケの発生量を調査しました。

成 果

広葉樹チップとオガコを容積比1：1で混合したものを培地基材としました。米ぬかとふすまをそれぞれ、培地絶乾重量の14%添加した「米ぬか-ふすま培地」を対照区（C区）として、ふすまを小麦全粒粉と置換した培地（100WB区、50WB区、25WB区）とシイタケの発生量を比較しました。試験区と培地の組成を表2に示します。各試験区とも、温度21℃、湿度80%の条件で110日間培養をおこない、培養終了後ただちに、温度17℃、湿度90%の環境下でシイタケを発生（1次発生）させました。1次発生終了後の培地は、浸水処理をおこない2次発生に備えました。このように、発生終了後の培地への浸水処理を繰り返し、合計4回シイタケを発生させました。

シイタケの菌糸生長や発生開始時期および菌床の褐変は、各試験区の間で差はありませんでした（写真1）。図1は、4次発生までのシイタケ発生量を示したグラフです。発生重量は、C区と50WB区の差はありませんでしたが、100WB区は有意に大きくなりました。市場価値の高いとされるMサイズ以上（菌傘直径3cm以上）のシイタケ発生個数は、C区と50WB区とはほぼ同じでしたが、100WB区は有意で多く、25WB区は少なくなりました。

「米ぬか-ふすま培地」のふすまを全量小麦全粒粉と置換することで、シイタケの発生重量は約10%、市場価値の高いとされるMサイズ以上の発生個数は約20%増加することがわかりました。また、小麦全粒粉をふすまの半量とした場合でも、シイタケの発生重量とMサイズ以上の発生個数は「米ぬか-ふすま培地」と同等となりました。このことから、小麦全粒粉は栽培コスト削減のためのふすまの代替として有望であることがわかりました。

成果の活用

県内のシイタケ生産者向けの栽培講習会や徳島県主催のシンポジウム（研究成果発表会）で成果を発表し、生産者への情報提供・普及に努めています。

表1 小麦全粒粉の成分

	小麦全粒粉 ¹⁾	小麦ふすま ²⁾	押麦 ¹⁾
たんぱく質	12.8	12.8	6.2
脂質	2.9	3.7	1.3
炭水化物 (食物繊維除く)	57	7.9	68.2
食物繊維	11.2	30.4	9.6

1) 5訂食品成分表

2) 埼玉県産業技術総合センター研究報告 第5巻(2007)

表2 試験区と培地の組成

試験区	乾燥重量比				供試 培地数
	培地基材	ふすま	米ぬか	全粒粉	
C区	0.72	0.14	0.14	0	20
100WB区	0.72	0	0.14	0.14	20
50WB区	0.79	0	0.14	0.07	20
25WB区	0.82	0	0.14	0.04	20

培地重量：1.0kg, 培地含水率：62%

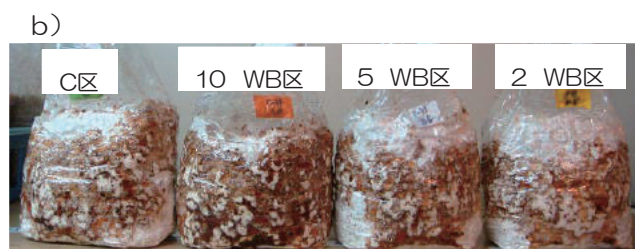
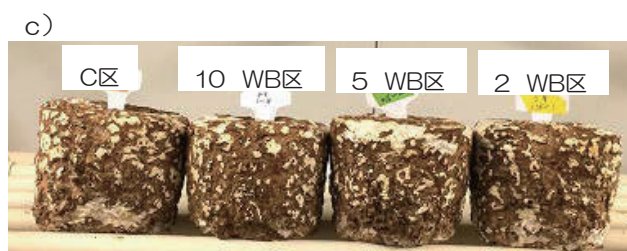


写真1 シイタケ菌糸生長と褐変

a) 培養33日目、b) 培養63日目、
c) 培養110日目

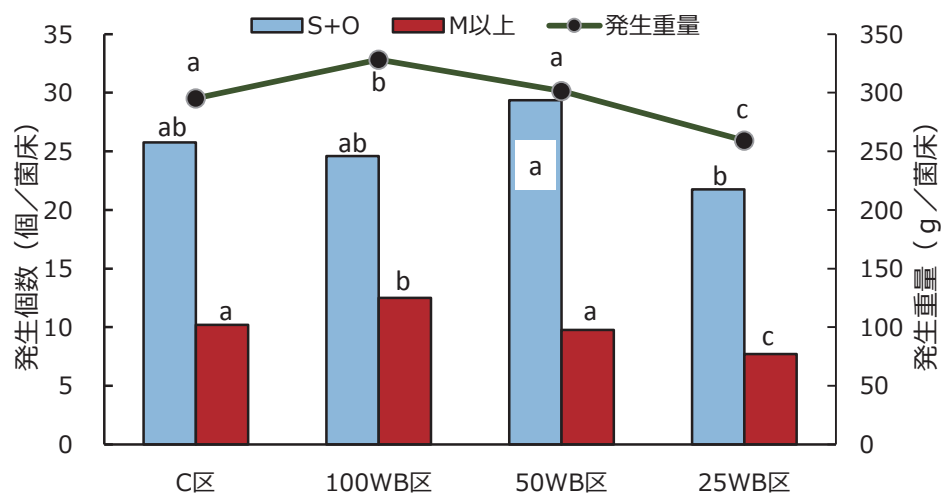


図1 子実体の発生状況

異なるアルファベット系列間で有意差のあることを示す。

S: 菌傘直径 3cm 未満、O: 奇形、M: 菌傘直径 3cm 以上

搾油前のツバキ種子熱処理の違いによるツバキ油の特性

長崎県農林技術開発センター 森林研究部門 田嶋 幸一

研究の背景・ねらい

長崎県五島はツバキ油の産地となっており、多くの搾油所がありますが、ツバキ油は搾油所毎にその香りや色・べたつき感など官能的な特性が異なっています。このことは、消費者がツバキ油を買うたびに違いを感じる等の不利益や誤解を招いてきました。その原因と特性を科学的に明らかにすることは、消費者へツバキ油に対する正しい情報を提供するとともに、ツバキ油の特性に応じた商品開発とツバキ油製品の多様化を可能にする重要な情報となります。

成 果

搾油前にツバキ種子に対する熱処理について検討した結果、蒸す・煎る・非加熱などの処理方法の違いがツバキ油の特性に大きな影響を与えていることが判りました。その中でも種子を煎った場合では油の香気成分が温度とともに変化しました(図1)。このことから、搾油前の種子の熱処理の違いにより、ツバキ油の特性を分類することが可能となります。

また、臭いによって、熱処理の違いが消費者にも認識されることになります。一方、熱処理による脂肪酸組成の違いはほとんどありません(表1)。製法(=熱処理方法)と特性の関係を明らかにしたことで、製法を表示することにより油の特性がわかるとともに、目的に合った特性のツバキ油を製造することが可能になります。

成果の活用

五島地域には多くの搾油所があることからツバキ油の特性も多様であり、この多様性が商品価値を高めることを可能にしました。今後は、業界による自主分類表示等の取り組みを支援していく必要があります。

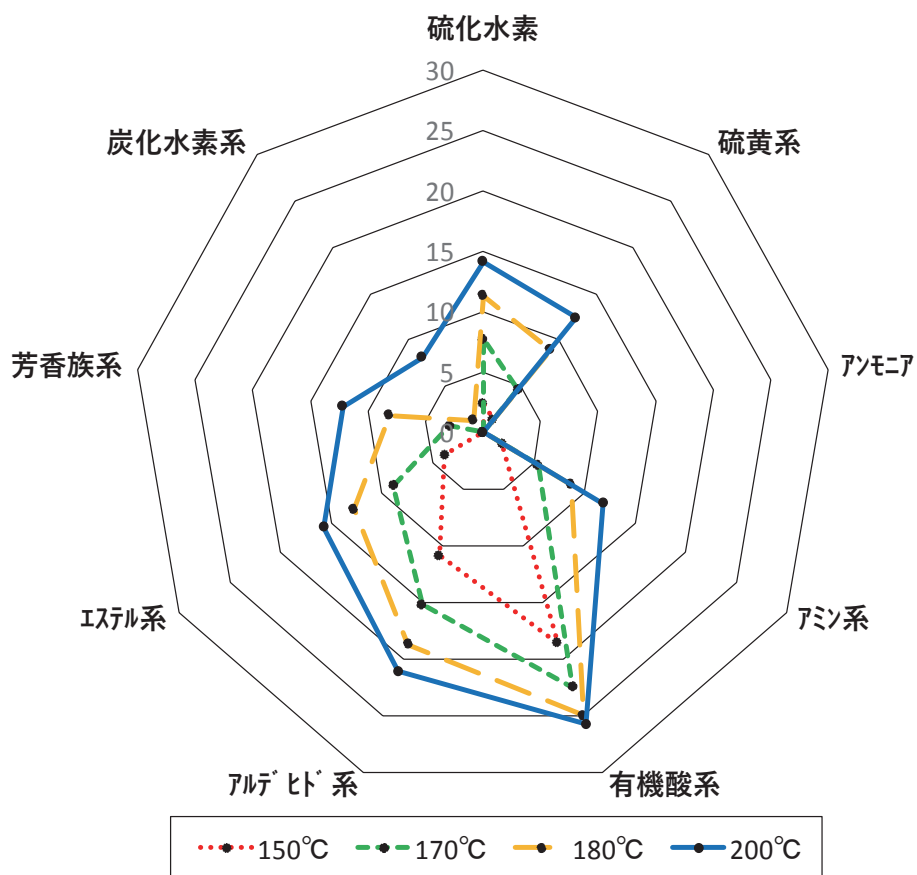


図1 煎り温度によるツバキ油香気成分の変化
煎り時間 20 分

表1 各前処理を行ったツバキ油の脂肪酸組成

脂肪酸	非加熱	蒸し	煎り (%)	
			150℃ 10min	180℃ 20min
パルチミン酸	9.1	9.2	9.2	9.5
ステアリン酸	2.4	2.4	2.4	2.3
オレイン酸	84.3	84.0	84.1	83.6
リノール酸	3.2	3.3	3.2	3.4
リノレン酸	0.2	0.2	0.2	0.2
エイコセン酸	0.3	0.3	0.3	0.3

クヌギを利用した菌床アラゲキクラゲ栽培技術の開発

大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 きのことグループ 川口 真司¹・有馬 忍
(¹: 現 林務管理課)

研究の背景・ねらい

国内で消費されるキクラゲ類は、90% 以上中国からの輸入品ですが、消費者の食の安全志向の高まりにより国産キクラゲ類の需要が業務用を中心に高まっています。大分県の菌床アラゲキクラゲの生産量は増加傾向にありますが、生産量を増やすには安定生産や生産者の増加が課題です。

一方、県内には豊富なクヌギ資源がありますが、近年大径化が顕在化しており、有効に活用して更新を行う必要があります。当研究所では地域資源であるクヌギを活用した菌床シイタケ栽培技術を確立しましたので、シイタケ以外のきのこ栽培への展開が期待されています。

そこで、クヌギを利用した菌床アラゲキクラゲ栽培技術を開発することにより、安定生産とクヌギ資源の更新を図る必要があります。

成 果

簡易施設を利用したクヌギ菌床による栽培技術を開発しました。栽培のポイントは以下のとおりです。

1. 培地基材として、広葉樹（シイ・カシ混合）とクヌギを比較した結果、クヌギ菌床は収穫量が多いことがわかりました。特に終盤の発生量が多くなりました（図1）。なお、培地調製時には米ぬか、ふすま、炭酸カルシウムを添加し、培地は両面フィルターの2.5kg 用栽培袋（エフテック ST40-20W）に菌床袋詰め機 ST-PM（徳真電機工業）で充填し、長さ20cm および12cm、高さ14cm の角形に成型しました。
2. クヌギの粒度組成を比較した結果、品種を問わず対応できる5mm 角チップと2mm 角以下のオガ粉を容積比3：7に混合する培地が適すると考えられました（表1）。また、菌床の培地含水率は、菌床底面に水が溜まらなく、収穫量の多い55% 程度が適することを明らかにしました。（写真1）
3. 菌床に入れる切れ目の長さや数を大きく（カッターナイフで菌床の底面、側面2面に4cm の斜め方向の切れ目を24 本入れる）すると発生量が増加することを明らかにしました。（表2、写真2）なお、カット処理後の菌床は、10～20 分の散水を1日3～4回実施しました。簡易施設において、少なくとも90 日間栽培可能な技術を開発しました（写真3）。

成果の活用

本研究の成果の一部は「九州森林研究」（第69号、155～157頁）で発表するとともに、開発した栽培技術はマニュアルとしてまとめ、菌床アラゲキクラゲ生産者などに情報提供し、安定生産に繋げていきます。生産量増加のため、栽培時期の夏場に農閑期となる乾シイタケ生産者の副収入を見据えた実証試験を平成28年度から開始しています。これにより、アラゲキクラゲ生産者数の増加を図っているところです。

表1 培地粒度組成の検討

品種	培地基材の粒度組成 (チップ:オガ粉)	乾燥重量 (g/菌床)
森89号	3 : 7	138.0±13.2
	1 : 1	128.0±6.5
	7 : 3	134.3±8.1
AP803	3 : 7	130.3±5.6
	1 : 1	94.3±11.5
	7 : 3	107.3±8.3

注: 森89号は森産業の品種、AP803は微創研の品種



写真1 異なる培地含水率の培養完了時の菌床 (AP803)

表2 発生処理方法（切れ目の数と長さ）の影響

品種	試験区名	切れ目方向	切れ目長さ	発生処理面	切れ目数	乾燥重量 (g/菌床)
森89号	カット①	縦	2cm	底面+側面2面	24本	93.0±3.6
	カット②	斜め	2cm	底面+側面2面	24本	97.6±1.1
	カット③	斜め	4cm	底面+側面2面	12本	95.0±1.0
	カット④	斜め	3cm	底面+側面2面	24本	102.0±4.3
	カット⑤	斜め	4cm	底面+側面2面	24本	110.0±4.5



写真2 カット⑤の切れ目位置

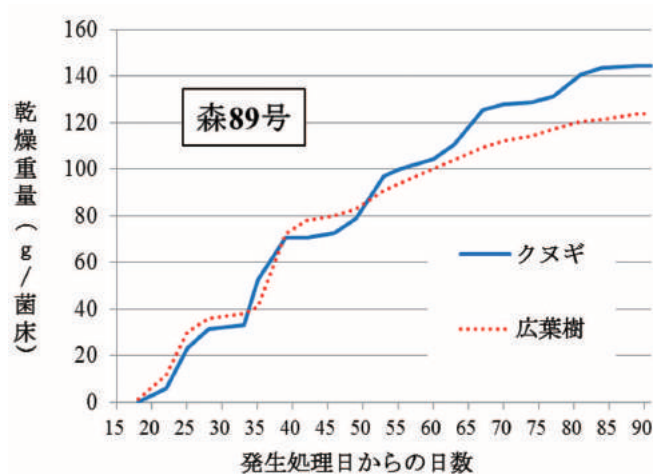


図1 培地基材別の累積発生量



写真3 発生管理に使用する散水可能な簡易施設

クヌギの利用とシイタケ菌床培地の三相構造の改善

宮崎県林業技術センター 森林資源開発部 新田 剛

研究の背景・ねらい

本県ではシイタケの原木栽培にクヌギが主に用いられ、昭和40年代中頃からの原木資源の需要増に対処するため、50年代初頭までクヌギ原木林の育成に取り組んできました。しかし、近年の乾シイタケ価格の低迷や生産者の高齢化等によってほだ木伏込み量は減少しており、育成した原木林の未利用化が問題となっています。

一方、シイタケの菌床栽培で通常用いられる広葉樹木粉の多くは県外から搬入され、輸送コスト等の増大により価格の高騰が懸念されています。そこで、県内に豊富に存在するクヌギ資源の有効利用と、シイタケ菌床培地の物理性を改善することによる収益性の向上を図ることを目的に研究を行いました。

成 果

シイ類、カシ類を主とする広葉樹木粉を用い含水率を64%に調整した培地（標準培地）が、本県では一般的に用いられていますが、広葉樹木粉の代わりにクヌギ木粉を用いて含水率を64、60、56%になるようクヌギ培地を調製しました。調製した培地は2.7kgずつポリプロピレン製栽培袋に詰め、高圧滅菌後、北研600号を接種して100日間培養し、上面栽培法によって子実体を発生させました（写真2）。また、上記の滅菌後の菌床から、100-mLの円筒形チューブを用いてくり抜いた試料（写真1）の実容積を土壤三相計で測定し、三相構造を算出しました。

その結果、広葉樹木粉の培地において標準とされる含水率64%のクヌギ培地の収量は、標準培地と比較して著しく劣りました（図1）。三相構造を分析すると、含水率64%のクヌギ培地では標準培地と比較して、液相率が高く気相率が低い構造となっていました（図2）。これは、クヌギ材の比重が高く空隙率が低いことに起因した、クヌギ木粉の保水度の低さが影響したものと考えられました（表1）。

そこで、クヌギ培地の気相率を確保するため、含水率を56%まで低下させたところ、クヌギ培地の気相率は標準培地とほぼ同等となりました（図2）。子実体重量についても、気相率が増加した60%および56%において、標準培地と同等あるいはそれ以上となることがわかりました（図1）。

クヌギ木粉の菌床栽培への利用は長期の培養期間が必要であるとして、生産者に敬遠されてきました。確かに生産者にとって、栽培方法等の変更は容易ではありません。本研究における培養期間はいずれの試験区も同一であり、培地含水率の調整のみで、これまで不適と考えられてきたクヌギ木粉のシイタケ菌床培地への利用と子実体の増収効果が見込まれることが示唆されました。

成果の活用

本研究の成果は、日本きのこ学会や九州森林学会等において発表するとともに、宮崎県や宮崎大学が主催する成果報告会等において森林・林業・木材産業等に関わる関係者に対し報告しました。また、きのこ生産者には現地調査等を通して普及を図りました。更に、Journal of Wood Science 及び宮崎県林業技術センター業務報告等において詳細な報告をしました。今後も、他のシイタケ品種や樹種等による影響を調査し、新たな知見についても普及を図っていきたいと考えています。

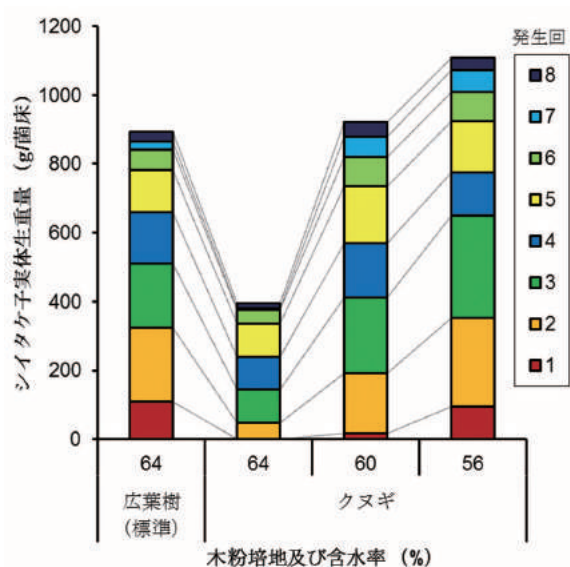


図1 子実体生重量の比較

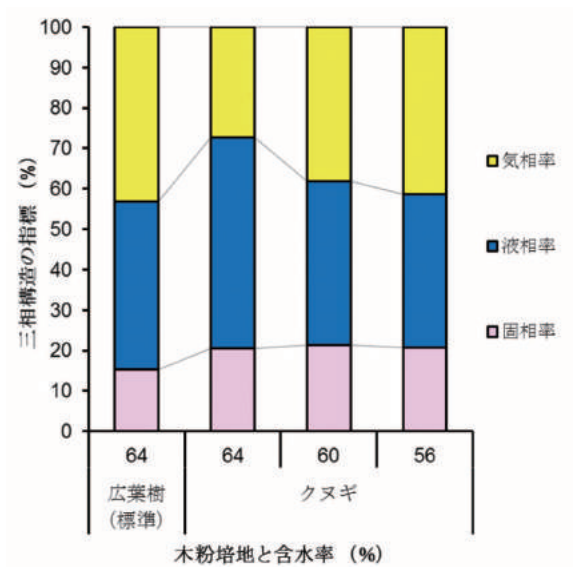


図2 培地の三相構造の比較

表1 木片及び木粉の物理的性質

物理的性質	広葉樹	クヌギ
比重	0.52 ± 0.02	0.64 ± 0.02 ***
空隙率 (%)	65.3 ± 1.26	57.2 ± 1.27 ***
保水度 (%)	314 ± 12.7	246 ± 41.0 **

注) 比重は木片 (1cm³) を調製して測定した。広葉樹の比重には広葉樹木粉に多く含まれるシイ類材を用いて測定した。*** 及び ** は2群間に統計的な有意差があることを示す (** P<0.01、*** P<0.001)。



写真1 菌床からくり抜いた 100-mL 試料



写真2 シイタケ子実体発生状況 (上面栽培)

[問い合わせ先：宮崎県林業技術センター 森林資源開発部 Tel 0982-66-2888]

公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.15 (平成 29 年度)

発 行 日 平成 30 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
お問い合わせ 企画部研究管理科地域連携戦略室
印刷・製本 朝日印刷株式会社
茨城県つくば市東 2-11-15
電話 029(851)1188

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。
