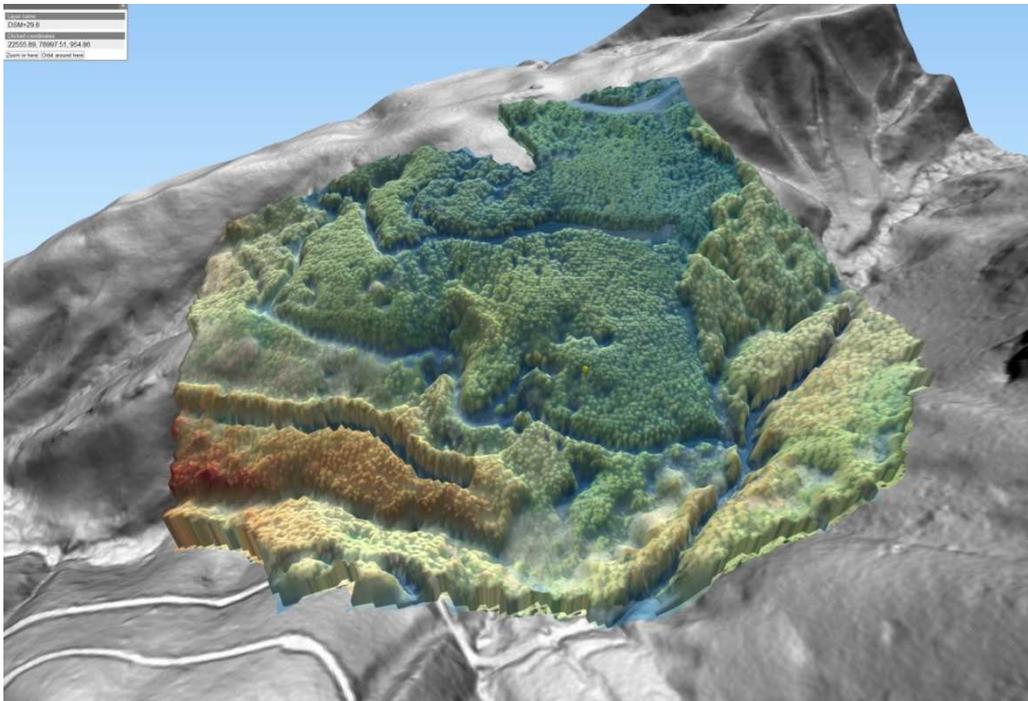


令和元年度

研究成果報告書



令和 2 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 地形に適した作業システムの導入に関する研究（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
（スギ第二世代精英樹候補木コンテナ苗の初期成長評価）・・・ 5
（下刈りの省略が除伐工程に与える影響）・・・ 7
（植栽1年目のコウヨウザンとスギの成長比較）・・・ 9
- 4 竹林の有効利用に関する研究（資源利用課・森林経営課）・・・ 11

■ 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 減圧及び高周波を用いた高付加価値乾燥材の少量多品種生産に関する研究（資源利用課）・・・ 13
- 6 CLT（直交集成板）等を使用した木造建築物の音響性能向上に関する研究（資源利用課）・・・ 15
- 7 高知県産ヒノキの効率的利用に関する研究（資源利用課）・・・ 17
- 8 木造建築物の温熱環境に関する研究（資源利用課）・・・ 19
- 9 土木用木製構造物に関する研究（資源利用課）・・・ 21

■ 中山間地域の振興

<森の恵みを余すことなく活用する>

- 10 ウバメガシ林の再生に関する研究（森林経営課）・・・ 23
- 11 食用きのこ栽培技術確立に関する研究（森林経営課）・・・ 25
- 12 サカキ・シキミの栽培技術向上に関する研究（森林経営課）・・・ 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
- 令和元年度依頼試験等実績・・・ 33
- 組織図・・・ 35

地形に適した作業システムの導入に関する研究

(地形条件と路網配置状況による集材作業の難度ゾーニングについて)

森林経営課：山崎 真・渡辺直史・山崎敏彦

■ 目的

高知県は大型製材工場や木質バイオマス発電所の稼働に伴い、原木やバイオマス材の増産が急務となっている。本県の森林は急峻な地形が多く高密度路網の開設が困難であることから、皆伐や間伐等、森林施業における集材作業では架線系林業機械が多く使用されている。原木の増産にはこれらの機械を効率的に運用することが必要であり、そのためには機械の搬入や原木の集積、運搬等に林内路網が必要である。しかし、現状では路網が不足しており、効率的な森林施業が困難な林分が存在していると考えられる。

そこで、施業計画の策定や、効率的な集材作業システムを選択するための基礎資料とするため、地形条件や路網配置状況から路網が不足している林分を施業区域の単位で明らかにし、集材作業実施の難度について GIS 上でゾーニングを行った。

■ 内容

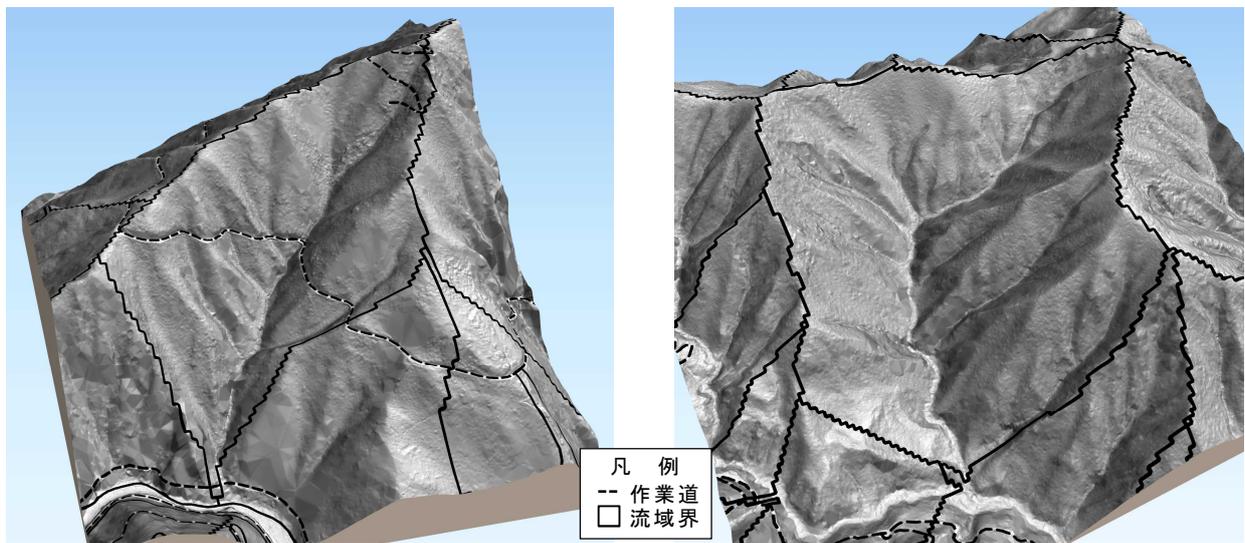


図1 路網がある流域界

図2 路網がない流域界

架線系林業機械による集材作業は尾根越しの作業は困難であり、尾根から谷までの集水区域（流域界）内で施業が行われることが多い。そこで、10mメッシュDEMを用いて面積が概ね100ha以下になるように流域界図（図1、2）を作成し、流域界ごとに施業の難度を判別することとした。施業の難度は流域界内の集材作業が可能な路網の有無により判別することとし、0.5mメッシュ微地形図を用いて車両系の機械が通行可能な路網の配置図を作成し、流域界図と重ねることで判別した。流域界内に路網があり、その路網を活用することで森林施業が可能な区域を施業可能区域（図1）とし、流域界内に路網が無く、現状では集材作業が困難な区域を施業困

難区域（図2）としてGIS上でそれらの区分を行った（図3）。

さらに、森林GISのスギ・ヒノキ林の森林資源情報をこれらのデータと重ねて解析することで施業可能林分と施業困難林分のスギ・ヒノキ林の位置と面積を判別した。

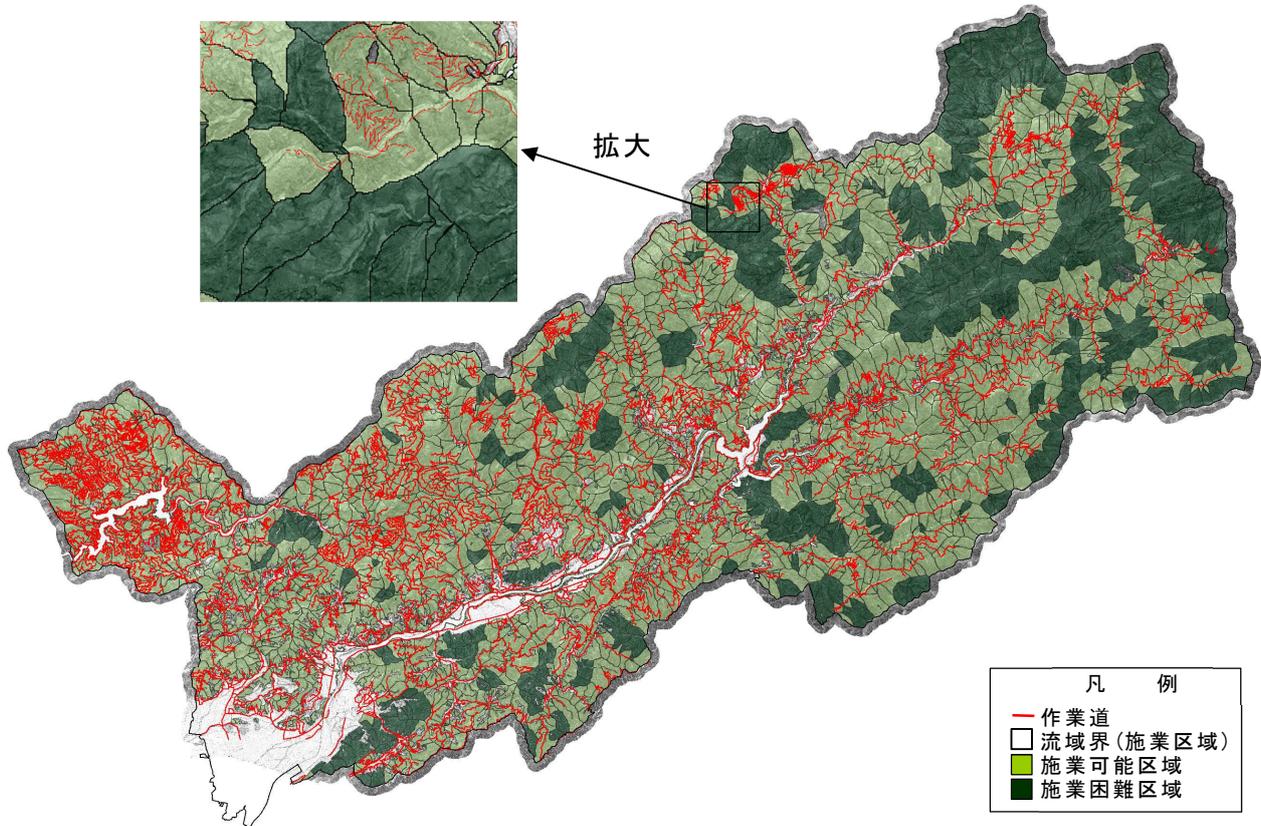


図3 路網配置図と流域界図（香美市）

■ 成 果

森林施業において機械導入が進んでいる香美市の調査結果において、施業可能林分と施業困難林分の面積比を見ると、スギ林では全体の82%が施業可能林分あったのに対し、施業困難林分は18%であった。ヒノキ林では同じく85%と15%の比率であり、全体として施業可能林分が多いという結果であった。しかし、施業可能林分においても、集材方法によっては森林作業道等の増設が必要となることから、効率的な施業を行うために集材方法を十分検討する必要がある。施業困難林分での集材作業では、まず林内に通じる路網を開設する必要がある。

施業困難林分の配置を見ると、生活圏から遠い奥山に多いほか、集落の上方や国道、県道等の幹線道路沿いにも存在している。これらの林分は下方の集落や道路の安全のために路網の開設が困難であることが考えられ、このような林分では路網の開設や施業計画を十分に検討する必要がある。

今後はこのようなゾーニングの手法を通じて森林経営計画制度等との連携も図りたい。

参考:後藤純一・西村智大(高知大学):既設路網と流域界を用いた作業システムの選択

長伐期施業等に対応したスギ林管理技術の研究

(トータルステーションを用いた樹幹細り測定の実践)

森林経営課：山崎敏彦・黒岩宣仁・渡辺直史

■ 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、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も目的とする。

本年度は、スギの胸高直径と樹高の関係から、各部位の採材可能な直径や材積を知るため、立木を伐倒しないで樹幹の細り等を測定する方法について、当センター保有のトータルステーションを用いた測定方法を試行的に実施したので報告する。

■ 内容

香美市香北町谷相の香美市市有林「不伐の森」内に設定している固定試験地で、**図1**のトータルステーション（以下、器械という）を用い、**図2**の方法で調査対象立木斜面上方に器械を据え付け、調査木胸高位置に取り付けた距離測定用反射シート（**図3**）までの斜距離を測定する。なお、胸高直径(DBH)や地際 0.0m および 0.2m 位置の直径は予め測定しておく。また、根張り等が発達している立木については、地際からの高さ 0.5m や 0.7m 位置など状況に応じて直接測定する。



機種名：SOKKIA FX-105F
 測角最小表示・精度：5" (1/720°)
 測距最小表示・精度：0.001m
 測距モード：ノンプリズム、
 反射シート、プリズム

図1 使用するトータルステーションの概要

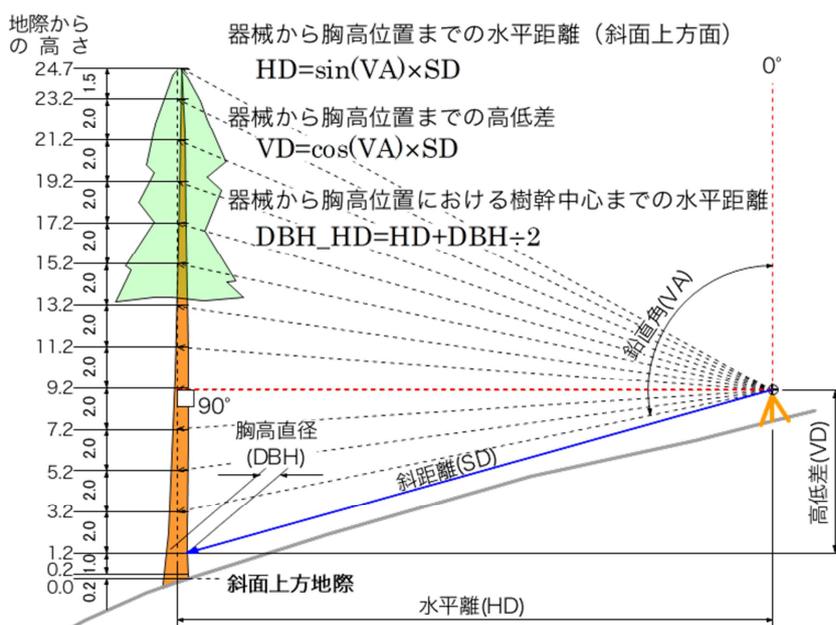


図2 非伐採立木形状調査方法

図2の方法で胸高位置から2.0m毎に測定すべき位置の鉛直角をエクセルで計算（現地調査ではタブレットを使用）し、各高さの直径を図4の方法で挟角から直径を求める。ただし、枝葉等の影響で確認できない箇所は、多少上下させて測定し、実測鉛直角(VA)を記録し計算する。



図3 胸高位置までの距離測定用反射シート

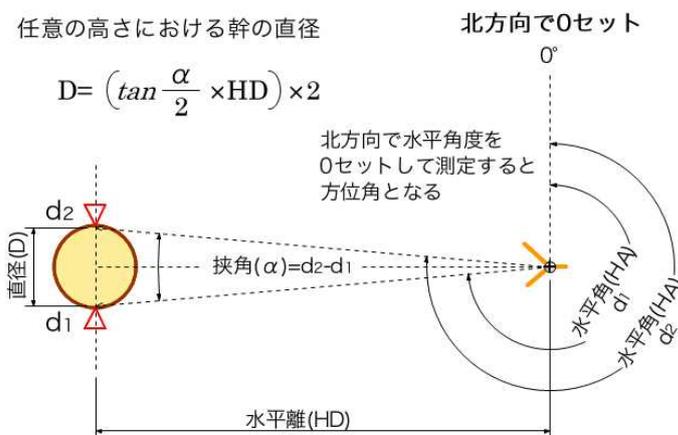


図4 任意の高さにおける幹の直径算出図

■ 成果

試験地内で最も大きい個体（調査管理番号737、将来木管理番号FT555）についての結果を図5と幹材積の結果を表1に示す。なお、幹の区分求積については、図6の方法で行った。

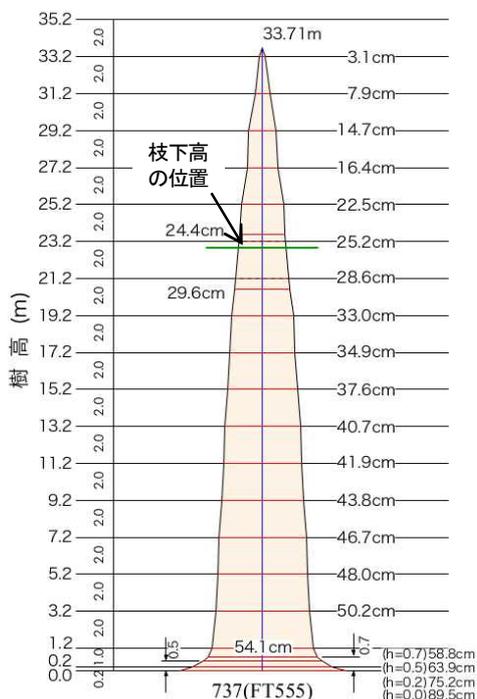


図5 No. 737の調査結果細り図

表1 No. 737の区分求積による幹材積計算結果

地際からの高さ (m)	区間距離 (m)	直径 (cm)	断面積 (cm ²)	材積 (m ³)
0.00		89.5	6291.24	
0.20	0.20	75.2	4441.46	0.10733
0.50	0.30	63.9	3206.95	0.11473
0.70	0.20	58.8	2715.47	0.05922
1.20	0.50	54.1	2298.71	0.12535
3.20	2.00	50.2	1979.23	0.42779
5.20	2.00	48.0	1809.56	0.37888
7.20	2.00	46.7	1712.87	0.35224
9.20	2.00	43.8	1506.74	0.32196
11.20	2.00	41.9	1378.85	0.28856
13.20	2.00	40.7	1301.00	0.26799
15.20	2.00	37.6	1110.36	0.24114
17.20	2.00	34.9	956.62	0.20670
19.20	2.00	33.0	855.30	0.18119
21.20	2.00	28.6	642.42	0.14977
23.20	2.00	25.2	498.76	0.11412
25.20	2.00	22.5	397.61	0.08964
27.20	2.00	16.4	211.24	0.06089
29.20	2.00	14.7	169.72	0.03810
31.20	2.00	7.9	49.02	0.02187
33.20	2.00	3.1	7.55	0.00566
33.71	0.51			0.00013
計				3.55326

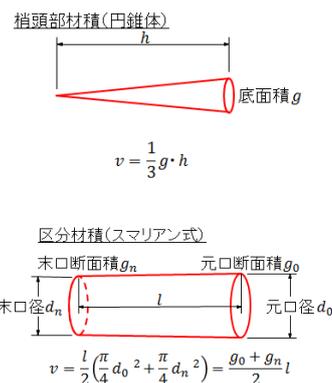


図6 区分求積に用いる材積計算式

■ 今後の計画

より多くのサンプルを測定し、直径階毎に樹高との関係での細り図を整理し、採材や正確な幹材積推定に利用できるようにするとともに、複数方向からの測定による樹幹の曲がりや各断面の偏心性についての調査も可能なことから、特注材等の事前調査に活用できるよう手法の整理を行う。

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

(スギ第二世代精英樹候補木の初期成長評価)

森林経営課：藤本浩平・渡辺直史・黒岩宣仁

■ 目的

大型製材工場やバイオマス発電所の稼働に伴い、伐期に達した人工林の皆伐が増えることが考えられ、再造林の必要性が高まっている。育種事業により、従来の精英樹（第一世代精英樹）よりも成長や材質が優れた品種（第二世代精英樹など）が開発されており、今後はこのような種苗の利用が進むと考えられるが、植栽事例は少ない。

本研究では、スギ第一世代精英樹およびスギ第二世代精英樹候補木の種子から育苗したコンテナ苗の5年間の成長について比較を行った。

■ 内容

第二世代精英樹候補木自然交配種子（以下、第二世代）および第一世代精英樹人工交配種子（以下、第一世代人工）は、関西育種場四国増殖保存園（香美市）で採種された種子を用い、対照として、高知県内で流通する高知県精英樹採種園（香美市）で採種された自然交配種子（以下、第一世代自然）を用いた（図1）。2015年3月に土佐郡土佐町の皆伐地において2,500本/haの植栽密度で各苗80本ずつを交互に植栽した。

植栽1カ月後の4月に樹高および地際径（5～10cm高）を測定し、期首値とした。2015年から2019年に、毎年12月の樹高および地際径を測定した。樹高を地際径で除して形状比（ H/D_{10} ）を算出した。枯死、誤伐や主軸部のウサギ食害がみられた苗を除いて解析を行った。

■ 成果

樹高は第1生育期終了以降、第二世代>第一世代人工>第一世代自然の順に高く、第一世代自然と第二世代の間に有意差がみられた（図2）。しかし、第二世代と第一世代自然の樹高の差は、10%に満たない程度であった。地際径は、第3生育期以降の成長が著しく、種子由来間に優位な差はみられなかった（図3）。形状比（ H/D_{10} ）は種子由来間に差がみられた（図4）。植栽時に80～110を示すものが多かったが、上長成長と比較して直径成長が大きく、それにとともに低下して第4生育期以降は60程度に収束する傾向がみられた。

■ 今後の計画

5生育期以降の成長について追跡調査を行う。

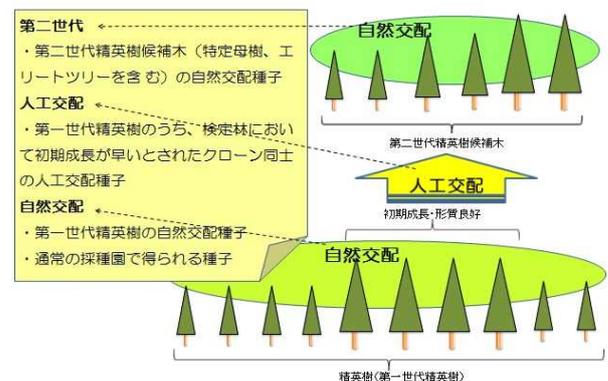


図1 試験に供した種子の概念図

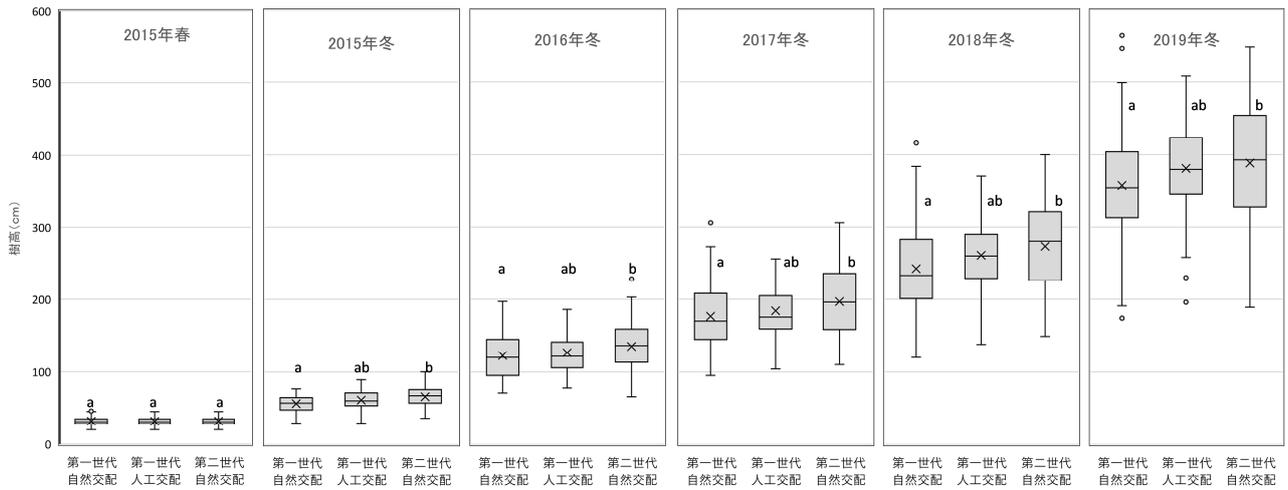


図2 第5生育期終了時までの樹高の種子由来間比較

※異なるアルファベットは同一の測定時期内で有意差がみられたことを示す (p<0.05)

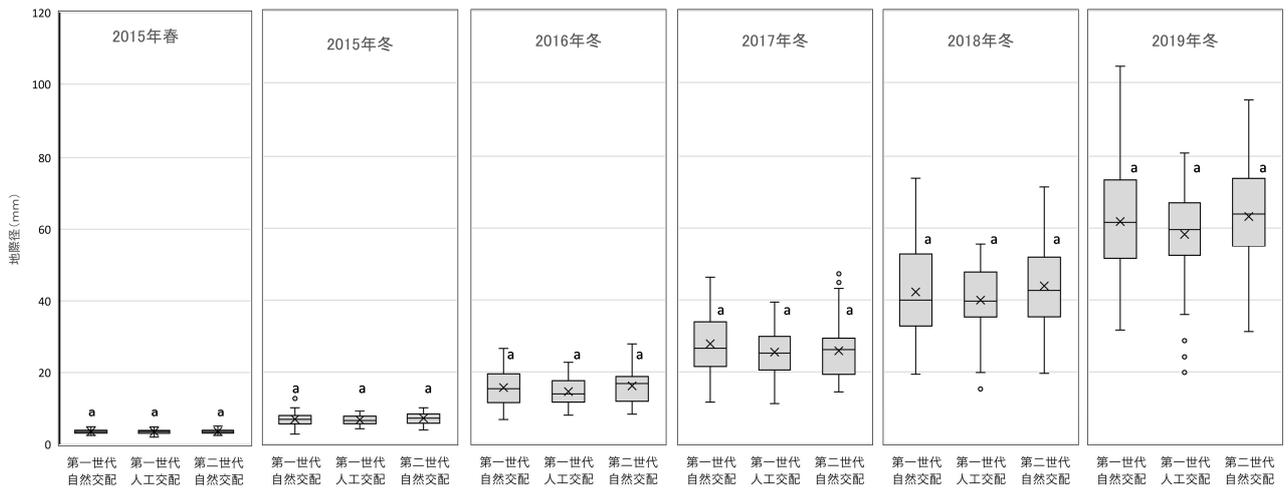


図3 第5生育期終了時までの地際径の種子由来間比較

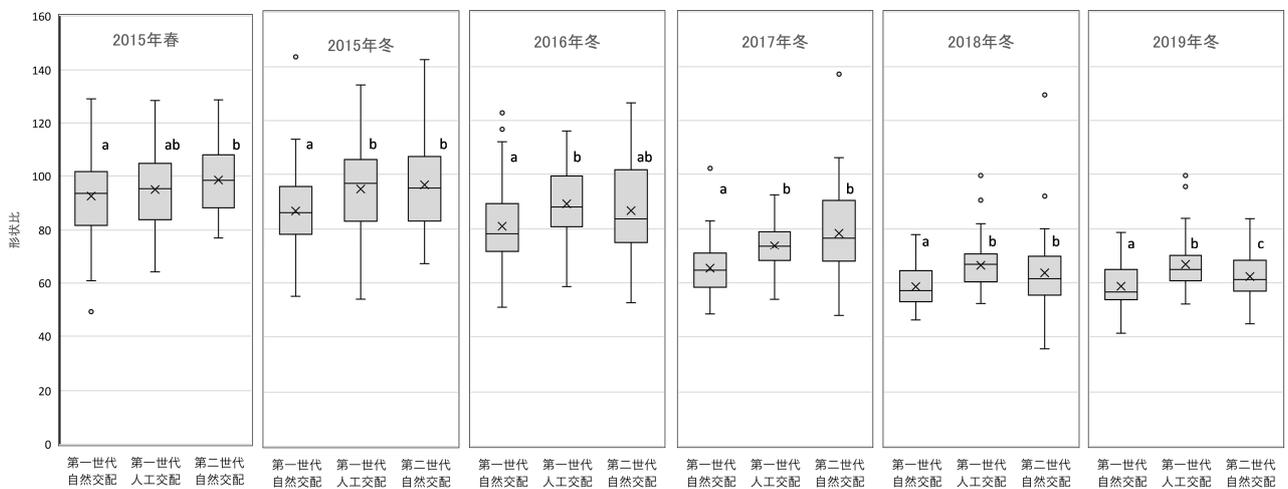


図4 第5生育期終了時までの形状比の種子由来間比較

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

(下刈りの省略が除伐工程に与える影響)

森林経営課：渡辺直史・黒岩宣仁・藤本浩平

■目的

育林コストを下げる方法として、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、下刈り回数を半分に削減することは可能であることが分かったが、下刈り回数の削減を行った林分では除伐コストが増大する懸念がある。そのため、下刈り回数の削減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。今回は除伐の工程調査を行った結果を報告する。

■内容

2010年度に設定した3カ所（奈半利、東石原、南川）のスギ林下刈り省略試験地において、除伐を実施して時間計測を行った。各試験地のプロット数は表1の通りで、51Plot中33Plotで除伐を行い、18Plotは成長比較のため除伐を行わなかった。使用機械は刈払機のみで、奈半利試験地は9月2,3日、東石原試験地は9月17日、南川試験地は9月18日にそれぞれ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。

■成果

競合植生の胸高断面積合計は全試験地の平均で、“毎年下刈り”0.56m²/ha、“隔年下刈り”1.84m²/ha、“無下刈り”7.28m²/haであった（図1）。除伐に要した時間の全試験地の平均は、“毎年下刈り”16時間16分/ha、“隔年下刈り”20時間04分/ha、“無下刈り”29時間00分/haで（図2）競合植生量が多いほど作業時間も多くなった。競合植生量の“無下刈り”と“隔年下刈り”の差は“毎年下刈り”“隔年下刈り”の差より小さく、除伐に要した時間もこれと同じ傾向であった。競合植生の胸高断面積合計が

除伐時間に影響しているほか、作業員の技量や仕事の丁寧さが作業時間に影響を与えるため、作業員間の差が大きい試験地があった。（図3）。

■今後の計画

継続して樹高、直径の測定を行い、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必要性の判断を行う。

表1 試験地と除伐Plot数

試験地	下刈り	Plot数	うち除伐Plot数
奈半利	毎年	6	4
	隔年	6	4
	無し	6	4
東石原	毎年	6	4
	隔年	6	4
	無し	6	4
南川	毎年	5	3
	隔年	5	3
	無し	5	3
合計		51	33

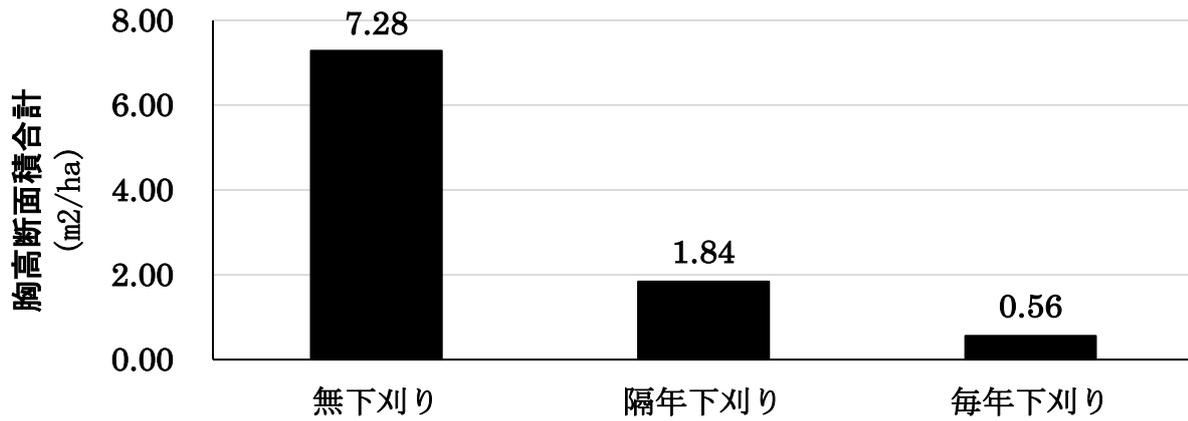


図1 下刈り処理との競合植生量

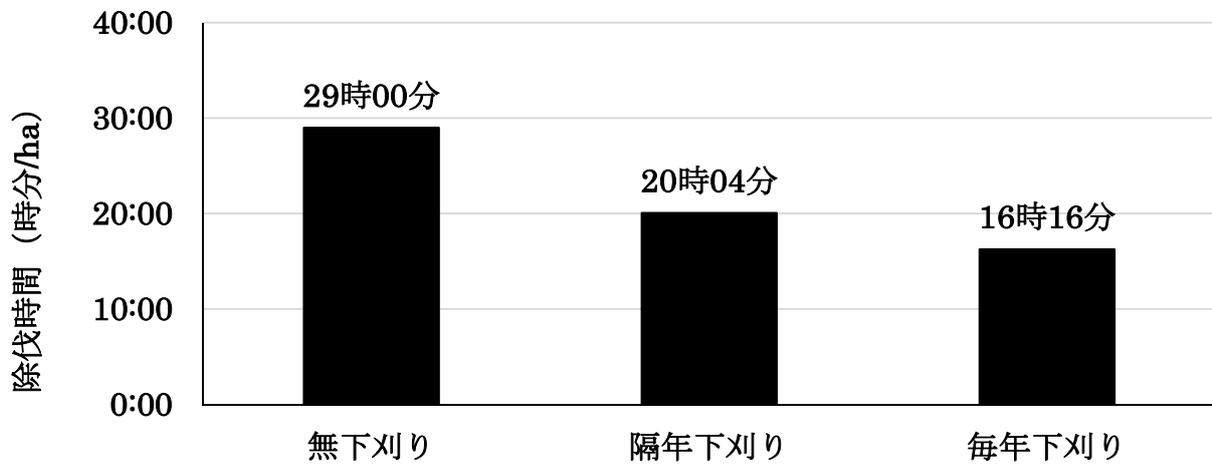


図2 下刈り処理と除伐作業時間

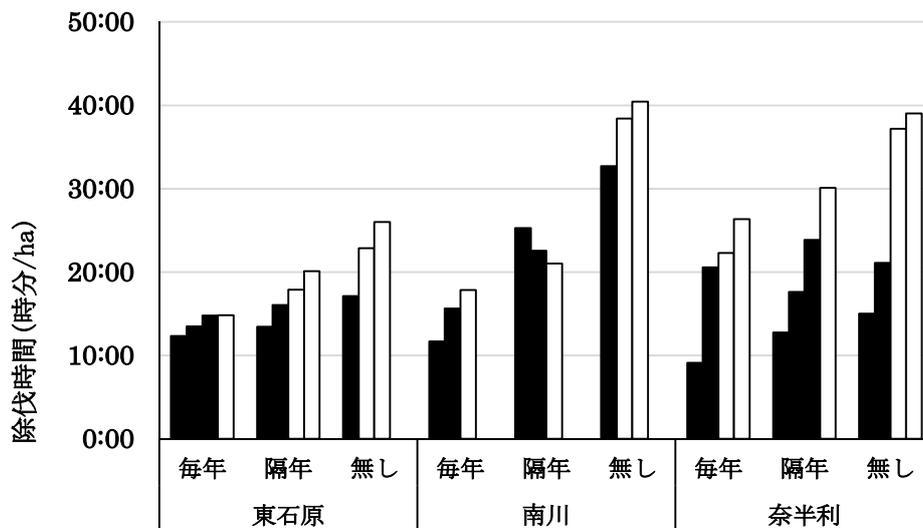


図3 Plot 毎の除伐作業時間
黒と白抜きの棒は異なる作業員

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

(植栽1年目のコウヨウザンとスギの成長比較)

森林経営課：渡辺直史・黒岩宣仁・藤本浩平

■目的

原木の増産のために皆伐が行われているが、持続的な木材生産には伐採後の再造林が必要である。近年、再造林樹種として成長が早く萌芽更新が期待できるコウヨウザンが注目され、各地で研究や調査が行われている。しかし、研究が始まって日が浅いことから、植栽適地や施業体系などは十分に整理されていない。そこで、高知県内での植栽適地を探るため、コウヨウザンとスギの成長比較試験を行った。今回は斜面位置上の適地を探るための試験地の1年目の結果を報告する。

■内容

安芸郡奈半利町内にある須川山国有林内のコウヨウザンとスギの植栽地内(標高650~700m)に試験区を設定し(表1、図1)、2019年5月と11月に樹高と地際(地上高10cm)直径と獣害を調査した。試験区1,2はコウヨウザンの植栽地内に、試験区3,4はスギの植栽地内に設定した。試験区1,4は等高線と垂直方向に、試験区2,3は等高線方向にベルト状に設定した(図1)。ベルト幅は調査対象木が2~3本入る幅とした。コウヨウザン植栽地とスギ植栽地が異なり両者の成長比較が単純にはできないため、スギ植栽地の試験区3,4にコウヨウザンを1列植栽した。成長の解析は獣害を受けた個体を除いて行った(表1)。

■成果

コウヨウザンにはノウサギの食害が多いと言われているが、本試験地ではスギにノウサギの被害が多く、コウヨウザンにはニホンジカの被害が多い傾向が観られた(表2)。1年目であるため、植栽位置による成長差は見られなかった。獣害を受けなかった個体の樹高成長率(成長量/期首樹高)は、試験区4のコウヨウザンが突出して大きく、他は優位差はみられなかった(図2)。直径成長率(成長量/期首直径)は試験区3のコウヨウザンが小さく他は有意差はみられなかった(図3)。樹高、直径ともに期首の形状比が大きいほど成長率が高い傾向があり、ほぼ直線上に並んだが、試験区4のコウヨウザンはそれから外れて大きくなった(図4,5)。

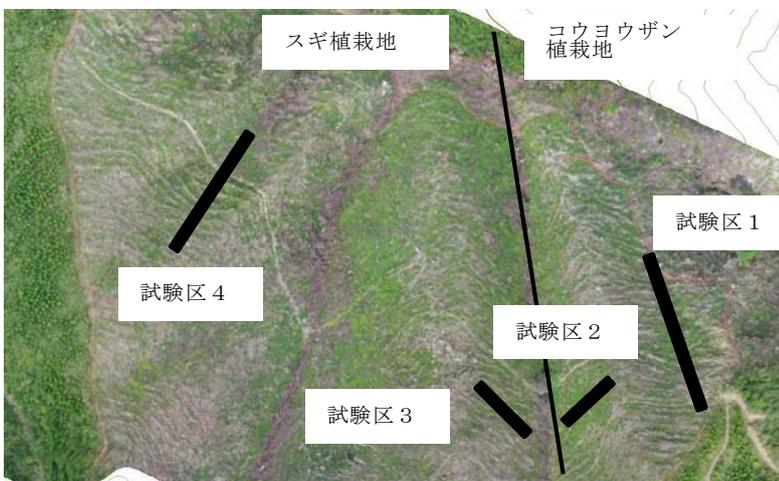


図1 試験区の配置

■今後の計画

今後、植栽木の成長に伴い植栽位置による成長差が出てくると考えられるため、継続して調査を行っていく。

表1 試験区の概要（苗高、地際直径、形状比は解析に用いた個体の平均値）

試験区	樹種	苗高 (cm)	地際直径(mm)	形状比	調査本数	解析本数
試験区 1	コウヨウザン	28.5	3.4	85.7	106	24
試験区 2	コウヨウザン	28.2	3.5	81.2	64	27
試験区 3	コウヨウザン	22.3	4.6	49.0	19	3
	スギ	42.1	4.5	93.6	57	23
試験区 4	コウヨウザン	24.7	4.3	58.7	31	14
	スギ	40.7	4.1	99.7	83	73

表2 植栽木への獣害

試験区	樹種	主軸への食害本数		食害率	
		ニホンジカ	ノウサギ	ニホンジカ	ノウサギ
試験区 1	コウヨウザン	75	7	71%	7%
試験区 2	コウヨウザン	36	1	56%	2%
試験区 3	コウヨウザン	12	2	63%	11%
	スギ	6	28	11%	49%
試験区 4	コウヨウザン	9	7	29%	23%
	スギ	2	8	2%	10%

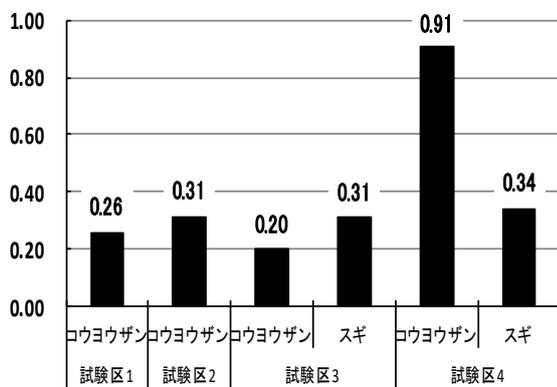


図2 樹高成長率 (成長量/期首樹高)

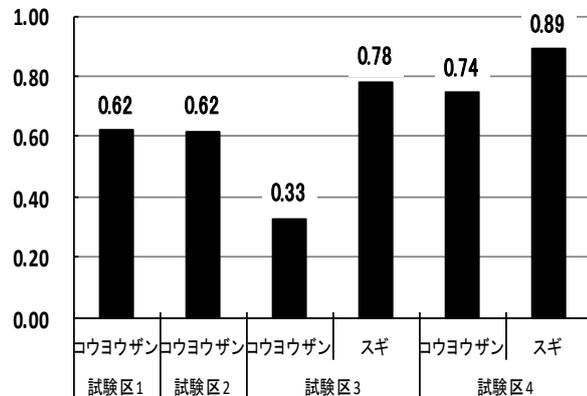


図3 直径成長率 (成長量/期首直径)

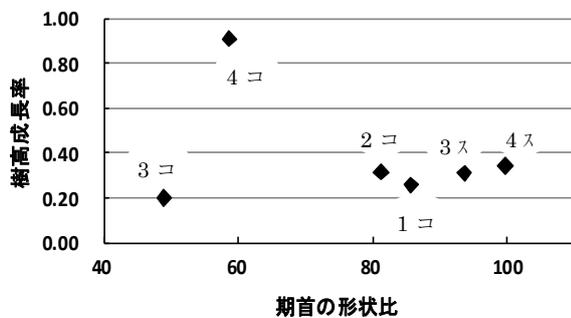


図4 期首形状比と樹高成長率

図中の数字とカタカナは試験区と樹種を示す
例 4コ：試験区4のコウヨウザン

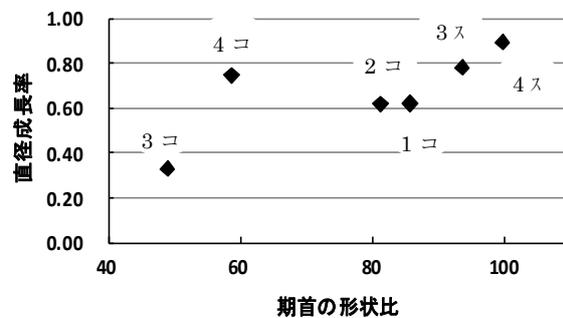


図5 期首形状比と直径成長率

図中の数字とカタカナは試験区と樹種を示す
例 4コ：試験区4のコウヨウザン

竹林の有効利用に関する研究

(竹林の把握と機械学習による竹林土地被覆分類の検討)

資源利用課：近田典章・沖公友・市原孝志・溝口泰彬 森林経営課：山崎真

高知大学：松岡真如

■目的

かつて農業用資材として利用されてきた孟宗竹の多くは放置竹林となり、拡大を続け里山の景観を害しているほか、周辺のスギ・ヒノキ等の人工林に侵入している。

竹林を持続的に管理していくためには、高知県の竹林の現状とそれを取り巻く環境を把握し、慎重に対策を検討していくことが重要となる。しかし高知県における竹林等の基礎的データは乏しく、他県の竹林対策の事例も含め、竹林対策に対する基本データを緊急に整備していく必要がある。

そこで、本研究では、高知県の竹林の現況調査と竹林対策の事例の把握をするとともに、マテリアル利用（素材の利用）や、バイオマス利用（燃料等の利用）に向けた基礎的データの整備を目的とし、本年度は、高知県における竹林の把握と、衛星画像を用いて竹林土地被覆分類の検討をおこなった。

■内容

1) 高知県における竹林の把握

高知県内の竹林規模を把握するため、例として、いの町、高知市、南国市、香美市（**図1**）において2019年のGoogle Earth画像から目視で、竹林のトレースをおこない、各市町村ごとに竹林箇所数、面積を求めた。また、これらを基にして1,000m²ごとに竹林規模の個数割合を求めた。

2) 機械学習による竹林土地被覆分類の検討

方法の流れを**図2**に示す。初めにGoogle Earthの目視判読によって高知市、いの町の竹林を全て抽出した。このうち高知市における抽出エリア内の衛星データ（Sentinel-2/MSI、2019年時系列データ）を土地被覆分類の学習用データとした。また、竹林以外の土地被覆については宇宙航空研究開発機構が提供する高解像度土地利用土地被覆図から学習用データとした。分類にはMATLABを用い、分類器としてサポートベクターマシンを使用した。高知市のデータで分類器を学習させた後、いの町の衛星データにこの分類器を適用して土地被覆分類図を作成した。この分類図と先に作成した、いの町の検証用データを比較することで精度を評価した。

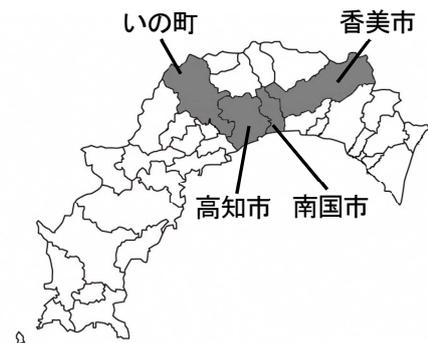


図1 竹林規模の個数割合の分布調査地

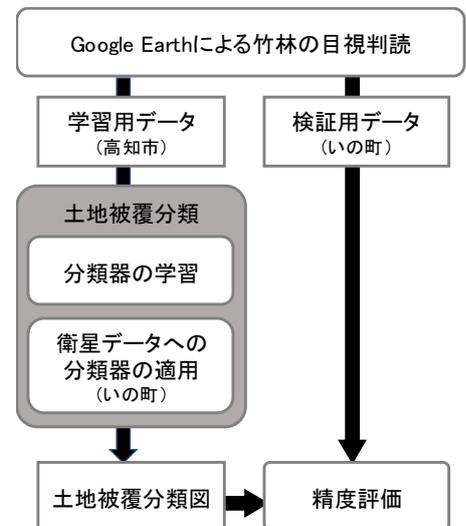


図2 土地被覆分類方法の流れ

■ 成果

1) 高知県における竹林の把握

今回、調査を行った市町村別の竹林面積割合について表1し、各市町村竹林個数割合の分布を図3から図6に示す。竹林面積は、高知市、いの町の順に多く、竹林割合は高知市、南国市の順に多いことが分かった。また、竹林規模の分布傾向は、高知市、いの町において4,000m²以上の比較的大きな竹林が南国市、香美市に比べ多く認められた。

表1 市町村別の竹林面積割合

	市町村面積 (千m ²)	竹林面積 (千m ²)	竹林割合 (%)
高知市	309,000	12,861	4.2
いの町	471,000	4,983	1.1
南国市	125,300	3,149	2.5
香美市	537,900	2,274	0.4

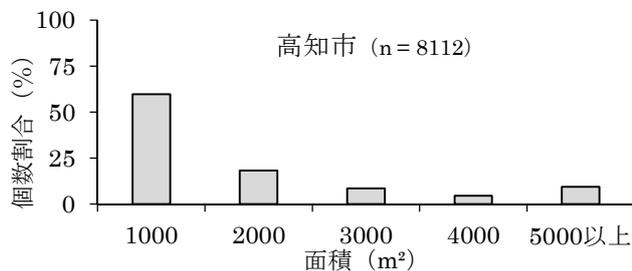


図3 竹林規模の個数割合の分布 (高知市)

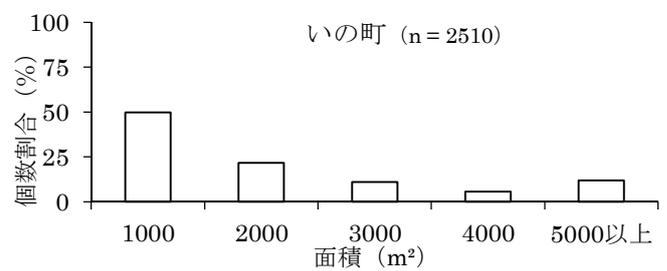


図4 竹林規模の個数割合の分布 (いの町)

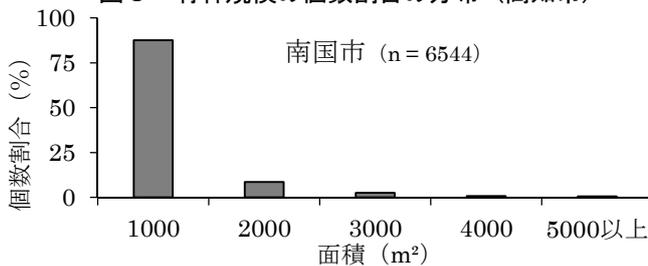


図5 竹林規模の個数割合の分布 (南国市)

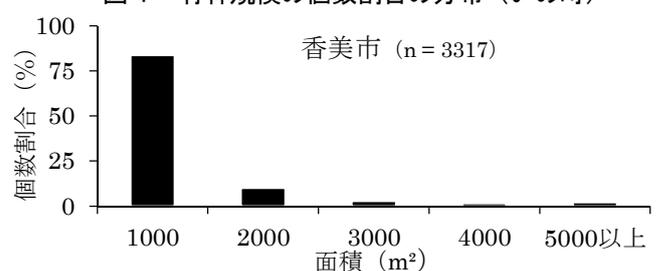


図6 竹林規模の個数割合の分布 (香美市)

2) 機械学習による竹林土地被覆分類の検討

例を図7に示す。黒枠が目視判読でトレースした竹林の検証用データであり、灰色で塗り潰されているエリアが機械学習による竹林土地被覆分類図である。検証用データの範囲において、機械学習が正しく竹林であると分類された割合は、局所的に高い所もあるが、全体としては55%であり、現時点では実用レベルとは言えない。特に常緑広葉樹との誤分類が多く、両者の反射率が年間を通じて類似していることが精度低下の原因となっている。



図7 機械学習による竹林土地被覆分類

■ 今後の課題

今後は Sentinel-2/MSI のデータ数を増やすとともに反射率データの演算によって有効なデータを集約していく予定である。

減圧及び高周波を用いた高付加価値乾燥材の 少量多品種生産に関する研究

(断面寸法の違いと混載による乾燥性への影響)

資源利用課：溝口泰彬・近田典章・市原孝志

■ 目 的

県産材の生産（加工）現場では、工務店・設計士等との直接取引の増加で、少量多品種の住宅部材を供給するケースが増えてきた。今後、地産外商を進め、都市部における土佐材ブランドを確立させていくためには、このような注文にきめ細かく応える対応力の強化が必要である。

このための主要な課題として、混載乾燥を念頭に置いた太角材の乾燥技術の確立が挙げられるが、太角材の乾燥に関するデータは一般寸法材に比べ、極めて少ない。

そこで本研究では、蒸気式に加え、減圧や高周波を用いた試験を行い、少量多品種生産を支援する技術及び知見を得ることを目的とした。

今年度は、蒸気式による単載及び混載乾燥を行い、断面寸法の違いや混載による乾燥性への影響について調査したので報告する。

■ 内 容

高知県産の芯持ちスギ柱材を対象に、試験用小型蒸気式乾燥機を用いて、単載及び混載乾燥試験を行った（表 1）。試験に供する材は、見かけの密度分布帯（図 1）ごとに傾向を把握するため、 $500\sim 800\text{kg/m}^3$ の材をまんべんなく選別した（ただし、180角は未選別）。乾燥終了後、全乾法による含水率の測定を行い、見かけの密度 $500\sim 600\text{kg/m}^3$ 、 $600\sim 700\text{kg/m}^3$ 、 $700\sim 800\text{kg/m}^3$ の3つのクラスに分けて分析した。この際、未選別である180角のうち、単載乾燥では、 $700\sim 800\text{kg/m}^3$ の試験体が存在せず、 800kg/m^3 以上であったため、参考としてそれらを記載した。

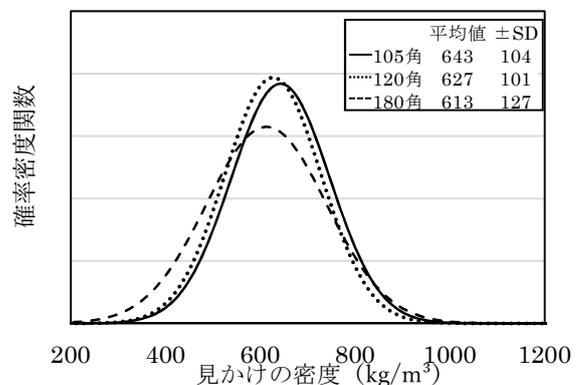


図 1 乾燥前の見かけの密度分布

表 1 試験体の概要と乾燥スケジュール

乾燥方法	仕上げ寸法 (mm) (乾燥前寸法)	初期含水率 (モコ, %)				乾燥スケジュール			
		平均	標準偏差	最大	最小	蒸煮	高温セット	本乾燥	合計
単載	105×105×3000 (120×120×3000)	78.0	15.4	121.8	54.5	95°C/95°C 12hr	120°C/90°C 24hr	90°C/60°C 204hr	240hr
	120×120×3000 (135×135×3000)	79.6	15.5	116.6	58.6	95°C/95°C 12hr	120°C/90°C 24hr	90°C/60°C 204hr	240hr
	180×180×3000 (195×195×3000)	82.8	19.7	125.0	49.9	95°C/95°C 12hr	120°C/90°C 24hr	90°C/60°C 216hr	252hr
混載	105×105×3000 (120×120×3000)	76.2	18.6	105.6	49.4				
	120×120×3000 (135×135×3000)	67.2	13	85.4	47.9	95°C/95°C 12hr	120°C/90°C 24hr	90°C/60°C 204hr	240hr
	180×180×3000 (195×195×3000)	82.5	12	98.6	60.4				

■ 成 果

始めに、単載乾燥の断面寸法の違いによる仕上がり含水率（図 2、4、6）について比較する。500～600kg/m³、600～700kg/m³の密度帯において、120 角は、105 角より平均値が僅かに高い程度で、分布も大きくは変わらなかった。一方で、180 角は同密度帯でも、105 角、120 角より平均値が高く、含水率の高い材が多い分布を示した。このことから、105 角、120 角といった一般寸法材の間では、仕上がり含水率の差は小さいが、180 角程度の太角材になると、差が大きくなる可能性が考えられる。

次に、単載（図 2、4、6）と混載（図 3、5、7）の仕上がり含水率について比較する。105 角の 600～700kg/m³帯を除き、各寸法・密度帯で、単載より混載の平均値が僅かに高い程度で、含水率の分布も大きくは変わらなかった。このことから、同一スケジュールならば、単載と混載の仕上がり含水率の差は小さいと考えられる。

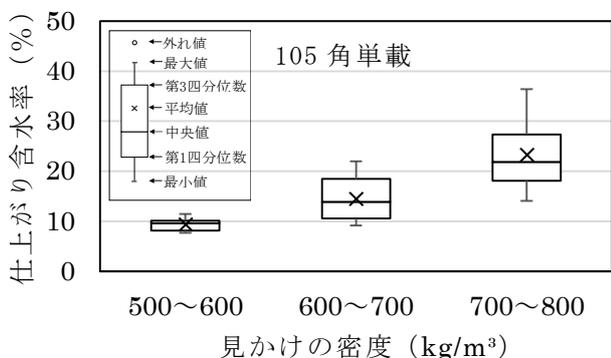


図 2 105 角単載乾燥後の含水率分布

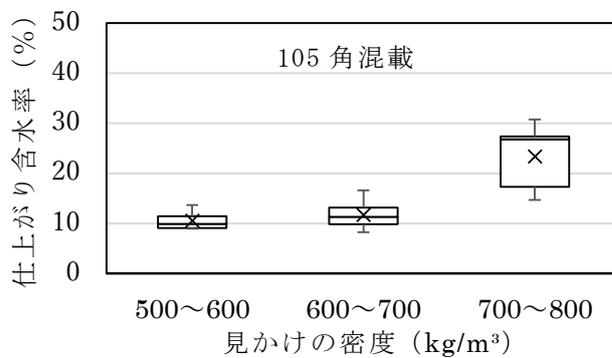


図 3 105 角混載乾燥後の含水率分布

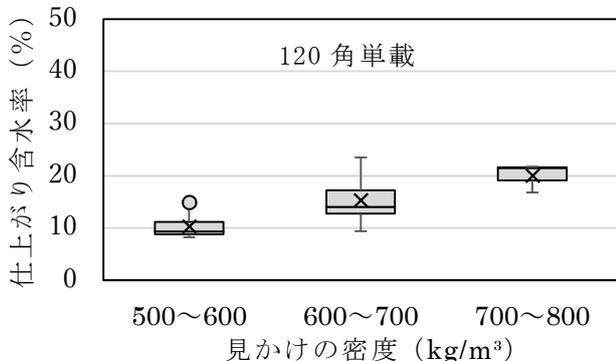


図 4 120 角単載乾燥後の含水率分布

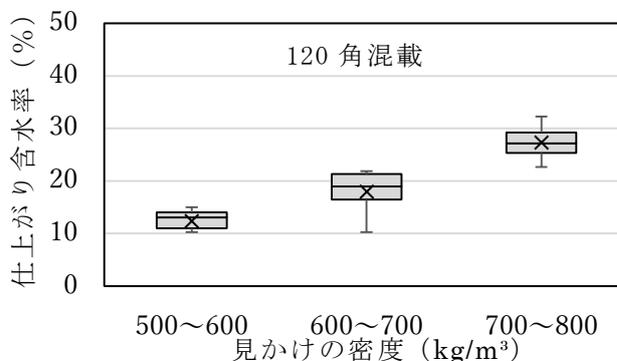


図 5 120 角混載乾燥後の含水率分布

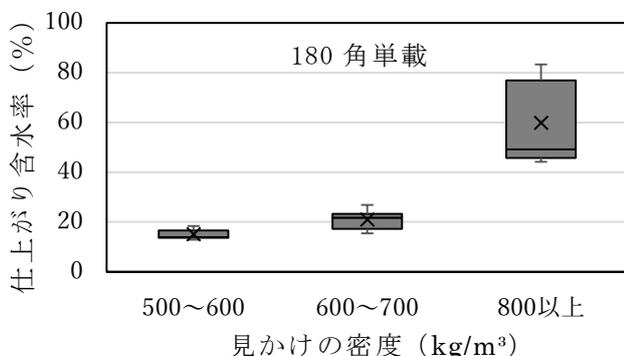


図 6 180 角単載乾燥後の含水率分布

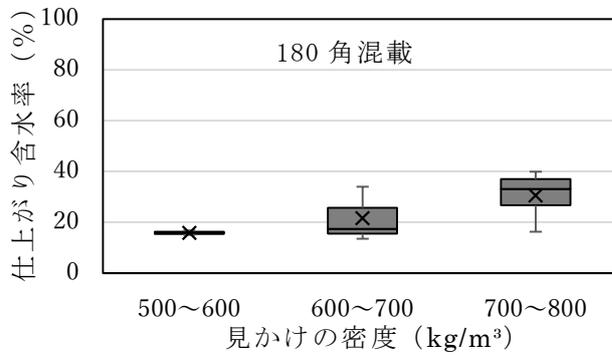


図 7 180 角混載乾燥後の含水率分布

■ 今後の計画

傾向を明確にする必要があるため、各密度帯におけるデータの蓄積を行う予定。

CLT（直交集成板）等を使用した木造建築物の音響性能向上に関する研究

(SWP を用いた床仕様についての検討)

資源利用課：市原孝志、近田典章、溝口泰彬

■ 目 的

近年欧州では、板材を直交に貼り合わせてパネル状に成形した CLT（直交集成板）を使用した建築が増加している。また、県内では木質系素材として新たに SWP（幅はぎパネル）が開発されている。これらを使用した建築物が増加すると木材の利用促進につながる。しかし、これら CLT 等の木質系材料は素材が木材であるため軽量で、加工しやすいのがメリットの一つであるが、建築物の壁や床に使用した場合、音響性能が低く、その解決には多くの課題が残されている。

本研究は、県内に建築された CLT 等の木質系材料を使用した建築物の音響データの収集と、当センター音響実験施設内で実験・検討を行い、音響性能の高い壁や床の仕様を提案することで、CLT 等の新たな木質系材料の利用を促進し、木材産業の振興を図ることを目的とする。

本年度は、SWP 板を用いた床仕様についての床衝撃音遮断性能を検討した。

■ 内 容

表 1 に示した各種試験体を、図 1 に示したように音響実験施設の天井開口部（縦 3.65m×横 2.74m、面積約 10m²）に設置した。測定は、JIS¹⁾を参考に、軽量床衝撃源（タッピングマシン）、重量床衝撃源（バングマシン及びゴムボール）を用い、床上 5 箇所を加振し、床下に設置した 5 箇所のマイクロホンで、発生した床衝撃音レベルを測定した。測定結果は表 2 に示したように各試験体を比較する指標として L 数を用いた。なお、L 数は、数字が小さいほど音響性能が優れていることを表す。

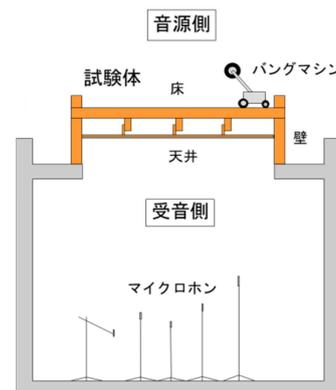


図 1 床衝撃音の測定状況

表 1 各試験体の概要

試験体No.	床仕様	天井仕様
1	SWP+PB①3層+SWP+浮き床 (Gw96 ¹⁾ 、PB① ²⁾ 2層、F ³⁾)	なし
2	SWP+PB①3層+SWP+浮き床 (Gw96、PB①4層、F)	なし
3	SWP+PB①3層+SWP+浮き床 (Gw96、PB①6層、F)	なし
4	SWP+PB①3層+SWP+浮き床 (Gw96、PB①6層、F)	吊天井 (吊木、PB② ²⁾ 1層)
5	〃	吊天井 (吊木、PB②2層)
6	〃	吊天井 (防震吊具、Gw24 ¹⁾ 、PB②1層)
7	〃	吊天井 (防震吊具、Gw24、PB②2層)
8	〃	吊天井 (防震吊具、Gw24、As ⁴⁾ 、PB②1層)
9	〃	吊天井 (防震吊具、天井遮音材、PB②1層)
10	〃	独立天井 (Gw24、PB②1層)
11	〃	独立天井 (Gw24、PB②2層)
12	〃	独立天井 (Gw24、As、PB②1層)
13	〃	独立改良天井 ⁵⁾ (Gw24、PB②1層)
14	〃	独立改良天井 (Gw24、PB②2層)
15	〃	独立改良天井 (Gw24、As、PB②1層)

(注) 試験体4～15の床は試験体3を使用。浮き床の普通硬質石膏ボードは上と下を構造用合板で挟む。

1) Gw96：グラスウール96kg/m³、t=25×2 Gw24：グラスウール24kg/m³、t=10

2) PB①：普通硬質石膏ボードt=12.5 PB②：石膏ボード (1層t=12.5、2層t=12.5+9.5)

3) F：フローリング

4) As：アスファルト系遮音シート t=2.4

5) 独立改良天井：天井根太と天井根太掛間に緩衝材を設置するなど、床の振動を野縁、胴縁等に伝わりにくくした仕様

■ 成 果

各試験体については、一般的に性能が向上しにくい重量床衝撃音のL数を基に比較した。

床については、表2に示したように、浮き床仕様で普通硬質石膏ボードの厚みを変えた試験体1、2、3から、普通硬質石膏ボードを2層から6層に厚くする（床に重量を掛ける、剛性を高める）と、バングマシンのL数が70から69に、ゴムボールのL数が62から60になり、床衝撃音遮断性能の向上に効果があった。

また、天井については、吊天井（吊木）、吊天井（防震吊具）、独立天井の3種類の天井について、野縁、胴縁、グラスウール、石膏ボードの仕様が同じ試験体で比較した。吊天井（吊木：試験体4）のL数がバングマシン71、ゴムボール64、吊天井（防震吊具：試験体6）は、バングマシン66、ゴムボール58、独立天井（試験体10）は、バングマシン60、ゴムボール51であった。従って、3種類の天井の中で、独立天井の性能が最も高く、次に吊天井（防震吊具）、吊天井（吊木）の順であった。

全ての試験体の中で重量床衝撃音遮断性能が最も優れていたのは、独立天井仕様の試験体12であった。アスファルト系シートを取り付けていない同仕様の試験体10と比較すると天井の石膏ボード上にアスファルト系シートを取り付けることで、バングマシンは60から53に、ゴムボールは51から45に性能が向上した。

なお、これらの測定は、実験室での測定であり、実際の建築物では施工方法や階下の仕様等により性能が低下する可能性がある。

表2 測定結果一覧

試験体No.	L数		
	軽量規準化床衝撃音 (タッピングマシン)	重量床衝撃音 (バングマシン)	重量床衝撃音 (ゴムボール)
1	58	70	62
2	58	70	61
3	60	69	60
4	49	71	64
5	47	69	61
6	48	66	58
7	46	62	54
8	45	62	54
9	48	58	50
10	48	60	51
11	48	57	48
12	45	53	45
13	46	57	48
14	44	55	46
15	43	54	45

■ 今後の課題

SWP板を使用した床仕様について検討したが、今後は壁の仕様についても検討する必要がある。

参考文献

- 1) JISA1418-1「建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法—第1部:標準軽量衝撃源による方法」
JISA1418-2「建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法—第2部:標準重量衝撃源による方法」

高知県産ヒノキの効率的利用に関する研究 (ヒノキ組子耐力壁の構造性能)

資源利用課：秋友崇光・沖 公友・盛田貴雄

■目的

住宅、建築物におけるヒノキの需要は、かつて高級意匠材としての用途が大部分を占めていたが、現在は節有並材や構造用集成材、CLT用のラミナなど、その需給構造が大きく変化し、新たな対応が求められている。本研究では、県産ヒノキを有効活用するため、製品化に必要なデータの蓄積を目的とした。

今年度は、ヒノキ造作材を建築用耐力壁に活用する組子耐力壁について検討した。耐力壁は木造建物の耐震性能のために必要な構造要素であるが、一般的に用いられるものは筋かい壁や構造用合板などの面材壁であり、これらの壁は室内からは見えないのが通常である。今回は新たな試みとして、ヒノキ造作材により伝統的な組子細工を施し、それを構造要素として用い、現しとして意匠性も兼ね備えたヒノキ組子耐力壁の構造性能を検証した。

■内容

ヒノキ組子耐力壁試験体の概要を図1に示す。試験体は幅1.0m、高さ2.53mで、ヒノキ造作材を枳材、受材、格子材、斜材に規定の寸法に仕上げ、それらを組子状に組み上げたものを、ヒノキ梁、柱、土台に構造用ビスで固定した構造となっている。

耐力壁試験体の構造性能は、面内せん断試験により確認した。面内せん断試験の試験方法と評価方法は、(公財)日本住宅・木材技術センター「木造軸組工法住宅の許容応力度設計2017年版」に準拠し、試験体3体の短期基準せん断耐力を求めた。

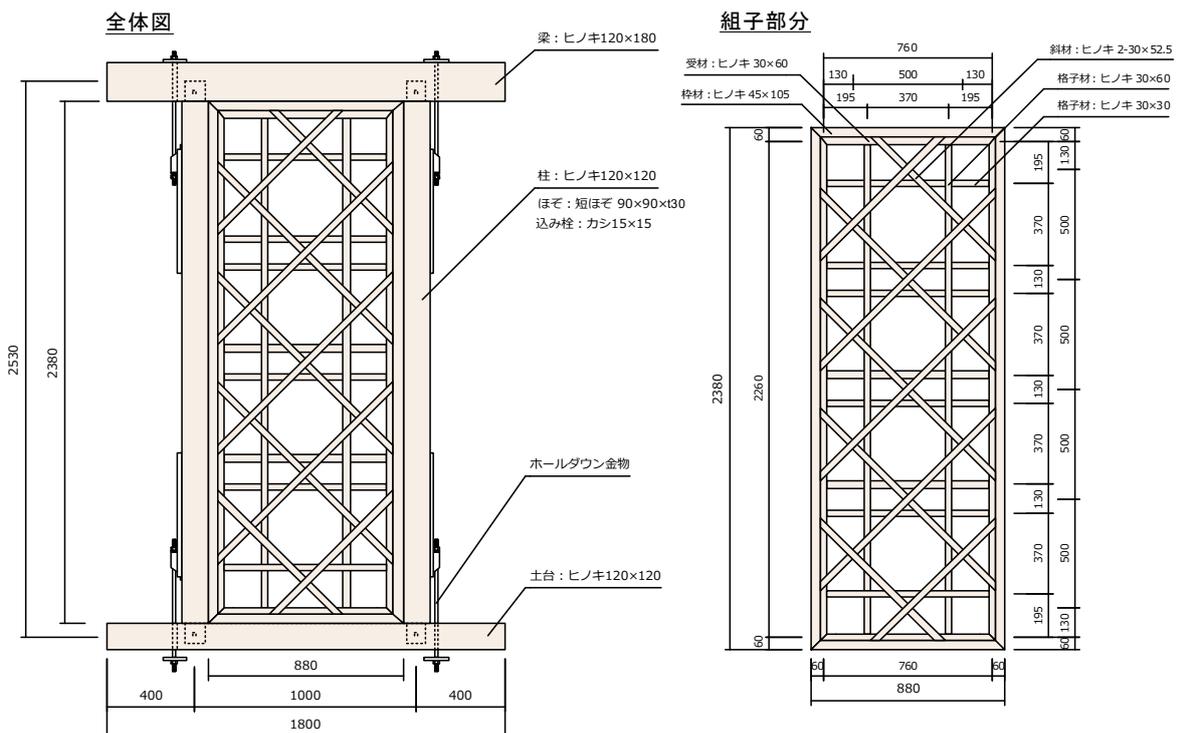


図1 ヒノキ組子耐力壁試験体の概要 (幅1.0m、高さ2.53m)

■成 果

ヒノキ組子耐力壁試験体の荷重-変形角曲線を図2に示す。ヒノキ組子耐力壁試験体の変形、破壊の進行状況は、①組子格子材の曲げ変形、②組子斜材端部ビス留め部の破壊、③組子枠材端部、試験体柱端部の破壊の順であった(図3)。

ヒノキ組子耐力壁試験体のせん断耐力特性値を表1に示す。荷重-変形角曲線より求めた短期基準せん断耐力は15.32kNとなり、耐力壁の耐力の基準値(壁の幅1mあたりの基準値1.96kN/m×検討する壁の幅1m=1.96kN)の7.8倍の性能を示した。ヒノキ組子耐力壁は、建築用耐力壁として十分な性能を発揮できることが確認できた。

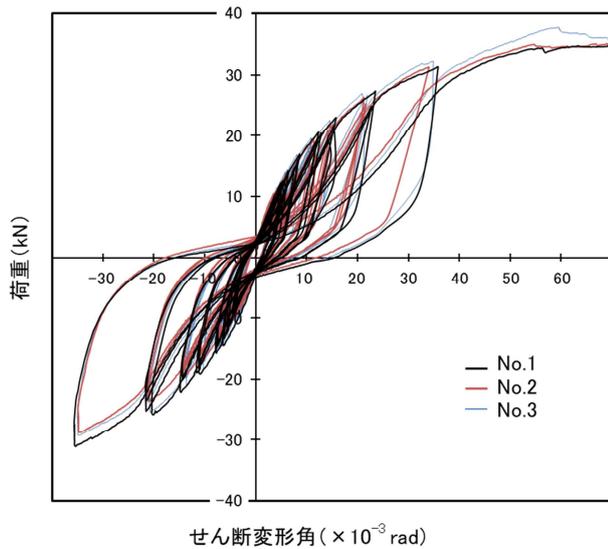


図2 ヒノキ組子耐力壁試験体の荷重-変形角曲線



図3 ヒノキ組子耐力壁試験体の変形状況

表1 ヒノキ組子耐力壁試験体のせん断耐力特性値

せん断耐力特性値	試験体			平均値	ばらつき係数	50%下限値
	No.1	No.2	No.3			
(a) 降伏耐力 P_y (kN)	18.87	20.76	21.78	20.47	0.966	19.77
(b) 終局耐力 $P_u \times (0.2/D_s)$ (kN)	15.87	15.04	15.66	15.52	0.987	15.32
(c) 最大耐力 $P_{max} \times 2/3$ (kN)	23.16	23.35	25.17	23.89	0.978	23.36
(d) 1/120rad時耐力 P_{120} (kN)	16.49	16.09	16.84	16.47	0.989	16.29
短期基準せん断耐力 P_0 (kN)	(a), (b), (c), (d)の50%下限値の最小値				15.32	

※50%下限値=信頼水準75%における50%下限値(平均値×ばらつき係数)

■今後の計画

一般住宅から公共建築物まで幅広く対応するため、ヒノキ組子耐力壁の更なるバリエーションの仕様検討と構造性能の確認を進めていく計画である。

木造建築物の温熱環境に関する研究 (室内環境における温湿度変化と気密性能変化)

資源利用課：矢野美希*・沖 公友・盛田貴雄

■目的

近年、住宅・建築物における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（以下「省エネ基準」）への適合義務化が盛り込まれている。しかし、現段階で省エネ基準を達成していない建物も少なくないため、将来的に建築確認が取れない事態も想定され、早急な対応が必要である。こうした中、本県では、新しい建築材料である CLT を用いた建築物が相次いで建てられており、それらは高い断熱性能を持つと期待されているが、実際にその温熱環境を測定して検証した事例はほとんどない。そこで、本研究では木材の更なる利用促進に向けて、CLT などの新しい建築材料を使用した建築物も含め、実際の建築物において、断熱性能や気密性能、室内の温熱環境などを測定し、快適な居住環境と省エネ基準との整合性を検証する。

本年度は、実際の CLT 建築物において継続的に行っている温湿度測定、気密測定などの結果から、室内環境における温湿度変化と気密性能変化の関係について報告する。

■内容

測定対象は、馬路村馬路にある馬路村森林組合事務所とした。対象は、2階建て、延床面積 121.25m² で、CLT に一部木造軸組を併用した構造である。応接室の壁には、CLT と幅はぎパネル（以下 SWP と表記）の2種類の木製壁パネルを使用している。空調には空気集熱式ソーラーシステムを採用しており、冬場はダクトを通して屋根で暖められた空気を床下から室内に送って暖房に利用し、夏場は夜間の涼気を取り込んでいる。

今回は、この空調設備の効果を含め、床下、室内及び屋外の温湿度環境と気密性能について取り上げた。

温湿度環境は、事務室の床下・室内の4隅の値の平均値と外気の月別平均値を用いた。また、木材への影響を調べるためにそれらの温湿度結果から、平衡含水率を近似式で推定した。

気密性能試験は、2018年4月から隔月で実施した。(財)建築環境・省エネルギー機構の「住宅の気密性能試験方法」を参考に、気密測定器を用いて圧力差と通気量を測定し、気密性能の指標である相当隙間面積を算出した。また、気密性能試験と同日に、スケールを用いて木製壁パネルの間隙幅を測定した(図2)。



図1 測定実施状況

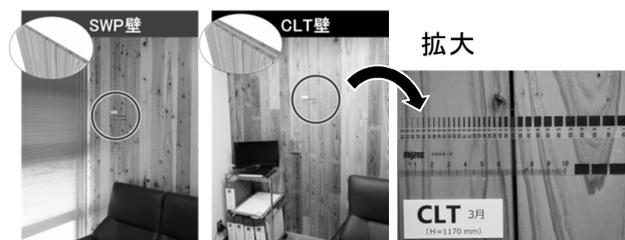


図2 木製壁パネルの間隙

■成果

1) 温湿度

床下、室内、外気の温湿度と平衡含水率の推移を図3に示す。

温度は測定期間を通して室内が高い傾向にあった。相対湿度の管理基準は40%~70%とされているが、冬季の室内は40%を下回っていた。

平衡含水率は、床下が7.1%~14.8%であり、室内の6.7%~12.9%とほぼ同様の値を示した。

本建築物の空調システムにより床下と室内がほぼ同じ温湿度環境となっており、木造建築物の床下の環境としては比較的乾いた環境であり、木材の耐久性においては良好な環境であると考えられる。

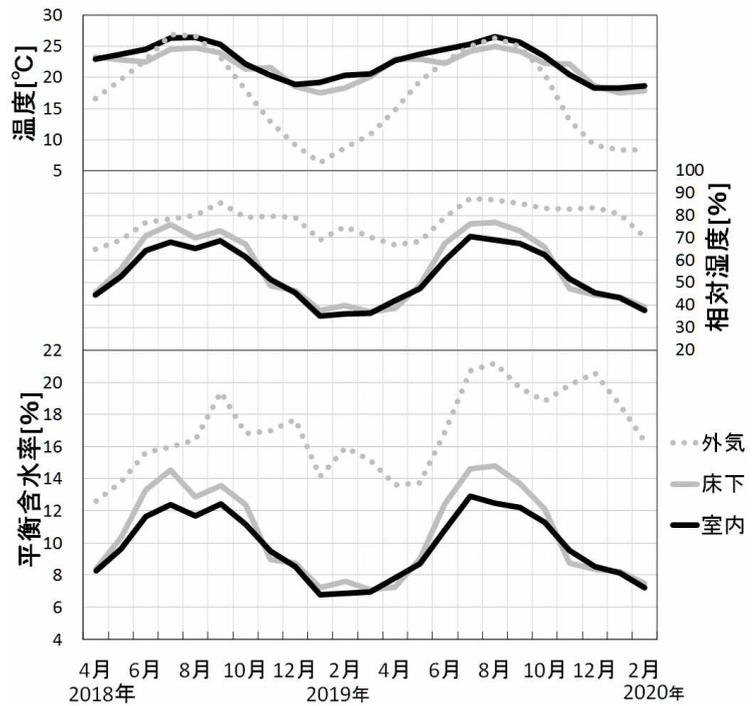


図3 温湿度と平衡含水率の推移

2) 気密性能

相当隙間面積、平衡含水率、木製壁パネルの間隙幅の推移を図4に示す。平衡含水率の増減に対して、相当隙間面積は逆に減増した。SWP 壁間隙幅と相当隙間面積がともに2~4月に増加し、8~10月に減少していることから、平衡含水率の変化による木材の膨潤収縮が建物全体の気密性能に影響を与えていると推測できる。なお、SWP 壁では間隙幅の変動が2.0mmだったが、CLT 壁では0.5mmだった。これは、単層のSWP に比べ、CLT には直交層があり、幅方向の寸法変化を抑制したためと考えられる。

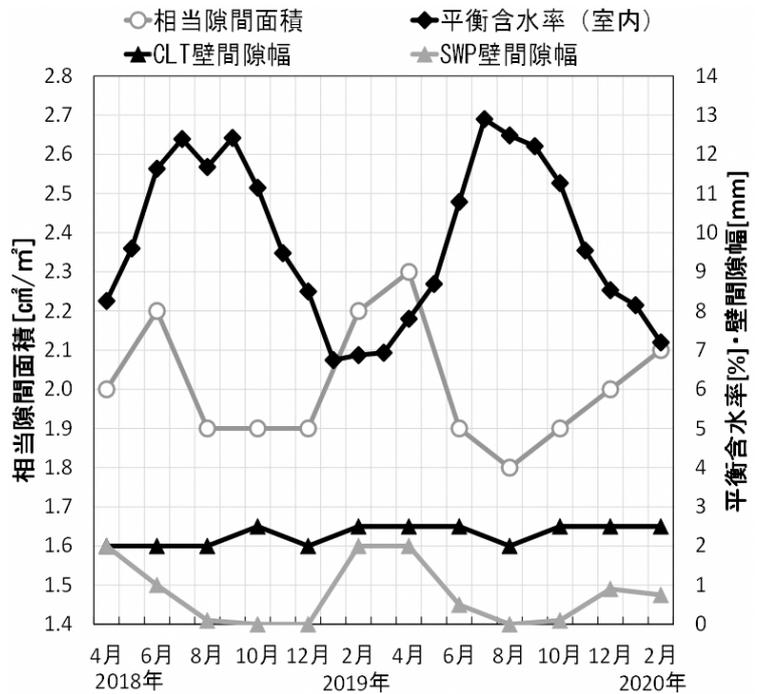


図4 平衡含水率と木製壁パネルの間隙幅の推移

■今後の計画

引き続き、馬路村森林組合事務所において、温熱環境及び快適性の測定を行うとともに、木材の経年変化による気密性能に与える影響を検証する。

* 現 林業環境政策課

土木用木製構造物に関する研究 (屋外に施工された木製構造物の表面補修方法に関する検討)

資源利用課：盛田貴雄・沖 公友・秋友崇光

■目 的

これまで県内で施工された土木用木製構造物は、経年劣化に対しての材料、構造などの設計方法や、点検、修繕などの維持管理方法が十分確立していないため、コンクリート製や樹脂製の製品に代わってきているのが現状である。本研究では、県産材を活用した土木用木製構造物の普及を図ることを目的に、設計段階から製品の長期使用を考慮した土木用木製構造物の開発や、土木用木製構造物の維持管理方法の確立を目指す。

今年度は、屋外に施工された木製構造物の表面補修方法について検討するため、表面劣化したスギ板の各種素地調整及び塗装仕上げを行い、これらの塗装面の耐候性を調べるための屋外暴露試験を開始した。

■内 容

屋外に無塗装で積重ねられていたスギ板を試験に用いた。スギ板の表面は、風雨や紫外線による灰色化が進行していた。これらのスギ板に塗装前の素地調整を行った。素地調整は、高圧洗浄、研磨紙研磨 2 種類（粒度 P60、P150）、及び比較として、帯のこによる粗挽き加工の 4 種類を行った。スギ板は、幅 80mm、長さ 300mm、厚さ 10mm に仕上げ、塗装前の表面状態の観察、表面粗さの測定を行った。

上記の素地調整を行った試験片に 24 種類の塗料を塗装し、屋外暴露試験を開始した。使用した塗料の一覧を表 1 に示す。塗料は、日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS 18 塗装工事 M-307 木材保護塗料」に適合する塗料とした。塗料の内訳は、塗膜形成の種類について区分し、含浸形 16 種類（淡色 8、濃色 8）、造膜形 8 種類（淡色 4、濃色 4）を用いた。屋外暴露試験は、塗装面を南面に向け、45 度傾斜させた条件で行った。

表 1 使用した塗料の一覧

塗料記号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
塗膜形成	含浸形								造膜形			
色	淡色								淡色			
	濃色								濃色			
水性/油性	水性	水性	油性	油性	油性	油性	油性	油性	水性	水性	水性	油性

■成 果

素地調整前後のスギ板表面の外観を図 1 に示す。今回用いたスギ板の灰色化部分は、高圧洗浄では完全に除去できなかった。P60研磨、P150研磨、粗挽き加工では、灰色化部分が除去され、元のスギの色が現れた。

塗装前のスギ板の表面状態を調べた結果を図2、表2に示す。素地調整後のスギ板の表面は、高圧洗浄、粗挽き加工、P60 研磨、P150 研磨の順で粗くなっており、高圧洗浄では木材繊維のむしれが多く発生している様子が観察された。表面粗さについても、表面状態の観察結果と同じ順に粗さ値が大きくなった。

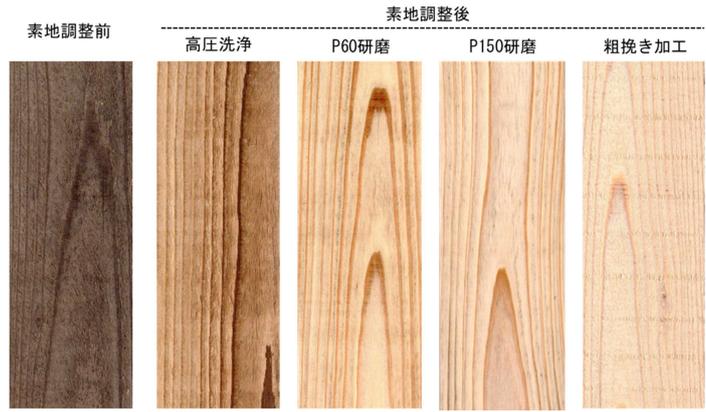


図1 素地調整前後のスギ板表面の外観

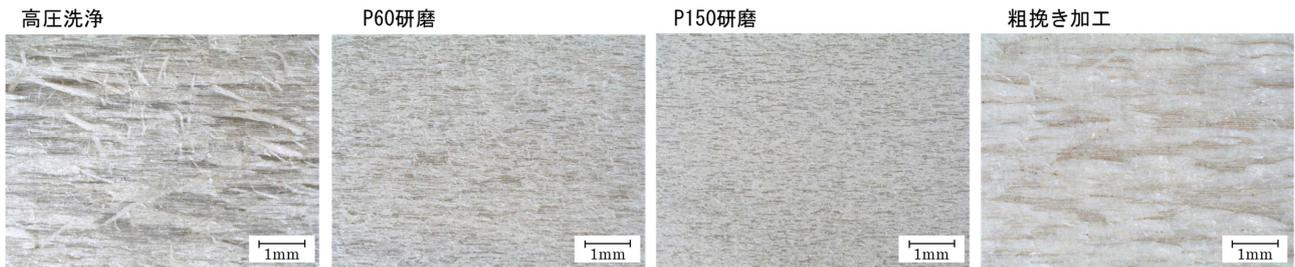


図2 塗装前のスギ板の表面状態

表2 スギ板の表面粗さの測定結果 (3ヶ所平均値)

表面粗さ	高圧洗浄	P60研磨	P150研磨	粗挽き加工
Sa (μm)	45.4	16.5	12.5	26.4

塗装した試験片の屋外暴露試験の状況を図3に示す。素地調整の種類ごとに、24種類の塗料を塗装した試験片を色別、含浸形・造膜形別に設置した。

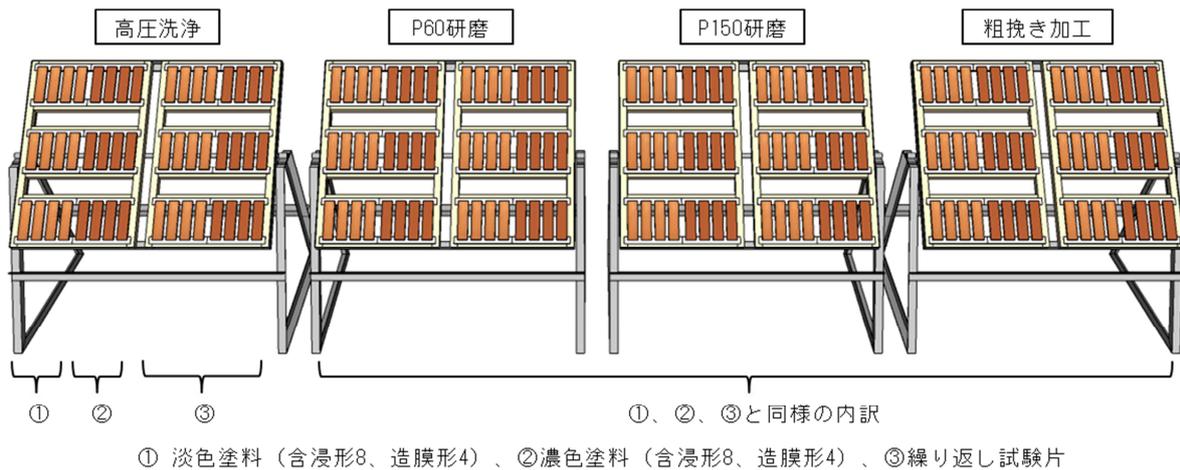


図3 塗装した試験片の屋外暴露試験状況

■今後の計画

塗装前の表面状態の違いが各種塗料の耐候性に及ぼす影響について、塗装面の表面粗さ、色差、撥水性などの経年変化を測定しながら調べていく計画である。

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苗木と択伐後の残存幹の成長)

森林経営課：黒岩宣仁 渡辺直史 藤本浩平 和食敦子 企画支援課：黒岩準彦

■目的

近年、輸入量減少により国産備長炭の需要が高まり、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、現在、原木ウバメガシの資源量は、薪炭林皆伐面積の増大や劣化等で減少し、今後の確保に不安を抱えている。このため、ウバメガシを主とするカシ類林の造林技術を開発することを目的とする。ここでは植栽後3年目の植栽苗の生育状況及び択伐について報告する。

■内容

2017年に室戸市羽根の薪炭林に試験区を設置した。皆伐植栽区に3年生のポット苗を6区画(1区画10m×10m)計1200本を植栽した。10,000本/ha(1本/m²)区と、省力化と早期成林を期待して30,000本/ha(3本/m²)区を設けて成長を比較した(図1)。獣害対策として電気柵で試験区を囲った。植栽後2年目に、萌芽したシイなどの優占種の切株の薬剤駆除と下刈りを行い、侵入する動物の撮影するため、動物カメラを設置した。本年度は3年後の成長(根元直径、樹高、枝張り)や競合植生の調査を実施した。また、2018年にウバメガシの優占する林分に10m×10mの4つの択伐区を設け(図1)、ウバメガシの択伐や競合木の伐採を実施、本年度はその効果検証を目的にウバメガシの優占度の高い択伐区2で計57個体の萌芽枝の数や残存幹の胸高直径を調査した。



図1 試験地模式図

■成果

(1) 植栽苗木の成長

図2に植栽3年間の樹高の平均を示し、図3に植栽3年後の各植栽試験区の成長量の比較を相対樹高成長率で示した。苗木は順調に成長し、相対樹高成長率の分散分析(5%水準)では、上左と上中に対して下左と下中の成長が有意に高かった。ただし、幹径では有意差は認められなかった。また、植栽密度の比較では差がなかった。図4に植栽3

年後の雑草木との競合状況を示した。斜面上部に比べ斜面下部で競合が高まっている。

2) 択伐の効果検証

表1に施行後1年7ヶ月後の残存幹の成長と伐根からの萌芽枝の状況を示し、図5に択伐の有無による残存幹の成長の比較を示した。択伐によって、残存幹の成長が高まり、伐根からの萌芽枝が増加する傾向が見て取れる。

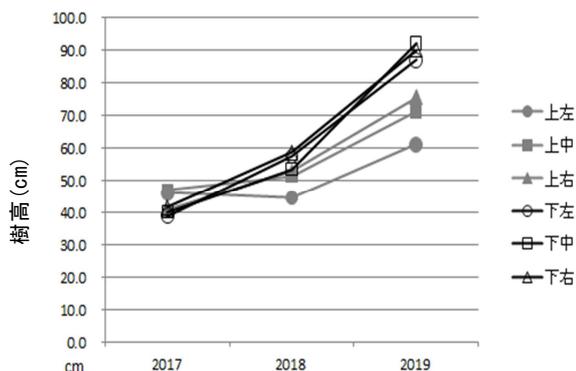


図2 樹高(平均)

※ 異なるアルファベットは有意差(5%水準)を示す

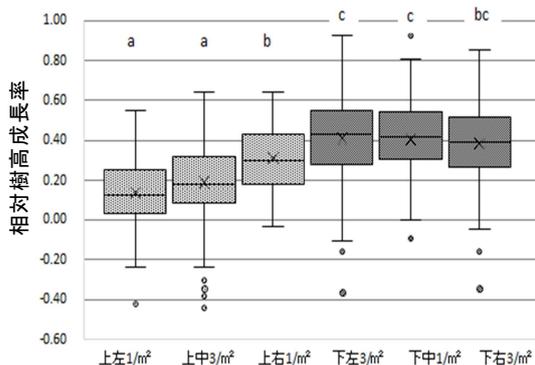


図3 相対樹高成長率

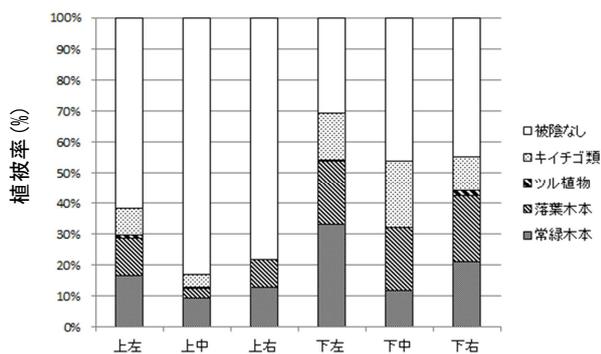


図4 雑草木との競合状況

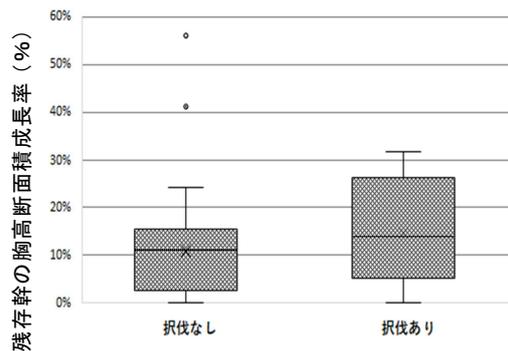


図5 択伐の有無と残存幹の胸高断面積成長率

表1 択伐の有無と残存幹の成長と伐根からの萌芽

区分	平均択伐率	成長率	個体数 a	萌芽個体数 b	萌芽率b/a	萌芽本数	萌芽本数/萌芽個体
択伐あり	48%	18%	16	14	88%	61	4.4
択伐なし	0%	12%	41	12	29%	23	1.9

※ 成長率は幹の胸高断面積合計より算出、 択伐率は択伐した幹の胸高断面積合計/択伐前の個体の胸高断面積合計

■今後の計画

次年度は、これまでの調査に加え、本年度に新たに設置した放置林での樹下植栽について1年後の状況を把握する。また、択伐区は本年度の結果を踏まえ、択伐強度と残存幹の成長との関係や萌芽枝の成長について調査を行う。

食用きのこ栽培技術確立に関する研究

(フクロタケ栽培技術の開発)

森林経営課：和食敦子・黒岩宣仁・渡辺直史

■目的

フクロタケは中国料理やタイ料理などに利用され東南アジアで多く食されている食用きのこだが、生のフクロタケは保存期間が短いため国内流通が少ない。しかしながら、県内の中華料理店で生のフクロタケを利用したいという声があり、シイタケ栽培の農閑期である夏場に栽培したいという要望もあった。

そこで、本研究はフクロタケを高知県の中山間地で栽培することを目的とし、本年度は子実体の発生が可能な温度の特定、家畜糞堆肥の利用についての検証およびビニールハウスを利用した発生試験を実施した。

■内容

1) 発生温度域の調査

フクロタケが発生可能な温度域を特定するため、室内で発生試験を実施した。培養が完了したフクロタケ菌床を発生室内で温度 30℃、湿度 90%以上の条件下で1週間置いたのち、30℃以下に温度を下げて子実体発生の有無を確認した(図2)。

2) 家畜糞堆肥の利用についての検証

栽培用培地に家畜糞堆肥が利用可能か検証するため、家畜糞堆肥を異なる割合で添加した培地を作成し(表1)太口試験管に詰め、殺菌(121℃、60分)した後、フクロタケ菌糸を培養して菌糸生長速度を比較した。

3) ビニールハウスを利用した発生試験
上記の試験結果を踏まえた条件で、ビニールハウス内での栽培の可否について調査



図1 フクロタケ子実体(幼菌)



図2 室内発生試験の状況

表1 家畜糞堆肥の培地添加割合

試験区	体積比(%)			調整後含水率
	家畜糞堆肥	モミガラ	コットンハル	
1	0%	67%	33%	70%
2	25%	50%	25%	
3	50%	33%	17%	
4	100%	—	—	

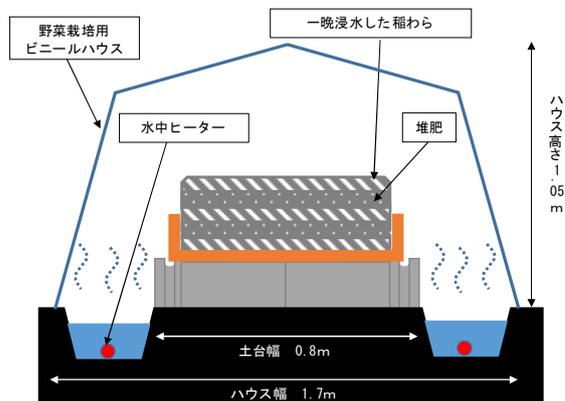


図3 堆肥設置状況

した。一晚浸水した稲わらと家畜糞堆肥（体積比約 40%）を層状に積み上げ菌床培地とした（図 3）。堆肥の周りに掘った溝に水を溜め、水中ヒーターを投入して培地温度が 30℃付近になるように加温・加湿し、菌床と溝を覆うようにビニールハウスを設置した。設置が完了した菌床培地にフクロタケ種菌を接種し、培地内温度を記録して子実体発生の有無を確認した。

■成 果

1) 発生温度域の調査

20℃以下では子実体が発生しなかったが、25℃以上では温度を下げてから約 28 日以内に発生を確認した。以上のことから、フクロタケの栽培には 25℃以上の温度が必要であると考えられた。15℃の温度条件下に 30 日間置いた菌床を 25℃条件に置くと子実体が発生したが少なかったことから、低温は子実体発生を阻害し発生量が低下する原因になると考えられた。屋外で栽培する場合は 25℃以上の気温を一定時間確保出来る時期に栽培し、屋内で栽培する場合は空調設備を備えた施設で栽培する必要がある。

2) 家畜糞堆肥の利用についての検証

フクロタケ菌糸の生長が最も良かった堆肥の割合（体積比）は、50%であった（図 4）。堆肥 100%は、25%添加と 50%添加よりも菌糸生長が悪くなる傾向が見られた。25%添加と 50%添加の間に有意な差が無かったことから、培地への添加量は 25%以上 50%までが適当だと考えられた。家畜糞堆肥を培地に加える事でフクロタケの菌糸生長が良くなる事が分かった。

3) ビニールハウスを利用した発生試験

4 回の試験のうち 1 回の試験において接種から 25 日後にフクロタケ子実体の発生を確認した（図 5）。2016 年に実施した稲わら堆肥菌床の発生試験では菌床体積あたりのフクロタケの収量が 638.00g/m³ だったが、今回の稲わらと家畜糞堆肥使用の菌床では 947.86g/m³ に増加した。

■今後の課題

依然として発生量と発生回数が少ない。栽培普及するには今後も菌床培地の改良が必要である。

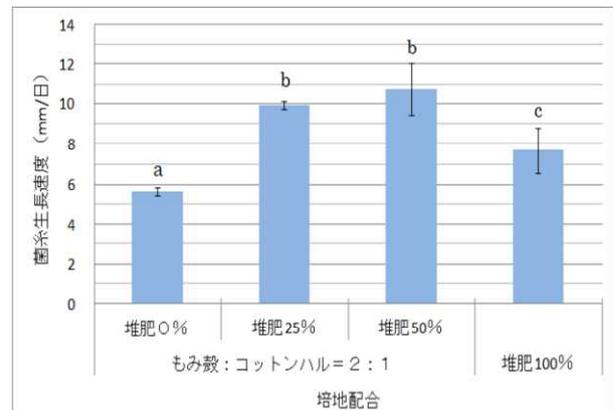


図 4 堆肥の配合割合と菌糸生長速度の関係
棒グラフの高さは各割合での平均値を
エラーバーは標準偏差を示す。

a, b, c 異符号間に統計的な有意差あり。



図 5 堆肥培地からの子実体発生

サカキ・シキミの栽培技術向上に関する研究

(サカキを加害するオビヒメヨコバイ族の一種に対する防除薬剤試験)

森林経営課：藤本浩平・黒岩宣仁・渡辺直史

■ 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。サカキは国産品の代替となっていた中国産品の価格上昇もあり、市場ではより品質の高い国産品の需要が高い。サカキは人工林下での栽培に適しており、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。

近年、サカキの葉に白い斑点状の吸汁痕を発生させる加害がみられ(図1)、体長4mm程度のオビヒメヨコバイ族の一種(*Stictotettix cleverae*: 図2、3)による被害であることが判明している。そこで、薬剤による防除効果試験を行った。



図1 サカキ被害葉
(左：表面 右：裏面)



図2 成虫



図3 幼虫

■ 内容

浸透移行性粒剤であるダイリーグ粒剤(アセタミプリド1.0%)を試験薬剤とした。防除効果を評価するために試験薬剤区を2区(薬剤区①:12g/m²、薬剤区②:30g/m²)、薬害を評価するために倍量薬剤区(60g/m²)、対照として無処理区の計4区について3反復で薬剤散布試験を行った。各区とも1.5m×1.5m=2.25m²で設定した。

事前に、薬剤区①、薬剤区②、無処理区において、1m程度の高さの枝を供試木1本あたり4枝選び、被害葉を除去して無被害葉10枚を有する枝をナイロン製ネットで被覆した。

令和元年9月28日に、薬剤を供試木の株元に各区の規定量で散布し、40/m²の水(水高換算で4mm)を散水した。薬剤区①、薬剤区②、無処理区の各1枝の網の中に成虫を10頭放虫し、放虫7日後に生存虫数を調査した。薬剤散布7日後および14日後にもそれぞれ別の網内に1枝あたり10頭を放虫し、7日後に生存虫数を調査した。

供試虫の採取および試験は、高知県香美市土佐山田町の森林技術センター構内のサカキ植栽地(標高約40m)で行った。

薬剤による殺虫効果は、薬効・薬害試験研究の手引き(日本植物防疫協会2011)を元に、放

虫7日後に各区の枝当りの生存虫数を計測し、処理区の補正密度指数（処理区の生存虫数と無処理区の生存虫数の比）を次式により計算し、評価した。

$$\text{補正密度指数} = (\text{処理区の〇日後密度} / \text{処理区の散布前密度}) \times (\text{無処理区の散布前密度} / \text{無処理区の〇日後密度}) \times 100$$

薬剤による葉の被害防止効果は、成虫を放虫した網内の葉の吸汁被害痕（白点）数を測定して評価した。薬害は、薬剤区①②および倍量薬剤区で供試木の薬害の有無を評価した。

■ 成果

各薬剤区の補正密度指数から防除効果の実用性について判定を行ったところ、薬剤区①では、30前後で推移し、7日後放虫と14日後放虫では10～30で「効果はある」という判定であった（図4）。当日放虫および21日後放虫では30～50で「効果は認められるが、その程度は低い」という判定であった。薬剤区②では、薬剤区①より低い値を示し、当日放虫、7日後放虫と14日後放虫では「効果はある」という判定、21日後放虫では「効果は認められるが、その程度は低い」という判定であった。散布から約1ヶ月間の薬剤による殺虫効果が確認された。

葉の吸汁被害は、無処理区では、放虫から1週間で25点/葉程度みられた（図5）。薬剤区は①②とも、無処理区と比較して低い値を示していた。吸汁時に樹体内の薬剤によって供試虫が死亡したことで被害軽減効果がみられた。

各試験区とも落葉・変色・樹皮異常等の薬害は確認されなかった。

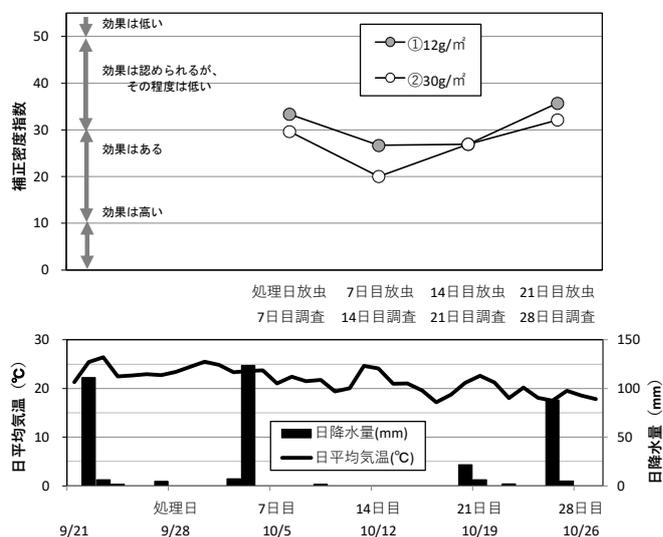


図4 薬剤区の殺虫効果（補正密度指数）

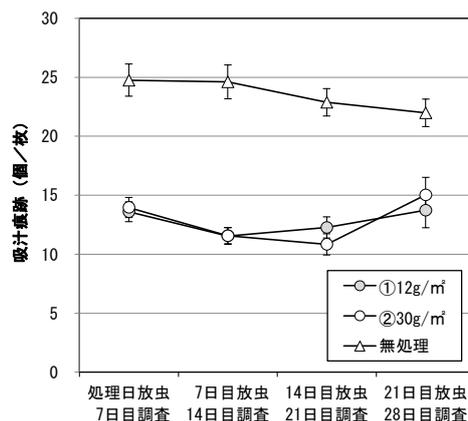


図5 葉の吸汁被害痕数

■ 今後の計画

近年に分類された昆虫であり、生態について不明なところが多い。本県における被害状況とともに発消長などを明らかにし、適切な防除方法を検討して普及へつなげる。

※本報告書発行日現在、サカキのオビヒメヨコバイ族昆虫に対するダイリーグ粒剤の適用拡大が製造者により申請中である。使用に際しては、農薬登録を確認する必要がある。

林業技術の普及（企画支援課）

1 人材育成、研修業務

（1）林業技術職員等

県林業技術職員として求められる知識や基本的な能力に加え、それぞれの専門に応じた業務上必要となる技術力を身につけることを目的として、研修会（林業技術職員 基礎研修、特用林産研修、ドローン活用基礎研修、経理研修、チェーンソー研修（特別教育、補講））を実施しました。延べ23日、227名が受講しました。



（2）林業事業者等

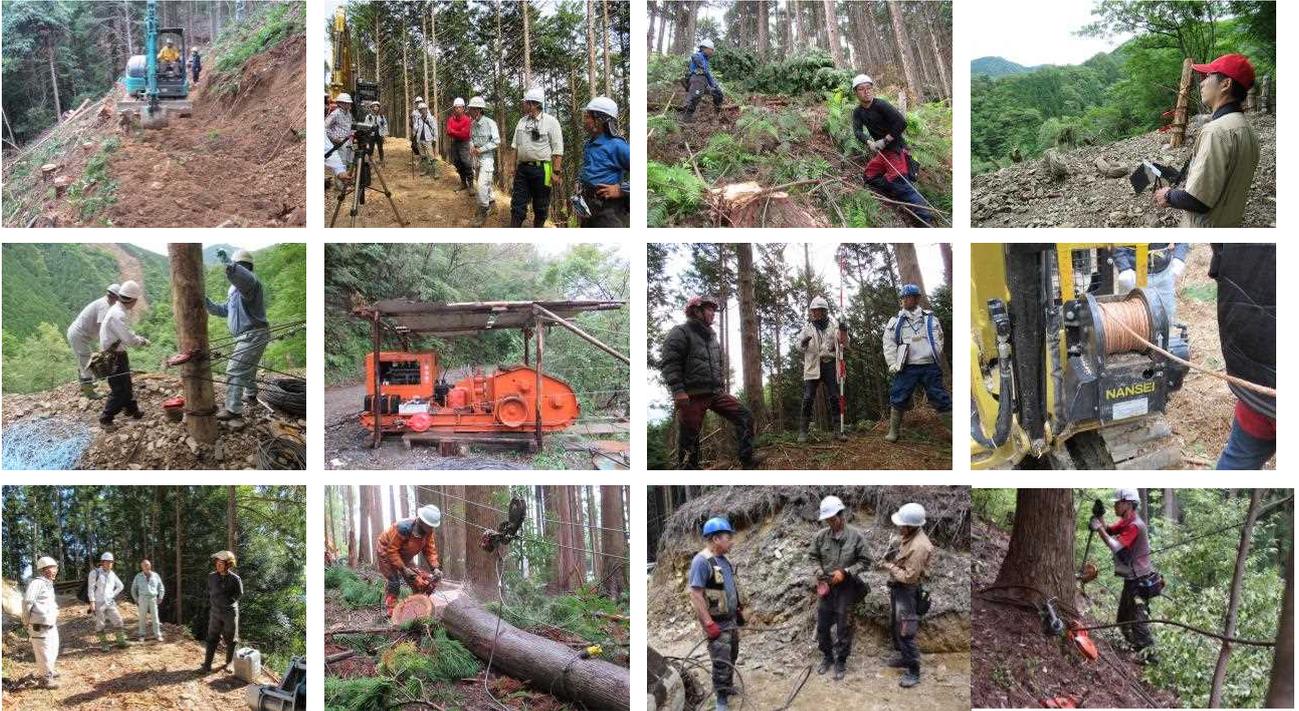
県内の林業事業者等の現場技能者等の育成を目的として、緑の雇用集合研修(座学:6日)、森林施業プランナー育成研修(一次研修:3日)、架線作業主任者講習(実技:7日)、高度架線技能者育成研修(座学・実習:5日)などを実施しました。延べ21日、151名が受講しました。



2 普及指導業務

(1) 森林組合の生産性向上

本課及び出先林業事務所と森林技術センター職員で構成される支援チームを中心として、森林組合の生産現場における生産性向上などについて支援しています。本年度は 13 組合を対象に、管理職員だけでなく現場技能者を交えた話し合いを通じて、課題に対する共通認識を持っていただくことを意識しながら、実際に現場を確認し、改善の指導や提案を繰り返して、生産性向上の支援を延べ 24 日実施しました。



(2) 林業普及指導事業外部評価会

各林業事務所に配置されている林業普及指導員の活動成果等について、外部評価委員による客観的な評価を受け、将来の普及指導活動の改善に結びつけるため、令和2年2月7日(金)に外部評価会を実施しました。

評価の結果、幡多林業事務所が最も優秀と評価され、同事務所は令和2年度林業普及指導職員中国・四国ブロックシンポジウムにおいて、高知県代表として活動内容を報告することになりました。



森林技術センターこの1年

1 ドローン (unmanned aerial vehicle、UAV) 活用ための研修

県職員が森林調査や災害調査など行う際にドローン (UAV) が活用できるようにするため、令和元年7月29日(月)に森林技術センターと県立甫喜ヶ峰森林において、操作方法や関係法令などの基礎知識を学ぶ研修を開催し、13名が受講しました。

参加者の関係法令への理解が進むとともに、操作実習では、参加者の操作体験が進むにつれ、目に見えて操作が上達しました。



2 「ヒノキ CLT による屋根構造」公開実験

令和元年9月13日(金)に当センターが取り組んでいるヒノキの新たな用途開発の一環として、「ヒノキ CLT による屋根構造」の公開実験を開催しました。

ヒノキの意匠性と優れた強度性能を併せ持つ、全国初の試みであるヒノキ CLT パネルの用途、性能が広く伝わるよう、建築設計・木材産業の企業や国・県・市町の行政関係者の方々28名に参加していただきました。



3 高知県林業試験研究外部評価会

令和元年9月20日(金)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、「ウバメガシ林の再生に関する研究」、「竹林の有効利用に関する研究」、「高知県産ヒノキの効率的利用に関する研究」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。



4 第2回 もくもくエコランド 2019 森林環境学習フェア

森林保全への参加の促進や木材利用が森林の再生に寄与することを広く県民に理解していただくため、高知県ともくもくエコランド実行委員会の主催により「第2回もくもくエコランド 2019 森林環境学習フェア」が、10月26日(土)、27日(日)に高知市中央公園で開催され、当センターも出展しました。

当センターは、H型集材架線の仕組みがわかりやすく学べる「森のUFOキャッチャー」の体験コーナーやパネル展示を行いました。



5 森林技術研究成果セミナー

令和元年11月13日(水)に、森林・林業・木材産業関係者や林業普及指導員等を対象にしたセミナーを高知城ホールで開催し、56名が受講しました。

「大型製材工場に対応した原木の供給と皆伐後の更新推進に関する研究」、「住宅における厚板の用途開発に関する研究」、「高知県産ヒノキの効率的利用に関する研究」の口頭発表などを行い、研究成果の内容や活用方法等について解説しました。



6 WOOD コレクション (モクコレ) 令和元年

令和元年12月10日(火)～11日(水)に日本各地と東京都が連携した木材製品展示会「WOOD コレクション (モクコレ) 令和元年」が、東京都主催で全国41都道府県の木材関係事業者・団体等が参加し東京ビッグサイトで開催されました。

高知県関係では、土佐材流通促進協議会・高知県木製品工業連合協同組合・協同組合ドライウッド土佐会・四万十ヒノキブランド化推進協議会等が出展し、当センターも土佐材の流通・販売の支援を行いました。



令和元年度 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 16 件
音 響 性 能	2	うち県内企業 1 件
製 品 性 能	13	うち県内企業 13 件
木 質 エ ネ ル ギ ー	0	うち県内企業 0 件
水 質 分 析	2	うち県内企業 2 件 渓流水、地下水
そ の 他		うち県内企業 件
設 備 利 用	9	うち県内企業 7 件

■ 技術相談・指導

区 分	件数 (件)	人数 (人)	備 考
森 林 経 営	1	3	現場管理等
森 林 管 理	3	3	森林施業等
育 苗 ・ 育 種	9	18	コンテナ苗等
森 林 保 護	41	70	獣害、病虫害等
緑 化	12	5	造園木の管理等
林 業 機 械	40	191	集材方法等
特 用 林 産	53	88	きのこ類、シキミ・サカキ、木炭等
製 材 ・ 乾 燥	54	71	乾燥施設等
木 材 利 用 (建 築)	69	88	木造住宅用部材等
木 材 利 用 (土 木)	11	13	土木工事用木製構造物等
木 材 利 用 (家 具 類)	19	40	木製家具等
木 質 バ イ オ マ ス	4	7	木質チップ、木質ペレット等
そ の 他	18	24	
計	334	621	

■ 公開試験

区 分	件数 (件)	人数 (人)	備 考
ヒノキCLT屋根構造公開実験	1	28	
土佐組子壁耐力試験	1	6	

■ 講師

研修等の名称	依頼主	件数 (件)	人数 (人)
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	11	190
木実構造設計(耐力壁試験実習)、材料実験・測量(梁曲げ試験)等	林業大学校	14	116
チェーンソー研修、シキミの植栽管理等	県(本庁・出先機関)	9	103
架線作業主任者研修、サカキ・シキミの防除等	その他	6	80
計		40	489

■ 委員

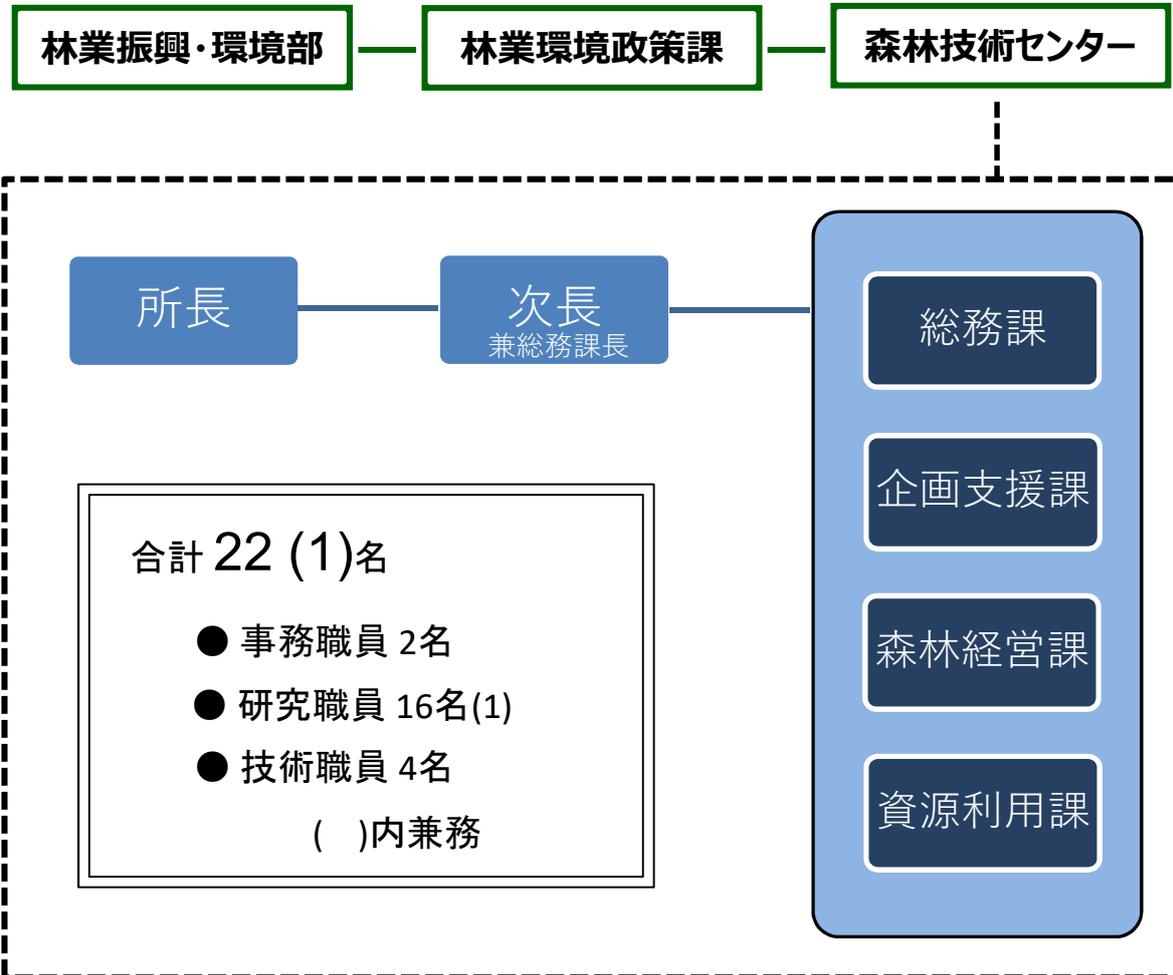
委員会等の名称	主催者	件数 (件)	備考
四国森林管理局技術開発委員会、香美市未来の森づくり委員会等	国・市町村等	10	
地形情報整備委託業務プロポーザル審査委員会等	県	5	
森林作業システム高度技術者育成事業に係る検討委員会等	その他	4	
計		19	

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
インターンシップ	高知大学、高知工業高等専門学校	1	3	
インターンシップ	幡多農業高等学校	1	21	
視察	教育機関・試験研究機関	5	103	
視察	その他	4	55	
計		11	182	

組 織 図



表紙の写真：ドローンを使った森林資源解析状況

この研究成果報告書についてのお問い合わせ先

高知県立森林技術センター

〒782-0078 高知県香美市土佐山田町大平80

T E L 0887-52-5105 F A X 0887-52-4167

E-mail 030102@ken.pref.kochi.lg.jp

U R L <https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030102>

※本誌から転載・複製する場合は、当センターの許可を得てください。