

令和4年度

研究成果報告書



油圧集材機＋架線式グラップルを用いた皆伐地の架線集材功程調査
[林内作業者による遠隔操作の様子]

令和5年4月

高知県立森林技術センター

目 次

■ 原木生産の拡大

- 1 再造林における苗木や資材類の運搬方法に関する研究（森林経営課）・・・1
- 2 成長の早い苗木を用いた再造林低コスト化に関する研究（森林経営課）・・・3
 - （播種時期によるスギ発芽とコンテナ苗の成長）・・・3
 - （コウヨウザンとスギの初期成長比較）・・・5
- 3 長伐期施業等に対応した人工林管理技術の研究（森林経営課）・・・7

■ 木材産業のイノベーション

- 4 乾燥材の効率的な生産システムに関する研究（資源利用課）・・・9
- 5 高知県産材の品質向上及び安定化に関する研究（資源利用課）・・・11

■ 木材利用の拡大

- 6 高知県産ヒノキの効率的利用に関する研究（資源利用課）・・・13
- 7 木造建築物の温熱環境に関する研究（資源利用課）・・・15
- 8 土木用木製構造物に関する研究（資源利用課）・・・17

■ 中山間対策

- 9 土佐備長炭原木確保のためのウバメガシ林造成に関する研究（森林経営課）・・・19
- 10 地域に産する黒トリュフの感染苗作出技術に関する研究（森林経営課）・・・21
- 11 スギ・ヒノキ人工林の林床を活用した山菜等の栽培に関する研究（森林経営課）・・・23
- 12 イタドリの品種選抜に関する研究（森林経営課）・・・25
- 13 木炭の生産向上に関する研究（資源利用課）・・・27

● その他の実績等

- 林業技術の普及（企画支援課）・・・29
- 森林技術センターこの1年・・・31
- 令和4年度依頼試験等実績・・・33
- 組織図・・・35

再造林における苗木や資材類の運搬方法に関する研究

(簡易架線における中間サポート通過時の特性)

森林経営課：山崎敏彦・中村知道

■ 目的

近年の再造林の現場では、ニホンジカ等の食害を防ぐ目的で、シカネット等の鳥獣害防止施設の整備が必要な箇所が増加しており、この傾向は近年の高知県造林事業における再造林・鳥獣害防止施設の実績を見ても明らかである。急峻で複雑な地形の多い本県では、高密度な路網整備や機械化が困難な森林が多く、苗木だけではなく、獣害防護資材の運搬のための作業員の労働強度や作業コストが高くなってきており、再造林の推進には、運搬の省力化が必要となっている。そこで本研究は、苗木や獣害防護資材の効率的な運搬や造林作業者の軽労化を図るため、簡易な架線を利用することによる造林資材運搬手法の開発と検証を目的とする。

本年度は、線下高の確保が難しい地形の対応策として、簡易架線における主索中間支持金具（以下中間サポートという）通過時の特性と、主索にかかる衝撃等について試験を行ったので報告する。

■ 内容

高知県立林業大学校実習棟の架線シミュレーターを用い、簡易スナビング式の索張り方法で支間中央部に中間サポートを設置し（図1）、以下の組み合わせと方法により試験を行った。

1) 搬器状態

吊り荷のない“空搬器”、吊り荷を掛けた“実搬器”で搬器荷重を変化させる。

2) 中央垂下量による中央垂下比と索傾斜角

主索の張力調整を段階的に行うことで支点間の中央垂下量（中央垂下比）を変化させることで主索傾斜角を変える。測定については、トータルステーション（SOKKIA FX-105F）を用い、観測値を座標値に計算して必要な変化点や角度等を求めた。

3) 搬器走行方向

上支点側から下支点側に走行する“下荷”とその反対方向の“上荷”とした。

4) 搬器速度

小型電動ウインチのモーター回転速度調整用ボリューム5の位置による秒速0.45mの“低速”、ドラムクラッチを切りブレーキ操作で搬器を送る下荷時の飛ばし込みの“フリー”の2パターンとした。

5) 測定と記録方法

主索、作業索、中間支柱用控索（ラッシングベルトを3本使用）計5箇所の各張力については、ロードセル（容量10kN）を用いて検出し、データの収録については、データロガー（共和電業社製：UCAM-550A）にて、サンプリング速度は0.05秒毎（秒20回）で行った。試験時の挙動等を確認するため、各所にビデオカメラを配置した。

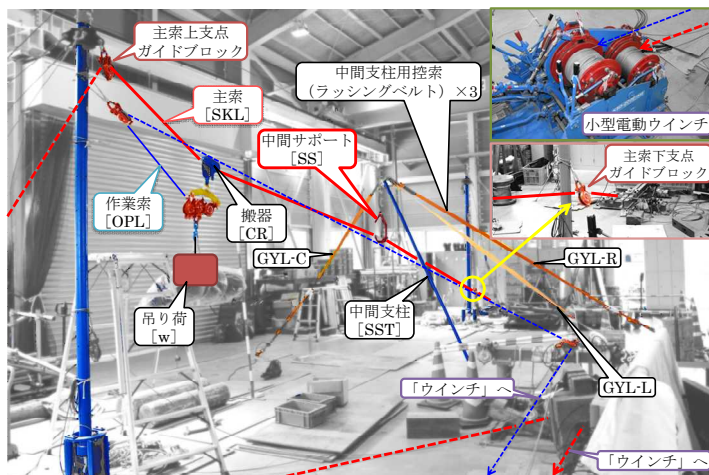
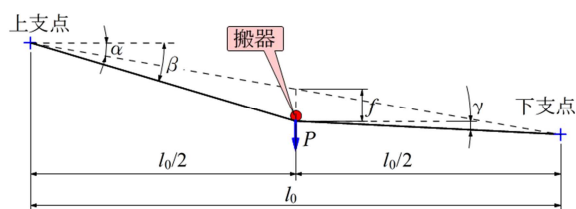


図1 中間サポート付簡易スナビング式配置図



記号	名称	単位	下荷の場合
l_0	支間水平距離	(m)	下支点が
f	中央垂下量	(m)	中間サポート
α	支間傾斜角	(度)	上荷の場合
β	上支点主索傾斜角	(度)	上支点が
γ	下支点主索傾斜角	(度)	中間サポート
P	搬器荷重	(kN)	

中央垂下比 [S] = 中央垂下量 [f] ÷ 支間水平距離 [l_0]

図2 支点や主索傾斜角度等について

表1 中間サポート通過試験結果

試験番号	搬器状態	搬器荷重 (kN)	中央垂下比 (S)	主索傾斜角(度)			搬器走行方向	搬器速度区分	SS通過の可否	主索張力(kN)		衝撃係数 ($t_2 \div t_1$)
				支点間 (α)	上支点側 (β)	下支点側 (γ)				搬器支間中央時(t_1)	SS通過後最大値(t_2)	
01	空搬器	0.142	0.070	14.67	22.01	6.29	下荷	低速	×	0.468		
02	空搬器	0.142	0.054	14.62	20.39	8.11	下荷	低速	×	0.604		
03	空搬器	0.142	0.044	14.61	19.60	9.06	下荷	低速	○	0.712	0.673	0.95
04	空搬器	0.142	0.041	14.64	19.02	9.75	下荷	低速	○	0.818	0.705	0.86
05	空搬器	0.142	0.074	14.71	14.71	5.69	下荷	フリー	○	0.467	0.704	1.51
06	空搬器	0.142	0.055	14.63	20.42	8.08	下荷	フリー	○	0.603	0.685	1.14
07	空搬器	0.142	0.047	14.64	19.63	8.89	下荷	フリー	○	0.711	0.791	1.11
08	実搬器	0.410	0.069	14.67	21.90	6.31	下荷	フリー	○	1.331	1.869	1.40
09	実搬器	0.410	0.064	14.66	21.39	6.93	下荷	フリー	○	1.463	2.067	1.41
10	空搬器	0.142	0.070	12.82	20.26	4.29	上荷	低速	○	0.513	0.634	1.24
11	空搬器	0.142	0.058	12.84	19.12	5.88	上荷	低速	○	0.601	0.579	0.96
12	空搬器	0.142	0.049	12.84	18.13	7.03	上荷	低速	○	0.704	0.645	0.92
13	実搬器	0.410	0.066	12.75	21.83	5.49	上荷	低速	○	1.283	2.129	1.66
14	実搬器	0.410	0.061	12.82	21.14	6.06	上荷	低速	○	1.418	2.007	1.42
15	実搬器	0.410	0.056	12.76	20.33	6.49	上荷	低速	○	1.543	1.879	1.22

■ 成果

支点や主索傾斜角等の関係を図2に、試験結果を表1に示す。下荷では、中央垂下比が大きいと図3のように中間サポート通過手前で主索が上り坂状態になることから、搬器速度が低速の場合に中間サポートを越えられない(表1試験番号: 01-02)。搬器速度がフリーの場合は、搬器走行に勢いがあるので通過できたが、その反面衝撃係数が大きくなった(表1試験番号: 05-06)。

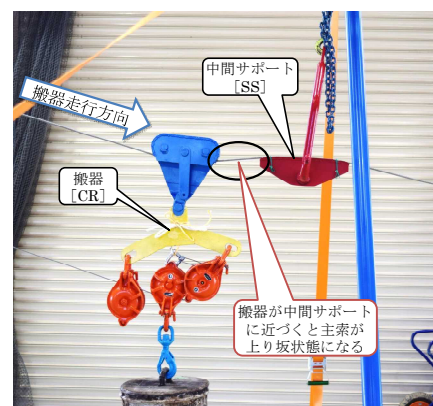


図3 下荷における搬器中間サポート付近の主索傾斜の様子

上荷の場合、搬器荷重が小さいほど、中央垂下比が小さいほど衝撃係数は低下した(表1試験番号: 10-15)。一方、搬器荷重が大きくなるほど、中央垂下比が小さくなるほど主索張力は増大する。このことから中央垂下比をあまり小さくできない場合は、搬器走行方向は上荷の方が有効となる。

■ 今後の課題

別途、荷掛部動滑車のロープ倍数別の特性などを調査していることから、中間サポートの利用やその他の索張り方式への応用と組み合わせに繋がるよう整理する必要がある。

成長の早い苗木を用いた再造林低コスト化に関する研究

(播種時期によるスギ発芽とコンテナ苗の成長)

森林経営課：藤本浩平・渡辺直史

■ 目的

産業振興計画では2025（令和7）年度の原木生産量を85万m³まで増加させることを目標にしており、皆伐の増加とその後の再造林が必要である。しかし、高い初期保育経費が障害となり、皆伐への不安や再造林が行われない森林が多くなるなど健全な森林育成が危惧される状況になっている。これまで、伐採・造林一貫作業システム、植栽可能期間が長いコンテナ苗の活用、下刈りの省力化の実証研究が行われ、実用出来る段階になってきた。このような中、2013（平成25）年に改正された「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法」に基づき特定母樹の採種園が整備されはじめ、数年後には少数ながらより優良な苗木の供給が期待できるようになった。

そこで、成長の早い苗として特定母樹コンテナ苗の供給を目指すために本研究を行っている。

本年度は、成長の早い苗の供給に向けて、スギ特定母樹の播種時期による発芽時期とコンテナ苗育苗中の成長について検証を行った。

■ 内容

森林総合センター内で2018年に造成されたスギ特定母樹採種園（21系統・156本）で2021年11～12月に母樹毎に採種した種子のうち、特母25-29（スギ西育2-63）を材料として用いた。脱粒後の種子は近赤外光を用いた充実種子選別機（九州計測器製）で選別を行い、充実種子を試験に供した。種子の保管は、乾燥剤を封入して冷蔵庫（約3℃）で保管した。

2022年4月4日、6月13日、9月19日に鹿沼土小粒を充填した育苗箱に種子100粒を播種し、水滴で飛散ないように鹿沼土小粒で覆土した。寒冷紗で庇陰し、アクリルハウス内で1日3回20分のミスト灌水を行った。発芽の確認は播種2ヶ月後まで3～5日毎に行い、子葉が展開した時点で発芽とした。

各播種時期とも、ハイコントロール085（180日）を3g/孔となるように混合したココピートを充填した150ccのマルチキャビティコンテナ1個、芽生え40本を移植し、移植から約2週間で屋外へ移動させて育苗を行った（図1）。1日2回、各30分のスプリンクラーによる灌水を行った。屋外への移動時および1ヶ月毎に苗高の測定を行った。

■ 成果

1) 播種から発芽に要する日数

最終的な発芽率は、4月播種が93%、6月播種が83%、9月播種が67%であった。発芽の開始は、4月播種が播種後14日目、6月播種が15日目、9月播種が12日目に確認された（図2）。また、最終の発芽は4月播種が43日目、6月播種が31日目、9月播種が40日目であった。以前、他の4系統のスギ種子を3月上旬に播種した試験では、26～33日目に発芽の開始

が確認され、最終の発芽は42~67日目であった。系統が異なるので単純に比較できないものの、気温が高い時期では発芽の開始時期が早くなる傾向があると考えられる。

2) コンテナ苗の成長

4月播種の苗は12月までの8ヶ月で約75%が30cm以上となった(図3)。6月播種の苗は12月までの6ヶ月で約75%が15cm以上となった。9月播種の苗は移植後の屋外育苗開始時期が生育休止期にかかり、12月までの3ヶ月で5cm以下であった。



図1 150cc 育苗コンテナ

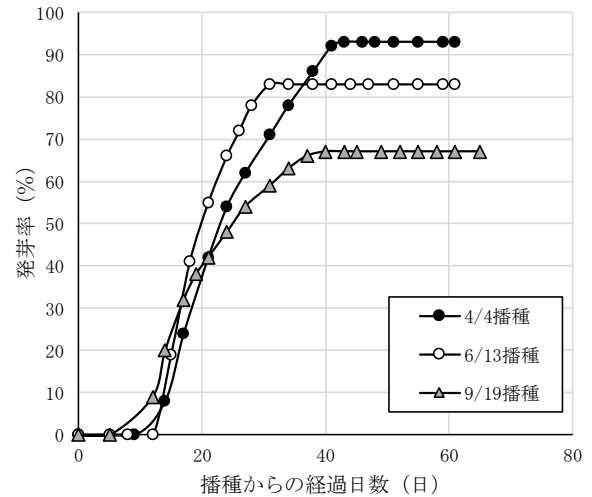


図2 播種時期ごとの播種から発芽までの経過日数

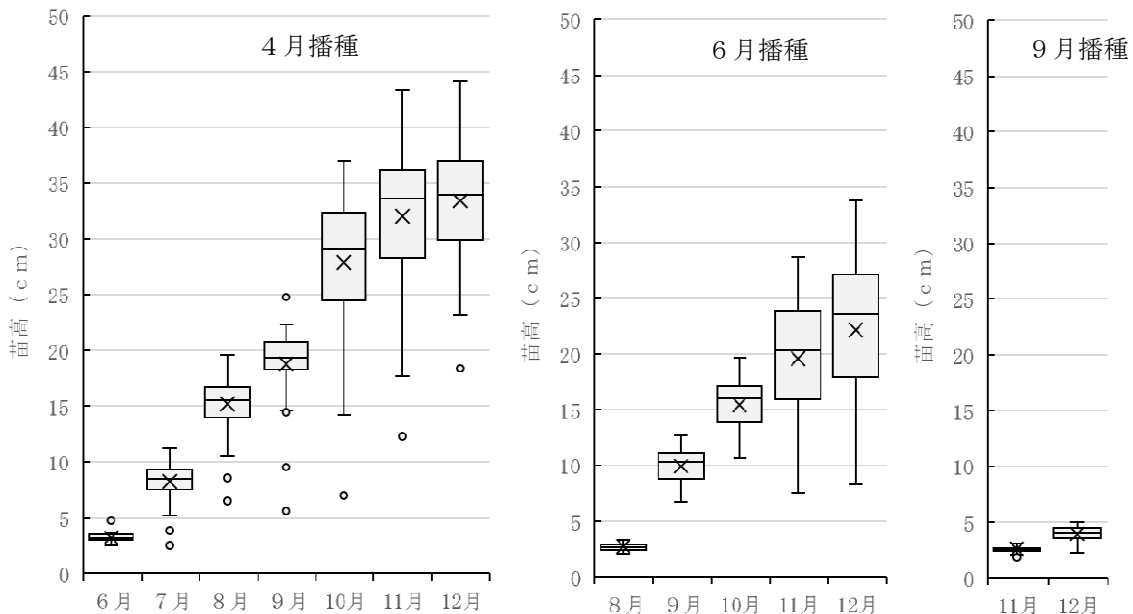


図3 播種時期ごとのコンテナ苗の苗高

■今後の計画

特定母樹由来の種子について、母樹ごとの発芽特性とともに生育について試験を行っていく。

成長の早い苗木を用いた再造林低コスト化に関する研究

(コウヨウザンとスギの初期成長比較)

森林経営課：渡辺直史・藤本浩平

■ 目的

成長が早く萌芽更新できるコウヨウザンが再造林樹種として注目されている。一般に、成長の早い樹種は生育適地の幅が狭く、適地では優れた成長を示すが適地を外れると成長は悪くなることが知られている。本研究では、コウヨウザンの生育適地を探るため、高知県内に数か所の試験地を設定しコウヨウザンとスギの成長比較を行った。今回は当センター構内に設置した試験地の結果を報告する。

■ 内容

2019年秋に当センター内にあるヒノキ林とその周囲のシイ、カシを主体とする広葉樹林およそ1,400m²を伐採し、2020年4月にコウヨウザン、スギ各100本を植栽した(図1)。植栽には当センターで育苗した2年生苗を使用した。植栽地は標高100~120m、北向きで中央部に谷、東西に尾根がある凹形の地形で、斜面傾斜は東側31度、西側33度、尾根付近にはツツジ類やウラジロが優占する。土壌型はB_D(斜面下部)~B_D(d)(斜面上部)で、A層の厚さは10~15cm程度、20cm程度より深くなると大小の礫が多く存在する(図2)。2020年4月と2020年~2022年の成長休止期に樹高、根元直径(地際から10cmの高さ)、樹冠幅の測定を行った。

■ 成果

図3に平均樹高を、図4に3成長期目の樹高成長率(成長量/期首樹高)を斜面位置別に示す。図4に横軸の“東”“西”は斜面を、数字は斜面上の植栽列位置を示し、数字が大きい方が尾根に近くなる。例えば“東9~12”は東側斜面(図1の右側の斜面)の最も尾根に近い4列である。植栽時の樹高はコウヨウザン23cm、スギ43cmであったが、1成長期後にはどちらも55cm、2成長期後にはどちらも106cm、3成長期後にはコウヨウザン169cm、スギ189cmとなった。スギ、コウヨウザンともに谷に近いほど成長率は大きく、すべての斜面位置でスギの成長率の方が大きかった(図4)。スギは植栽当年には形状比が大きいと樹高成長が小さくなることが知られており、コウヨウザンも同様の傾向がみられた(図5)。このため、1成長期目は形状比が小さかったコウヨウザンの樹高成長が良くスギと同じ高さにまで成長した。2成長期目も形状比の影響は若干残っていたが、3成長期目には形状比の影響はほとんどみられなくなった(図6)。このため、3成長期目にスギの成長の方が良くなったのは立地の影響と考えられ、本試験地のようにツツジやウラジロが優占する尾根に近く土壌が薄い立地にはコウヨウザンの植栽は適さない可能性がある。

■今後の計画

継続して樹高、直径、樹冠幅の測定を行って、コウヨウザンとスギの成長比較を行い、他の試験地の結果とあわせてコウヨウザンの植栽適地を探る。

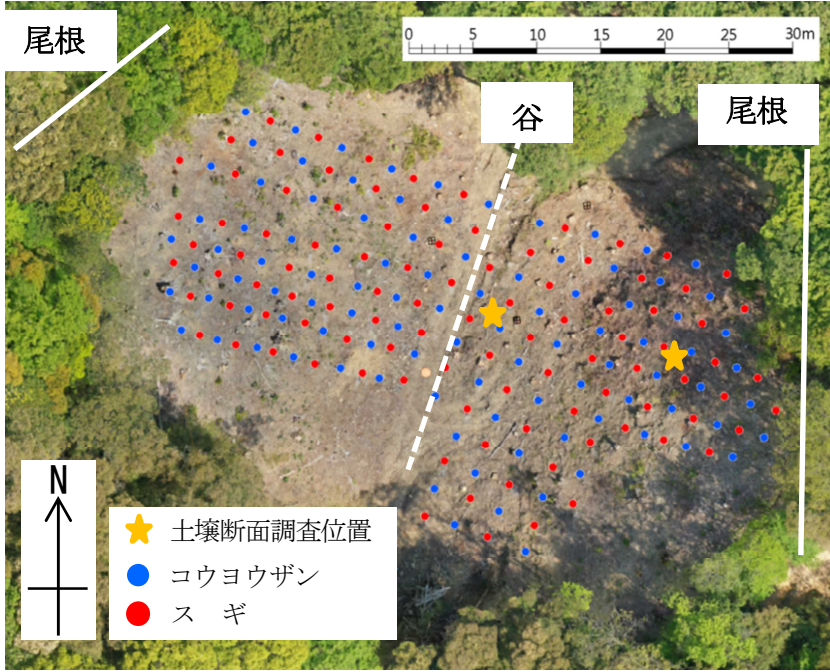


図1 植栽図

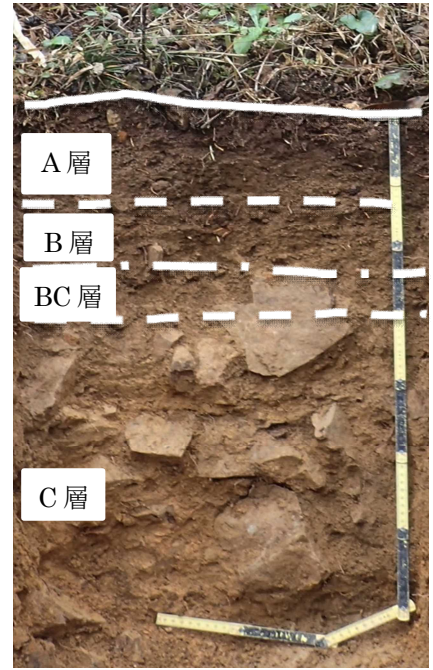


図2 植栽地下部の土壌断面

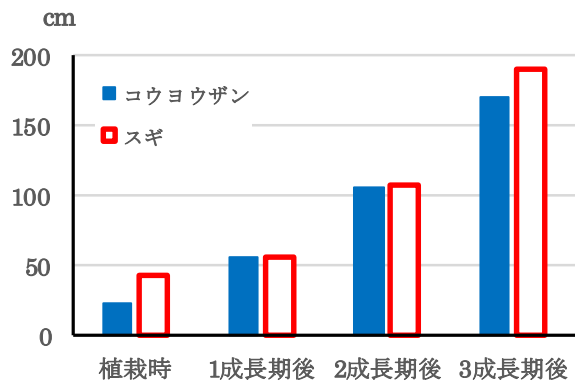


図3 平均樹高

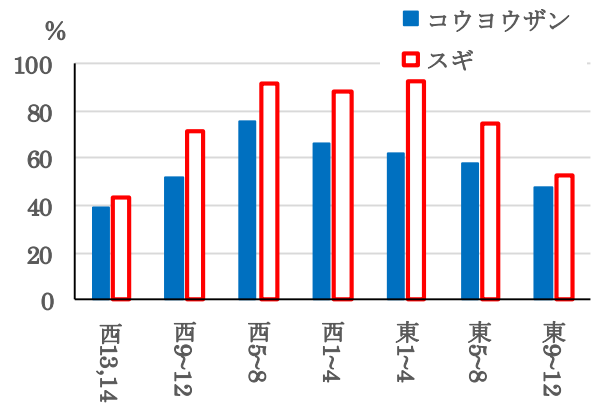


図4 斜面位置別樹高成長率

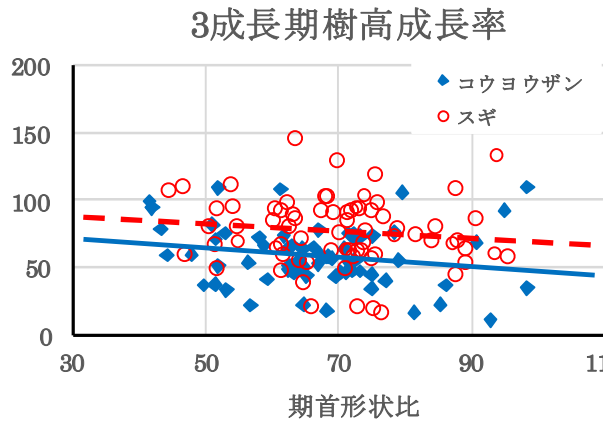


図5 形状比と樹高成長 2020年

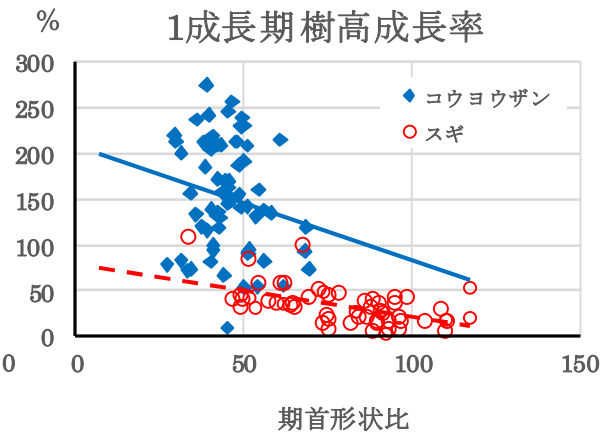


図6 形状比と樹高成長 2022年

長伐期施業等に対応した人工林管理技術の研究

(ドローン空撮画像を用いた樹高算出の精度向上に関する検証)

森林経営課 中村知道 山崎敏彦

■ 目 的

近年のスマート林業の推進等によって、森林の情報を効率的に管理・活用するため GIS を導入する林業事業者や市町村が増加しており、これまでの森林簿に基づく森林資源データだけでなく、林分の資源量等の、より正確な情報をリアルタイムに提供する必要性が生じている。しかし、森林情報を取得する方法のひとつである航空レーザ計測は、コストが高く頻繁に行うことが難しいため、より簡易な方法で森林情報を取得することが求められている。本研究では、航空レーザ計測に頼らない材積推定方法を考案するとともに、長伐期森林施業指針を補正するためのデータを充実させることを目的とする。本年度は、材積推定に必要なデータのひとつである樹高をドローン空撮画像から SfM (Structure from Motion) 技術を用いて算出する際の精度向上方法の検証を行った。検証は SfM での樹高計測が難しいといわれる若齢林で行った。

■ 内 容

土佐町の平均傾斜 30 度の急傾斜地にあるスギ若齢林 (3,400m²) (図 1) において、毎木調査を行った。樹高の測定は VertexIII (Haglof) を用いて行った。ドローン空撮画像については、Mavic2 Pro (DJI) を用いて撮影した。撮影は高度を低 (50m)・中 (100m)・高 (145m) の 3 段階にわけ (図 2)、地表高に沿うよう自動飛行ルートをドローン制御ソフト litchi (VC Technology Ltd) を用いて設定し、オーバーラップ率 90%、サイドラップ率 80% で撮影を行った。撮影した複数の画像を SfM 解析ソフト Metashape Professional 1.8.4 (Agisoft) を用いて点群を作成した。撮影した画像の高度、低のみを使用した平面式、低・中・高の 3 層すべてを使用した多段式の 2 種類点群を作成し、点群の信頼度 255 段階のうち、最も低い 1 に該当する点はノイズの可能性が高いため削除した (図 3、図 4)。その点群をもとに数値地表モデル (DSM) (平面式 0.03m 多段式 0.06m メッシュ) を作成し、DSM と航空レーザデータ (平成 30 年) の数値標高モデル (DEM) (0.5m メッシュ) の差分から樹冠高モデル (DCM) を作成した。R 4.2.3 (The R Foundation) のライブラリ ForestTools を用いてプロット内の単木 (樹頂点) 位置を DCM から抽出し、樹高を算出した。抽出の際に使用した関数は、どちらも同じ式を用いた。算出した樹高と実測した樹高を比較し、平面式と多段式における精度を検証した。

■ 成 果

毎木調査と ForestTools を用いた単木位置の抽出結果は、表 1 のとおりである。正しい単木位置を抽出できた割合は平面式が 66.7%、多段式が 80.1% だった。VertexIII との測定誤差については、図 5 のとおりである。平面式と多段式の測定誤差について Welch の t 検定を行ったところ、平面式の誤差が統計的に有意に高かった ($p>0.01$)。多段式は平面式より正しく抽出できる点数が多く、誤差が低いことが示された。ドローンを用いた空撮画像から樹高を計測する際は、複数高度で撮影することが望ましいといえる。



図1 調査地オルソ画像



図3 作成した高密度点群(※別ソフトで表示)
●は図3.4内の同じ場所を示す

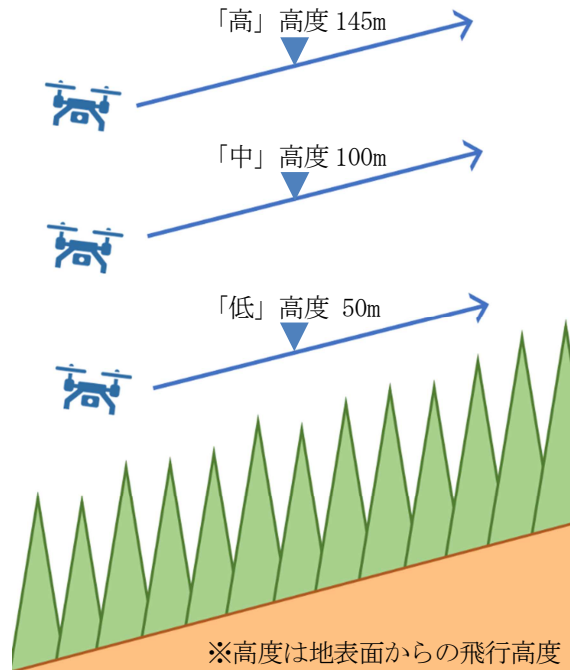


図2 ドローンの撮影時飛行高度

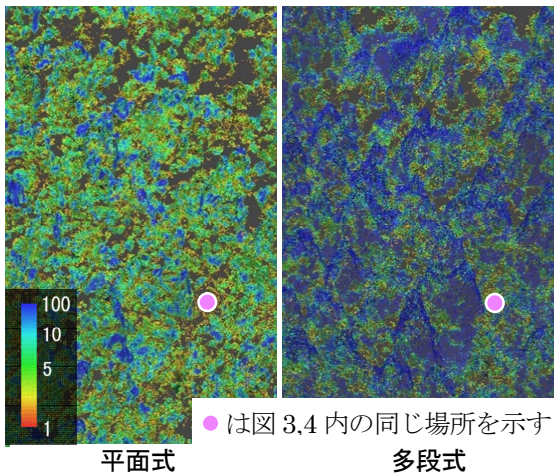


図4 高密度点群の信頼度(青いほど信頼度が高い)

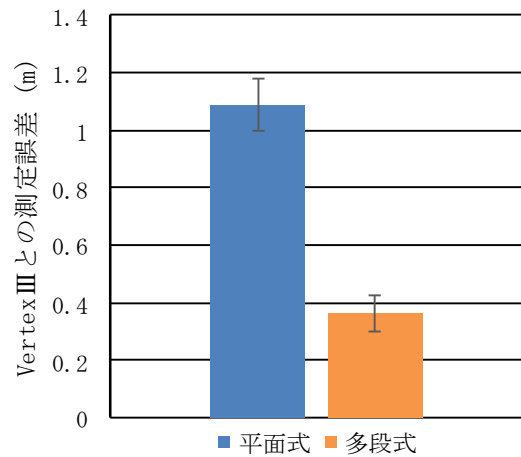


図5 平面式と多段式の測定誤差の平均値

表1 ForestTools で抽出した単木箇所数と実際の本数

	ForestTools で抽出した点数 (a)点	誤認識した点数 (b)点	正しく認識した点数 (a-b=c)点	実際のスギの本数 (d)本	正しく抽出できた割合 (c/d×100)%
平面式	398	49	349	523	66.7%
多段式	486	67	419	523	80.1%

■今後の計画

本年度の成果をふまえ、UAV 等で簡易に取得できる樹高や立木密度・立木位置などの情報から成長量算定・推定方法の検討を継続して行う。

乾燥材の効率的な生産システムに関する研究 (含水率経過観測用シミュレーションモデルの構築とその検証)

資源利用課 溝口泰彬・沖 公友

■目的

近年、木材産業界においても高齢化・後継者不足に伴う技術者不足や技術継承などが問題となっている。製材工場の乾燥工程は、その専門性・特殊性から技術継承が難しく、技術者の経験や勘を頼りにすることもあるため、さらに深刻なものとなっている。

木材の人工乾燥は、基本的に乾燥機メーカーや公設試の推奨する乾燥マニュアルをもとに各製材工場に応じた独自の方法をとることが一般的である。しかし、製材工場独自の乾燥マニュアルは随時技術者の経験による細かい変更が加えられるため、確立したマニュアルとして共有されることが難しく、製品の品質化および増産化を目指す上で大きな障害となっている。

そこで本研究では、これらの問題を解決するため、IoT等のデジタル技術を活用した乾燥材の効率的な生産システム(図1)の構築を目的とした。

今年度はリアルタイムでのモニタリングに向けたデータセンシングと含水率経過観測用シミュレーションモデル(以下、シミュレーションモデルという)の構築・検証を行ったので報告する。



図1 デジタル技術を活用した乾燥材の効率的な生産システムイメージ

■内容

・シミュレーションモデルの構築

シミュレーションモデルの構築および検証のフローを図2に示す。初めに含水率予測モデル構築用の試験体(表1)の乾燥中含水率についてセンシングを行った。その方法として、はかりに載せた製品の重量から含水率を把握するものと、製品に釘を挿入し、その間の電気抵抗から含水率を把握するものがある。今回対象とした事業体はヒノキ役物の生産が主体であり、製品を損傷させずに含水率を把握する必要があるため、前者の方法とした。そして、得られた含水率経過からシミュレーションモデルを構築した。

・シミュレーションモデルの検証

構築したシミュレーションモデルに初期含水率を当てはめ、検証用試験体(表1)と同じ乾燥時間の仕上がり含水率を予測し、この予測値と検証用試験体の仕上がり含水率を比較した。

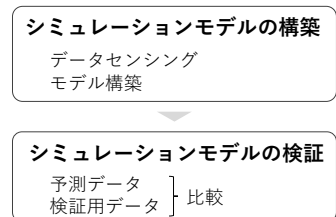


図2 シミュレーションモデル構築・検証フロー

表1 試験体の概要(ヒノキ粗挽き板材 35×140 mm)

試験体区分	試験体数	初期含水率 (%)		見かけの密度 (kg/m ³)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
モデル構築用	6	56.7	22.1	575.5	95.0
検証用	72	48.0	11.4	572.7	64.6

■成 果

・シミュレーションモデルの構築

乾燥中の含水率経過からシミュレーションモデルを構築した。例として高含水率材（約80%）、中含水率材（約60%）、低含水率材（約40%）の実測値と予測値の推移を図3に示す。構築したシミュレーションモデルは、実測値と概ね一致していることが確認された。

・シミュレーションモデルの検証

乾燥後の含水率分布は、初期含水率の分布によって大きく異なることが考えられる。検証用試験体は初期含水率の高い高含水率材が存在しなかったため、検証用データに基づいた対数正規分布に従う乱数を発生させ、シミュレーションモデルにあてはめた。

乾燥後の含水率予測範囲は検証用実測範囲よりもやや高く推定されていた（図4）。また、その時の含水率出現割合は、含水率区分10～20%、20～30%において20ポイント程度の差が見られた（図5）。モデルの改良やデータの蓄積によってより正確な予測ができるようになると考えられる。

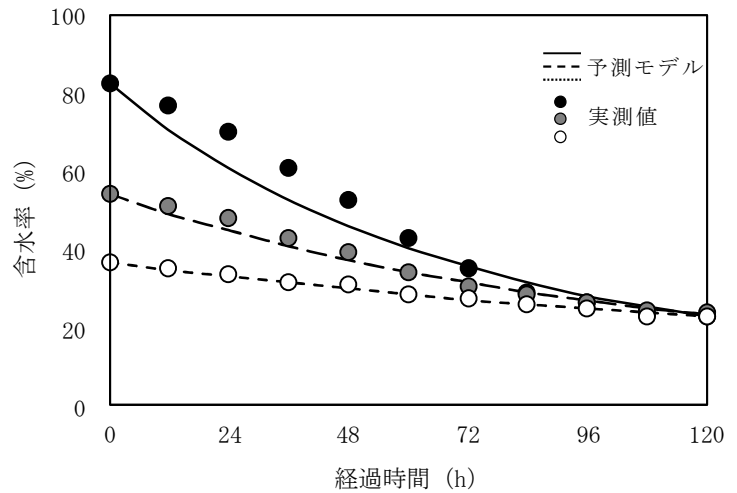


図3 含水率経過と構築した予測モデル

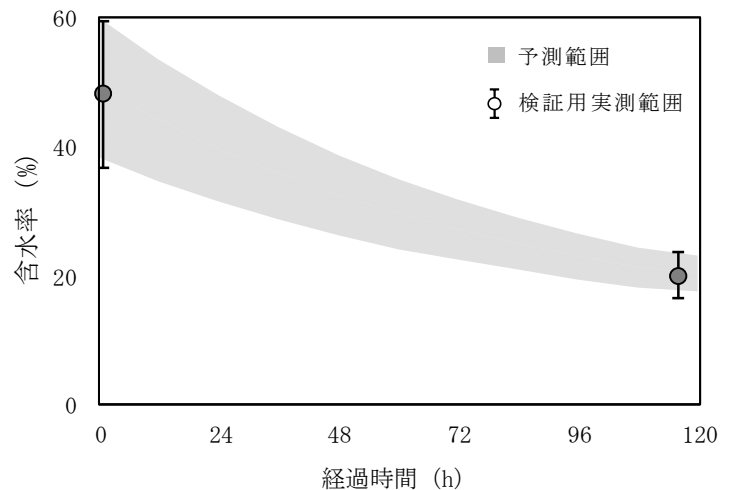


図4 含水率の予測値と実測値の比較

■今後の計画

今回構築した含水率予測モデルによって、乾燥中含水率の推移や目標含水率に到達するまでに必要な乾燥時間、任意の時間における乾燥歩留りが可視化された。今後は、含水率予測モデルの改良とともに、次のステップであるリアルタイムモニタリングのセンシング精度向上とフィードバック情報による修正方法について検討する。

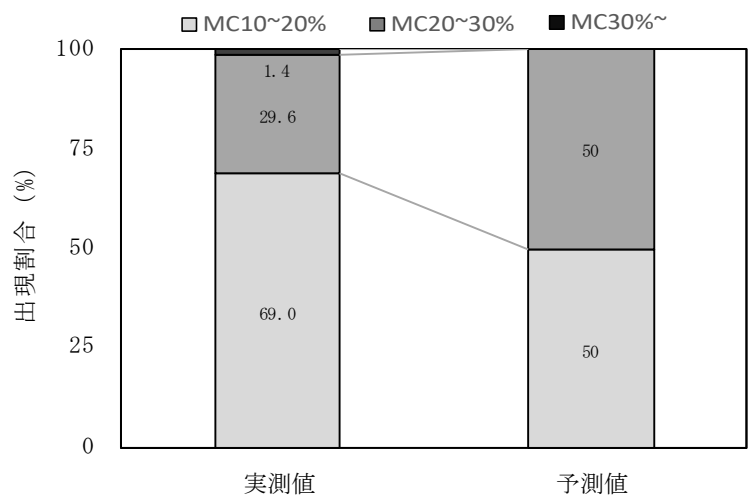


図5 含水率の予測値と実測値の出現割合

高知県産材の品質向上及び安定化に関する研究 (JAS 製材工場における製品の目視等級と機械等級の出現状況)

資源利用課：山崎 真・沖 公友

■目 的

高知県では、高品質材生産を目的とした製材工場の JAS 認証の推進に取り組んできた。しかし近年、人工林の高齢級化に伴う丸太の大径化が進み、製品の製材に適した適寸の丸太の確保が難しくなっており、これまでの適寸径による製材だけでなく適寸径外の丸太から製品を製材することが多くなっている。公共事業などにおいては、複数の製材工場で相当量の製品を生産する場合があるが、適寸径外の丸太からの製材が製品の品質（JAS 目視・機械等級）に影響していることが考えられるため、県内の製材工場で生産されている製品の品質について県下全域的に把握しておく必要がある。

本研究では、高知県産材の品質向上及び安定化を目的として、各地域における事業者が取り扱う製品の品質調査と各事業者の技術的課題への支援を行う。

本年度は、JAS 製材工場におけるスギ及びヒノキ正角の目視等級と機械等級の調査を行い、適寸径及び適寸径外の丸太から製材された製品の各等級の出現割合について調べたので報告する。

■内 容

県内の JAS 製材工場（図 1）の中から 4 工場を選定し、スギ、ヒノキ正角の適寸径と適寸径外の丸太から製材された製品（105 mm 角 3m、1 丁取り）各 50 本について、製材の JAS に基づき、節等の目視等級を決定する欠点を測定し、目視等級の出現割合を調べた。また、縦振動法によりヤング係数を測定し、機械等級の出現割合について調べた。



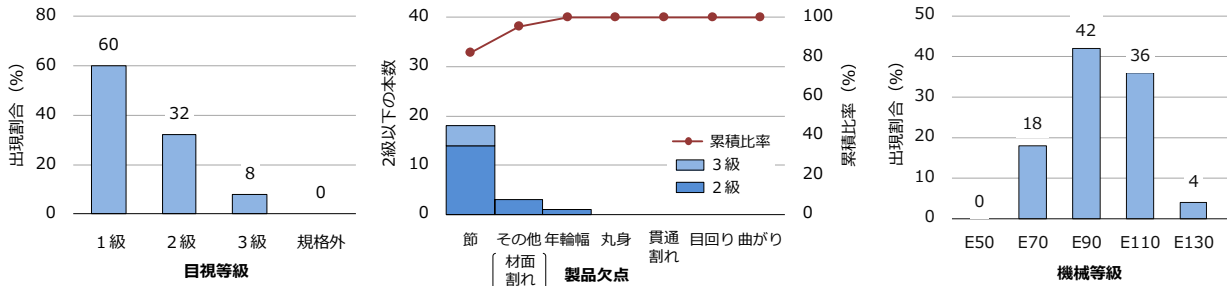
図 1 県内における JAS 製材工場

■成 果

スギ正角の目視等級と製品欠点、機械等級の出現割合を図 2 に示す。目視等級は、適寸径の丸太から製材した製品では 1 級が最も多くなったのに対し、適寸径外では 2 級が最も多くなり、規格外の製品もあった。目視等級 2 級以下の製品の欠点は、節によるものが最も多くなった。機械等級は、適寸径では E90、適寸径外では E70 が最も多くなった。

ヒノキ正角では（図 3）、目視等級は適寸径では 1 級、適寸径外では 2 級が最も多くなり、目視等級 2 級以下の製品の欠点は、節によるものが最も多くなった。機械等級は、適寸径、適寸径外とも E130 が最も多くなった。

スギ正角105mm (適寸径)



スギ正角105mm (適寸径外)

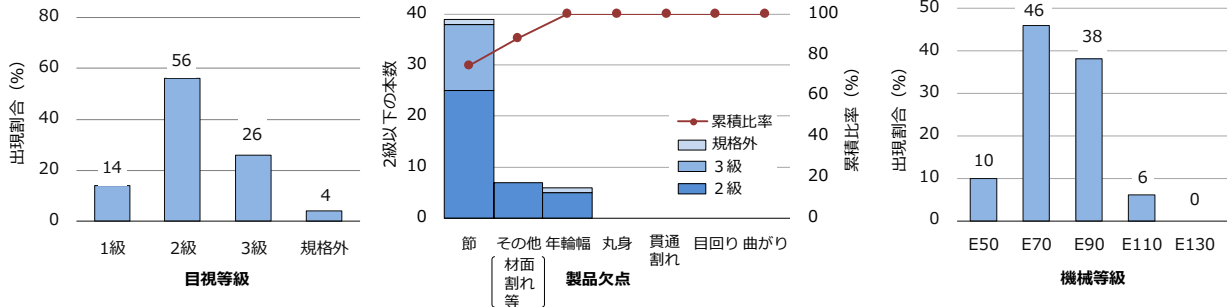
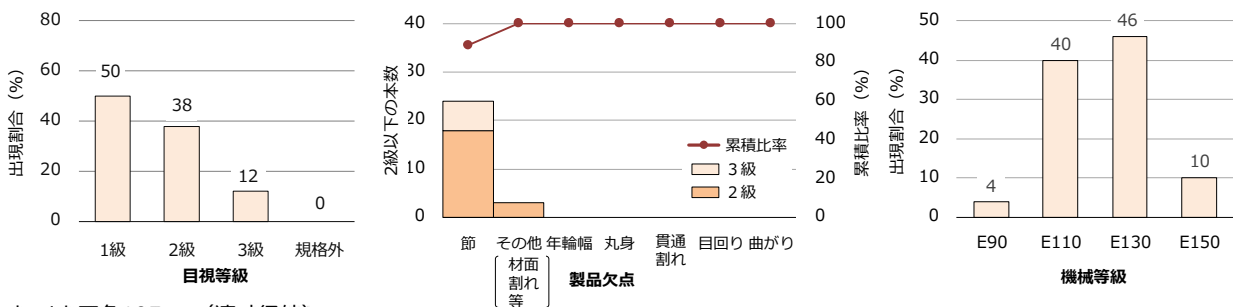


図2 適寸径及び適寸径外丸太からのスギ正角の目視等級と製品欠点、機械等級の出現割合

ヒノキ正角105mm (適寸径)



ヒノキ正角105mm (適寸径外)

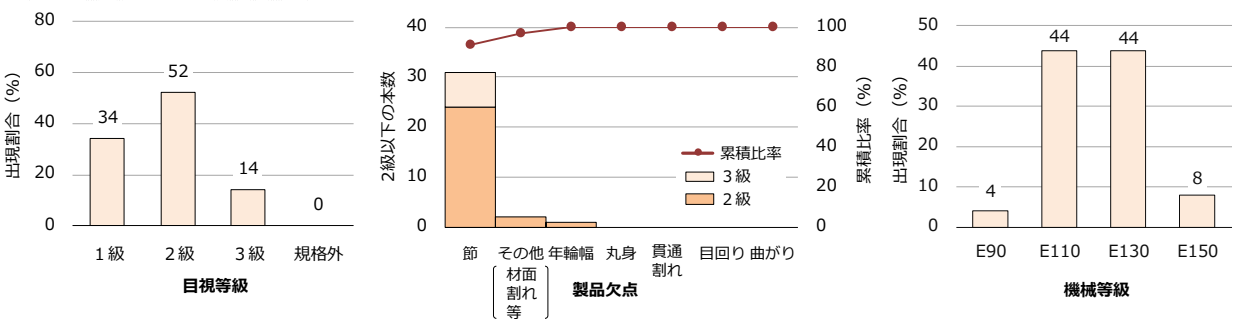


図3 適寸径及び適寸径外丸太からのヒノキ正角の目視等級と製品欠点、機械等級の出現割合

■今後の計画

丸太の大径化が進む中で、今後も適寸径外の丸太による製品が増加すると考えられる。正角以外の平角についても品質調査を行い、品質の向上につなげていきたい。

高知県産ヒノキの効率的利用に関する研究 (三ツ組手耐力壁の性能)

資源利用課：盛田貴雄・沖 公友

■目的

高知県の人工林は、高齢級化に伴う大径化が進んでおり、その利活用が林業の活性化への課題の一つとなっている。現在のヒノキの需要は、住宅建築様式の変化に伴い、かつての和室向け高級材需要から一般材を主体とした住宅用構造材・羽柄材及び構造用集成材・CLT向けラミナなどに移行し、新たな対応が求められている。本研究では、県産ヒノキの新たな製品展開に必要な材料の品質管理と供給体制の整備を目的とする。

本報告の製品は、ヒノキ中大径木の良材による役物を面格子材として利用した組子耐力壁である。一般に非住宅用の耐力壁は、構造用合板などの面材系のものが多く使われ、採光・通風・意匠性が損なわれることが欠点とされていたが、全面に開口を有する組子細工のような本製品は、意匠性、快適性が期待されるのと同時に、昨年度までに優れた耐震性の確認ができた製品である。

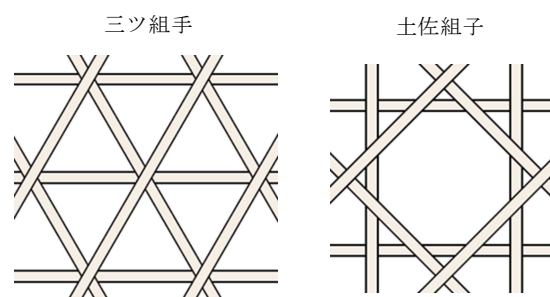


図1 組子の基本形状

本年度は、組子耐力壁の新たなバリエーションとして、三ツ組手耐力壁（図1）の性能検証を行い、これまでの土佐組子耐力壁と性能を比較したので報告する。

■内容

図2に三ツ組手耐力壁及び土佐組子耐力壁の試験体を示す。三ツ組手耐力壁は、既存の土佐組子耐力壁の部材を簡素化したものである。

試験体の試験方法と評価方法は、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 2017年版」を参考にし、各タイプ3体の面内せん断試験を行った。

耐力壁の性能の評価として、性能の指標となる単位壁長さあたりの耐力と壁倍率（換算値）を求めた。

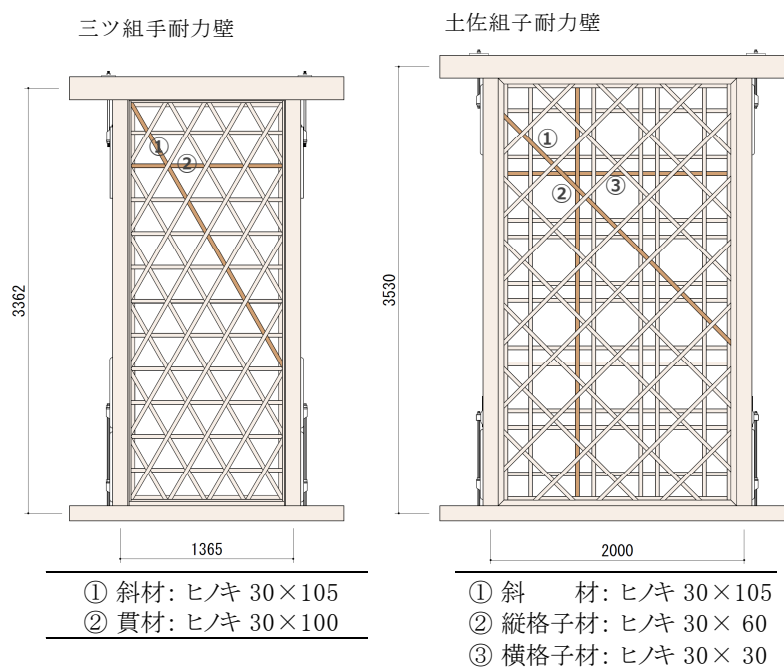


図2 組子耐力壁試験体

■成 果

2タイプの試験体の破壊状況を図3に、荷重-せん断変形角曲線を図4に示す。2タイプとも、斜材端部の接合部を起点に組子周囲の破壊が進む挙動を示し、試験終了まで大きく耐力が低下しない安定した性能を示した。いずれのタイプも節等の欠点がほとんど無いヒノキ役物を使用しているため、部材の致命的な破壊は認められなかった。三ツ組手耐力壁では、ヒノキ役物の斜材の効果が強く表れ、土佐組子耐力壁よりも高い性能を示した(表1)。

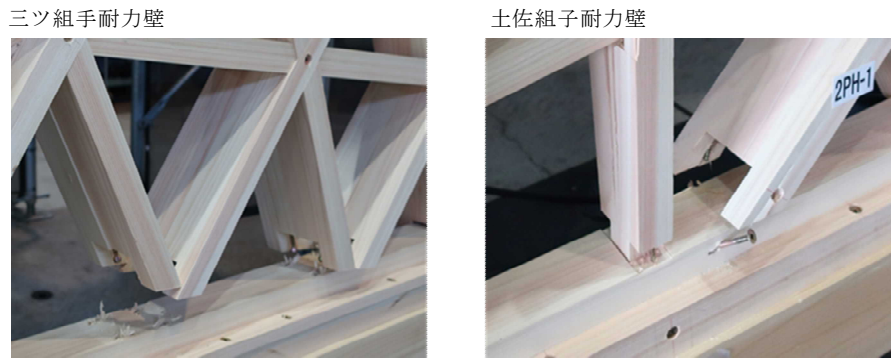


図3 試験体の破壊状況

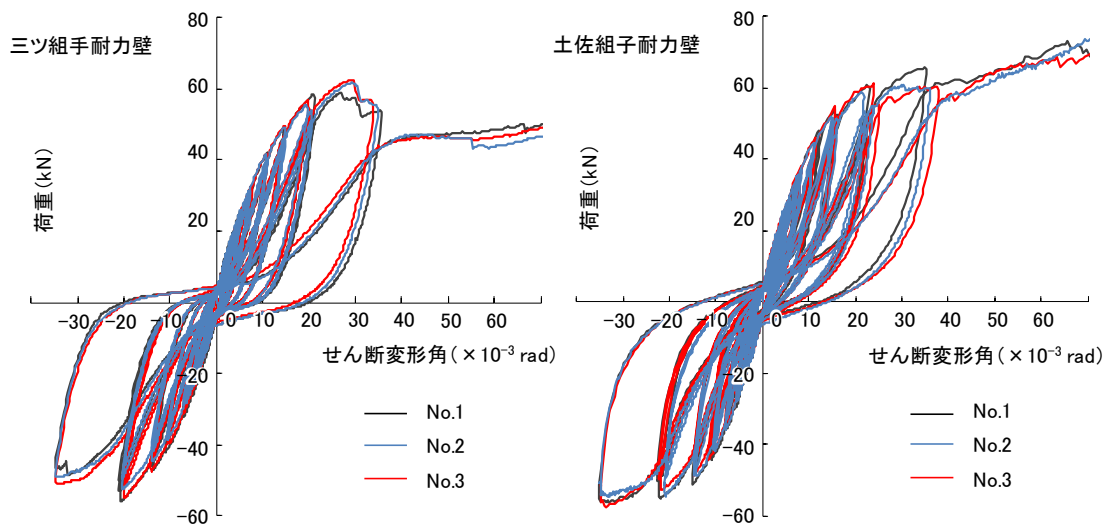


図4 試験体の荷重-せん断変形角曲線

表1 試験体のせん断耐力特性値

試験体	三ツ組手耐力壁	土佐組子耐力壁
単位壁長さあたりの耐力	23.47 kN/m	16.55 kN/m
換算壁倍率	11.9 倍	8.4 倍

■今後の計画

非住宅用であった組子耐力壁の耐力をコントロールした組子耐力壁の仕様を検討し、住宅への組子耐力壁の普及を目指す。

木造建築物の温熱環境に関する研究 (高気密・高断熱木造住宅における床下の温湿度環境)

資源利用課 竹嶋一紗・沖 公友

■目 的

脱炭素社会に向けて、住宅の省エネ基準への適合義務化が進められており、木造建築物においても省エネ基準への対応が急務となっている。

しかし、これまで省エネ基準に対して気密性能・断熱性能の高性能化に取り組んできた大手住宅メーカーと異なり、地域の工務店ではその対応に苦慮しているのが現状である。また、高知県のような高温多湿地域における在来軸組工法の気密化による悪影響は把握しきれておらず、床下や小屋裏など結露を生じやすい箇所における木材の腐朽が懸念されている。

そこで本研究では、本県の木造建築物の省エネ基準への対応力向上に向けて、気密性能・断熱性能向上を実際の温熱環境測定により検証するとともに、気密化による悪影響を把握し、その対策を検討する。

本年度は、高気密・高断熱木造住宅で行っている温湿度測定の結果から、床下環境への影響について報告する。

■内 容

測定対象の住宅は、高気密・高断熱設計がなされている長期優良住宅で、床下の高湿度化が予測される床断熱を採用した延べ床面積 132.77m² の木造 2 階建て、在来軸組工法とした。床下の湿度に影響する通気基礎パッキン（以下通気パッキン）と気密基礎パッキン（以下気密パッキン）の配置は図 1 の通りである。図 2 に通気パッキンと気密パッキンの施工状況を示す。

測定項目は、床断熱工法による気密化が床下の温湿度環境に与える影響を把握するために温湿度と床下構造材の含水率とした。

床下全域に設置した温湿度センサーにより床下温湿度環境を通年で測定を行った（図1）。また、高周波含水率計を用いて床下構造材の含水率の測定を行った。

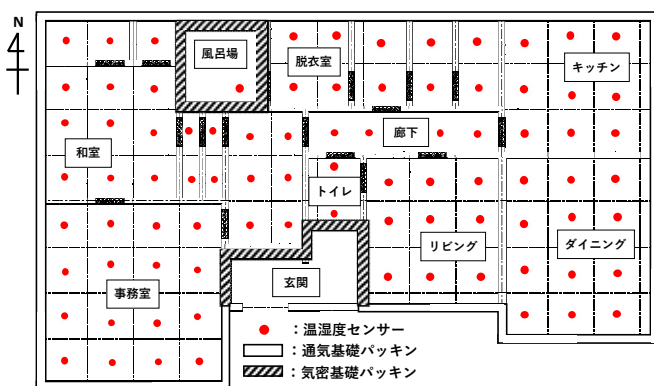


図 1 床下環境の測定状況



通気基礎パッキン

気密基礎パッキン

図 2 基礎パッキンの施工状況

■成 果

6月に外気の平均湿度が最も高かった日の床下の平均湿度分布を図3に示す。相対湿度は、86~97%でばらついていた。気密パッキンが施工された玄関付近の相対湿度が高く、通気パッキンで囲まれた外周部の事務室が低い傾向にあった。

床下構造材の含水率の年間推移を図4に示す。高い値を示した床下構造材の部屋ごとの含水率推移をみると、6月が最も高く、11月から2月にかけて低い値を示した。通気パッキン付近の外周部に比べ、気密パッキンによって通気が妨げられている玄関付近から中心部付近にかけての材の含水率が高い傾向にあり、カビの発生基準（木材含水率20%以上）を超えるものが存在した。

木材含水率が20%以上を示した玄関付近の床下におけるカビ増殖リスクの月別割合を図5に示す。6月から9月にかけて危険判定（相対湿度80%以上）の割合が半数を超えていた。相対湿度80%以上を超えるとカビの発生が活発となり、玄関付近や廊下を中心にカビが発生していることが確認された（図6）。

このことから、床下の高湿化については梅雨期から夏季における対策が重要となる。特に湿気が滞留しやすい中心部付近の通気の改善を行っていく必要がある。

■今後の計画

高気密・高断熱住宅における床下対策として、高湿度域の区画に排気ダクトと攪拌機による換気システムを設置し、強制排気と攪拌による換気効果を検証していく。

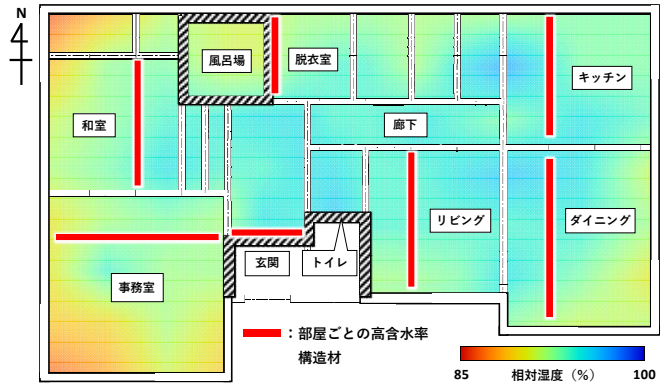


図3 床下における床下湿度分布（6月）

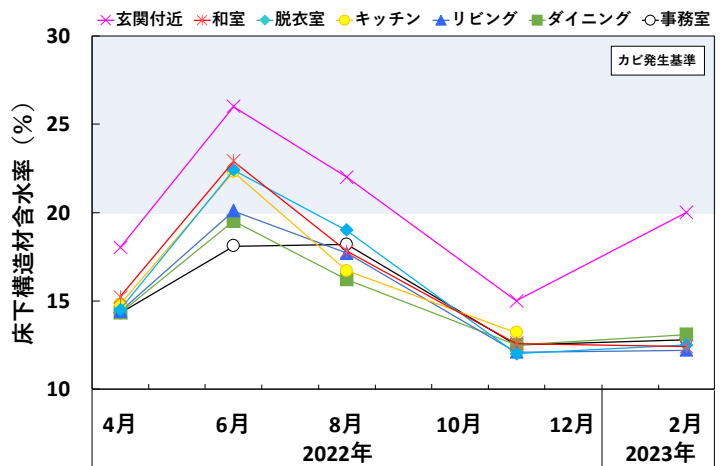


図4 床下構造材の含水率の年間推移

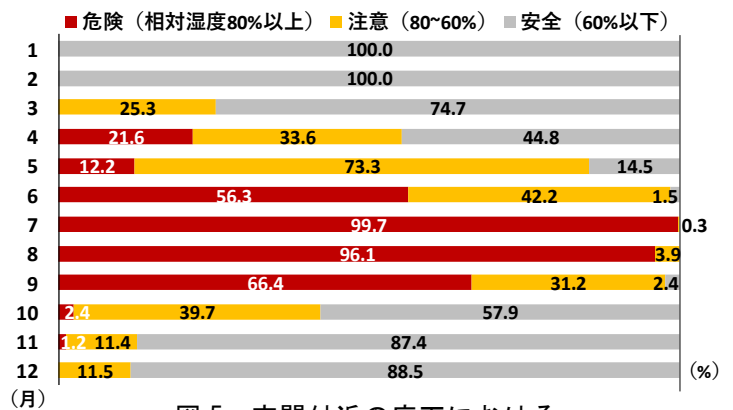


図5 玄関付近の床下におけるカビ増殖リスク（相対湿度判定）の月別割合

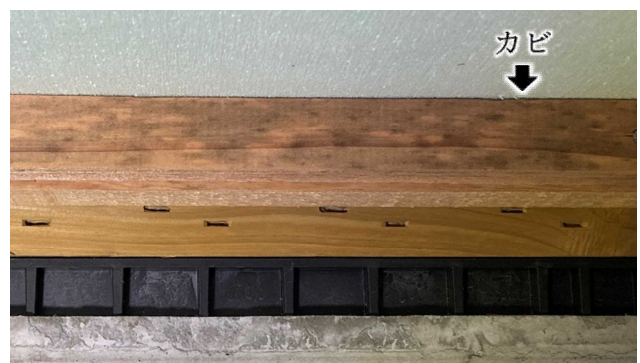


図6 高湿度域区画のカビの発生状況

土木用木製構造物に関する研究 (透明系の屋外用木材保護塗料の屋外暴露試験)

資源利用課：沖 公友・盛田貴雄

■ 目 的

屋外に施工された木製施設・構造物の老朽化が進む中、構造上の安全・安心の確保及び美観の維持・向上のため、効率的に維持管理を行うことが、施設管理者にとって重要な課題となっている。木製施設・構造物の維持管理は、その施設の性格や管理者の事情により異なり、その対応方法（点検、修繕、補修、撤去、更新）もさまざまである。そのため計画的な維持管理を画一的に取り扱うことが難しく、突発的な不具合の発見により、施設の利用停止や緊急修繕など場当たりの対応が少なくないのが現状である。

本研究では、屋外木製構造物の長寿命化を目的として、既設構造物の劣化調査や試験データから、多種多様な屋外木製構造物の耐久性能とメンテナンス方法について検討する。

本報告では、様々な種類の屋外用木材保護塗料のうち、一般的に有色系に比べ耐候性に劣るとされている透明系塗料について、最初のメンテナンスまでの変色と撥水度を把握するため、市販の5種について屋外暴露試験を実施したので報告する。

■ 内 容

供試体は、寸法300×75×10mmの柾目、板目のスギ、ヒノキ板をそれぞれ作製し、表1に示す5種類の塗料で塗装したものと無塗装のもの各3体とした。

屋外暴露試験は、高知県立森林技術センター屋外暴露試験場（北緯33度37分56秒、東経133度42分40秒）にて2021年10月から南面45度で屋外暴露試験を開始し、定期的に色差(ΔE^*_{ab})及び撥水度(%)を測定した。

変色の評価は、暴露試験前と定期暴露試験後の色差を算出した。色差の測定は、日本電色工業株式会社製NF333を用いて、供試体の定位3箇所における明度 L^* 、色座標 a^* 、 b^* の平均値から暴露試験前後の変化量 ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* を求め、(1)式から色差 ΔE^*_{ab} を算出した。測色条件は、光源をD65、視野角を10度、測色部の直径を8mmとした。

$$\text{色差} (\Delta E^*_{ab}) = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2} \dots\dots (1)$$

撥水度は、質量を測定した供試体(W)に純水1gを滴下し質量(W₁)を測定し、1分経過後に供試体上の水分を拭き取り、再び供試体の質量(W₂)を測定して(2)式から算出した。

$$\text{撥水度} (\%) = (W_1 - W_2) / (W_1 - W) \times 100 \dots\dots (2)$$

表1 屋外暴露試験に用いた透明系木材保護塗料一覧

塗料記号	塗料主成分	塗膜タイプ	水性/油性	防カビ剤含有
A	無塗装	—	—	—
B	アルキド樹脂系	浸透	油性	有
C	植物油系	半造膜	油性	有
D	アクリルシリコン樹脂系	造膜	水性	有
E	アクリルウレタンシリコン樹脂系	造膜	水性	有
F	液体ガラス系	造膜	水性	無

■ 成果

屋外暴露12ヶ月までの外観変化(図1)は全体的に、ヒノキよりもスギの方が、柾目よりも板目の方が劣化による変化が大きく認められた。浸透タイプ(B)は、スギ、ヒノキ供試体とも塗装面全面に灰黒色化と菌類の繁殖と思われる黒色の斑点が認められた。図2、図3に示す色差においても灰黒色化による変化が見られ、特にスギにおいて大きく見られた。造膜タイプ(D、E、F)の塗装においては、それぞれ変色の傾向が異なり、D塗装は、スギのDIのように、塗膜のひび割れに沿った変色が多く見られた。E塗装は、塗膜表面の付着物による灰黒色化で、拭き取れるレベルのものであった。D塗装は、塗装面の塗膜の劣化は、認められなかったが、材両端部のひび割れ部からの吸水、変色が多く見られた。図4、図5に屋外暴露12ヶ月における撥水度の変化を示す。無塗装(A)では、暴露開始直後から撥水度が急速に低下し、4ヶ月で50%以下の値を示した。半造膜、造膜タイプ(C~F)では、12ヶ月でも100%近い撥水度が維持されていたが、塗膜のひび割れに沿った変色など、美観を損ねる外観変化も認められたため、頻繁なメンテナンスが予測される結果となった。旧塗膜の除去など、浸透系に比べメンテナンス性に劣る、透明系造膜タイプの選択には、注意が必要である。

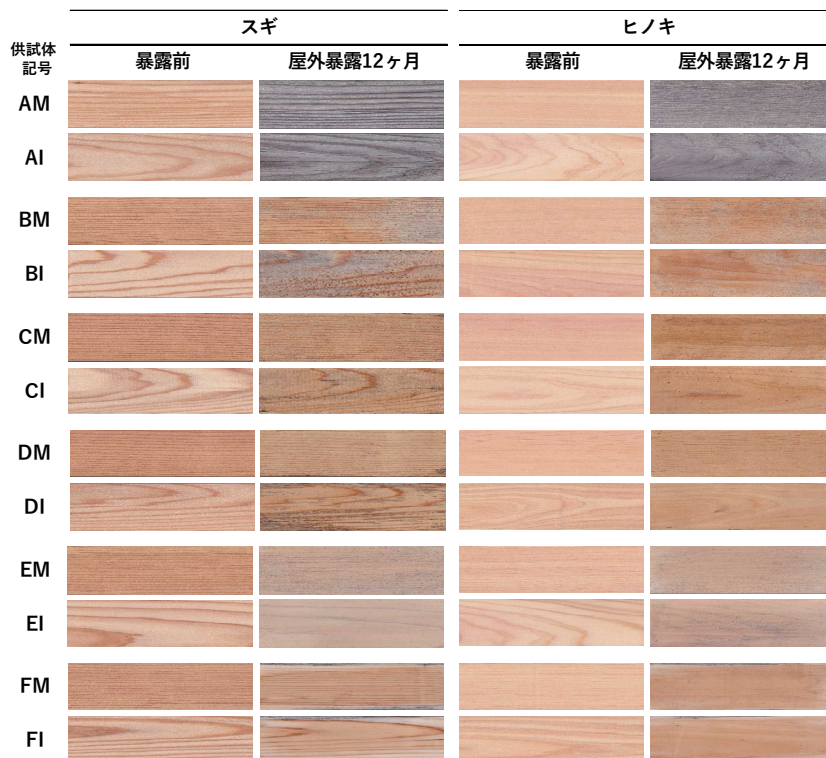


図1 屋外暴露12ヶ月の供試体の外観変化例
(供試体記号の末尾 M: 柾目, I: 板目)

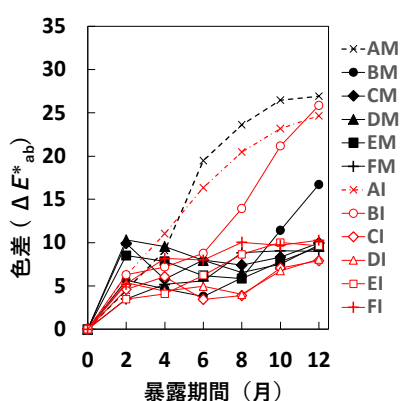


図2 スギ供試体の屋外暴露12ヶ月の色差の変化

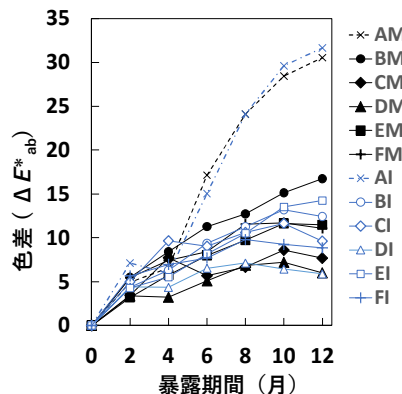


図3 ヒノキ供試体の屋外暴露12ヶ月の色差の変化

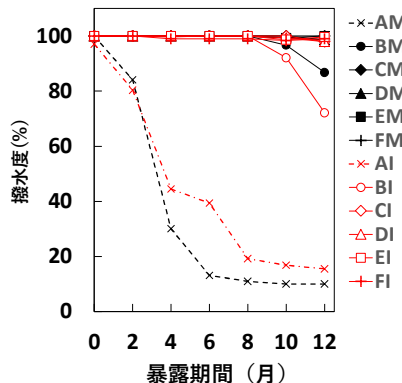


図4 スギ供試体の屋外暴露12ヶ月の撥水度の変化

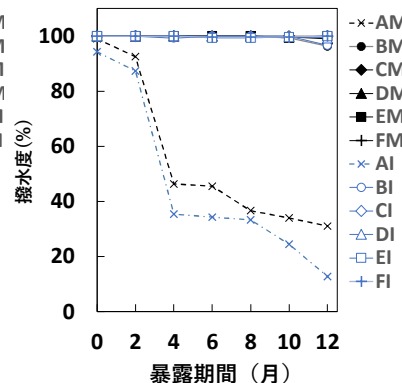


図5 ヒノキ供試体の屋外暴露12ヶ月の撥水度の変化

土佐備長炭原木確保のためのウバメガシ林造成に関する研究

(ヒノキ人工林伐採跡地に植栽したウバメガシの成長)

森林経営課：藤本浩平・黒岩宜仁

■ 目的

備長炭（白炭）は黒炭と比較して火力が安定していることから業務用の需要が高く、増産が要望されている。高知県は備長炭出荷量が国内一であるが、将来的に原木の安定確保が懸念されている。本課題では、備長炭の原木であるウバメガシの資源量を確保するために、針葉樹人工林皆伐地への植栽による更新や大径木を伐採した後の萌芽更新を検討し、持続的に原木供給できるウバメガシ林（薪炭林）の再生を目指す。

皆伐地への植栽で問題となる点として、ウバメガシの適正植栽本数が 10,000 本/ha とされているが高知県では造林補助金の上限が 3,000 本/ha であり、成長の遅いウバメガシが競合植生に生育を阻害されずに 3,000 本/ha で原木林として成林するか検討する必要がある。

そこで、本年度は林床植生が常緑広葉樹を主とするヒノキ林の伐採跡地にウバメガシを植栽し、成長および植生について調査を行った。

■ 内容

備長炭の生産地であり、針葉樹人工林からウバメガシ林への転換を検討している大月町で試験地を設定した。2021年12月7～8日にヒノキ人工林の林床植生を調査した。2022年3月に皆伐されたヒノキ人工林跡地に10m×10mの試験区を設定し、5月23～24日にウバメガシ2年生苗を10,000本/haおよび3,000本/haの密度で植栽した（図1）。期首値として6月23日に苗高および根元径（地際から10cm高）を測定した。2022年10月18～19日に各植栽試験区で植生を調査した。第1生育期末として2023年2月9日に苗高および根元径を測定した。

■ 成果

1生育期を過ぎたウバメガシの苗高は平均値で約60cmであり、植栽直後と比較して20%程度の成長がみられた（図2）。根元径は平均値で約8mmであり、50%程度の成長がみられ、上長成長よりも直径成長の方が旺盛であった（図3）。

皆伐後に繁茂した競合植生の植被率を図4に示した。常緑樹では皆伐前のヒノキ人工林の下層でみられたヤブツバキ、ヒメユズリハの萌芽が多く、ウバメガシの苗高を超えるものもみられた（図5）。落葉樹では先駆種のカラスザンショウが植被率3～30%と試験区で違いがあるものの最も多く、次いで皆伐前にみられたイヌビワ、ヤブムラサキの萌芽が多く、常緑樹同様にウバメガシの苗高を超えるものもみられた（図6）。

■今後の計画

植栽したウバメガシの成長の追跡調査を行うとともに、競合植生による被圧の影響と下刈りの有無による違いについて検討を行う予定である。

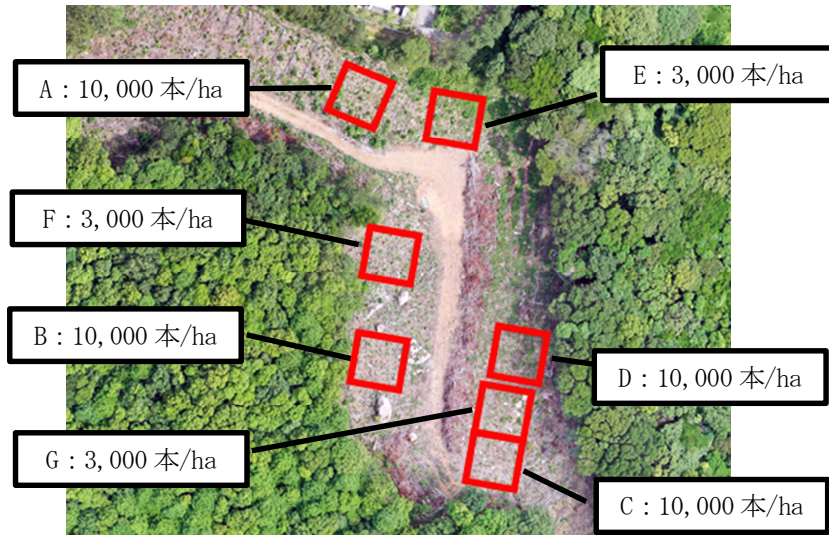


図1 試験地の概要

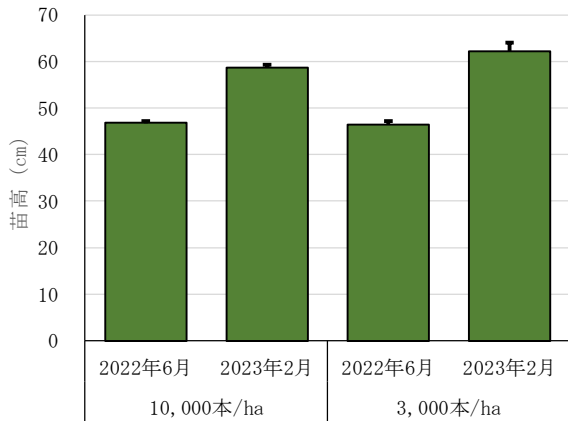


図2 ウバメガシ植栽木の苗高

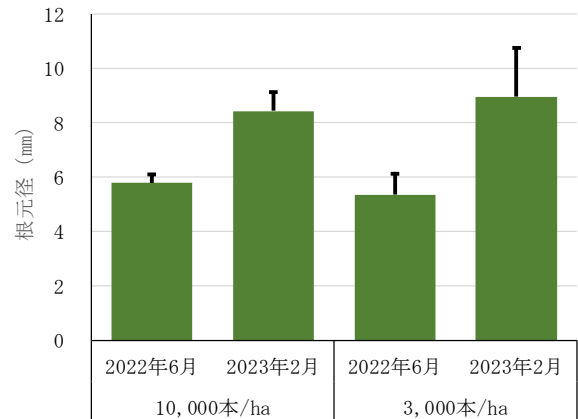


図3 ウバメガシ植栽木の根元径

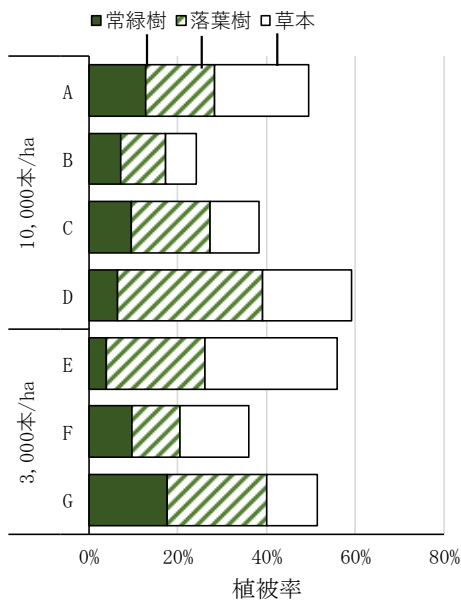


図4 伐採後の下層植生の植被率



図5 ヒメユズリハに覆われたウバメガシ



図6 カラスザンショウに覆われたウバメガシ

地域に産する黒トリュフの感染苗作出技術に関する研究

森林経営課：渡辺直史・和食敦子

■ 目的

2017年に馬路村内で黒トリュフ2種（イボセイヨウショウロ、アジアクロセイヨウショウロ）が確認された。トリュフ（写真1）は高級食材として扱われる食用きのこの一つで、国内で消費されているトリュフの多くは海外産である。トリュフの仲間（セイヨウショウロ属）は日本各地で発見されており、国産トリュフの栽培化に向けて森林総合研究所を中心に研究が行われている。栽培化に向けた試験を行うためには菌株を保有する必要があるが、トリュフは樹木の根を菌糸で覆い共生して生活する菌根菌の一種であるため、菌糸など菌体のみでの保存は難しいとされている。このため、トリュフが根に感染している苗（以下、トリュフ感染苗）の状態での保存および増殖が不可欠である。本研究では、黒トリュフ栽培化に関する研究に供するため、トリュフ感染苗を作出することおよびその技術を確立することを目的とする（図1）。

今回は、トリュフ感染苗のポットへのウラジロガシの播種とアカシデ、クマシデ実生の移植を行ってトリュフ感染苗の作出を試みた結果を報告する。

■ 内容

1) 感染元苗

2021年9月に、トリュフが感染しているコナラ苗を水道水で土を洗い落した後に滅菌水で洗い流し、あらかじめ次亜塩素酸ナトリウムで殺菌したポットに移植した。培土は鹿沼土と草灰を主成分とする市販の培養土を1:1で混合し、オートクレーブで121℃、60分間殺菌した。感染元苗は6ポット用意し、当センター内の無菌室、研究室および育苗ハウス内に2ポットずつ置き、無菌室と研究室では滅菌水の灌水、育苗ハウスでは水道水の灌水により育苗を行った。

2) 播種と実生の移植

ウラジロガシの種子を30%過酸化水素水に30分間浸して表面殺菌し、感染元苗のポットに10粒ずつ播種した。無菌室に置いたポットではウラジロガシがほとんど発芽しなかったため、2022年4月にアカシデまたはクマシデの実生を5本ずつ追加で移植した。移植した実生は、種子を30%過酸化水素水に30分間浸して表面殺菌した後、殺菌した培土に播種して無菌室に置き、発芽したものを使用した。

3) 菌根の識別

Kinoshita(2018)*で解析された高知県産のイボセイヨウショウロとアジアクロセイヨウショウロ、当センターで解析した黒トリュフ子実体、イボタケの一種、カビの一種の塩基配列を比較して黒トリュフ2種に特異的な塩基配列を決定した。この配列をもとに22~23量体のフォワードプライマーおよびリバースプライマーを設計した。この作成したプライマーとITSプライマーを組み合わせて菌根の識別に用いた。

* Akihiko Kinoshita(Kazuhide Nara, Hiromi Sasaki, Bang Feng, Keisuke Obase, Zhu L. Yang, Takashi Yamanaka),2018, Using mating-type loci to improve taxonomy of the *Tuber indicum* complex, and discovery of a new species, *T. longispinosum*,PLOS ONE,<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193745>

■ 成 果

2022年12月にウラジログシ、アカシデ、クマシデ実生の根を実体顕微鏡で観察した結果(表1)、無菌室の実生では9本中9本、研究室の実生では8本中5本で濃い茶色の菌根(写真2)が形成されていた。育苗ハウスの実生では4本中4本で白い菌根(写真3)が形成されていた。実体顕微鏡で観察した菌根からDNAを抽出し電気泳動を行った結果、すべての菌根がトリュフのものではないと判定された。トリュフの菌根が形成されなかった原因は、感染元苗の移植作業を無菌条件下で行わなかったことや使用した培土がトリュフ菌に適さなかったこと等が考えられる。

■今後の計画

発生試験を行うためのトリュフ感染苗を増やすため、前年度の結果を踏まえて、孢子散布による感染苗作出、トリュフ感染苗を接種源とした感染苗作出を継続して行う。

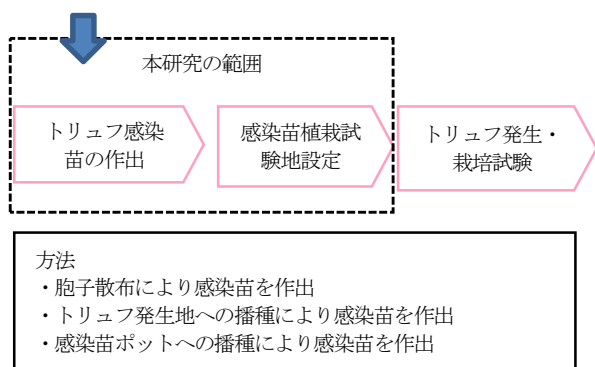


図1 研究フロー

写真1 トリュフ子実体



写真2 濃い茶色の菌根

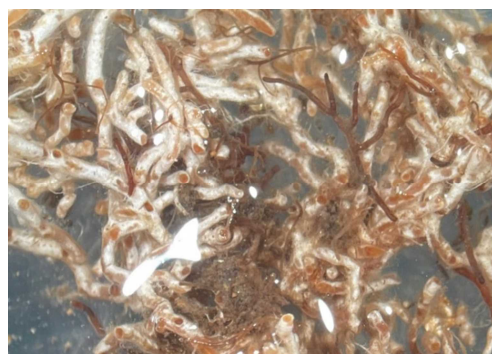


写真3 白い菌根

表1 菌根の形成状況

鉢設置場所	無菌室		研究室		育苗ハウス		
	鉢番号	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5	NO.6
菌根有り実生本数	6	3	3	2	—	4	
菌根無し実生本数	0	0	3	0	—	0	
備考		濃い茶色の菌根				枯死	白い菌根

スギ・ヒノキ人工林の林床を活用した山菜等の栽培に関する研究

(有望4品目の生育環境への適応性)

森林経営課：和食敦子・黒岩宣仁

■ 目的

中山間地域の人口減と高齢化が加速している高知県では、対策として集落活動センターを核とした支援を行い、特用林産物の生産普及を目指している。主に中山間地域で生産される山菜等は、全国的な担い手不足で供給量の低下が懸念される反面、消費者の健康志向、食の多様化等で需要の拡大が期待されている。また、この栽培に中山間地域の大半を占めるスギ・ヒノキ人工林の林床を活用できれば、広い栽培面積が確保され、林業経営者および集落活動センターの副収入源になり、中山間地域の活性化につながる可能性がある。

本研究は、山菜に限らず多くの商品作物の中から、高知県のスギ・ヒノキ人工林での栽培に適した品目を選定して試験的に栽培し、次の本格的な栽培試験につなげることを目的とする。

今回は、有望4品目について植栽後3年目の成長率を立地条件の異なる試験区ごとに比較し、生育環境に対する適応性を検討した。

■ 内容

試験供用品目は、商品作物として流通している山菜、薬用植物、花卉等の中から、人工林への適応性、市場性、公的研究機関での試験実績の有無、温暖多雨である高知県への適応性等を検討して決定し、クサソテツ、ウワバミソウ、ヒメウコギ、トウギボウシ、オオバギボウシ、モミジガサ、ハランの7品目を選定した。2020年4月に当センター内の山林に、間伐・耕耘・獣害対策を施した試験地を設けた。試験地はヒノキ人工林に2箇所、スギ人工林に2箇所設定し(表1)、各品目を分散して植栽した(図1)。試験地の均一性の確保と雑草木の繁茂を避けるため無施肥とした。スギ試験地は草刈りを夏に年1回実施、ヒノキ試験地は雑草が繁茂しなかったため実施しなかった。植栽後は、表2に示す項目について成長量を年2回(5月、9~10月)測定した。なお、モミジガサは試験期間中に地上部の枯死や葉の枯れが確認されたため、途中から調査対象から除外した。

表1 試験地の概要

試験地	面積 (a)	人工林	立地環境
A	0.45	ヒノキ	谷頭斜面上部、匍行土、弱乾~適潤性
B	0.46	ヒノキ	凹形斜面中腹、匍行土、適潤性
C	0.48	スギ	谷底平坦地、崩積土、弱湿性
D	0.45	スギ	谷底平坦地、崩積土、弱湿~湿潤性、 周辺から浸出水、中央に貯水槽

■ 成果

品目によって計測部位が異なるため、表2の成長率因子で算出した成長率((3年目の値-植栽時の値)÷植栽時の値)で比較した。有望性のある4品目について以下に述べる。ウワバミソウは浸出水のある湿潤な環境で良好な生育を示したが、場所が外れると成長率がマイナスに

表2 計測項目

品目	計測項目							成長率因子
	高さ(草丈)	葉張り	葉長	葉幅	葉数	茎径	基本数	
クサソテツ	○	○				○		茎断面積合計
ウワバミソウ	○	○				○	○	茎断面積合計
ヒメウコギ	○	○				○	○	茎断面積合計
トウギボウシ	○	○				○		葉枚数
オオバギボウシ	○	○				○		葉枚数
ハラン	○	○	○	○	○			葉面積

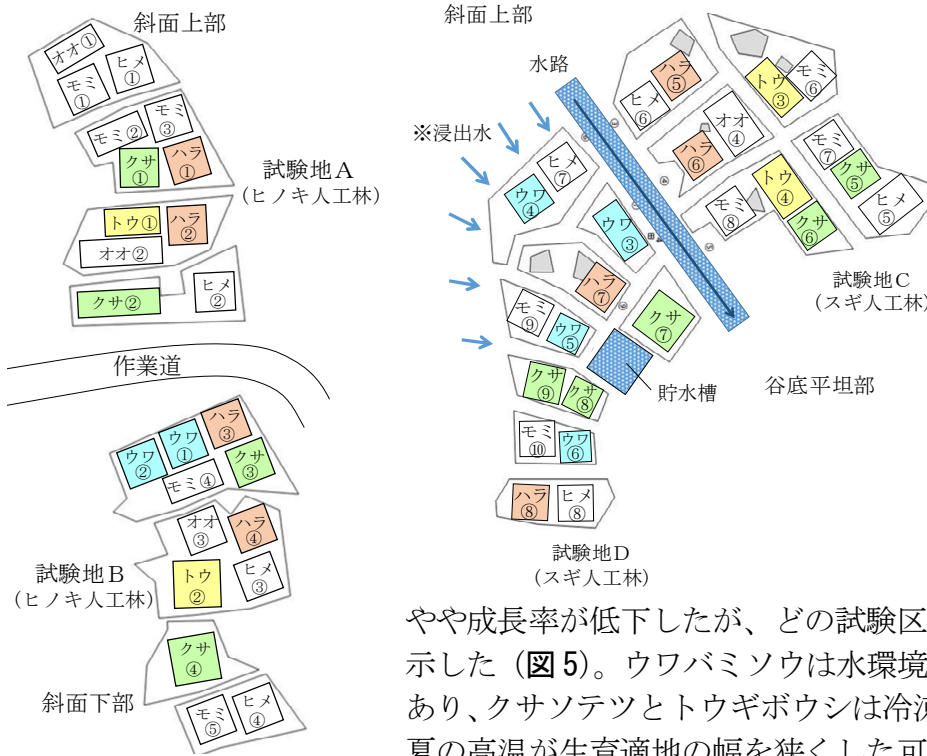


図1 試験地の概要

(左：試験地AとB、右：試験地CとD)

※青色矢印は水の流れを示す

なった(図2)。トウギボウシは、適潤性で土壌堆積の薄いヒノキ人工林でも成長したが、弱湿潤で土壌堆積の厚いスギ人工林での成長率が高かった(図3)。クサソテツも同様であるが、貯水槽に近く浸出水の多い場所でより高い成長率を示した(図4)。一方、ハランは土壌堆積の薄い斜面上部のヒノキ人工林で

やや成長率が低下したが、どの試験区でも比較的高い成長率を示した(図5)。ウワバミソウは水環境に強く影響される植物であり、クサソテツとトウギボウシは冷涼な地域に適した植物で、夏の高温が生育適地の幅を狭くした可能性もある。立地の選択によりこれらの品目も県内の人工林下で広く栽培できると考えられるが、本試験地のような暖地ではハランが人工林下の栽培に最も適した品目であることが分かった。

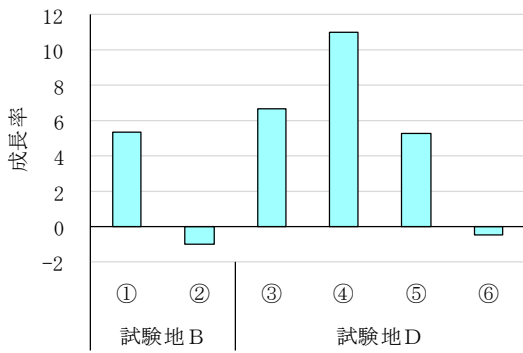


図2 ウワバミソウの成長率(2022年9月)

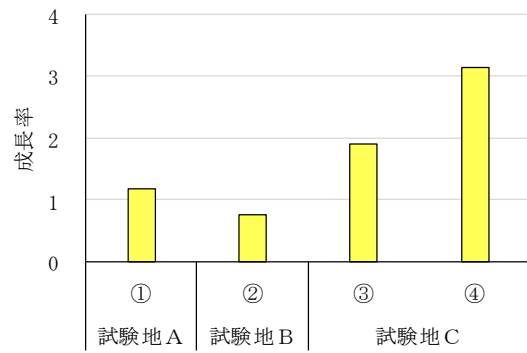


図3 トウギボウシの成長率(2022年9月)

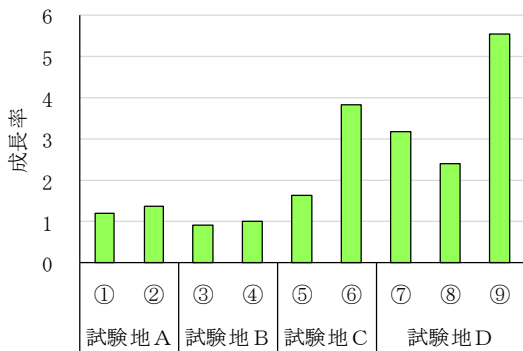


図4 クサソテツの成長率(2022年9月)

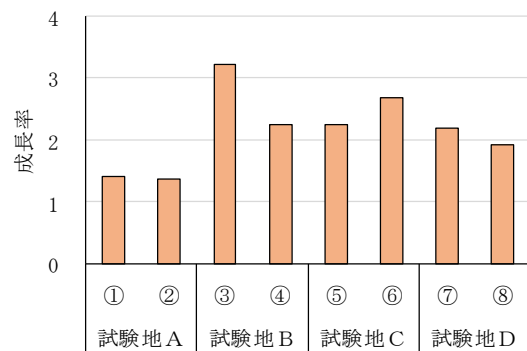


図5 ハランの成長率(2022年9月)

イタドリの品種選抜に関する研究

(一次選抜と試験供用苗の植え付け)

森林経営課：黒岩宣仁・山崎敏彦

■ 目的

高知県では、中山間対策として高知の食文化として知られるイタドリの地産外商に向けた生産と加工販売に取り組んでいる。これまでイタドリの供給は天然採取が主であったが、食の安全性や品質を保つためには加工の目的に合った優良系統の栽培が必要である。本研究は県下全域からイタドリを収集保存し、県内の栽培に供する多収性優良系統の選抜を目的とする。

本年度は、一次選抜と試験供用苗の植え付けを行ったので報告する。

■ 内容

2021年に高知県内60地域と香川県内1地域から収集保存した152系統のイタドリの親株を4月中旬に一次選抜した。県内のイタドリ生産者の代表や育種の専門家ら数名で検討会を開催し(図1)、収集した親株を精査しながら、①「皮の剥ぎやすさ」、②「茎の中身の厚み」、③「茎の中身の色(鮮緑色)」、④「葉の展開の遅さ」、⑤「繁殖力(地下茎の広がり)」、⑥「多収性(採集時の茎の太さと数)」などに着目して38系統を選抜した。

ただし、⑥の採集時に生育地で計測した茎数や最大根元径は、個体の年齢や生育環境などに影響されるため系統本来の特性を表しているとは限らない。このため、多収性系統の可能性を探るための参考とした。

以上の結果を受けて、2021年に準備した152系統の挿し木苗の中から一次選抜系統を4月下旬に鉢上げして試験供用苗(1系統につき15個体)をガラスハウス内で7ヶ月間育成した(図2)。試験圃場は、2022年3月上旬にバーク堆肥3t/10aを混入して土壌改良を行い、さらに2022年11月上旬に鶏糞ペレット(窒素3%・リン酸4%・加里3%・石灰16%・C/N比8)500kg/10aを投入して攪拌した。1ヶ月後の12月上旬に畝あげをして防草用の黒マルチを張り、試験供用苗を1系統につき10個体(5個体を2カ所に分散)を植え付けた(図3、図4)。また、対照系統として、高知県の既存の優良系統「鏡1号」と和歌山県の選抜優良系統「東牟婁3」を同様の方法で育成し植え付けた。試験供用苗は合計40系統400個体となった。

■ 成果

図5に親株採集地及び一次選抜系統の採集地を示した。また、図6に採集親株及び一次選抜系統の茎数と最大根元径を示した。一次選抜で選抜された系統は、採集地域に偏りがなく、県内の広域に分散している。また、採集時点での親株の形状は、茎の最大根元径が20~30mmで茎数2~7本の系統が多いが、中には最大根元径が28mmで茎数が13本の系統や最大根元径が35mm以上で茎数が5本以上など、多収性系統の可能性のある個体が含まれている。

選抜されなかった系統の中にも、皮が剥ぎやすくて茎数が多く、最大根元径も太い系統があったが、その原因の多くは「茎の中身が赤い」、「茎の中身が薄い」などであった。



図1 イタドリの一次選抜の現地検討会



図2 一次選抜系統の育成（鉢上げ）状況



図3 一次選抜系統の生育状況
(2023年3月)



図4 一次選抜系統を植え付けた試験圃場の全景
(2023年3月)

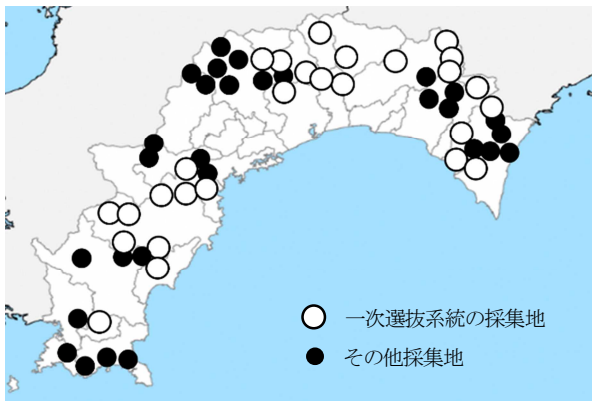


図5 親株採集地

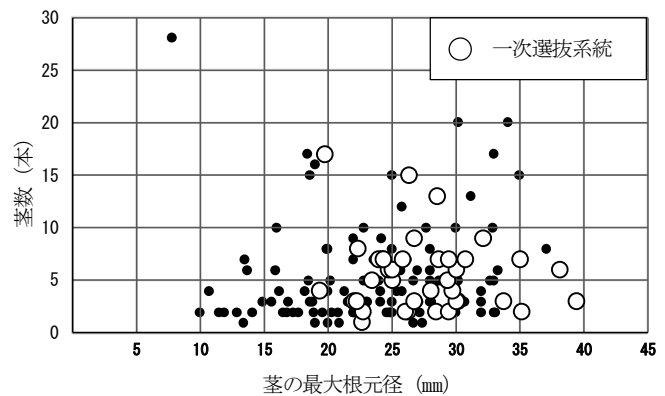


図6 親株の茎数と最大根元径（採集時）

■今後の計画

3年後の二次選抜に向けて圃場に植え付けた試験供用苗の育成（特に病虫獣害からの防護）を行うとともに、根茎が広がって系統が混じらないよう境にあぜ板を埋設する。3月から4月の収穫期に数日おきに茎数、茎の長さや太さ等を計測して、早晩性や個体サイズの比較を行う。

木炭の生産向上に関する研究

(黒炭の生産実態調査)

資源利用課：北沢晴花・山崎真

■ 目的

木炭は県内中山間地域における貴重な収入源である。白炭は、2007年頃から生産量が増加し、2014年からは全国一位の生産量となった。しかし、原料となるウバメガシ（以下ウバメ）の資源量が減少しており、ウバメ以外の製炭が難しいとされるその他のカシ類（以下カシ）を原料として製炭せざるを得ない状況となっている。一方で黒炭は、生産量とともに生産者も高齢化等により減少しており、黒炭の製炭技術の継承が困難となり、新規就労者の参入の障害となっている。

これら白炭及び黒炭の課題を解決するため、白炭においては安定した等級区分のカシの白炭の製造方法の検討、黒炭においては、新規参入者向けの製炭マニュアルを作成する。それにより、県内の木炭生産量を増大させることを目的とする。

本年度は、新規参入者向けの製炭マニュアルの作成に向けて、本県の黒炭生産の実情を把握するために実態調査を行った。

■ 内容

県内の黒炭生産者の中から18戸を対象に、①主な生産者の年齢、②経営形態、③炭窯の規模（1回に使用する原木重量）、④年間生産量、⑤原木調達の方法、⑥販売系統、⑦直販所での販売価格について、聞き取り調査を実施した。

■ 成果

主な生産者の年齢構成を図1に示す。30代と60代がそれぞれ1名ずついる以外は、すべて70代以上であった。

黒炭生産を本業とする、副業とする、趣味とする、といった経営形態があり、最も多いのは副業型であった（図2）。

次に、新規参入者用の製炭マニュアル作成に向けて、有効な情報を得るため、炭窯の規模・年間生産量・原木調達の方法・販売系統・直販所での販売価格について、経営形態ごとに分析した。

炭窯の規模について、図3に示す。全体として1t以上2t未満の窯が最も多かった。経営形態別に見ると、本業型は1t以上2t未満の窯を使用している生産者が大部分を占めた。5t以上の窯は、黒炭生産で生計を立てている生産者が使用していた。副業型と趣味型では、1t未満の窯から5t未満の窯まで様々な規模の窯を使用していた。

年間生産量について、図4に示す。全体としては、1t未満が最も

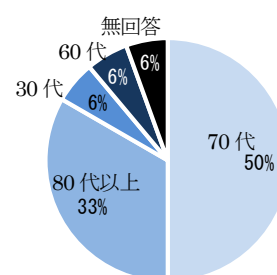


図1 主な生産者の年齢

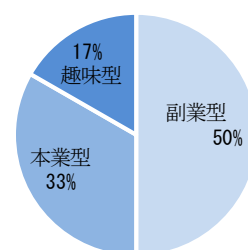


図2 経営形態

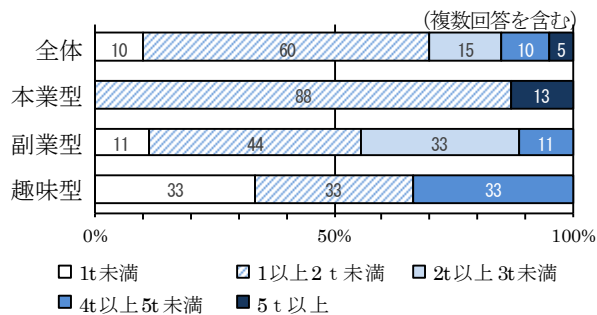


図3 炭窯の規模 (全体及び経営形態別)

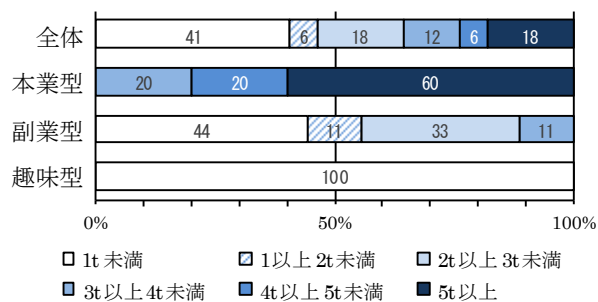


図4 年間生産量 (全体及び経営形態別)

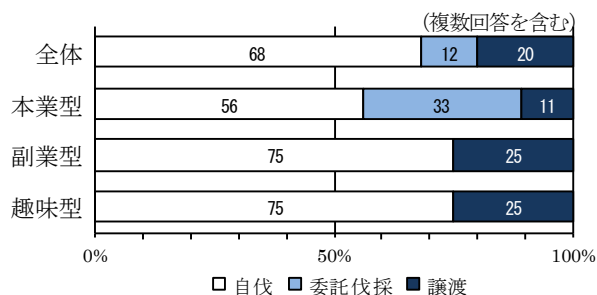


図5 原木調達方法 (全体及び経営形態別)

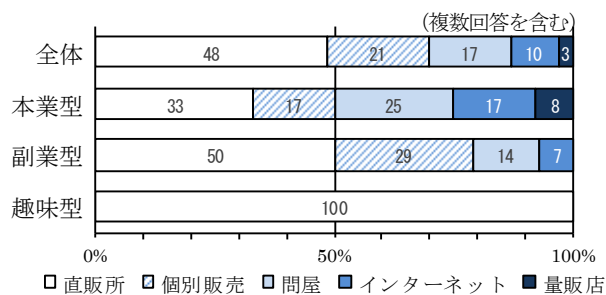


図6 販売系統 (全体及び経営形態別)

多かった。経営形態別にみると、本業型は、すべての生産者が少なくとも3t以上生産していた。副業型では、生産量が4tを超える生産者はいなかった。趣味型ではすべて1t未満であった。

原木調達の方法について、図5に示す。自伐とは、生産者が自ら立木を伐採する場合とする。委託伐採とは、生産者とは別の人物に立木伐採を依頼する場合とする。譲渡とは、伐採された支障木等を譲り受ける場合とする。全体としては、自伐が最も多かった。経営形態が本業型の場合は、自伐の次に委託伐採が多かった。副業型と趣味型では、委託伐採は無かった。

販売系統について、図6に示す。全体としては、直販所が最も多かった。経営形態別では、本業型、副業型、趣味型の順で販売系統の種別数が多く、趣味型では直販所のみであった。

次に、直販所における黒炭1kgあたりの販売価格(税込)を図7に示した。本業型と副業型の価格の中央値は等しく、趣味型の中央値は他に比べて安価であった。価格のばらつきは、趣味型に比べて、本業型と副業型で大きいことが分かった。

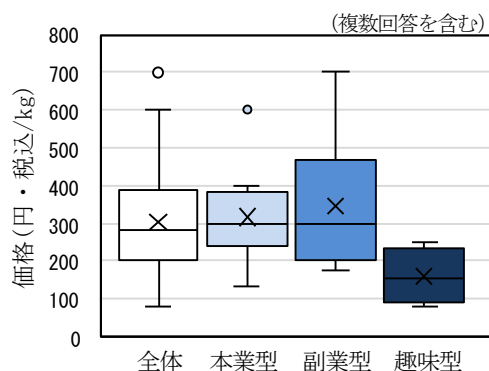


図7 直販所での黒炭の販売価格 (全体及び経営形態別)

■ 今後の計画

白炭については、カシ白炭において原木水分の保持が製品の等級区分割合の改善につながるかを検証する。黒炭については、指導者のいない新規参入者への支援として、製炭マニュアルの作成に取り組む。

林業技術の普及（企画支援課）

1 人材育成、研修業務

研修の名称	主な内容	人数(人)
(1) 林業技術職員等		150
林業技術職員 基礎研修	業務を円滑に推進するために必要な森林・林業・木材産業に関する技術的な基礎知識及び実技を習得する。	8
特用林産研修（全8回）	中山間地域の振興に不可欠な特用林産物生産の実態を知り、栽培や振興に必要な知識を習得する。	86
特用林産総論	高知県における特用林産の現状と将来性、分野別特用林産物の紹介	13
きのこ①	原木きのこ栽培の季節管理、現地実習	12
花き類①	花き類の生産・流通・販売の現状、シキミ・サカキ病虫害防除マニュアルの活用について	25
花き類②	シキミ・サカキの病虫害（種類と生態、防除方法等）、現地実習	4
きのこ②	きのこの種類・形態及び見分け方のポイント、野生きのこの採集・観察・記録・判定、現地実習	8
山菜等	中山間地での山菜等の有望性とその種類、スギ・ヒノキ林で栽培可能な山菜等の選抜と実証試験、イタドリ栽培の基礎と実際	8
きのこ③	原木及び菌床きのこ栽培の種類(座学)、原木きのこ栽培の手法と管理(実習)	8
花き類③	シキミ・サカキの栽培管理、出荷時の注意点、剪定実習	8
ドローン研修	ドローンの基礎知識・活用（座学）、組立・安全点検・操縦練習（実技）	26
林業架線講習	集材機の据え付け、支柱作設、索張り、主索の安全係数の点検、ワイヤー加工など見学・体験	1
チェーンソー研修：特別教育	伐木等の業務に係る安全衛生特別教育(労働安全衛生規則第36条第8号)	15
チェーンソー研修：安全衛生教育	伐木等の業務に係る安全衛生教育(労働安全衛生法第60条の2第2項)	9
チェーンソー研修：補講	旧特別教育修了者の補講	5
(2) 林業事業者等		136
緑の雇用集合研修(座学：7日)		65
森林施業プランナー育成研修(一次研修：3日)		11
架線作業主任者講習(実技：7日)		6
労働災害防止の集団指導会(座学：1日)		54
計		286

2 普及指導業務

区分	主な内容	件数(件)
(1) スマート林業実証等支援	先端機械の実証データ取得支援。実際に現場での実証作業をもとにデータ取得、整理	3
(2) 林業普及指導事業外部評価会	林業普及指導員の活動成果について、外部評価委員による評価を受け、普及指導活動の改善に結びつけるため外部評価会を実施	1

林業技術の普及（企画支援課） 状況写真



林業技術職員 基礎研修(座学)



林業技術職員 基礎研修(実習)



林業技術職員 基礎研修(実習)



特用林産研修(きのこ①)



特用林産研修(花志類①)



特用林産研修(山菜類)



センサー研修:特別教育(実技)



UAV研修



UAV研修



架線作業主任者講習(実技)



架線作業主任者講習(実技)



架線作業主任者講習(実技)



スマート林業等実証支援



スマート林業等実証支援



森林施業フランナー一次研修



林業普及指導事業外部評価会



林業普及指導事業外部評価会



林業普及指導事業外部評価会

森林技術センターこの1年

1 令和5年度新規試験研究課題検討会

令和4年8月4日に当センターの令和5年度に取り組む新規課題等の試験研究について、関係機関の意見を反映させるための新規課題検討会を実施しました。

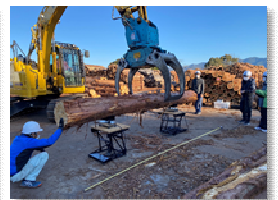
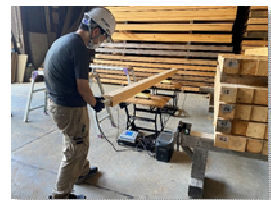
本年度は、関係団体等から頂いた試験研究に対する8件の要望を基に、当センターが提案した新規研究課題1課題と既存研究課題の拡充・延長2課題について、県や業界の関係者15名から意見をいただきました。



2 令和4年度林業試験研究外部評価会

令和4年9月8日に当センターの試験研究課題について、外部の有識者等による外部評価会を実施しました。この評価会は、次年度以降の試験研究に反映させることを目的として、研究期間の中間で行っています。

本年度は、「イタドリの品種選抜に関する研究」、「高知県産材の品質向上及び安定化に関する研究」の2課題について、4名の評価委員から助言及び評価を受けました。



3 高知県スマート林業実証等支援事業（技術支援）

木材増産推進課が進めるスマート林業実証等支援事業で、イワフジ工業株式会社が開発した油圧集材機と架線式グラップルを用いた最新架線集材システムについて、事業実施主体である株式会社とされいほくの現地にて功程調査等を行いました。

集材能力は高知県でよく使用される5t級機械式集材機と遜色がなく、単木材積が大きいと架線式グラップルが有効かつ林内作業者の軽労化と安全性向上に繋がることが確認できました。



4 工務店向けセミナー（産地商談会）

令和4年7月21日に産地商談会の取り組みの一環として、関西地方の工務店関係者6名に当センターにお越しいただき、土佐材セミナーを開催しました。

「土佐材の品質」と題して、高知県産材の品質や特徴、安心・安全に届けるための品質の数値化や証明する取組について、具体的なデータを交えた講義を行い、参加者からは「とても良い勉強になった」、「高知県産材を積極的に使っていきたい」など好評をいただきました。



5 非住宅木造建築フェア2022

令和4年11月9日～10日に非住宅分野における木造化・木質化に関する製品展示会「非住宅木造建築フェア2022」が、非住宅木造建築フェア実行委員会の主催で木造に関する企業や団体21社が参加し、インテックス大阪で開催されました。

高知県からは、高知都市木造ワーキングの取り組みとして、土佐組子耐力壁や幅広集成材等を出展し、当センターも高知県ブースの設営及び来場者への説明を行いました。



6 森と都市の交流展・高知

令和5年2月16～17日に都市部における建築物の木質化に関する製品展示会「森林と都市の交流展・高知」が、高知県の主催で、高知県内企業10社、高知県協働の森パートナーズ企業4社が参加し、大阪府のアジア太平洋トレードセンター（ATC）で開催されました。

高知県内企業からは、土佐組子耐力壁、集成材加工製品、無垢フローリング等を出展し、当センターも展示ブースの設営及び来場者への説明を行いました。



令和4年度 依頼試験等実績

■ 依頼試験及び設備利用

区 分	件数 (件)	備 考
依 頼 試 験	17	うち県内企業 14 件
音 響 性 能		うち県内企業 件
製 品 性 能	17	うち県内企業 14 件
木 質 エ ネ ル ギ ー		うち県内企業 件
水 質 分 析		うち県内企業 件
そ の 他		うち県内企業 件
設 備 利 用		うち県内企業 件

■ 技術相談・指導

区 分	件数 (件)	人数 (人)	備 考
森 林 経 営	2	2	現場管理等
森 林 管 理	83	346	森林施業等
育 苗 ・ 育 種	22	44	コンテナ苗等
森 林 保 護	39	57	獣害、病虫害等
緑 化	2	4	造園木、庭木の管理等
林 業 機 械	76	214	集材方法等
特 用 林 産	79	181	きのこ類、シキミ・サカキ、木炭等
製 材 ・ 乾 燥	108	122	乾燥施設等
木 材 利 用 (建 築)	89	165	木造住宅用部材等
木 材 利 用 (土 木)	37	42	土木工事用木製構造物等
木 材 利 用 (家 具 類)	18	16	木製家具等
木 質 バ イ オ マ ス	3	3	木質チップ、木質ペレット等
そ の 他	45	679	商品開発、製品管理、強度試験測定等
計	603	1,875	

■ 講師

研修等の名称	依頼主	件数(件)	人数(人)
造林学、架線技術、木実構造設計、材料実験・測量(梁曲げ試験)等	林業大学校	37	346
緑の雇用集合研修、森林施業プランナー育成研修等	林業労働力確保支援センター	27	287
チェーンソー研修、特用林産研修等	県(本庁・出先機関)	14	150
架線作業主任者研修、労働災害防止研修等	その他	17	313
計		95	1,096

■ 委員

委員会等の名称	主催者	件数(件)	備考
四国森林管理局技術開発委員会、黒潮町入野松原再生計画検討委員会等	国・市町村等	7	
林業専用道等技術審査会、高知農業高校審査委員会等	県	4	
森林作業システム高度技術者育成事業に係る検討委員会	その他	3	
計		14	

注) 件数は、委員等への参加回数。

■ 視察・インターンシップ

区分	所属	件数(件)	人数(人)	備考
視察	早稲田大学 JST(国立研究開発法人科学技術振興機構)	1	4	
視察	高知大学農林海洋科学部	3	77	
視察	高知県立幡多農業高校	1	10	
視察	宮城県林業技術総合センター	1	4	
インターンシップ	高知大学	1	1	
計		7	96	

組織図

