

公立林業試験研究機関
研究成果集

No.18
(令和 2 (2020) 年度)

令和 3(2021)年 3 月

国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所
編集・発行

はじめに

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

今日の森林・林業・木材産業における多様で刻々と変化するニーズに対し、的確かつ効率的に対応するためには、国・都道府県および公設林業試験研究機関と（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所が、それぞれの役割分担のもと、分野横断的に連携しながら、研究・技術開発を総合的かつ計画的に推進する必要があります。また、国民への情報発信として、研究開発の意義や成果等を専門家だけでなく、国民にも分かりやすく伝えられるよう印刷物やウェブサイト等を活用して広報活動を推進していく必要もあります。このような状況の中、森林総合研究所では、森林・林業・木材産業に係わる様々な課題に対して研究開発による解決を図ると共に、研究成果の普及や社会還元を推進し、成果の最大化を目指しています。また、公立林業試験研究機関のみなさまとの連携を密にしつつ、研究開発・推進の拠点となるハブ機能の強化に取り組んでいます。

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

なお、前号からはpdf版のみでの発行となりましたが、本号も含め、既刊の成果はいずれも弊所のウェブサイト上（<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/rinshikikan.html>）で公開しておりますので、ご利用いただければ幸いです。

令和3年3月

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

企画部長 河原 孝行

目 次

森林・林業

カラマツヤツバキクイムシ被害拡大抑制技術の開発

北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場 …… 1

庄内方式による海岸林造成コストの低減効果 山形県森林研究研修センター …… 3

キリ玉植苗の開発 福島県林業研究センター …… 5

新たな獣害防除資材「単木柵」の開発 群馬県林業試験場 …… 7

枝打ちによるスギの非赤枯性溝腐病の発生抑制効果

千葉県農林総合研究センター 森林研究所 …… 9

体毛抽出DNAを用いた東京都のクマの個体識別 東京都農林総合研究センターほか …… 11

低コスト化を目指した防鹿柵のシカ防除効果 長野県林業総合センター …… 13

表土流亡の抑止効果に着目したヒノキ林の下層植生分類 岐阜県森林研究所 …… 15

「木材需給情報共有システム」実現への取組

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター …… 17

人工林皆伐前に広葉樹林化の可否を予測する

愛媛県農林水産研究所 林業研究センター …… 19

地形に適した作業システムの選択に関する研究 高知県立森林技術センター …… 21

林地生産力分布図を搭載した森林管理支援システム構築

福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター …… 23

育種

採種園造成後のマツノザイセンチュウ抵抗性の年次変動 岩手県林業技術センター …… 25

雄性不稔スギの簡易な検定手法の開発と精度検証 神奈川県自然環境保全センター …… 27

休耕田を活用した無花粉スギ苗の省力的な水耕栽培技術

富山県農林水産総合技術センター 森林研究所 …… 29

分離型容器を活用したスギコンテナ苗生産手法の開発 三重県林業研究所 …… 31

さし木増殖可能な新たなヒノキの創出に向けた取り組み

熊本県林業研究・研修センター …… 33

スギコンテナ苗の形状比を低くする傾斜育成法の開発 宮崎県林業技術センター …… 35

小型穂によるスギコンテナ苗の生産技術に関する研究 鹿児島県森林技術総合センター …… 37

木材・林産

北海道産広葉樹を用いた黒毛和牛向けの粗飼料の開発

北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 …… 39

アカマツ薬剤注入材の材質試験

長野県林業総合センター …… 41

立木段階での材質・性能予測に関する研究

愛知県森林・林業技術センター …… 43

スギ材の効率的な葉枯らしシステムの開発

鳥取県林業試験場 …… 45

高温セット法を用いたスギ大断面心持ち正角の人工乾燥

島根県中山間地域研究センター …… 47

岡山県産ヒノキによる木質防火材料の開発

岡山県農林水産総合センター 森林研究所 …… 49

広島県産コウヨウザンから作製したLVLの強度性能

広島県立総合技術研究所 林業技術センター …… 51

木製ガードレールの現況調査と適切な維持管理の方法

熊本県林業研究・研修センター …… 53

一般流通製材を用いた大断面柱材の開発

大分県農林水産研究指導センター …… 55

特用林産

青森県の気候に適したアラゲキクラゲ品種の作出

青森県産業技術センター 林業研究所 …… 57

ドラム缶式・ペール缶式精油採取装置の開発

長野県林業総合センター …… 59

バカマツタケの林地栽培試験

奈良県森林技術センター …… 61

山菜イタドリの増殖と機能性成分活用に係る研究開発

和歌山県林業試験場 …… 63

広葉樹コンテナ苗を利用した菌根性きのこ感染苗の育成

岡山県農林水産総合センター 森林研究所 …… 65

カラマツヤツバキクイムシ被害拡大抑制技術の開発

北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場 保護種苗部 徳田 佐和子・小野寺 賢介¹・和田 尚之
森林経営部 滝谷 美香・竹内 史郎²
(¹ 現 企画調整部、² 現 道北支場)

研究の背景・ねらい

カラマツは北海道の主要な造林樹種であり、道内における資源量はカラマツ類全体で面積：423千ha、蓄積：89,830千m³にも及びます。しかし、近年、重要な森林資源であるカラマツ人工林でカラマツヤツバキクイムシによって、これまでにない大規模な衰退・枯死被害が発生し、2016年度の被害報告は2,000ha以上にも及びました。枯死被害を最小限におさえるためには、状況を迅速に把握し、被害拡大の温床となる被害木の伐倒・搬出を早急に実施する必要があります。そこで、道総研では、2017～2019年度の重点研究として、1) 無人航空機を利用した早期被害把握技術の開発、2) キクイムシ被害の拡大過程の解明と抑制技術の開発、3) 被害対策の効果検証と被害対策方針の提示に取り組みました。

成 果

- 汎用型 UAV で空撮し、空撮画像の樹冠の色を判別することにより、健全木、枯死木（前年度以前に発生）、新規枯死木（その年に発生）を個体毎に識別することができました。このとき、高度 500m からの空撮であっても十分な精度が得られることが明らかとなりました（表 1）。空撮時期としては、新規枯死木が発生し、かつ、ハバチ等による葉食害が顕著になる前の 6 月～8 月が適していました（写真 1）。撮影頻度は、通常は年 1 回、被害拡大が急速であれば月 1 回が推奨されます。空撮画像から算出した被害木の分布密度（本数被害率）により、被害レベルは、高（本数被害率 25% 以上）、中（同 10～25%）、低（同 10% 未満）に分けられました。
- 大量枯死は 2015 年初夏に始まり、3 年目（2017 年）の本数被害率は 0.6～63.9%（平均 12.8%）に達しました。本数被害率と林分条件（林齢、間伐回数、標高、雪害やハバチ被害の程度など）は無関係でした。被害レベル高および中の林分では 3 年目にも新規枯死木の発生が継続したこと（図 1）から、これらが優先的に被害木処理を行うべきハイリスク林分といえ、被害の早期把握の重要性が示されました。また、被害地で同時に起こった「キクイムシの増加・カラマツの衰弱・カラマツの防御能力の低下」が、大規模な枯死被害につながったことが示唆されました（写真 2）。
- 被害が激化してからの被害木処理（間伐）には、感染拡大を抑制する明瞭な効果が認められませんでした。一方で収益シミュレーションからは、被害木を早期に収穫・利用すれば経済損失を抑制できることが示されました（図 2 左）。被害木処理後でも被害レベル高では被害が継続する可能性が高く、本数被害率 5% の被害が 5 年間発生し続けた場合には、被害木全体の処理費用として通常の間伐の倍以上の費用がかかり、収益が減少します（図 2 右）。そのため、『被害レベル高は皆伐、被害レベル中は間伐、被害レベル低は経過観察』を基本としながら、林齢等も加味した地域内での優先順位付けに基づいた対策の推進が推奨されます。

成果の活用

本研究で得られた成果は、学会誌、研究発表会などで公表しているほか、普及用パンフレットとしてまとめており、林業試験場 HP (<https://www.hro.or.jp/list/forest/research/fri/kanko/fukyu/pdf/kikuimushi.pdf>) からダウンロードすることができます。これらは、現場関係者を対象とした講習や現地指導の資料としても活用されています。また、本研究で提案したドローン空撮による被害把握法は、汎用機での実施が可能で、手法も大変簡便です。被害が多発した十勝地方の北海道森林管理局、森林室普及課等の業務で使われており、地域の森林管理に役立てられています。

表1 上空150m、500mから空撮した画像の特性

	150m	500m
撮影範囲	約5ha (193×257m)	約55ha (643×858m)
歪みの少ない範囲*	2ha	24ha
1ピクセルの範囲**	5cm	18cm
被害木の識別	枝レベル	樹冠レベル
撮影回数/林分	複数回	1回
飛行許可申請	必要なし	必要あり
特徴	軽度の衰弱まで判別できるが、判読に適した面積は2ha程度	中心部面積は24ha、全体を認識可。150m空撮との平均誤差3%以下で被害把握可

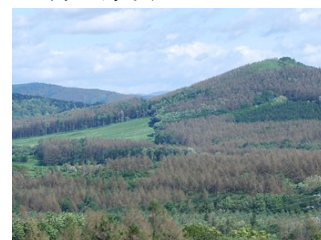
DJI社製 Phantom4シリーズを使用

* 画像の縦横三分の一を削除した中心部

** 画像中心部での値



5月に芽吹いたカラマツが7月に枯死した例



葉食害を受けたカラマツは失葉して茶色く見えるため、キクイムシ被害との識別が困難になります。

写真1 キクイムシ被害で発生した新規枯死木（上）とハバチ被害林分（下）

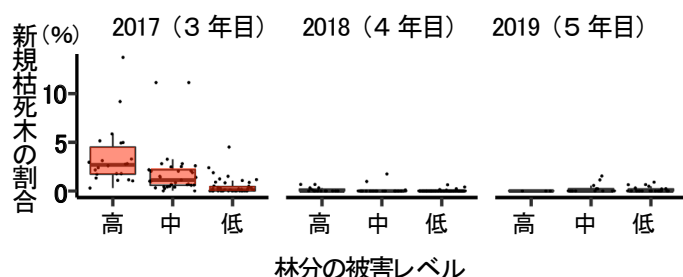


図1 被害レベルと新規枯死木の割合の関係

被害レベルは、高：本数被害率25%以上、中：同10%以上～25%未満、低：同10%未満とした。

衰弱した個体では、キクイムシに対する防御能力が低下しており、樹皮に孔を開けても樹脂が出ません。

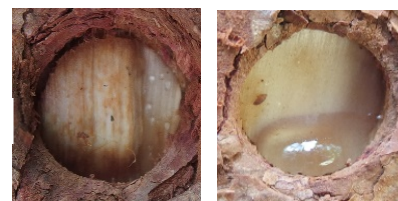


写真2 樹脂流出能調査の結果
左：衰弱木、右：健全木

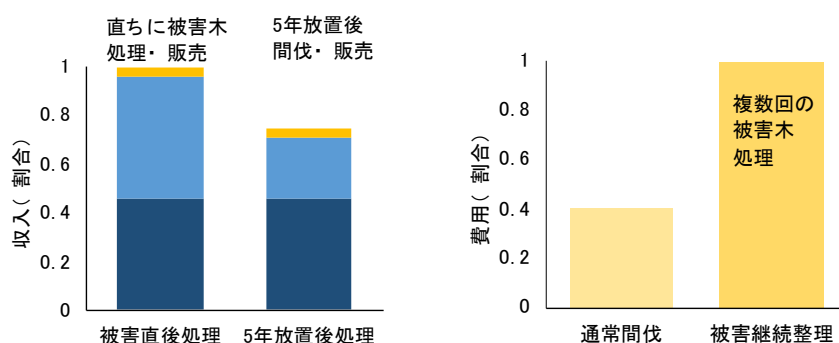


図2 林齢40年時に25%の被害を受けた林分の被害木処理による収入（左）と、被害が抑制されない場合の総処理費用と通常間伐費用の比較（右）

左図：枯死した被害木を1年以上放置すると低質材となるため収入が減少する。

「被害直後処理」における総収入を1とした場合の割合を示した。

材長3.65m、末口径9cm以上を一般材、未満を低質材とした。

■：末口径9cm未満、■：被害木、■：健全木

右図：枯死木の間伐は手間がかかり費用がかさむ。

「被害継続整理」における費用を1とした場合の割合を比較した。

庄内方式による海岸林造成コストの低減効果

山形県森林研究研修センター 森林資源利用部 千葉 翔

研究の背景・ねらい

全国有数の規模を誇る庄内海岸のクロマツ砂防林は、老齢化により部分的に更新の時期を迎えています。クロマツ林の造成コストが高いことがネックとなっており、更新がなかなか進んでいません。一般にクロマツの植栽本数は ha 当たり 10,000 本を標準とし、植栽初期から複数回の本数調整伐を繰り返して仕立てる方式が推奨されています。これに対して、庄内海岸林の一部では、2,500 本 /ha と低密度に植栽し、本数調整伐の回数も少なくする方式がとられています。また、植栽前に地拵えを行った後、天地返しを実施する点も異なります。そこで、それぞれの方法で海岸林を造成した場合をシミュレートして、トータルコストを比較しました。

成 果

クロマツの林冠高が 10 m に達するまでの植栽・保育コストを以下の条件で試算しました。標準方式は通常の地拵えを行った後、ha 当り 10,000 本植栽すると仮定しました。一方、庄内方式は通常の地拵えに重機で掘削・地ならしをする天地返しを実施して、2,500 本 /ha 植栽としました。天地返しはニセアカシアの繁茂の抑制と、土壌の膨軟化によって苗木の活着を良好にする効果があります。

植栽後の保育については、両方式とも下刈りを 5 年間行くと仮定しました。クロマツの本数調整伐は、林冠高 10 m 時点の適正密度 1,055 本 /ha を目安に、標準方式では植栽から 25 ～ 33 % の低い伐採率で計 7 回行うこととしました（表 1）。庄内方式の場合は、初回の本数調整伐で 1 残 1 伐の強度の列状伐採（伐採率 50 %）としました。1 度の伐採で ha あたり 1,250 本にしても、クロマツの成長は阻害されることはなく、枝下高や形状比の低い理想的な樹形を保っていました（図 1）。当地域では冠雪害の危険があることから、形状比を低く抑えることは重要です。そこで、植栽木の樹高が 7 m に達する 11 年目の時点で半数を伐採すると仮定しました（表 1）。

上記の条件に従い、海岸林造成の総経費をそれぞれの方式別に算出しました（図 2）。標準方式のトータルコストが 766 万円 /ha であったのに対し、庄内方式では 411 万円 /ha と植栽および本数調整伐の経費が大幅に縮減されました。このように、植栽前に天地返しを加えても、造成コストが低減されることが示されました。

成果の活用

当研究の一連の成果は、東北森林科学会等で発表するとともに、一般県民向けの広報誌でも公表しています。今後も低コストで効率的な施業を提案して、防災機能の高い海岸林造成に努めていきます。

表1 造成方法別のシミュレートした施業内容

		経過年数													
地拵え	植栽(本/ha)	1~4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
標準方式	通常	10,000	●	●		●	●		●		●		●		
			7,500	5,000		3,750	2,500		1,875		1,406		1,055		
庄内方式	天地返し	2,500							●						
									1,250						

●は本数調整伐の実施年、その下の数字は残存本数（本/ha）を示す。

※標準方式の本数調整は『クロマツ海岸林の管理の手引きとその考え方-本数調整と侵入広葉樹の活用-』森林総合研究所（2011.3）」を参考にした。

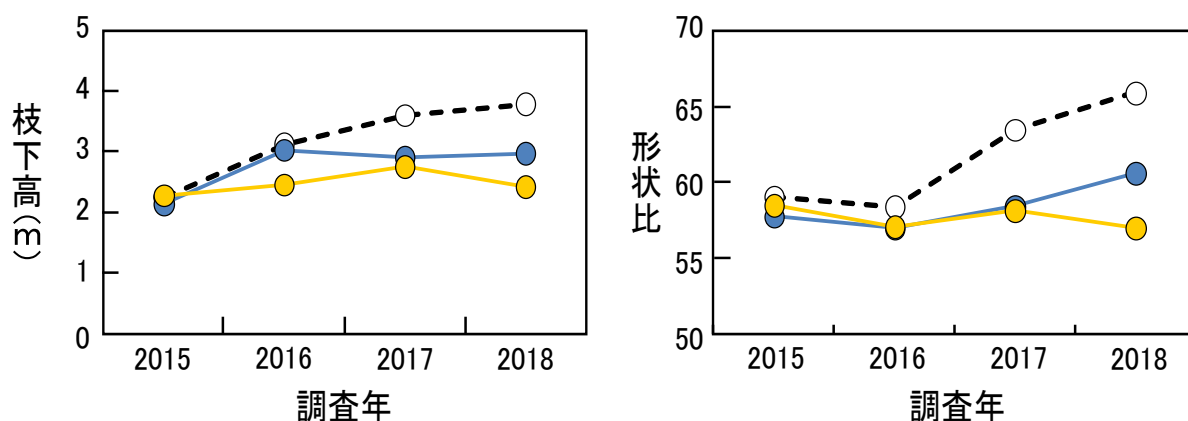


図1 伐採率が異なる試験区別の樹形の推移

植栽後8年経過したクロマツ林が対象。異なる伐採率で本数調整伐を行った後、成長量や樹形の推移を4年間追跡した。○：伐採をしない無処理区、●：2残1伐で1,750本/haとした伐採率30%区、●：1残1伐の1,250本/haの50%区（庄内方式）。

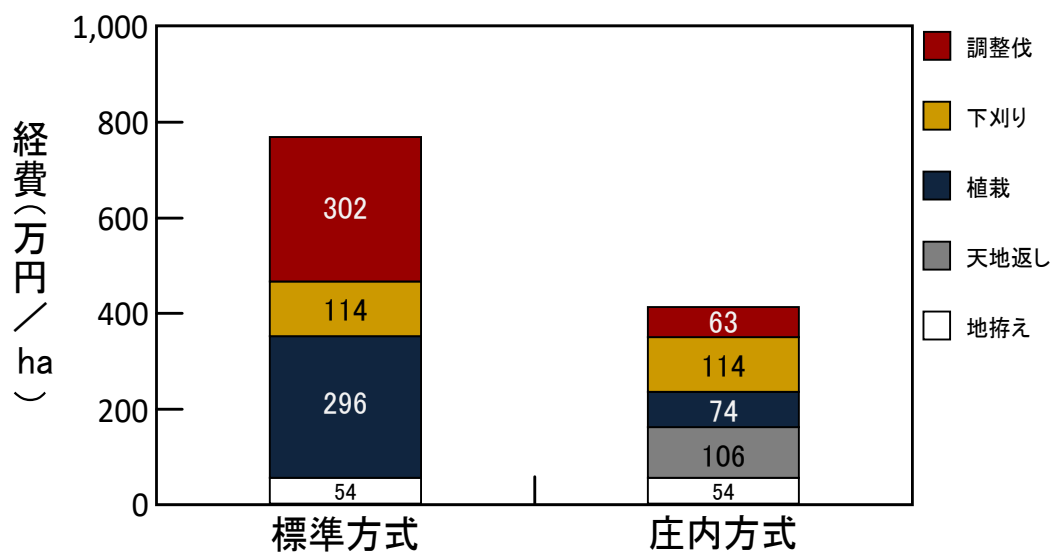


図2 造成方式別のトータルコスト

キリ玉植苗の開発

福島県林業研究センター 林産資源部 手代木 徳弘

研究の背景・ねらい

会津桐は福島県を代表する林産物で、全国的に高い評価を受けています。しかし、近年は新規の植栽がほとんどなくなり、蓄積は減少の一途をたどっています。キリの栽培が減っている要因の一つに、秋植えの場合ネズミやウサギによる獣害や凍雪害を防ぐ手間がかかることがあげられます。そこで、植栽初期に獣害防止や凍雪害防止の措置が不要で、なおかつ、良質材を育成するための特殊技術が不要な「玉植苗」(地上部を切除した大玉のポット苗)を開発しました(図1、2)。

成 果

玉植苗(大)、玉植苗(小)、実生ポット苗、分根ポット苗を植栽し、1年後に生育調査を行いました(表1)。その結果、玉植苗(大)と分根ポット苗の樹高成長は良好で、平均で4mを超えましたが、玉植苗(小)と実生ポット苗は樹高平均が3m程度にとどまりました(図3)。形質についてはすべての分根ポット苗が「曲」に区分されましたが、玉植苗(大)は通直な個体が多くなりました(図4)。

「玉植苗」(大)は初期成長が良く、通直で、1年目に樹高が4mを超えるため標準的な1番玉の長さである3mの材を確保できます。このことにより欠点の少ない1番玉が生産され、特殊技術である2段仕立てが不要となります。

成果の活用

桐材はフローリングなどの新用途が増え需給が逼迫しています。植栽後初期の管理が容易で成長や形状の良いキリ生産が期待できる「玉植苗」を利用することは、栽培面積の拡大につながり、中山間地域の林業所得向上に寄与すると思われます。

高齢人工林の更新が重要な課題となっていますが、生育地には里山に近いキリ栽培適地も多くみられます。植栽初期の管理が容易になり、特殊な技術等が不要になれば、スギやヒノキに比べて経済性の高いキリが、再造林樹種の選択肢の一つになると考えられます。

現在、令和元年度からの現地適応化事業において、「玉植苗」生産者の組織化を進めています。



図1 玉植苗（大、φ40cm）



図2 玉植苗の植栽状況

表1 玉植苗と他の苗の比較試験の概要

試験区	植栽苗の詳細	供試本数
玉植苗（大）	40cmスリットポットに植え替え、落葉後出荷時に台切りした苗	6
玉植苗（小）	24cmスリットポットに植え替え、落葉後出荷時に台切りした苗	6
実生ポット苗	24cmスリットポットに植え替え、台切りを行わず出荷した苗	6
分根ポット苗	最初から24cmスリットポットで育成した分根苗	6

○植栽条件

- ・植栽は縦、横、深さとも80cmの植え穴とし、元肥に堆肥80L、発酵鶏糞50kgを使用した。
- ・地面より15cm程度高く植栽し、植え穴廻りにパーク堆肥50Lをマルチング施用した。
- ・発芽後20日で萌芽整理、その後3回芽掻き実施、下刈り1回を実施した。

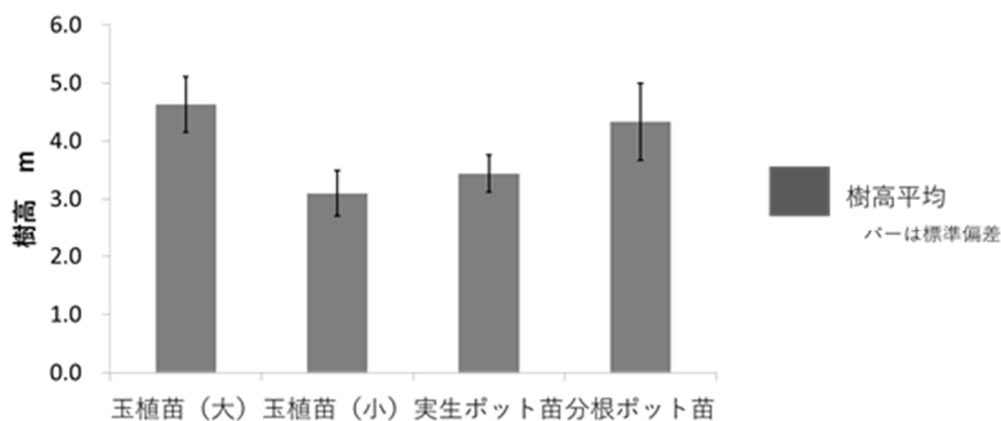


図3 植栽1年後における苗種別樹高平均値

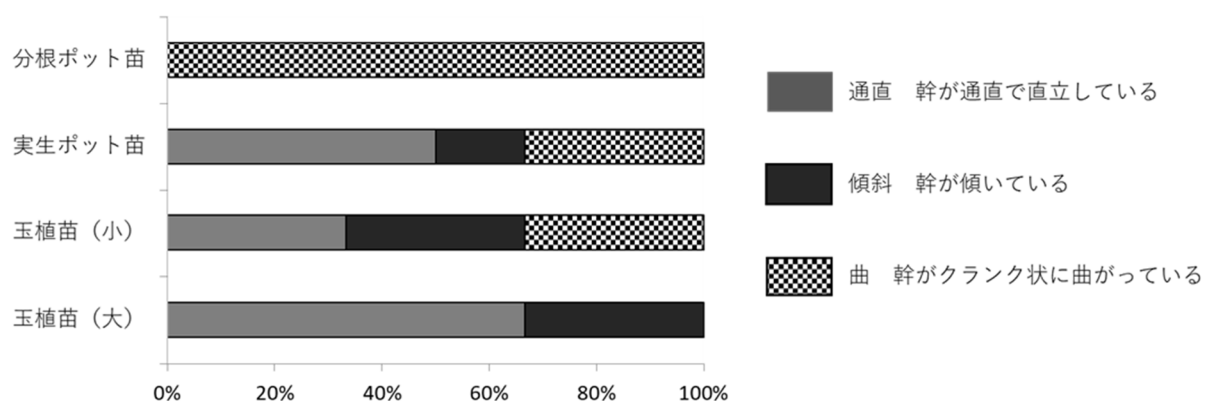


図4 植栽1年後の苗種別の各形質の出現割合

新たな獣害防除資材「単木柵」の開発

群馬県林業試験場 坂和 辰彦

研究の背景・ねらい

人工林獣害は、植栽初期から伐期まで継続して発生し、特に幼齢木ではニホンジカ等から多くの獣害を受けます。獣害対策は、忌避剤散布やネット柵及び単木防除資材の設置が主流です。しかし、忌避剤はシカによる樹皮剥ぎ、角擦りにはほとんど効果がありません。ネット柵は適切な管理を怠ると資材破損が生じ、動物は容易に侵入します。また動物が侵入すると植栽木が全滅するリスクもあります。既存の単木防除資材はコストが高いものが多く、樹種によっては一部資材による成長阻害も指摘されています。

このため、既存対策の欠点を改善する新たな防除資材を試作し、これを「単木柵」として開発を行い、その効果を検証しました。

成 果

経年劣化や破損、動物による噛み切りに強いワイヤーメッシュ（図1）を利用し、単木柵を試作しました（図2）。シカの生息密度が高い地域を試験地として選定し、スギ、ヒノキ、広葉樹（コナラ等4種）を対象に単木柵を設置しました（表1）。各試験地は、単木柵設置区と設置なしの対照区を併設し、両者を比較してシカ被害の防除効果を検証しました。

結果、単木柵を設置したものはシカによる樹皮剥ぎ、角擦りの被害は全く受けず、有効性が確認できました（表2）。一方で柵を設置しても、柵の高さである1 m付近まで成長したスギ及び広葉樹では頂部食害が見られました。そのため、単木柵の高さを1.5 mに改良したところ、スギは頂部食害がなくなりました（表3及び図3）。それでも主軸が偏った成長をするカエデなどの樹種では、柵外に頂部が出てしまい食害を受ける傾向が確認されました（表3）。

このことから、単木柵は樹皮剥ぎと角擦りを防ぐことが可能であり、頂部食害は通直に成長する樹種に対して1.5 m以上の高さで設置すれば効果が高いことが分かりました。

枯死に繋がる人工林のシカ被害は主に頂部食害、樹皮剥ぎ、角擦りの3種類です。中でも樹皮剥ぎと角擦りは伐期まで継続して発生する被害です。現在、両被害を防げる単木防除資材はありません。本研究で、今まで対応困難であった両被害を防ぐ技術として、単木柵の可能性が見出されました。金属柵であるため長期間防除効果の維持が可能なが見込まれるため、シカ獣害を長期に渡って防ぐ技術として期待されます。

成果の活用

単木柵1基の資材費は約450円と安価であり、資材による成長阻害も見られません。倒木等による破損時も植栽地全体への影響は軽く、管理の手間が掛かりません。この防除法は緩傾斜（20°以下程度）且つ低密度な植栽地で特に有効であり、事業地での活用を考えています。



図1 ワイヤーメッシュ



図2 単木



図3 スギ改良柵

表1 試験地概要

No.	設置箇所	標高 (m)	樹種	苗種	植栽月	設置月	植栽数 (本)	設置数 (基)
1	前橋市富士見町	603	スギ、ヒノキ	コンテナ苗	H30.6	H30.6	100	70
2	下仁田町南野牧	697	スギ	裸苗	H30.5	H30.12	80	50
3	藤岡市上日野	842	ヒノキ	規格外大苗	H31.4	H31.4	25	20
4	前橋市富士見町	606	ヒノキ	規格外大苗	H31.5	H31.5	25	20
5	前橋市富士見町	700	広葉樹	裸苗	H30.4	H30.5	253	144

表2 試験結果

試験地	頂部食害率 (%)	樹皮剥ぎ・ 角擦り被害率(%)	平均樹高 (cm)	平均健全度 (0:枯死~5:健全)
No.1 単木柵設置区	0 (0本/70本)	0 (0本/70本)	97.5	3.51
対照区	70 (21本/30本)	0 (0本/30本)	-	0.00
No.2 単木柵設置区	28 (14本/50本)	0 (0本/50本)	145.0	4.85
対照区	100 (30本/30本)	0 (0本/30本)	32.2	2.33
No.3 単木柵設置区	0 (0本/20本)	0 (0本/20本)	163.1	5.00
対照区	0 (0本/5本)	40 (2本/5本)	164.0	4.80
No.4 単木柵設置区	0 (0本/20本)	0 (0本/20本)	229.3	5.00
対照区	0 (0本/5本)	80 (4本/5本)	170.0	2.75
No.5 単木柵設置区	76 (110本/144本)	0 (0本/144本)	93.9	3.72
対照区	91 (99本/109本)	0 (0本/109本)	82.9	0.22

No.3はR1.10月時点、No.5はH30.10月時点、それ以外はR2.10月時点での調査結果

表3 試験結果(改良)

試験地	頂部食害率 (%)	樹皮剥ぎ・ 角擦り被害率(%)	平均樹高 (cm)	平均健全度 (0:枯死~5:健全)
No.2 改良柵設置区	0 (0本/25本)	0 (0本/25本)	168.5	4.92
No.5 改良柵設置区	21 (39本/187本)	0 (0本/187本)	144.9	3.89

R2.10月時点での調査結果

枝打ちによるスギの非赤枯性溝腐病の発生抑制効果

千葉県農林総合研究センター 森林研究所 小林 真生子¹・岩澤 勝巳
(¹: 現千葉県農林水産部森林課)

研究の背景・ねらい

スギの非赤枯性溝腐病は、植栽後概ね 20 年以上経過してから形成層や辺材が侵されて幹に溝ができる病気で、形成された溝や腐朽により材価を著しく下げするため、林業上問題となっています。千葉県ではサンプスギを中心に、罹病木が多く存在します。本病は、一度感染すると感染部位の腐朽を止める手立は見つかっておらず、感染を防ぐことが被害を減らす上で重要です。

病原菌は主に枯枝から侵入し、感染する場合があります。このため、同一林分内の同一の個体に枝打ちを行った部位と枝打ちを行わなかった部位が存在するサンプスギを調べ、枝打ちの効果を検討しました。また、枝打ち時に殺菌剤を塗布することで、殺菌剤を塗布しない通常の枝打ちよりも本病の防除に効果があるかについても検討しました。

成 果

1. 14 年生時 (1988 年) 又はそれ以前に枝打ちを行った部位と、枝打ちを行わなかった (枯枝となっている又は落枝している) 部位を交互に 2 か所ずつ設定した個体 60 本 (図 1) において、非赤枯性溝腐病被害の特徴である溝の有無を 2017 年に調査しました。その結果、枝打ちを行った部位と枝打ちを行わなかった部位では統計的に有意な差があり (表 1)、枝打ちを行った部位で溝が認められた個体は非常に少なかったため (表 2)、枝打ちは溝の発生を抑える効果があると考えられました。なお、無作為に伐倒した調査木 6 本の溝について非赤枯性溝腐病の病原菌チャアナタケモドキの存在を DNA で確認したところ、全ての溝からチャアナタケモドキの DNA が検出され、観察された溝が非赤枯性溝腐病によるものであると考えられました (図 2)。
2. 通常の枝打ち個体と枝打ち後の殺菌剤塗布個体の比較では、全ての部位で溝数に有意な差が見られず (表 3)、枝打ち時に殺菌剤を塗布しない通常の枝打ちでも十分に、非赤枯性溝腐病の発生を抑制できると考えられました。

成果の活用

本研究で得られた成果は日本森林学会誌 102 巻第 5 号に掲載されました。今後は、県内の罹病の少ないサンプスギ林について非赤枯性溝腐病を予防するため、手引書等の作成により本成果の普及を図っていく予定です。

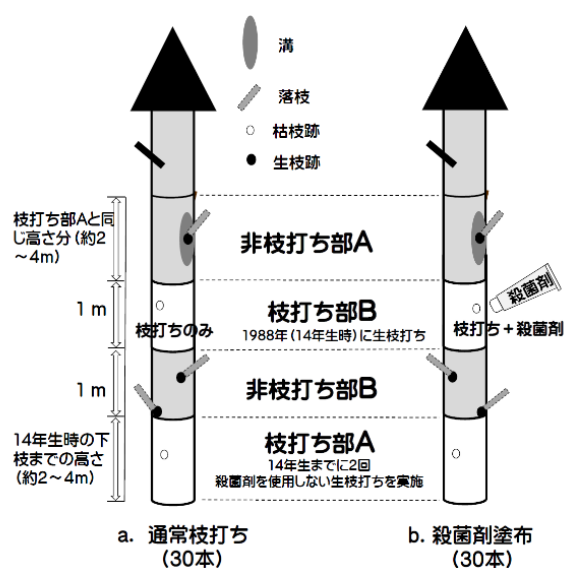


図1 調査木の概要

表1 部位ごとの1 m当たりの溝数

部位	溝の平均本数/m±標準誤差
非枝打ち部A	0.207±0.043 ^a
枝打ち部B	0.071±0.071 ^b
非枝打ち部B	0.214±0.094 ^{a,b}
枝打ち部A	0.013±0.013 ^b

Steel-Dwass検定：
異なる記号間には $p < 0.05$ 水準で有意な差がある

表2 各部位における溝の本数ごとの発生個体数 (本)

溝の本数	部位			
	非枝打ち部 A	枝打ち部 B	非枝打ち部 B	枝打ち部 A
0	12	27	23	27
1	14	0	4	1
2	2	1	1	0

調査木のうち、溝が認められた個体（通常枝打ち13本、殺菌剤塗布15本）について算出

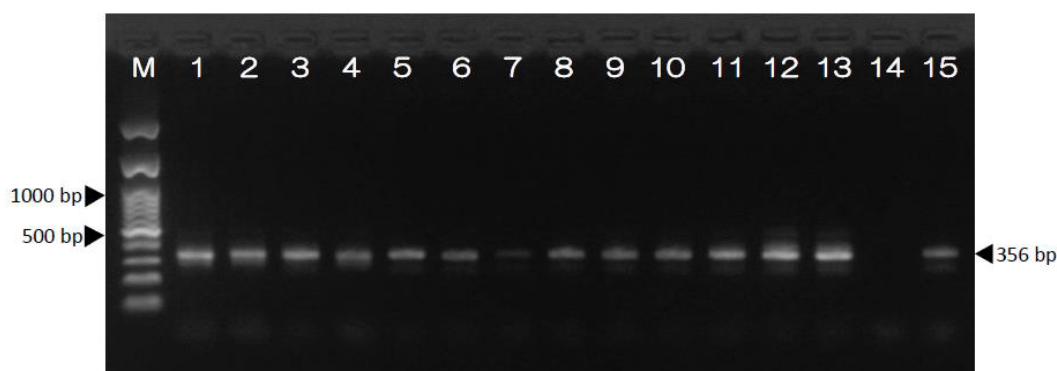


図2 溝部からのチャアナタケモドキDNAの検出

M. マーカ（100 bp DNA Ladder）、1～13：各溝から抽出したDNAのPCR産物、
14：滅菌水（ネガティブコントロール）、15：チャアナタケモドキ（ナシ萎縮病菌AP165）の菌糸DNA（ポジティブコントロール）

表3 通常枝打ち個体と殺菌剤塗布個体の部位ごとの平均溝数

部位	通常枝打ち(本) n=13	殺菌剤塗布(本) n=15	p*
非枝打ち部A	0.46	0.80	0.19
枝打ち部B	0.15	0.00	0.32
非枝打ち部B	0.31	0.13	0.49
枝打ち部A	0.00	0.07	0.39

* Wilcoxon検定

調査木のうち、溝が認められた個体（通常枝打ち13本、殺菌剤塗布15本）について算出

体毛抽出 DNA を用いた東京都のクマの個体識別

東京都農林総合研究センター 緑化森林科 久保田 将之・新井 一司
東京都環境局 下沖 嘉孝

研究の背景・ねらい

東京都において、ツキノワグマは絶滅危惧種に指定されていますが、造林木の皮剥ぎ等の林業被害のみならず、人的被害も懸念されています。また、近年トラップ等に残されたクマの体毛から DNA を抽出し、個体を識別することにより生息密度の推定を行うヘアトラップ法が使用され始めています。本研究では、東京都多摩地域に生息するクマの生息密度推定や林業被害や人的被害を起こすクマ個体の特定のため、ヘアトラップ法を行い、個体識別を試みました。

成 果

2018 年 6 月下旬～9 月中旬に東京都多摩地域の山間部において、計 40 か所のヘアトラップを設置しました(図 1)。トラップの誘引物にはハチミツを使い、トラップの周りを 1 辺が 4 m の正形状の有刺鉄線で囲むことで誘引されてきたクマの体毛を採取しました。約 2 週間に一回見回りを行い、計 5 回にわたって有刺鉄線に残された体毛を回収しました。回収した体毛の毛根部分を 0.5 cm ～ 1 cm 程度に切り取って DNA を抽出しました。有刺鉄線の一つの針部分に残された複数の体毛は全て一つのサンプルとして扱い、毛根がないサンプルについては、毛根に近い部分を切り取って抽出を行いました。抽出した DNA を 1 座のマイクロサテライト (SSR) 領域で増幅しました。SSR 領域は、個体による変異が多いため、科学捜査の個人特定等にも使用される遺伝マーカーです。増幅されたものについて、8 座の SSR 領域を PCR 増幅し、得られた断片長をもとにクマ個体の識別を行いました。

トラップにより合計 107 サンプルを回収し、そのうち顕微鏡観察によって 67 サンプルをクマ体毛として解析しました。このうち 35 サンプルが SSR 領域 (UamD2) により増幅され、さらに 8 座の SSR 領域により、30 サンプルを 21 個体に識別できました(表 1)。UamD2 による増幅では毛根を含む体毛数が多いほど増幅成功率が高く(図 2)、安定した解析には毛根を含む体毛数が 10 本以上あることが望ましいと考えられ、先行研究と一致しました。一方で毛根を含まないサンプルでも本数が 5 本以上であれば半数程度のサンプルについて増幅が可能でした。8 座の SSR 領域による P_{ID} は 1.6×10^{-3} と算出されました。 P_{ID} は、異なる個体の遺伝子型が偶然一致してしまう確率を表すため、値が低いほど正確な個体識別ができているといえます。本研究では上記のような低い値であったため、東京都多摩地域のクマの個体識別には使用した 8 座の SSR 領域で十分であると考えられました。

成果の活用

今回の結果を受けて、東京都環境局ではクマの個体数推定にヘアトラップ法を活用していくこととしました。

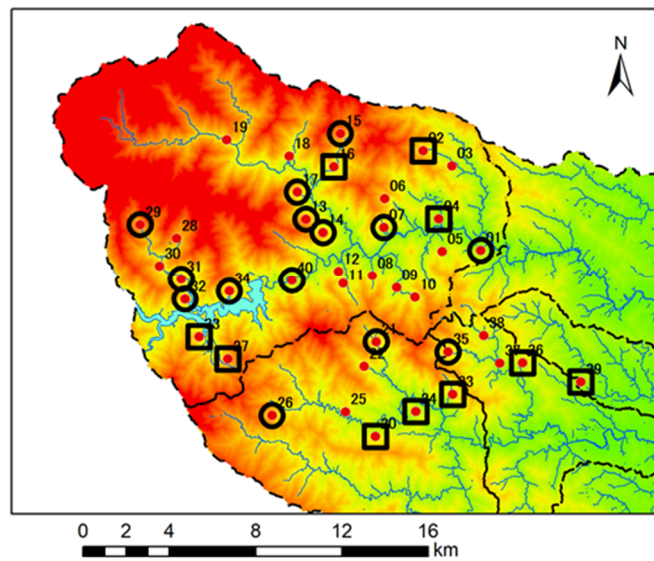


図1 トラップの位置

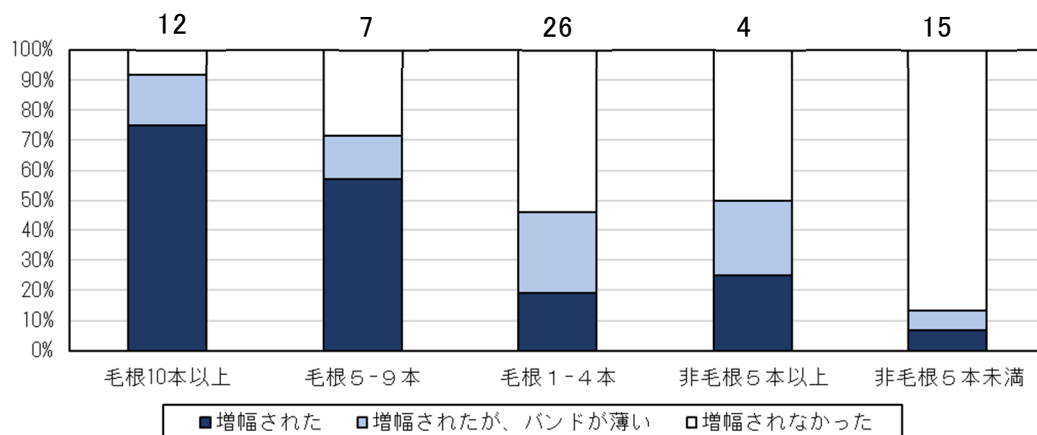
※数字はトラップ番号を示す

※○で囲んだトラップは、個体識別されたクマが確認されたトラップ

※□で囲んだトラップは、個体識別できなかった体毛が得られたトラップ

表1 識別された個体

クマ個体	確認回数	トラップ番号	クマ個体	確認回数	トラップ番号
くま1	1	40	くま12	1	34
くま2	1	17	くま13	1	32
くま3	1	1	くま14	2	7
くま4	1	14	くま15	2	29
くま5	1	17	くま16	2	31
くま6	1	29	くま17	1	35
くま7	1	21	くま18	1	17
くま8	1	13	くま19	1	15
くま9	1	7	くま20	1	26
くま10	1	17	くま21	2	14
くま11	2	15			



※「非毛根」は毛根がない体毛を示す

※棒グラフの上の数字はサンプル数を示す

図2 体毛本数ごとのUamD2増幅成功率

[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]

低コスト化を目指した防鹿柵のシカ防除効果

長野県林業総合センター 育林部 柳澤 賢一

研究の背景・ねらい

長野県内の皆伐再造林地では、シカによる食害等の防除対策が必須であり、低コスト再造林が進められている中、獣害対策についてもコスト削減が求められています。一般的に物理的対策で有効とされる防鹿柵については、資材の設置コストが高く、補修を含めた維持管理コストがかかるといった問題があります。そこで、汎用資材を用いた防鹿柵である「簡易柵」の設置から維持管理までのトータルコストを下げるため、支柱の一部に立木を利用した設置方法及びシカ防除効果を検討するとともに、簡易柵の一部が倒壊した場合の柵内へのシカの侵入状況を調査しました。

成 果

1. トータルコストの低減

簡易柵の基本部材は表1及び写真1のとおりで、支柱は2m間隔で地面に40cm埋設し、パイプハウス用のパッカーを用いて高さ2mで支柱にネットを固定します。また、支柱間あたり1か所にアンカーピンでネットを地面に固定します。試験区は表2のとおりで、A区では、試験区の斜面上部及び下部にあたる面のネットを支柱の代わりに立木にバンドで固定する方法とし、両側面は支柱の強度を増すため支柱1本置きに、斜め下方から控え支柱を設置し支柱と固定しました。B区はA区の控え支柱がない方法、C区は支柱のみの方法としました(写真2)。設置後、年に3～4回程度の見回りと補修をした結果、設置から4年間のトータルコストは、設置コストが低くかつ破損の少なかったB区がもっとも低く(331円/m、表2)、一般的に防鹿柵として用いられる通常防鹿柵(グラスファイバー支柱とステンレス入りPEネット)の設置見積額(2,000円/m)と比較すると約1/6となりました。

2. 植生の被害防除効果

簡易柵の効果を確認するため、柵外とC区柵内に植生プロットを設置し、木本類及び草本類の植被率及び、シラカンバの上位20本の樹高を比較しました。その結果、設置4年後の木本類植被率と草本類植被率は、それぞれ柵外が3.3%と28.8%、柵内が90.0%と10.0%となりました。また、シラカンバの平均樹高は、柵外が5.0cm、柵内が176.6cmでした(図1)。簡易柵の破損により一時的にシカの食害を受けたC区でも、年に3～4回程度の管理頻度により木本類の遷移が明らかに進みました。

3. 簡易柵破損時のシカ侵入状況

簡易柵が破損した場合のシカの柵内侵入状況を調査するため、B区の斜面上部側のネットの中央を幅4m脱落させて開口部をつくり、自動撮影カメラにより観測しました。脱落15日後には開口部から2m位置の柵内(柵内1)で最初のシカが撮影され、脱落后14ヶ月間の合計撮影枚数を比較すると、開口部から離れるほど柵内へのシカの侵入が少なくなりました(図2)。簡易柵があることによりシカが警戒し柵内に侵入しづらいと推測されましたが、侵入を確実に防ぐため、台風などにより柵の破損の可能性がある場合には、早急に見回りと補修が必要と考えられます。

成果の活用

本成果は、「野生生物と社会」学会で発表、当センターの研究報告に記載し、各関係機関に普及、情報提供しています。

表1 簡易柵の設置資材

部材	規格
支柱(写真①)	φ=20mm、L=240cmの農業用中空鋼管
ネット(写真②)	H=200cm、網目16mmのポリエチレン製
止め具(写真③)	φ=19mmのパイプハウス用パッカー
アンカーピン(写真④)	L=300mmのプラスチック製
立木とネットの固定	W=15mmのポリエチレン製バンド



写真1 各部材の紹介



写真2 各区の設置状況（左から、A区、B区、C区）

表2 各試験区のコスト比較とシカ侵入の有無

試験区	設置								補修					4年間の トータル コスト (円/m)	柵内への シカ侵入 の有無
	設置 数量 (m)	支柱使用 本数(本)	立木使用 本数(本)	控え支柱	資材費 (円)	労務費 (円)	設置 費用 (円)	設置 単価 (円/m)	見回り 回数 (回)	ネット (箇所)	支柱 (本)	パッカー (個)	補修 単価 (円/m)		
A区	90	32	12	一本おき	21,680	6,720	28,400	316	15	1	9	36	32	348	有り
B区	90	32	9	なし	19,118	5,951	25,069	279	15	0	15	76	52	331	無し
C区	68	35	0	なし	17,889	3,756	21,645	318	15	2	34	27	147	465	有り

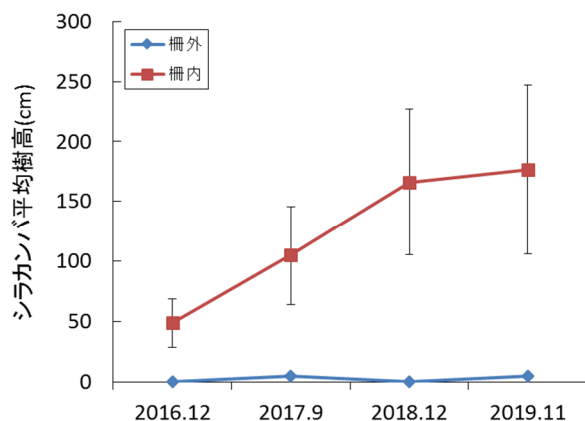


図1 シラカンバの樹高推移
エラーバーは標準偏差

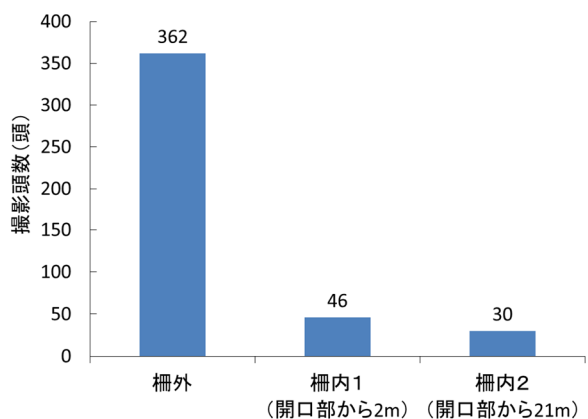


図2 柵脱落后14ヶ月間のシカ撮影頭数

表土流亡の抑止効果に着目したヒノキ林の下層植生分類

岐阜県森林研究所 森林環境部 渡邊 仁志

研究の背景・ねらい

岐阜県内の民有林面積の約6割を占めるヒノキ人工林では、間伐の遅れなどによる過密化により下層植生が衰退し、表層土壌の流出（表土流亡）が発生しやすくなります。この現象は森林の生態系サービスを維持する点で問題があるため、適切な林分管理により下層植生を維持する必要があります。しかし、表土流亡の抑止効果は下層植生の種類や量（下層植生タイプ）によって異なります。本研究では、下層植生の植被率と優占種によって分類した従来の下層植生タイプに、本州中部太平洋側の寡雪地域に多く分布するミヤコザサやスズタケが優占するタイプの植生型（以下、ササ型）を追加し、各下層植生タイプの表土流亡の抑止効果を再序列化しました。

成 果

岐阜県南部にあるヒノキ林54箇所（表1）で調査を行いました。その結果、ササ型は標高約400～1,000mに出現し、分布範囲は草本型、低木型、貧植生型と比べると狭く、かつシダ型より高標高に出現することが分かりました（図1a）。また、ササ型が出現する林分の立木密度は、貧植生型を除く他のタイプと大きく違いませんでしたが、収量比数は統計的な有意差はないものの、貧植生型に続いて高い傾向がありました（図1b、c）。つまり、ササが優占するタイプの植生型は、高標高地において、林分疎密度が高く光条件がやや悪化したヒノキ林下にも出現する可能性が示されました。

ササ型の特徴をみると、全植被率合計は草本型や低木型と同程度であった（図2a）ものの、草本層の植被率合計がシダ型と同等に高く（図2b）、表土流亡の相対的な指標である土壤侵食危険度指数（危険性が高いほど数値が高い）は、草本型や低木型より小さい傾向がありました（図3）。ササ型は葉層とリター層が重層的に地表面を被覆しているため、シダ型に匹敵して表土流亡が発生しにくいと推測されます。したがって、ヒノキ人工林下の下層植生タイプとして、ササ型を独立させることは有効だと考えられます。ササ型を加えると、土壤侵食危険度指数には、小さい順にシダ型<ササ型<草本型≤低木型≤貧植生型の序列が認められました。

成果の活用

本研究（渡邊ら2018）により、評価の客観性を確保したまま、広域で多点の林分における表土移動特性の評価が可能になりました。表土流亡の危険性を面的に可視化できることから、下層植生による表土移動量の評価手法の汎用性の向上が期待できると考えられます。当研究所では、冊子「ヒノキ人工林の表土流亡を防ぐために」を作成し、県内の林業技術者研修などで活用しています。

文献

渡邊仁志・井川原弘一・横井秀一（2018）表土流亡の抑止効果に着目したヒノキ人工林の下層植生分類へのササ型の追加とその序列化. 森林立地 60：55-61

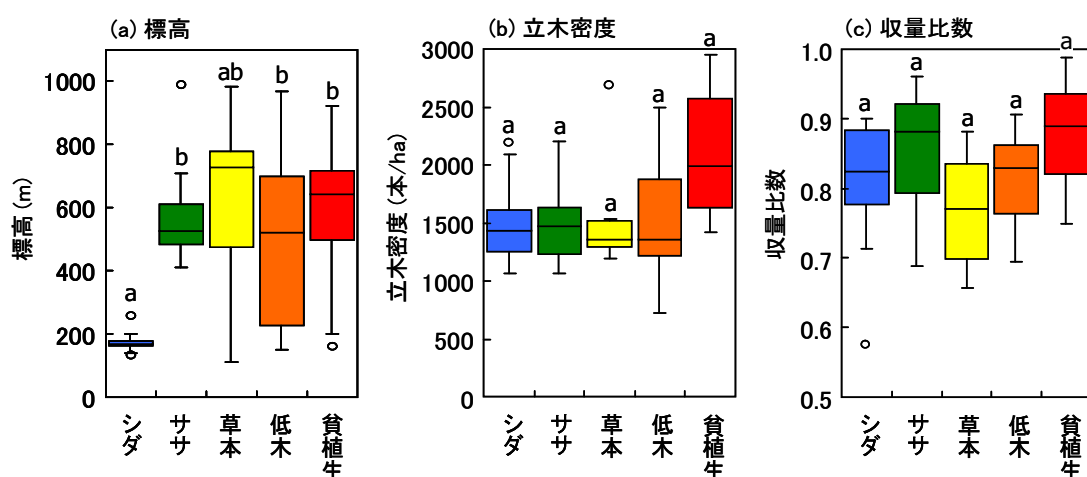


図1 各下層植生タイプが出現する標高 (a)、および上木の立木密度 (b)、収量比数 (c) の分布
 箱中の横線は中央値、箱は四分位範囲、ひげの両端は箱の長さの1.5倍内にある最大値および最小値、ひげの外の○は外れ値を示す。異なるアルファベットはSteel-Dwass検定による有意差 ($p < 0.05$) を示す。

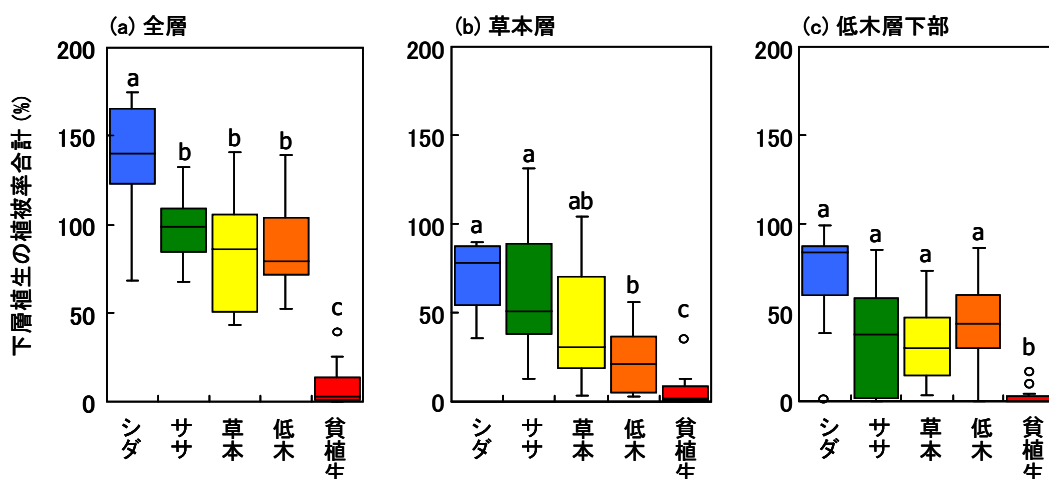


図2 下層植生タイプ別の全層 (a)、草本層 (b)、低木層下部 (c) の植被率合計
 グラフの見方は図1に同じ。

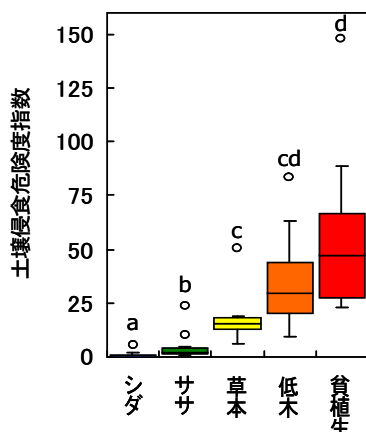


図3 下層植生タイプ別の土壌侵食危険度指数
 グラフの見方は図1に同じ。

表1 調査地の概要

(a) 林分の分布

	平均値	(最小値 - 最大値)
標高 (m)	488 [54]	110 - 986
傾斜 (°)	33 [54]	19 - 45

(b) 林分の概要

	平均値	(最小値 - 最大値)
林齢 (年)	36.9 [53]	21 - 54
胸高直径 (cm)	19.1 [54]	13.2 - 26.7
樹高 (m)	15.8 [54]	10.6 - 22.1
立木密度 (本/ha)	1,623 [51]	720 - 2,950
収量比数	0.83 [51]	0.58 - 0.99
相対幹距比	16.4 [51]	10.9 - 24.4

[]内は解析に使用した調査数

「木材需給情報共有システム」実現への取組

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター 森林資源利用科 佐々木 重樹

研究の背景・ねらい

新設住宅着工戸数の減少に対応するため、林業・木材産業界では、木材の公共施設や商業施設等の非住宅分野への利用拡大に向けた取組が進められています。従来よりも多様な規格、需要の大ロット化が予想される中、丸太生産、製材ともに生産規模が小さい本県では、個別業者での対応は困難です。特に丸太生産側では、正確な森林資源の把握、工期や生産コストの予測が困難で、供給情報を十分な精度で示すことができない現状がありました。本研究では、丸太を森林から伐り出す素材生産業者から、柱や合板等に加工する製材加工業者までが、木材の流通に関する情報を ICT（情報通信技術）の活用によって共有し、一体となって木材を供給する「木材需給情報共有システム」の実現を目指して、地域での実証に取り組みました。

成 果

静岡県森林組合連合会（県森連）では、既に従来の市場での流通に加えて丸太の直送をコーディネートする取組を始めていましたが、コーディネーターが伐採現場を巡回して状況を確認したり、電話や FAX で素材生産業者の情報を収集したりする業務が多く時間を占めていました。こうした取組を、ICT を活用して効率化することを目指し、最大の需要先である合板工場への納品業務をモデルに、関係者と意見を交換しながら、情報システムの開発を進めました（図1）。

本システムでは、各森林組合が翌週の丸太の納入予定を画面上に入力すると、出荷先別にまとめられた納入計画書が作成され、県森連のコーディネーターがこれを確認・修正し、木材需要先に伝達するという流れで業務を進める形になっています。また、メッセージ機能により、森林組合とコーディネーターの間で、スマートフォンやタブレットを使い、現場の情報を文字や写真で共有することができます（図2）。

開発したシステムを用いて、コーディネーターの県森連富士事業所と、伊豆・東部地域の四森林組合を対象に、情報共有の実証試験を行いました（表1）。実証では一連の業務の流れを実施できることが確認され、素材生産業者とコーディネーターの間で、情報を共有する有用性について共通の認識を持つことができました。メッセージ機能については、販売先の調整、搬出経路の障害物に関する情報共有等、土場の状況把握を超えた利用も見られました。

成果の活用

今後は、地域が一体となった生産体制の中で、多くの素材生産業者の現場の情報を共有していくことで、大型の需要に対して丸太を融通し合ったり、作業の遅れを補い合ったりして木材の安定供給が可能となるように、本システムが活用されることが期待されます。また、「スマート林業」として取り組まれている、ドローン等による航空測量や地上レーザースキャナを活用した森林資源計測技術と連携することで、さらに効率よく情報の収集、共有が可能です。



納入予約:現場別に納入予定を入力

納入計画書:出荷先別に自動集計

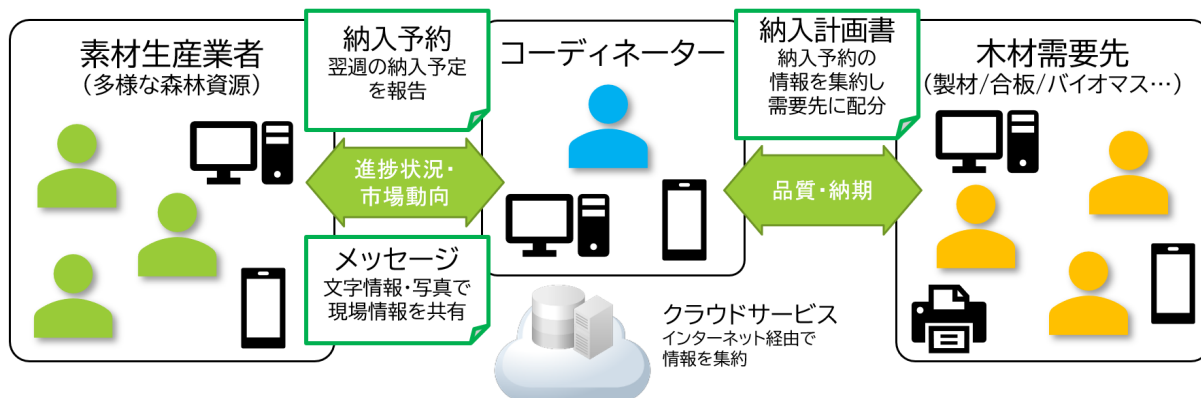


図1 木材の需給情報共有の流れ

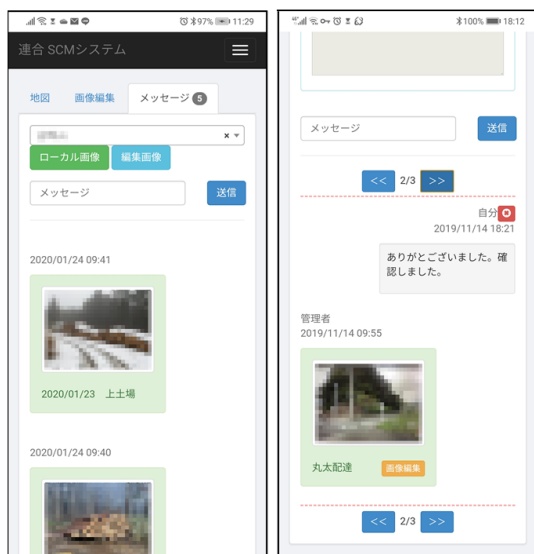


図2 メッセージ機能による情報共有
パソコンからでも、スマートフォンやタブレットからでも利用可能なWebアプリとして開発されたため、現場との情報共有が可能。

表1 実証試験の結果

項目	成果
作業フロー	・メッセージ送受信から納入予約の入力、納入計画書作成までの一連の流れを滞りなく実施
出荷先	・合板工場向けの他に、県森連市場向け、チップ工場向けの丸太についても一括で納入予約を入力し、出荷先3箇所への振り分けを実施
納入予約・納入計画書	・納入予約から納入計画書への転記ミスは解消 ・納入予約への入力ミスが多く発生（初回は27箇所誤入力、チェック方法を検討）
メッセージ	・11/14～12/27の期間に83件（うち写真付き66件）が送信 ・土場の状況確認以外にも活用 (1) 丸太出荷先の確認 (2) トラック経路障害物確認

人工林皆伐前に広葉樹林化の可否を予測する

愛媛県農林水産研究所 林業研究センター 研究指導室 石川 実

研究の背景・ねらい

成熟しつつある人工林資源が増加している中、立地条件に応じ、針葉樹人工林から広葉樹天然林へ（広葉樹林化）、多様で健全な森林へ誘導することが求められています。また、スギ・ヒノキ人工林の主伐（皆伐）が増加しており、育林費用軽減のための天然更新も増えています。天然更新の完了・未了については、皆伐5年後を目途に、地域森林計画の天然更新完了基準（出現樹種・サイズ・密度）により判断されますが、更新未了地（天然更新失敗）の増加が懸念され、人工林皆伐前に更新予測が可能となれば、広葉樹林化の失敗を防ぐことができます。そこで、人工林皆伐跡地実態調査から、更新可否要件を実証し予測することを目標としました。

成 果

人工林皆伐跡地実態調査から、広葉樹林化に重要とされてきた「前生稚樹の存在」、「隣接森林の樹種」、「林分の履歴」の3つのキーポイントをもとに、「人工林内に高木性広葉樹更新木がある」、「周囲に広葉樹種子源がある」、「人工林以前は薪炭林だった（炭窯跡）」に該当するヒノキ人工林（50年生：愛媛県北宇和郡鬼北町、写真1）における皆伐後一成長期経過後の更新木の調査結果を紹介します。

皆伐前（写真2）から成育していた樹高0.3m以上の更新木（前生樹）は、アラカシ、ヒサカキ、シロダモ、ネズミモチ、エゴノキ、スダジイであり、これらの樹種の成育本数の合計は3,800本/haで、皆伐作業時に支障木として伐られた後、萌芽更新していました（図1）。萌芽更新個体は、伐採後に早く成長できる点が有利と考えられます（図2）。この林分では、皆伐後に発生してきた後生樹として先駆性樹種（クサギ、ヤマゲワ）4,900本/haが加わり、広葉樹林化が進むと推測されました。

スギ・ヒノキ人工林から広葉樹林化を目指す場合は、図3の広葉樹林化のキーポイントを皆伐前に確認すべきと考えられます。これまでの実態調査では、「間伐遅れ林分で林内が暗く更新木がない」、「周囲をスギ・ヒノキ人工林に囲まれ広葉樹種子源がない」、「草地や畑等森林外だった」林分においては、広葉樹林化がうまく進まないことが確認されており、そのような林分では広葉樹林化以外の施業を取ることも大切だと考えられます。

今回は、ニホンジカの影響を加味していませんが、考慮する必要があると考えられます。

成果の活用

本研究の成果の一部は、日本森林学会大会や当県の県庁内のロビーにおいてポスター展示するとともに、当センターの研究成果発表会においての口頭発表など、機会あるごとに情報発信しています。

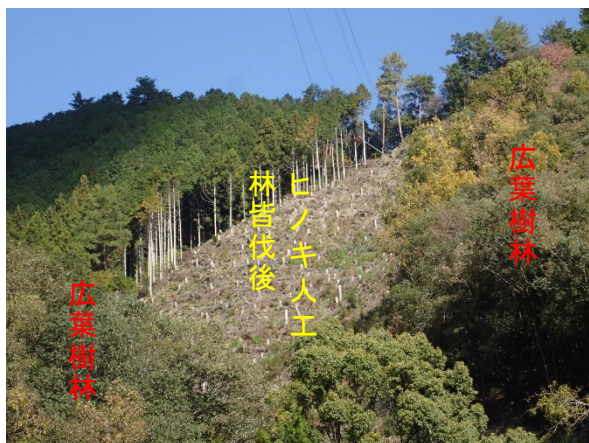


写真1 調査地の概要



写真2 皆伐前から更新木は成育

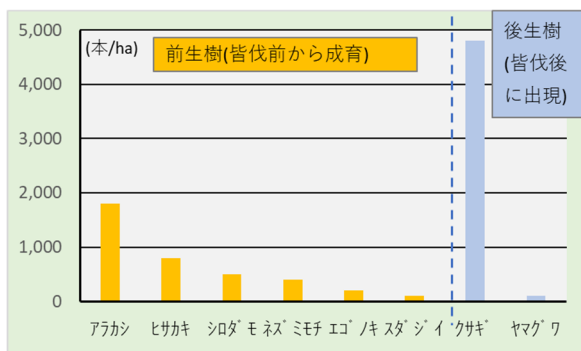


図1 更新木の本数

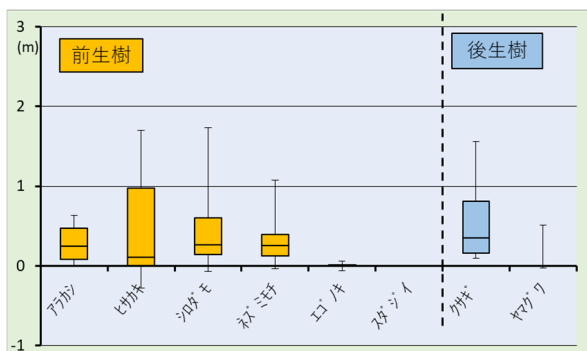


図2 更新木の樹高

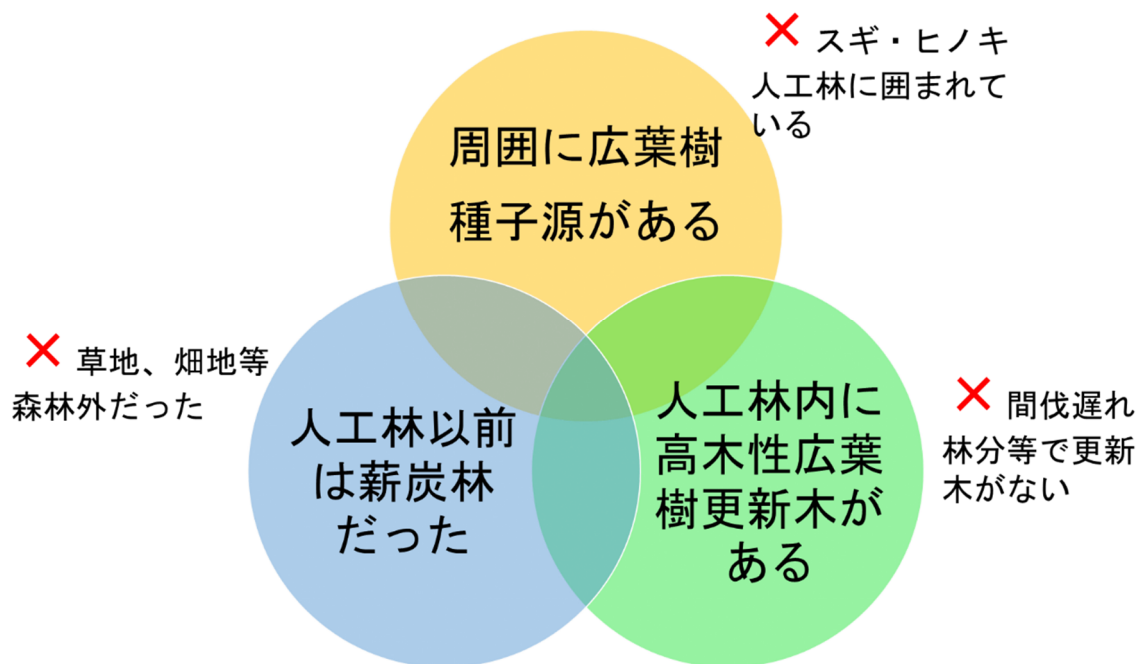


図3 広葉樹林化のキーポイント

地形に適した作業システムの選択に関する研究

高知県立森林技術センター 森林経営課 山崎 真

研究の背景・ねらい

高知県の山林は傾斜が急で、路網の開設が困難な地域が多くあります。そのため、木材生産現場における伐木集造材作業では地形条件に適した作業システムを選択して必要な路網の整備や林業機材の導入を計画的に行うことが、効率の良い作業と一層の低コスト化実現のために重要と考えられます。そこで、DEM（数値標高モデル）を使用して取得した地形情報から作業システムをGIS上で選択し、この手法で選択した作業システムと現在導入されている作業システムを比較することで、この手法の有効性と今後の高知県における林業の基盤整備及び機械導入の方向性の検討を行いました。

成 果

後藤¹⁾の手法により地形情報から作業システムの選択を行いました。国土地理院の10mメッシュDEMから平均傾斜、起伏量、等高線迂回率を算出し、それらの因子より地形に適した作業システムを選択してGIS上に示しました（図1）。さらに、地形や森林施業方法の特徴から高知県を6つの流域に分類し、それぞれの流域における作業システムの出現を相対度数で示すことよって、流域ごとの適した作業システムの特性を表しました（図2）。また、流域別の林業機械導入状況と基盤整備状況を把握するため、バックホウをベースとする林業機械の導入台数の調査（図3）と林内路網密度を調査しました（表1）。

この結果、高知県全域ではタワーヤード等の中長距離架線集材に適した地形が多いことが明らかとなりました。さらに流域ごとの特性をみると、東部流域や物部川流域、吉野川流域、四万十川流域では機械の導入状況や路網の開設状況と地形条件が示す作業システムが概ね妥当だと考えられました。一方で、仁淀川流域は 0.45m^3 クラス以上の機械の導入数が多くなっていますが、地形条件から判断すると 0.25m^3 クラスに適した地域もあることから、作業道の開設と合わせてこれらの作業システムの導入が必要であることが考えられました。また、西部流域は、現況では 0.45m^3 クラスの機械が多く導入されていますが、 0.25m^3 および 0.15m^3 クラスの小型林業機械に適した地形が多いことから、作業道の開設と合わせた導入が必要であることが考えられました。

成果の活用

地形に適した作業システムを示す位置情報データはGISで表示可能であり、林業事業体が施業を行うための参考資料として提供しています。また、県林業事務所に導入しているGISでも閲覧可能であり、普及活動の資料として活用することが考えられます。

参考:1) 後藤純一 (2016) 地形特性を用いた伐出システムの分類. 日林学術講 127:468 (P2-038)

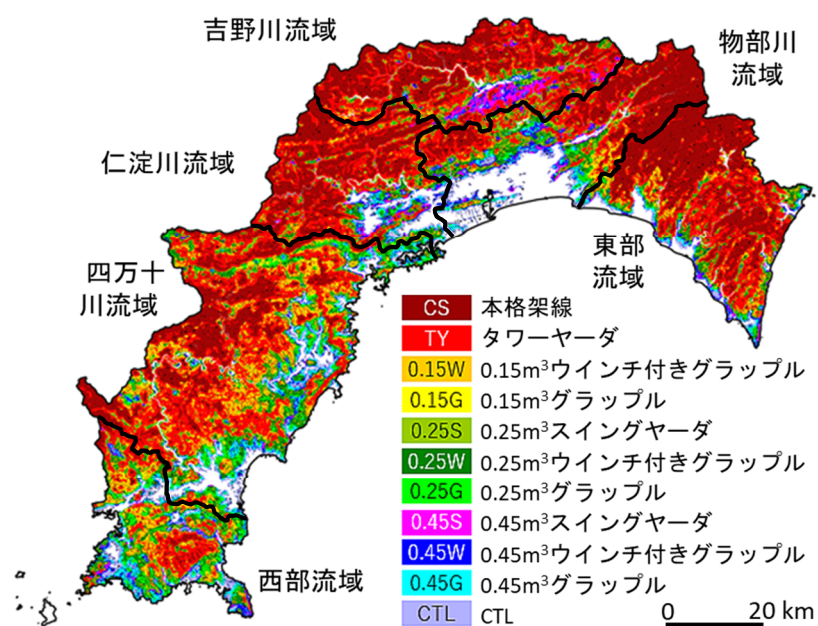


図1 地形情報による適した作業システムの分類

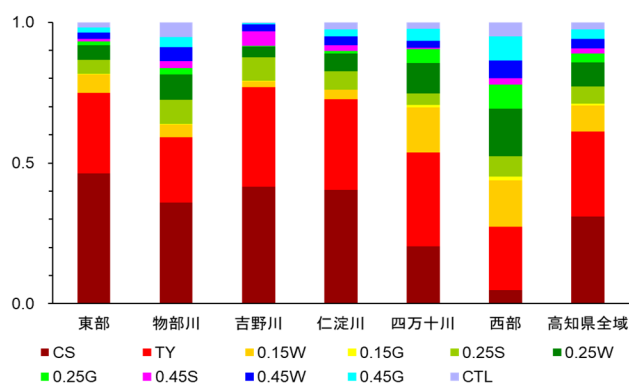


図2 適した作業システムの分類結果の流域ごと頻度

表1 流域別路網密度 (単位: m/ha)

流域名	林道	作業道	林内路網
東部	4.9	8.4	21.0
物部川	5.4	16.7	32.3
吉野川	6.9	14.5	28.6
仁淀川	7.1	11.4	27.0
四万十川	4.7	23.0	39.3
西部	3.1	11.0	27.7
高知県全域	5.3	15.8	31.0

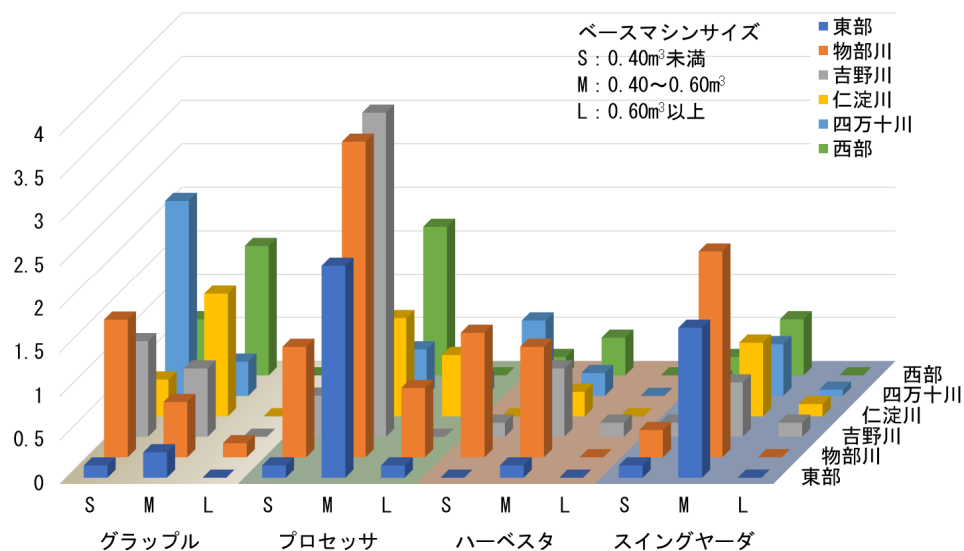


図3 流域ごと林業機械導入状況(私有林10千ha当たり導入台数)

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

林地生産力分布図を搭載した森林管理支援システム構築

福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター 森林林業部 鶴崎 幸

研究の背景・ねらい

持続的な林業経営や市町村等による適正な森林管理を行うためには、樹木の成長が良い、道に近い等、様々な森林林業に関する情報を収集・分析することが重要です。これまで、福岡県では、樹木の成長の良し悪しを示した林地生産力は、500m 区画（25ha）で作成されていたため、林小班に対応した詳細な情報を得られない状況でした。

そこで、区画の規模が林小班と同程度の林地生産力分布図を作成するとともに、様々な森林林業の情報を一体的に利用できるシステムを構築しました。

成 果

1. 林地生産力推定法の開発

傾斜等の地形情報から、スギ林地生産力を推定する式を作成しました。本式を用いて作成した林地生産力分布図は、従来の 400 倍の解像度（25m 区画）で樹木の成長の良し悪しを判断できます（図 1）。

2. 森林管理支援システムの構築

森林管理支援システムは、林地生産力分布図と林小班、路網（林道もしくは道路）配置図、シカ密度分布図などの森林情報を搭載しています（図 2）。本県の主要な樹種であるスギの森林施業の適地を判断できるとともに、県内全域の民有林の計画策定やゾーニングなどに利用可能です。

成果の活用

福岡県農林業総合試験場における主要な成果として、ホームページで公表しています。また、開発した林地生産力分布図は、H31 年 4 月に施行された「森林経営管理制度」に基づく所有者意向調査のための支援ツールに組み込み、県内全市町村に配布しました。市町村は、本ツールを用いて計画策定に活用中です。さらに、森林管理支援システムは、林業事業体・林業普及指導員を対象に、システムの基本的な操作方法を説明する研修会を開催し、無償配布を行っています。

（HP <http://www.farc.pref.fukuoka.jp/farc/shuyosei/R2/shu23.pdf>）

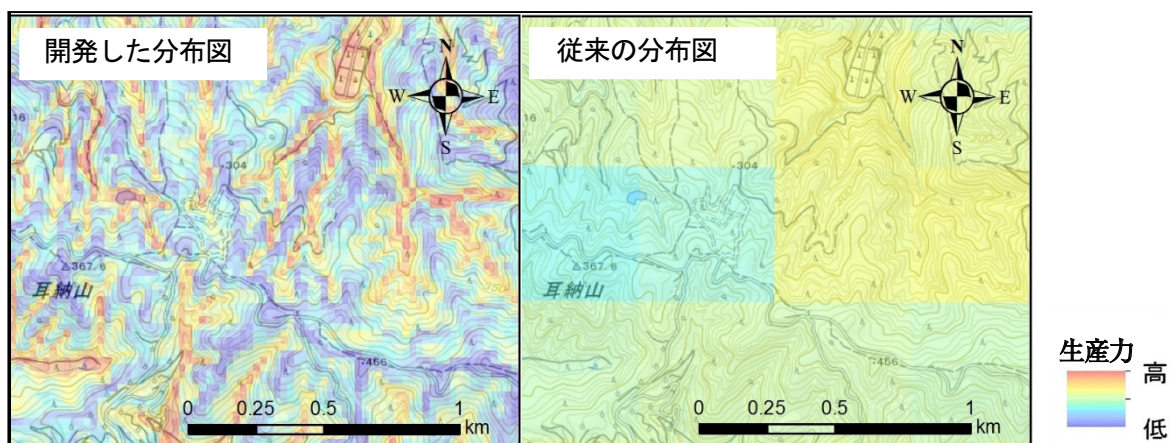


図1 開発した林地生産力分布図（左右の表示範囲は同じ場所）

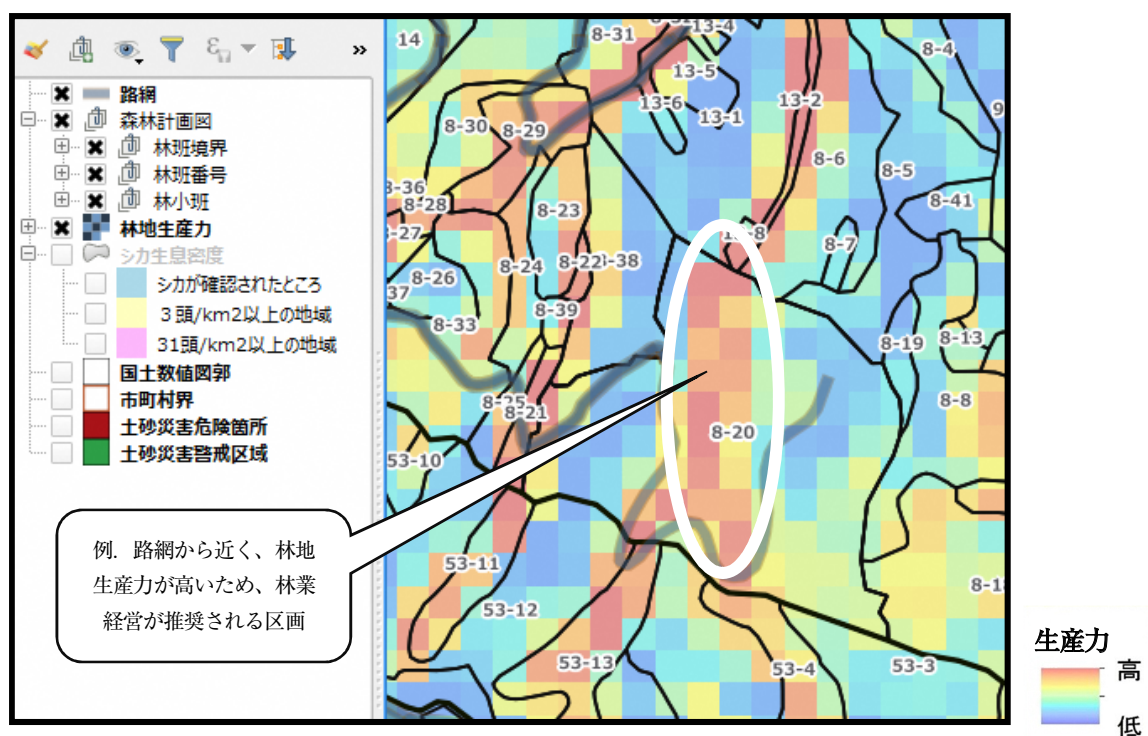


図2 森林管理支援システム（システム画面）

注1）画面左の□にチェック（☒）を入れた項目の情報が、画面右に表示される。ここでは「路網」「森林計画図」「林地生産力」が同時に表示されており、この他に「シカ生息密度」「国土数値図郭」「市町村界」「土砂災害危険箇所」などが表示できる。

注2）フリーソフトウェアQGISをもとに作成した。

採種園造成後のマツノザイセンチュウ抵抗性の年次変動

岩手県林業技術センター 研究部 蓬田 英俊・丹羽 花恵

研究の背景・ねらい

一般に、新規造成後間もない若齢採種園では、園内で生産される花粉が少ないため、種子生産に関与する花粉は、採種園外から飛来するものや、少数のクローンに由来するものが多くなります。その結果、生産される種苗は、期待される成果が得られないことがあります。これを避けるには、花粉量が増えてから、種子生産を行う必要があります。マツノザイセンチュウ抵抗性も、一般組み合わせ能力が高く、花粉親の影響を強く受けるため、若齢採種園から採種するのは、園内花粉が増加し、抵抗性が上昇してから行う必要があります。そこで、造成後間もない採種園から採種育苗し、マツノザイセンチュウを接種して生存率の変化を調査確認しました。

成 果

今回、調査した採種園は、マツノザイセンチュウ抵抗性の改良を目的として、精英樹由来の抵抗性個体相互に人工交配を行った苗を用いて、2000年に造成したものです（以下この採種園を「若齢採種園」、この採種園産の種子から育苗した実生を「若齢採種園産」とする）。比較のため、若齢採種園の親に使った精英樹の中から4～5系統を選び、抵抗性未改良の精英樹採種園から採取した実生（以下「精英樹由来」とする）、若齢採種園の中で人工交配した実生（以下「人工交配由来」とする）も同時に検定しました。検定採種園の詳細と年ごとの系統数を表1に示しました。若齢採種園はその後、2010年に一部間伐、2012年から剪定を開始しました（図1）。

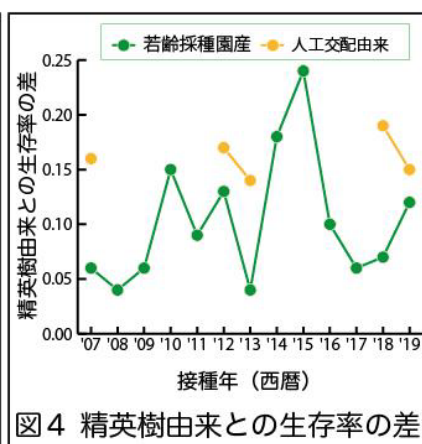
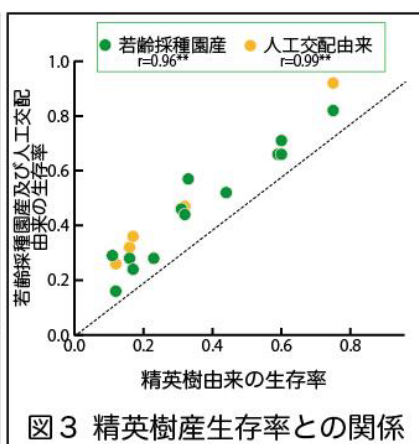
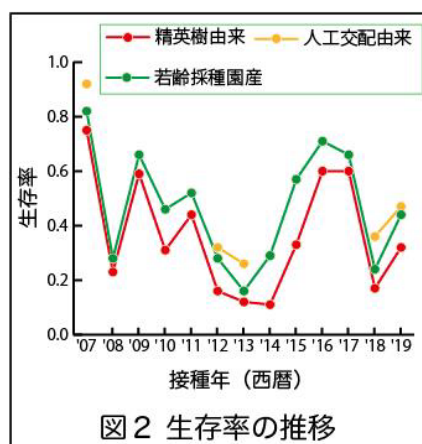
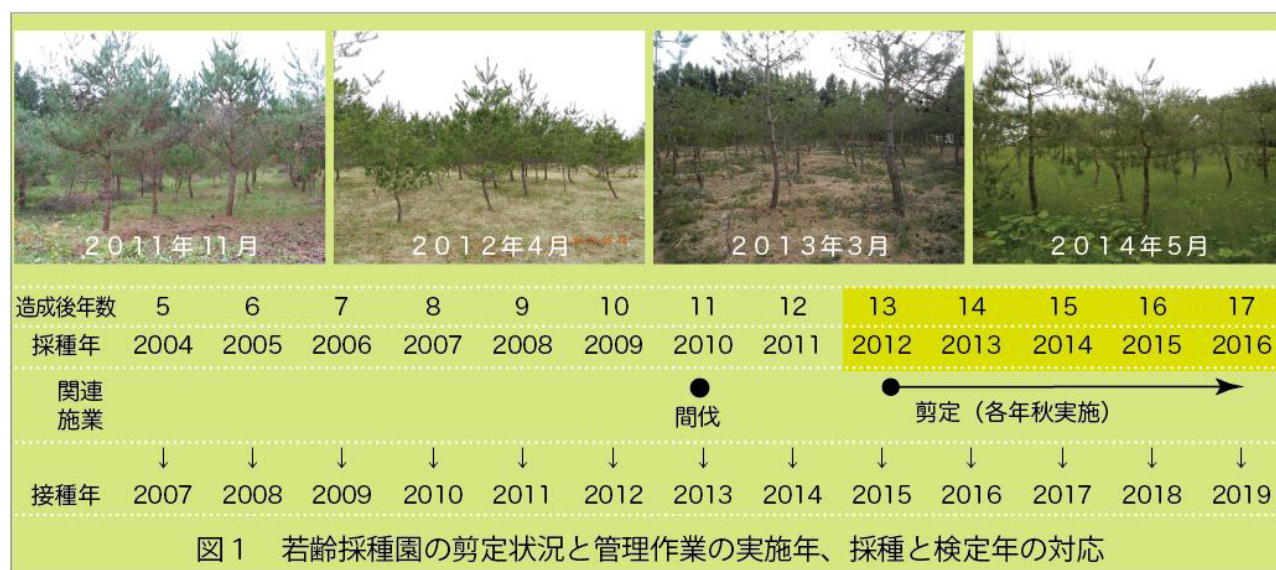
2007年以降の接種検定生存率を図2に示しました。生存率は年によって大きく変動しますが、いずれの年も、精英樹由来<若齢採種園産<人工交配由来の順になりました。また、精英樹由来と若齢採種園産、精英樹由来と人工交配由来の間には高い相関があることから（図3）、精英樹由来を尺度として年度間の比較が可能であると考えられます。精英樹由来を基準として、若齢採種園産、人工交配由来との差を取り、時系列の推移を示したものが図4です。精英樹由来と若齢採種園産の差は2010年以降大きくなりますが、2016年以降は急激に小さくなります。これは、新規造成後、採種木の成長に伴い園内花粉が増大して生存率が高くなったものが、剪定により園内花粉が減少し、低くなったという過程を反映していると考えられます。一方、人工交配由来は、期間内同じ程度の生存率で安定しています。これは人工交配産が、園内外の花粉の影響を受けないことによると考えられます。

成果の活用

1. 若齢採種園産では2009年以降、園内花粉量の増加によると考えられる抵抗性の向上が認められました。そこで、この採種園では、2013年から事業的な採種を開始しました。
2. 2016年から接種検定生存率が低下したのは、2012年から剪定を開始したためと考えられます。今後この採種園では、花粉量を増やすため強度の剪定は避け、間伐を行い、雄花の着生量に注意しながら施業を進めたいと考えています。

表1 検定系統の内訳

集団の 呼称	検定系統の 選抜方法	採種造成年及び検 定系統の選抜方法	接種検定系統数												
			2007	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
若齢 採種園産	精英樹集団の抵抗性 上位系統相互に人工 交配し、接種検定で 選抜した個体で造成 した採種園由来	2000年造成 着果した個体から 選択	9	19	15	28	30	21	13	31	24	69	55	77	103
精英樹 由来	精英樹選抜育種事業 で選抜され造成した 採種園由来	1965年造成精英樹 採種園 抵抗性未 改良ながら上位の ものを選択	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5
人工交配 由来	若齢採種園の採種木 間の人工交配で得ら れた種子由来	検定が可能な程度 着果した個体を選 択	6					8	4					4	3



雄性不稔スギの簡易な検定手法の開発と精度検証

神奈川県自然環境保全センター 研究企画部 研究連携課 齋藤 央嗣

研究の背景・ねらい

種子による雄性不稔苗木の生産には、雄性不稔個体を選別する検定が必要です。これまで雄性不稔の判定は室内で顕微鏡を用いて行っていましたが、神奈川県では苗畑で雄花を潰す簡易な検定法を新たに開発し、苗木生産を行いその手法の検定結果を検証しました。さらに検定が冬季の野外作業となることから、検定の作業性の改善を図るため、生分解性コンテナ苗を用いた生産体制を検討しました。

成 果

1. 不稔苗木を選別するための簡易検定手法

春に播種した苗木を翌年春に床替えした後、7月上旬にジベレリン水溶液(GA3) 50 ppmを散布し着花促進しました。試行の結果、以下の雄性不稔スギを選別する簡易検定手法を考案しました。

- ①1月末～2月中旬に着花した雄花を採取して小型のチャックつき袋に複数入れる。
- ②袋の上から雄花をペンチ(写真1)でつぶす。
- ③つぶれた雄花の様子を目視または20～30倍のルーペで確認し、花粉粒が確認できれば可稔個体、確認されなければ雄性不稔個体と判定する。
- ④結果を苗木にラベリングし、野帳にも記載する。

10年間にわたる簡易検定により雄性不稔実生苗を検定した結果(表1)、これまでに70,751本の検定を行い、23,485本の雄性不稔スギを生産しました。

2. 出荷前に実施した雄性不稔性の再確認

実体顕微鏡で再確認した時に花粉を確認し誤判定となった個体は10年間で250本であり、雄性不稔個体に対する割合は1.1%でした。年次ごとの雄性不稔、誤判定本数の本数をデータとした2元配置分散分析の結果、誤判定は有意に少なく($p < 0.01$)、年次間に有意差は認められませんでした。

3. 簡易検定の1年後と5年後に実施した雄性不稔性の再確認

簡易検定の1年後に再確認を行った197本のうち、雄性不稔であった個体は195本、花粉が確認された個体は2本であり、誤判定の割合は1.0%でした。同様に5年後に再確認を行った156本を再検定した結果、雄性不稔個体は153本、可稔個体は3本で、誤判定の割合は1.9%でした(図1)。誤判定を加味した1年後と5年後の再確認の検定精度は98.1%、97.6%といずれも有意水準を上回り高い精度であり、有用な手法であることが明らかになりました。

4. 簡易検定手法の作業性の改善の検討

この検定法は一定の時間と手間を要する上、真冬の屋外作業であることから改善を検討しました。雄花の観察をルーペから野外で使える携帯型実体顕微鏡とし、苗木を苗畑の裸苗から生分解性ポットを用いたコンテナ苗として判定結果別にトレイに仕分けることにより、苗木へのラベリングを省略し、最低限の野帳記入としました(写真2)。さらに目視で可稔個体と判定できるものは雄花を袋に入れてつぶさずに判定しました。裸苗では4年間で37.8本/人/hでしたが、改善法の検定効率は46.7本/人/hとなりました(図2)。作業環境も屋内の着席作業となり大幅に改善しました。

成果の活用

神奈川県では2010年からこの成果を活用した実生苗による無花粉スギ生産を行っており、2020年春は約1万本の無花粉スギを生産しました。本成果は、第130回日本森林学会(2019)で口頭発表を行うとともに、日本森林学会誌102:311-316(2020)に掲載されました(図表について同報告より一部引用)。

表 1 年次別の簡易検定による雄性不稔スギの検定結果（齋藤2020）

検定年	生産者 数(軒)	苗の形態	調査本数 (本)	内3年生 (本)	雄性不稔 (本)	可稔 (本)	着花無 (本)	雄性不稔 出現率(%)	雄性不稔出 現期待値	誤判定 (本)	誤判定率 (%)	検定効率 (本/人/h)
2010	2	裸苗	2,815		683	2,079	53	24.7	0.5	17	2.4	
2011	3	裸苗	2,071	10	447	1,070	554	29.5	0.5	3	0.7	
2012	3	裸苗	983	311	269	585	129	31.5	0.5	3	1.1	38.0
2013	2	裸苗	4,344		1,419	2,516	409	36.1	0.5	7	0.5	36.0
2014	3	裸苗	7,314		1,038	5,994	282	14.8	0.25・0.5	9	0.9	39.0
2015	3	裸苗	1,982	125	610	1,178	194	34.1	0.25・0.5	0	0.0	38.0
2016	3	裸苗	11,798		4,761	5,325	1,712	47.2	0.5	32	0.7	
2017	3	裸苗	12,424	376	3,387	8,103	934	29.5	0.5	95	2.7	
2018	3	コンテナ苗	14,934		5,614	7,828	1,492	41.8	0.5	49	0.9	46.7
2019	3	コンテナ苗	12,086		5,257	6,009	820	46.7	0.5	35	0.7	
合計			70,751	822	23,485	40,687	6,579	36.6		250	1.1	

注1) 誤判定の評価は、簡易検定で雄性不稔と判定された苗を対象に実体顕微鏡での観察で行った。

誤判定率は簡易検定で雄性不稔と判定された苗数に対する誤判定であった苗数の割合。

注2) 2018～19年は一部裸苗を含む



写真1 ペンチで雄花をつぶす状況（左）、花粉有个体（中央）と雄性不稔个体（右）の比較
花粉有は袋に花粉が付着している。



写真2 簡易な検定手法の比較（左：従来法、右：改善法）

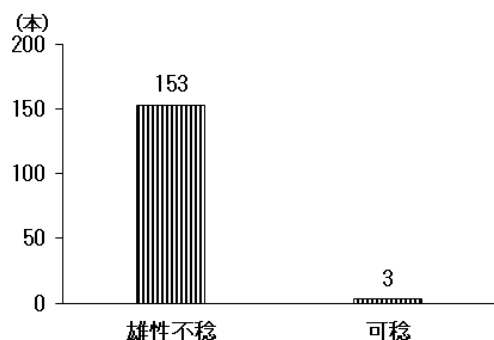


図1 植栽後5年後のスギ林の雄性不稔再検定結果
縦軸は本数 (n=156)、雄性不稔発現率は 98.1%

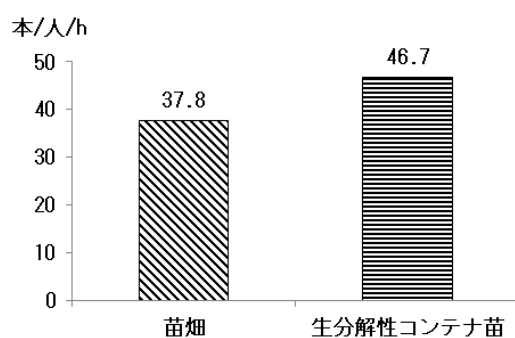


図2 苗畑と生分解性コンテナ苗の検定効率
苗畑は 2012～15 年の平均値 (n=14, 622)
生分解性コンテナ苗は 2018 年 (n=12, 308)

[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]

休耕田を活用した無花粉スギ苗の省力的な水耕栽培技術

富山県農林水産総合技術センター 森林研究所 斎藤 真己

研究の背景・ねらい

富山県森林研究所が開発した優良無花粉スギ「立山 森の輝き」は、スギ花粉症対策の一環として県内の再造林に積極的に活用されており、その苗木生産量は令和2年に10万本、令和9年には30万本と大幅な増産を予定しています。しかしながら、県外にも「立山 森の輝き」を普及するなど、さらなる需要に対応していくためには、苗木の増産体制を一層強化する必要があります。

そこで、水稻農業とタイアップし、休耕田を活用した苗木の省力的な水耕栽培技術の確立に取り組みました。

成 果

1. 休耕田を活用した育苗プールの造成

休耕田の育苗プールは水深が5cm程度になるように水の出口を調整した後、雑草を防除するため、育苗プール内にブルーシートを敷きました(写真1)。また、水中の酸素不足による根腐れを防ぐため、農業用水の水を掛け流しにして、さらに、育苗プール内の水が均一に流れるようにコンクリートブロックを用いて水流を工夫しました。

2. コンテナ実生苗の水耕栽培技術

平成28、29年の4月上旬に「立山 森の輝き」の2年生のセル苗を育苗用コンテナ移植した後、5月下旬から10月上旬まで育苗プールにつけて水耕栽培を行いました(写真1)。育苗期間中は一度も散水をしなかったにもかかわらず、苗の生存率は95%以上と良好で、成長量も従来のハウス栽培より大きいことが明らかになりました(図1)。

3. 水耕栽培した苗の活着率

水耕栽培した苗を山間部に植栽し、その活着率と成長量について調査した結果、従来のハウス栽培のコンテナ苗や苗畑で育成した裸苗より劣ることはありませんでした(表1)。このことから、水耕栽培した苗を造林地に植栽しても特に問題ないことがわかりました。

成果の活用

本技術は休耕田にコンテナ苗をつけておくだけの簡便な育苗法であり、散水も不要になることから省力的かつ低コストな育苗法と言えます。また、休耕田の有効活用や農業所得の増大など多くのメリットがあるため、本技術の確立は今後の新規苗木生産者の確保や苗木生産量の増大に繋がることが期待されます。

本研究で得られた成果は、学会誌(日本森林学会誌 2020 vol. 102 : 270-276)や学会発表などで公表するとともに、県や国有林が開催する技術講習会において情報提供を行いました。



写真1 休耕田を活用したコンテナ苗の水耕栽培（2018年5月）

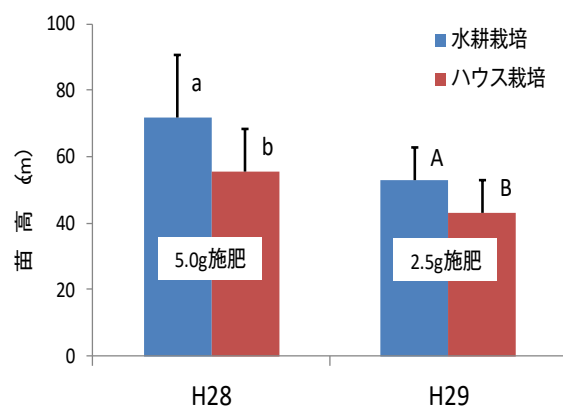


図1 水耕栽培とハウス栽培の成長の比較

緩効性肥料のハイコントロール 085（N-10%、P-18%、K-15%）を H28 年はコンテナあたり 5g、H29 年は 2.5g を付与した。

表1 水耕栽培したコンテナ苗の活着率と成長量の比較

植栽試験地	苗の育成法	植栽本数	活着率(%)	成長量(cm)
上市町西種 (標高430m)	水耕栽培	117	98.3	2.1
	ハウス栽培	82	96.3	2.2
	苗畑	132	97.7	1.3
氷見市細越 (標高210m)	水耕栽培	38	89.5	3.2
	ハウス栽培	34	91.2	2.8
	苗畑	34	85.3	1.9

分離型容器を活用したスギコンテナ苗生産手法の開発

三重県林業研究所 森林環境研究課 山中 豪

研究の背景・ねらい

スギ実生コンテナ苗においては、春播種して翌春に出荷可能な1年生苗の生産が可能です。しかし、現在日本においてよく使用されている、40孔が連結されたタイプの容器を使用した場合、各個体の成長速度の違いから、規格を満たさない被圧個体が生じ、結果として、得苗率（本稿では、発芽数に対する、コンテナ苗の標準規格5号を満たす苗の本数の割合とします。）が低下することや、H/D比（本稿では、苗長を地際径で除した値とします。）が高くなるがありました。一方で、裸苗の生産においては、育苗中に1～3回程度の床替えを行い、その際に密度調整や選苗（以下、これらを合わせてソートと呼びます。）を行うのが一般的です。コンテナ苗の生産において、ソートを行うことで、高い得苗率を得つつ、H/D比が低い苗を生産できる技術の開発を試みました。

成 果

1. 1粒播種を可能にするための種子選別手法の開発

スギ実生1年生コンテナ苗の生産においては、育苗容器の各孔に直接播種する方法が有効です。別の容器で発芽させ、移植を経る方法では、根を痛めることなどから、成長が遅くなることがあるためです。また、多粒播種では間引きの手間を要するため、1粒播種が好ましいと考えられます。この1粒播種を可能にするため、既存の種子選別技術を組み合わせた種子選別手法を開発しました。スギ特定母樹の種子をこの手法により選別し、各孔がバラバラになるタイプの育苗容器（以下、分離型容器）（写真1）に1粒播種したところ、播種した924粒のうち801粒が発芽しました（写真2）。

2. ソートを取り入れた育苗手法の開発

分離型容器と、それに対応した架台を用いることで、育苗期間中の密度調整や選苗が可能となります。4月に播種し、a) ソートを行わない試験区（ソート無し区）、b) 8月にソートを行う試験区（1回ソート区）、c) 8月と9月にソートを行う試験区（2回ソート区）に分けて育苗を行った結果、11月時点において、ソート回数が多い試験区ほど、苗長や根元径のバラツキが小さく、また、H/D比が小さくなる傾向が確認されました（図1）。得苗率に関しても、ソート回数が多い試験区ほど高くなっており（表1）、複数回のソートを行うことで、H/D比の低い苗を高い割合で生産できることが解りました。

成果の活用

本研究の成果を、日本森林学会大会で発表し、当研究所の広報誌においても公表しました。また、県内の育苗事業者に対して現地指導を複数回行っており、これにより、育苗現場への成果の普及を図っています。なお、当研究所のWebページ*にて、本稿の内容を記載したリーフレットを公開しています。* <https://www.pref.mie.lg.jp/ringi/hp/80904046324.htm>

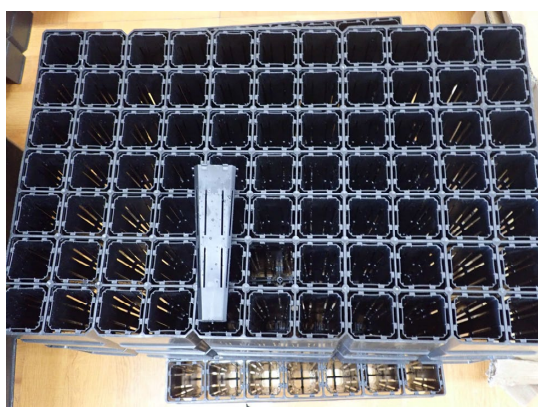


写真 1 試験に使用した育苗容器
(BCC社製FlexiFrame77)



写真 2 発芽の状況
(播種 R2. 4. 20、撮影R2. 5. 24)

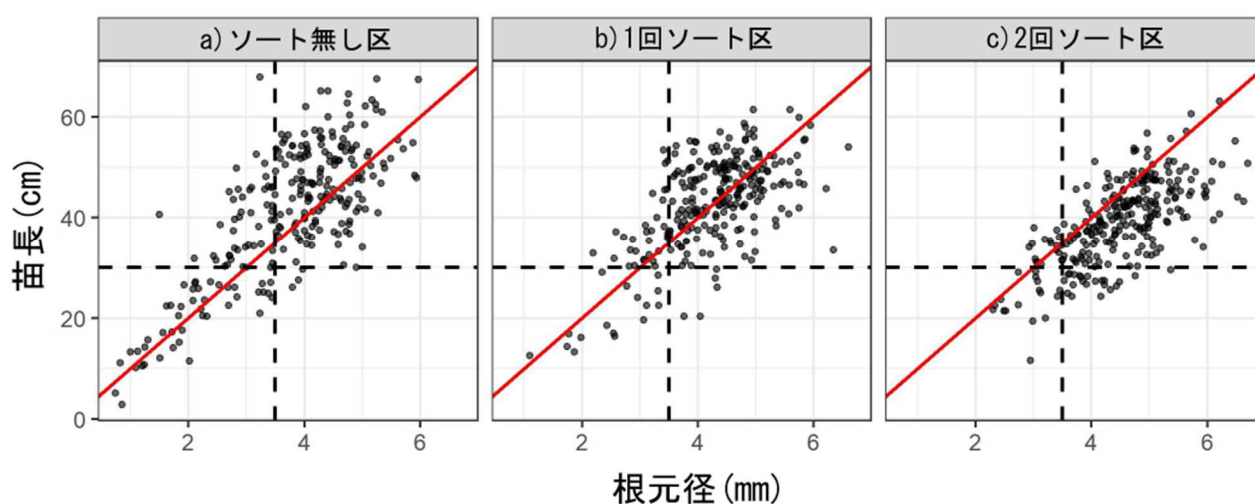


図 1 播種当年 11月時点における地上部の大きさ
破線はコンテナ苗の標準規格 5 号の閾値を、斜線はH/D比 100 をそれぞれ示す。

表 1 試験区ごとの発芽数と得苗率

試験区	播種粒数	発芽数	11月時点 生存数	得苗率 ^{※1} (%)	得苗率 ^{※2} (%)
ソート無し	308	258	258	63	23
1回ソート	308	271	265	78	38
2回ソート	308	272	270	79	65

※1 発芽数に対する、コンテナ苗の標準規格 5 号を満たす苗の割合。

※2 発芽数に対する、コンテナ苗の標準規格 5 号を満たし、かつH/D比 100 以下の苗の割合。

さし木増殖可能な新たなヒノキの創出に向けた取り組み

熊本県林業研究・研修センター 育林環境部 園田 美和

研究の背景・ねらい

ヒノキは実生での増殖が一般的であり、優良な特性を持った個体があったとしても、その特性を確実に次世代に引き継ぐことは難しいと言えます。一方、本県には、さし木で増殖が可能な「ナンゴウヒ」という在来品種があり、通直完満性が高く、高齢級でも成長が持続する等から、古くから植栽されてきました。しかし、ナンゴウヒは初期成長が遅いことや枝が太く暴れやすいなどの理由により県内全域への積極的な造林には至りませんでした。

そこで、ナンゴウヒのさし木増殖可能な特性を有しつつ、市場価値の高い新たなヒノキの創出を目指すこととしました。

成 果

林木育種センター九州育種場からの技術指導や試料提供等のご協力により、ナンゴウヒのメジャークローンである14型とヒノキ精英樹である「県諫早1号」との人工交配によりF1（雑種第一代）を14本創出しました。さらに、F1同士を人工交配したF2（雑種第二代）を57本創出しました（表1）。F2のうち47本（交配親家系A～C）については、現時点におけるさし木発根性及び成長量調査を実施しました。

さし木発根性（鹿沼土100%、箱ざし）については、3家系ともに80%以上であることを確認しました。

初期成長（3年次～5年次）のデータについては、図1のとおりです。樹高成長量（3年次～5年次）について一元配置の分散分析を行ったところ、家系間に有意差が見られたので（表2、表3）、Tukey-Kramerによる多重比較を行った結果、BとC家系間に5%の水準で有意差がみられました。以上から、検定により優良個体選抜の可能性があると期待されます。

さらに、本取り組みは開始より約15年程度経過しており、市場ニーズの変化も予想されることから、生産者から利用者までの幅広い分野の方々を対象とし、現時点におけるヒノキの市場ニーズアンケート調査を実施しました（図2）。アンケート調査では、材質や強度、少花粉等の特性は、新たなヒノキにおいても求めるという傾向が見られましたが、心材色に関する特性は意見がわかれる結果となり、様々な主観があると考えられます。今後の検定の参考としていきたいと考えます。

成果の活用

これまでに創出したF1およびF2を増殖して検定林を設定し、設定後約10年後に初期成長及び採穂台木のさし木発根性、約15年後に強度（FAKOPP測定による推定ヤング率）、約20年後に20年次成長、約30年後に30年次成長、枝の太さ、通直完満性、心材色等について成果を公表していく予定です。

また、現時点における成果と今後の展開について、行政内で情報を共有し、本センター業務発表会での発表や研究報告の配布等により地域への普及啓発も随時行う予定です。

表1 交配家系一覧表

交配親家系	♀ (種子親)	♂ (花粉親)	林齢	本数
A	N14×I1③ No.3	I1×N14⑦ No.11	6	8
B	N14×I1③ No.3	I1×N14① No.5	6	23
C	I1×N14③ No.7	N14×I1① No.1	6	16
D	I1×N14① No.5	N14×I1② No.2	育苗中	1
E	I1×N14① No.5	N14×I1① No.1	育苗中	1
F	I1×N14② No.6	I1×N14⑦ No.11	育苗中	8
交配親家系	6	家系	計	57

※N14は「ナンゴウヒ14型」、I1は「県諫早1号」
 ※林齢は2020年4月1日時点の林齢

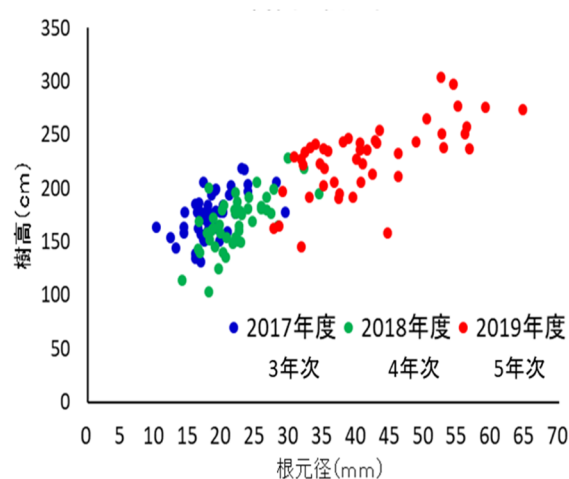


図1 F2樹高と根元径

表2 分散分析の概要 (樹高成長量：3年次～5年次)

グループ	データの個数	交配親家系	合計	平均	分散
A	8	♀N14×I1③ ♂I1×N14⑦	447	55.88	440.411
B	23	♀N14×I1③ ♂I1×N14①	1,036	45.04	260.043
C	16	♀I1×N14③ ♂N14×I1①	1,041	65.06	255.529

表3 分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F境界値
グループ間	3,827.061	2	1348.205	4.667	0.015	3.209
グループ内	12,636.769	44	288.895			
合計	16,463.830	46				

$P < 0.05$ のため、家系間に有意差あり

新たなヒノキに求める特性(回答190名)

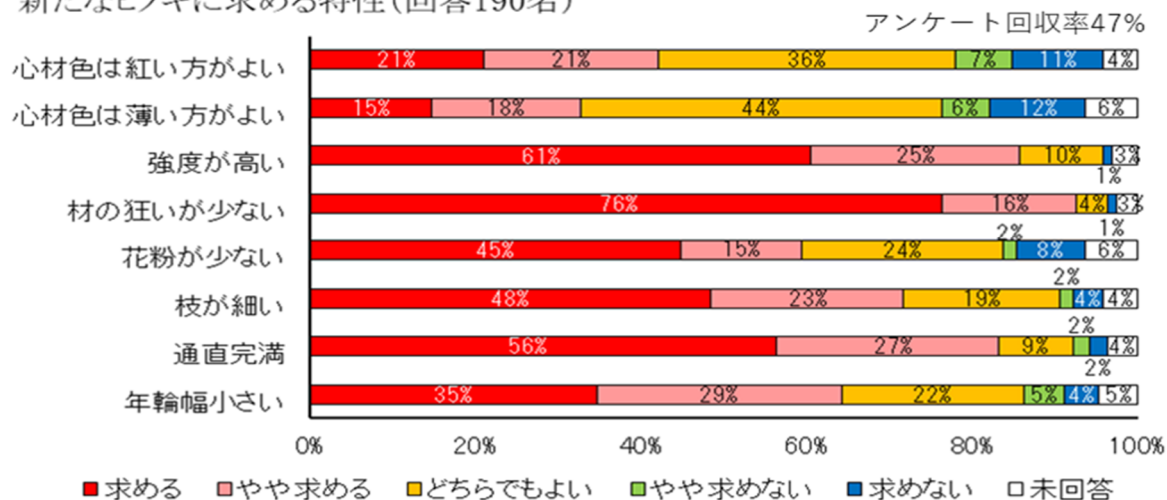


図2 ヒノキ市場ニーズアンケート調査結果

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

スギコンテナ苗の形状比を低くする傾斜育成法の開発

宮崎県林業技術センター 育林環境部 三樹 陽一郎

研究の背景・ねらい

下刈りは植栽・保育の中で最も労力と経費がかかる作業であり、これに要する期間の短縮が課題となっています。植栽木が雑草木からの被圧を受けなくなる時期を早める方法として、大型のコンテナ苗の利用が考えられますが、コンテナ苗育成時に形状比（苗高／地際直径）が高く徒長気味になると植栽後の倒伏が懸念されます。形状比の低いコンテナ苗に仕立てるには、苗間を空ける低密度育成がありますが、生産本数を維持するためには広い育苗スペースが必要になります。

そこで、この欠点を解消するため、新たなコンテナ苗育成技術の開発に取り組みました。

成 果

樹幹に傾きが生じた針葉樹は、姿勢を修正するために幹の傾斜下側の年輪幅を広げるという特性を応用し、コンテナ苗の育成台を傾けて育てた場合（図1）、苗木の形状がどのように変化するかを調べました。さし木由来の1年生スギコンテナ苗（品種：タノアカ）を材料とし、4月（期首）から10月末（期末）にかけて、2年生苗を育成する際に試験を行いました。4月から9月までは育成台を南側へ0°から40°までの5段階に傾けた状態でコンテナ苗を育成し（写真1）、期間中は主軸の曲りを抑えるため定期的に傾きを反転させ、10月からは育成台を水平に戻して1ヶ月間の養生を行いました。期首と期末に苗木を測定した結果、苗高の伸長量は傾斜角度が大きくなるにつれて減少しました（図2a）。

また、傾斜0°に対して傾斜育成した苗木は、地際直径の成長量に増加傾向がみられ、形状比およびT/R比（地上部重量／地下部重量）は低い値を示しました（図2b、c、d）。

このことから、スギコンテナ苗の傾斜育成法は、成長制御の手法の一つとして適用できる可能性があり、特に形状比を低く仕立てる場合に有効と考えられました。

成果の活用

コンテナ苗の育成台を傾ける作業は、設定角度が大きくなるほど多くの労力を要します。傾斜育成の効果と作業負担のバランスを考慮すると傾斜は10°程度が適切と考えられ、この角度を標準として苗木生産現場への普及を図っています。

なお、傾斜育成したスギコンテナ苗を苗畑に植栽したところ、1年目の成長が旺盛であることを確認しており、造林地での現地植栽試験も進めています。

知的財産取得状況

特許出願：特願 2019-107975「スギ苗の育成方法」

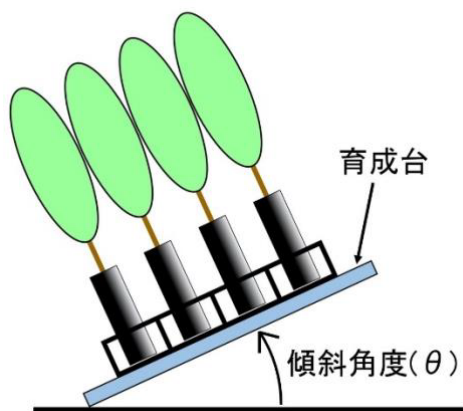


図1 スギコンテナ苗の傾斜育成イメージ

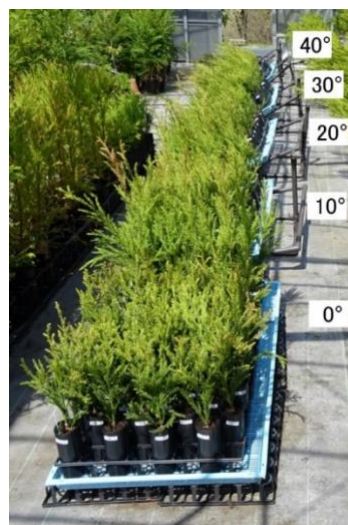


写真1 傾斜角度別育成試験の状況

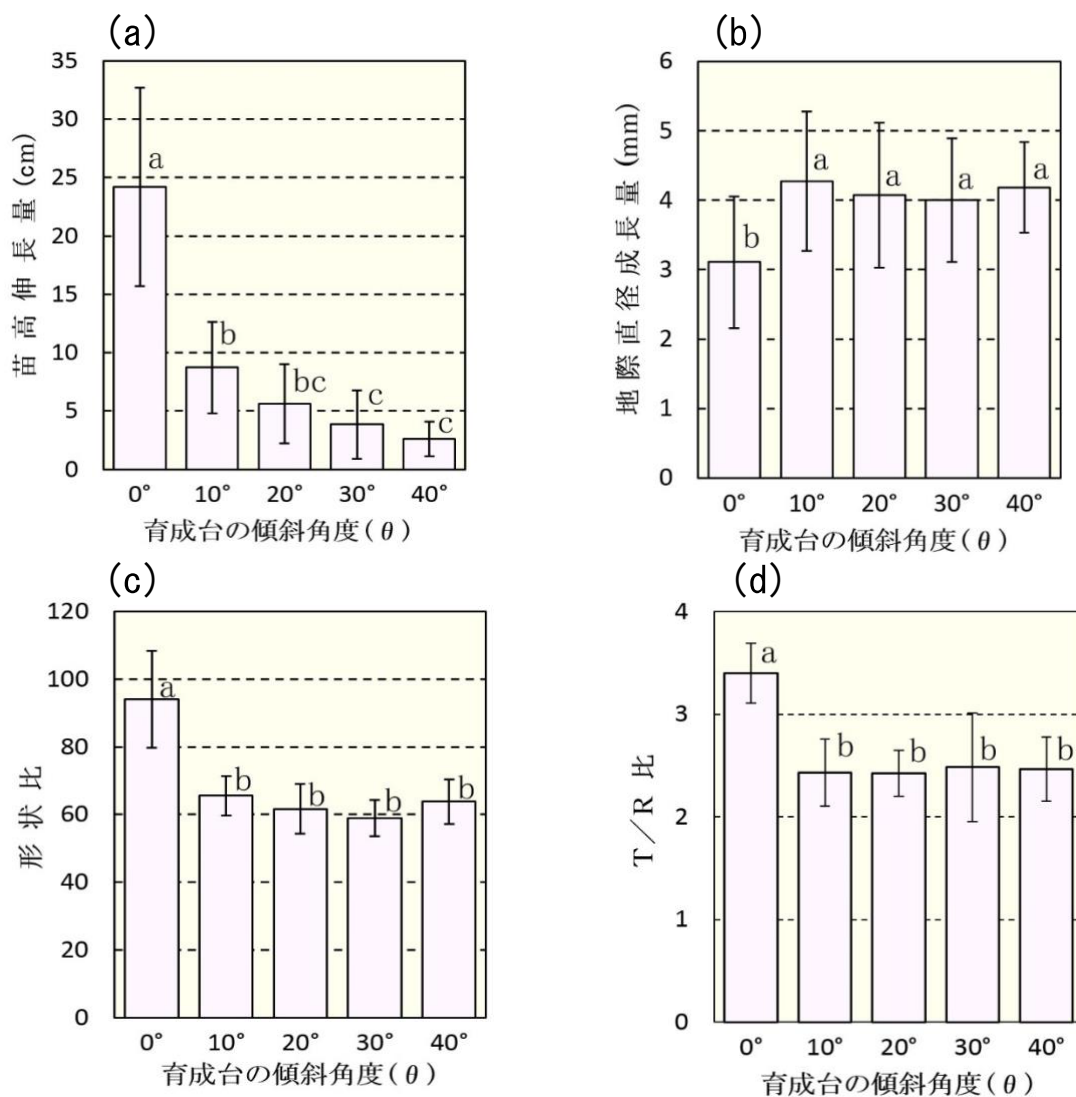


図2 傾斜角度別の苗高伸長量 (a)、地際直径成長量 (b)、形状比 (c) および T/R 比 (d)
エラーバーは標準偏差を、異なるアルファベットは試験区間に有意差があることを示す ($p < 0.05$)

小型穂によるスギコンテナ苗の生産技術に関する研究

鹿児島県森林技術総合センター 森林環境部 永吉 健作

研究の背景・ねらい

鹿児島県では、再生林の増加に応じた林業種苗の増産が求められており、とりわけ、植栽可能時期が長く、活着率の高いコンテナ苗については、造林の効率化を図る観点から、そのニーズが高まっています。当県におけるスギの苗木は、一部の地域を除き、古くから挿し木によって生産されてきましたが、コンテナ苗についても挿し木による生産が主流となっています。このため、スギコンテナ苗の増産に当たっては、何よりもまず、相応数の挿し穂を確保する必要があります。

本研究では、その解決策の1つとして、採穂台木当たりの挿し穂数を増やす手段として「挿し穂の小型化」に着目し、従来よりも小型のスギ挿し穂（小型穂）を用いてコンテナ苗を育成する技術の確立に向けて検証を行いました。

成 果

試験には、当県で選抜された精英樹「スギ県始良（あいら）20号」（少花粉スギ品種、特定母樹指定品種）の穂を用い、マルチキャビティコンテナに充填した用土（ヤシ殻ピート100%、緩効性被覆肥料を7g/L配合）に小型穂を直接挿し付けて、育苗を行いました。3月に挿し付けを行ったコンテナは自動灌水装置を備えたミストハウス（遮光率70%）に設置し、6月に圃場へ移設しました。

1. 挿し穂サイズの検証

3通りの長さ（15cm、20cm、25cm）に調整した小型穂を300ccマルチキャビティコンテナに挿し付けて育苗試験を行いました。その結果、挿し付けて14か月が経過した時点において、穂長20cmと25cmは苗高及び根元径の平均値が当県の出荷規格（苗高35cm、根元径5mm）に到達しました（図1）。

また、穂長15cmは、夏季に枯死する個体が散見され、実用的な挿し穂のサイズとしては20cm以上が妥当であると考えられました。

2. 用土量及び育苗密度の検証

小型穂を用いた場合の最適な育苗条件を把握するため、長さ20cmの穂を用いて4つの異なるパターンで育苗試験を行いました（図2）。1成長期が経過した時点において、用土量の違いは根元径の成長よりも苗高の成長に大きく関与することが分かりました（図3）。

また、さらに育苗を継続した結果、用土量及び育苗密度の違いによる成長差は根元径でも顕著に現れ、育苗密度の違いが肥大成長に関与することを示唆する結果が得られました（図4）。

成果の活用

本研究で得られた成果については、既存の苗木生産者や新規参入者を対象としたコンテナ苗生産者養成講座や当センターの主催する発表会等で情報提供を行っています。スギ挿し木コンテナ苗生産の歴史は浅く、生産現場は発展途上にあることから、今後も引き続き、生産技術の改良に取り組み、現場との連携を図ることにしています。

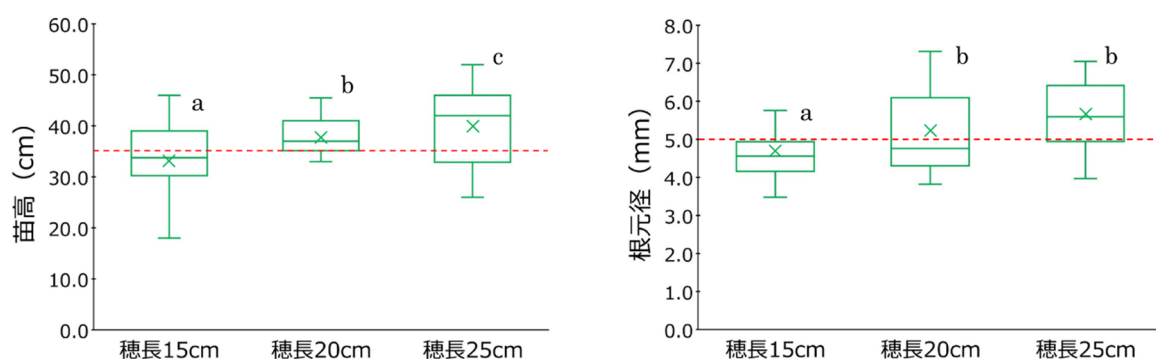


図1 挿し穂長別の成長量（14か月経過時点）

箱ひげ図は、箱中央の横線が中央値、箱の下端が第1四分位、箱の上端が第3四分位、ひげの両端が最大値および最小値、×は平均値を示す。赤色の点線は出荷規格を表す。Schefféの多重比較検定により、異なるアルファベット間で危険率5%で有意差あり。

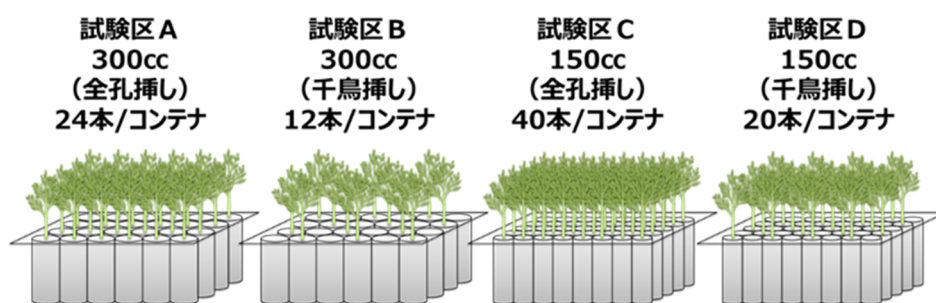


図2 用土量及び育苗密度の異なる試験区のイメージ

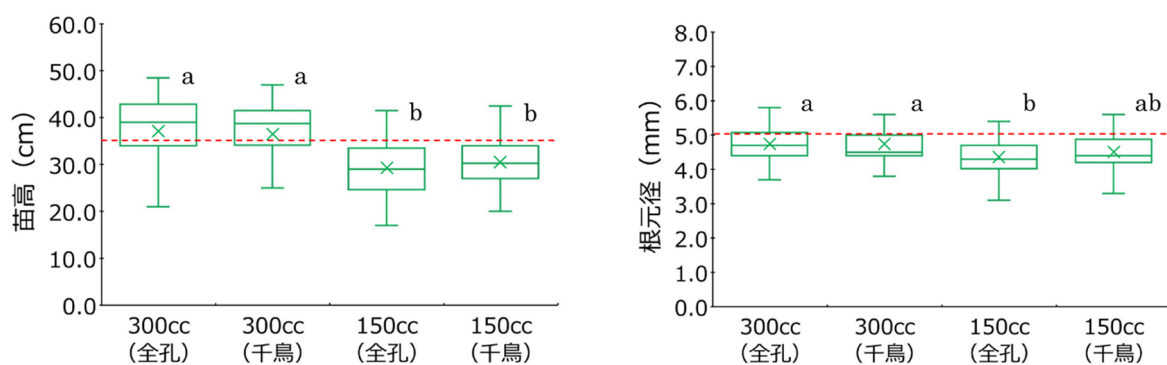


図3 育苗条件の違いによるコンテナ苗の成長量（1成長期経過時点）

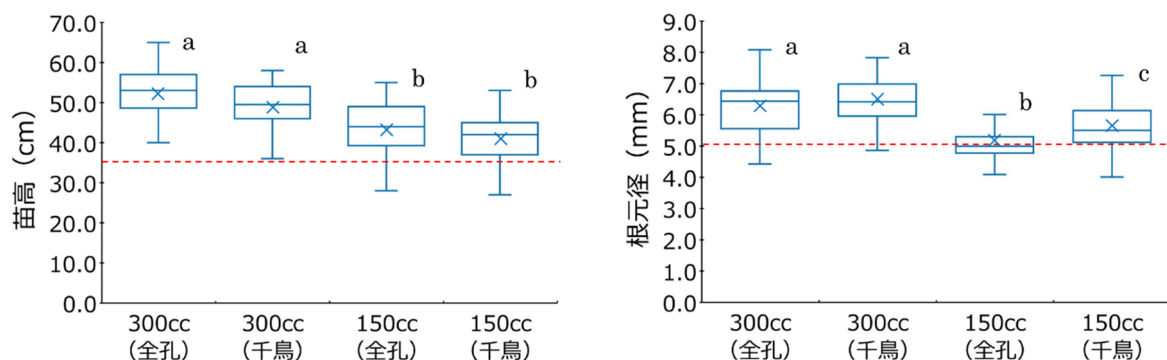


図4 育苗条件の違いによるコンテナ苗の成長量（2成長期経過時点）

北海道産広葉樹を用いた黒毛和牛向けの粗飼料の開発

北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 利用部 檜山 亮

研究の背景・ねらい

北海道には豊富な広葉樹資源があり、新規用途開発が期待されています。一方、黒毛和牛の肥育^{注1}では、高嗜好性・高繊維含量の輸入粗飼料である発酵バガス^{注2}の価格が上昇していることから、価格や供給が安定した地域産の粗飼料が求められています。

本研究ではシラカンバを高温高压の水蒸気で処理（以下、蒸煮）した粗飼料（以下、カンバ粗飼料）の実用化のために、実証規模装置を用いて製造条件を検討し、生産規模を拡大した際の事業性を試算しました。また、カンバ粗飼料の黒毛和牛への効果を調べるために、北海道内の肥育農家において給与実証試験を行い（写真1）、産肉性を調べました。なお、本研究は帯広畜産大学、(株)エース・クリーン、雪印種苗（株）と共同で行いました。

注1:10か月齢前後の黒毛和牛を30か月齢前後の屠畜まで育てること。デンプン質を多く含む濃厚飼料を多く与えつつ、反芻胃の健全性を維持するために粗繊維含量が高く養分含量の低い粗飼料も計画的に与える。

注2:サトウキビの搾りかすを発酵処理し、乾燥した飼料。

成 果

1. 蒸煮条件を検討し、カンバ粗飼料の嗜好性を一般的な発酵バガスよりも高められることを明らかにしました（図1）。5000 m²の遊休地に、年産2578トン、投資額2.5億円（補助金なし、借入割合100%、金利1.4%、借入期間10年）の設備一式を導入し、従業員3名で年間240日稼働させた場合の事業性を試算したところ、カンバ粗飼料は一般的な発酵バガスと同等以下の価格で農家に供給することができ、概ね10年程度で投資回収ができると予測されました（図2）。
2. 発酵バガスを1日に500g（12、13月齢のみ1kg/日）与える慣行の飼料給与方法の試験区（6頭、慣行粗飼料区）に対し、慣行の発酵バガスをカンバ粗飼料で代替した試験区（6頭、カンバ粗飼料区）およびカンバ粗飼料を2倍量給与する試験区（5頭、カンバ多給区）の計3試験区を牛血統に偏りが無いように設定しました。それらを20か月肥育したところ、カンバ多給区では慣行粗飼料区の成績と目立った差異はなかったものの、カンバ粗飼料区では慣行粗飼料区と比べて肉質が同等で枝肉重量が8.0%増加し、枝肉価格試算値も7.9%向上しました（表1）。さらに、牧場全体の発酵バガスをカンバ粗飼料で代替し、切替直前50頭と切替完了直後50頭の枝肉成績を比較したところ、カンバ粗飼料への切り替えにより肉質が同等以上で枝肉重量が4.5%増加し、枝肉価格試算値も5.4%向上したことがわかりました（図3）。

成果の活用

本研究が共同研究企業において活用されて商業規模装置が導入され、R2年度に本格生産が開始されました。また、成果を見やすくまとめたリーフレットを作成し、肥育農家や飼料販売業者等に対する普及活動に活用しています。なお、成果の一部を活用し、R2～R4年度に原料樹種や対象家畜を拡大する研究を展開しています。

(https://www.hro.or.jp/list/forest/research/fpri/manual/soshiryo/wagyusoshiryo_r.pdf)



写真1 カンバ粗飼料を好んで食べる黒毛和牛

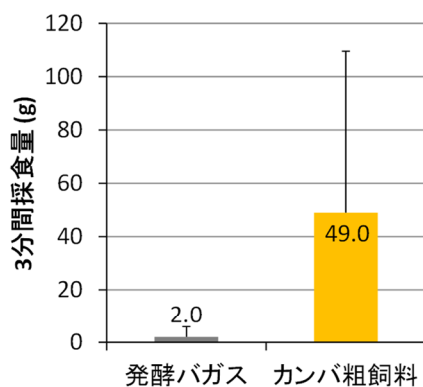


図1 カフェテリア方式の嗜好性試験による3分間採食量
採食量：2頭×2試料の5反復の平均、エラーバーは標準偏差。

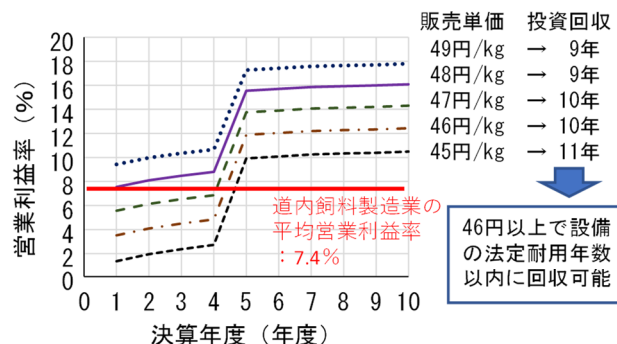


図2 販売単価別の営業利益率と投資回収期間

表1 試験区の血統と主要枝肉成績

試験区	性別	父	母の父	枝肉重量 (kg)	格付評価	枝肉価格試算値 (万円, 平均±標準偏差)
慣行粗飼料区	♀	勝忠平	安平	447	A-4	113
	♀	松福久	北国茂	413	A-5	118
	♀	勝早桜5	北乃大福	480	A-5	137
	♀	松福久	神宝正	413	A-5	118
	♀	糸勝福	安福久	434	A-4	110
	♂	松福久	平茂勝	435	A-4	106
カンバ粗飼料区	♀	勝早桜5	第1花国	477	A-5	136
	♀	茂洋	安平	419	A-5	120
	♀	松福久	北国7の8	451	A-4	114
	♀	茂久桜	平茂勝	475	A-4	120
	♀	糸勝福	百合茂	510	A-4	129
	♂	松福久	百合茂	499	A-5	138
カンバ多給区	♀	芳之國	安平照	464	A-5	132
	♀	松福久	北福栄	387	A-3	87
	♀	勝早桜5	金幸	503	A-4	127
	♀	糸勝福	安福久	478	A-5	136
	♂	松福久	北福栄	425	A-4	104

枝肉価格：東京市場枝肉単価（2019年3月19日）から試算

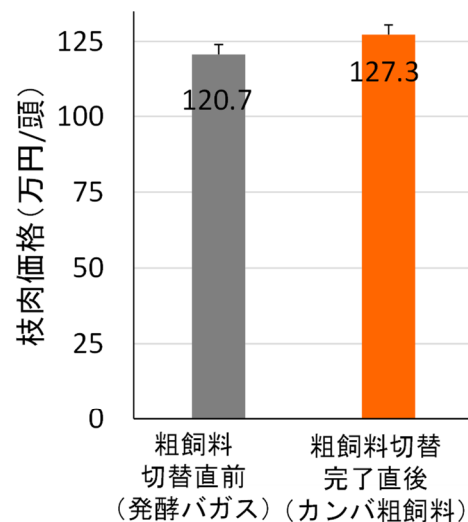


図3 牧場全体の粗飼料を切り替えた際の枝肉価格試算値

N=50, エラーバーは標準誤差。

枝肉価格：東京市場枝肉単価（2019年4月22日）から試算

アカマツ薬剤注入材の材質試験

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

松くい虫被害はほぼ長野県全域に侵入し、平地に現存するアカマツ林も例外ではなくその将来が危ぶまれています。松枯れ予防対策の一つとして、薬剤を幹に直接注入する樹幹注入が各地で行われていますが、材内における薬剤注入部分の材色や薬剤による強度性能については明らかになっていません。そこで今回、8年前と2年前の2回松枯れ予防として樹幹注入を行ったアカマツ材について、製材した場合の注入部の材色及び曲げ強度について調査しました。

成 果

薬剤注入を行ったアカマツ立木3本（A材、B材、C材）と未注入材1本（E材、1番玉のみ）を供試材としました。薬剤注入材は2mに造材し、目視により木口面の変色を調査しました（写真1）。変色は地上6m付近まで確認できました。その後、製材により耳付き板にだら挽きしましたが、この時の変色は、繊維方向に沿って斜め方向に走る変色部が確認されました（写真2）。一部の板について、天然乾燥2か月後に板材の表面をプレーナー仕上げした変色部の観察では、長さ方向にスジ状のヤニ滲出が確認されましたが、これらは、薬剤に対してアカマツの防御反応が現れたものと思われます（写真2円内）。

このように薬剤が浸透した部分の材色は、健全な辺材の乾燥が進行するにつれ全体では同色化しますが、スジ状にヤニが滲出した部分では、そのまま茶色に変色した状態で残りました。

全乾法による含水率測定の結果では、写真3に示すように、辺材の健全部は150%近くあり、一般に言われる100%以上の高い含水率を示しました。これに対し変色部の含水率は、辺材部であるにも関わらず30～40%程度の低い含水率であり、アカマツ心材の含水率とほぼ同程度の含水率でした。

これらの薬剤注入材の強度性能を調べるため、天然乾燥を終えた材から、節等欠点の無い曲げ試験材（25×50×450mm）を、薬剤注入材のA材から21本、B材から20本、C材から23本の計64本と、薬剤注入の無いE材から12本切り出し、曲げ強度試験を実施しました（写真4）。

表1に曲げ強度試験の結果を示します。長野県林業総合センター H23 業務報告（P110-111）に記されている健全材アカマツ無欠点材（試験体数49本）の曲げヤング係数の平均値は、8.89kN/mm²であり、曲げ強さは79.4N/mm²であることと比較すると、今回の結果は、この時の結果とほぼ同程度の値と判断されます。

図1にA材、B材、C材について、木口の変色面積割合と曲げ強さとの関係を示します。薬剤注入材の中で変色面積割合が多い材であっても、曲げ強さが低下する傾向は見られませんでした。中には、A材やB材のように同じ丸太の中でも、変色割合が多いほど曲げ強さが高い傾向も見られました。

成果の活用

今回の薬剤注入材においては、ヤニ滲出による変色はあったものの、曲げ強度への影響は確認できませんでした。薬剤注入によってマツ枯れを防ぐことも重要ですが、時には松枯れが起こる前に、また、薬剤を投じる前に、思い切って伐採・製材し、積極的に有効利用していくことも必要ではないかと考えます。



写真1 木口面の変色の様子

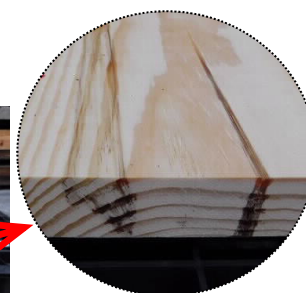


写真2 材面の変色の様子

表1 曲げ試験結果

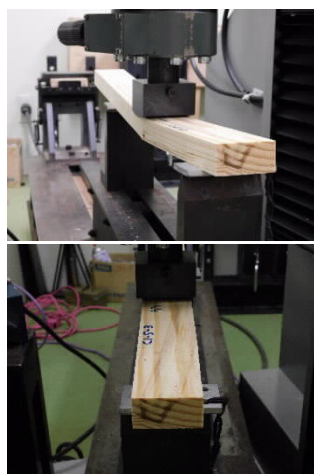


写真4 曲げ試験の様子

			曲げヤング係数 (kN/mm ²)	曲げ強さ (N/mm ²)	含水率 (%)	全乾密度 (g/cm ³)	変色割合 (%)
薬剤注入 有	A材 21本	平均	10.38	84.3	14.3	0.507	14.1
		最小値	8.82	73.8	13.9	0.465	0.0
		最大値	11.74	90.8	14.8	0.562	41.2
		標準偏差	0.77	4.3	0.3	0.026	15.2
		変動係数(%)	7.4	5.1	1.9	5.0	107.4
	B材 20本	平均	9.00	73.8	14.8	0.493	25.4
		最小値	6.63	66.0	14.5	0.432	0.0
		最大値	10.89	83.1	15.8	0.676	76.7
		標準偏差	1.12	4.9	0.4	0.052	24.8
		変動係数(%)	12.5	6.6	2.6	10.5	97.7
	C材 23本	平均	9.00	73.5	14.5	0.480	24.2
		最小値	8.11	65.9	13.9	0.428	0.0
		最大値	10.04	80.2	15.8	0.542	58.8
		標準偏差	0.57	3.7	0.5	0.034	21.2
		変動係数(%)	6.4	5.1	3.2	7.0	87.8
薬剤注入 無	E材 12本	平均	10.63	79.0	14.2	0.492	0.0
		最小値	9.79	76.0	14.0	0.457	0.0
		最大値	11.10	81.9	14.4	0.518	0.0
		標準偏差	0.44	1.8	0.1	0.019	0.0
		変動係数(%)	4.2	2.3	0.8	3.8	-

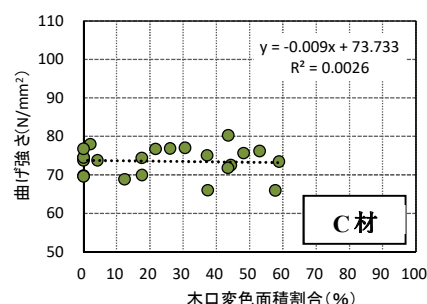
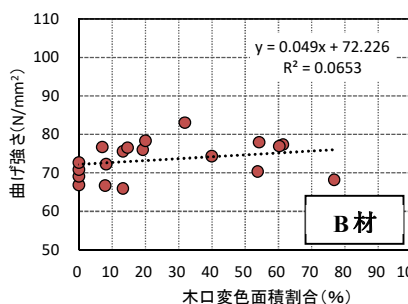
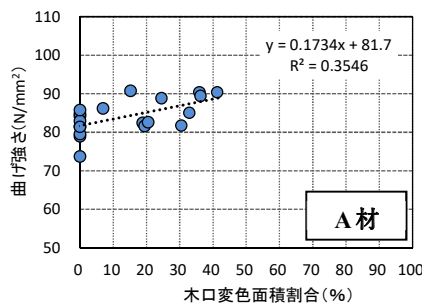


図1 木口変色面積割合と曲げ強さの関係（丸太毎）

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

立木段階での材質・性能予測に関する研究

愛知県森林・林業技術センター 技術開発部

上田 耕大・小林 寛生¹・豊嶋 勲¹

(¹ 現 愛知県新城設楽農林水産事務所)

研究の背景・ねらい

「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行されて以来、県内各地で県産材を使用した公共建築物の施工が増加しています。また、公共建築物の構造材は JAS 材を用いる場合が多くあることから、強度が高い材料を効率的に確保する必要があります。立木段階で材質・性能を把握することが出来れば、林分単位での在庫管理をすることができ、求める材料を効率的に確保することが可能となります。

そこで本研究では、県産スギ材の立木段階での材質・性能予測を行うために、立木で測定した応力波伝播速度と諸性質との関係データベースを構築し、これを使用した立木評価を行いました。

成 果

新城市上吉田の 55 年生スギ林から 56 本を任意に選び、2018 年 4 月に立木の応力波伝播速度を測定しました。7 月に伐採して長さ 4 m の丸太を採取し、丸太の形状、重量、縦振動法による動的ヤング率（縦振動法によって得られる木材の強さの指標）の測定をしました。その後、幅 120 mm、梁背は任意の高さの心持ち平角に製材し、気乾含水率まで乾燥後、曲げ試験を実施し、曲げヤング率（曲げ破壊試験によって得られる木材の強度の指標）を測定しました。

これらから、応力波伝播速度と動的ヤング率（図 1）、及び応力波伝播速度と曲げヤング率（図 2）には正の相関関係があることがわかりました。次に、JAS の等級区分を応力波伝播速度から推定する手法として、応力波伝播速度の中央値である 3,000 m/s を基準とし、丸太の動的ヤング率の大小を区分しました。その結果、3,000 m/s 未満のクラスでは、丸太の JAS 等級で Ef 70 が約 80%、3,000 m/s 以上のクラスでは Ef 90 が約 60%（図 3）となり、かなりの精度で分類が可能であることがわかりました。

同様に応力波伝播速度の中央値 3,000 m/s を基準として製材の曲げヤング率の大小を区分した結果、3,000 m/s 未満のクラスでは、製材の JAS 等級で E 90 以上が約 68%、3,000 m/s 以上のクラスでは E 90 以上が約 87%（図 4）となり、基準を設定することで強度の高い製材品を選出することが可能とわかりました。

成果の活用

立木段階での性能予測において、丸太の動的ヤング率は、応力波伝播速度の中央値 3,000 m/s を基準に Ef 70 のグループと Ef 90 のグループに分けることが出来ました。製材の曲げヤング率は、3,000 m/s 以上のものでは、E 90 以上の材を選出しやすくなることがわかりました。研究の成果については、当センターの研究報告やホームページ等で公表しています。

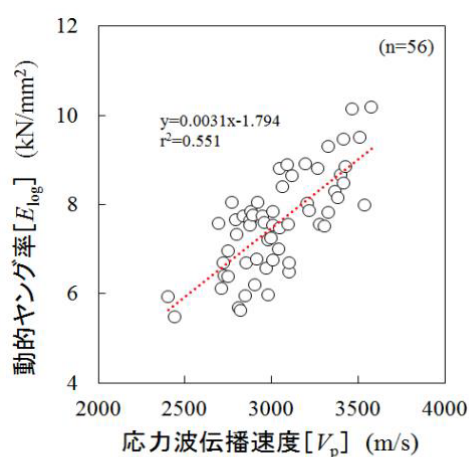


図1 立木の応力波伝播速度と丸太の動的ヤング率の関係

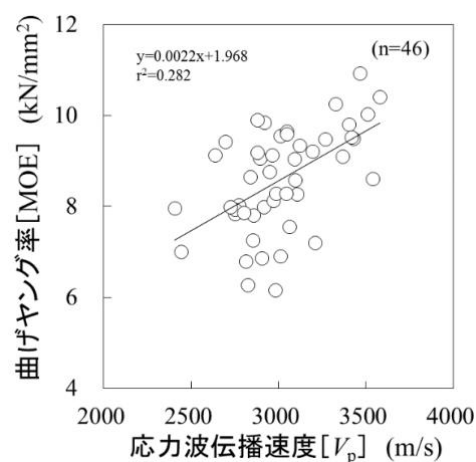


図2 立木の応力波伝播速度と製材の曲げヤング率の関係

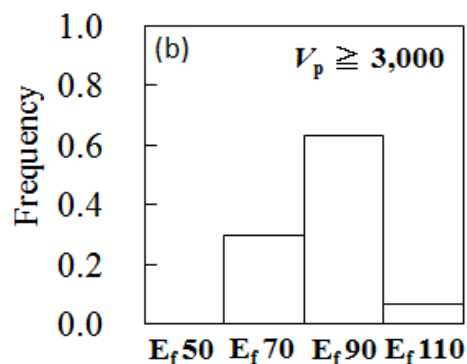
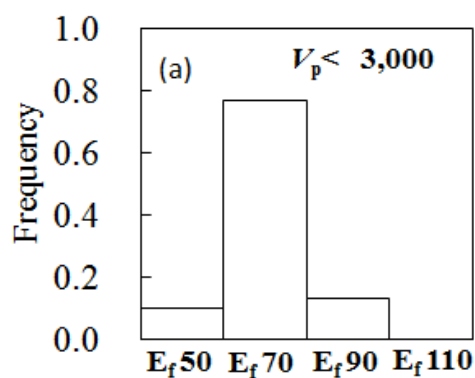


図3 応力波伝播速度[V_p]の中央値で2区分した丸太のJAS等級分布
(a) $V_p < 3,000$ m/s、(b) $V_p \geq 3,000$ m/s

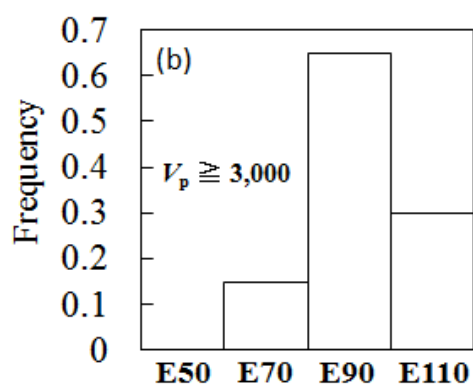
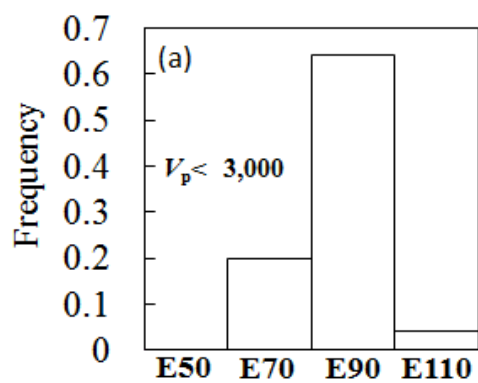


図4 応力波伝播速度[V_p]の中央値で2区分した製材のJAS等級分布
(a) $V_p < 3,000$ m/s、(b) $V_p \geq 3,000$ m/s

スギ材の効率的な葉枯らしシステムの開発

鳥取県林業試験場 木材利用研究室 桐林 真人

研究の背景・ねらい

生のスギには水分が多く含まれていますが、伐採後に枝葉を付けたまま現地にしばらく放置すると乾燥が進み、また材色が良くなるとされています。これを“葉枯らし”といいます。葉枯らし材は刃あたりが良く木味に優れており、木材市場では高値が付きやすいので、鳥取県東部の伝統的な林業地域「智頭（ちづ）町」では、一部で葉枯らしが行われています。しかし、葉枯らしの期間と、乾燥や材色改善効果の関係が不明確で、どのくらいの期間葉枯らしすれば良いのかは経験に頼らざるを得ません。このため、森林施業に積極的に葉枯らしを組み込みにくく、葉枯らし材の出材量が少ない状況となっていました。

そこで葉枯らしを取り組みやすい施業にするため、葉枯らしに必要な具体的な期間や乾燥の状況、材色の改善効果などを明らかにしました。

成 果

1. 葉枯らしに必要な期間や最適開始時期の探索

非破壊的に木材の乾燥状況を知るには重さを測れば良いのですが、伐採した木全体の重さを現地で測ることは困難です。そこで応力波伝播時間（以下、SPT）計測機 FAKOPP を使った、当試験場で確立した精度の高い SPT 計測手法を採用しました。木材が乾燥すると水分が減るので SPT の値が小さくなるのです。計測では樹幹の特定の箇所にセンサーを挿すことで定点間を評価しました（写真1）。同じ山林で様々な時期に伐倒した複数のスギを対象に調査した結果、夏から秋にかけて葉枯らしを開始するのが好適で、乾燥が進行するのは概ね2か月程度であること（図1）、尾根向きに倒すと谷向き伐採より乾燥の進行が早いこと（図2）、日照時間が長いと乾燥が進行すること（図3）、等がわかりました。

2. 材色に対する葉枯らし乾燥の効果の数値化

伐採直後のスギの切り口の心材は黒っぽく変色しやすいのですが、葉枯らしが進むと変色しにくくなるようです。そこで、葉枯らしによる材色の変色抑制効果を数値的に検証するため、定期的に木口に新鮮な切断面を設け、切断面の心材部の変色を色彩色差計で計測しました（写真2）。その結果、伐採後2か月以上葉枯らしすると、切断面の明るさや鮮やかさの値が変化しにくいことが示されました（図4）。

成果の活用

鳥取県林業試験場では、これらの成果をまとめたリーフレットを作成し、林業事業体等に配布するとともに、ホームページで公開しました。リーフレットでは、葉枯らしに必要な期間の目安や時期、葉枯らしの効果を示しています。「現場の感覚が数値化されていて納得した」、「わかりやすい」、等の御意見を頂いています。今回得られた知見が現場で活用され、葉枯らしが森林施業のバリエーションの一つとして積極的に実施されていけば、葉枯らし材ブランドの構築や、林業事業体や山林所有者の収益向上を通じて中山間地域の活性化の一助になると考えています。

リーフレット内容 URL: <https://www.pref.tottori.lg.jp/295042.htm>



写真1 SPT計測状況

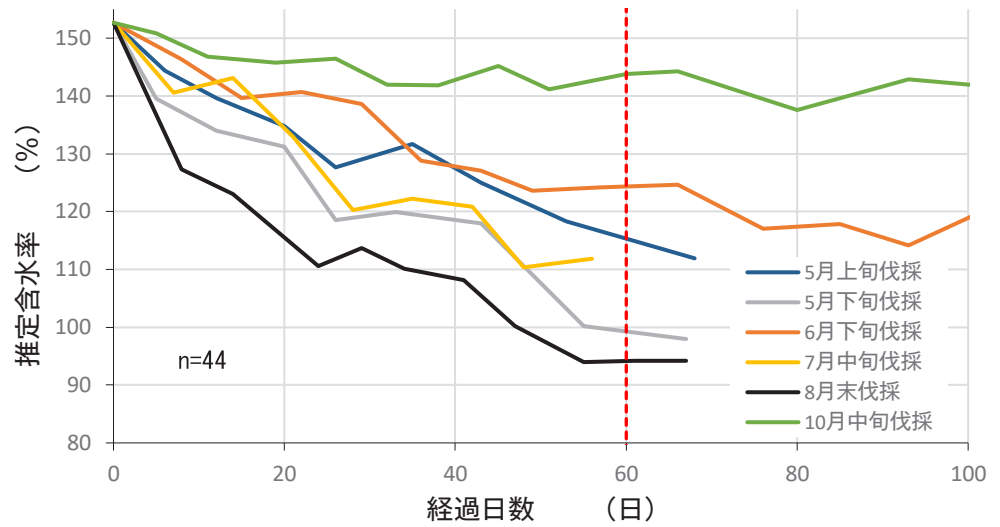


図1 葉枯らし開始時期と乾燥の進行の関係

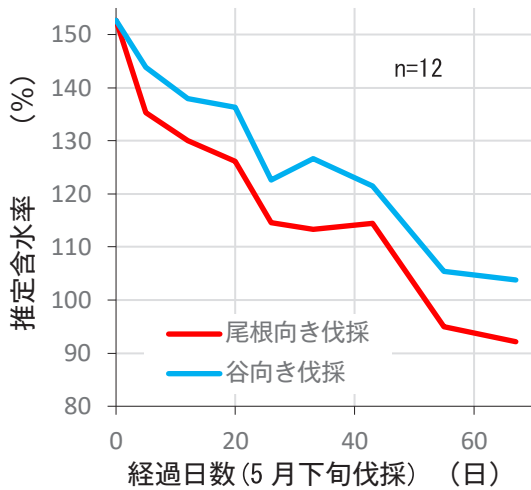


図2 伐倒方向と乾燥の進行の関係

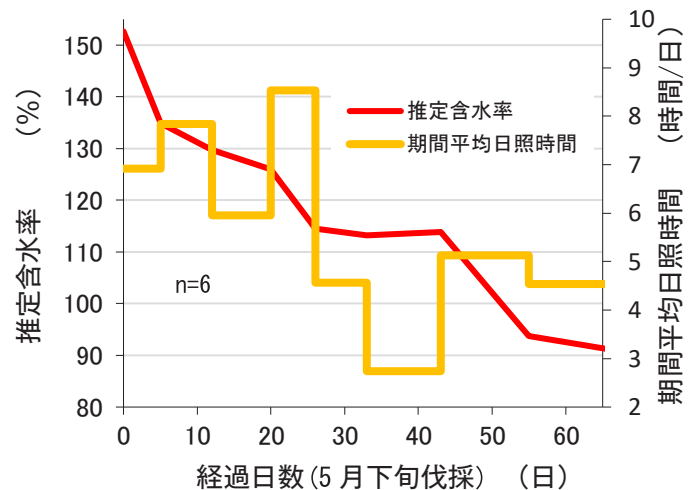


図3 日照時間と乾燥の進行の関係



写真2 木口の切り直し状況

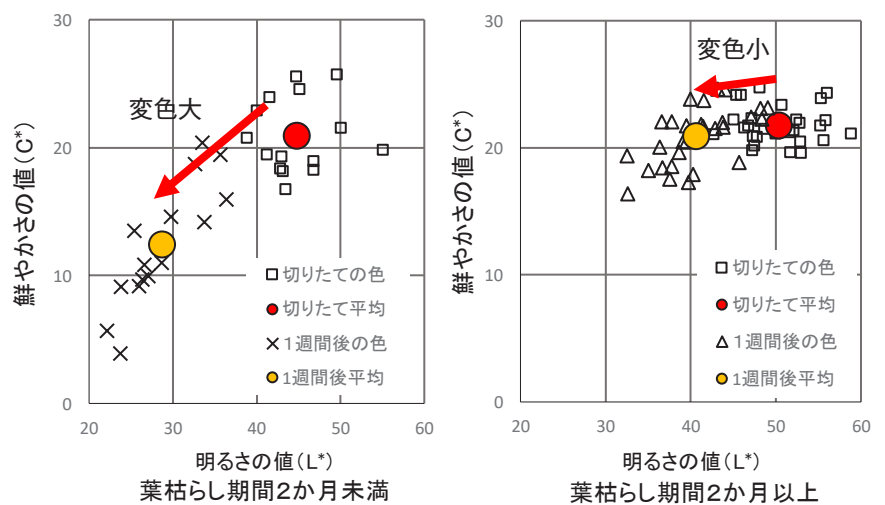


図4 葉枯らし期間と木口の変色との関係 (心材部)

高温セット法を用いたスギ大断面心持ち正角の人工乾燥

島根県中山間地域研究センター 農林技術部 村上 裕作

研究の背景・ねらい

スギ人工林の長伐期化に伴いスギの大径化が全国的に生じていますが、島根県についても同様であり、その利用が求められています。スギ大径材の活用法の一つに、非住宅部材等に用いられる断面寸法が120mm角より大きな大断面心持ち正角への利用がありますが、乾燥方法に関する報告が少なく、割れ等の乾燥による損傷や種々の寸法に応じた適切な乾燥日数等は明確ではありません。

本研究では、120mm角以下のスギ心持ち正角に対して表面割れ抑制のためにこれまで用いられてきた高温セット法が、スギ大断面心持ち正角に対しても有効であるか検討しました。また、このときに必要な乾燥日数についても推定を行いました。

成 果

島根県産スギ丸太を使用し、長さ3mの心持ち正角に製材しました。処理区は150角用心持ち正角（以下、150角）と300角用心持ち正角（以下、300角）で、試験体数は各9本です。粗挽き寸法は150角が165×165mm、300角が320×320mmです。高温蒸気式木材乾燥機を用いて表1のスケジュールにより乾燥させました。

スギ150角を13.6日間かけて乾燥させた結果、含水率を平均12.0%（標準偏差3.5%）にすることができました（図1）。幅が1mm以上の表面割れを測定した結果、木口から伸びた表面割れは認められず、単独に材面に生じた独立の表面割れが生じた試験体は1体でした。

スギ300角を46.9日間かけて乾燥させた結果、含水率を平均9.6%（標準偏差2.7%）にすることができました（図1）。幅が1mm以上の表面割れを測定した結果、木口から伸びた表面割れは6体、単独に材面に生じた独立の表面割れは4体に生じていましたが、材面の様子から表面割れが多いという印象はありませんでした（写真1）。

心持ち正角を乾燥させると大きな表面割れが発生することがありますが、今回行ったスギ大断面心持ち正角の高温セット法による人工乾燥では発生する表面割れが抑えられました。このことから、スギ大断面心持ち正角についても高温セット法が有効だと考えられました。

含水率を20%以下に乾燥させるために必要な日数は、150角では8日以上、300角では20日以上と推定されます（図1）が、初期含水率が高い試験体では乾燥に時間が多く必要だったことから、材の条件に合わせて乾燥日数を変更する必要があります。また、150角と300角は、ともに材の表面から遠い深部の含水率が20%を超える試験体があったことから、乾燥後の養生期間を長くとする等の注意が必要です。

成果の活用

本成果は、第70回日本木材学会大会（2020年）及び日本木材学会中国・四国支部第31回研究発表会（2019年）において発表しました。また、島根県内の製材事業体に向けて情報提供を行っています。

表1 スギ大断面心持ち正角に適用した高温セット法による乾燥スケジュール

時間 (h)	乾球温度 (℃)	湿球温度 (℃)	乾湿球温度差 (℃)	処理
12	95	95	0	昇温・蒸煮
24	120	90	30	高温セット
X	90	60	30	中温乾燥

※X=150角は291時間、300角は1089時間。

※乾燥終了後、試験体を3週間程度室内で保管し、養生させた。

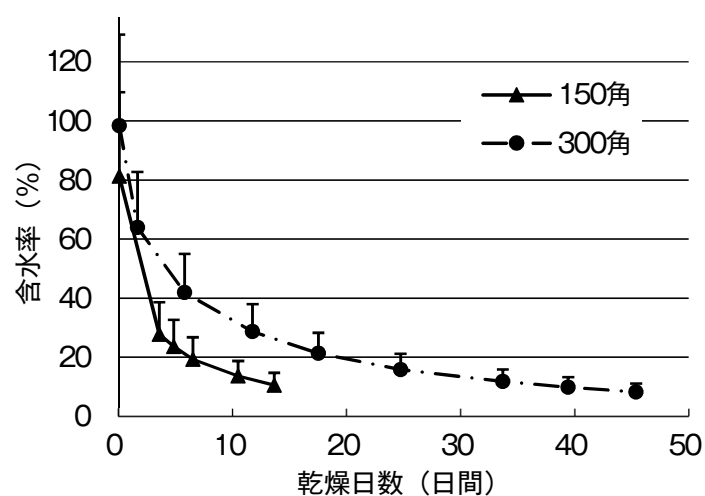


図1 高温セット法で乾燥させたスギ大断面心持ち正角の含水率推移
エラーバーは標準偏差を示す。



写真1 300角試験体に生じた表面割れの一例

岡山県産ヒノキによる木質防火材料の開発

岡山県農林水産総合センター 森林研究所 金田 利之

研究の背景・ねらい

「公共建築物等木材利用促進法（H22）」の施行により、公共建築物における木造化、内装等の木質化が推進され、建築分野での木材の需要拡大が期待されています。公共建築物は、その用途及び規模等により建築基準法の内装制限が適用されることが多いため、内装の木質化には木質の防火材料が必要となります。これまで岡山県産ヒノキについては、実験室レベルでの難燃化が検討されていましたが、実用化のための実大レベル（長尺材）での検討は行われていませんでした。

このような背景から、岡山県産ヒノキによる実大レベルでの木質防火材料の開発を行いました。

成 果

1. 実大材における注入処理条件の検討

無節の岡山県産ヒノキ材（辺心混合・厚さ 15 × 幅 120 × 長さ 2000mm）において、自家調製した難燃薬剤（リン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤）の注入処理条件（①前排気：7.5kPa・30分、②加圧：1～2MPa・1～4時間、③薬剤回収、④後排気：7.5kPa・30分）を検討したところ、薬剤注入量（固形分量）は 196～338kg/m³ となりました（表1）。クルクミン法によるホウ素の呈色試験の結果、295kg/m³ 以上であれば材の中心部まで薬剤が浸潤していることが確認できました（写真1）。

2. 実大注入処理材の難燃性能の検討

前項で処理した試験体のうち、薬剤注入量（固形分量）が 280kg/m³ 以上の試験体について 10cm 間隔で分割し、コーンカロリメータによる発熱性試験を行ったところ、薬剤注入量（固形分量）が 330kg/m³ 以上の実大注入処理材の 20 分間の総発熱量が不燃化の認定基準である 8MJ/m² 以下になりました（図1）。

3. 薬剤溶出抑制技術の検討

難燃薬剤の溶出を抑制するために、ジルコニウム化合物を添加する方法を検討しました。自家調製した難燃薬剤にジルコニウム化合物を重量比 9：1 で添加した薬剤を注入処理したヒノキ材（辺心混合・厚さ 15 × 幅 110 × 長さ 110mm）における溶脱試験の結果、ジルコニウム化合物添加による薬剤溶出防止効果が認められました（図2）。

成果の活用

本研究により、岡山県産ヒノキによる実大レベルでの木質防火材料を開発することが出来ました。今後は、県内で木材の防腐・防蟻処理を行っている関係企業に活用を促したいと考えています。

なお、研究の成果は、森林研究所成果発表会等で発表を行うとともに、ホームページで公表する予定です。

表 1 注入処理条件別の薬剤注入量

樹種	材種	注入条件		薬剤注入量(固形分量・kg/m ³)		
		加圧圧力	加圧時間	最小値	平均値	最大値
ヒノキ	辺心混合	1MPa	1時間	225	260	283
		2MPa	1時間	196	280	318
		1MPa	4時間	280	316	338

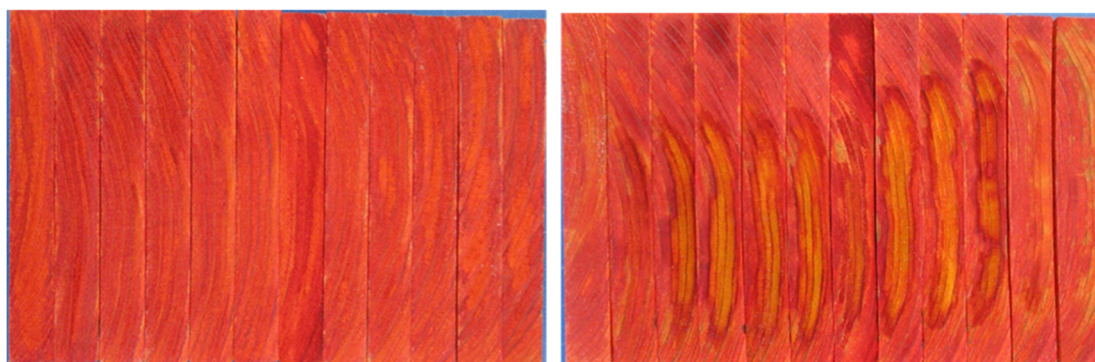


写真 1 クルクミン法による薬剤の浸潤状況の一例
(左：薬剤注入量295kg/m³、右：薬剤注入量196kg/m³)

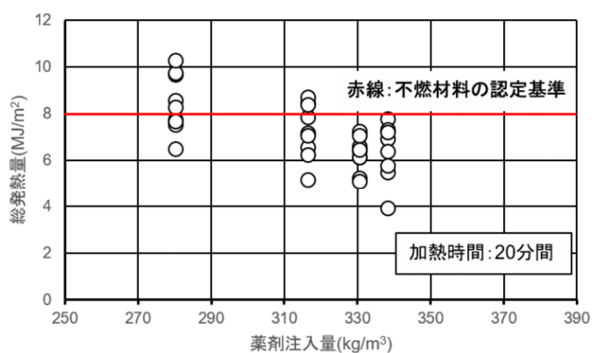


図 1 薬剤注入量（固形分量）と総発熱量の関係

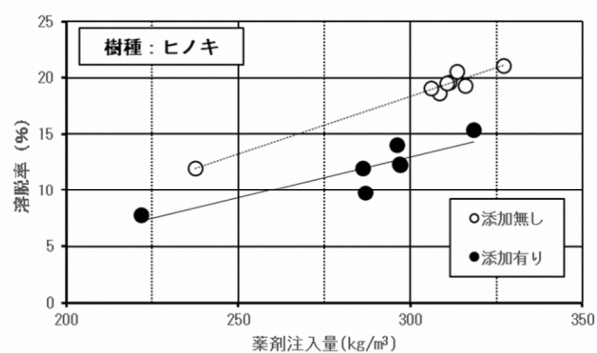


図 2 ジルコニウム化合物添加の有無による薬剤注入量（固形分量）と溶脱率の関係

広島県産コウヨウザンから作製した LVL の強度性能

広島県立総合技術研究所 林業技術センター 渡辺 靖崇、涌嶋 智、齋藤 一郎、山本 健

研究の背景・ねらい

コウヨウザン (*Cunninghamia lanceolata*) は、中国・台湾を原産とするヒノキ科の針葉樹です。国産のコウヨウザン材の利用方法を検討するため、平成 28 年度に広島県庄原市の民有林にあるコウヨウザンを伐採し、平角材とラミナを作製して強度特性を調査しましたが¹⁾、さらに他の利用方法を検討していく必要があります。

そこで本研究では広島県庄原市で生育した 53 年生（平成 29 年伐採時）のコウヨウザンを用いて、LVL（単板積層材）を作製し、曲げ試験・縦圧縮試験・めり込み試験・水平せん断試験を行い、各強度性能を調査しました。

成 果

広島県庄原市にあるコウヨウザン林において立木を 2 本伐採し、立木あたり丸太を 5 本、計 10 本採材しました。原木丸太の動的ヤング係数を縦振動法により測定（写真 1、図 1）したのちに、LVL の作製を鳥取県の株式会社オロチで行いました（写真 2）。単板を乾燥後、超音波伝播時間によりヤング係数の推定を行い、単板のヤング係数によって弱・中・強の 3 水準で分けてそれぞれの区分ごとに LVL を作製しました。LVL の寸法は、幅 91.45mm × 長さ 2700mm × 厚さ 45.5mm です。

作製した LVL は、日本農林規格（以後 JAS とします）の単板積層材に従い、曲げ試験・水平せん断試験・めり込み試験を、平使いと縦使いの試験それぞれ行いました。縦圧縮試験は、（公財）日本住宅・木材技術センターの「構造用木材の強度試験マニュアル」に従って行いました。

本試験の曲げ試験結果を JAS の単板積層材の「A 種構造用 LVL の基準強度」に当てはめると、単板強度が“弱”のものでヤング係数 90E・曲げ強さ 1 級相当、“中”のものでヤング係数 100E・曲げ強さ特級相当、“強”のものでヤング係数 120E・曲げ強さ特級相当となり、超音波伝播時間の結果による単板の仕分けの結果と同様の結果となりました（図 2）。

以上の結果から、コウヨウザンでも従来と同様の方法での LVL の作製が可能であることが確認されました。

成果の活用

本成果の一部を第 70 回日本木材学会（2020）で発表しました。今後は、コウヨウザンに関心のある企業・団体へ本成果を普及していくとともに、LVL 以外にもコウヨウザン材の他の利用方法について検討していく予定です。

引用文献

- 1) 渡辺靖崇・涌嶋 智・藤田和彦・小西浩和（2017）広島県で生育したコウヨウザンの強度性能．第 67 回日本木材学会大会研究発表要旨集：99-100



写真1 原木丸太の縦振動法の様子



写真2 作成したコウヨウザンLVL用の単板

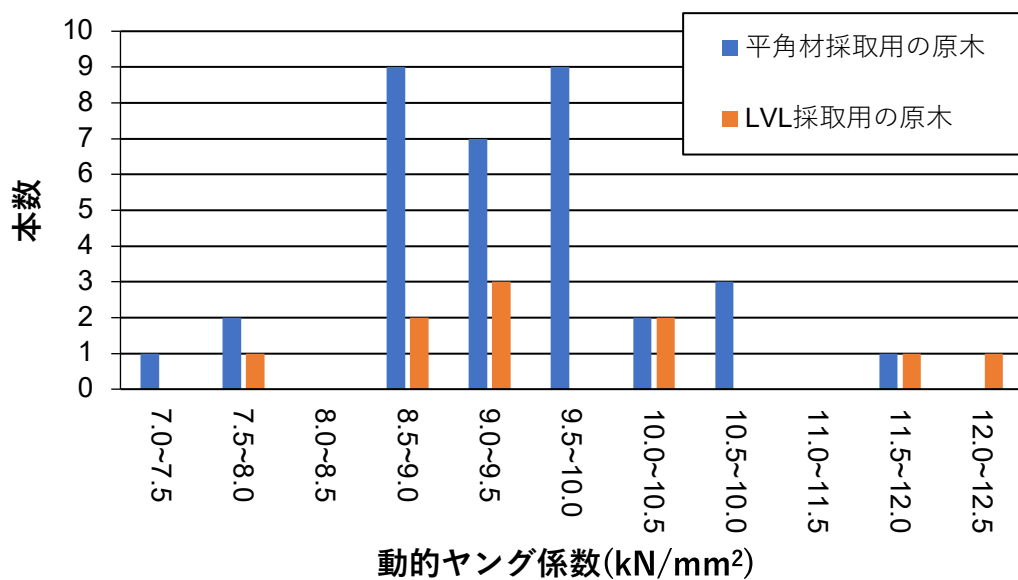


図1 LVL採取用と平角材（渡辺ら2017）採取用の原木丸太の動的ヤング係数の分布

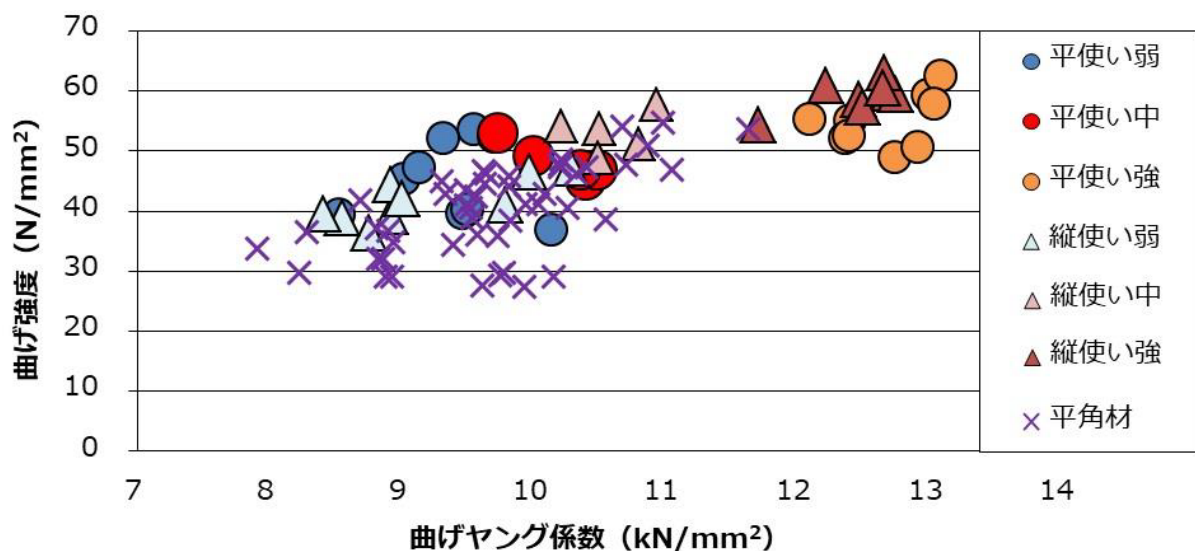


図2 コウヨウザンLVLと平角材（渡辺ら2017）の曲げ強度と曲げヤング係数の関係

[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]

木製ガードレールの現況調査と適切な維持管理の方法

熊本県林業研究・研修センター 林産加工部 平田 晃久¹・野口 琢朗²・徳丸 善浩
(¹ 現 熊本県林業振興課、² 現 熊本県玉名地域振興局林務課)

研究の背景・ねらい

熊本県では、平成 13 年度に知事を本部長とする「熊本県公共施設・公共工事木材利用推進本部」を設置し、建築分野のみならず、土木分野においても、積極的に木材の利用に取り組んでいるところであり、林道においては、従来の鋼製ガードレールの代替として、木製ガードレール（写真 1）が推進されました。木製ガードレールは、コンクリートの支柱に横木を固定したタイプで、横木には丸棒に加工され防腐・防蟻処理が施されたスギ材を使用しています。

本研究では、長期間経過した既設の木製ガードレールの現況調査（写真 2）により、経年劣化の傾向を把握するとともに、劣化した横木の強度試験の結果から、横木の耐用年数と交換時期を判断する知見を得ました。

成 果

平成 13 年度から平成 23 年度に設置された（設置後 8 年～18 年経過）木製ガードレール 63 箇所を使用されている横木 2,519 本の目視、ハンマーによる打診及びドライバーによる触診の各診断により劣化状況を調査し、森林総合研究所の 6 段階評価（表 1）による被害程度で評価しました。

その結果、横木の 87.7% は被害程度 0 で、多少とも劣化ありと判定した被害程度 1 以上の割合は 12.4% となりました（図 1）。交換の目安とされる被害程度 3 以上の横木の割合は、10 年経過以内は 0% でした（図 2）。

また、被害程度 3 以上の横木のうち 8 本について曲げ強度試験（写真 3）を実施した結果、いずれの測定値も初期強度の目安となる 18.1 (N/mm²) に及ばなかったことから交換の必要性が示唆されました。測定値の平均は 7.5 (N/mm²) で初期強度の目安に対して 4 割程度まで低下していました。

このように、横木に適切な防腐等の保存処理がなされていればおおむね 10 年程度は横木の劣化が少ないことと、今回用いた調査・評価方法の妥当性が確認できました。

そこで、木製ガードレールの設置後 10 年以上のものを対象に、今回用いた目視、打診および触診による簡易な診断方法で点検を行い、被害程度 3 以上と判定した横木のみを交換することで、負担の少ない適切な維持管理ができるものと考えます。

成果の活用

熊本県林業研究・研修センターの各種刊行物、業務報告及び業務発表会やリーフレットの作成により広く周知します。特に、道路維持管理者となる市町村に対して、負担の少ない維持管理方法を認識していただき、木製ガードレールの設置が促進されることで木材の利用拡大につながることを期待します。



写真1 木製ガードレール



写真2 現況調査

表1 劣化被害判定基準

被害程度	状態
0	被害なし
1	部分的に軽度の腐朽または蟻害
2	全面的に軽度の腐朽または蟻害
3	2に加えて部分的に激しい腐朽または蟻害
4	全面的に激しい腐朽または蟻害
5	腐朽または蟻害によって形が崩れる



写真3 強度試験の実施状況

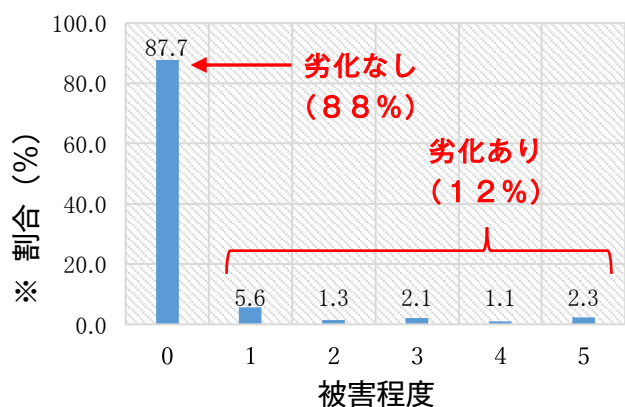


図1 被害程度別本数割合

※ 四捨五入の関係で割合の合計が100.1%となっている。

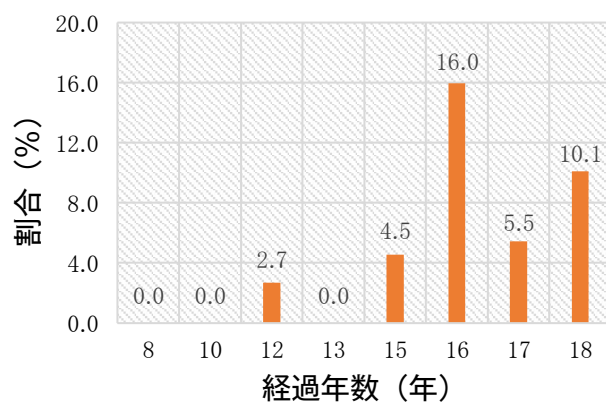


図2 経過年数別の被害程度3以上の本数割合

一般流通製材を用いた大断面柱材の開発

大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 山本 幸雄

研究の背景・ねらい

平成 22 年に「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行されるなど、中・大規模公共建築物への木材利用はますます進むと考えられます。このような建物では、柱を現わしにするため燃えしろ設計とすると 270mm 角程度の柱が必要になりますが、このような製材は乾燥が困難で供給が難しいことが指摘されています。

そこで、本研究では、一般的に流通している製材を用いて、一辺が 270mm 程度の合わせ柱の開発を目標に、下記の試験を行いました。

成 果

1. 接合具の検討

木ネジの一種である太さ 4.8mm のコーススレッドを 300mm、450mm、600mm、900mm 間隔で打ち、座屈試験を行ったところ、座屈強度に大きな差がないことを確認しました(図 1)。

2. 座屈試験

長さ 4 m のスギで、90mm 角製材 9 本の合わせ柱(90mm 柱)及び枠組壁工法構造用製材の寸法型式 208(厚 38mm × 幅 184mm)と 212(厚 38mm × 幅 286mm)の幅を 266mm に調整した材を用いた合わせ柱(208 柱)を試作し、座屈試験を行いました(写真 1、図 2)。最大荷重の平均は、それぞれ 714.1kN と 860.57kN で、十分な座屈強さがあることが確認できました。

3. 燃焼試験

90mm 柱の一部を切り出し 1 面から 60 分燃焼試験を行ったところ、試験体表面からおおよそ 45mm までしか燃焼が進まず、60mm 燃えしろがあれば十分であること、3.5mm 程度の目地では、燃焼は進まないことが確認できました(写真 2、写真 3)。

成果の活用

今回開発した型とは異なりますが、120mm × 240mm 断面の製材品二つからなる合わせ柱が、令和 3 年度竣工予定の大分県国東警察署の武道場の柱に使用される予定です。今後、建築関係者等に情報提供し、さらなる合わせ柱の採用を促します。

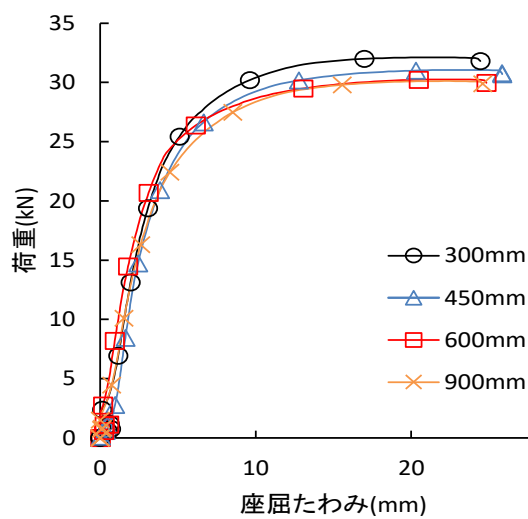


図1 座屈試験結果(接合具間隔)



写真1 座屈試験 (90mm 柱)

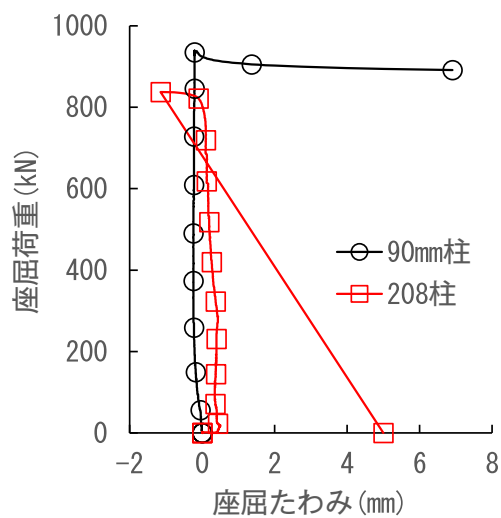


図2 座屈試験結果

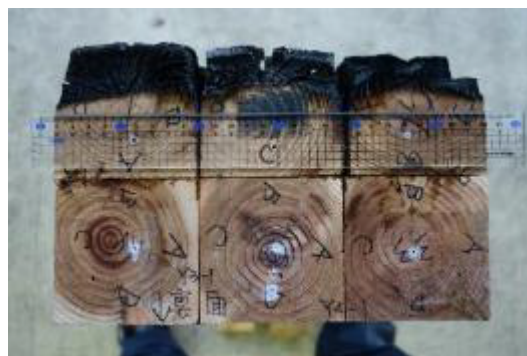


写真2 燃焼試験後の試験体



写真3 燃焼試験後の試験体(目地)

青森県の気候に適したアラゲキクラゲ品種の作出

(地独) 青森県産業技術センター 林業研究所 森林資源部 土屋 慧

研究の背景・ねらい

アラゲキクラゲは夏季の栽培に適していることから、シイタケ等栽培きのこの生産が落ち込む夏場の代替作物としてきのこ生産者から期待されています。また、①収穫が手作業で機械化が難しいため大手企業が未参入である、②夏季の栽培には冷房等の空調設備を必要とせず栽培コストが低い、③品持ちが良いなど、経営上のメリットが挙げられます。県内においては、市場関係者から生産量の増加を望む声がありますが、現在県内の生産量は限られているうえ、青森県は他の地域よりも気温が低いため、栽培に適する期間が限られてしまうことが課題となっています。このことから、青森県での栽培に適したアラゲキクラゲの優良品種を作出することを目的として、交配菌株の生産性と子実体形質の評価により品種選抜を行いました。

成 果

野生のアラゲキクラゲ7菌株から、人工交配により458菌株の交配株を作出し、1～3次選抜により菌株を選抜しました。1次選抜では、低温下での子実体形成能と子実体収量、子実体形質を選抜指標として、相対的に優れる菌株を選抜しました。2次選抜では、収穫期間と初回収量を選抜指標として、相対的に優れる菌株を選抜しました。3次選抜では、生育温度別の収穫期間と初回収量を選抜指標として、対照品種(森89号、森産業株式会社)より優れる菌株を選抜しました。低温下での栽培試験の結果から、選抜菌株は対照品種より低温下での子実体発生までの期間が短いことが分かり(写真1、図1)、選抜菌株の優位性が示されました。また、対照品種と選抜菌株の子実体について、破断強度を計測し菌ごたえの定量的な評価を行った結果、対照品種と比較し、破断強度が高く(図2)子実体の外観評価が高い(写真2)菌株21-OC27が選抜されました。

成果の活用

今回選抜した菌株について、栽培の手引きを作成し、研究所のホームページに掲載しました(<https://www.aomori-itc.or.jp/docs/2019040100036/>)。現在、品種登録に向けて取り組むとともに、県内への生産普及に向けて県と連携した普及事業を実施しており、事業の試験栽培の中で得られた栽培技術についても随時手引きに反映させていく予定です。今後は、県内へのアラゲキクラゲの普及・定着に向けた技術的な支援を継続するとともに、きのこ産業の振興に貢献できるような品種の改良に取り組んでいきます。

知的財産取得状況

選抜した菌株は「青AK1号」として、令和2年3月に品種登録出願しました。(品種登録出願番号34590)



写真1 対照品種（左）と選抜菌株（21-0C27、右）の成長速度の差
生育温度 18℃、栽培 25 日目

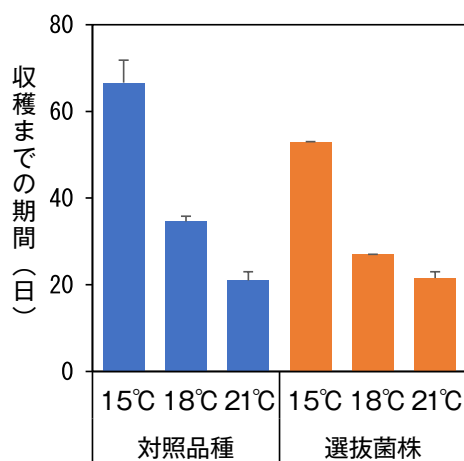


図1 発生～収穫までの期間（N=10）
図中、棒は平均値、エラーバーは標準偏差を示す。

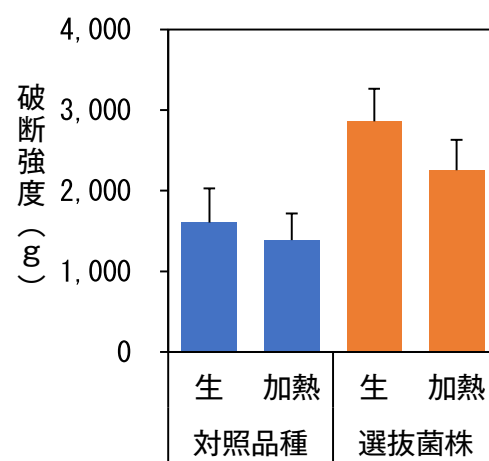


図2 子実体の破断強度（N=10）
図中、棒は平均値、エラーバーは標準偏差を示す。



写真2 対照品種（左）と選抜菌株（21-0C27、右）の子実体

ドラム缶式・ペール缶式精油採取装置の開発

長野県林業総合センター 特産部 加藤 健一

研究の背景・ねらい

精油は、香りや抗菌・抗カビなど多くの優れた機能を有していることから芳香剤や入浴剤などに使われ、最近では国産の精油が「和精油」と呼ばれ関心が高まりつつあります。現在のところ、精油は高価なため嗜好品としての利用が殆どです。ところが伐採現場で大量に生じる枝葉等林地残材が精油生産に活用されれば、大量の精油生産が可能になります。例えば病院や高齢者施設における癒し効果や消臭剤として、更には、きのこ栽培施設における殺菌剤などへの産業的利用の可能性もあります。その実現のためには、安価で効率よくさらに簡易に精油の採取を可能にする装置が必要です。そこでいくつかの装置を考案して実証を試みました。

成 果

装置を広く普及させるため、2つのタイプを考案して試作しました。まず一般家庭向け小型装置としてペール缶式装置（容量：20ℓ、写真1）、業務向け大型装置としてドラム缶式装置（容量：200ℓ、写真2）を開発しました。

ドラム缶式装置の詳細を説明します。ドラム缶は上面が開閉可能で密閉性の高いオープン式とし、水を効率良く沸騰させるためドラム缶の底部に電熱ヒーター（単層 200V・3KW、写真3）を取り付け、電気ポットのように直接水を加熱する方式にしました。冷却装置は、両端をキャップで塞いだ長さ1mの塩ビ管（VU75）にステンレス製自在管を通し、塩ビ管内に水を循環させ冷却する方式で、装置の製作費用は約10万円（表1）でした。

ドラム缶式装置でヒノキの枝葉部を材料として4回採取（採取時間：8時間／回）を行った採取量の平均値は356mℓ（平均材料重量：47kg、写真4）、ペール缶式装置でヒノキの枝葉部を材料として2回採取（採取時間：3時間／回）を行った採取量の平均値は39mℓ（平均材料重量：3.4kg）でした。

ドラム缶式装置による採取時間毎の精油採取量（図1）は、8時間経過時でも30mℓ程度あることから、より短時間で多くの精油を採取できる装置への改良が必要であると考えています。

成果の活用

本研究成果については、長野県林務部及び長野県特用林産振興会主催の研修会において実際に精油採取の実演を行い、ホームページでも情報提供を行っています。また、精油採取作業は林業の荒天時作業として、また障害者施設における軽作業として有効であると考え、これら関係者へペール缶式装置を貸し出し、実際に体験していただき、精油採取への理解を深めるなどの普及活動を行っています。その結果、精油採取に関心を持ち事業を導入、又は検討している団体がいくつか出始めています。



写真1 ペール缶式精油採取装置（容量：20ℓ）



写真2 ドラム缶式精油採取装置（容量：200ℓ）



写真3 電熱ヒーター（200V、3KW）



写真4 採取された精油

表1 ドラム缶式精油採取装置（容量：200ℓ）の製作費用

品目	価格	規格等
オープン式ドラム缶	33,000	銅製200ℓホルツント式 塗装なし
電熱ヒーター	22,000	単相200V、3KW
サーモスタッド	22,000	単相200V用
ジョーゴ	500	φ15cm、蒸気収集用
ステンレス自在管	1,000	L= 1m
塩ビ管+キャップ2個	2,000	VU75mm x 1000mm
電源コード・コネクタ	10,000	3芯x30m、20A、250用、防雨型
雑費	9,500	冷却水用ゴムホース等
合計	100,000	

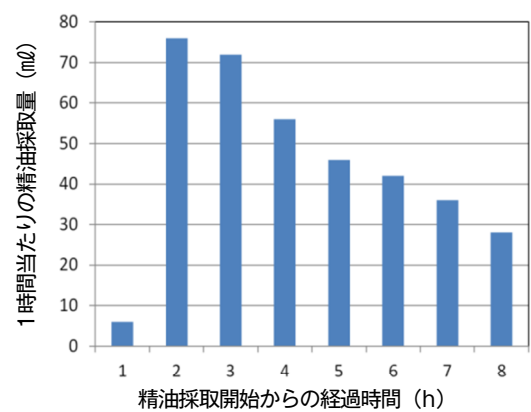


図1 ドラム缶式による精油採取量と経過時間

バカマツタケの林地栽培試験

奈良県森林技術センター 森林資源課 河合 昌孝

研究の背景・ねらい

樹木の根と共生して成長する菌根性きのこには、マツタケやホンシメジ、ショウロなど美味で高価に取引されるものがあります。こうした菌根性きのこの一種に、マツタケ近縁種のバカマツタケというきのこがあります。このきのこは、マツタケによく似た強い香気を持ち、味も良いことから、優れた食用きのこと言えます。また、広葉樹と共生するため、発生環境がマツタケと競合しません。そこで、このバカマツタケを林地の樹木と共生させて定着させるために林地栽培の試験を行いました。

なお、この成果は農林水産省「高級菌根性きのこ栽培技術の開発委託事業」(H27～R1)の一部として得られたものです。

成 果

接種用種菌作成

バカマツタケ菌糸体を液体培地で培養したのちに粉碎して、培地ごと滅菌したバーミキュライトに加え、全体が均一になるように攪拌しました。その後この混合物を、セロハンを敷いた寒天培地上に静置して20℃で培養しました(図1)。そうすると培養開始から約1ヶ月後から肉眼で菌糸が成長し始めるのが確認でき、2～3ヶ月後には菌糸体が全体を覆い種菌が完成しました(図2)。バーミキュライトにはほとんど栄養分が含まれていませんが、セロハンを通して寒天培地から養分が移動できるため、バカマツタケの菌糸が成長できます。また、寒天培地と接種源の間にはセロハンが挟まっているため、培養終了後は接種源と寒天培地は簡単に分離することが出来ます(図2)。

林地への接種

バカマツタケの菌糸が蔓延した接種源を寒天培地から分離し、ウバメガシ取り木苗の根の部分に合着し(図2)、奈良県内の標高約800mのコナラ二次林内の30箇所に平成27年から28年にかけて春および秋に植栽しました。この林では平成29年6月に一部の取り木苗を掘り上げたところ、平成28年(春および秋)に植栽した苗の根系の一部にバカマツタケ特有の厚壁胞子を持つシロ状の塊が形成されていました。引き続き10月に観察したところ、平成28年春に植栽した取り木苗の一つからシロ状構造が広がっている様子が確認でき、そのシロでは1個のバカマツタケの子実体(きのこ)の発生が確認できました(図3)。また、翌年には同じシロから13本のきのこが発生しました(図4)。

成果の活用

この成果は、令和2年2月6日に開催された、農林水産省農林水産技術会議事務局委託プロジェクト「森林資源を最適に利用するための技術開発」課題「高級菌根性きのこ栽培技術の開発」成果発表会で報告しました。現状では、きのこが発生したシロは1カ所なので、より確実にシロが形成されるよう、技術の改良を行っています。

知的財産取得状況

この技術は令和元年7月に「菌根性茸類の種菌調製方法及び接種方法」として特許登録されました。(特許第6558711号)

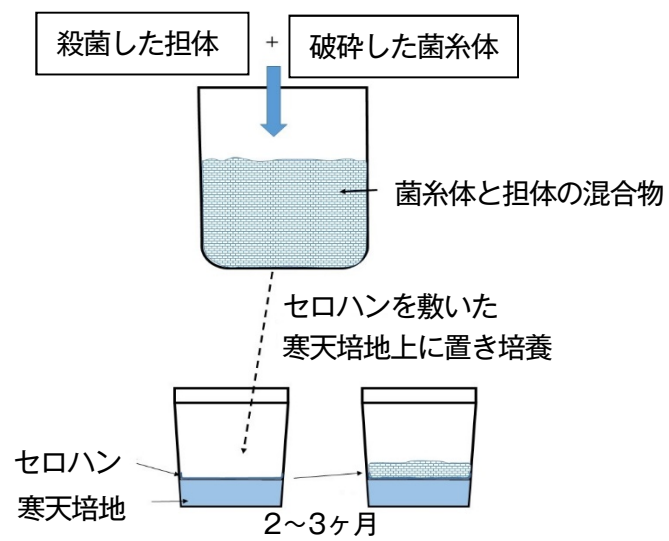


図1 接種源の培養方法



培養した接種源



寒天培地から分離

図2 林地へ接種するための接種源の処理



セロハンを使って取り木苗の根に密着させる

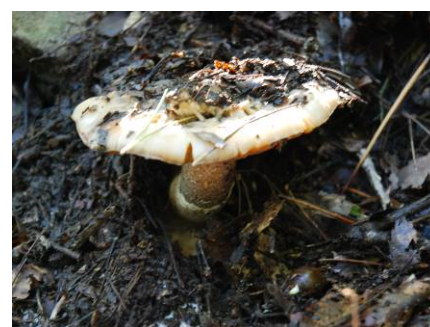


図3 取り木苗の接種源から発生したバカマツタケ



図4 2年目に発生したバカマツタケ

山菜イタドリの増殖と機能性成分活用に係る研究開発

和歌山県林業試験場 特用林産部 杉本 小夜・坂口 和昭

研究の背景・ねらい

イタドリは県内山間地域を中心に食される郷土山菜ですが、近年、栽培や新たな商品開発に取り組む地域が増加しており、収穫量が多く、皮が剥きやすいなど栽培に向く優良系統苗の供給が望まれています。このため、県内で収集したイタドリについて特性調査を行い、優良系統の選抜と増殖に取り組みました。また、新たな活用や新商品の開発に繋げるため、県工業技術センターおよび地域生産者との共同研究により、機能性成分の分析と商品の開発に取り組みました。

成 果

1. 県内9地域から優良系統候補株として採取したイタドリの挿し木により得られた苗(17系統49株)を育成し、各系統の若芽の収穫量・根元直径および皮の剥きやすさ等の特性調査をしました。その結果、発生時期が早く、太くて収穫量が多く、皮が非常に剥きやすい「東牟婁(ひがしむろ)3」を優良系統株として選抜しました(写真1、表1)。苗の増殖は組織培養で行い、1/2MS培地、植物ホルモン無添加またはナフタレン酢酸(NAA) 0.05mg/L添加、ショ糖濃度30g/Lで培養した結果、1ヶ月半で5.5～5.7倍に増やすことが可能となりました(図1)。
2. イタドリは通常食用としていない部位である花や葉、皮、若芽の先に多くのポリフェノールが含まれており(図2)、特に花にはポリフェノールの一種であるケルセチン配糖体が他の部位より多く含まれていました。また、クエン酸は花や皮に多く、水溶性シュウ酸は茎に多く含まれていました(図3)。
3. 日高川町生活研究グループ「イタドリ部会」と共同研究により、ポリフェノールを多く含む部位である、花と皮をブレンドしたイタドリ健康茶や若芽の先を活用したジャムペーストおよびドレッシングを開発しました(写真2)。各商品は令和2年7月から日高郡日高川町内産品販売所で販売されています。

成果の活用

1. 優良系統株「東牟婁3」の苗は(一財)バイオセンター中津(日高郡日高川町)において令和2年6月から販売を開始。
2. イタドリの加工や機能性成分について「イタドリ加工・活用マニュアル」を発行しました。
3. イタドリの今まで活用されていなかった部位(花、葉、皮等)にもポリフェノールが多く含まれていることがわかりました。ポリフェノールの構成や量は採取時期や個体により差があるため、機能性成分を活用した商品の開発に際しては注意が必要です。



写真1 優良系統株「東牟婁3」

表1 若芽の収穫量、根元直径と皮の剥きやすさ
(2018年、2019年の平均値)

株No	収穫量 (g/株/年)	若芽の 根元直径 (mm)	若芽の皮の剥き やすさ (難1← → 4易)
東牟婁-3	497.8	21.0	3.9
伊都-5	418.6	16.5	3.2 **
西牟婁-3	281.0 *	16.0	3.3 **
東牟婁-5	249.5 *	15.6	3.6
西牟婁-8	175.5 *	16.0	3.8
西牟婁-11	77.0 **	13.4	2.7 **
東牟婁-4	73.6 **	11.5 *	2.7 **

※東牟婁3と比較して*は5%水準、**は1%水準で
有意差あり

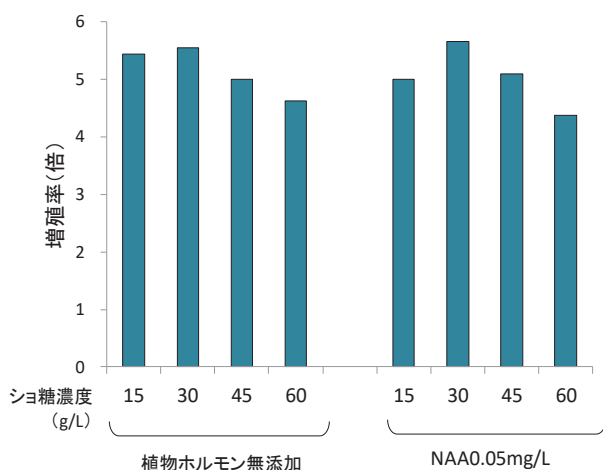


図1 ショ糖濃度およびナフタレン酢酸添加別増殖率

※基本培地 1/2MS

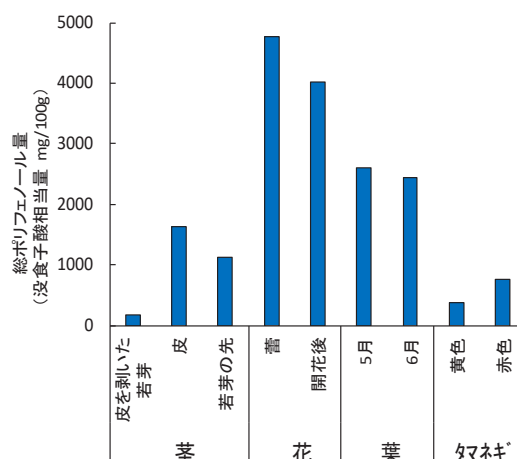


図2 総ポリフェノール量

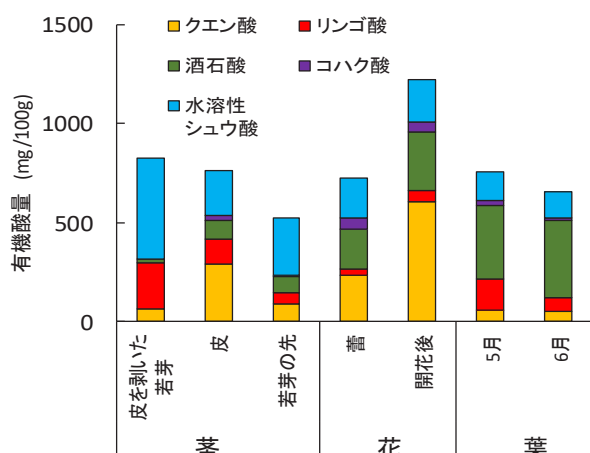


図3 有機酸量

※日高川町弥谷栽培地(2017年収穫)
※各部位をフードミキサーで粉砕し蒸留水を加えて
抽出後液体クロマトグラフ法により分析



写真2 開発した商品

※左から、健康茶、ドレッシング、ジャムペースト

[問い合わせ先: 和歌山県林業試験場 特用林産部 Tel 0739-47-2468]

広葉樹コンテナ苗を利用した菌根性きのこ感染苗の育成

岡山県農林水産総合センター 森林研究所 林業研究室 藤原 直哉

研究の背景・ねらい

マツタケやホンシメジを代表とする菌根性きのこについては、嗜好品として、根強い人気があります。このうちホンシメジなど一部では、既に感染苗木による人工栽培法も開発されていますが、一般の林家には、ややハードルが高いようです。また近年、苗木の育成法の一つとして、コンテナ容器による苗木生産が盛んになり、広葉樹のコンテナ苗も流通するようになりました。裸苗と異なり、細根が発達した根鉢があるため活着が良い特徴があります。このコンテナ苗の細根の状態は、菌根性きのこの菌糸を感染させるには、非常に良い条件です。苗木も入手しやすいことから量産に適しており、一般に受け入れられやすいと考えられたため、ホンシメジ等の感染苗を育成しました。

成 果

ホンシメジでは、コナラやクヌギのコンテナ苗（購入品）の細根に、直接種菌を接種することで、比較的簡単に感染苗を育成することができました。菌糸の感染が確認できないものもありますが、今後、改良していく予定です。

その育成方法ですが、種菌については、あらかじめ脱脂綿に菌糸を培養したものを用いました。この脱脂綿は生分解性のため、そのまま土壌に埋設することが可能です。購入したコナラやクヌギのコンテナ苗の根鉢は、容器から抜くと写真1のとおり、表面に細根が露出しており、害菌の繁殖ありません。3月初旬頃、菌糸を培養した脱脂綿を水で洗浄し、この細根に張り付け、容器に戻した後、温室内で育成すると（写真2）、新根が発生してきます。その後、種菌に付着した菌糸が新根に感染する（写真3）ことで、感染苗となり、5月下旬には現地に植栽することが可能となります。4月上旬に、露地でコナラを育成しても同様の結果が得られますが、クヌギは発根が遅いために向いていません。こうして育成したホンシメジの感染苗について、県内の森づくりを担う林業研究グループの協力を得ながら広葉樹林への植栽を進めています。

成果の活用

この成果は、関西地区林業試験研究機関連絡協議会特産部会、当森林研究所の研究報告、業務年報等を通じて公表しました。また林業研究グループの取り組みは、森林技術誌に掲載されたことで、全国に紹介されました。なお林業研究グループが、これまで発生したホンシメジを青果市場に出荷したところ、5千円～8千円／キログラムの値が付けられ、一時、話題となったそうです。このため、さらに施業区域を拡大し、被圧木や落葉の除去などの管理を行いながら、感染苗を追加植栽しています（写真4）。



写真1 クヌギのコンテナ苗と細根の状態



写真2 温室内の育成状況

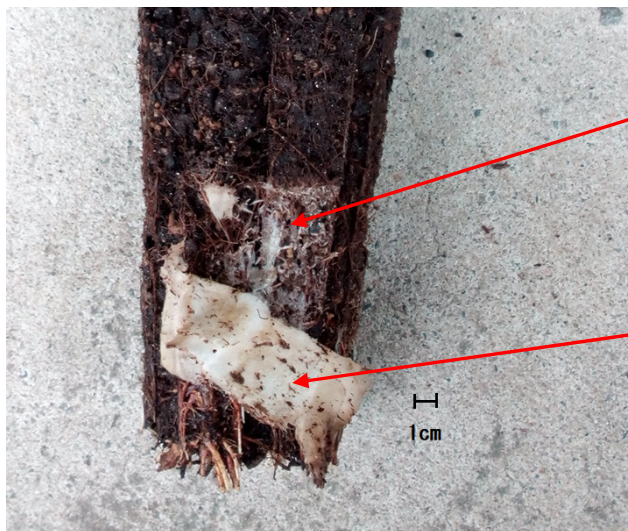


写真3 種菌とホンシメジ菌の感染状況



写真4 感染苗木（クヌギ）の植栽状況

公立林業試験研究機関 研究成果集 No.18 令和2(2020)年度

発 行 日 令和3(2021)年3月31日
編集・発行 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
茨城県つくば市松の里1
電話 029(873)3211(代表)
お問い合わせ 企画部 研究管理科 地域連携戦略室
電話 029(829)8121(直通)
デザイン 朝日印刷株式会社
茨城県つくば市東 2-11-15
電話 029(851)1188

当研究所の許可を受けずに本誌を転載・複製することを禁ずる。

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