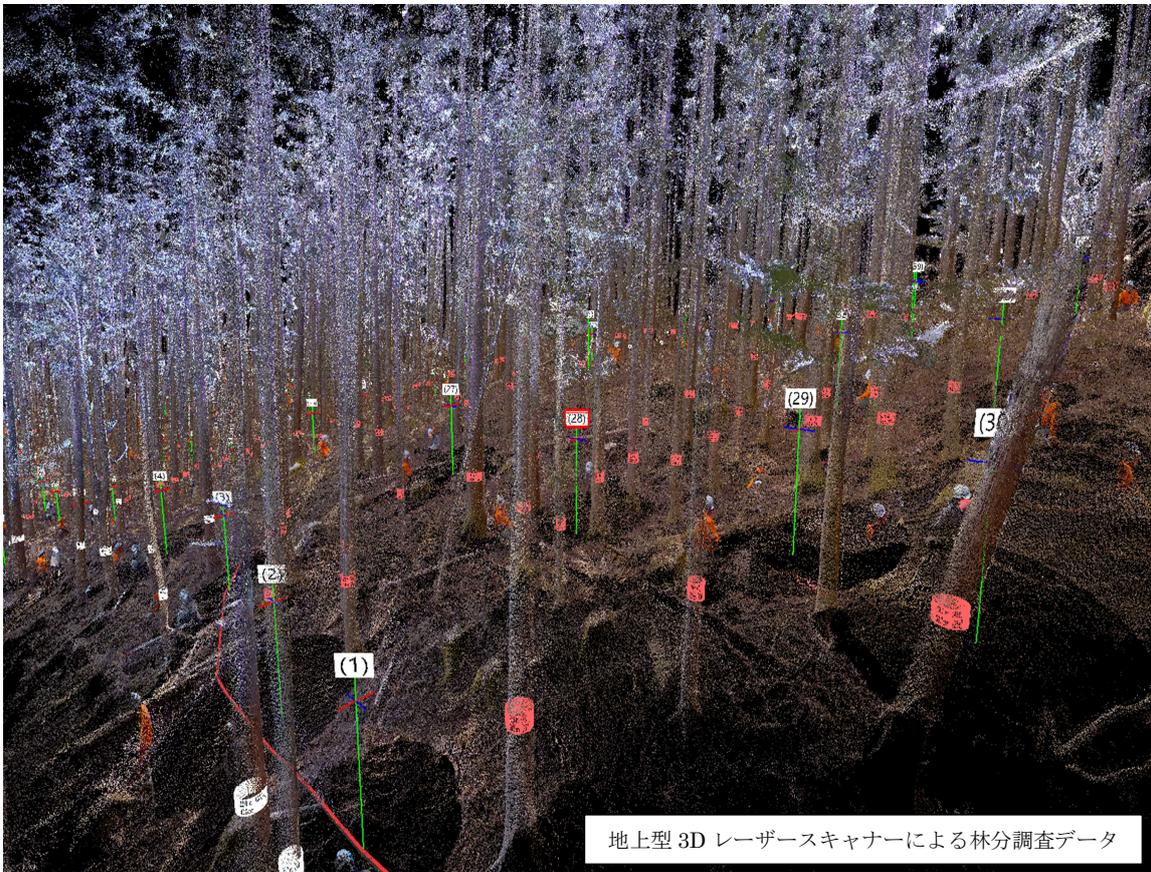


令和3年度

研究成果報告書



令和4年4月

高知県立森林技術センター

目 次

■ 原木生産のさらなる拡大

<生産性の向上による原木の増産>

- 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

<持続可能な森林づくり>

- 2 長伐期施業等に対応したスギ林管理技術の研究（森林経営課）・・・3

- 3 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）・・・5

（特定母樹採取園の採取量とカメムシ対策の評価）・・・5

（下刈りの省略における下刈り～除伐の総コスト評価）・・・7

- 4 竹林の有効利用に関する研究（資源利用課・森林経営課）・・・9

■ 木材需要の拡大

<住宅・低層非住宅建築物等における木材利用の促進>

- 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

- 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

■ 中山間地域の振興

<森の恵みを余すことなく活用する>

- 9 ウバメガシ林の再生に関する研究（森林経営課）・・・19

- 10 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）・・・21

- 11 サカキ・シキミの栽培技術向上に関する研究（森林経営課）・・・23

- 12 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）・・・25

- 13 イタドリの品種選抜に関する研究（森林経営課）・・・27

- 14 木炭の生産性向上に関する研究（資源利用課）・・・29

● その他の実績等

林業技術の普及（企画支援課）・・・31

森林技術センターこの1年・・・33

令和3年度依頼試験等実績・・・35

組織図・・・37

再造林における苗木や資材類の運搬方法に関する研究

(軽トラックホイール取り付け型ドラムウインチによる車両の安定性と搬器速度の確認)

森林経営課：山崎敏彦・山崎真 企画支援課：柳川真範

■ 目的

近年の再造林については、ニホンジカ等による食害を防ぐ目的で、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、過去5年間（H26～H30）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、増加傾向にある。本県のように急峻で複雑な地形の多い森林では、高密度な路網整備や機械化が困難な森林が多く、苗木だけでなく、獣害防護資材の運搬のため、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。本研究では、苗木や獣害防護資材の効率的な運搬と、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を運搬する手法の開発と検証を目的とする。

本年度は、軽トラックの後輪に取り付けた簡易架線の作業索用ドラム類について、その安定性、直引力、簡易スナビング式における搬器速度の確認を行ったので報告する。

■ 内容

1) 室内試験の基本配置と静的滑動試験

高知県立林業大学校実習棟コンクリート作業床において室内試験を行った。その基本配置を図2に示す。

軽トラック後輪にローラーユニットを据え、前輪については木製箱形歯止め（運転席側にはフリートアングル調整用ガイドローラーを取り付け）を設置した。運転席側後輪に取り付けた

作業索用ドラム（寸法は図1のとおり）からの作業索を作業床に配置したガイドブロック（滑車）を通過させ軽トラックからの第一ガイドブロックには張力測定用のロードセルを取り付けるとともに、架線シミュレーター用の小型電動ウインチの前ドラムに作業索を繋ぎ巻き取った。

静的滑動試験については、軽トラックドラム作業索をガイドローラー通過後の部分で編み止めを施し、レバーブロックでけん引し、ロードセルでけん引力を測定した（図3）。なお、試験時にはドラム取り付け駆動輪空転防止のため、サイドブレーキで固定した。

2) エンジンアイドリング時における直引力の測定

エンジンが暖まり、アイドリング回転数が安定した時点（800rpm）における1速（ローギヤ）での直引力を知るため、デフロック機能を用い後輪左右の回転を同一とし、軽トラックドラム作業索を巻き取りながら小型電動ウインチのブレーキ力を徐々に高めて、エンジンが停止した時の直引力（ガイドブロック合力をロープ内角から直引力に換算）を測定した。

3) 簡易スナビング式における搬器速度等の動作確認

水平支間長180m、支間傾斜角10度の現地索張りについて、図4に示す内容で簡易スナビング式における搬器速度についてデフロック機能を用い確認を行った。この時、実搬器はシカネット100m分（質量27kg）を吊り下げて行った。

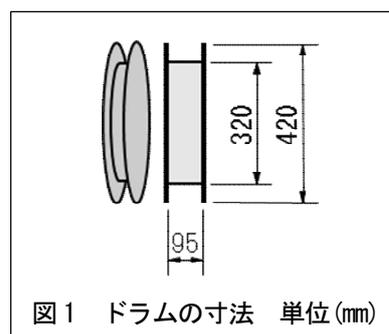


図1 ドラムの寸法 単位(mm)

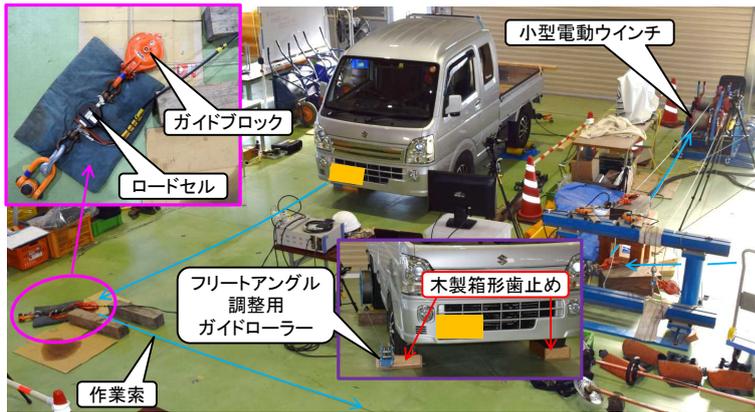


図2 室内試験配置の様子



図3 静的滑動試験けん引部

■ 成果

1) 静的滑動試験

けん引を数回繰り返し、測定データや状況動画と照合した結果、2.5kN以下の張力では滑動は見られなかった。実際の資材運搬で作業索にかかる最大張力は0.5kN以下を想定しているので、この結果は実用上問題ないと判断できる。

2) エンジンアイドリング時における直引力（初動時の巻取り力）の測定

直引力1.5kN以下では順調に作業索を巻き取り続けていたが、直引力1.63kN時にエンジンが停止した。停止時の作業索巻き取り直径は360mmであった。このことから前述の作業索想定最大張力の3倍あることから、円滑な初動が可能と言える。

3) 簡易スナビング式における搬器速度の確認

このことについては、空搬器と実搬器別に試験を行った。その結果を表1に示す。エンジンアイドリング時の場合は分速40m程度で、エンジン回転をあげたり2速に変速することにより搬器走行距離90m程度の距離の場合では、分速120~160m程度の結果となった。

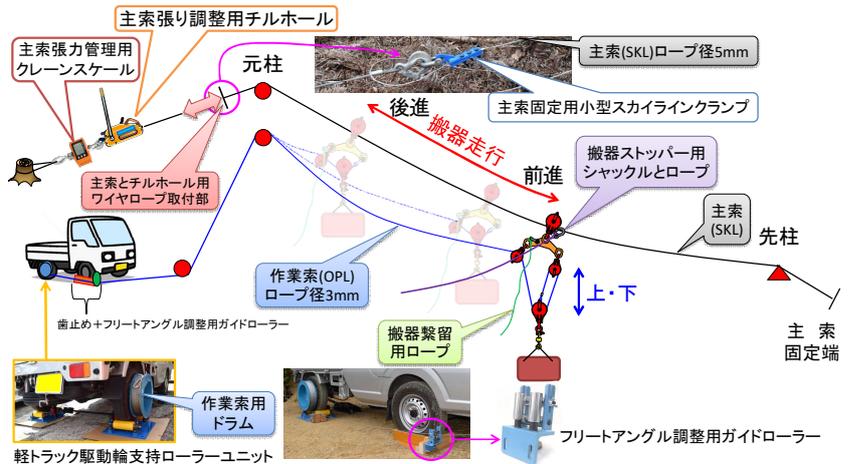


図4 軽トラウインチ関係主要部と簡易スナビング式索張り見取り図

表1 簡易スナビング式における搬器速度確認試験結果

搬器走行区分	走行斜距離 (m)	所要時間 (秒)	搬器速度 (m/分)	備考
空搬器 (後進)	79.5	119	40.1	1速: アイドリング800rpm
空搬器 (前進)	78.0	112	41.8	R: アイドリング800rpm
実搬器 (後進)	90.3	42	129.0	1速: 2,000~3,800rpm
実搬器 (前進)	90.3	43	126.0	R: 3,000rpm
実搬器 (後進)	90.3	34	159.4	2速: 2,500~3,000rpm

■今後の計画

線下高の確保が難しい地形の対応策として、簡易な中間サポートを組み合わせる方法を検証するとともに、荷掛部動滑車のロープ倍数別の特徴などを整理する。

長伐期施業等に対応したスギ林管理技術の研究

(「将来木施業」成長量の推移)

森林経営課：山崎 真・山崎敏彦・渡辺直史・黒岩宣仁

■ 目的

長伐期森林施業指針の補正を検討している中、スギ林は調査データが不足している。そこで本研究では、施業履歴や森林データの蓄積のある当センターの固定試験地や将来木施業地等、施業履歴の明らかなスギ林の調査地を追加して経年変化によるデータを積み重ねることにより補正のためのデータを充実させることを目的とする。また、施業の違い等が森林の成長や蓄積、水土保持機能に与える影響を明らかにし、今後の様々な森林施業に対応した森林管理技術の構築を目的とする。

本年度は、香美市の「将来木施業モデル林」(写真1)において、H30年度に行われた将来木施業に基づく間伐の効果について検証したので報告する。

■ 内容

将来木施業モデルの林内に設定している30m×30m(0.09ha)の固定プロットにおいて(図1)、H30年度に行われた間伐前の8年間(H22～H30)と、間伐後2年間(R1～R3)の成長を比較した(スギ、設定時49年生)。H30年度の間伐率は44%(本数率)であった。

なお、H28年度およびH29年度の調査と、R1年度の樹高測定は行っていない。

■ 成果

1) 残存木の胸高直径、樹高、幹材積の推移

H22年度に実施した間伐による残存木の8年間の推移と、H30年度に実施した間伐による残存木の2年間の推移について平均胸高直径を図2に、平均樹高を図3に、平均幹材積を図4に示す。

2) 平均胸高直径の成長

全立木、将来木のみ、将来木を除く立木ごとの、H30年度の間伐前後の林分の胸高直径成長量を表1に示す。

3) 単位面積あたりの本数と幹材積の推移
haあたりに換算した直径階毎の当初(H22)、間伐8年経過後(H30)及び間伐2年経過後(R3)の立木本数の推移を図5に、同じく幹材積の推移を図6に示す。

表1 胸高直径の年平均成長量(cm)

区分	全立木	将来木のみ	将来木を除く
H22 胸高直径[a]間伐後	24.2	32.6	23.6
H30 胸高直径[b]間伐前	26.6	37.2	25.7
R 1 胸高直径[c]間伐後	30.4	37.6	29.3
R 3 胸高直径[d]	31.2	38.8	30.0
間伐前年平均成長量 [(b-a)/8]	0.30	0.58	0.26
間伐後年平均成長量 [(d-c)/2]	0.40	0.60	0.35

4) まとめ

間伐前後の成長量を見ると、将来木は順調に成長を続けており、将来木施業の有効性が確認できた。また、将来木を除く立木では間伐前よりも間伐後のほうが高い結果となった。これは、将来木を活かすための間伐のほか、成長の良くない立木も併せて間伐したためだと考えられる。

■今後の計画

- ・ 将来木施業における間伐の選木方法の検討
- ・ 日本の間伐手法に適合した将来木施業方法の検討



写真1 将来木施業モデル林

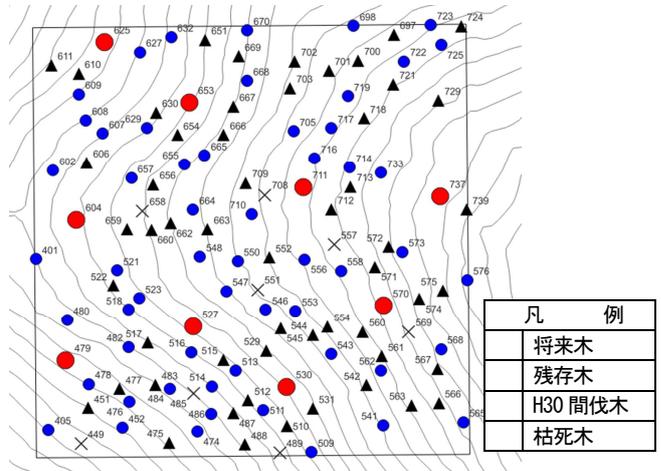


図1 固定プロット図

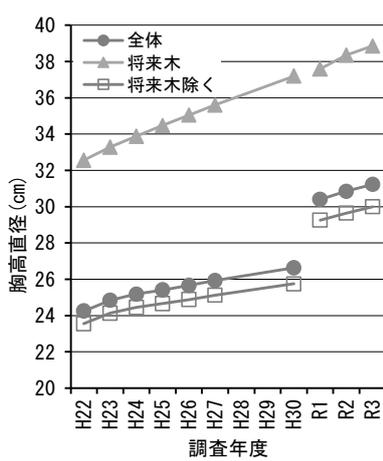


図2 平均胸高直径の推移

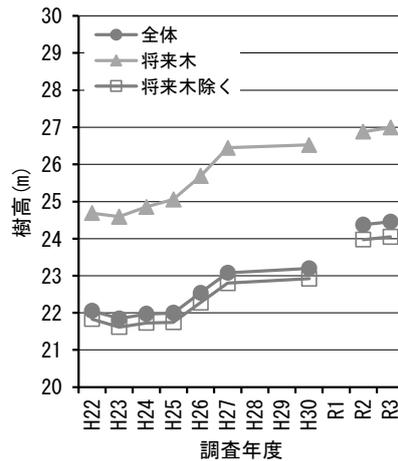


図3 平均樹高の推移

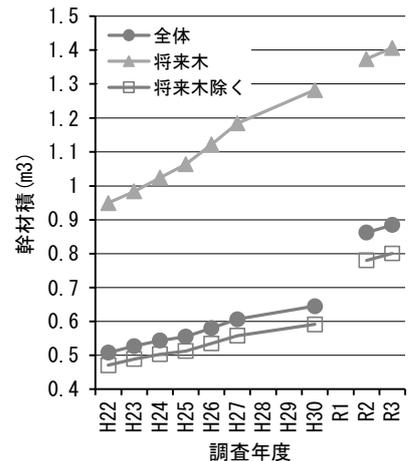


図4 平均幹材積の推移

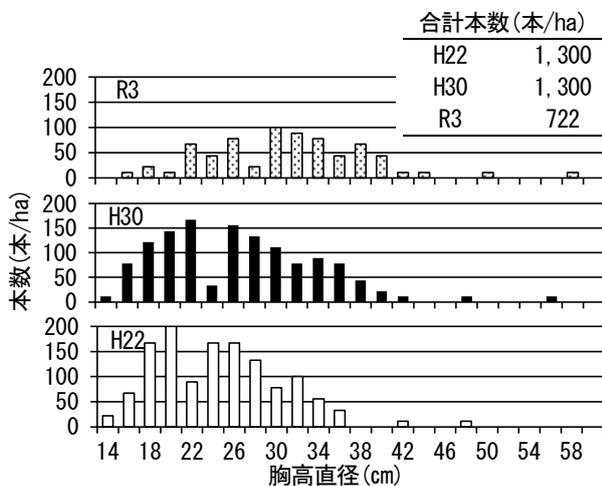


図5 胸高直径階毎の ha あたり立木本数の推移

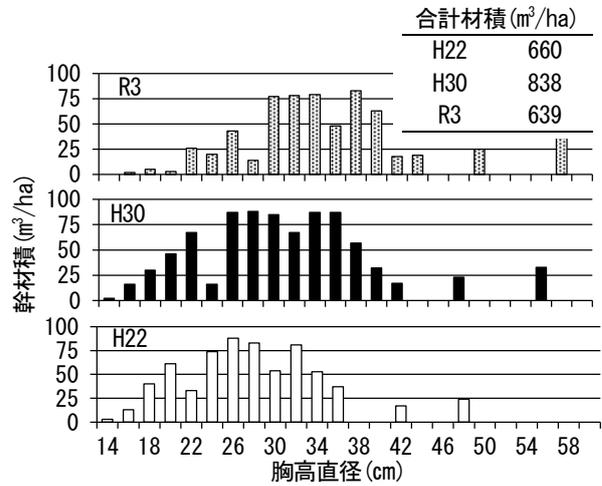


図6 胸高直径階毎の ha あたり幹材積の推移

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

(特定母樹採種園の採種量とカメムシ類対策の評価)

森林経営課：藤本浩平・渡辺直史・黒岩宣仁

■目的

産業振興計画では令和7年度の原木生産量を85万 m^3 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ぬ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、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。また、近年ではコウヨウザンのような成長の早い早生樹も注目されている。

そこで、本研究では、成長の早い苗のコンテナ苗としての供給やそれを利用した低密度植栽、下刈り回数削減等、初期育林の体系化を目指す。また、コウヨウザンの異なる立地における成長特性を明らかにして、今後の早生樹造林に寄与する。

本年度は、成長の早い苗の供給に向けて、スギ特定母樹ミニチュア採種園を有効活用するため、得られる種子量の算出と種子充実率を向上させる対策の検証を行った。

■内容

試験は、森林総合センター内で平成30年に造成されたスギ特定母樹採種園(21系統・156本)で行った。

1) カメムシ類の防除効果試験

令和3年5月上旬に、結実が多い母樹に46本に対して、1mmメッシュのネットで結実した枝を覆い(写真1)、同じ母樹のネットで覆っていない枝を対照区とした。

2) 採種量の算出

令和3年11~12月に母樹毎にネット被覆の有無を区分して球果を収穫し、重量および個数を測定して風通しの良い冷暗所で乾燥脱粒させた。脱粒した種子は篩い分けおよび目視で異物を取り除き、重量を測定した。100粒重を繰り返し3回で測定し、種子重量との積で種子数を推定した。

3) 種子の充実率測定

母樹26個体(ネット被覆の有無を区別した52サンプル)について、近赤外光を用いた充実種子選別機(九州計測器製)で充実種子の選別を行った。

■成果

1) カメムシ類の防除効果試験

同一の母樹で球果のネット被覆の有無による充実率を比較すると、被覆した球果から

得られた種子の充実率が有意に高い傾向がみられた（図1）。

2) 採種量の算出

112本（約72%）で球果が採取できた。球果数は全13,349個、1個体あたり平均119個であったが、球果が採取できた母樹のうち70個体が1～50個/本（63%）、16個体が51～100個（14%）であった（図2）。採種園全体で脱粒した種子は2,280g、推定粒数は768,553粒であった。1本当たりの種子重量が10g以下（64%）で推定粒数2,500粒以下（58%）の階層の頻度が高かった。



写真1 枝へのネット被覆

■今後の計画

高品質な特定母樹種子の供給を進め、生産された苗の有効活用を進める。

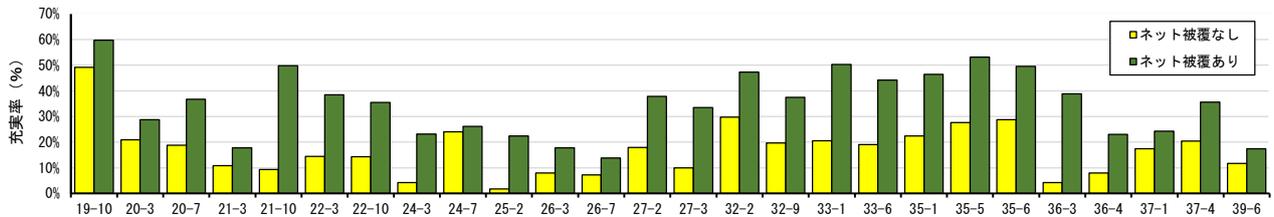


図1 各個体、ネット有・無の種子充実率

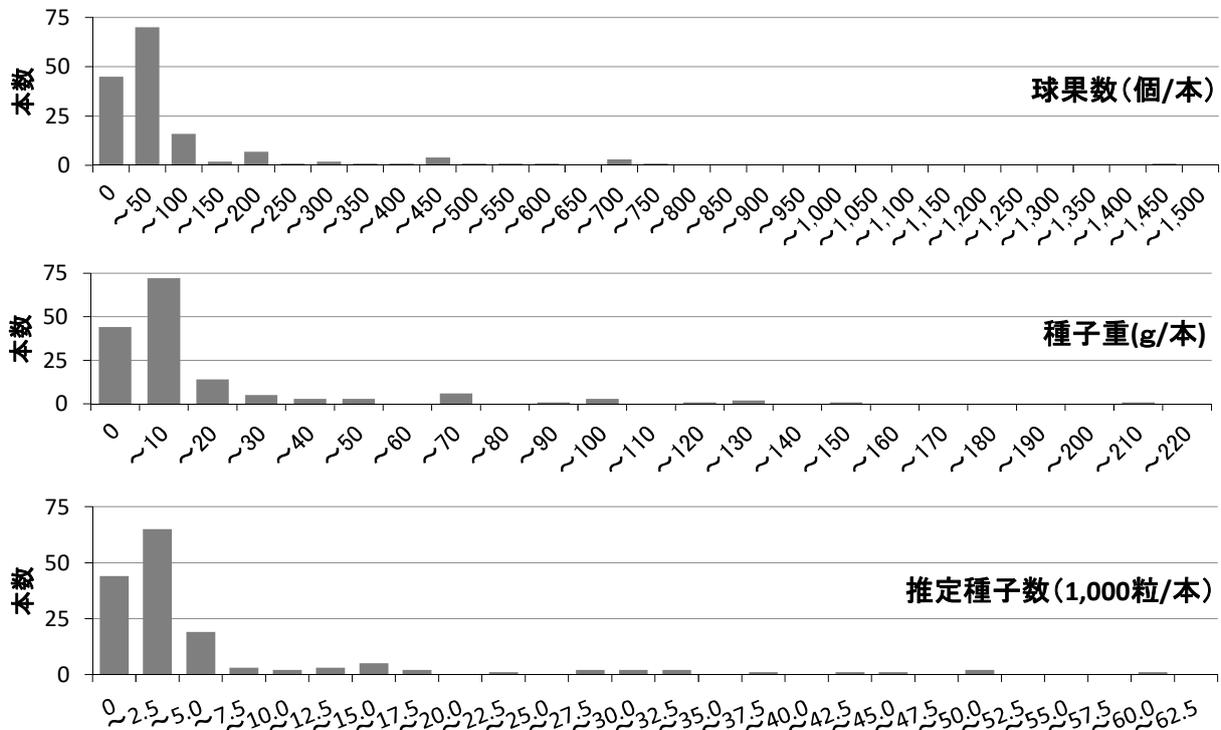


図2 母樹1本あたりの球果数・種子量・種子数の頻度分布

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

(下刈りの省略における下刈り～除伐の総コスト評価)

森林経営課：渡辺直史・黒岩宣仁・藤本浩平

■ 目 的

育林低コスト化の方法として、下刈りの省略が考えられる。当センターの過去の研究から、下刈りの省略は可能であることが分かったが、下刈りの省略を行った林分では除伐コストが増大し、下刈り～除伐の総コストが増加する懸念がある。そこで、下刈り省略を行った林分における除伐必要性の判断や除伐のコスト評価を行う必要がある。今回は下刈り～除伐の総コスト評価を行った結果を報告する。

■ 内 容

2010年度に設定した3カ所（東石原、奈半利、南川）のスギ林下刈り省略試験地に”毎年下刈り”、”隔年下刈り”、”無下刈り”の処理区を設定し、下刈りと除伐を実施して時間計測を行った。東石原と奈半利の試験地では、1年目は植生が極めて少なく下刈りの必要が無いと判断されたため”毎年下刈り”は2～5年目、”隔年下刈り”は3年目と5年目に下刈りを行った。南川の試験地は、皆伐後3年経過して植栽したため1年目から植生の繁茂が多く”毎年下刈り”は1～5年目、”隔年下刈り”は2年目と4年目に下刈りを行った。

除伐は10年目に、東石原と奈半利の試験地では、各12Plot（各処理区4Plot）、南川の試験地は9Plot（各処理区3Plot）、合計33Plotで行った（表1）。使用機械は下刈り、除伐ともに刈り払い機のみで、それぞれ2名の作業員で実施した。競合植生の量は、各Plot内に奈半利と東石原は10m×10m、南川は5m×5mの調査区を設定し、胸高直径1cm以上の個体は樹高と胸高直径を、胸高直径1cm未満の個体は樹高のみを測定した。なお、胸高直径1cm未満の個体は胸高直径0.5cmとして胸高断面積を算出した。

■ 成 果

下刈りを省略するほど除伐時の競合植生量は多くなる（図1）ため、除伐に要する時間は、”毎年下刈り”13.9～22.3時間/ha、”隔年下刈り”18.0～24.0時間/ha、”無下刈り”22.7～38.4時間/haと下刈りを省略するほど長くなった（図2）。しかし、下刈り省略のコスト削減効果を消すほどではなく、下刈り・除伐の総作業時間は、”毎年下刈り”75.1～125.8時間/ha、”隔年下刈り”56.8～75.7時間/ha、”無下刈り”22.7～38.4時間/haと下刈りを省略するほど短くなり（図2）、下刈り省略の初期育林コスト削減効果が確認できた。

■今後の計画

継続して樹高、直径、樹冠投影面積の測定を行い、除伐の実施がスギの成長に与える影響を明らかにして、下刈り省略を行った林分における除伐省略の可能性を探る。

表1 試験区数

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

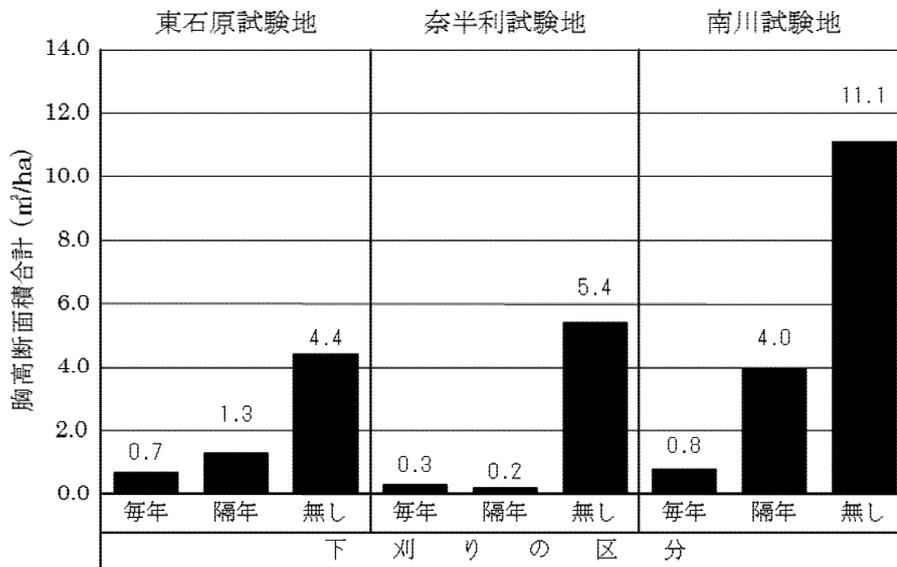


図1 下刈り処理と除伐前の競合植生量

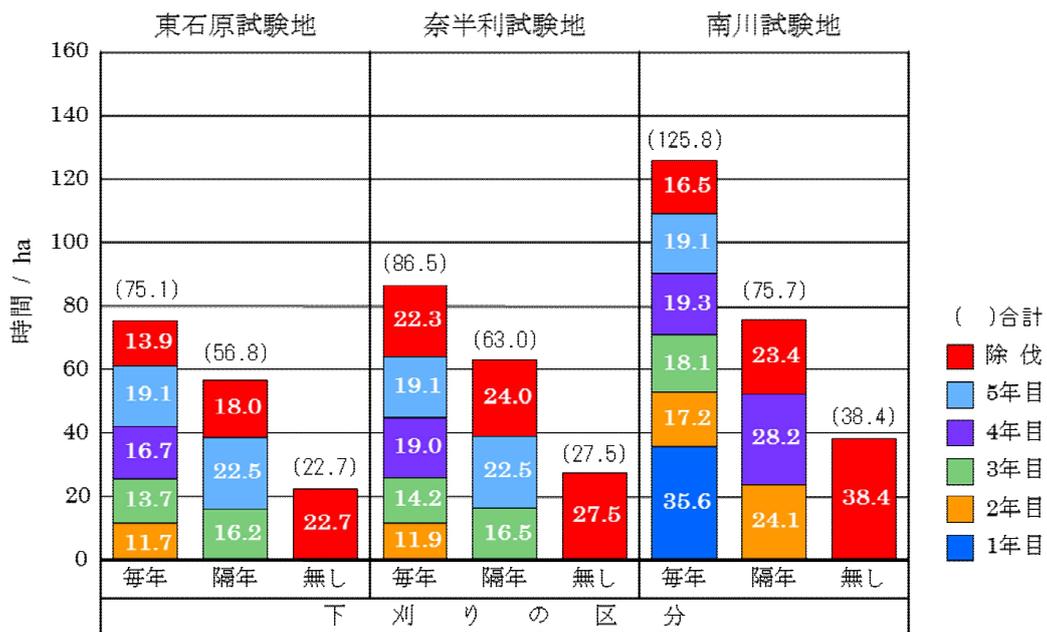


図2 下刈り処理と下刈り・除伐作業時間

竹林の有効利用に関する研究

(リモートセンシング手法を活用した竹林分布の把握)

資源利用課：近田典章・沖公友・市原孝志・北沢晴花 森林経営課：山崎真

高知大学：橋本直之

■目的

近年、竹製品や国産タケノコの消費量の減少に伴い、放置竹林が増加し、人工林や農耕地など人の経済圏・生活圏に侵入しつつあるため、その管理について問題視されている。高知県においても例外でなく、竹林の現状とそれを取り巻く環境を把握し、管理についての対策を講じる必要がある。しかし、竹林の基礎的データは乏しく、竹林の詳細な分布状況も把握出来ていないのが現状である。

本研究では、高知県の竹林分布情報の整備を見据え、リモートセンシング手法による竹林分布状況を把握する仕組みを検討した。本研究で使用した衛星画像は、無料で入手でき、年間を通じて撮影され、様々な波長帯について豊富に蓄積されたデータを利用することができる。本年度は、一般的な画像データである RGB 画像を用いた竹林のスペクトル解析を行うとともに、マルチスペクトル衛星画像を用いた広域の竹林の自動判別手法（手順を図1に示す）について検討したので報告する。

■内容

1) UAV（ドローン）画像を用いた竹林の可視光スペクトル特性解析及び竹林境界付近の確認

RGB 画像を用いて竹林の特徴を捉えることが可能か検証するため、高知市七ツ淵において9月及び11月に UAV 画像（解像度 1.5cm）を撮影した。画像上で竹林・スギ・ヒノキ・広葉樹の各 20カ所について、5m×5m のサンプルエリアを設定し、各画素のデジタルナンバーから植生指数である NBI(Normalized blueness intensity)値及び RGBVI(RGB vegetation indices)値を計算し、サンプルエリア内の平均値を求めて、樹種・時期の間で比較した。

また、同じく UAV 画像を用いて、竹林の境界付近の混交の状況について確認し、竹林の自動判別に用いる解像度と使用画像を検討した（図1①、②）。

2) マルチスペクトル衛星画像を用いた竹林の自動判別手法の検討

高知市を対象に、Sentinel-2 マルチスペクトル衛星画像（解像度 20m）の 10 バンドを用いて、竹林他 8 項目のスペクトル特性の解析を行い（図1③）、各バンドの輝度の範囲を設定（図1④）することで竹林を自動的に判別した。また、自動判別結果について精度検証を行った（図1⑤）。

■成果

1) UAV（ドローン）画像を用いた竹林の可視光スペクトル特性解析及び竹林境界付近の確認

NBI 値及び RGBVI 値を比較したところ、樹種や撮影時期による変化がみられた（図2）。竹

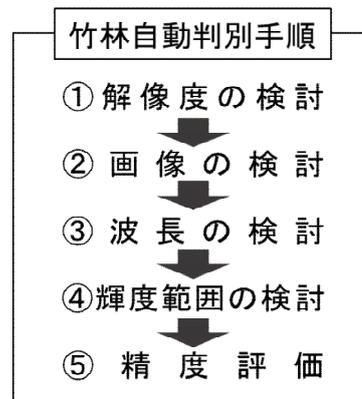


図1 竹林自動判別の手順

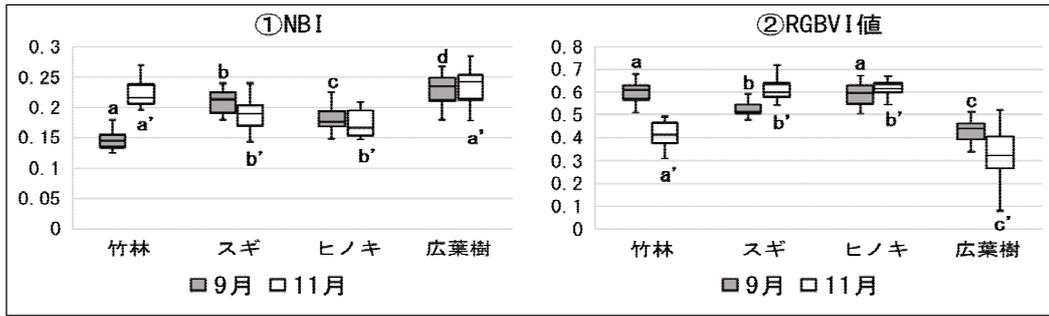


図2 樹種と時期による植生指数の変化
①植生指数：NBI、②植生指数：RGBVI

※異なるアルファベットは有意差があることを示す ($p < 0.05$)。

林のNBI値は9月では他の樹種より低い、11月では比較的高かった。竹林のRGBVI値についても、9月と11月で大きな変化が見られ、また、広葉樹は11月のばらつきが大きく竹林と重複する範囲が広がった。このことから、RGB画像のスペクトル情報だけでは竹林の自動判別は困難であることから、マルチスペクトル画像の不可視光データも併せて用いて自動判別に取り組むこととした。

また、UAV画像で竹林境界付近を確認したところ、図3(左)のように竹林の境界が明確である場合と、図3(右)のように不明瞭である場合が見受けられたため、竹林の自動判別にあたっては、UAV画像ほどの解像度は不要と判断し、解像度20mの衛星画像を用いることとした。



図3 上空(UAV画像)から見て、竹林境界が明瞭な森林(左)及び不明瞭な森林(右)の例

2) マルチスペクトル衛星画像を用いた竹林の自動判別手法の検討

実際の竹林分類の流れを図4に、竹林の自動判別結果を図5に示した。抽出率^{※1}は約43%、正解率^{※2}は約70%であった。竹林のスペクトルと類似する他項目を完全に除外することができずに誤分類が生じたほか、ミクセル(1つの画素の中に複数の項目が含まれるため、スペクトルが混ざってしまう)の影響により小規模な竹林の抽出が不十分といった課題が見出されたものの、面的にまとまった規模の竹林のおおまかな分布の把握に役立つと考えられる。

※1 実際の竹林のうち、竹林と分類した割合 ※2 竹林と分類したうち、実際に竹林である割合

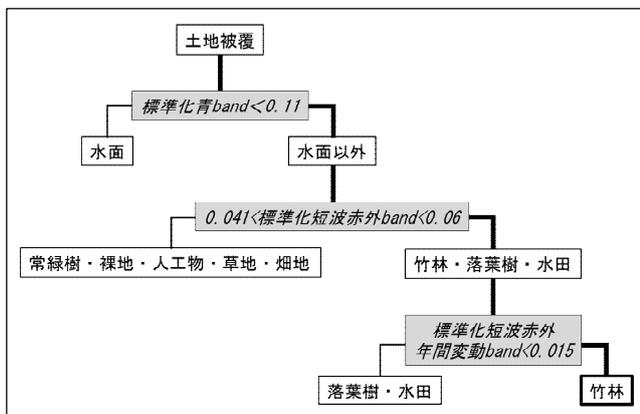


図4 マルチスペクトル衛星画像を用いた竹林分類のフロー

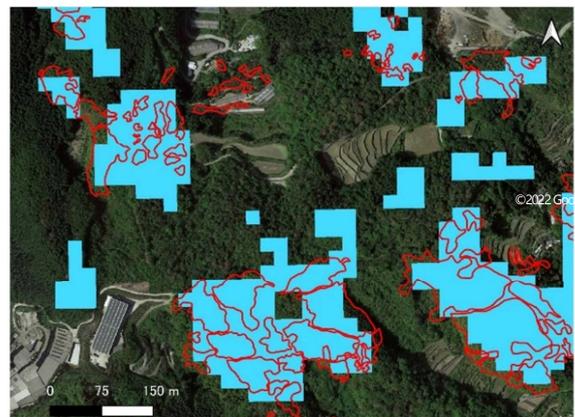


図5 竹林の自動判別結果(高知市の一部)
赤枠：目視判読による竹林トレース
水色：自動判別により竹林と分類された箇所

高知県産材の品質向上及び安定化に関する研究 (高知県産ヒノキ中大径丸太から採材される製材品のヤング係数)

資源利用課：溝口泰彬・沖公友・盛田貴雄・竹嶋一紗

■目的

近年、木材業界においても他の製造業と同様、市場でのニーズがより細分化され、供給側はそれに対応することが求められている。高知県においても、新たなニーズへの対応策として、高品質材(強度)生産を目的としたJAS機械等級区分製材工場の認証の推進に取り組んできた。しかし、高品質材の発注量はまだまだ少なく、一般材メインの製材工場においては、公共事業用材のような短期間で相当量の生産に苦慮しているのが現状である。そのような中、製材工場間の品質格差も開き始めており、受注工場の集中化や共同出荷における品質のばらつきの問題も生じ始めている。これらの質と量の問題は、高知県産材の効率的な供給体制の仕組みを構築する上で、大きな障害となり始めている。

そこで本研究では、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材品の品質調査と各事業者の技術的課題への支援を行う。

本報告では、これまで明らかにされていない高知県産ヒノキ中大径丸太から採材される製材品について品質調査を行い、それらのヤング係数について検討したので報告する。

■内容

木取り(心持ち・心去り)の違いによるヤング係数について検討するため、丸太段階と製材品段階で縦振動法によるヤング係数をそれぞれ測定した(図1)。試験に用いた丸太は高知県産ヒノキ150本(表1)であり、製材品はそれらから1丁取り(心持ち正角・平角)もしくは2丁取り(心去り心持ち正角・平角)、合計200本に粗挽きし、人工乾燥させたものである。

得られたヤング係数から各段階における強度等級の出現割合について比較した。また、製材品ヤング係数は丸太ヤング係数の影響を受けることが予想されるため、丸太ヤング係数(①)に対する製材品ヤング係数(②)の比(②/①)を算出し、木取りによる違いについて検討した。



図1 丸太測定の様子

表1 試験に用いた丸太の概要

材種	製材品 (規格寸法)	木取り	末口直径 平均値 (mm)	元口直径 平均値 (mm)	材長 平均値 (m)	本数 (本)
ヒノキ	正角 (105mm×105mm×3m)	心持ち	171	202	3.1	50
		心去り	328	397	3.1	25
	平角 (105mm×210mm×4m)	心持ち	274	320	4.1	50
		心去り	357	438	4.1	25

■成 果

正角と平角の丸太段階、製材品段階における強度等級の出現割合を図2に示す。正角・平角ともに心去り材の強度等級は、心持ち材と比較して丸太段階で既に低い傾向が見られた。その後、乾燥による強度等級の上昇が見られるものの、製材品段階においても心去り材は、低い強度等級の割合が多かった。しかし、これは丸太の径級や番玉の影響を受けていることが考えられるため、木取りによる違いを単純に比較することはできない。

そこで、木取りの違いによるヤング係数を比較するため、丸太の強度等級区分ごとのヤング係数比について検討した(図3)。正角のEf110について、木取りの違いによるヤング係数比に差は見られなかった。また、試験体数の少ないEf70(4本)を除き、心持ち材と比較して心去り材のヤング係数比はばらつきが大きい傾向が見られた。平角についても、同じ等級区分内(Ef90、Ef110)におけるヤング係数比は、心持ちと同じかやや高い程度であり、木取りの違いによる差は見られなかった。

以上のことから、木取りの違いによってヤング係数が異なるのではなく、丸太の径級や番玉の違いによって各強度等級の出現割合が異なり、その影響を受けることで製材品のヤング係数が異なると考えられる。

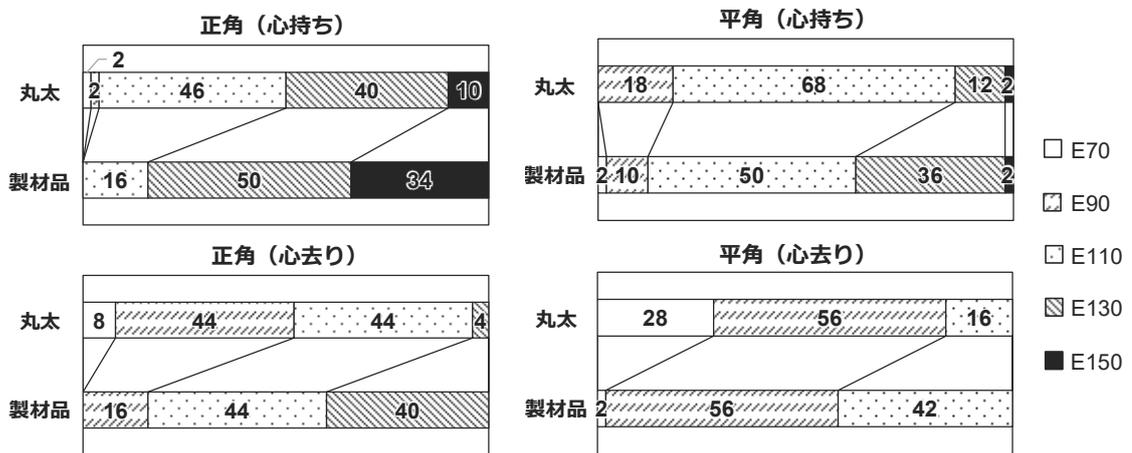


図2 正角(左)と平角(右)の丸太・製材品における強度等級の出現割合(%)

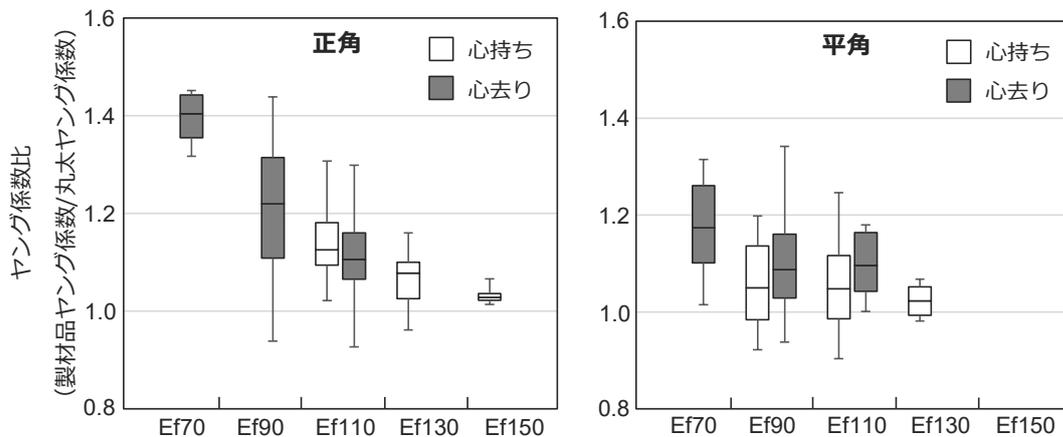


図3 正角(左)と平角(右)の丸太の強度等級区分ごとのヤング係数比

■今後の計画

大径丸太から採材される心去り材は、節が少なく意匠性が高いことが考えられるため、曲げ試験による強度性能だけでなく、目視等級区分についても行い、それらを総合的に評価する。

高知県産ヒノキの効率的利用に関する研究 (ヒノキ集成材 GIR 接合部の構造性能)

資源利用課：盛田貴雄・沖 公友・溝口泰彬・竹嶋一紗

■目的

高知県の人工林は56%がヒノキ林で、そのうち約47%が11齢級以上となり主伐時期を迎えている。一方で、長伐期化に伴う大径化も進んでおり、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原材料とした土台、柱等の構造材、構造用集成材、CLT向けラミナ、羽柄材などに移行し、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各種データの蓄積を目的とする。

本報告の製品は、ヒノキ中・大径木の良材による板材（幅210mm、厚さ30mm）を構造材として利用した幅広の集成材である。

本年度は、ヒノキ集成材を木造建築物の柱、梁に活用する接合方法の一つである、GIR（グルード・イン・ロッド、図1）接合の構造性能を検証したので報告する。

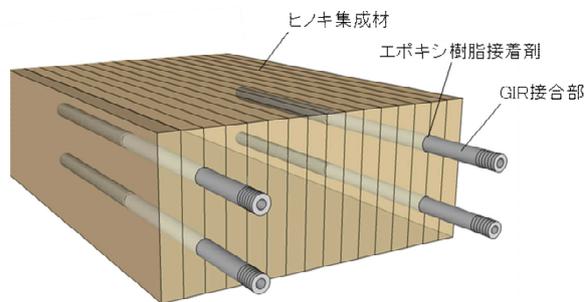


図1 ヒノキ集成材 GIR 接合部

■内容

図2に試験体を示す。試験体は、柱脚接合部と柱-梁接合部の2タイプとした。試験体の試験方法と評価方法は、「木造ラーメンの評価方法・構造設計の手引き 2016年版」を参考にし、各タイプ3体の試験を行って、せん断耐力特性値を求めた。

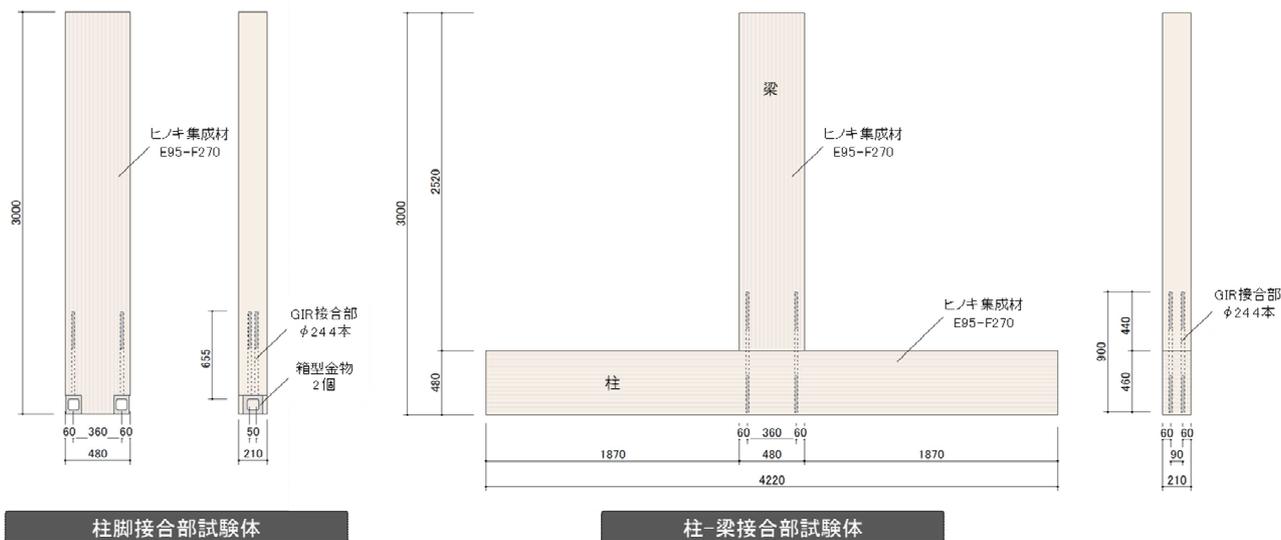


図2 ヒノキ集成材 GIR 接合試験体

■ 成 果

2タイプの試験体の終局の試験状況を図3に、荷重と見かけのせん断変形角曲線を図4に示す。柱脚接合部ではせん断変形角が1/15radに達するまで耐力が低下しない変形性能を示したが、柱-梁接合部では1/30radでの繰り返し加力時にGIR接合部にダメージを受け、1/15radに達する前に耐力が大きく低下した。なお、柱脚接合部の短期基準せん断耐力は、壁倍率4倍程度の壁（長さ1m）の耐力に相当していることが確認された（表1）。



図3 各試験体の試験状況（終局）

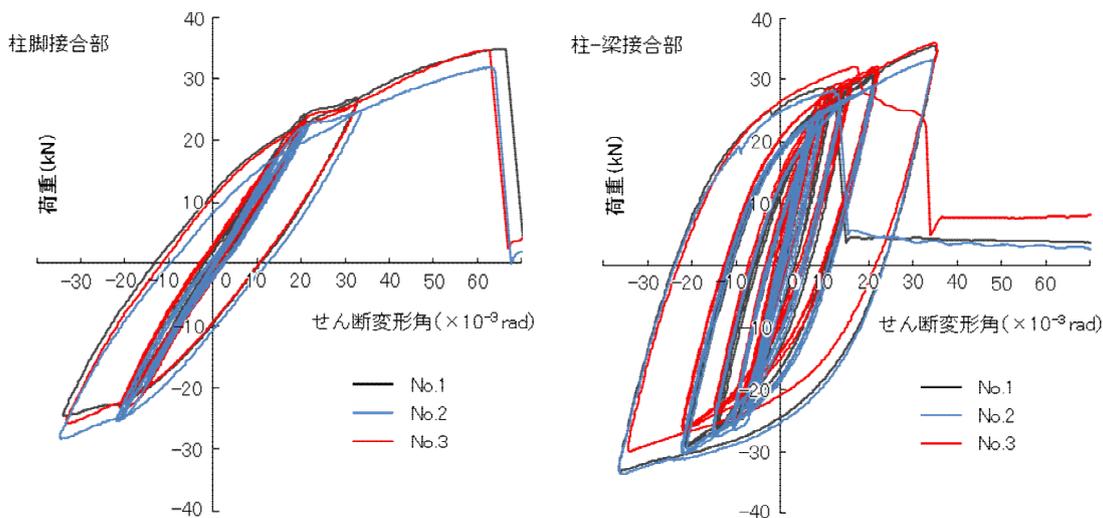


図4 各試験体の荷重-せん断変形角曲線

表1 各試験体のせん断耐力特性値

せん断耐力特性値 (kN)	柱脚接合部			柱-梁接合部		
	平均値	ばらつき係数	5%下限値	平均値	ばらつき係数	5%下限値
(a) 降伏耐力 P_y	21.34	0.87	18.57	23.34	0.87	20.31
(b) 終局耐力 $P_u \times 0.2 / D_s$ (D_s : 構造特性係数)	11.89	0.84	<u>9.99</u>	15.91	0.94	<u>14.96</u>
(c) 最大耐力 $P_{max} \times 2/3$	22.48	0.84	18.88	23.24	0.87	20.22
短期基準せん断耐力 P_0		9.99			14.96	

※ ばらつき係数=1-変動係数×信頼水準75%における5%下限値を求めるための係数3.152（試験体数3）
 5%下限値=平均値×ばらつき係数
 短期基準せん断耐力=(a), (b), (c)の5%下限値の最小値

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・近田典章・溝口泰彬

■目的

近年、住宅・建築物においては消費エネルギーが著しく増加しており、省エネ対策の強化が求められている。2019年5月公布の改正建築物省エネ法には、中・大規模の非住宅建築物について省エネルギー基準への適合義務化および小規模の住宅・非住宅建築物について施主に対する省エネ性能の説明義務化が盛り込まれた。

こうした中、本県の木造建築物における省エネ性能は、各工務店の意識や施工方法に依存しており、大手住宅メーカーと地場の工務店との間に対応能力の差が拡大しているのが現状である。

そこで本研究では、木材の更なる利用促進および本県の気候に適した木造建築物の温熱性能向上に向けて、木造建築物における断熱性能や気密性能、温湿度測定から木造建築物の温熱環境を把握することを目的とする。

本年度は、高規格木造住宅で行っている温湿度測定の結果から、木造住宅の高気密・高断熱化に伴う温熱環境への影響について報告する。

■内容

測定対象は、2階建て、延床面積132.77m²の、木造軸組工法を用いた安芸市にある一般住宅である。断熱仕様は床下断熱、天井断熱を採用しており、長期優良住宅の認定基準に適合した住宅である。

今回は、高気密・高断熱木造住宅における床下の温湿度環境について取り上げる。

温湿度センサーを室内、室外、床下、壁内、小屋裏に設置し、1時間間隔で測定を行った。床下については、床下全域の温湿度性状を把握するため等間隔にセンサーを設置し(図1、2)、高湿度状態がどれほど継続されているかを確認するため、相対湿度の時間累積率(その期間における相対湿度の出現率)を算出した。

また、床断熱工法住宅における床下の高湿化が問題になっていることから、その対策として湿気が溜まりやすいとされる北側に換気ファンを設置し、その効果を検証した。換気方法は強制換気(第3種換気)を採用しており、終日稼働している。

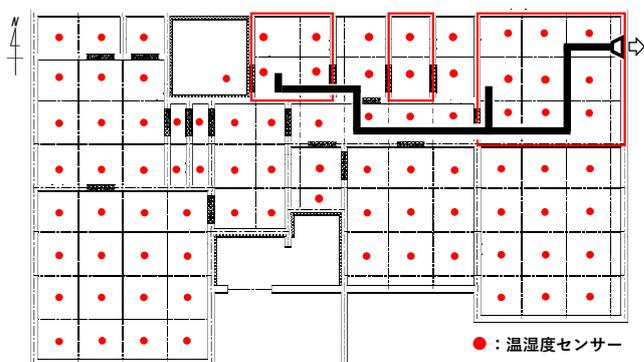


図1 温湿度センサーおよび換気ファン配置図



図2 測定実施状況

■成果

1) 温湿度

床下および外気の温湿度の月別平均値推移を図3に、8月における床下の湿度分布を図4に示す。

夏季は外気よりも床下の湿度が高く、床下で最も値が高かった脱衣室では90%であった。逆に冬季は外気よりも湿度が低く乾燥状態であった。このことから、夏季以外の床下環境における湿害(カビ・腐朽)の危険は低いといえる。

湿度分布をみると湿度は76.0～89.8%と全体を通して高く、特に排水管が集中しているキッチン、脱衣室下が高い傾向にあった。これは排水時における排水管の表面温度の低下による結露の影響が考えられる。

2) 相対湿度時間累積率

特に湿度が高かった脱衣室からキッチンにおける換気前と換気ファン稼働後の相対湿度の時間累積率を図5に示す。

換気前(8月)は湿度80%以上の累積率が72.1～100%と常に高湿度状態であった。

換気ファン稼働後と湿害(カビ・腐朽)の予防基準(相対湿度80%以上が時間累積率25%以下)と照らし合わせると、脱衣室とキッチン①が基準を満たした。

この二つの区画は吸気口が設置されていたことから、換気によって温湿度環境が改善したと考えられる。しかし、他の区画については依然として高いままであり、同区画内においても吸気口から離れるとその効果は薄くなることが分かった。

■今後の計画

引き続き、一般木造住宅において温熱環境の測定を行うとともに、攪拌機を用いた床下換気システムによる床下環境の変化を見ていく。

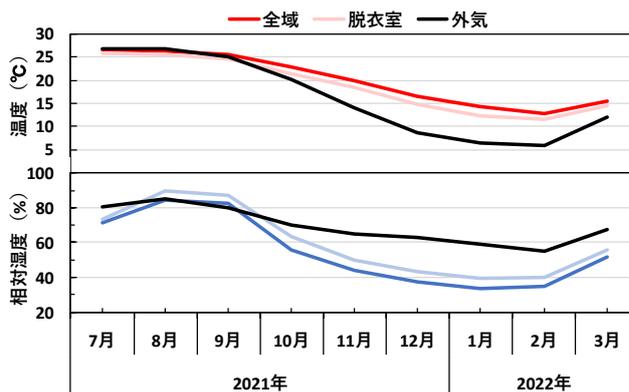


図3 床下および外気の温湿度推移

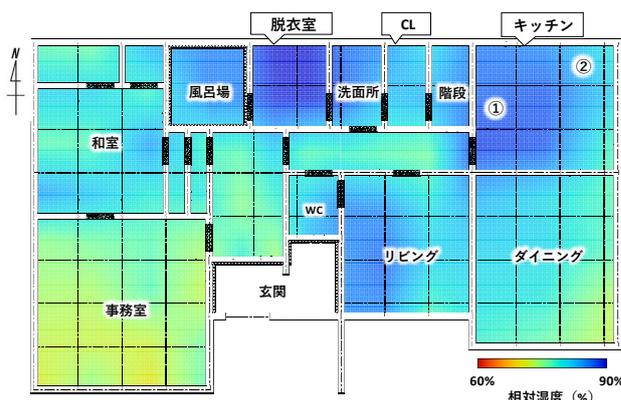


図4 8月における床下湿度分布

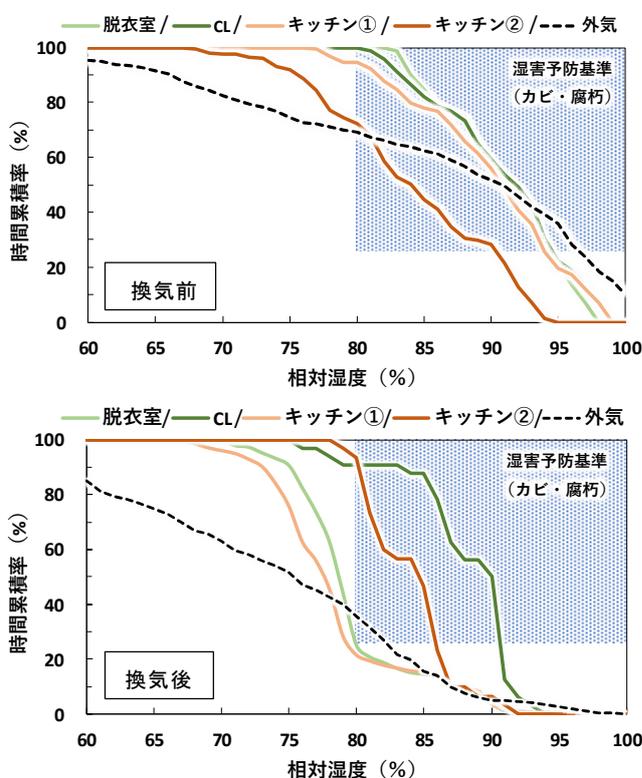


図5 床下における相対湿度の時間累積率

土木用木製構造物に関する研究 (既存木製構造物の修繕方法に関する検討)

資源利用課：沖 公友・盛田貴雄・溝口泰彬・竹嶋一紗

■ 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保全・向上のため、効率的に維持管理を行っていくことが、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、それぞれの基準、マニュアルに準じた点検の調査結果から、安全性の確保が難しくなった時点で撤去や更新する場合と、定期的にコストをかけて修繕、補修を行い、施設をできるだけ長持ちさせた上で更新する場合があるが、それぞれのライフサイクルコストの比較を行い、最もライフサイクルコストが低廉となるよう計画的な取り組みが必要である。しかし計画策定において、ライフサイクルコスト縮減効果の算定・比較方法、使用見込み期間の考え方及び各対策（修繕・補修・撤去・更新）の判断基準・方法が不明瞭で、致命的な不具合が突発的に発見されることもあり、財政上の理由からも利用禁止から施設自体の撤去に至る場合が少なくないのが現状である。

本研究では、県内で屋外に施工された木製施設・構造物の劣化調査とその修繕・補修方法を検討することにより、木製施設・構造物の長寿命化を目的とした耐久設計や維持管理方法について考察する。本報告では、本年度劣化調査行った木製施設・構造物を対象として、構造上最も重要な部材でありながら、腐朽劣化が最も著しい「柱地際部」に着目して、耐久設計や維持管理の観点から、屋外における柱の設置方法について考察したので報告する。

■ 内 容

木造の耐久設計の考え方として、(一社)木を活かす建築推進協議会発行の「木造建築物の耐久性向上のポイント」では、1.構造的に重要な部材、2.腐りやすい部材、3.メンテナンス(交換、点検)困難な部材の三要因が複合的に重なる部分については、特に耐久性を考慮した設計をすることが重要とされている。(図1)本報告で着目した「柱地際部」は、その三要因が複合的に重なる部分に相当するため、他の部材に比べ特に耐久性に考慮した設計がなされていることが想定される。そこで本年度は、柱の設置方法の異なる、設置後20年以上経過した4施設を対象に、腐朽劣化状況調査を行い、屋外における木造の柱の耐久設計について考察を行った。腐朽劣化状況調査は、ピロディン D6J を用いて、対象施設の構成部材すべてについてピン貫入量測定を行った。(図2)劣化診断は、ピン貫入量が25mm未満をA(健全)、25mm以上30mm未満をB(要観察)、30mm以上35mm未満をC(要修繕)、35mm以上をD(要交換)とし、柱と柱以外に分類し考察を行った。図3に調査対象の柱設置方法一覧を示す。

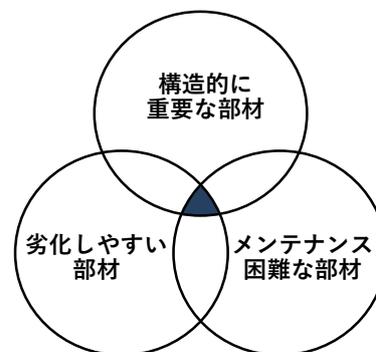


図1 耐久性向上措置が必要となる部位・部材の範囲



図2 腐朽劣化状況調査(ピロディン)

設置方法 (構法)	①	②	③	④
材 料	土中銅板根巻 ヒノキ円柱加工 防腐処理材	アンカープレート ヒノキ円柱加工 防腐処理材	沓石(東石) ヒノキ剥皮丸太 防腐処理材	コンクリート根巻 ヒノキ円柱加工 防腐処理材
柱設置部 外 観				

図3 調査対象の柱設置方法一覧

■ 成 果

施設の耐用年数を左右する柱は、その一本当たりのコストが施設全体のライフサイクルコストに大きく影響するため、各調査施設における柱の本数割合を調べた。(図4) その結果、柱の本数割合は、施設の種類、設置環境に応じて大きく変化することから、性能とコストのバランスは、設計時に設置と維持管理(交換、点検)の両面から検討することが重要である。図5の①、

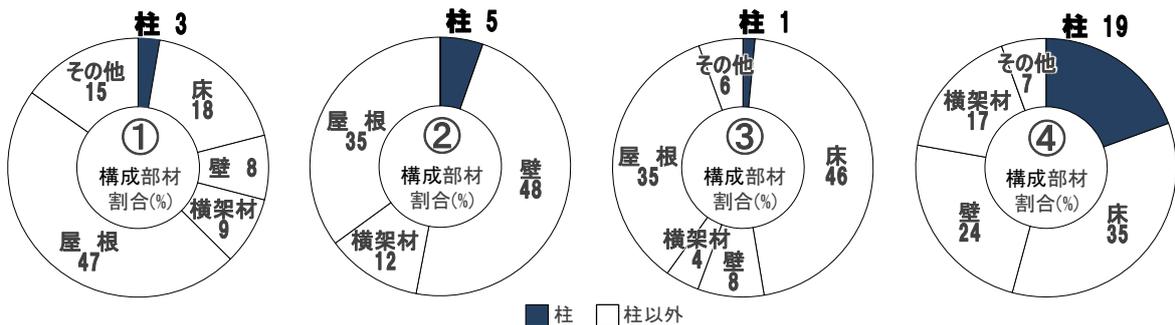


図4 調査施設における柱の本数割合

②のように構法と材料がバランスよく優れた耐久性能を示しているのに対し、腐朽が進行した施設では、③のように防腐剤の浸透性や材の乾燥に問題が多い剥皮丸太材を採用した、材料要因のケースと、④のように基礎コンクリート天端が地面下のため、一部土壌との遮断ができていない、構法要因のケースとが確認できた。このような設置当初での問題は、維持管理時に早期発見し、修正・改善する必要があるため、効率的な修繕・交換方法の検討が今後の課題としてあげられる。

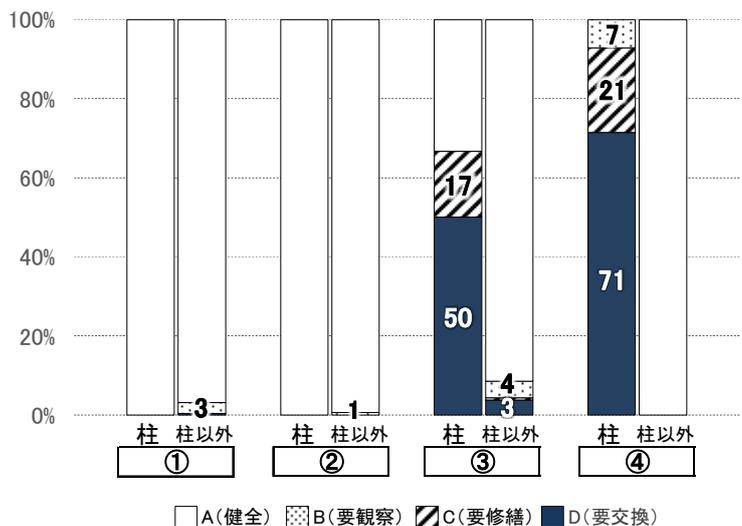


図5 柱設置方法別劣化診断結果(100%積み上げ)

ウバメガシ林の再生に関する研究

(薪炭林皆伐地に植栽したウバメガシ苗木の成長)

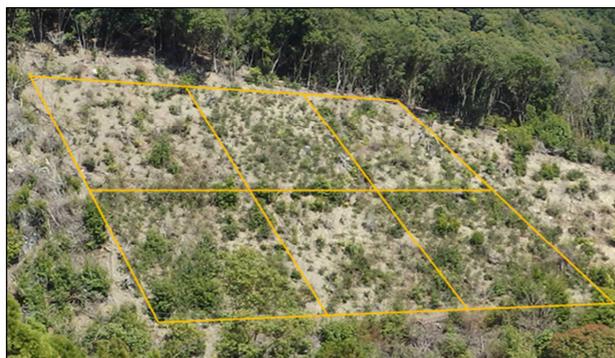
森林経営課：黒岩宣仁・藤本浩平

■ 目的

近年、国産備長炭の需要が高まっている。高知県は土佐備長炭の生産量を増大させる取組を展開しているが、ウバメガシの資源量は限られるため、ウバメガシ林の造林技術の確立が急務となっている。そこで本研究は、実際の薪炭林を試験地とし、皆伐跡地への植栽等、低コストで普及が期待できる造林技術の開発を目的とする。本年度は5年間の植栽地の苗木の成長について報告する。

■ 内容

2017年に室戸市羽根の薪炭林に試験区を設定し、皆伐後の春期と秋期に3年生のウバメガシの苗木1200本を植栽した。図1に示す6区画(1区画10m×10m)を設けて毎年、形状(樹高、枝張り、根元直径)や雑草木との競合状況等を調査し、植栽密度(標準1本/m²と高密度3本/m²)、植栽立地(斜面の上部と下部)、雑草木との競合等による成長の違いを調査した。



UL (上左) 植栽密度1本/m ² 植栽2017秋	UC (上中) 植栽密度3本/m ² 植栽2017秋	UR (上右) 植栽密度1本/m ² 植栽2017春
LL (下左) 植栽密度3本/m ² 植栽2017春	LC (下中) 植栽密度1本/m ² 植栽2017春	LR (下右) 植栽密度3本/m ² 植栽2017春

図1 試験地の現況と植栽試験区位置図

■ 成果

図2に植栽期首(2017)から期末(2022)までの植栽試験区の写真を示した。試験地は2018年8月に薬剤注入による切株の枯殺と下刈りを行った。図3に植栽後2年目(2018)から5年目(2021)までの4年間の相対成長率を、植栽立地と植栽密度に着目し斜面上部(UC・UR)と下部(LC・LR)、標準密度1本/m²(UR・LC)と高密度3本/m²(UC・LR)に分けて比較して示した。なおULとLLについては急峻で立地の均質性が低いため省略した。植栽立地の比較では樹高の成長率は斜面下部が高く、根元径と枝張りは斜面上部が高い値となった。これは図4に示すとおり常緑樹が斜面上部に比べ下部で発達しており他種との競合により、根元径、枝張りが抑制されたためだと考えられる。また、植栽密度の比較では樹高を除いて標準密度の値が高くなった。これは高密度植栽区で苗の成長による個体間競合がみられはじめたことが原因だと推察される。薪炭林を伐採し貧栄養や乾燥に強いウバメガシを植栽する場合、植栽立地を見極めることと競合する常緑樹の成長を抑制することが重要であることが分かった。



図2 植栽試験区の経年変化

※植栽密度の樹高を除いて有意差(1%水準)あり

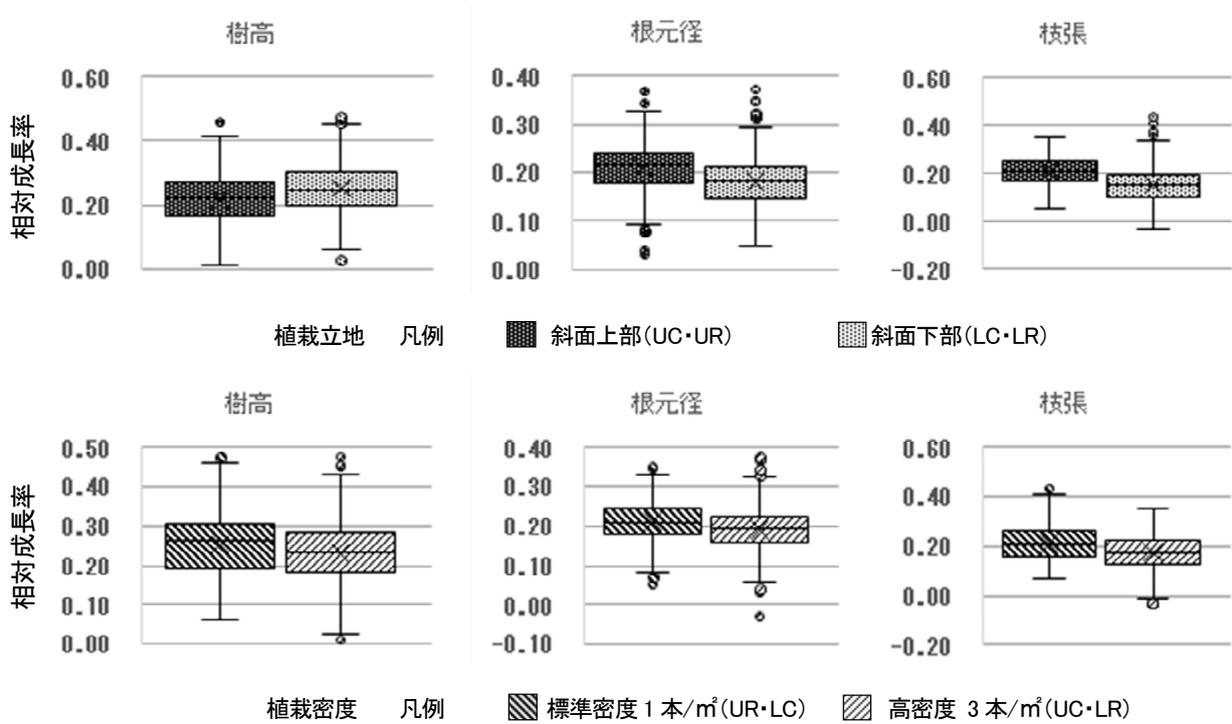
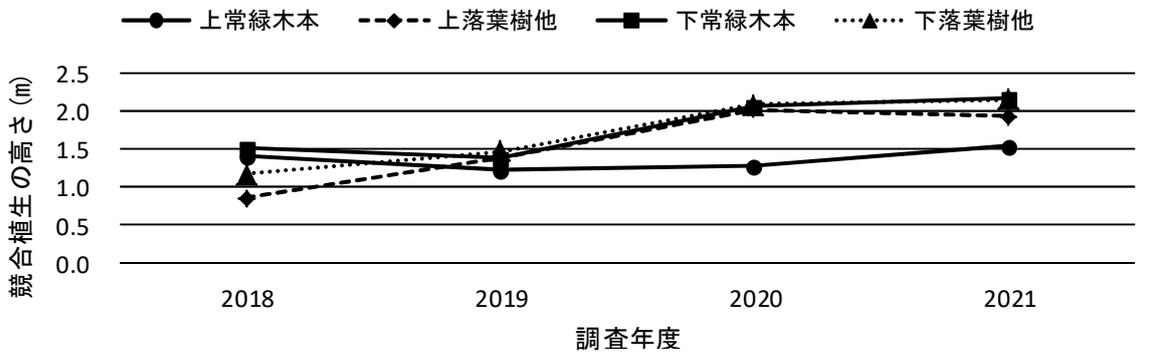


図3 植栽立地と植栽密度の違いによる苗木成長量の比較 (相対成長率 2018-2021)



※ 競合植生の高さ=(種別被度×種別高)合計/種別被度合計

図4 植栽立地(斜面上下)の違いによる競合植生の経年変化

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

(2年目の成長)

森林経営課：高橋尚也・黒岩宣仁・渡辺直史

■ 目的

高知県では、中山間地域の人口減と高齢化が加速し、県は対策として集落活動センターを核とした支援を行い、中山間地域での特用林産物の生産普及を目指している。その中で中山間地域において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。

そこで、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、次の本格的な栽培試験につなげることを目的とする。

今年度は、当センター内の試験地に2020年4月に植栽した山菜等の2年目の成長について報告する。

■ 内容

昨年度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などを考慮するとともに、温暖多雨である高知県への適応性等を検討し、試験供用としてクサソテツ、ウワバミソウ、ヒメウコギ、トウギボウシ、オオバギボウシ、ハラン、モミジガサの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て植栽し、成長量を調査している。スギ試験地、ヒノキ試験地ともに無施肥で、スギ試験地は草刈りを夏に年1回実施、ヒノキ試験地は草刈りを実施していない。ハラン以外は山菜で、いずれも冷涼な環境に生育する植物であり、試験に供用した個体も主要生産地である東北地方の系統である。当センター試験地は温暖な高知県にあって標高約100mと低地であり、ここで育てることが出来れば、県内広域の人工林内で育成可能と思われる。

本年度は昨年同様、表1に示す項目について2年目の生長量を5月、10月に測定した。

表1 計測項目

計測項目	高さ(草丈)	葉張り	葉長	葉幅	葉数	茎径	茎本数	茎枝数	成長率因子
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
モミジガサ	○				○	○			

■ 成 果

4品目について、**図1**に2021年5月時点の成長状況を写真で示す。品目によって計測部位が異なるため、**表1**の成長率因子で算出した成長率で、2021年10月まで比較したグラフを**図2**に示す。

昨年同様、スギ林の方がヒノキ林より成長が良く、ウワバミソウはさらに大きく成長した。今年度の特徴として、昨年はあまり成長しなかった他の品目も成長が始まり、今後に期待の持てる結果となった。ハラン以外は冷涼な気候を好む植物であるが、高温多湿な本県でも育成可能であることが分かった。

モミジガサは高温に弱いことが知られていて**図1**に示すとおり昨年夏に多くの個体に地上部の枯死が確認されたが地下部は生きていたとみられ、本年一部が復活していた。本県でも当所より標高の高い地域であれば育成できる可能性がある。

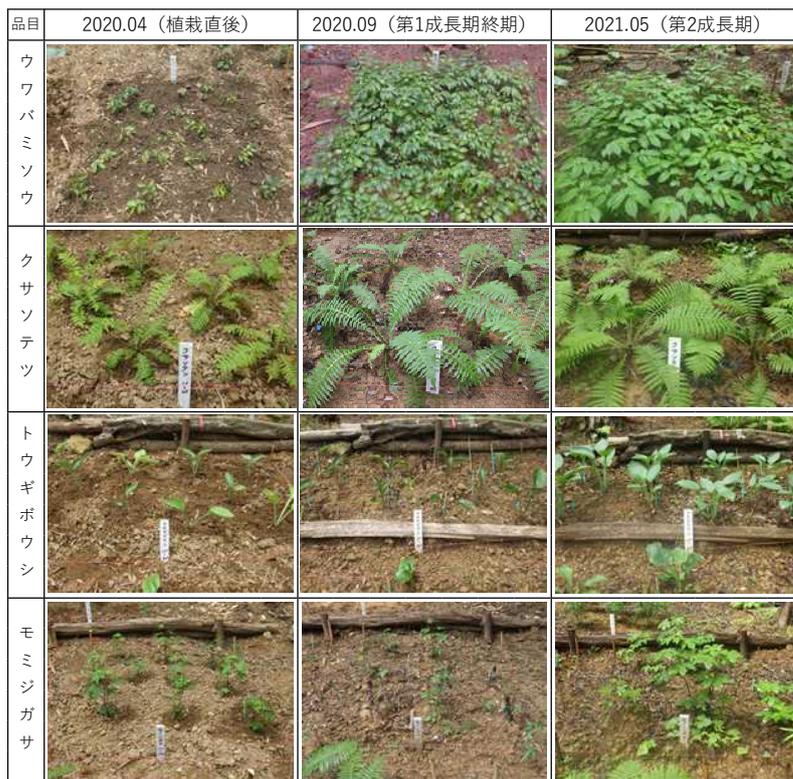


図1 成長状況

昨年夏に多くの個体に地上部の枯死が確認されたが地下部は生きていたとみられ、本年一部が復活していた。本県でも当所より標高の高い地域であれば育成できる可能性がある。

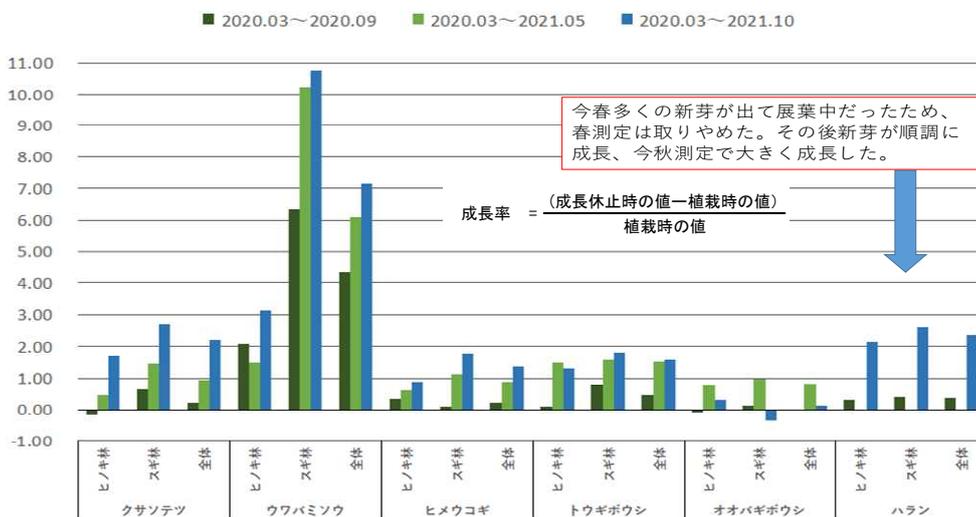


図2 成長率比較

■今後の計画

ウワバミソウは初期成長が早く最有力品目であることは間違いないが、その他の品目も本年度に成長が始まった。今後、植栽区内のウワバミソウは次第に飽和状態となり外へ広がると予測される。また、その他の品目は成長が継続すると考えられ、**図2**のグラフ形状は様変わりする可能性がある。来年度も成長量測定を継続して、より適した品目を見極める必要がある。

サカキ・シキミの栽培技術向上に関する研究

(シキミ・サカキの病虫害防除マニュアルの作成と被害情報の整理)

森林経営課：藤本浩平・黒岩宣仁

■ 目 的

サカキやシキミは、安定した需要が望める特用林産物であるが、近年、生産者の高齢化により全国的に生産量が減少している。市場でのサカキ・シキミの需要量は大きく、林業経営者にとって安定した副収入源につながる可能性がある。

本県の環境条件にあった栽培技術の開発に早急に取り組むため、人工林内を利用したサカキの成長把握や、新たに発生した病虫害の予防方法の検討を行い、科学的知見に基づいた栽培技術の普及を通じて産業振興を図ることを目的とした。

本年度は病虫害防除マニュアルを作成するとともに病虫害データの整理を行い、対応を要する病虫害を把握した。

■ 内 容

既存の病虫害研究の知見を元に、病虫害防除マニュアルを作成し、配布時に病虫害の有無について生産者を対象にアンケートを行った。また、県内の生産者からの相談内容について整理して、被害の多い病虫害の傾向を検討した。

■ 成 果

アンケートは16件の回答が得られた。また、H21～R3年度の13年間のサカキ・シキミの病虫害に関する技術相談等の件数は549件で、病虫害246件、薬剤44件で防除に関する内容が半数を占めた

1) シキミの病虫害

アンケートを整理した結果、シキミグンバイによる被害(写真1)が最も多くみられた(図1)。相談件数でもシキミグンバイによる被害が最も多く(図3)、生産者にとって防除の必要性が最も高い害虫であることが分かった。同様に、黒しみ斑点病やコミカンアブラムシも防除の課題となる病虫害である。一方、シキミタマバエやハマキガはアンケートの結果では目撃事例が多いものの相談対象となることが少なかった。被害があっても深刻でないか、生産者で対処ができていないのではないかと考えられた。

2) サカキの病虫害

アンケートの目撃件数、相談件数とも、最も多かったのはすす病(カイガラムシ類等)(写真2,3)であった(図2,4)。同様に輪紋葉枯病やサカキブチヒメヨコバイも防除の課題となる病虫害であることがわかった。一方、ハモグリガ・ハモグリバエやミノガ類はアンケートの結果では目撃事例が多いものの相談対象となることが少なかった。比較的わかりやすい害虫であり、生産者で対処ができていないのではないかと考えられた。

以上の結果を用い、病虫害研究の推進、防除マニュアルの改訂に活かしていく。

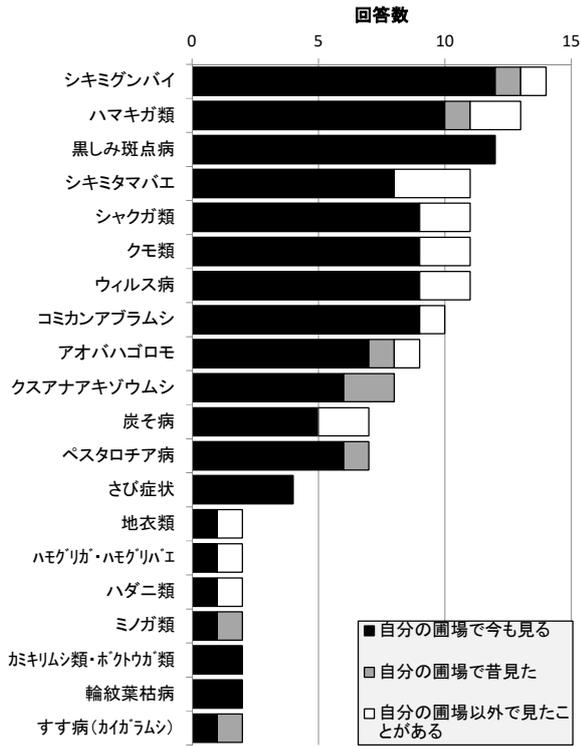


図1 アンケートによるシキミ病虫害の目撃件数

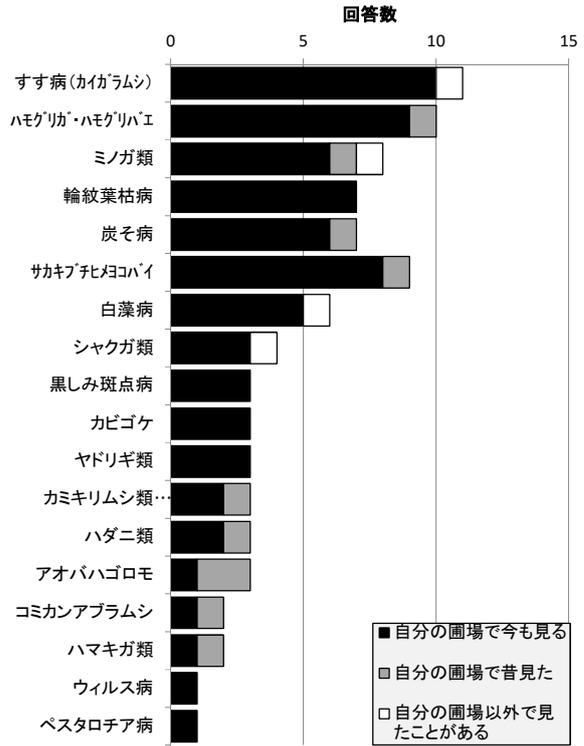


図2 アンケートによるサカキ病虫害の目撃件数

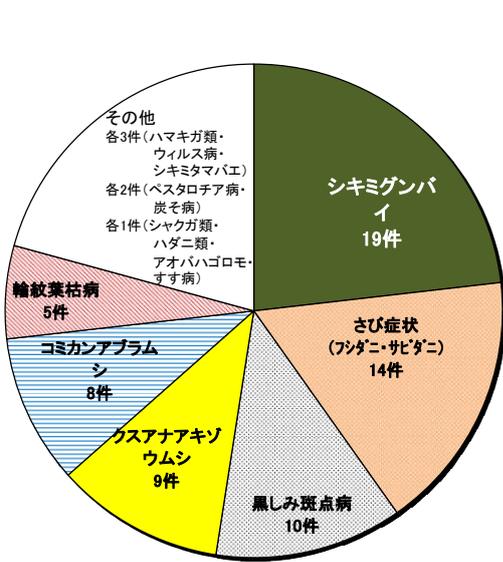


図3 シキミ病虫害別技術相談等の対応件数

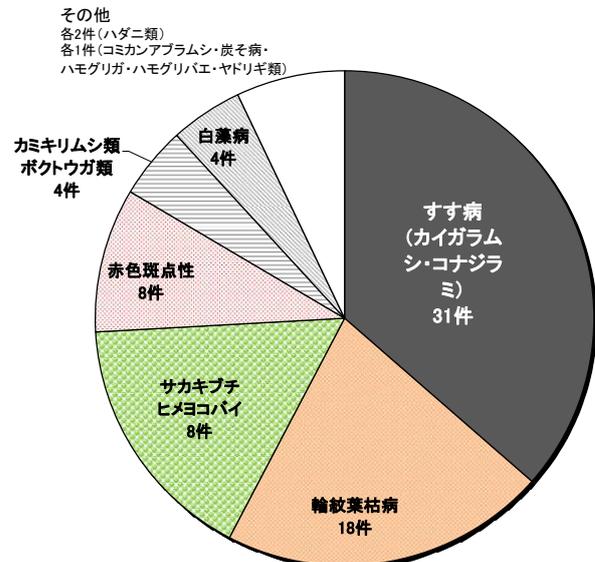


図4 サカキ病虫害別技術相談等の対応件数



写真1 シキミグンバイムシ被害葉



写真2 サカキのすす病被害葉



写真3 ルビーロウムシ

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

(コナラの播種によるトリュフ感染苗作出と発生地の土壌 pH)

森林経営課：渡辺直史・黒岩宣仁

■ 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（図1）。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。今回は、トリュフ発生地へのコナラの播種を行ってトリュフ感染苗を作出した結果と発生地の土壌 pH を測定した結果を報告する。

■ 内 容

1) トリュフ発生地への播種による感染苗作出

2019年10月に播種した種子から発芽した実生を2021年1月に掘り取り、ポットに移植して1年間育成した。

2) トリュフ発生地の土壌 pH の測定

トリュフ発生地内の5箇所から表層5cmの土壌を採取した。風乾後2mmの篩にかけ、125gの蒸留水に50gの土壌を入れ攪拌した後 pH の測定を行った。

■ 成 果

1) トリュフ発生地への播種による感染苗作出

育成したコナラの根を実体顕微鏡で観察した結果、41本中21本でトリュフと思われる菌根の形成を確認した（写真2）。競合菌によるものと思われる菌根（写真3）や両者が混在した個体もあった。

2) トリュフ発生地の土壌 pH の測定

各試料4回の測定を行った。その平均値を表1に示す。今年度子実体を採取できた位置は、試料No.3, 4, 5を採取した位置の近くであった。国内で黒トリュフが発生する土壌の pH は6~8であることが分かっており、高知県の発生地もその範囲内にあった。

■今後の計画

トリュフ発生地への播種による感染苗作出、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。また、発生地の環境データの取得、感染苗を植栽する発生試験地の設定を行っていく。

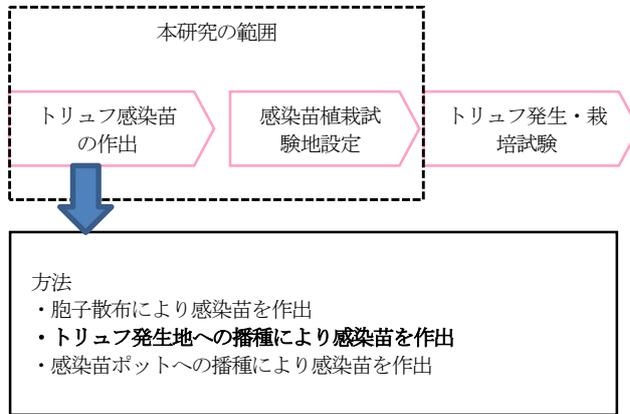


図1 研究フロー



写真1 トリュフ子実体



写真2 トリュフの菌根



写真3 競合菌と思われる菌根

表1 トリュフ発生地の土壌 pH

試料 No.	1	2	3	4	5
pH	5.70	6.11	6.40	6.37	6.46

イタドリの品種選抜に関する研究

(イタドリの収集と試験用苗の育成)

森林経営課：黒岩宣仁・山崎敏彦・渡辺直史

■ 目 的

高知県では特有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化が必要である。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優良系統を選抜することを目的とする。

本年度はイタドリの収集と挿し木による試験用苗の育成を行ったので報告する。

■ 内 容

2021年の2月～4月に国有林を中心にイタドリの生育調査を実施し、茎の太さ、長さ、数、皮の剥ぎやすさなどを選定基準として採集を行った。採集対象個体は原則として最大根元径が20mm以上とした。採集したイタドリには個体番号を付け、採集者、採集地点（地名、林道名、緯度経度、標高）、生育立地、形状（茎数、上位3本までの根元径）、雌雄、生態写真などを記録した。場内に約10aの育成保存圃場を整備し、ラベルをつけて植え付けた。さらに6月に収集した全親株から挿し木苗を増殖した。一方、5月にイタドリの品種選抜に関する検討会（以下、検討会）を開催し、生産加工の関係者や育種の専門家などから意見を聞いて品種選抜の方向性（選定基準等）について検討した。

■ 成 果

図1にイタドリの採集地点を示し、写真1に採集状況を示した。調査は2021年1月26日から4月30日まで実施し、合計で61地域152個体を収集した。図2と図3に示すとおり収集したイタドリは最大根元径が25-30mmの個体が多く、茎の数は20本の個体が多かった。最大根元径と茎の本数の関係は図4に示すとおりである。また、図5に示すとおり、生育地はニホンジカの食害が及ばない林道の切土法面や路肩が多く雄株と雌株の割合はほぼ等しい数となった。

写真2に検討会の様子を、写真3に挿し木苗の育成状況を示す。検討会を5月に開催し、協議の結果、品種選抜の選定基準は、①皮の剥ぎやすさ、②収量（根元15mm以上の新茎の本数）、③早晚性とし、その他、茎の中身の色が鮮やかな緑であることに決定した。

■今後の計画

イタドリ収穫期に2回目の検討会を開催、採集した親株の中から選定基準に照合して優良な30株程度を一次選抜する。次に一次選抜株の挿し木苗を試験圃場に植え付けて（30系統各10株計300株）3年間栽培し、芽出しの時期、15mm以上の茎数、茎の形状（太さ、長さ）、皮の剥ぎやすさなどを計測する。一次選抜した親株はいったん掘り取り、地下茎が這出ないように仕切り板で囲いをして高植えにして育成保存する。

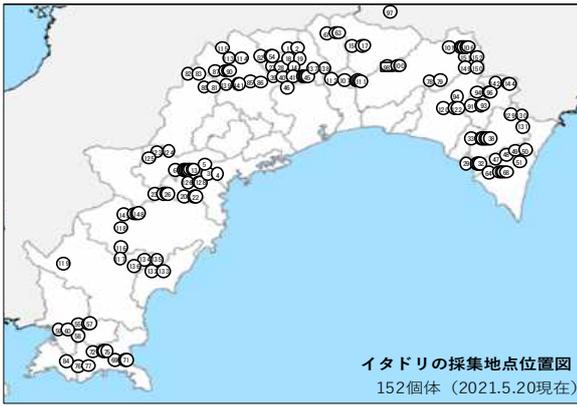


図1 イタドリの採集地点位置図



写真1 採集状況

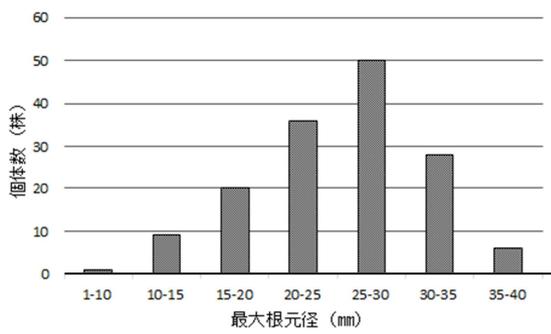


図2 採集したイタドリの最大根元径

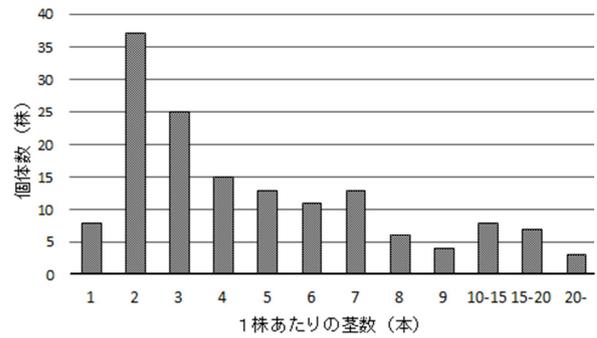


図3 採集したイタドリの茎数

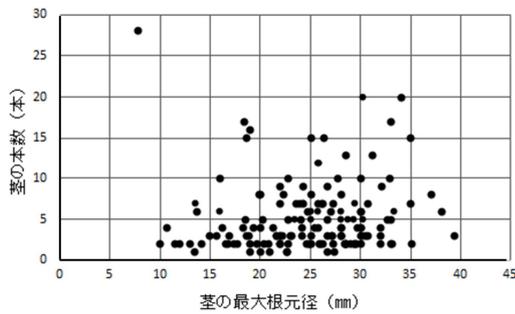


図4 茎数と最大根元径

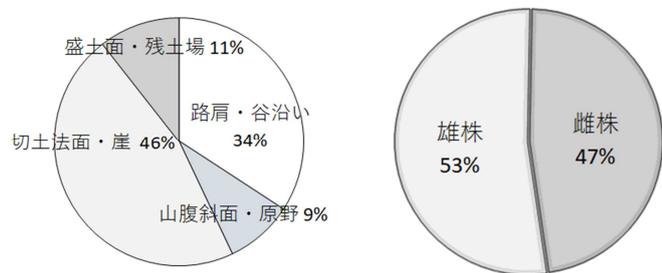


図5 採集したイタドリの生育地と雌雄の割合



写真2 育成保存圃場での検討会



写真3 試験用挿し木苗の育成

木炭の生産向上に関する研究

(黒炭の生産者調査及び黒炭窯の製炭試験について)

資源利用課：市原孝志、北沢晴花、近田典章

■ 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（備長炭）は高知県が全国一位の生産量を誇り、地域を支える重要な産業として位置づけられている。しかし、白炭の原料となるウバメガシ（以下ウバメ）は資源量が減少しており、製炭者は原料確保の対策としてウバメ以外のカシ類（以下カシ）による製炭に取り組んでいるが、カシの製炭は難しく、カシ白炭の品質向上が課題となっている。また、白炭製炭は重労働であり、製炭者の労働負荷軽減も求められている。

一方、黒炭は、白炭と比較すると製炭しやすく、地域住民の副次的な収入としても期待される。しかし、高知県の黒炭生産量は減少を続けており、その原因の一つに高齢化等による製炭者の減少が考えられている。そしてその結果、黒炭製炭技術の継承が困難となっており、新規就労者等への技術的な支援が求められている。

これらの課題を解決するため、本研究では、白炭においてはカシ白炭の品質向上及び労働負荷の軽減を図る窯の構造の検討、黒炭においては県内黒炭製炭者の現状把握、新規就労者が扱いやすい窯（簡易窯）の検討、現状に応じた製炭技術継承のための黒炭製炭マニュアルの作成を行う。これらの成果により、木炭増産と中山間地域の所得向上を図ることを本研究の目的とする。

本年度は、黒炭生産の現状把握のために製炭者への聞き取り調査を行い、簡易窯の検討のために各地の既存窯の調査を行った。また、黒炭の製炭方法と、簡易窯で製炭する黒炭の品質基準を検討するため、既存の黒炭窯を使って製炭試験を行った。以下、これらの成果について報告する。

■ 内容

1) 黒炭製炭者及び既存窯の調査

黒炭製炭者の現状と、使用されている黒炭窯の構造を把握するため、各市町村の黒炭製炭者を訪問し、以下の点についての聞き取り調査と窯の寸法の計測を行った。

①人数、②主たる製炭者の年齢、③窯の形式、④窯の全長（内径）、⑤窯の最大幅（内径）、⑥窯の最大高（内径）、⑦炭材入手方法、⑧販売先等

2) 黒炭窯の製炭試験

黒炭窯の製炭工程や各種データを得るため、黒炭窯の製炭工程及び煙道の温度データ、炭の収率、精煉度を測定した。精煉度の測定には電気抵抗値により精煉度を計測する精煉計を用いた。試験を行った窯の内径は全長 2.1m、最大幅 2.1m、最大高 1.4m であった。煙道の温度は、煙突の取り付け位置に熱電対を設置し、温度を 10 分毎に記録した。炭の収率は窯に搬入した炭材（カシ類等）と仕上がった炭の重量を測定し求めた。また、窯内で立てて製炭された長さ 1m 程度の炭（30 本）の、上端から 10 cm、中央部、下端から 10 cm の各木口で精煉度を測定した。

■ 成果

1) 黒炭製炭者及び既存窯の調査

表 1 に示す製炭者に調査を行った。年齢を見ると高齢化が進んでおり、新規就業者がいなけれ

表1 黒炭製炭者調査一覧

No.	人数	年齢	窯の形式	窯（内径）			炭材入手法	販売先
				全長	最大幅	最大高		
1	2	70	高知県1号系	2	2	1.4	自伐	道の駅、量販店
2	4	86	高知県1号系	2.5	2.5	1.6	自伐・支障木	道の駅
3	1	71	高知県1号系	4.2	3.7	1.8	自伐	問屋
4	1	81	高知県1号系	4.1	2.5	1.4	自伐	道の駅
5	2	60	高知県1号系	3.1	2.5	1.4	自伐	道の駅、量販店
6	5	71	高知県1号系	2.3	1.6	1.3	自伐等	道の駅、個人販売等
7	1	86	高知県1号系	2.1	2.1	1.4		
8	1	86	高知県1号系	1.8	1.9	1.5	買取	道の駅

ば今後さらに製炭者が減少すると考えられる。窯の形状は、すべて高知県1号系（焚口と、材および炭の搬入・搬出口が分かれている窯）であった（図1）。窯の寸法は最大4.2×3.7×1.8m、最少は1.8×1.9×1.5mであった。簡易窯の設計は高知県1号系が適していると考えられるが、寸法については検討する必要がある。

2) 黒炭窯の製炭試験

各工程の煙道温度を図2に示す。工程は乾燥、炭化、精煉、消火の各工程に別れ、煙道温度は焚口で薪を燃やす乾燥工程から徐々に上昇し、約80℃で乾燥を終え炭化工程となった。また、約250℃で精煉を行い最終的に350℃に達すると焚口と煙道を密閉し消火した（図2）。窯に投入した炭材の重量は約1,560kg、窯から出した炭の重量は約250kgであり、収率は約16%（生重量比）であった。炭の精煉度は測定した炭の高さによって異なり、窯内の温度分布（高低差）に大きく影響されていると考えられる（図3）。黒炭の精煉度の基準は2～8であり、精煉度は品質に関係するため、高品質の黒炭を製炭するためには窯内の温度管理が重要であると考えられる。



図1 黒炭窯（高知県1号系）
（左下：焚口、右：材及び炭の搬入・搬出）

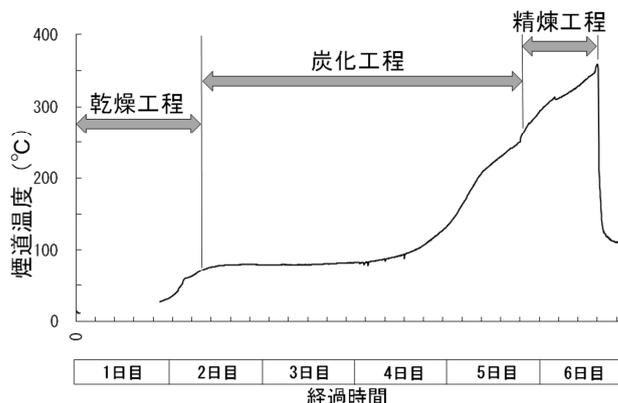


図2 黒炭窯の温度変化と製炭工程

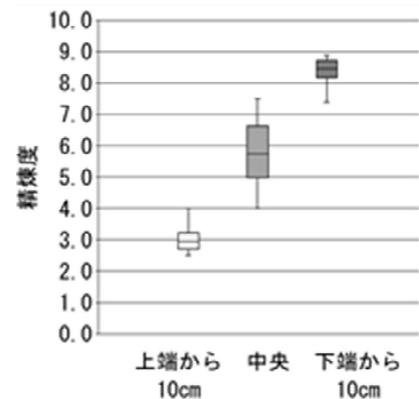


図3 黒炭の高さ別精煉度

今後の課題

今後も順次、県内各地の黒炭生産者の及び既存窯の調査を進めるとともに、既存窯での窯内の温度変化や黒炭の収率、品質等について試験する必要がある。

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		129
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。	9
特用林産研修（全7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。	98
きのこ①	菌床の基礎、菌床栽培で発生する害虫と防除方法等(座学)、菌床シイタケ栽培施設(視察研修)	12
特用林産総論	高知県の特用林産、分野別特用林産産業の紹介、地域活性が期待できる新たな品目	13
花き類①	山取花木の種類と市場性、増殖技術(挿し木、接ぎ木、取り木)	20
花き類②	シキミ・サカキの市場価格を決定する要因、病虫害の種類と防除方法	14
山菜等	山菜の種類と栽培、高知県に適した品目と栽培方法	19
きのこ②	原木きのこ栽培の種類、シイタケ原木栽培、病虫害防除(座学)、シイタケ・ナメコ原木栽培(実習)	7
花き類③	シキミ・サカキの剪定技術、管理と出荷	13
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、ワイヤロープの加工など見学・体験	2
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条台8号)	15
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		153
緑の雇用集合研修(座学：7日)		69
森林施業プランナー育成研修(一次研修：3日)		22
森林施業プランナー育成研修(二次研修：1日)		3
架線作業主任者講習(実技：7日)		4
労働災害防止の集団指導会(座学：1日)		55
計		282

2 普及指導業務

区分	主な内容	件数(件)
(1) 森林組合の生産性向上	森林組合の生産現場の生産性向上支援。実際に現場を確認し、改善指導や提案を繰り返し、生産性向上の支援を実施	5
(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(花き類①)



特用林産研修(山菜類)



チェーンソー研修:特別教育(実技)



労働災害防止の集団指導会



森林施業プランナー二次研修



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)



森林組合の生産性向上(梶原町)



森林組合の生産性向上(大月町)



森林組合の生産性向上(香美市)



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4年度新規試験研究課題検討会

令和3年8月12日に当センターの令和4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13件の要望を基に、当センターが提案した新規研究課題2課題と既存研究課題の拡充・延長3課題について、県や業界の関係者14名から意見をいただきました。



2 令和3年度林業試験研究外部評価会

令和3年9月14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、「再造林等における苗木や資材類の運搬方法に関する研究」、「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」、「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」の3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 木製構造物劣化調査実技研修（高知高専）

令和3年10月1日に高知工業高等専門学校（高知高専）の生徒約60名を対象に、校内の木製構造物の劣化調査とその維持管理方法について実技研修を行いました。

劣化診断の結果と現場の状況に応じた適切なメンテナンスを行うことの重要性について解説し、実際にその作業を体験していただきました。メンテナンス前後の仕上がりの違いに生徒からは驚きの声が上がっていました。



4 非住宅木造建築フェア 2021

令和3年10月7日～8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 2021」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30社が参加し、東京ビッグサイトで開催されました。

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。



5 工務店向けセミナー（産地商談会）

令和3年11月16日、当センターにおいて、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10名に対し、高知県産材についてのセミナーを行いました。

当センターの取り組みや高知県産材の品質及び特徴について、具体的なデータを交えた講義に、「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、参加者から好評をいただきました。



6 「ヒノキ集成材の GIR（グルード・イン・ロッド）接合の構造性能」公開実験

令和4年2月17日に建築設計・木材産業関係企業及び団体関係者8名の参加をいただきまして、当センターが、ヒノキの新たな用途開発として取り組んでいる「ヒノキ集成材の GIR（グルード・イン・ロッド）接合の構造性能」の公開実験を開催しました。

GIR 接合は、ボルトやプレートなどの金物が見えないため意匠性が高く、優れた強度性能を併せ持つため、今後、中大規模木造建築物への活用が期待されています。



令和3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	13	うち県内企業 12 件
音 響 性 能		うち県内企業 件
製 品 性 能	13	うち県内企業 12 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	2	うち県内企業 2 件

■ 技術相談・指導

区 分	件数 (件)	人数 (人)	備 考
森 林 経 営	1	1	現場管理等
森 林 管 理	174	382	森林施業等
育 苗 ・ 育 種	6	10	コンテナ苗等
森 林 保 護	37	58	獣害、病虫害等
緑 化	16	72	造園木、庭木の管理等
林 業 機 械	69	143	集材方法等
特 用 林 産	41	52	きのこ類、シキミ・サカキ、木炭等
製 材 ・ 乾 燥	48	62	乾燥施設等
木 材 利 用 (建 築)	115	153	木造住宅用部材等
木 材 利 用 (土 木)	24	29	土木工事用木製構造物等
木 材 利 用 (家 具 類)	30	32	木製家具等
木 質 バ イ オ マ ス	2	2	木質チップ、木質ペレット等
そ の 他	31	54	商品開発、製品管理、強度試験測定等
計	594	1,050	

■ 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	33	337
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	35	479
チェーンソー研修、特用林産研修等	県(本庁・出先機関)	10	117
架線作業主任者研修、労働災害防止研修等	その他	8	216
計		86	1,149

■ 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、香美市未来の森づくり委員会等	国・市町村等	7	
森林クラウドシステムプロポーザル、高知農業高校審査委員会等	県	6	
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	2	
計		15	

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	高知県立幡多農業高校	1	20	
視察	愛媛県松野町林業研究グループ	1	9	
計		2	29	

組 織 図

