

No.67

September, 2025

ISSN 2187-2708

ANNUAL REPORT
OF
OITA PREFECTURAL AGRICULTURE,
FORESTRY AND FISHERIES RESEARCH CENTER
FORESTRY RESEARCH DIVISION
Arita, Hita, Oita, Japan

令和 6 年度
林業研究部年報
第 67 号

大分県農林水産研究指導センター林業研究部

大分県日田市大字有田字佐寺原35

目 次

I 試験研究

〔育種・育林の技術開発〕

疎植造林による育林施業体系の開発 2

循環型林業の確立に向けた高精度なスギ人工林適地判定マップの構築 6

低コスト循環林業の確立に向けたコウヨウザンの苗木生産・育林技術等の調査・研究 12

－ コウヨウザンの優良系統候補木 5 系統における萌芽状況 －

〔県産材の需要拡大〕

スギ心去り構造用製材等の品質に関する研究 17

－ 心去り正角材の曲がり抑制（第 2 報）－

スギ心去り構造用製材等の品質に関する研究 21

－ 心去り正角材の曲がり抑制（第 3 報）－

スギ心去り構造用製材等の品質に関する研究 27

－ 9 丁取り及び 4 丁取り心去り正角材の強度 －

大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発 34

－ スギ 3 丁取り平角材の乾燥試験 －

県産スギ大径材の利活用に関する研究 38

－ フォーバイ材等の性能評価 －

II 関連事業

エリートツリーの原種増産技術の開発事業のための調査等委託業務 (受託)	46
スギ雄花着花状況調査委託事業 (受託)	48
早生樹プロモート林調査	50
種子発芽鑑定調査事業	54
県営採種園・採穂園管理事業	55
標本見本園並びに構内維持管理事業	56

III 研究成果の公表

IV 研修・普及等

V 技術指導・支援等の活動

VI 予算

VII 職員配置

和暦				西暦
平成	30	年	—	2018 年
平成	31	年	—	2019 年
令和	元	年	—	〃
令和	2	年	—	2020 年
令和	3	年	—	2021 年
令和	4	年	—	2022 年
令和	5	年	—	2023 年
令和	6	年	—	2024 年

I 試験研究

疎植造林による育林施業体系の開発

令和2年度～令和6年度
森林チーム 松本 純

1. 目 的

森林資源と林業経営の持続性を確保するためには、価格及び生産性の向上、低コスト化等により林業経営の効率化を図ることが重要である¹⁾。大分県では課題解決に向け、従来主流だった2,500～3,000本/ha程度の植栽密度を2,000本/ha以下に減らす疎植造林（低密度植栽と同義）を実施することで造林経費を削減する取組を進めてきた。

現在は更なる低コスト化に向けて、1,500本/haを下回る植栽密度についても検討を進めているところだが、全国的にも事例が少なく、樹冠閉鎖の遅れによる植栽木及び競合植生への影響が明らかになっていない。これを受け、植栽本数の低密度化による影響を明らかにすることを目的として本研究課題で5か年に渡って試験を実施したので、その成果を報告する。

2. 本研究で得られた成果

1) 初期成長の違い及び下刈回数に与える影響

疎植造林における初期成長の違いや品種間差の把握を目的として、標高350m、大分県杵築市に位置する超疎植モデル林にて検証を行った。本モデル林は令和2年2月に図-1の配置で異なる密度（1,000、1,500、2,000、3,000本/ha）で特定苗木を含む多様なスギ品種及びヒノキが植栽された密度試験林である。調査は各年成長休止期に行い、令和6年度は12月24日に樹高と根元径を計測した。

1～4年目における植栽密度別での成長比較の結果、並びに各品種における成長の違いは過去の年報で報告している^{1)～4)}。5年目の植栽密度別の平均樹高を図-2に示す。5年目における傾向は1～4年目と同様の結果を示し、スギ・ヒノキ共に2,000本/haが最も成長が良かった。密度と初期成長の相関関係は確認

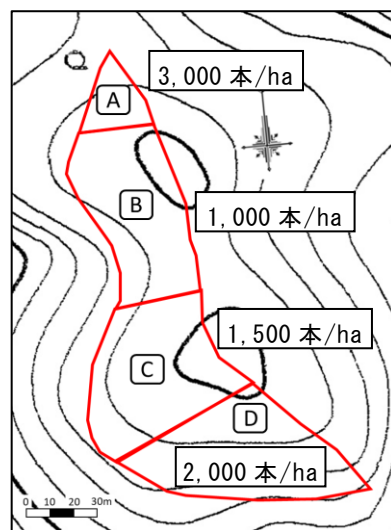


図-1 モデル林の植栽配置

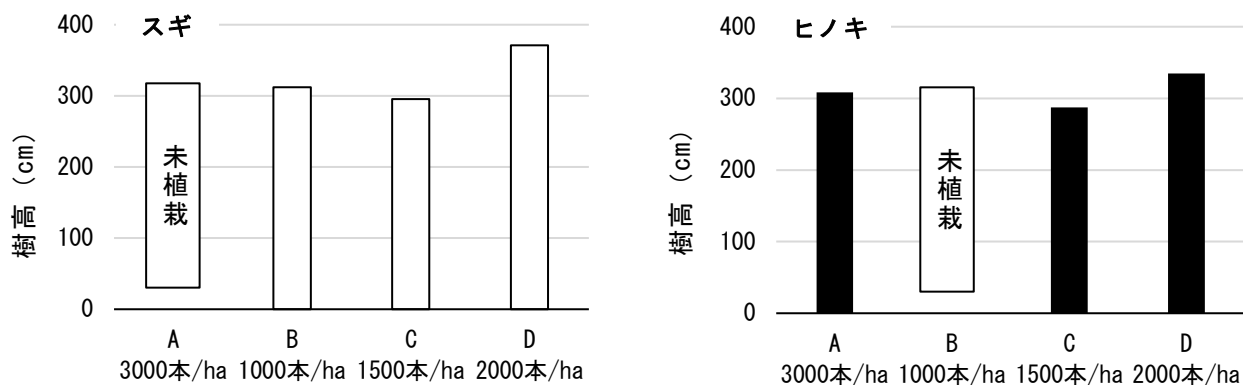


図-2 スギ（左）及びヒノキ（右）の植栽密度別樹高

されなかったことから、植栽密度ではなく斜面方位等の地形による影響が主要因と考えられた。今回の結果に加え、一般的に樹高成長は植栽密度の影響をほとんど受けず、過去の事例でも初期成長への影響はないとする報告があるため、疎植造林において初期成長への影響はほとんどないことが示唆された。

施業の低コスト化は林業において喫緊の課題であり、特に下刈回数の削減に関する議論は国内でも盛んである。下刈の主目的は植栽木の成長を阻害する雑草木を除去することだが、目的の達成が可能かつ最小限の下刈回数に関する知見が整理されつつある。近年では植栽木と競合植生との関係から下刈の実施を判断するという考え方が主流となっておりこの考え方に基づくと、競合植生の樹高が植栽木樹高を超えた時に下刈が必要となる⁵⁾。植栽密度を落としても初期成長の樹高差が生じないことを踏まえると、疎植造林における下層植生との競合状態も同様と考えられ、植栽密度の低減は下刈回数の増と関連しないと考えられた。

2) 樹形及び節への影響

令和5年度の試験で異なる植栽密度(1,500、3,000本/ha)間で樹形及び節の状況を比較した⁴⁾。

樹幹解析の結果では、樹冠閉鎖後の直径成長に違いが見られ、閉鎖の早い高密度林分では直径成長が早く衰える傾向が認められた⁴⁾。4mごとに玉切り後、元口と末口の径を計測し、(元口径－末口径)/元口径で示す細り率(4m括約)を計算した。その結果を図-3に示す。細り率と密度間には相関関係が示されず、少なくとも1,500本/haではうらごけになりやすい傾向は確認できなかった。

異なる植栽密度で植栽した試験地から採材し、節の数及び大きさを比較した結果、材長1mあたり節が2～3個多く、直径が平均で2～3mm大きくなった⁴⁾。ただし、試験を行った3,000本/haは無間伐という条件のため、現実林分ではこの結果よりも小さな差となる可能性が高い。また同試験地で強度測定を行ったところ、密度よりも品種の方が木材強度に与える大きいという結果が得られている⁶⁾。以上から、1,500本/haの植栽密度においては樹形や節への影響は軽微である可能性が高いと考えられた。

一方で、孤立木環境や林縁では枝が多く残り、その結果うらごけになると言われており、このことはパイプモデル理論⁷⁾、⁸⁾で実証されているほか、ヒノキでは1,000本/haで強度が低下するという報告もある⁹⁾など更なる低密度では負の影響が高まる可能性があるため、今後も詳細な検討が必要である。

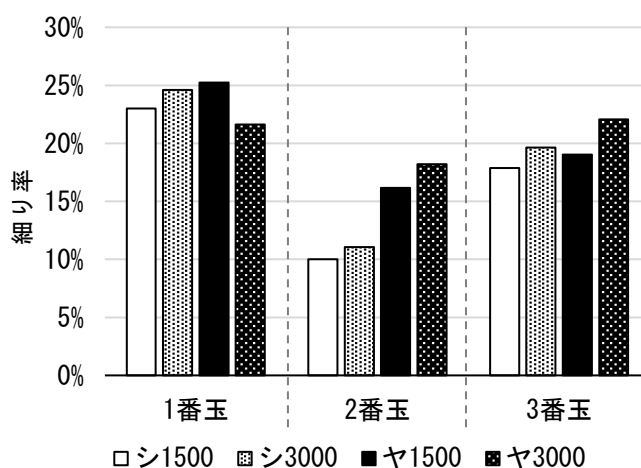


図-3 条件別4m丸太の細り率
シ：シャカイン、ヤ：ヤマグチ、数字は植栽密度をそれぞれ示す。
例：シ1500・・・シャカイン1500本/ha

3) シミュレーション及び施業体系の提案

これまでの研究成果を踏まえて再度作成した施業体系並びにコスト試算を図-4に示す。今回の施業体系における条件設定は令和3年度に示した施業体系案²⁾と同様だが、間伐の取扱いについては7齢級以降の間伐を搬出間伐としている。

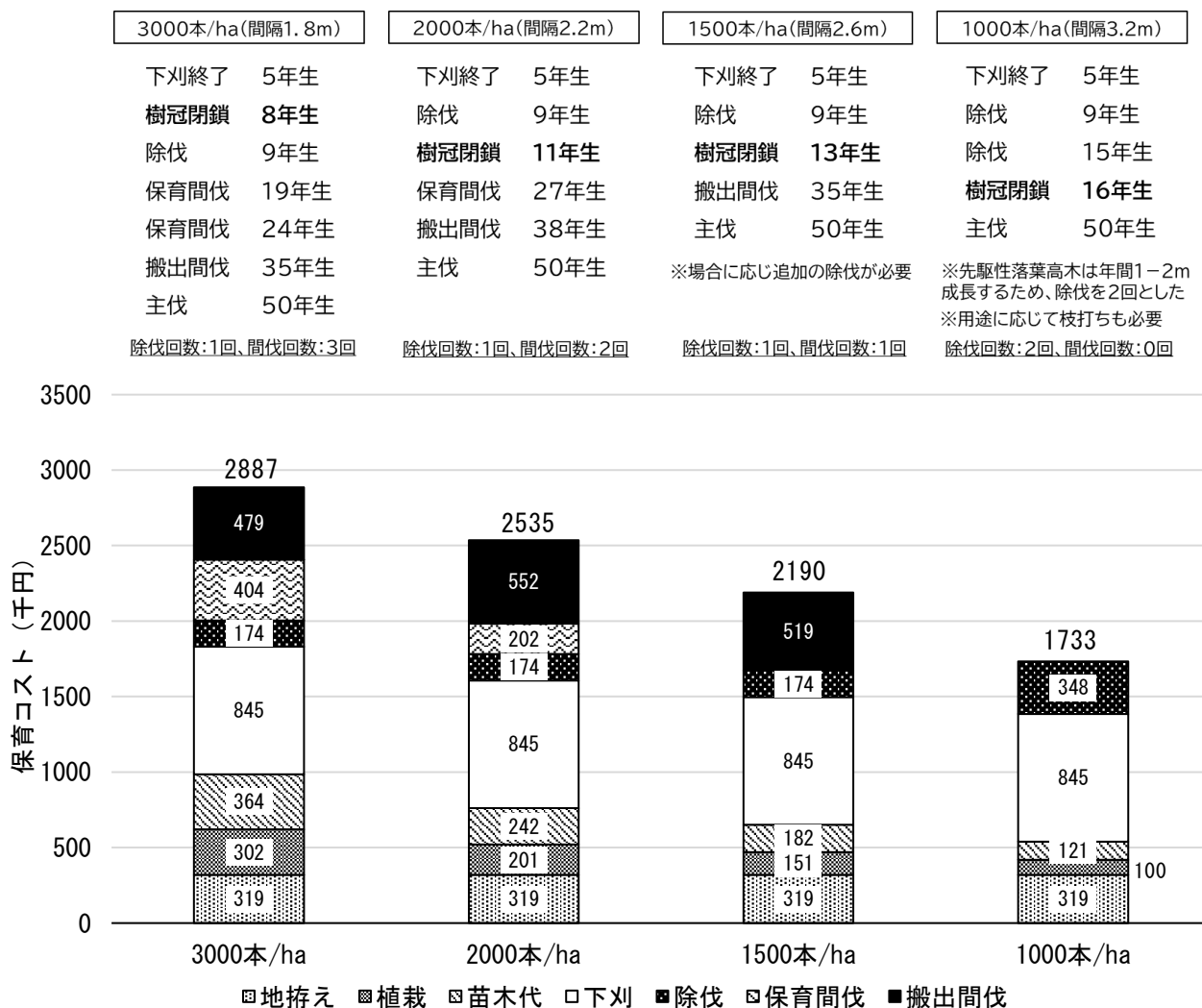


図-4 疎植造林における施業体系並びにコスト試算

※1 設定条件：地位2.0、下刈回数5回、 $R_y=8.0$ で7.0になるよう間伐（7齢級以上は搬出間伐）、50年生で主伐

※2 R6年度4期標準単価表（基礎単価）から試算

※3 シカ柵設置費、運搬費は除外、搬出間伐に伴う販売収入は加味していない

植栽密度を下げるほど樹冠閉鎖が遅れ、下刈完了から期間が空くため、除伐及びつる伐りが増加するケースが増えることが想定される。特に1,000本/haでは下刈終了から11年もの期間が空くことから、除伐を1回行っただけでは侵入した先駆性落葉高木に樹高が追いつかれるため複数回の除伐が必要になる可能性が高い。その一方で、間伐回数は植栽密度を下げるほど回数が減り、1,000本/haでは無間伐で伐期に到達する結果となった。

図-4にて示したコスト計算の結果では、保育コストの総額は植栽密度を下げるほど減となった。内訳として、植栽に係る苗木代及び労務単価の低減に加えて間伐回数の減が低コスト化に寄

与している。植栽の低密度化により、除伐が増となる分のコストは増えるものの、差し引きでコストの総額は減となる。ただし、今回は販売収入を加味していないため、搬出間伐に係る収入でコストの減少幅は小さくなると考えられた。

3. まとめ

植栽密度を下げるほどコスト低減効果が大きいという結果が得られ、少なくとも 1,500 本/ha までは樹形や節への影響も軽微だと考えられた。一方でそれよりも低密度の植栽においては樹形や節への影響が発生する可能性がある点に注意が必要である。また、植栽間隔が広い低密度林分では少数の枯損でも大きな空間が発生してしまう点も検討の余地がある。1,000 本/ha では植栽間隔が 3.2m 程度であり、枯損木が発生すると長期間樹冠が閉鎖しないため、単位面積ベースの収量にも影響を及ぼす可能性が想定される。

疎植造林はコストの省力化が実現できる一方で注意すべき点も多く、どのような林分でも低密度で植栽すればいいとは言えない。このため植栽にあたっては、競合する植生タイプや獣害等による潜在的な枯損リスクや目標とする材質等を勘案しながら植栽密度を選択する必要がある。

引用文献

- 1) 松本純：令和 2 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報, 2-7 (令和 3 年)
- 2) 松本純：令和 3 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報, 2-9 (令和 4 年)
- 3) 松本純：令和 4 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報, 2-4 (令和 5 年)
- 4) 松本純：令和 5 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報, 2-7 (令和 7 年)
- 5) 山川博美ほか：スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響, 日本森林学会誌 Vol. 98, 241-246 (平成 28 年)
- 6) 津島俊治・古賀信也・小田一幸・白石進：スギさし木品種の成長と木材性質へ及ぼす植栽密度の影響, 日本木材学会誌 Vol. 52 No. 4, 196~205 (平成 18 年)
- 7) Shinozaki, K., Yoda, K. et al. (1964a) A quantitative analysis of plant form. Japanese Journal of Ecology, 14, 97-105
- 8) Shinozaki, K., Yoda, K. et al. (1964b) A quantitative analysis of plant form. Japanese Journal of Ecology, 14, 133-139
- 9) 広島森林管理署：低密度植栽で造成されたスギ・ヒノキの標準伐期齢を超えた林分の林分構造及び材質（幹形・強度）調査結果について, 平成 28 年度国有林野事業業務研究発表会・森林技術部門 (平成 28 年)

循環型林業の確立に向けた高精度なスギ人工林適地判定マップの構築

令和 6 年度～令和 7 年度
森林チーム 松本 純

1. 目 的

林業の低コスト化及び CO₂ 吸収源対策等を目的として、林野庁では令和 3 年度に間伐特措法を改正し、成長に優れた苗木（特定苗木）のポテンシャルを効率よく発揮させるために「植栽に適した区域」を設定する制度が創設された¹⁾。スギの植栽適地について、一般的に温暖な気候を好み、谷地形や斜面下部で成長が良いことは知られているものの、県内全域の生育適地が一目で識別可能な高精度のマップは全国的にも作られていない。

近年、解析技術の進歩により全国的に航空レーザ測量データと AI 等の技術を活用した地位（土地の生産力を表す指標）等の解析研究が進んでいる。立地条件（気象、地形など）と樹高の関係を学習させることで、GIS 上で適地を判定する高精度な手法に関する先行研究も行われている²⁾。大分県では航空レーザ計測（計測密度 4 点以上/m²）が行われた地域が民有林全体の 76%を占めるなど、データ解析が可能な環境を有することから、先行研究を参考にして植栽に適した区域を可視化する適地判定マップの構築を試みた。

今回はマップ化にあたり精度を高めるための手法確立に向けて、学習対象やスケールの違いが推定精度に与える影響について検討したので報告する。

2. 方 法

1) データ処理

今回作成する「適地判定マップ」は地形及び気象データ、林齢等（以下、特徴量と記す）から推定した 40 年生平均樹高（地位）を 25m メッシュで示したマップである。県内全体のマップを作成する前段階として、大分県玖珠郡玖珠町（以下、玖珠町と記す）のマップを作成した。

玖珠町は大分県中西部の内陸に位置し（図-1）、標高 1,000m を超える山地を擁する。県内では比較的冷涼な気候で、山間部は降水量が多い。隣接市の日田市と同様、林業が盛んな地域である。

玖珠町のマップ作成にあたり、各種特徴量と樹高の関係を学習させる必要があるため、以下のデータ処理を行った。

(1) スギ林冠高メッシュデータの調整

別府市、由布市、大分市、津久見市、姫島村を除く 13 市町の航空レーザ測量データ（4 点/m²）



図-1 大分県全域図
斜線部は DCHM 未作成の区域を示す。

を用いた（図-1）。点群データを25mメッシュのDCHM（林冠高モデル；メッシュ内の平均樹高を示す）に変換した後、林相区分図と重ねることでスギの樹高データを抽出し、県の収穫表に照らして外れ値の棄却（上限：99%水準、下限：95%水準）を行った。

（2）特徴量抽出

今回の機械学習において活用した特徴量は表-1のとおりである。気象データは国土数値情報³⁾及びWorldCLIM⁴⁾から取得した。地形情報は国土地理院が公開している5mメッシュDEM⁵⁾を加工することで作成した。林齢は大分県が保有している森林計画図から、地質はシームレス地質図⁶⁾から、HANDは環境省生物多様性センター⁷⁾から取得したものを25mメッシュに加工した。DCHMの各メッシュに各種特徴量を対応させ、機械学習に用いた。

表-1 使用した特徴量

カテゴリ	特徴量
気象	降水量、最高気温、日射時間；各1, 4, 7, 10月、WI（暖かさの指標）、PRS（夏季降水量）、PRW（冬季降水量）、TMC（最寒月平均気温）
地形	傾斜、斜面方位、集水面積、TWI（土壌湿潤係数）、粗度、TPI（地形的位置指数）、TRI（地形起伏指数）、PISR（潜在的入射太陽放射量）、TVF（地形視認率）、SVF（空視認率）、AVD（平均視認距離）；各25, 50, 100mメッシュ、標高
その他	林齢、地質、土質、HAND（最近接水路鉛直距離）

（3）機械学習による樹高推定及びマップ化

玖珠町のスギDCHMを目的変数、各種特徴量を説明変数として機械学習による樹高推定モデルを作成した。棄却後の対象地データを80:20に分割し、前者を学習データ、後者をテストデータとして使用した。モデルはLightGBMを採用し、今回は過学習を抑えることを目的として反復回数を100回に設定した。先行研究^{1), 7)}に従い、バイアス補正を行った。学習林齢を40に固定した各種特徴量から40年生平均樹高を推定し、マップに反映させることで25mメッシュの適地判定マップを構築した。

2) データの精度検証

（1）玖珠町における精度検証

1)（3）で推定したテストデータにおける樹高を実値と比較することで精度を検証した。評価には、テストデータにおける推定値と実測値の相関係数（Spearmanの順位相関係数）を用いた。作成したマップについて並びに有効な特徴量を基にして、スギの高い成長が見込める条件について検討を行った。

（2）異なる学習スケールで出力されるマップとの比較

テストデータよりも広範囲を学習データとした場合の精度について検証した。検証用のテストデータは（1）と同様玖珠町である。スケールの異なる学習データの出力結果に対する影響について検証するため、①日田市、玖珠町、九重町の3市町 ②前処理で作成した13市町のデータをそれぞれ学習データとして用い、出力されたマップ及び精度について、（1）で作成したマップ学

習との比較を行った。なお、玖珠町のデータは 80:20 に分割し、前者を学習データに、後者をテストデータとして使用している。

(3) 対象地域外を学習データとして出力されたマップとの比較

全県下でマップを作成する場合、航空レーザ測量実施の有無等により、マップに大きな空白が生じるケースが想定される。対象と隣接する地域を学習データとして、対象地域のマップを作成することで空白部分を穴埋めした場合にどの程度の精度が見込めるかについて検証した。検証用のテストデータは(1)と同様玖珠町である。①日田市 ②九重町 ③宇佐市、中津市の2市 ④①～③の4市町のデータをそれぞれ学習データとして用い、出力されたマップ及び精度について、(1)で作成したマップとの比較を行った。

3. 結果及び考察

(1) 玖珠町における精度検証

玖珠町におけるスギ 40 年生平均樹高の推定値のマップを図-2に示す。推定精度は 87%と高い精度を示した。推定された樹高の範囲は 14.8～26.8mで、大分県収穫予想表⁹⁾の地位Ⅰ～Ⅲにおける樹高の範囲が 14.8～27.1mであることを踏まえると概ね良好な樹高の範囲を示した。重要度が高かった林齢以外の特徴量の上位5つを抽出すると、標高、PISR (50m)、10月最高気温、1月降水量、集水面積 (25m) だった。標高並びに最高気温は温度条件、PISRは光条件、集水面積並びに降水量は水分条件の指標である。今回の結果では、標高が低く、気温が高く、集水面積が広い谷地形で、降水量が多い、つまり温度条件と水分条件の良い場所で成長が良いことが確認された。

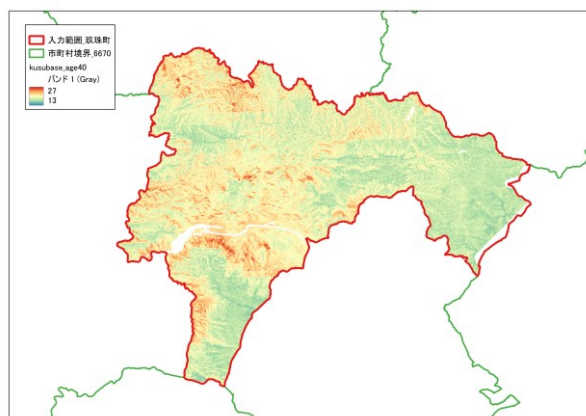


図-2 玖珠町のデータを学習した玖珠町の適地判定マップ

推定精度: $\rho=0.87$

樹高範囲: 14.8～26.8m

一般的に、植物の成長は光条件、水分条件に加え一定の温度が必要であり、玖珠町のような大分県内で比較的冷涼な地域では温度条件による影響が強いと考えられた。一方で、微地形における光条件については PISR の数値が低い、つまり光環境が悪いほど成長が良くなる傾向が確認された。日照条件が良い場所では地表面の蒸散が良く水分条件が悪化する傾向にあることが原因の一つである可能性も示唆されたが、詳細については今後も更なる検討が必要である。

(2) 異なる学習スケールで出力されるマップとの比較

①日田市、玖珠町、九重町の3市町を学習データとした場合の推定結果を図-3に示す。推定精度は 84%で、玖珠町単体を学習データとした場合よりも低下した。地位が高い場所、低い場所の推定については大きな差はなかったが、推定樹高の上限及び下限値が低下した。有効だった特徴量は標高、PISR (25m)、7月降水量、集水面積 (25m)、PISR (50m) と近い傾向だった。

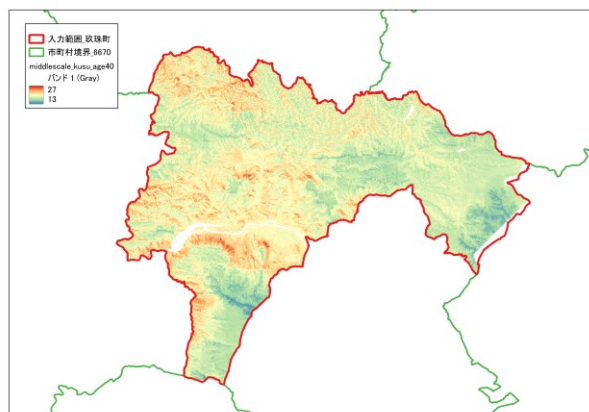


図-3 日田市・玖珠町・九重町のデータを学習した玖珠町の適地判定マップ

推定精度: $\rho=0.84$

樹高範囲: 13.8~25.9m

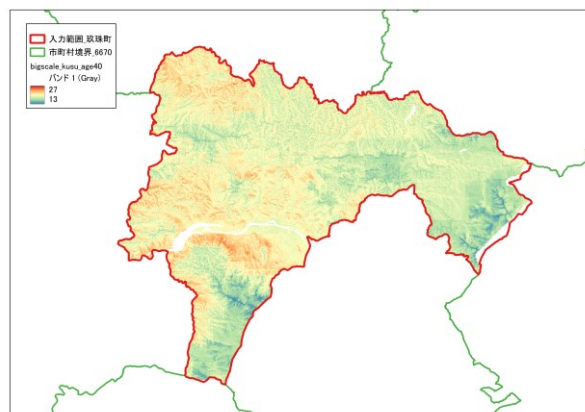


図-4 県内13市町のデータを学習した玖珠町の適地判定マップ

推定精度: $\rho=0.83$

樹高範囲: 13.0~24.5m

②大分市、別府市、由布市、津久見市、姫島村を除く13市町を学習データとした場合の推定結果を図-4に示す。推定精度は83%であり、先の3市町を学習データとした場合と同程度だった。地位の高低に関する傾向は大きな影響はなかったが、推定樹高の上限値及び下限値はさらに低下した。有効な特徴量は4月降水量、4月最高気温、標高、集水面積(25m)、10月降水量と水分条件及び気象条件に偏る傾向が見られた。

学習スケールを大きくするほど精度が低くなり、樹高推定の上限値及び下限値が低くなる傾向が確認されたことから、より精度の高いマップを作成する場合は学習スケールを下げる 것이望ましいと考えられた。

(3) 対象地域外を学習データとして出力されたマップとの比較

図5~8はそれぞれ①日田市、②九重町、③宇佐市及び中津市の2市、④①~③の4市町を学習データとした場合の推定結果である。各条件において推定精度は80~81%であり、精度は(1)(2)の玖珠町を学習データに含めた場合よりもさらに低下し、上限値が1~3m乖離した。地

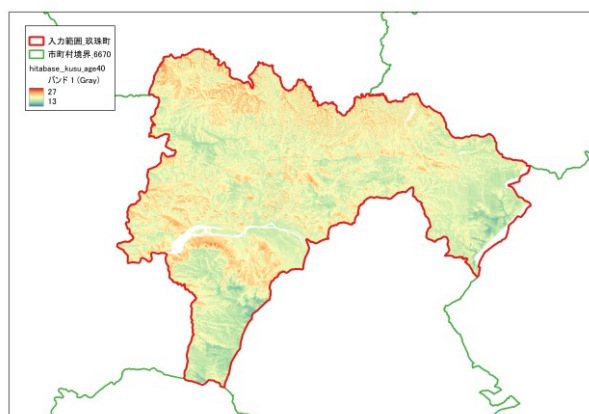


図-5 日田市のデータを学習した玖珠町の適地判定マップ

推定精度: $\rho=0.80$

樹高範囲: 16.1~23.5m

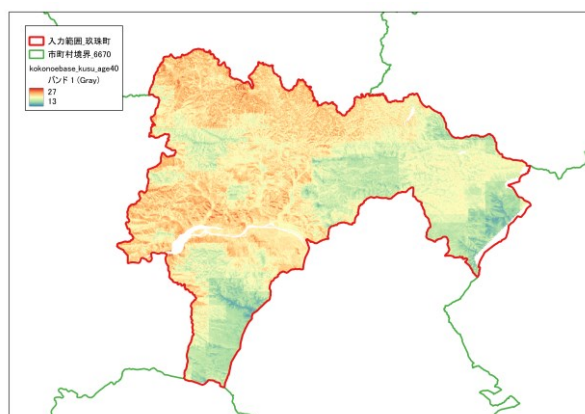


図-6 九重町のデータを学習した玖珠町の適地判定マップ

推定精度: $\rho=0.80$

樹高範囲: 14.0~25.8m

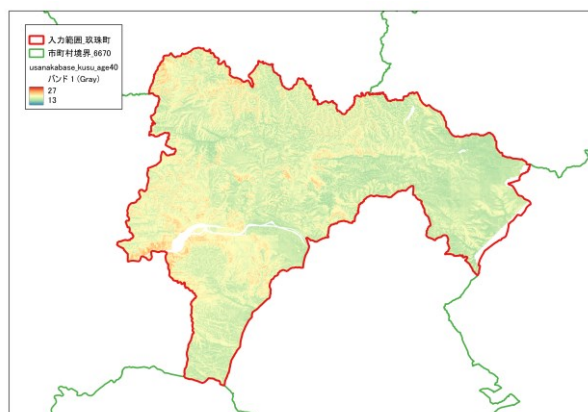


図-7 宇佐市・中津市のデータを学習した
玖珠町の適地判定マップ
推定精度： $\rho=0.81$
樹高範囲：15.2～23.4m

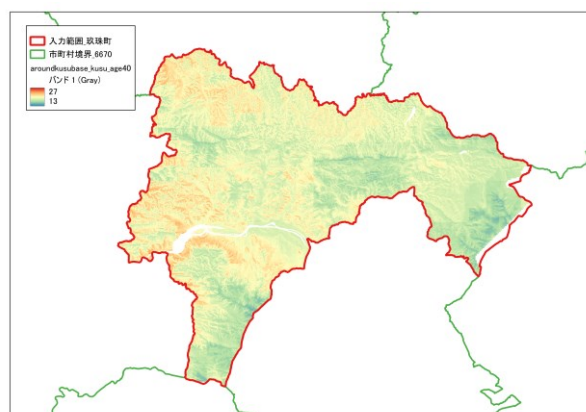


図-8 日田市・九重町・宇佐市・中津市の
データを学習した玖珠町の適地判定マップ
推定精度： $\rho=0.80$
樹高範囲：14.9～24.8m

位の高低の傾向（マップの濃淡）については、学習を行った地域から近い場所では比較的高精度だったが、離れるほど低下する傾向が②九重町、③宇佐市及び中津市の2市を学習データとした場合で確認された。①日田市、及び④玖珠町を囲う①～③の4市町を学習データとした場合は地位の濃淡は概ね再現できていた。

以上のことから、データのない地域において近傍地域の推定モデルを用いて外挿した場合、一定程度の精度は見込めるものの、境界から離れるほど精度が低下する場合があるため、実行する場合は可能な限り標高の分布など立地条件の近いデータを用いる、あるいは対象地域を囲う範囲を学習データとして用いることが望ましいと考えられた。

4. まとめ

より精度の高いスギ適地判定マップの作成に向け、玖珠町をモデルとした精度検証、並びに学習データのスケール、及びデータのない地域への対応を検討した。玖珠町での推定では87%と高い精度を達成できた。一方で、他の市町では推定精度は概ね80%程度となる（未掲載）など、精度に地域差が生じており、その要因の一つとして森林簿記載の林齢の精度が影響している可能性がある。

精度の高い適地判定マップを作成するためには、学習データのスケールを可能な限り小さくすることが望ましいと考えられた。一方で、学習スケールが過小になるとデータ不足により精度が低下することから、必要最小限のスケールを見極めながら処理を進める必要がある。

学習データと対象地域は基本的に同一であることが望ましいが、やむを得ない事情で近傍地域のモデルを用いて推定を行った場合でも一定の精度を有したマップの作成は可能だと考えられた。ただし、対象地域を学習データとした場合よりも精度は確実に低下するほか、学習対象によっては境界から離れるほど判定が困難になるなど課題も多い。また、この場合は対象地域のテストデータを作成できないことから精度を検証する手段が存在しないことも注意が必要である。

今回の研究では玖珠町のデータを用いてマップ作成を行ったが、今後は有効に作用した特徴量についてより詳細な解析を行い、適切な出力方法について検討を行うほか、現場の声も参考にしながら全県下でのマップ作成を行う予定である。併せて、林齢条件の設定変更による成長シミュ

レーション、及び温度条件の設定変更による気候変動の影響についても検討するなど、推定モデルの汎化性能に関する考察を進めたい。

謝辞

本研究の進行にあたり、森林総合研究所関西支所 中尾勝洋主任研究員には多数の有益な助言をいただいたのでこの場を借りて感謝を申し上げます。

引用文献

- 1) 林野庁：森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法；[2025. 3. 1 参照].
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/kanbatu/sotihou.html>
- 2) K.Nakao, et.al:Foret Ecology and Management 506;119953(2022)
- 3) 国土交通省：国土数値情報ダウンロードサイト． 平年値メッシュデータ；[2025. 3. 1 参照].
<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>
- 4) WorldClim;[2025. 3. 1 参照].
<https://www.worldclim.org/>
- 5) 国土交通省：国土地理院ウェブサイト；[2025. 3. 1 参照].
<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>
- 6) 産総研地質調査総合センター(2023)20 万分の 1 日本シームレス地質図 V2, オリジナル版；
[2025. 3. 1 参照].
<https://gbank.gsj.jp/seamless/>
- 7) 環境省自然環境局生物多様性センター：生態系を活用した防災・減災（Eco-DRR）の基礎情報；[2025. 3. 1 参照].
<https://www.biodic.go.jp/Eco-DRR/detail.html>
- 8) C.Piani,et.al:Journal of Hydrology 395;199-215(2010)
- 9) 大分県：松本純ほか． 大分県収穫表改訂調査報告書（平成 31 年 3 月）, p. 8；[2025. 3. 1 参照]. <https://www.pref.oita.jp/uploaded/attachment/2055193.pdf>

低コスト循環林業の確立に向けたコウヨウザンの苗木生産・育林技術等の調査・研究

－ コウヨウザンの優良系統候補木 5 系統における萌芽状況 －

令和 6 年度～令和 8 年度
森林チーム 内田 さや香

1. 目 的

近年、大分県の再造林面積は増加傾向で推移しているが、齢級構成に偏りがあり、30 年後には伐採適齢期である 7 から 10 齢級の人工林資源が少なくなることが想定されるため、次世代に森林資源を確保していくことが求められている。本県では、成長が早く強度もスギと同等とされるコウヨウザンに注目し、建築用材をはじめとする様々な用途に利用することを検討している。

本研究では、国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター九州育種場（以下、林木育種センター九州育種場と記す）と共同研究契約を締結し、本県に適した早生樹の苗木生産を開発することを目的に、令和 4 年度、県営山香採穂園にコウヨウザンの採穂園を造成した。

そこで、採穂台木 3 年目時点での系統毎の萌芽枝数と萌芽枝の枝性割合を調査し、昨年度¹⁾までの結果と比較を行ったので報告する。

2. 試験方法

令和 4 年 6 月に、杵築市山香町にある県営山香採穂園でコウヨウザンの採穂園の造成を行った。林木育種センター九州育種場提供のコウヨウザンの優良系統候補木である 5 系統（鹿児島（霧島）D213（以下、鹿児島（霧島）と記す）、熊本（菊池）E300（以下、熊本（菊池）と記す）、九育菊池、福岡（九大）D622（以下、福岡（九大）と記す）、京都（大枝）A115（以下、京都（大枝）と記す））を写真-1 のとおり、苗木を地面に寝かせて伏せた状態で植栽する「寝伏植栽」という方法で植栽した。

なお、萌芽枝とは写真-2 に示すような台木の根元付近から萌芽した枝状のものをいう。



写真-1 寝伏植栽



写真-2 萌芽枝の発生状況

令和 6 年 11 月 22 日に、昨年度と同一個体の各系統 15 個体を対象台木として調査を実施した。

1) 萌芽枝数調査

(1) 台木 1 本あたりの萌芽枝数

系統毎の萌芽枝の発生状況を把握するため、全ての萌芽枝を刈り取り、台木 1 本あたりの萌芽枝数を一昨年度、昨年度の結果と比較した。

(2) 台木 1 本あたりの萌芽枝長30cm以上の萌芽枝数

萌芽枝はコンテナにさし付けることを想定し、萌芽枝長 30cm 以上の萌芽枝数を系統毎に調査し、昨年度の結果と比較した。

2) 萌芽枝の枝性の割合

コンテナさし付けに適した系統を選定するため、萌芽枝の内、枝性（写真-3 を参照）の割合を系統毎に調査し、枝性の割合と台木 1 本あたりの萌芽枝長 30 cm 以上の芯立の萌芽枝数を昨年度の結果と比較した。



写真-3 芯立状及び枝性状の萌芽枝

3. 結 果

1) 萌芽枝数調査

(1) 台木 1 本あたりの萌芽枝数

図-1 に、台木 1 本あたりの萌芽枝数を示す。最も多い鹿児島（霧島）が 55 本、次は京都（大枝）の 51 本であった。萌芽枝数は一昨年度、昨年度同様、鹿児島（霧島）が多数であった。また、全系統の萌芽枝数は年々増加した。

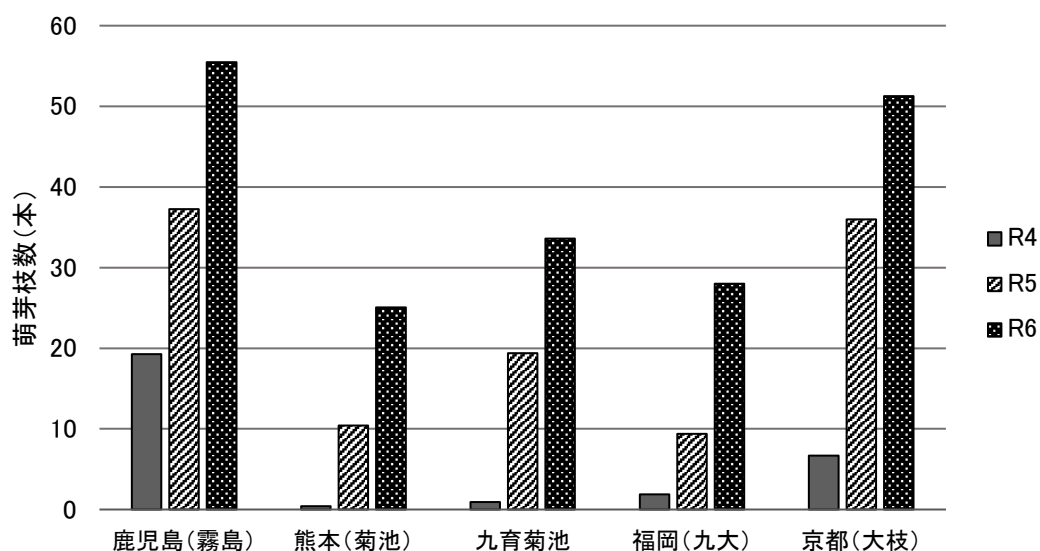


図-1 台木 1 本あたりの萌芽枝数

(2) 台木 1 本あたりの萌芽枝長 30cm 以上の萌芽枝数

図-2 に、台木 1 本あたりの萌芽枝長 30cm 以上の萌芽枝数を示す。鹿児島（霧島）が 38 本と最も多く、全ての系統において昨年度と比較して約 2 倍以上に大幅に増加した。

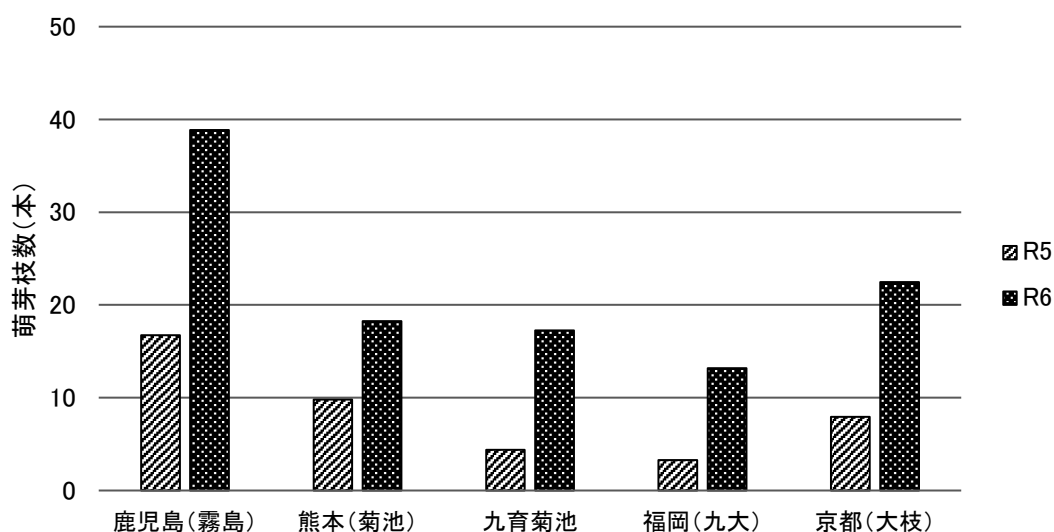


図-2 台木 1 本あたりの萌芽枝長 30cm 以上の萌芽枝数

2) 萌芽枝の枝性の割合

図-3に、萌芽枝 30 cm以上の枝性の割合を示す。また、図-4に台木 1 本あたりの萌芽枝長 30 cm以上の芯立萌芽枝数を示す。

令和 6 年 11 月時点の枝性の割合は、鹿児島（霧島）で半分程度と最も割合が低く、京都（大枝）において最も割合が高い結果となった。昨年度と比較して、どの系統においても枝性割合が高いか同等の結果となったが、図-4に示すとおり萌芽枝長 30 cm以上の芯立萌芽枝数はどの系統においても増加した。

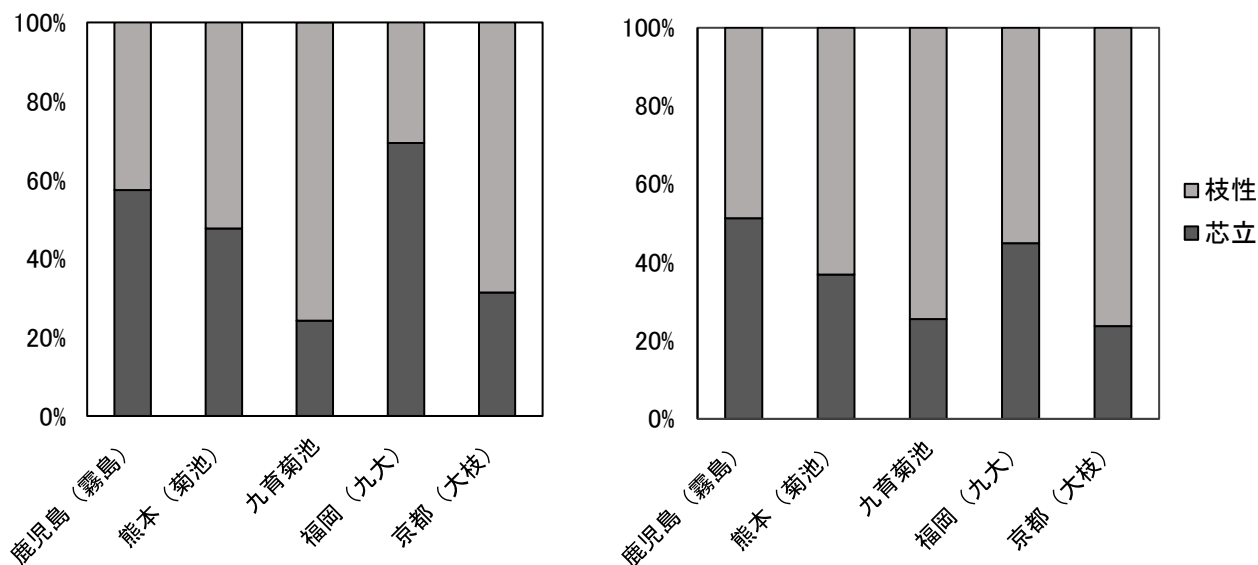


図-3 萌芽枝の枝性の割合（左図：R 5、右図：R 6）

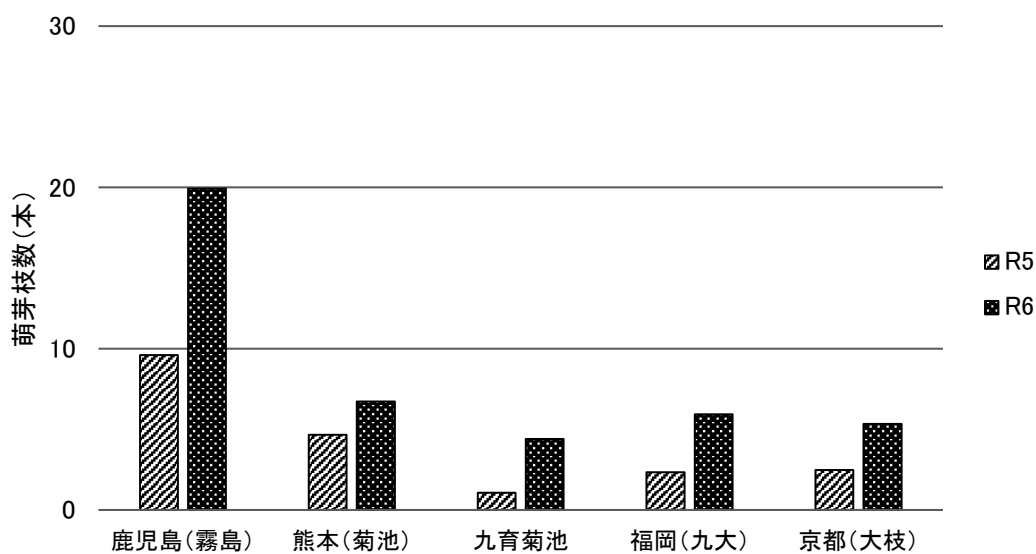


図-4 台木 1 本あたりの萌芽枝長 30 cm以上の芯立萌芽枝数

4. まとめ

優良系統候補木 5 系統の全てにおいて、昨年度より萌芽枝数が増加し、また、30 cm 以上の萌芽枝においても、昨年度に比べて約 2 倍以上と大幅に増加した。一方、枝性の割合については、どの系統も昨年度よりも高いか同等程度の結果になったが、さし穂に主に使用する 30 cm 以上萌芽枝が大幅に増加したことにより、芯立の萌芽枝数が増加し、さし穂として活用可能な萌芽枝の量は昨年度を上回る結果となった。萌芽再生力は母幹の樹齢やサイズとともに変化するとされており²⁾、コウヨウザンの萌芽枝数の増加は、3 年目による台木の成熟に起因しているものと推測された。

次に、今回の調査結果から、萌芽枝長 30 cm 以上の萌芽枝数と枝性の割合を条件として、さし穂としてコンテナさし付けに適した系統の絞り込みを行った。図-5 に萌芽枝数と形状の関係を示す。萌芽枝の枝性の割合を縦軸、萌芽枝長 30 cm 以上の萌芽枝数を横軸とする。コンテナさし付けに適した萌芽枝数の量と枝性割合の低さを考慮すると、昨年度同様、今年度の調査結果においても、鹿児島（霧島）が最も優位であると示唆された。

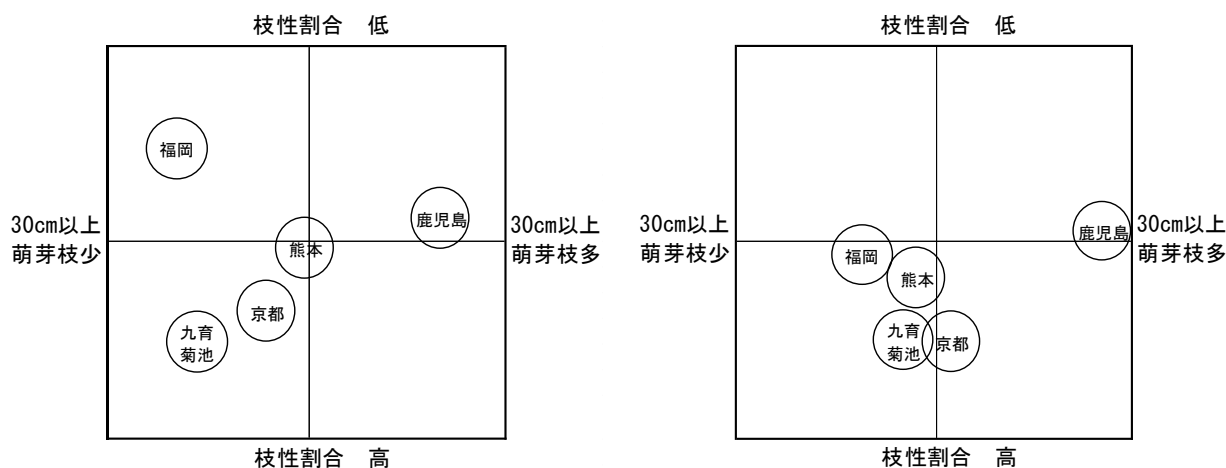


図-5 萌芽枝数と形状の関係（左図：R 5、右図：R 6）

以上のことから、萌芽枝数の増減や萌芽枝の形状に変化がある可能性も想定されるため、引き続き調査を実施する。

参考文献

- 1) 青田勝：令和 5 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，22-28（令和 7 年）
- 2) 酒井暁子：種生物学研究 21 高木性樹木における萌芽の生態学的意味－生活史戦略としての萌芽特性－，5（平成 9 年）

スギ心去り構造用製材等の品質に関する研究

- 心去り正角材の曲がり抑制 (第2報) -

令和4年度～令和7年度

木材チーム 古曳 博也

1. 目 的

大分県では10 齢級以上のスギ人工林面積が約7割を占めており、大径材の搬出量は増加傾向にある。林業研究部では、大径材から複数本製材される心去り正角材の利用を促進することを目的に、令和元年度から、製材位置ごとの材質や強度等の状況把握試験を行ってきた^{1)～3)}。令和4年度からは、品質基準等⁴⁾に適合した製材品を生産するために、製材直後に発生する長さ方向の曲がり、人工乾燥時に矯正し抑制する課題に取り組んでいる。令和4年度は、供試材を水平に配置した場合の矯正について報告した⁵⁾。今回は、供試材の木口面を斜方形に配置（以下、斜方形と記す）した場合の矯正について報告する。

2. 試験方法

1) 供試材

1本の大径材から断面寸法103mm 角、長さ4mの正角材9本を製材した製材品（以下、9丁取り正角材と記す）27本（丸太3本分）を、大分県日田市の製材所より調達した。図-1に9丁取り正角材の模式図を示す。乾燥前に、寸法、重量、含水率、材長方向に沿う内曲面の最大矢高（以下、曲がりと記す）及び縦振動ヤング係数（以下、 E_{tr} と記す）を測定した。含水率測定は、高周波容量式木材水分計（HM-520、株式会社ケツト科学研究所）を、縦振動周波数の測定は、FFTシグナルアナライザー（SA-77、リオン株式会社）を用いた。

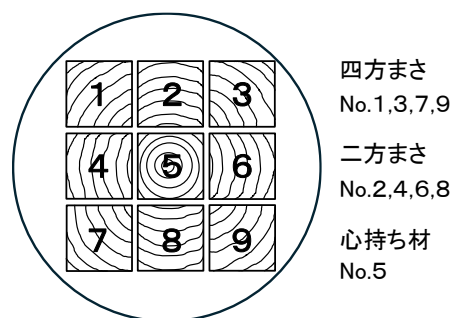


図-1 9丁取り正角材の模式図

2) 9丁取り正角材の曲がり抑制試験

人工乾燥時に、供試材を水平に配置した場合または供試材を斜方形に配置した場合の2種の曲がり抑制試験を実施した。供試材の配置条件及び本数を表-1に、配置の模式図を図-2に示す。

表-1 供試材の配置条件及び本数

配置位置	供試材の配置方法	加力方向	供試材本数			ダミー材※ (本)
			心去り		心持ち	
			四方まさ (本)	二方まさ (本)	(本)	
6 段目 5 段目 4 段目 3 段目	斜方形	4 面	6	6	2	—
2 段目 1 段目	水平	垂直	3	3	0	1
		水平+垂直	3	3	1	—

※ 配置を揃えるため、2 段目には同寸法のダミーを1本配置した

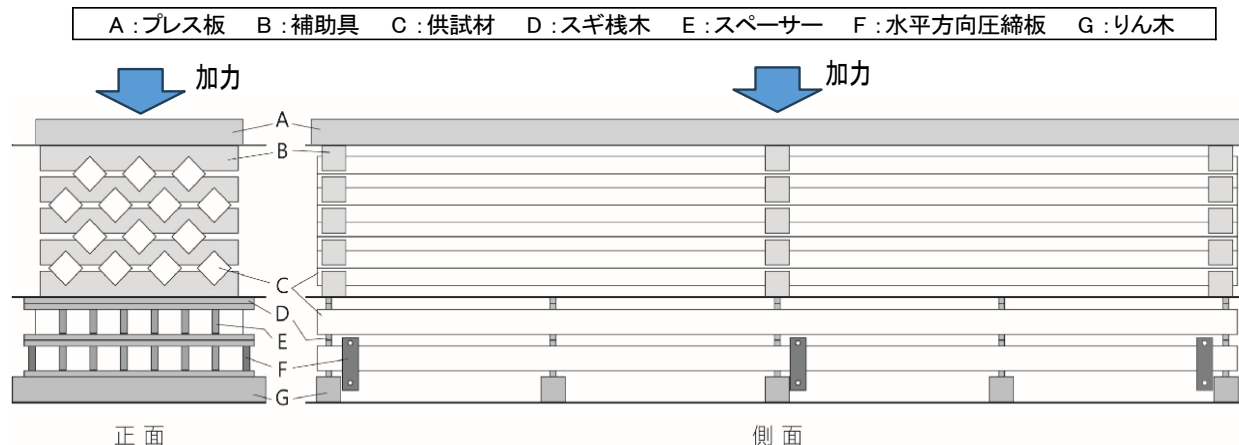


図-2 供試材配置の模式図

(1) 曲がり抑制試験の乾燥スケジュール

乾燥には、多機能木材乾燥機（商品名ハイブリッドドライヤー、HTDM-182248-8 型、株式会社ヤスジマ）を用いた。表-2 に乾燥スケジュールを示す。乾燥終了後に再び、寸法、重量、含水率、曲がり及び E_{tr} を測定し乾燥前後の変化を調べた。

表-2 曲がり抑制試験の乾燥スケジュール

工 程	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	処理時間 (h)
蒸煮	90	90	8
中温乾燥	90	60	168
降温	30	20	12

(2) 供試材を水平に配置した場合の矯正

図-2 の下部1段目と2段目に図示したとおり、令和4年度と同様な方法⁵⁾で供試材を配置し試験を実施した。曲がりの最も大きな面を下向きに供試材を置き、断面寸法 25 mm 正角、長さ 1,000 mm のスギ栈木を材長方向約 1 m 間隔に配置した。水平方向について、等間隔の隙間を設けるために断面寸法 30 mm 正角、長さ 85 mm のスギ角材（スペーサー）を両木口付近及び材長中央部の3か所の位置に挿入した。さらに1段目は、両側に圧縮板を当ててボルトで締め水平方向を圧縮した。垂直方向はプレス板で 18.4 kN 加力した。

(3) 供試材を斜方形に配置した場合の矯正

図-2 の下部から3～6段目に図示した方法で供試材を斜方形に配置し、試験を実施した。写真-1 に示すような断面寸法 105 mm 正角のヒノキ材を深さ 60 mm のV字形状に溝加工した曲がり矯正治具（以下、補助具と記す）を、両木口付近及び材長中央部の3か所の位置に配置し、曲がりの最も大きな面を下向きにして供試材を置いた。垂直方向はプレス板で 18.4 kN 加力した。



写真-1 補助具

3. 結果及び考察

1) 供試材の乾燥前後の含水率

乾燥前後の測定結果を表-3 に示す。含水率の平均は、乾燥前が水平配置 57.9%、斜方形配置 69.4% で、乾燥後は水平配置 8.9%、斜方形配置 10.6% だった。全供試材の乾燥後の含水率は 8.5～17.4% を示しており、20% 以下に乾燥していることが確認できた。

表-3 9丁取り正角材の乾燥前後の測定結果

供試材の配置方法		水 平							斜 方 形						
		幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	重量 (kg)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	E _{fr} (GPa)	幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	重量 (kg)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	E _{fr} (GPa)
乾燥前	平均	103.15	103.23	4022	20.62	482	58.0	5.72	103.45	102.77	4022	24.76	578	69.4	5.86
	最大	104.67	104.59	4023	25.99	603	73.0	6.95	104.61	104.47	4023	34.11	785	97.9	6.43
	最小	100.93	101.35	4021	17.71	420	45.5	4.36	102.53	101.91	4021	18.81	446	51.8	4.82
	標準偏差	1.02	0.92	1	2.70	64	9.0	0.77	0.58	0.75	1	4.98	111	16.0	0.47
乾燥後	平均	98.87	99.84	4014	13.17	332	8.9	6.70	99.77	99.76	4018	15.07	376	10.6	6.40
	最大	100.47	102.35	4019	15.08	373	10.4	7.94	102.54	101.41	4021	18.28	438	17.4	7.45
	最小	97.27	97.58	4005	11.99	304	8.5	5.43	97.16	97.70	4013	13.17	336	8.6	4.86
	標準偏差	1.03	1.28	4	0.90	20	0.5	0.85	1.27	0.88	2	1.52	32	2.4	0.64

2) 9丁取り正角材の曲がり抑制

(1) 供試材を水平に配置した場合の矯正

乾燥前後の曲がりの変化を図-3に示す。図中の断面形状は、供試材配置時の年輪の状態を示しており、数値は4面の曲がりの平均値である。乾燥前後の曲がりを製材の日本農林規格に準じて等級区分した結果を表-4に示す。垂直方向は、上からの加力により下側木表面の曲がりが大きく減少した。乾燥前に8mm超で2級相当であった曲がりは、乾燥後には8mm以下の1級相当に改善された。上側木裏面の曲がりは増す傾向を示したが、概ね1級相当に留まった。水平方向は、加力の有無に関わらず、側面の曲がりが増す傾向を示した。乾燥前にボルト締めをした1段目は、乾燥に伴う供試材の収縮により、乾燥後には圧縮板と供試材の間に隙間が生じたため、結果的にボルト締めをしていない2段目と同様な傾向を示した。一部では、乾燥前に8mm以下の1級相当であった曲がりが、乾燥後に8mm超の2級相当になったものも見られた。材全体の等級区分では、四方まさ及び二方まさとも1段目の水平方向及び垂直方向に加力した条件では、乾燥前に2級相当であった曲がりは、乾燥後には1級相当に改善される傾向が示された。これらのことから、全乾燥工程で垂直方向及び水平方向の加力が継続すれば、曲がり抑制がより確実なものになると期待される。

供試材	心去り材（四方まさ）				心去り材（二方まさ）			
	水平・垂直加力		垂直加力		水平・垂直加力		垂直加力	
	0 → 1	1 → 2	0 → 1	1 → 2	0 → 8	8 → 1	0 → 5	5 → 2
乾燥前後の矢高	3 ↓ 4		2 ↓ 3	7 ↓ 10	3 ↓ 8		1 ↓ 1	2 ↓ 6
	9 → 4		10 → 8		14 → 1		9 → 6	

図-3 乾燥前後の曲がりの変化（乾燥前→乾燥後、単位：mm）

※網掛けは下面に位置する木表面を示す

表-4 乾燥前後の曲がりを製材の日本農林規格に準じて等級区分した結果（乾燥前→乾燥後、単位：本）

供試材	心去り材（四方まさ）				心去り材（二方まさ）				心持ち材	
	水平+垂直加力		垂直加力		水平+垂直加力		垂直加力		水平+垂直加力	垂直加力
1級	1	2	1	0	0	2	1	0	0	0
2級	2	→ 1	2	→ 3	2	→ 0	2	→ 3	1	→ 0
等級外	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1

注）材長4mにおいて、1級：矢高8mm以下、2級：矢高20mm以下、等級外：矢高20mm超に該当

(2) 供試材を斜方形に配置した場合の矯正

乾燥前後の曲がりの変化を図-4に示す。図中の断面形状は、供試材配置時の年輪の状態を示しており、数値は4面の曲がりの平均値である。四方まさ及び二方まさの心去り材で、乾燥前の曲がりが大きかった木表面は、乾燥後は曲がりが減少する傾向を示した。

乾燥前後の曲がりを製材の日本農林規格に準じて等級区分した結果を表-5に示す。四方まさ及び二方まさとも乾燥前に2級相当であった供試材が乾燥後には1級相当に改善される傾向を示した。これらのことから、全乾燥工程で4面が加力されるこの方法は、供試材を水平に配置した(1)の方法に比べ曲がり抑制に効果があると思われた。

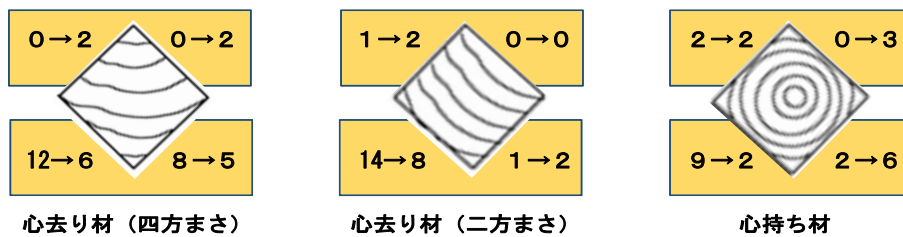


図-4 乾燥前後の曲がりの変化（乾燥前→乾燥後、単位：mm）

表-5 乾燥前後の曲がりを製材の日本農林規格に準じて等級区分した結果
(乾燥前→乾燥後、単位：本)

供試材	心去り材				心持ち材	
	四方まさ		二方まさ			
1 級	1	→ 5	0	→ 2	1	→ 2
2 級	5	→ 1	6	→ 4	1	→ 0

注) 材長4mにおいて、1級：矢高8mm以下、2級：矢高20mm以下に該当

4. まとめ

供試材を水平に配置した場合について、全乾燥工程で上から加力したため下面側の曲がりは矯正されたが、水平方向に加力した条件では、乾燥中に圧縮板と供試材の間に緩みが生じたため圧縮が十分でなく側面の曲がりは矯正できなかった。一方、供試材を斜方形に配置した場合は、全乾燥工程で4面が絶えず加力されるため、曲がりが抑制される傾向を示した。特に、曲がりが大きかった木表面は抑制効果が顕著であった。

水平配置及び斜方形配置ともに、全乾燥工程で4面の加力が継続して行えれば、曲がり抑制効果を高めることが期待できるので、さらに圧縮方法や補助具等の検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 古曳博也：令和元年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，24-29（令和2年）
- 2) 古曳博也：令和2年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，20-27（令和3年）
- 3) 古曳博也：令和3年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，22-27（令和4年）
- 4) 製材の日本農林規格(JAS 1083:2019)：平成19年8月29日農林水産省告示第1083号
- 5) 古曳博也：令和4年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，21-24（令和5年）

スギ心去り構造用製材等の品質に関する研究

- 心去り正角材の曲がり抑制 (第3報) -

令和4年度～令和7年度

木材チーム 古曳 博也

1. 目 的

大分県では10 齢級以上のスギ人工林面積が約7割を占めており、大径材の搬出量は増加傾向にある。林業研究部では、大径材から複数本製材される心去り正角材の利用を促進することを目的に、令和元年度から、製材位置ごとの性状や強度等の状況把握試験を行ってきた^{1)～3)}。令和4年度からは、品質基準等⁴⁾に適合した製材品を生産するために、製材直後に発生する長さ方向の曲がり、人工乾燥時に矯正し抑制する課題に取り組んでいる。木製の圧縮治具を用いた曲がり抑制について、令和4年度は、供試材を水平に配置した場合の矯正⁵⁾を、今年度の第2報では、供試材の木口面を斜方形に配置(以下、斜方形と記す)した場合の矯正を報告した。今回は、金属製の圧縮治具を用いた曲がり抑制について報告する。

2. 試験方法

1) 供試材を水平に配置した場合の矯正

(1) 供試材

1本の大径材から正角材4本を製材した心去り製材品(以下、4丁取り正角材と記す)について、大分県日田市の製材所より24本(丸太6本分)調達した。図-1に4丁取り正角材の模式図を示す。断面寸法は120mm角、長さ約4mである。乾燥前に、寸法、重量、含水率、材長方向に沿う内曲面の最大矢高(以下、曲がりと記す)及び縦振動ヤング係数(以下、 E_{fr} と記す)を測定した。含水率測定には、高周波容量式木材水分計(HM-520、株式会社ケツト科学研究所)を、縦振動周波数の測定には、FFTシグナルアナライザー(SA-77、リオン株式会社)を用いた。

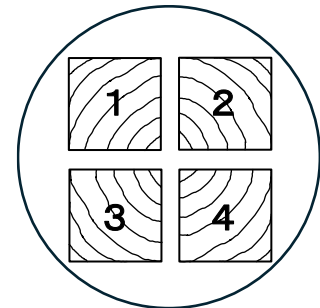


図-1 4丁取り正角材の模式図

(2) 配置方法

供試材の配置の模式図(正面図)を図-2に示す。なお、図-2に記載している供試材の木口は年輪の向きを示している。全景を写真-1に示す。供試材は曲がりの最も大きい面を下向きに置いた。下から1段目、3段目及び4段目は、供試材と供試材の間にスペーサー(断面寸法30mm正角、長さ85mmのスギ角材)を挿入し、水平方向の隙間が同じになるようにした。スペーサーの挿入箇所は、材長方向の両木口付近及び材長中央部の3か所とした。なお、2段目は比較のためスペーサーを挿入しなかった。また、断面寸法25mm正角、長さ1,000mmのスギ栈木を、材長方向に90cm間隔で5本配置し、供試材を積み重ねた。供試材を栈積みした後、両木口から材長方向に90cm間隔で金属製の支柱を設け、さらに供試材の1段目と2段目の隙間及び3段目と4段目の隙間に全ネジボルトを通して、コイ

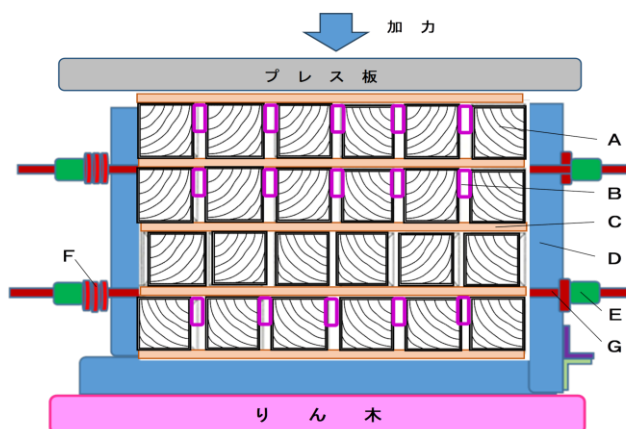


図-2 供試材の配置の模式図（正面図）
 A：供試材 B：スペーサー C：スギ栈木
 D：金属製支柱 E：全ネジボルト
 F：コイルばね G：ナット



写真-1 栈積みの様子（全景）

ルばね（TY21-65、ばね定数 10.73N/mm、株式会社東京発条製作所）を装着して両端をナットで圧縮した。垂直方向はプレス板で 18.4kN 加力した。これらによって、下から 1 段目、3 段目及び 4 段目の供試材は、水平方向及び垂直方向が常に圧縮された状況に、2 段目の供試材は、垂直方向は常に圧縮されているものの水平方向は拘束されないフリーの状況になるようにした。

(3) 乾燥スケジュール

人工乾燥には、多機能木材乾燥機（商品名ハイブリッドドライヤー、HTDM-182248-8 型、株式会社ヤスジマ）を用いた。表-1 に乾燥スケジュールを示す。乾燥終了後に再び、寸法、重量、含水率、曲がり及び E_{fr} を測定し、乾燥前後の変化を調べた。

表-1 乾燥スケジュール

工 程	乾球温度 (℃)	湿球温度 (℃)	処理時間 (h)
蒸 煮	95	95	8
中温乾燥	90	60	192
降 温	30	20	24

2) 供試材を治具により斜方形に配置した場合の矯正

(1) 供試材

4 丁取り正角材について、大分県日田市の製材所から 12 本（丸太 3 本分）調達した。断面寸法は 120 mm 正角、長さ約 4 m とした。乾燥前の供試材の寸法、重量、含水率、曲がり及び E_{fr} を測定した。

(2) 配置方法

供試材の配置の模式図（正面図）を図-3 及び図-4 に示す。なお、図-3 及び図-4 に記載している供試材の木口は年輪の向きを示している。全景を写真-2 及び写真-3 に示す。供試材は、90 度に開いた谷形状を有する金属製の治具に落とし込んで、木口面が斜方形になるように配置した。図-3 では、隣り合う木表面が下側に位置するように供試材を置き（以下、木表面下側配置と記す）、図-4 では隣り合う木表面が上側または右側に位置するように供試材を置いた（以下、それぞれ木表面上側・右側配置と記す）。その際、90 度に開いた谷形状を有する金属製の治具を材中央部含め材長方向 5 か所に、材長中央から 90 cm の間隔で置いた。垂直方向は、木表面下側配置では加力面積 1 m × 1 m、重量 500kg の重石 4 個で、木表面上側・右側配置ではプレス板で 18.4kN 加力した。

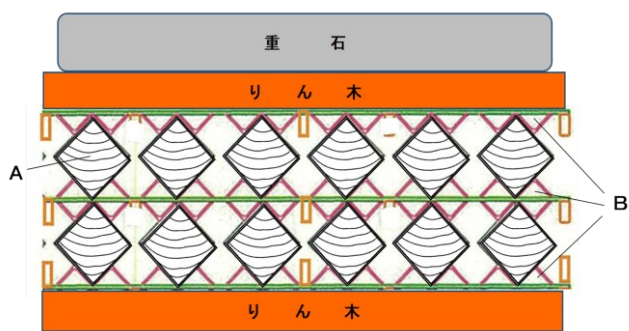


図-3 木表面下側配置の模式図（正面図）
A：供試材 B：金属製の圧縮治具



写真-2 配置の様子（全景）

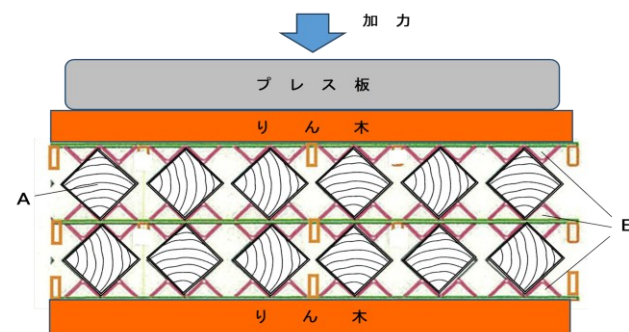


図-4 木表面上側・右側配置の模式図（正面図）
A：供試材 B：金属製の圧縮治具



写真-3 配置の様子（全景）

(3) 乾燥スケジュール

木表面下側配置の供試材の人工乾燥には、高温蒸気式乾燥機（78/KR8H 型、ヒルデブランド株式会社）を、木表面上側・右側配置の供試材の人工乾燥には、前述の多機能木材乾燥機を用いた。表-2 に両者の乾燥スケジュールを示す。乾燥終了後に再び、寸法、重量、含水率、曲がり及び E_{fr} を測定し、乾燥前後の変化を調べた。

表-2 乾燥スケジュール

供試材の 配置方法	木表面上側			木表面上側・右側		
	乾燥温度 (℃)	湿球温度 (℃)	処理時間 (h)	乾燥温度 (℃)	湿球温度 (℃)	処理時間 (h)
蒸 煮	95	95	8	95	95	8
中温乾燥	90	60	144	90	60	192
降 温	30	20	24	30	20	24

3. 結果及び考察

1) 供試材を水平に配置した場合の矯正

(1) 供試材の乾燥前後の含水率

乾燥前後の測定結果を表-3に示す。水平方向の圧縮の有無で分けて記載した。含水率の平均値は、乾燥前が水平方向の圧縮有りで73.8%、無しで69.4%、乾燥後は水平方向の圧縮有りで9.8%、圧縮無しで9.7%だった。全ての供試材で、乾燥後に20%以下の含水率になっていることが確認できた。

表-3 乾燥前後の測定結果

水平圧縮		有							無						
		幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	重量 (kg)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	E_{fr} (GPa)	幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	重量 (kg)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	E_{fr} (GPa)
乾燥前	平均	120.27	120.43	4027	33.23	569	73.8	5.37	103.45	102.77	4022	24.76	578	69.4	5.86
	最大	122.27	122.06	4028	37.72	656	92.5	7.12	104.61	104.47	4023	34.11	785	97.9	6.43
	最小	118.89	118.66	4025	24.04	415	47.3	4.05	102.53	101.91	4021	18.81	446	51.8	4.82
	標準偏差	0.99	1.24	1	3.91	65	12.3	0.91	0.58	0.75	1	4.98	111	16.0	0.47
乾燥後	平均	116.02	116.30	4021	20.05	369	9.8	6.32	116.49	115.71	4021	19.87	367	9.7	6.47
	最大	118.06	118.06	4025	22.12	398	12.0	8.17	117.52	116.74	4023	21.44	397	11.3	7.92
	最小	113.84	114.54	4017	17.58	327	8.8	5.11	115.09	115.07	4020	18.46	343	8.8	5.54
	標準偏差	1.09	1.11	2	1.24	21	0.8	1.02	0.83	0.75	1	1.23	23	1.0	1.09

(2) 供試材の乾燥前後の曲がり

乾燥前後の曲がりの変化を図-5に示す。図中の断面形状は、供試材の配置の状態を示しており、数値は曲がりの平均値である。垂直方向の加力により、下面に位置する木表面の曲がりは減少し、上面に位置する木裏面の曲がりは増す傾向を示した。水平方向に位置する木表面の曲がりは、圧縮の有無に関わらず減少し、木裏面の曲がりは増加する傾向が見られた。水平方向の圧縮の有無について、両者の曲がりには危険率5%で有意な差が認められなかったことから、コイルばねを装着した今回の方法では曲がり抑制効果が得られなかった。これは今回使用したコイルばねが弱かったためと思われる。

供試材の 配置方法	水平(バネ圧縮)		水平(圧縮無し)	
	0 → 6		0 → 7	
乾燥前後 の 矢高	5		0	
	2		4	5
	11 → 1		9 → 2	

図-5 乾燥前後の曲がりの変化 (乾燥前→乾燥後、単位: mm)

2) 供試材を治具により斜方形に配置した場合の矯正

(1) 供試材の乾燥前後の含水率

木表面下側配置の供試材の測定結果を表-4に示す。含水率の平均値は乾燥前が83.8%で、乾燥後は17.3%だった。乾燥後の全供試材の含水率は13.8~23.7%で、一部20%以上の供試材も見られたが、概ね20%以下に乾燥できていることを確認した。木表面上側・右側配置の測定結果を表-5示す。含水率の平均値は乾燥前が92.4%で、乾燥後は10.3%だった。乾燥後の全供試材の含水率は8.8~15.3%を示しており、20%以下に乾燥できていることを確認した。

表-4 木表面下側配置供試材の乾燥前後の測定結果

		幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	重量 (kg)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	E_{fr} (GPa)
乾燥前	平均	120.86	120.67	4027	37.00	630	83.8	6.02
	最大	122.47	123.33	4029	43.42	740	96.6	8.10
	最小	119.11	119.65	4011	30.53	513	63.7	4.83
	標準偏差	1.08	1.05	5	4.28	76	12.1	0.89
乾燥後	平均	117.45	117.30	4022	19.54	353	17.3	6.53
	最大	119.28	119.87	4026	21.49	382	23.7	8.56
	最小	115.75	116.06	4016	17.54	319	13.8	5.21
	標準偏差	1.19	1.10	3	1.22	20	2.9	0.96

表-5 木表面上側・右側配置供試材の乾燥前後の測定結果

		幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	重量 (kg)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	E_{fr} (GPa)
乾燥前	平均	120.30	121.35	4024	38.24	650	92.4	5.99
	最大	120.69	126.98	4025	46.44	758	108.9	7.87
	最小	119.94	118.66	4023	31.33	541	72.1	3.92
	標準偏差	0.21	2.69	1	4.38	68	12.2	1.29
乾燥後	平均	116.32	117.26	4022	21.22	387	10.3	6.90
	最大	117.26	123.48	4024	23.23	406	15.3	10.63
	最小	114.11	114.22	4019	20.01	348	8.8	4.18
	標準偏差	0.93	3.17	2	0.87	17	1.9	1.95

(2) 供試材の乾燥前後の曲がり

木表面下側配置の供試材について乾燥前後の曲がりの変化を図-6に、乾燥前後の曲がりを製材の日本農林規格に準じて等級区分した結果を表-6に示す。乾燥前の曲がりが大きかった下側木表面の曲がりは、2面とも減少する傾向を示した。乾燥前の曲がりが0mmであった木裏面は、乾燥後に微増したが、等級の低下につながるような曲がりではなかった。今回の配置方法では、材長方向の4面の曲がりは一様に矯正される傾向を示した。乾燥前後の曲がりを等級区分した結果、乾燥前に2級相当であった供試材が乾燥後には1級相当に改善されたことが示された。

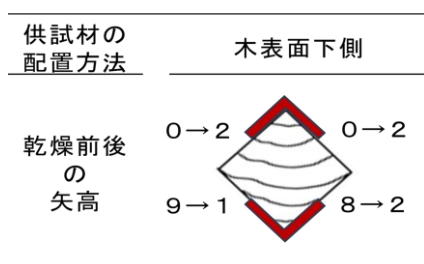
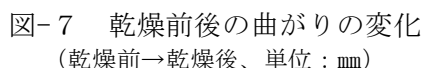


図-6 乾燥前後の曲がりの変化
(乾燥前→乾燥後、単位：mm)

表-6 乾燥前後の曲がりを日本農林規格に準じて等級区分した結果
(乾燥前→乾燥後、単位：本)

供試材の 配置方法	木表面下側	
1級	2	11
2級	10	1

注) 材長4mにおいて、1級：矢高8mm以下
2級：矢高20mm以下に該当



供試材の 配置方法	木表面上側	木表面右側
1 級	1 → 5	0 → 4
2 級	5 → 1	6 → 2

注) 材長 4 m において、1 級：矢高 8 mm 以下
2 級：矢高 20 mm 以下に該当

木表面上側・右側配置の供試材について乾燥前後の曲がりの変化を図-7に、乾燥前後の曲がりを製材の日本農林規格に準じて等級区分した結果を表-7に示す。乾燥前の曲がりが大きかった上側または右側木表面の曲がりは、2面ともに減少する傾向を示した。乾燥前の曲がりが0mmであった木裏面は、乾燥後に微増はしたが、等級の低下につながるような曲がりではなかった。曲がりの大きい面を斜方形の上側または右側になるように配置した今回の方法においても、材長方向の4面の曲がりは一様に矯正される傾向を示すことが分かった。乾燥前後の曲がりを等級区分した結果、乾燥前に2級相当であった供試材が乾燥後には1級相当に改善されることが示された。

これらより、供試材を斜方形に配置した場合、木表面をどの向きに配置しても4面ともに一様に曲がり方が抑制されることが分かった。これは、全乾燥工程において上からの力だけで常に2方向の曲がり方が矯正されていたためと思われる。

4. まとめ

供試材を水平に配置し垂直方向はプレスで、水平方向はコイルばねで圧縮した試験では、コイルばねが弱かったため、水平方向の曲がり十分に抑制できなかった。今後は、コイルばねの強さや装着方法を見直す予定である。

供試材を斜方形に配置し垂直方向から加力した試験では、上からの力だけで常に2方向の曲がり矯正されるため、4面ともに一様に曲がり抑制できた。今後は、作業性や乾燥効率向上のため、治具等を見直す予定である。

参考文献

- 1) 古曳博也：令和元年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，24-29（令和2年）
- 2) 古曳博也：令和2年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，20-27（令和3年）
- 3) 古曳博也：令和3年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，22-27（令和4年）
- 4) 製材の日本農林規格(JAS 1083:2019)：平成19年8月29日農林水産省告示第1083号
- 5) 古曳博也：令和4年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，21-24（令和5年）

スギ心去り構造用製材等の品質に関する研究

- 9 丁取り及び4 丁取り心去り正角材の強度 -

令和4 年度～令和7 年度

木材チーム 山本 幸雄

1. 目 的

大分県における 10 齢級以上のスギ人工林面積が約 7 割を占めることから、今後ますます大径材の搬出量が増えることが想定される。この活用が課題となっている。当部では、大径材から複数本の心去り正角材を活用することに取り組んでおり、令和元年度から、心去り材の位置ごとの性状や強度等の状況把握試験を行ってきた^{1)～3)}。令和4 年度からは、品質基準等^{4)～6)}に適合していることを確認するために心去り正角材の品質評価に関する課題に取り組んでいる。本研究では、心去り正角材等の強度試験を実施した。

2. 試験方法

1) 供試材

(1) 90mm 正角材

① 縦圧縮試験用材

縦圧縮試験用材は、令和3 年度に行った曲げ試験体³⁾の破壊していない部分から切り出した。すなわち、末口径 42cm 以上の大径材を製材して得た一辺 103 mm 角、長さ 3 m の 9 丁取り正角材のうちの心去り材（心去り二方まさ材と心去り四方まさ材 各 4 本）と、末口径約 25 cm 程度の丸太から得た適寸材から得た一辺 103 mm 角、長さ 3 m の心持ち材を、表-1 に示すスケジュールで乾燥し、その後 5 か月以上養生した。その後、モルダーで断面寸法 90 mm 角（以下、9 丁取り正角材と記す）に仕上げ曲げ試験を行い、その破壊していない部分から縦圧縮試験用材を切り出した。供試材については、寸法、重量、含水率、平均年輪幅及び縦振動ヤング係数（以下、 E_{tr} と記す）を測定した。含水率測定には、高周波容量式木材水分計（HM-520、株式会社ケツト科学研究所）を用いた。

表-1 乾燥スケジュール

条件	蒸煮		セット			
高温	98℃	8 時間	乾球 120℃	湿球 90℃	24 又は 20 時間	
中温	90℃	8 時間	乾球 90℃	湿球 60℃	24 又は 60 時間	

② 座屈試験用材

座屈試験用材は、大分県日田市内の製材所から、1 本の大径材を断面寸法 103 mm 角、長さ 3 m の心去り正角材 9 本に製材した製材品を購入し、曲がりを抑制した状態で乾燥した材⁷⁾ 40 本（10 丸太）を表-2 に示すスケジュールで乾燥し、その後 12 か月以上養生した後、モルダーで 9 丁取り正角材に加工し、長さ方向のほぼ中央部から 2,410mm 切り出し試験に供した。供試材については、寸法、重量、含水率、平均年輪幅及び E_{tr} を測定した。含水率測定には、高周波容量式木材水分計（HM-520、株式会社ケツト科学研究所）を用いた。

表-2 乾燥スケジュール

条件	蒸煮	セット			ステップ1			ステップ2		
高温	90℃ 8時間	乾球 120℃	湿球 90℃	24 時間	乾球 120℃	湿球 90℃	24 時間	—		
高温	90℃ 8時間	—			乾球 105℃	湿球 90℃	24 時間	乾球 90℃	湿球 60℃	24 時間
中温	90℃ 8時間	—			乾球 90℃	湿球 60℃	144 時間	—		

(2)105mm 正角材

縦圧縮試験用材は、大分県日田市内の製材所から、長さ 4 m で末口径 44 cm 以上の大径材を、断面寸法 135 mm 角の心去り正角材 4 本に製材した製材品を購入し、曲がりを抑制した状態で表-3 に示すスケジュールで乾燥し⁴⁾、その後 12 か月以上養生した後、モルダーで断面寸法を 105 mm 角（以下、4 丁取り正角材と記す）に仕上げた。供試材については、寸法、重量、含水率、平均年輪幅及び E_{fr} を測定した。含水率測定には、高周波容量式木材水分計（HM-520、株式会社ケツト科学研究所）を用いた。

E_{fr} 測定後、その平均と標準偏差がほぼ同じになるように、4 m 材 1 本から曲げ試験用材（長さ 2,100mm）と縦圧縮試験用材（同 630mm）と材中間部めり込み試験用材（同 630mm）を、もう 1 本から座屈試験用材（同 2,845mm）、材端部めり込み試験用材（同 630mm）、ブロックせん断試験用材（同 150mm）を切り出した。

表-3 乾燥スケジュール

条件	蒸煮	セット			ステップ1		
高温	98℃ 8時間	乾球 120℃	湿球 90℃	24 時間	乾球 105℃	湿球 90℃	96 時間
中温	90℃ 8時間	無し			乾球 90℃	湿球 60℃	144 時間

2)強度試験

各試験は構造用木材の強度試験マニュアル⁸⁾ に準じて行った。

(1)9丁取り正角材**①縦圧縮試験**

試験には木材実大強度試験機（UH-1000kNAR、株式会社島津製作所）（以下、実大強度試験機と記す）を用いた。荷重速度は 1 mm/min とした。試験の様子を写真-1 に示す。

②座屈試験

試験には実大強度試験機を用いた。荷重速度は 1 mm/min とした。試験の様子を写真-2 に示す。

(2)4丁取り正角材**①曲げ試験**

試験には万能試験機（AG-100kNAR 型、株式会社島津製作所）（以下、万能試験機と記す）を用いた。スパンは材せいの 18 倍の 1,890 mm とし、3 等分点 4 点荷重方式とした。載荷速度は 10 mm/min で木表側から加圧した。曲げヤング係数及び曲げ強さを求めた。試験の様子を写真-3 に示す。

②縦圧縮試験用材

試験には実大強度試験機を用いた。荷重速度は 1 mm/min とした。



写真-1 縦圧縮試験の様子



写真-2 座屈試験の様子

③材端部及び材中間部めり込み試験

試験には万能試験機を用いた。材端部の上下に 90×150 mm、高さ 20 mm の鋼板を置き、木表側から載荷速度 5 mm/min でめり込み変形量が 20 mm になるまで加圧した。試験の様子を写真-4 に示す。

④座屈試験

試験には実大強度試験機を用いた。荷重速度は 1 mm/min とした。

⑤いす型せん断試験

試験には万能試験機を用いた。試験体は、木表側がせん断面になるよう加工した。せん断面は幅 105 mm、高さ 105 mm、載荷速度は 1 mm/min とした。試験の様子を写真-5 に示す。

3. 結果及び考察

(1)9丁取り正角材

①縦圧縮試験

試験結果を表-4 に、 E_{fr} と縦圧縮強さの関係を図-1 に、密度と縦圧縮強さの関係を図-2 に、木取り方法ごとの縦圧縮強さの分布を図-3 に、木取り方法ごとの E_{fr} の分布を図-4 に、木取り方法ごとの密度の分布を図-5 に示す。縦圧縮強さについて、乾燥スケジュールの違いによる有意差 ($p=0.05$) は認められなかった。 E_{fr} と縦圧縮強さの関係について、強い正の相関がみられた。また、密度と縦圧縮強さの関係についても、強い正の相関がみられた。

縦圧縮強さ、 E_{fr} 、密度の平均について、心持ち>心去り四方まさ・心去り二方まさとなった。これらについて、心去り四方まさと心去り二方まさの間に有意差 ($p=0.05$) は認められなかったが、心去り四方まさと心持ち、心去り二方まさと心持ちの間には有意差 ($p=0.05$) が認められた。これは、心去り二方まさ・四方まさは末口径 42cm 以上の大径材から得た心去り 9 丁取り正角材であり、心持ち材は末口径 25 cm 程度の丸太から得た適寸材であるためと考えられる。

縦圧縮強さについて、スギ無等級の基準強度⁵⁾を下回ったものが 66 体中 11 体あり、そのうち 10 体が心去り材で 1 体が心持ち材だった。機械等級区分の基準強度について、66 体

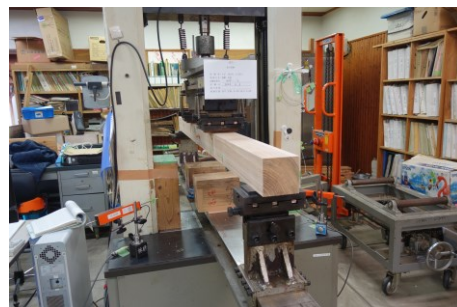


写真-3 曲げ試験の様子

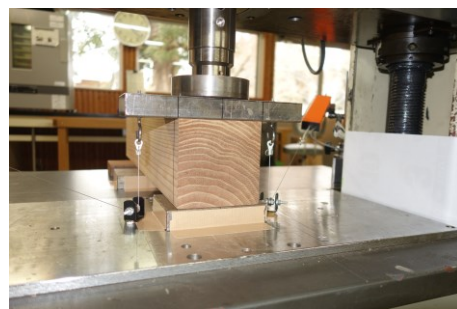


写真-4 材端部めり込み試験の様子



写真-5 いす型せん断試験の様子

表-4 縦圧縮試験結果

木取り	項目	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	E_{fr} (GPa)	縦圧縮強さ (N/mm ²)
四方まさ n=23	平均	360	13.9	5.4	20.6
	最大	433	14.8	8.5	26.2
	最小	313	12.0	3.1	17.0
	標準偏差	25.9	0.71	1.5	2.76
二方まさ n=27	平均	358	14.0	5.4	19.6
	最大	437	14.9	8.3	25.3
	最小	306	12.1	3.2	14.1
	標準偏差	32.7	0.78	1.6	3.22
心持ち n=16	平均	471	13.8	7.7	27.5
	最大	563	15.4	11.0	38.1
	最小	389	12.9	2.9	14.7
	標準偏差	47.8	0.62	1.8	5.07

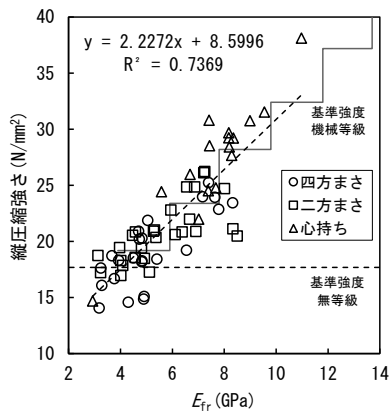
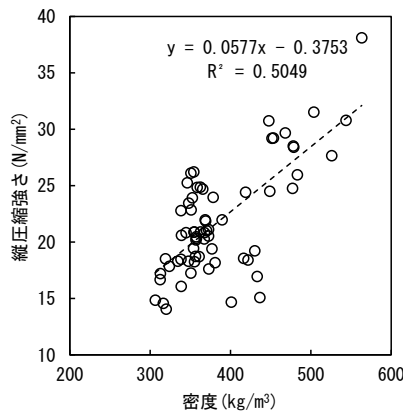
図-1 E_{tr} と縦圧縮強さの関係

図-2 密度と縦圧縮強さの関係

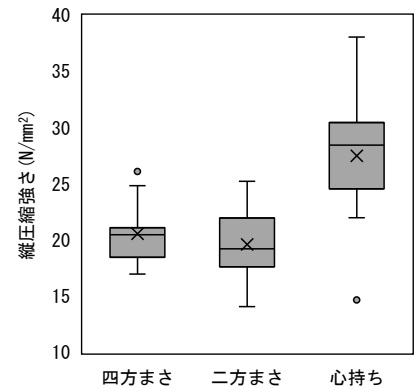


図-3 木取り方法ごとの縦圧縮強さの分布

中 E50 以下が 8 体 (心去り二方まさ 5 体、心去り四方まさ 2 体、心持ち 1 体) あり、残りの 56 体について基準強度を満たさないものが 27 体 (心去り二方まさ 15 体、心去り四方まさ 10 体、心持ち 2 体) あった。

今回試験に供した心去り材の密度は平均が $359(\text{kg}/\text{m}^3)$ 、最大が $437(\text{kg}/\text{m}^3)$ 、最小が $306(\text{kg}/\text{m}^3)$ 、標準偏差が 29.5 と

少し軽めで、 E_{tr} も平均が $5.4(\text{GPa})$ 、最大が $8.5(\text{GPa})$ 、最小が $3.1(\text{GPa})$ 、標準偏差が 1.5 と若干低めである。心去り材は大径丸太から製材しているため、元玉が多かったと思われるが、理由は明確でない。なぜこのような結果になったかは、更なる検討と追加の試験が必要と考えられる。

②座屈試験

試験結果を表-5 に、オイラー式による計算座屈荷重と Southwell 法で調整した実験座屈荷重の関係を図-6 に示す。全試験体の座屈強さの平均は $7.1\text{N}/\text{mm}^2$ (標準偏差 1.7)、 E_{tr} の平均が $6.8\text{kN}/\text{mm}^2$ (同 1.5) であった。座屈強さについて、乾燥スケジュールの違いによる有意差

($p=0.05$) が認められた。また、密度や E_{tr} 、木取り方法には有意差 ($p=0.05$) はみられなかった。試験体数は、中温

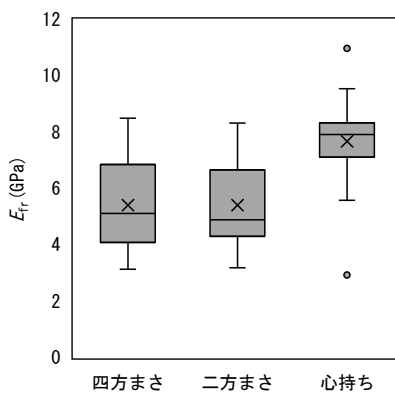
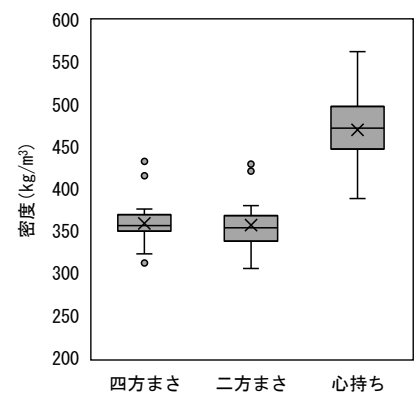
図-4 木取り方法ごとの E_{tr} の分布

図-5 木取り方法ごとの密度の分布

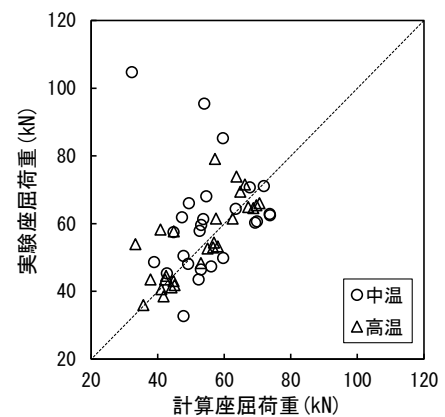


図-6 計算座屈荷重と実験座屈荷重の関係

表-5 座屈試験結果

乾燥条件	中温 (n=20)			高温 (n=20)		
項目	密度 (kg/m^3)	E_{tr} (GPa)	座屈強さ (N/mm^2)	密度 (kg/m^3)	E_{tr} (GPa)	座屈強さ (N/mm^2)
平均	380	6.9	6.5	383	6.6	7.6
最大	314	4.0	12.7	320	4.1	9.6
最小	432	9.3	4.0	449	9.2	5.3
標準偏差	37.0	1.4	2.1	29.7	1.6	1.1

乾燥、高温乾燥とも 20 本ずつで、詳細な検討には更なる試験が必要と考える。

強度試験マニュアルが採用している Southwell 法で調整した実験座屈荷重は、オイラー式による計算座屈荷重と高い相関を持つことが知られており⁹⁾、本試験でも多くの試験体でその傾向を示したが、大きく外れた値もあった。大きく外れた試験体の多くは、試験を開始し荷重ヘッドが移動しても最後までほとんど座屈せず、座屈が生じたとほぼ同時に最大荷重を記録し一気に荷重が低下したような材であった。一例としてオイラー式による計算座屈荷重/Southwell 法で調整した実験座屈荷重の比が 0.37 だった試験の支点間中央部変形量と荷重の関係を図-7 に示す。

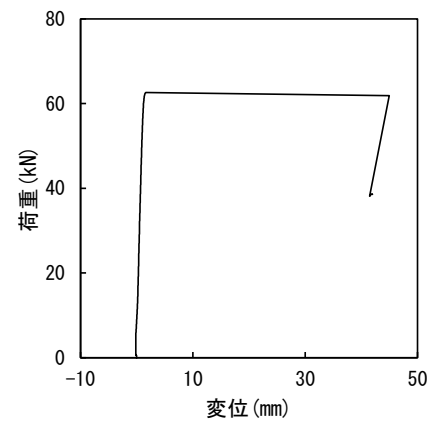


図-7 支点間中央部変形量と荷重の関係

(2) 4丁取り正角材

① 曲げ試験

試験結果を表-6 に、 E_{fr} と曲げヤング係数の関係を図-8 に、曲げヤング係数と曲げ強さの関係を図-9 に示す。曲げ強さについて、乾燥スケジュールの違いによる有意差 ($p=0.05$) は認められなかった。全試験体の密度の平均値は 357kg/m^3 (標準偏差 15.4) だった。 E_{fr} と曲げヤング係数の間には強い正の相関がみられた。曲げ強さについて、全ての試験体がスギ無等級の基準強度を上回った一方、機械等級の基準強度を下回ったものが2体あった。このうちの1体の試験体には、加力点引張側 (木裏) 付近に流れ節があり (写真-6) ここを起点に破壊が生じていた。

表-6 曲げ試験結果 (n=20)

項目	密度 (kg/m^3)	E_{fr} (GPa)	曲げヤング係数 (GPa)	曲げ強さ (MPa)
平均	357	6.7	6.5	35.7
最大	390	8.9	8.5	46.5
最小	324	5.2	4.9	23.7
標準偏差	15.4	1.0	0.96	6.24

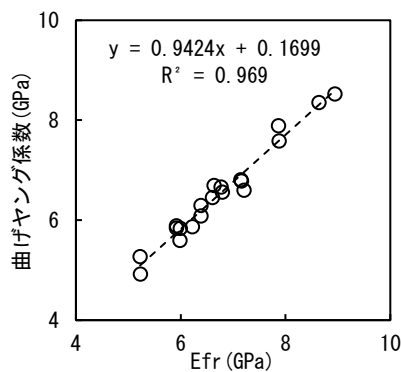


図-8 E_{fr} と曲げヤング係数の関係

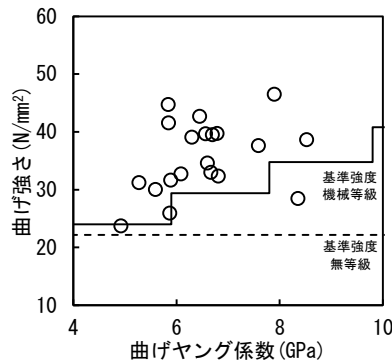


図-9 曲げヤング係数と曲げ強さの関係



写真-6 破壊部にある節の様子

② 縦圧縮試験用材

試験結果を表-7 に、 E_{fr} と縦圧縮強さの関係を図-10 に示す。縦圧縮強さについて、乾燥スケジュールの違いによる有意差 ($p=0.05$) は認められなかった。縦圧縮強さについて、全ての試験体がスギ無等級の基準強度を上回った一方、機械

表-7 縦圧縮試験結果 (n=20)

項目	密度 (kg/m^3)	E_{fr} (GPa)	縦圧縮強さ (N/mm^2)
平均	353	6.5	24.2
最大	378	8.2	27.7
最小	319	4.4	20.7
標準偏差	19.2	1.3	2.14

等級の基準強度を下回ったものが4体あった。

③材端部及び材中間部端部めり込み試験

試験結果を表-8に、密度とめり込み強さの関係を図-11に示す。めり込み強さについて、乾燥スケジュールの違いによる有意差 ($p=0.05$) は認められなかった。すべての材が基準強度を上回った。

④座屈試験

試験結果を表-9に、オイラー式による計算座屈荷重と Southwell 法で調整した実験座屈荷重の関係を図-12に示す。座屈強さについて、乾燥スケジュールの違いによる有意差 ($p=0.05$) は認められなかった。

全試験体の座屈強さの平均は 6.3N/mm^2 (標準偏差 1.2)、 E_{fr} の平均が 7.0kN/mm^2 (同 1.1) で、前述の9丁取り正角より E_{fr} は高いにも関わらず座屈強さは低い値となった。これは、9丁取り正角の座屈試験で見られた、試験を開始し荷重ヘッドが移動しても最後までほとんど座屈せず、座屈が生じたとほぼ同時に最大荷重を記録し一気に荷重が低下するような試験体が少なかったためである。

表-9 座屈試験結果

項目	密度 (kg/m^3)	E_{fr} (GPa)	座屈強さ (N/mm^2)
平均	360	7.0	6.3
最大	392	9.6	8.6
最小	327	4.8	3.8
標準偏差	16.4	1.1	1.2

⑤いす型せん断試験

試験結果を表-10に、密度とせん断強さの関係を図-13に示す。せん断強さについて、乾燥スケジュールの違いによる有意差 ($p=0.05$) は認められなかった。すべての試験材で基準強度を満足した。

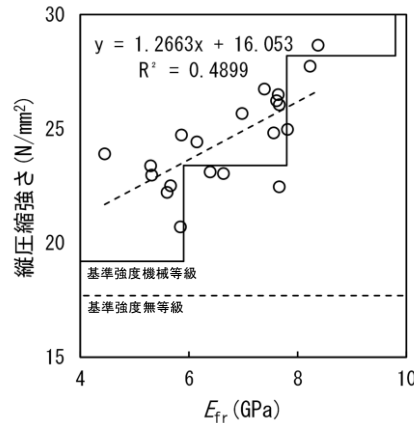


図-10 E_{fr} と縦圧縮強さの関係

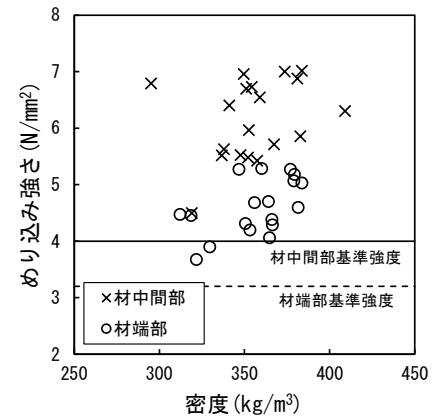


図-11 密度とめり込み強さの関係

表-8 めり込み試験の結果

項目	材中間部めり込み		材端部めり込み	
	密度 (kg/m^3)	めり込み強さ (N/mm^2)	密度 (kg/m^3)	めり込み強さ (N/mm^2)
平均	355	6.2	356	4.6
最大	409	7.0	384	5.3
最小	295	4.5	312	3.7
標準偏差	25.9	0.7	22.5	0.5

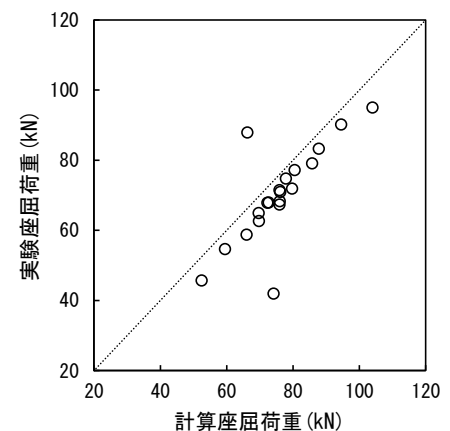


図-12 計算座屈荷重と実験座屈荷重の関係

表-10 いす型せん断試験結果

項目	密度 (kg/m^3)	せん断強さ (N/mm^2)
平均	356	4.0
最大	391	5.3
最小	307	2.1
標準偏差	21.5	0.80

4. まとめ

9 丁取り正角材の縦圧縮試験及び座屈試験、4 丁取り正角材の曲げ試験、縦圧縮試験、材端部及び材中間部のめり込み試験、座屈試験、ブロックせん断試験を行った。

○ 9 丁取り正角材について

- ・縦圧縮試験について、無等級及び機械等級区分の基準強度を満たさないものがあつた。試験体を採材した番玉や、試験体の密度等様々な要因が考えられるがはっきりした事は分からなかった。さらなる検討と追加の試験が必要と考えられる。
- ・座屈試験について、Southwell 法で調整した実験座屈荷重は、オイラー式による計算座屈荷重と高い相関を示した。

○ 4 丁取り正角材について

- ・曲げ試験、縦圧縮試験では、概ね基準強度を満たした。曲げ試験において基準強度を満たさなかった一部の試験体は、加力点引張側（木裏）付近の流れ節の影響と考えられた。
- ・材端部及び材中間部のめり込み試験、せん断試験では、全ての供試材で基準強度を満たした。
- ・座屈試験について、9 丁取り同様、Southwell 法で調整した実験座屈荷重は、オイラー式による計算座屈荷重と高い相関を示した。

今回の試験では、特に 9 丁取り正角材の縦圧縮試験で基準強度を満たさないものがあるなど、心去り材の強度を明らかにできたとは言い難いと思われる。今後も更なる検討を続けていく予定である。

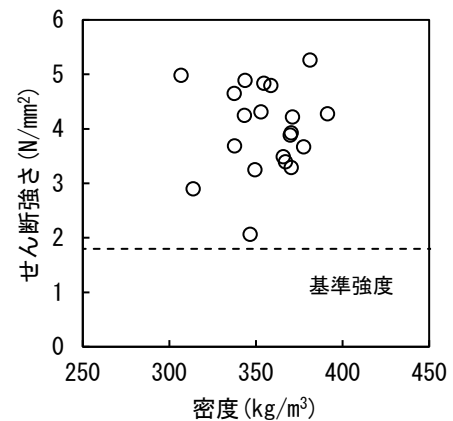


図-13 密度とせん断強さの関係

参考文献

- 1) 古曳博也：令和元年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，24-29（令和2年）
- 2) 古曳博也：令和2年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，20-27（令和3年）
- 3) 古曳博也：令和3年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，22-27（令和4年）
- 4) 製材の日本農林規格（JAS 1083:2019）：平成19年8月29日農林水産省告示第1083号
- 5) 木材の基準強度：平成12年5月31日 建設省告示第1452号
- 6) 財団法人日本建築学会編：木質構造設計基準・同解説 -許容応力度・許容耐力設計法-，pp. 395-401（平成18年）
- 7) 古曳博也：令和4年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，21-24（令和5年）
- 8) （公財）日本住宅・木材技術センター：構造用木材の強度試験マニュアル，pp. 5-17（平成23年）
- 9) 中谷浩、秦正徳：富山県林業技術センター研究報告，89-94（平成13年）

大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発

－ スギ 3 丁取り平角材の乾燥試験 －

令和 3 年度～令和 5 年度

木材チーム 山本 幸雄

1. 目 的

近年、人工林資源の充実とともに、素材生産に占める大径材の割合が増えており、主伐・再造林を推進する上で、大径材の需要創出が喫緊の課題となっている。林業研究部では、大径材の価値向上につながる部材開発等の取り組みとして、平角 2 丁取りや正角 4 丁、9 丁取りの試験を行ってきた。今後は大径材部材の品質向上のため、大断面材や反りや狂いの生じやすい幅 150mm 以上の大径材板類を含めた、大径材の木取りに合わせた乾燥技術の開発や建築業界からも高品質な大断面材の要望があることから、地域材活用を推進する上で、大径材を活用した大断面材の部材開発は、建築業界をターゲットとした新たな需要先開拓として期待される。

本研究では、大径材から得た心去り平角材と心持ち平角材を含む 3 丁取り平角材を試験材として効率的なスケジュールの検討と、乾燥後の品質を評価した。

2. 試験方法

1) 試験材

試験材は、令和 5 年度に行ったスギ 3 丁取り平角材（図-1）の乾燥試験¹⁾の際、大径のスギ原木 30 本を 3 丁取りした製材 90 本を心去り材と心持ち材それぞれについて、密度の平均と標準偏差が等しくなるよう 5 つのグループに分けた¹⁾うちの 1 グループ（心去り平角材 12 本、心持ち平角材 6 本）を用いた。

2) 乾燥

乾燥は、風通しの良い室内で令和 6 年 3 月から約 11 か月天然乾燥（载荷なし）のみとした。その後モルダー加工し測定に供した。なお、心去り材は、木裏面を上にして乾燥した。

3) 含水率及び割れ等の測定

天然乾燥後及びモルダー加工後の段階で、寸法、重量、材中央部矢高、含水率、 E_{tr} の測定を行った。断面寸法及び含水率は、試験材と同様、元口から 50cm、200cm、350cm 位置で測定し平均値を算出した。矢高は、長さ方向の材中央部で測定した。

また、モルダー加工後には、上記に合わせ表面割れと、元口から 25cm、50cm、100cm、200cm、300cm、350cm、375cm の位置で試験片を採取し、内部割れ及び全乾含水率を測定した。表面割れは、その形状をひし形と仮定し、最大幅と長さの積の 1/2 の面積を算出し集計した。全乾含水率は断面内部の含水率分布を調べるため、各位置で採取試験片をおよそ 20×40mm の小片に 25 分割し求めた。

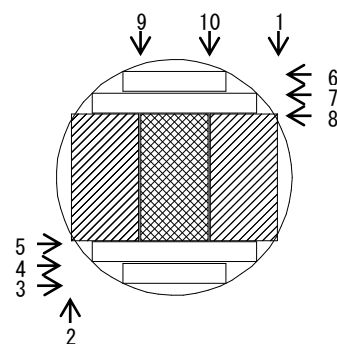


図-1 原木の木取り方

（図中の数字は鋸を入れた順序を示す）

3. 結果及び考察

1) 試験材

図-2に5つのグループに分けたグループごとの重量分布を示す。グループ1が本試験に使用した材で、グループ2から5が昨年度の試験に使用した材である。各グループの重量の平均値は最小が75.0kgで最大が76.4kg、各グループの平均値の平均が75.8kg、標準偏差が0.45で、ほぼ均等に分けられたことが分かる。

2) 乾燥

乾燥曲線を図-3に示す。乾燥曲線の縦軸の含水率は、モルダー加工後25cm、50cm、100cm、200cm、300cm、350cm、375cmの位置で採取した試験片の全乾含水率の平均値をその材の含水率と見なして計算した。

モルダー後の含水率の平均は、15.9%であった。また全材の含水率の平均が20%を下回ったのは、乾燥開始から159日目であった。その時の含水率の平均が19.8%、最小が14.4%、最大が46.3%、標準偏差が7.74で、18本中、含水率20%以下が13本、20%以上25%以下が3本、25%以上が2本と推定された。

昨年度行った蒸煮+高温セット+乾燥(乾球90℃、湿球60℃)+高周波のスケジュール(乾燥スケジュール1¹⁾)では、290時間で乾燥が終了(仕上がり時の含水率は平均で17%)しており、天然乾燥のみの本試験ではその13倍の期間を要した。

3) 含水率及び割れ等の測定

表-1に乾燥前後の密度とモルダー後の含水率、表面割れ長さと面積を、図-4に心去り材の乾燥前後の矢高の平均値について、表-2に心去り材のモルダー後の木口を除く4材面の表面割れ長さについて示す。

乾燥後の含水率について、最小と最大の差が4%程度しかなく、均質に仕上がった。

心去り材の矢高の平均値について、木表については乾燥前>乾燥後、木裏についてはその逆で乾燥前<乾燥後となった。樹幹内には成長応

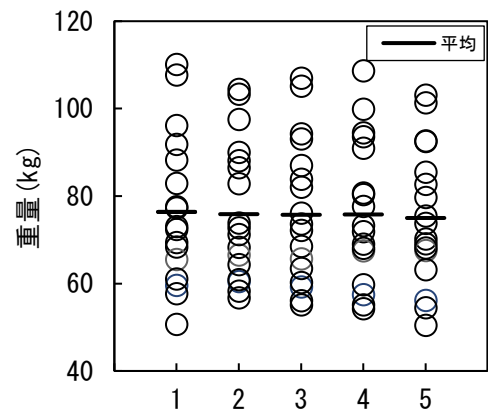


図-2 グループごとの重量分布

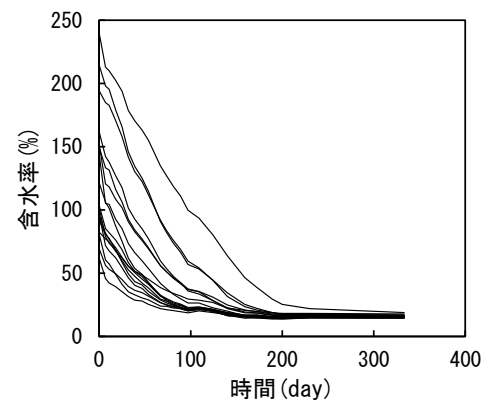


図-3 乾燥曲線

表-2 心去りの面ごとの表面割れ長さ (cm)

乾燥条件	1	2	3	4	5
A (木表)	1,542	1,286	1,001	1,531	261.8
B (木裏)	616	285	362	120	33.3
C	111	275	10	3	0
D	170	109	0	0	0

*条件1～4はR5年度年報に既出

表-1 乾燥前後の密度とモルダー後の含水率、表面割れ長さとの面積

項目	心去り					心持ち				
	乾燥前		モルダー後			乾燥前		モルダー後		
	密度 (kg/m ³)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	総長さ (cm)	面積 (cm ²)	密度 (kg/m ³)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	総長さ (cm)	面積 (cm ²)
平均	733	369	16.1	24.6	0.3	681	390	15.6	319.3	41.8
最大	1010	326	18.9	77.2	0.9	990	353	17.7	615.9	109.7
最小	476	414	14.3	0.0	0.0	529	487	14.5	28.6	0.9
標準偏差	169	25.0	1.13	25.3	0.3	166	44.8	1.08	249	48.2

力が存在し、中心部には圧縮応力が外周部には引っ張り応力が存在している²⁾。製材によりその力のつり合いが崩れるため、製材後は木表側が凹に反ることが多い。また、材の密度は周辺部に比べ中心部が高いこと、心去り材の場合、木表側より木裏側に未成熟材が多いことなどから、乾燥により木表よりも木裏がより収縮し矢高が減少したと考えられる。

表面割れについて、総長さ及び面積とも心持ち > 心去りとなった。心持ち材について、本試験では蒸煮及び高温セット処理を行わなかったため、蒸煮及び高温セット処理を行った昨年度の結果と比較すると表面割れは大きかった。心去り材については、心持ち材とは逆で昨年度の結果よりも小さくなった。このことから、心去り材の場合、蒸煮・高温セット処理は不要である可能性が示唆された。この点については、今後も更なる検討を加えたいと考えている。また心去り材の木口を除く面ごとの表面割れは、木表（A） > 木裏（B）であった。これは、他の乾燥条件同様、特に末口側は心材と辺材が混在しており、かつ辺材の乾燥速度が心材のそれよりも速いため、辺材の収縮に心材がついていけず、木表側に多く割れが生じたものと思われる。

4) 断面内の含水率分布

乾燥後最も含水率が高い材の断面内含水率分布でも、表層側と断面の中央部がほぼ同じ含水率であった（図-5）。昨年度報告の乾燥条件では、表面と断面中央部で含水率に大きな差があったが、今回の乾燥条件は、天然乾燥でゆっくり乾いたため、材表面と内部の含水率差が少なくなったと考えられた。

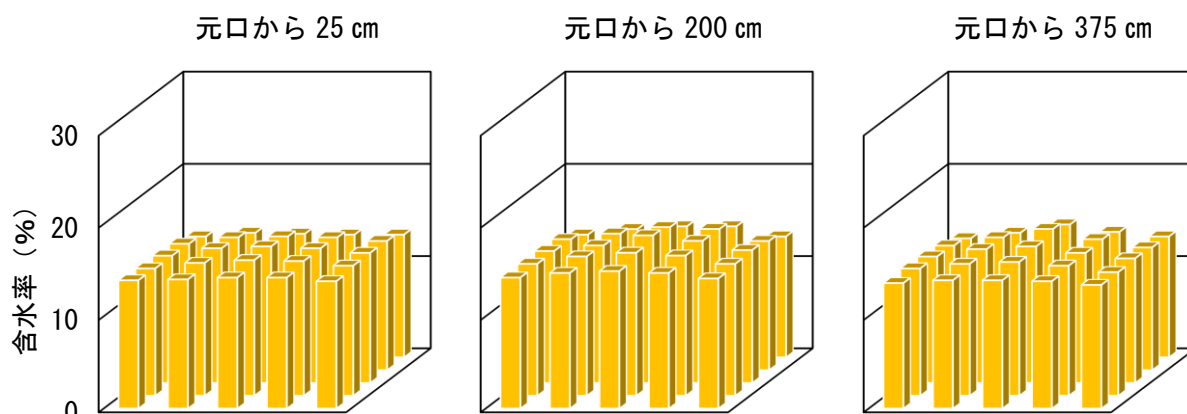


図-5 断面内の含水率分布

5) 含水率の材長方向分布

材長方向の含水率分布も、図-6に示すように材端部から材中央部にわたってほぼ同じ値を示した。これも、天然乾燥でゆっくり乾くためと考えられる。

6) 含水率と内部割れの関係

含水率と内部割れ面積の関係を図-7に示す。含水率が13～22%で含水率に関係なく内部割れ面積

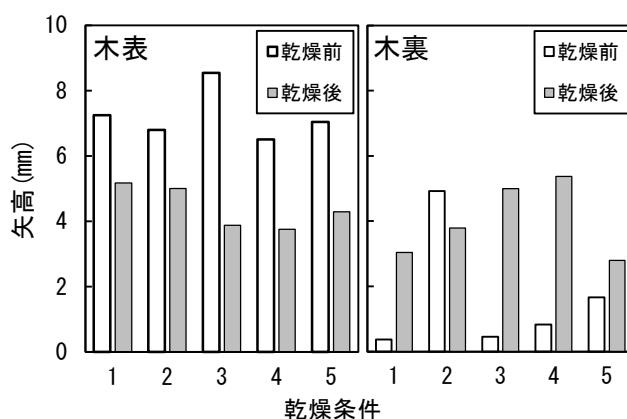


図-4 心去り材の乾燥前後の矢高の平均値
*条件1～4はR5年度年報に既出

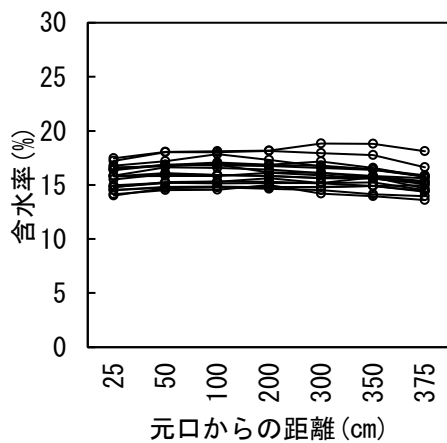


図-6 含水率の材長方向分布

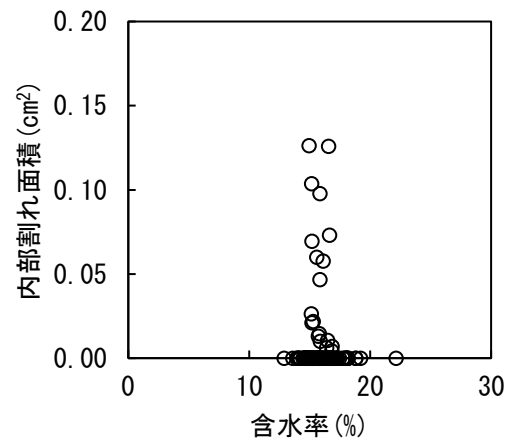


図-7 含水率と内部割れ面積の関係

は小さく、昨年度行った試験結果の1割程度であった。

4. まとめ

大径材を製材して得た心去り平角材と心持ち平角材の天然乾燥試験を行い、以下の結果を得た。

- ・平均含水率が20%以下になるまでの乾燥に要する期間はおよそ6か月で、蒸煮+高温セット+乾燥（乾球90℃、湿球60℃）+高周波の13倍の期間を要した。
- ・心去り材の表面割れは、蒸煮・高温セット処理した場合より少なく、蒸煮・高温セット処理は不要である可能性が示唆された。
- ・材の横断面や材長方向の含水率分布は、ほぼ均一である。

参考文献

- 1) 山本幸雄：令和5年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，34-39（令和7年）
- 2) 伏谷賢美ら：木材の物理，pp. 176-182（昭和60年）

県産スギ大径材の利活用に関する研究

－ フォーバイ材等の性能評価 －

令和 6 年度～令和 7 年度

木材チーム 佐藤太一郎、豆田 俊治

城井 秀幸

1. 目 的

北米で生まれた枠組壁工法は、日本では 1974 年に技術基準が告示され半世紀が経過しており、大分県においても木造住宅着工数におけるシェアは約 25%を占め¹⁾、工法として定着している。枠組壁工法に用いられる部材は SPF 材が主であるが、ウッドショックによる価格高騰等により、業界では国産材への転換を図っている。また、枠組壁工法に用いられるフォーバイ材等の幅広い部材は、全国的に課題となっている大径材の需要先として期待できる。

当部では、平成 26 年度～平成 28 年度に県産スギを用いたツーバイ材の強度評価^{2)～4)}を実施したが、大径材を用いたフォーバイ材等の強度評価は未実施である。そこで、本試験では大径材を用いたフォーバイ材等の強度評価を行うことを目的とし、今年度は寸法型式 405、406、408（以下、それぞれ 405、406、408 と記す）の曲げ強度試験を行ったので結果を報告する。

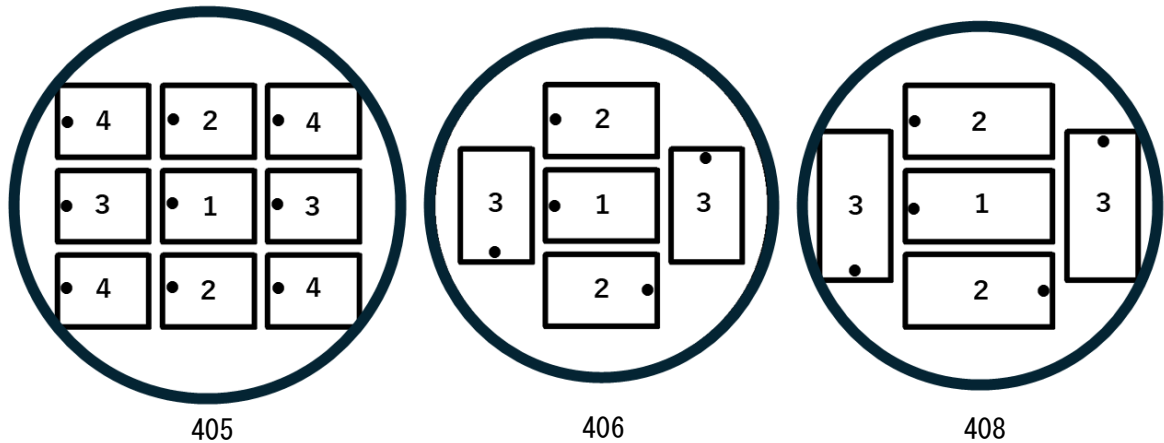
2. 試験方法

1) 原木、製材、乾燥、寸法調整、品質区分

原木は、県南部地域及び県西部地域より入手した大径のスギ丸太 18 本（県南部 9 本、県西部 9 本）を使用した。原木の材長、重量、末口径、元口径、縦振動ヤング係数（以下、 E_{fr} と記す）を計測した。 E_{fr} は FFT シングルアナライザー（リオン株式会社製 SA-77）を用い固有周波数を測定し算出した。曲げ試験に用いる試験体数は、2018 年枠組壁工法建築物構造計算指針⁵⁾（以下、指針と記す）に準じ、 $0.1537 \times$ 変動係数²⁾とした。変動係数は JIS Z 2101 木材の試験方法⁶⁾（以下、JIS と記す）における曲げ強さの値を用いた。各部材に用いた製品寸法、歩増し量等を表-1 に、木取りパターン及び木取り位置を示す部材番号を図-1 に示す。製材後、含水率が 19%以下になるよう人工乾燥を行った。人工乾燥のスケジュールは、蒸煮（乾球 95℃、湿球 95℃で 6～8 時間）、高温セット（乾球 120℃、湿球 90℃で 12 時間）、中温乾燥（乾球 90℃、湿球 60℃で 168 時間）を基本とし、19%以下にならなかったものについては、乾球 90℃、湿球 60℃もしくは乾球 60℃、湿球 30℃で、19%以下になるまで追加乾燥を行った。乾燥後、養生期間を 5 日～2 か月程養生し、モルダー加工を行い長さ 4 m に仕上げた。仕上げ後の供試体について、JAS0600 日本農林規格 枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材⁷⁾（以下、枠組 JAS と記す）における節、穴、曲がり（最大矢高÷弦の長さ×100（%））、反り、木口の貫通割れの項目について甲種の品質区分を行った。

表-1 製品寸法、歩増し量等

寸法 型式	製品寸法 (mm)			歩増し量 (mm)		丸太 本数	試験体 本数
	はり幅	はりせい	長さ	はり幅	はりせい		
405	89	114	4000	13	14	4	36
406	89	140	4000	13	15	7	35
408	89	184	4000	13	16	7	37

図-1 木取りパターン及び木取り位置を示す部材番号
(黒点は曲げ試験での加圧面を示す)

2) 曲げ試験

曲げ試験は指針に準じ実施した。曲げ試験体は、4 mの供試体から、節、穴の欠点を多く含むよう、405 が 2,252mm、406 が 2,720mm、408 が 3,512mm に、元口もしくは末口から切り出した。その後、 E_{tr} を計測した。スパンは、405は2,052mm、406は2,520mm、408は3,312mmとした。木材実大強度試験機（UH-1000kNAR、株式会社島津製作所）を用い、3等分点4点荷重で試験を実施し、曲げ試験強度（以下、 f_b と記す）、曲げ試験弾性係数（以下、 E と記す）、及び見かけの曲げ試験弾性係数（以下、 E_b と記す）を求めた。 E 及び E_b は最大荷重の約10%～約40%の範囲で求めた。荷重速度は、最大荷重に達する時間がおおよそ5分±2分となるよう設定した。写真-1に試験の様子を示す。



写真-1 408の曲げ試験の様子

3. 結果及び考察

1) 供試材

各寸法型式に用いた原木の計測結果を表-2に示す。

表-2 原木の計測結果

採材 寸法 型式	末口						元口					
	径 (cm)			年輪数			径 (cm)			年輪数		
	最大	平均± 標準偏差	最小	最大	平均± 標準偏差	最小	最大	平均± 標準偏差	最小	最大	平均± 標準偏差	最小
405	52.4	51.3±1.0	50.3	74	61.0±13.0	43	63.0	60.0±2.2	57.8	83	67.0±15.0	47
406	48.7	45.8±1.5	44.3	68	57.4 ±5.9	49	57.5	52.9±3.0	48.9	74	63.9 ±5.6	57
408	48.9	47.9±0.6	47.3	62	55.0 ±5.8	46	62.1	56.2±3.8	53.1	69	60.4 ±6.1	53

採材 寸法 型式	材長 (cm)			重量 (kg)			密度 (kg/m ³)			E_{tr} (Gpa)		
	最大	平均± 標準偏差	最小	最大	平均± 標準偏差	最小	最大	平均± 標準偏差	最小	最大	平均± 標準偏差	最小
405	419.8	415.1±4.4	410.0	707.8	651.6 ±44.6	599.8	721.7	678.7±29.1	659.1	6.9	6.5±0.5	5.7
406	423.5	415.2±5.4	408.3	639.3	565.0 ±71.6	460.5	829.7	741.2±44.6	702.4	8.6	6.8±0.8	6.3
408	421.0	413.0±6.2	403.3	750.2	570.7±118.2	436.3	808.1	662.7±80.3	556.7	7.2	6.5±0.6	5.8

2) 品質区分

各寸法型式の品質区分結果を表-2に、品質区分項目ごとの結果を表-3に示す。本試験では各寸法型式ともに特級の出現率が最も高く、次いで3級が高かった。木口の貫通割れにより3級に区分された試験体が27.1%と他の項目に比べて高く、3級が多い要因となった。その他の区分項目で

表-2 寸法型式ごとの品質区分結果

寸法型式	等級 (甲種)				
	特級	1 級	2 級	3 級	等外
405	20	6	2	7	1
	(55.6)	(16.7)	(5.6)	(19.4)	(2.8)
406	16	4	1	14	0
	(45.7)	(11.4)	(2.9)	(40.0)	(0.0)
408	21	1	2	13	0
	(56.8)	(2.7)	(5.4)	(35.1)	(0.0)

上段の数字は本数、下段 () 内の数字は割合を示す。

は特級～1級が多いことから、木口の貫通割れを防ぐことが出来れば、より等級の高い部材の生産が期待できると考えられる。今後、木口の貫通割れを防ぐ乾燥スケジュールについて、検討が必要である。

曲がり、反りにおいて、各寸法型式の数値及び品質区分結果を表-4に示す。スギ心去り材は、木表側への反りが利用上懸念されているが、ほぼ全てが1級以上に区分される結果となった。枠組 JAS では、甲種特級及び1級について、曲がりとは0.2%以下、反りは405、406が11mm、408が10mm以下と定められている。本試験では、通直な丸太のみを用いたこと、また、歩増し量を、品質区分における反りの1級の値以上とした(表-1)ことが、等級が高くなった要因と思われる。

表-3 区分項目ごとの結果

区分項目	等級（甲種）				
	特級	1 級	2 級	3 級	等外
節	100 (93.5)	6 (5.6)	1 (0.9)	0 (0.0)	0 (0.0)
穴	89 (83.2)	10 (9.3)	5 (4.7)	3 (2.8)	0 (0.0)
曲がり※ ¹	107 (100.0)		0 (0.0)		1※ ³ (0.1)
反り※ ²	105 (98.1)		0 (0.0)	2 (1.9)	1※ ³ (0.1)
木口貫通割れ※ ²	78 (72.9)		0 (0.0)	29 (27.1)	0 (0.0)

上段の数字は本数、下段（）内の数字は割合を示す

※1 枠組規格の区分は1級以上、3級以上

※2 枠組規格の区分は1級以上、2級、3級

※3 モルダールを通らなかったもの。曲がり、反り以外の項目は区分を行っていないため、他の項目と合計本数が異なる。

表-4 曲がり、反りの数値及び品質区分

寸法型式	曲がり（％）			等級（曲がり）（本）			反り（mm）			等級（反り）（本）		
	最大	平均±標準偏差	最小	特級 1 級	2 級 3 級	規格外	最大	平均±標準偏差	最小	特級 1 級	2 級 3 級	規格外
405	0.20	0.08±0.05	0.00	35	0	1※	8.0	2.4±1.9	0.0	35	0	1※
406	0.22	0.06±0.05	0.00	34	1	0	10.0	4.0±2.4	0.5	35	0	0
408	0.27	0.04±0.05	0.00	36	1	0	7.5	3.1±2.0	0.0	37	0	0

※モルダールを通らなかったもの。上記「曲がり（％）」「反り（mm）」にはその数値を含んでいない。

3) 曲げ試験

各寸法型式の密度及び E_{fr} を表-5に、 E_{fr} と E 、及び E_b の関係を図-2に示す。 E_{fr} と E 、 E_{fr} と E_b の回帰直線の決定係数はそれぞれ 0.88 と 0.92 で、正の高い相関関係が認められた。また、 E の値は E_{fr} 及び E_b

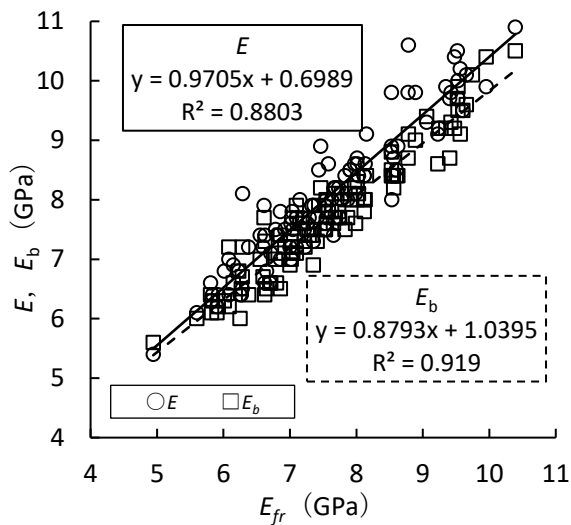
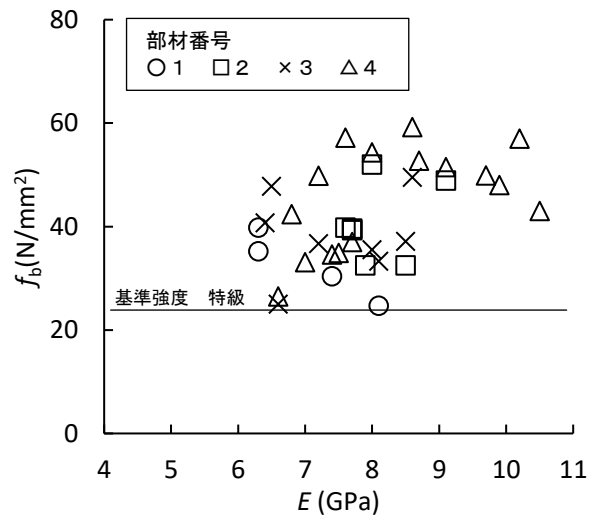
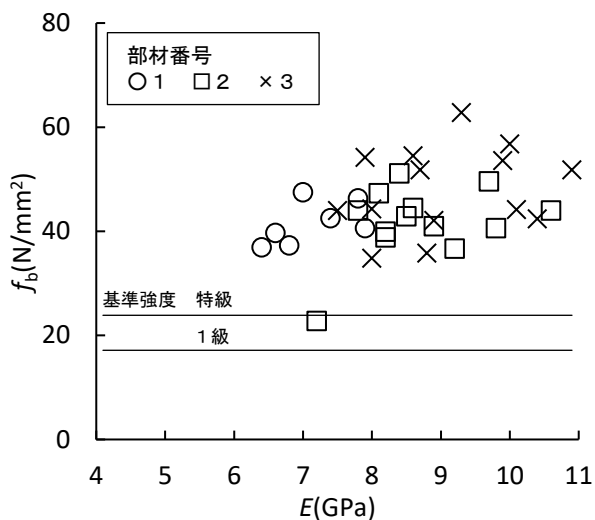
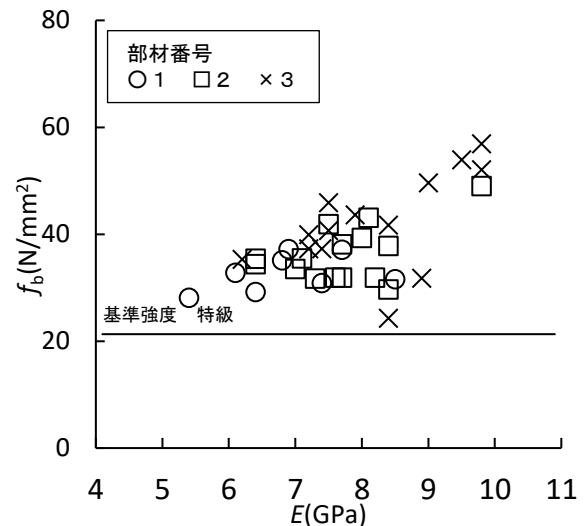
表-5 各寸法型式の密度及び E_{fr}

寸法型式	密度（kg/m ³ ）			E_{fr} （Gpa）		
	最大	平均±標準偏差	最小	最大	平均±標準偏差	最小
405	421.9	368.8±25.3	318.4	9.6	7.5±1.0	5.8
406	489.5	394.7±48.0	332.8	10.4	8.0±1.3	5.8
408	438.9	381.0±25.0	343.6	9.6	7.3±1.1	4.9

と比較すると若干高くなる傾向が確認された。なお、試験体の含水率は 20.0％が 1 本（408）あり、それ以外は全て 19％以下だった。

405、406、408 の f_b について、信頼水準 75％における 95％下側許容限界⁵⁾（以下、5％下限値と記す）を求めたところ、405 は 24.1N/mm²、406 は 29.2N/mm²、408 は 23.9N/mm² であり、全ての寸法型式において特級の基準強度⁸⁾（405、406 では 23.9N/mm²、408 では 21.3N/mm²）を上回った。

405、406、408 の、木取り位置ごとの E と f_b 、及び基準強度との関係をそれぞれ図-3、図-4、図-5（凡例の 1～4 は図-1 の部材番号にあたる）に示す。各試験体において、406 で 1 級に区分された

図-2 E_{fr} と E 及び E_b の関係図-3 405 の E と f_b の関係図-4 406 の E と f_b の関係図-5 408 の E と f_b の関係

1本を除き、全て特級に区分された。1級となったものは、せん断で破壊しており、内部割れが原因と思われた（写真-2）。内部割れが大きい材はせん断破壊する傾向があり⁹⁾、内部割れを小さくする乾燥スケジュールの検討が必要である。

各寸法形式に共通して、心材付近の試験体より、辺材を含む試験体の方が、強度が大きくなることが確認された。これは、辺材部は心材部に比べ、成熟材を含む割合が高いことが影響しているものと考えられ、大径材の辺材部から心去りフォーバイ材等を生産することは、強度的には有利になるも



写真-2 せん断破壊の様子

のと思われる。

なお、405、406、408 における f_b の変動係数はそれぞれ 22.7%、18.1%、19.9% となり、JIS に記載の平均値⁶⁾ よりも大きい結果となった。即ち、指針に準じるためには、当初想定していた試験体数より多くの試験体が必要であるため、今後データを追加し確認することが望ましい。ただし、今回の試験結果では、ほとんどの試験体が特級の基準強度以上であり、2 級以下となる強度は確認されなかったことから、曲げ強度については十分に基準強度を超え、問題ないものと思われる。

今後、引張り強度等の検証を行うとともに、他のフォーバイ材等についても強度試験を実施予定である。

4. まとめ

- ・405、406、408 の品質区分（節、穴、曲がり、反り、木口の貫通割れ）を行ったところ、特級の出現率が最も高く、次いで 3 級が高かった。3 級に区分された主な要因は、木口の貫通割れだった。
- ・405、406、408 の曲げ試験を実施し、曲げ強度の信頼水準 75% における 95% 下側許容限界を求めたところ、全ての寸法型式で特級の基準強度以上の値が確認された。また、1 級に区分された 1 本を除き、全ての試験体が特級に区分された。1 級となったものはせん断で破壊しており、木口面からの内部割れが原因と思われた。
- ・今回の試験結果では、県産大径スギより得た 405、406、408 について、曲げ強度については基準強度を満たしており、問題ないものと思われる。

参考文献

- 1) 大分県：木材関連統計，（令和 6 年 12 月分）住宅着工戸数統計；[2025. 3. 11 参照].
https://www.pref.oita.jp/uploaded/life/2185072_4426494_misc.pdf
- 2) 山本幸雄：平成 26 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，35-38（平成 27 年）
- 3) 山本幸雄：平成 27 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，24-27（平成 28 年）
- 4) 山本幸雄：平成 28 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，28-33（平成 29 年）
- 5) 枠組壁工法建築物設計の手引き・構造計算指針編集委員会：2018 年枠組壁工法建築物構造計算指針（平成 30 年）
- 6) JIS Z 2101（2009）木材の試験方法.
- 7) JAS 0600：枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材．農林水産省(1974)．(最終改正：2020)．
- 8) 木材の基準強度 F_c 、 F_t 、 F_b 及び F_s を定める件（平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1452 号）
- 9) 井道裕史・長尾博文・加藤英雄：乾燥に伴う内部割れがスギ製材品のせん断教祖に及ぼす影響，木材工業 60(4)，170-174（2005）．

Ⅱ 関連事業

エリートツリーの原種増産技術の開発事業のための調査等委託業務（受託）

令和6年度

森林チーム 加藤 小梅

1. 目 的

現在、全国的に花粉症が問題となっているが、花粉を全く生産しない「無花粉スギ」は花粉症対策として非常に有効であることから、開発・増産が進められている状況にある。今回の試験では、無花粉スギ苗木の増産のための効率的な種子生産法の確立、無花粉遺伝子を有するスギ精英樹を活用した新たな優良無花粉品種開発の推進を目的に、無花粉遺伝子を有するスギ精英樹等及び対照となるスギ精英樹の着花特性調査、人工交配、種子の特性調査を実施したのでその結果について報告する。

なお、本業務は国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 林木育種センター九州育種場の委託を受け実施した。

2. 試験方法

無花粉遺伝子を有するスギ精英樹Aと他のスギ精英樹等との人工交配により作出された種子、無花粉遺伝子を有する精英樹Aの対照系統について下記の特性調査を行った。

1) 種子生産特性調査

大分県農林水産研究指導センター林業研究部内（以下、部内と記す）より、精英樹Aとの人工交配により得られた4交配家系の種子を採取し、1球果あたりの種子数、種子重量を調査した。

加えて、発芽能力を調査するため、種子の精選後に発芽鑑定を行った。温度条件は明期 30℃（8時間）、暗期 20℃（16時間）に設定し、明期には蛍光灯を用いて約 1,000 ルクスの光を照射した。発芽床には濾紙を使用し、1シャーレあたり 100粒を播種した（3反復）。令和6年1月11日に種子の培養を開始し、28日後に発芽率（発芽種子/まきつけ種子数×100）を調査した。

2) 着花特性調査

部内において6系統の雄花量・雌花量（人工着花及び自然着花）を調査した。人工着花処理は雄花用を令和6年6月4日に、雌花用は令和6年8月2日にジベレリン 100ppm（商品名：ジベレリン協和粉末、住友化学株式会社）を用い、雄花・雌花評価用の枝2～3本に液浸処理を行った。評価方法は特定母樹指定基準¹⁾に準じ、令和7年1月14日に表-1の評価方法にて調査を行った。

表-1 評価方法

項目	評価枝数	評価基準（雄花・雌花共通）
自然着花	- 着花が多い枝1本、中程度の枝3本、少ない枝を1本選び評価 - 枝が5本とれない場合は、着花が多い枝1本、中程度の枝1本、少ない枝1本を選評価	5 : 着生範囲が広く、着生量が非常に多い 4 : 着生範囲が広く、着生量が多い 3 : 着生範囲、着生量とも中程度 2 : 着生範囲が狭く、着生量が少ない 1 : 着生範囲、着生量とも非常に少ない
人工着花	個体あたり2本以上評価	

3. 結果

1) 種子生産特性調査

種子生産特性調査の結果を表-2に示す。球果あたりの種子数は精選前、精選後共に精英樹D(♀)×精英樹A(♂)が最も多く、精選前で61.6粒、精選後で32.5粒となった。また、精選後の球果あたりの種子重量においても同じ組み合わせのものが最も多く0.11gとなった。発芽率は、在来品種S(♀)×精英樹A(♂)が85.0%と最も高かった。

表-2 種子生産特性調査結果

交配家系			種子数/球果 (粒)	種子数/球果 (粒)	種子重量/球果 (g)	発芽率 (%)
			(精選前)	(精選後)	(精選後)	(精選後)
精英樹D(♀)			61.6	32.5	0.11	48.3%
精英樹F(♀)	×	精英樹A (♂)	56.0	22.5	0.06	51.0%
精英樹P(♀)			45.0	14.8	0.03	30.0%
在来品種S(♀)			53.2	22.5	0.06	85.0%

2) 着花特性調査

着花特性調査の結果を表-3に示す。精英樹Dの結果を除いて、雄花・雌花どちらにおいても、ジベレリン処理を施した人工着花量が自然着花量を上回っており、系統毎にバラツキはあるものの、今年の自然着花における雄花着花量は昨年度²⁾と比較すると少ない傾向にあった(表-3)。今年度着花量調査に用いた品種は、どの品種も花粉症対策品種または都道府県が花粉症対策品種と同程度のものと認めたものであり、そもそも雄花が着きにくい品種であったことが要因であると考えられた。

表-3 着花特性調査結果

系統名	雄花平均評価値		雌花平均評価値	
	人工着花	自然着花	人工着花	自然着花
精英樹D	2.5	2.0	1.0	1.2
精英樹F	2.0	1.0	1.3	1.0
在来品種K	2.0	1.0	1.5	1.0
精英樹L	1.8	1.0	1.2	1.0
精英樹P	1.7	1.0	1.3	1.0
在来品種S	1.3	1.0	1.2	1.0

※数値は表-1 評価基準の平均値を示す

参考文献

- 1) 林野庁, 特定母樹指定基準, 5 (令和2年)
- 2) 松本純: 令和5年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報, 51-52 (令和7年)

スギ雄花着花状況調査委託事業（受託）

令和6年度

森林チーム 内田 さや香

1. 目 的

現在、国民の約4割が罹患し、「国民病」と言われているスギ花粉症について、花粉発生源対策をより効果的に推進していくためには、スギ花粉飛散に強く影響している地域を推定し、対策の重点化を図っていくことが重要である。

このため、本事業は花粉飛散量予測の精度向上や雄花生産量の把握するためのスギ雄花着生状況を調査することを目的とし、（一社）全国林業改良普及協会からの委託を受けて実施した。

2. 調査方法

県内に設定した定点スギ林30箇所について、令和6年11月中旬から12月上旬に雄花着生状況を調査した。着生状態の調査にあたっては、各定点のスギ林において、ほぼ決まった位置から双眼鏡を用い、定点あたり40本について観察を行った。着生状態の程度によって、A：雄花が樹冠の全面に着生、B：雄花がほぼ全面に着生、C：雄花が疎らに着生又は樹冠の限られた部分に着生、D：雄花が観察されない、の4種類に区分した。その際、全国林業改良普及協会から提示された「基準写真（A～D）」をもとに判定を行った。

3. 結果及び考察

各定点（30箇所）の雄花調査結果を表-1に示した。30箇所の平均値でみると、A判定が2.6%、B判定が23.4%、C判定が29.1%、D判定が44.9%であり、A判定（全面に着生）、B判定（ほぼ全面に着生）、D判定（雄花着生無し）の割合が昨年より高く、C判定（雄花が疎らに着生又は樹冠の限られた部分に着生）の割合が昨年より低かった。

品種別では、実生、ヒノデ並びにコバノウラセバルは雄花が多かった。ヤブクグリは比較的少ない定点が多かった。これらの傾向は、過去の調査においても認められることから、品種特性と考えられる。

全国林業改良普及協会の推定雄花数では、令和6年度は4,068個/m²となった。

表-1 令和6年度スギ雄花着生調査結果

番号	定点略称	品種名	判定区分別本数(本)					雄花指数 (E)	Aランク率 (A/40)	雄花指数Ⅱ (F)	推定雄花数 (G)
			A	B	C	D	合計				
1	三光村-1	ヤブクグリ	0	0	11	29	40	110	0.00	110	409
2	耶馬溪-1	ヤマグチ	0	9	20	11	40	650	0.00	650	2,391
3	耶馬溪-2	ヤブクグリ	0	0	0	40	40	0	0.00	0	0
4	耶馬溪-3	ヤブクグリ	20	4	0	16	40	2,200	0.50	3,300	12,008
5	山国-1	ヤブクグリ	0	10	17	13	40	670	0.00	670	2,464
6	山国-2	ヤマグチ	0	3	21	16	40	360	0.00	360	1,329
7	宇佐-1	ヤブクグリ	0	0	0	40	40	0	0.00	0	0
8	安心院-1	実生	8	20	12	0	40	1,920	0.20	2,304	8,404
9	院内-1	ヤブクグリ	0	16	10	14	40	900	0.00	900	3,303
10	院内-2	ヤマグチ	2	16	8	14	40	1,080	0.05	1,134	4,156
11	日田-3	ヒノデ	0	21	15	4	40	1,200	0.00	1,200	4,396
12	日田-5	イワオ	0	0	17	23	40	170	0.00	170	631
13	日田-6	ウラセバル	0	9	31	0	40	760	0.00	760	2,792
14	日田-7	アヤスギ	0	9	14	17	40	590	0.00	590	2,171
15	天瀬-1	ヤブクグリ	0	4	19	17	40	390	0.00	390	1,439
16	大山-1	ヤブクグリ	0	25	15	0	40	1,400	0.00	1,400	5,123
17	大山-3	ヒノデ	0	38	2	0	40	1,920	0.00	1,920	7,012
18	前津江-2	コバノウラセバル	0	31	9	0	40	1,640	0.00	1,640	5,995
19	前津江-3	ヒノデ	1	19	11	9	40	1,160	0.03	1,189	4,356
20	中津江-1	アヤスギ	0	1	7	32	40	120	0.00	120	446
21	中津江-3	ウラセバル	0	0	18	22	40	180	0.00	180	668
22	上津江-3	リュウノヒゲ	0	15	15	10	40	900	0.00	900	3,303
23	玖珠-1	オビスギ	0	0	4	36	40	40	0.00	40	150
24	玖珠-2	ヤブクグリ	0	0	10	30	40	100	0.00	100	372
25	玖珠-4	ヤブクグリ	0	2	4	34	40	140	0.00	140	520
26	玖珠-5	ヤブクグリ	0	7	8	25	40	430	0.00	430	1,586
27	九重-4	イワオ	0	0	7	33	40	70	0.00	70	261
28	九重-7	ヤブクグリ	0	0	10	30	40	100	0.00	100	372
29	湯布院-1	ヤブクグリ	0	10	7	23	40	570	0.00	570	2,098
30	直川-2	ナオミアオ	0	12	27	1	40	870	0.00	870	3,194
計			31	281	349	539	1,200			総計	81,352
割合			2.6%	23.4%	29.1%	44.9%	100.0%			平均	4,068

※判定区分 A：全面に着生 B：ほぼ全面に着生 C：疎らに着生 D：無し
雄花指数(E) = $A \times 100 + B \times 50 + C \times 10$ 雄花指数Ⅱ(F) = $E \times (1 + A \text{ランク率})$
推定雄花数(G) = $(0.99341 \times \text{LOG}(F) + 0.58416)$ (全林協推定法)

早生樹プロモート林調査

令和 6 年度

森林チーム 加藤 優仁

1. 目 的

現在、全国的に花粉症が問題となっており、大分県では令和 6 年度から、成長が早く、花粉の発生量が少ない県佐伯 6 号、県佐伯 13 号、県日出 3 号、高岡署 1 号、県薩摩 5 号、県始良 20 号、県八女 6 号、県東臼杵 15 号の計 8 品種をスギ推奨品種としている。これに伴い、令和 6 年 3 月に推奨品種 5 品種（県佐伯 6 号、県佐伯 13 号、県日出 3 号、高岡署 1 号、県始良 20 号）、特定母樹 1 品種（県日田 15 号）、在来品種 2 品種（タノアカ、シャカイン）の計 8 品種（以下、スギ 8 品種と記す）について、多様な環境条件下に植栽し、成長経過を確認できるなど、推奨品種の普及を目的とする「早生樹プロモート林」を、県内 18 か所に設置している。

本調査では、「早生樹プロモート林」内のスギ 8 品種の成長量等を調査し、環境条件による品種特性を把握することを目的としており、本報告では、1 成長期における樹高・根元径・樹幹幅の成長量について報告する。なお、この調査は林務管理課及び各振興局と連携し、調査したものである。

2. 試験地

令和 6 年 3 月に、スギ 8 品種を 60 本／品種、植栽密度 2,000 本／ha で各試験区に植栽されており、場所、気候条件、地質条件、平均傾斜については表-1 のとおりである。

気候条件（平年値）については、気象庁ホームページ¹⁾を参考に、平成 3 年から令和 2 年データを平年値として用いている。また、地質条件の判定については、国立研究開発法人 産業技術総合研究所地質情報研究部門「20 万分の 1 日本シームレス地質図」を用いた。

大分県内 18 か所の植栽場所の選定理由等については、大分県のホームページ²⁾を別途参考にしていただきたい。また、豊後高田市に設置してあるプロモート林は令和 5 年 11 月に植栽しており、他の試験地と比較して植栽時期が約半年早いという点に注意が必要である。

表-1 試験区の概要

No.	旧市町村	気候条件(平年値)					地質条件		平均 傾斜
		区分	年降水量	最低気温	最高気温	標高	地質	類型	
1	国東市安岐町	瀬戸内	1,524	11.4	20.5	222	玄武岩質安山岩	火山堆積物	25
2	由布市挾間町	瀬戸内	1,727	12.8	21.1	290	流紋岩 (デイサイト)	火山堆積物	20
3	由布市湯布院町川上	九州山地	1,992	8.4	18.9	673	玄武岩質安山岩	火山堆積物	10
4	由布市湯布院町川西	九州山地	1,992	8.4	18.9	763	内陸性堆積岩	堆積岩	20
5	佐伯市本匠	南海	2,119	12.9	20.9	334	海洋性堆積岩 (四万十帯)	堆積岩	35
6	佐伯市宇目	南海	2,404	9.4	20.9	234	海洋性堆積岩 (四万十帯)	堆積岩	40
7	佐伯市蒲江	南海	2,335	14.1	21.3	28	海洋性堆積岩 (四万十帯)	堆積岩	40
8	豊後大野市大野	瀬戸内	1,792	10.4	21.5	269	玄武岩質安山岩	火山堆積物	20
9	豊後大野市緒方	九州山地	1,885	9.9	20.3	360	流紋岩 (デイサイト)	火山堆積物	5
10	竹田市荻町	九州山地	1,885	9.9	20.3	602	流紋岩 (デイサイト)	火山堆積物	35
11	竹田市直入町	九州山地	1,885	9.9	20.3	571	流紋岩 (デイサイト)	火山堆積物	20
12	玖珠町小田	九州山地	1,878	9.0	20.1	903	玄武岩質安山岩	火山堆積物	10
13	玖珠町古後	九州山地	1,878	9.0	20.1	315	流紋岩 (デイサイト)	火山堆積物	5
14	日田市天瀬町	九州山地	1,876	10.8	21.9	364	流紋岩 (デイサイト)	火山堆積物	15
15	日田市	九州山地	1,876	10.8	21.9	216	玄武岩質安山岩	火山堆積物	20
16	中津市耶馬溪町	九州山地	1,945	10.0	20.6	545	玄武岩質安山岩	火山堆積物	20
17	宇佐市院内町	九州山地	1,729	10.0	20.6	411	玄武岩質安山岩	火山堆積物	30
18	豊後高田市	瀬戸内	1,457	11.7	20.6	470	玄武岩質安山岩	火山堆積物	20

県営採種園・採穂園管理事業

令和 6 年度
森林チーム 坂本 修一、金古美輝夫
高部 研一

1. 維持管理

令和 6 年度は林業研究部及び天瀬試験地のスギやヒノキの採穂園の草刈、剪定並びに周辺支障木の伐採を行った。

また、林業研究部の抵抗性クロマツ採種園及び採穂園の下刈、剪定を行うとともに、枯死木や衰弱木の伐採を実施した。

2. 採穂園造成

令和 3 年 6 月に新たな森林・林業基本計画が閣議決定され、再造林の推進をめざし政府が総合的かつ計画的に優良種苗の安定的な供給を講ずる方針が示された。令和 5 年 10 月には花粉症に関する関係閣僚会議において「花粉症対策初期集中対応パッケージ」がまとめられ、花粉の少ないスギ苗木の生産割合を上げの方針が示された。このような状況により、森林整備室と協議し、新たな造成は行わず、現採穂園の品種の見直しを行い、今後の整備計画について検討した。

3. 試験概要

各林分に植栽されたスギ 8 品種について 1 品種あたり 30 本を測定した。樹高・根元径・樹幹幅を測定し、樹幹幅については直角 2 方向を 5 cm 単位で計測し、平均値を算出することで求めた。

1 回目の調査は令和 6 年 4 月下旬から 5 月上旬に（以下、植栽時と記す）、2 回目は令和 6 年 11 月中旬から 12 月上旬（以下、秋期計測と記す）に実施した。

4. 結果及び考察

図-1 に植栽時の品種別平均樹高と秋期計測時の品種別平均樹高成長量を示す。品種によって異なる成長量を示しており、成長量は県始良 20 号、県日出 3 号、県日田 15 号が他の品種に比べ、比較的成長が優れていた。一方で、植栽時に樹高にばらつきが存在していたことから、植栽時の苗木の大きさが異なっていたことが考えられ、それが今回の結果に影響を与えている可能性がある点に注意が必要である。

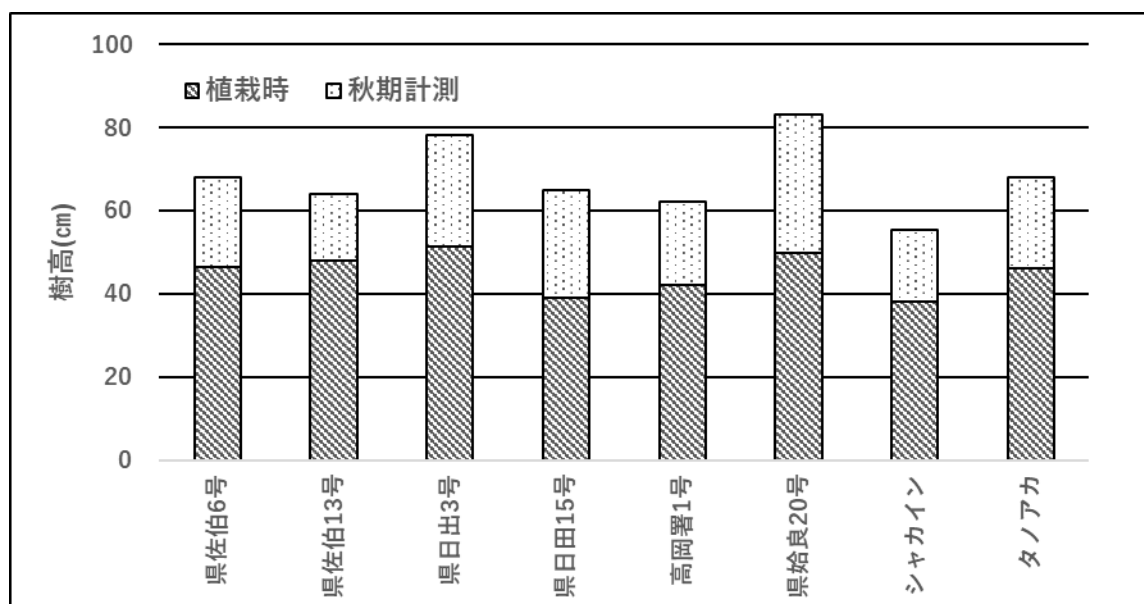


図-1 品種別平均樹高成長量

図-2に植栽時の試験区別平均樹高と秋期計測時の試験区別平均樹高成長量を示す。試験区別で成長量が異なっており、地位の差があることが示唆された。豊後高田市で最も高い成長を示したが、当該試験区は令和5年11月に植栽されていることから、他の試験区に比べ成長期間が長いことが原因である。また、日田市では成長量が最も低かったが、これはシカによる甚大な食害を受けたことが原因であり、令和7年度に試験区を別の場所へ再設定することとしている。

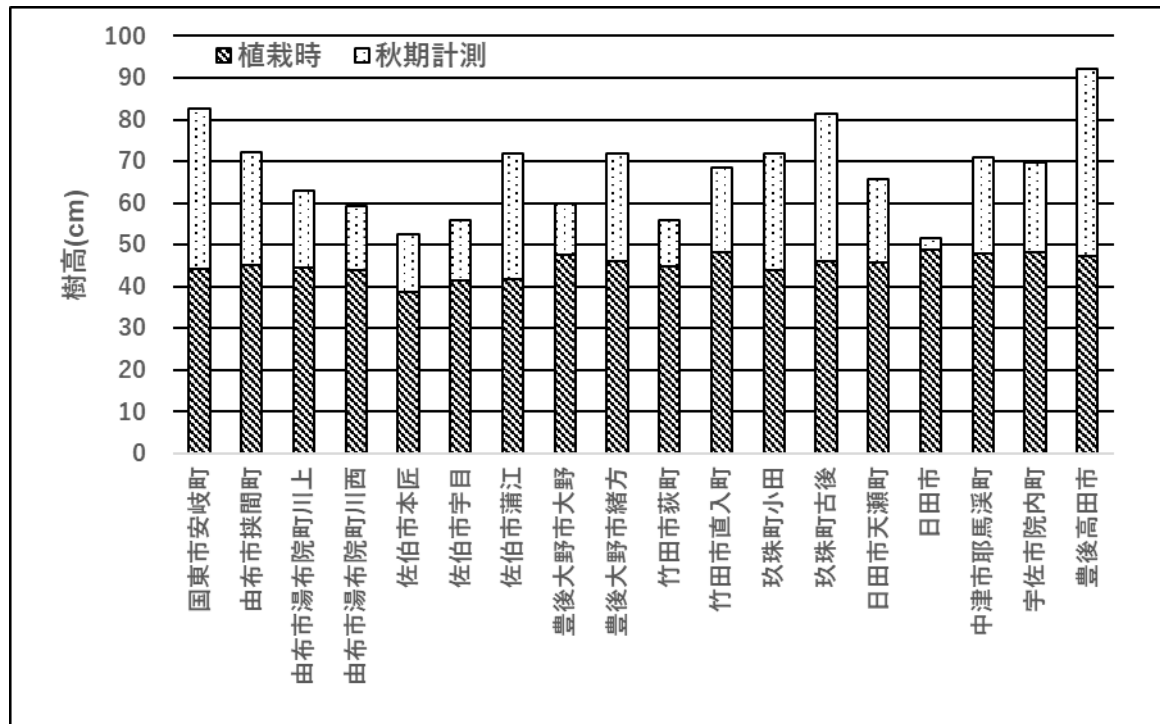


図-2 試験区別平均樹高成長量

今回の調査は、植栽から半年程度の経過であり、植栽時の苗木規格の影響を強く受けている可能性がある。今後も調査を継続し、結果は大分県のホームページにおいて随時情報提供する予定である。

参考文献

- 1) 気象庁：過去の気象データ検索, 2024; [参照 2025. 3. 5].
<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php>
- 2) 大分県：早生樹プロモート林について; [参照 2025. 3. 5].
<https://www.pref.oita.jp/soshiki/16050/fastgrowingtree-promote.html>

種子発芽鑑定調査事業

令和6年度
森林チーム 加藤 優仁

1. 目 的

苗木生産に必要な播種密度や播種量などの情報を提供することを目的とし、令和3年、5年、6年に採種した種子及び低温貯蔵種子の発芽能力を調査した。

2. 試験方法

令和6年度の発芽鑑定は、ヒノキ3件、コウヨウザン2件の計5件について調査を行った（表-1、表-2）。発芽鑑定は、令和7年1月8日から開始し、ヒノキは21日後、コウヨウザンについては28日後まで調査を行った。

発芽勢については、鑑定開始日からヒノキは10日後、コウヨウザンは12日後の発芽能力で評価した。発芽効率は、以下の計算式で算出した。

$$\text{発芽効率（\%）} = \text{発芽率（\%）} \times \text{純度（\%）} \div 100$$

発芽床には、寒天（0.8%）を使用した。鑑定温度は、明期 30℃（8時間）、暗期 20℃（16時間）に設定し、明期には蛍光灯を用いて約 1,000 ルクスの光を照射した。1シャーレあたりのまきつけ種子数を100粒とし、4反復とした。

表-1 令和6年度種子発芽鑑定用試料

番号	採取年	樹種	試験別	採取地
1	R 3	ヒノキ	自然乾燥	竹田市荻町柏原（県営採種園）
2	R 5	ヒノキ	自然乾燥	〃
3	R 6	ヒノキ	自然乾燥	〃
4	R 3	コウヨウザン	自然乾燥	—
5	R 3	コウヨウザン	自然乾燥	—

3. 結果及び考察

種子発芽鑑定の結果を表-2に示す。種子発芽率の範囲は、ヒノキ3件では5.25%～39.75%、コウヨウザン2件では30.50%～34.50%であった。

ヒノキは採取年の違いによって発芽率に差異が認められ、令和3年度及び令和5年度の種子は比較的良好な発芽率を示し、令和6年度は発芽率が低かった。令和6年度の発芽率低下について、ヒノキには採種できる種子量に豊凶作年があり、令和6年度は凶作年だったため、発芽率が低くなった可能性がある。

表-2 令和6年度種子発芽鑑定調査の結果

番号	採取年	樹種	供試量 (g)	純度 (%)	1gあたり 粒数(粒)※	発芽率 (%)	発芽勢 (%)	発芽効率 (%)
1	R 3	ヒノキ	5.005	97.72	468	28.25	6.75	27.61
2	R 5	ヒノキ	5.016	98.44	489	39.75	18.50	39.13
3	R 6	ヒノキ	5.001	98.02	721	5.25	3.25	5.15
4	R 3	コウヨウザン	5.021	99.64	134	34.50	28.75	34.38
5	R 3	コウヨウザン	5.004	98.56	135	30.50	25.75	30.06

※1gあたりの粒数の算出にあたっては、ヒノキは約1g、コウヨウザンは約5gの種子を用いた。

県営採種園・採穂園管理事業

令和 6 年度
森林チーム 坂本 修一、金古美輝夫
高部 研一

1. 維持管理

令和 6 年度は林業研究部及び天瀬試験地のスギやヒノキの採穂園の草刈、剪定並びに周辺支障木の伐採を行った。

また、林業研究部の抵抗性クロマツ採種園及び採穂園の下刈、剪定を行うとともに、枯死木や衰弱木の伐採を実施した。

2. 採穂園造成

令和 3 年 6 月に新たな森林・林業基本計画が閣議決定され、再造林の推進をめざし政府が総合的かつ計画的に優良種苗の安定的な供給を講ずる方針が示された。令和 5 年 10 月には花粉症に関する関係閣僚会議において「花粉症対策初期集中対応パッケージ」がまとめられ、花粉の少ないスギ苗木の生産割合を引上げる方針が示された。このような状況により、森林整備室と協議し、新たな造成は行わず、現採穂園の品種の見直しを行い、今後の整備計画について検討した。

標本見本園並びに構内維持管理事業

令和 6 年度
森林チーム 坂本 修一、金古美輝夫
高部 研一

林業研究部内及び天瀬試験地の樹木見本園や各種試験林等の維持管理作業を実施した。

所在地	対象地	面積 (㎡)	作業内容
林業研究部内	①標本見本園	17,394	下刈、整枝、伐倒
	②各種試験林等	23,290	下刈、剪定、枝打ち
	③苗畑等	10,171	除草、耕耘
	④竹林見本園等	15,744	除草、伐竹整理
	⑤その他緑地	28,188	整枝・剪定、下刈、芝刈
	計	94,787	
天瀬試験地	①クローン集植所	16,833	下刈、支障木伐採
	②各種試験地	28,858	下刈、支障木伐採
	③採穂園等	7,702	下刈、剪定、支障木伐採
	計	53,393	

Ⅲ 研究成果の公表

Ⅳ 研修・普及等

Ⅴ 技術指導・支援等の活動

Ⅵ 予算

Ⅶ 職員配置

Ⅲ 研究成果の公表

1. 学会等での発表及び投稿

1)口頭発表

年月日	題目	発表者	発表会名	会場
R6. 10. 12	エリートツリー等並びに大苗を用いた低コスト化 -大分県営モデル林における事例-	松本 純	第 80 回九州森林学会大会	大分県
R6. 10. 12	スギ特定苗木を用いたコンテナ直ざし苗の品種特性把握	加藤 小梅	第 80 回九州森林学会大会	大分県
R6. 10. 12	コウヨウザンにおける獣害対策の検討	内田さや香	第 80 回九州森林学会大会	大分県
R6. 10. 12	適期外におけるスギへのジベレリン処理と着花性効果	加藤 優仁	第 80 回九州森林学会大会	大分県
R7. 1. 22	大分県産スギ大径材から得た心去り材の乾燥及び強度性能 -「高温セット+天然乾燥」及び「中温乾燥」について-	山本 幸雄	九州におけるスギ大径材利用技術研究シンポジウム（共催：九州地区林業試験研究機関連絡協議会木材加工部会、公益社団法人日本木材加工技術協会九州支部）	オンライン
R7. 1. 22	大分県産スギ大径材から 9 丁取りした正角材の材質及び強度性能	古曳 博也	九州におけるスギ大径材利用技術研究シンポジウム（共催：九州地区林業試験研究機関連絡協議会木材加工部会、公益社団法人日本木材加工技術協会九州支部）	オンライン

2)ポスター発表

年月日	題目	発表者	発表会名	会場
R7. 3. 21 ～3. 22	機械学習を用いたスギ地位マップ作成における学習スケールの影響	松本 純	第 136 回日本森林学会大会	北海道

3)学会誌及び専門誌への投稿

題目	執筆者	投稿誌名	号 項
循環型林業の確立（早生樹の取組み）	芦原 義伸	全国林業試験研究機関協議会会誌	第 58 号 (2024. 12)
適期外におけるスギへのジベレリン処理が雄花着花性に与える影響	加藤 優仁 松本 純 加藤 小梅	九州森林学会九州森林研究	第 78 号 (2025)
スギ・ヒノキサシ木苗の生産性向上に関する研究	加藤 小梅	公立林業試験研究機関研究成果集	No. 22（令和 6 (2024) 年度）

2. 研究発表会の開催

県内林業関係者に対し、研究成果の活用に向けて情報提供する「令和6年度（第53回）大分県農林水産研究指導センター林業研究部研究発表会」を令和7年1月30日に開催しました（参加者63名）。

【研究発表】

スギ心去り構造用製材等の品質に関する研究	木材チーム	上席主幹研究員	古曳 博也
疎植造林による育林施業体系に関する研究	森林チーム	主任研究員	松本 純

【情報提供】

新たな造林推奨品種、植えてみました ～新しい林業を目指した早生樹プロモート林の設置～	林務管理課 林業普及指導班 主幹	井上 八州人
循環型林業の確立に向けた取組 ～豊肥地区の構想～	豊肥振興局 農山村振興部 林業・木材・椎茸班 主査	西胤 謙吉

3. 刊行物等の発行

名 称	配付先	発行部数
令和5年度 林業研究部年報（第66号／R7.3.14発行）	県内外の試験研究機関等	150部
林研だより（No.86／R7.3.19発行）	林業研究部ホームページ公開	-

4. 受賞の状況

受賞者	受賞名	表彰授与主体	受賞年月日	受賞の内容
森林チーム 主任研究員 松本 純	優秀論文賞	九州森林学会	R6.10.11	さし木造林の効果並びに優位性に関する研究貢献
森林チーム 業務技師 金古 美輝夫	研究支援功労者表彰	全国林業試験研究 機関協議会	R7. 1.16	林業関係試験研究への支援

IV 研修・普及等

1. 研修会の開催

1)関係団体への研修

年月日	研修内容	対象者	場所	人数
R6. 9. 7	企業技術研修「椅子張りの基礎技術」	家具産業関係者等	ベストリビング株式会社	12

2. 講師派遣

1)関係団体への研修

派遣日	内容	講師名	主催／場所	人数
R6. 7. 2	スギコンテナ苗生産に関する視察研修	坂本 修一 松本 純 加藤 小梅 加藤 優仁	大野郡森林組合／林業研究部	6
R6. 7. 4	省力・低コスト造林技術の普及に向けた調査委託事業シンポジウムパネルディスカッション「省力・低コスト造林技術について」（令和6年度省力・低コスト造林技術の普及に向けた調査委託事業）	松本 純	一般社団法人日本森林技術協会／トラストシティ カンファレンス・新大阪 Room1+Room2	80
R6. 9. 13	苗木生産初心者研修	加藤 小梅	(公財)森林ネットおおいた／大分県林業研修所	3
R6. 9. 17	おおいた林業アカデミー 「木材利用の試験研究について」	野田 高博 芦原 義伸 古曳 博也 坂本 修一 山本 幸雄 佐藤太一郎	(公財)森林ネットおおいた／林業研究部	11
R6. 9. 20	フォレストワーカー集合研修（3年目） 「木材の特性」	古曳 博也	(公財)森林ネットおおいた／大分県林業研修所	11

2)普及員への講義

派遣日	内容	講師名	主催／場所	人数
R6. 7. 10	令和6年度林業全般基礎（Ⅱ）前期研修 令和6年度試験研究機関における実践研修	野田 高博 芦原 義伸 古曳 博也 坂本 修一 山本 幸雄 松本 純 内田さや香 加藤 優仁	大分県／林業研究部	14

3)学生への講義

派遣日	内容	講師名	主催／場所	人数
R6. 9. 4	大分県立農業大学校講義	坂本 修一	大分県立農業大学校	25
R6. 9. 11	大分県立農業大学校講義	坂本 修一	大分県立農業大学校	25
R6. 9. 18	大分県立農業大学校講義	坂本 修一	大分県立農業大学校	25
R6. 10. 23	日田林工高等学校インターンシップ	芦原 義伸 坂本 修一 内田さや香	大分県立日田林工高等学校／ 林業研究部	1

4)その他への講義

派遣日	内容	講師名	主催／場所	人数
R6. 9. 26	林業種苗生産事業者講習会	加藤 小梅	大分県／大分県林業会館新館	23

3. 視察受け入れ

視察日	内容	視察者・団体	人数
R6. 4. 26	県内における早生樹の植林事例（増殖方法、病虫害の発生状況、獣害発生状況、材の活用可能性）について	株式会社エフバイオス山林事業部	1
R6. 6. 22	林業研究部の試験研究及び取組みについて	九重町議会	21
R6. 7. 29	日田高校の水郷ひた学Ⅰフィールドワーク（スギについて）	県立日田高等学校（2年文・理）	3
R6. 7. 29	林業研究部について	県庁林務管理課	2
R6. 7. 30	林業研究部について	県庁地域農業振興課	2
R6. 8. 5	林業研究部について	農林水産部長視察来訪	12
R6. 9. 17	林業研究部の研究概要、木材利用の試験研究について	おおいた林業アカデミー（公益財団法人森林ネットおおいた）	11
R6. 10. 29	疎植造林地の状況について（山香疎植造林地）	岐阜県	3
R6. 11. 6	木材乾燥について	木構造振興株式会社（JAS 構造用製材利用拡大委員会事業協力依頼）	7
R7. 1. 14	早生樹を用いた取組状況について	高知県議会商工農林水産委員会	11
R7. 1. 24	造林並びに早生樹について	竹田直入林研グループ連絡会	11
R7. 2. 18	早生樹を用いた取組状況について	西城町森林組合	11
R7. 3. 1	林業研究部の取組みについて	ひた森の担い手づくり協議会	19

4. 講座の開催

林業研究部が取組む、試験研究の成果紹介並びに来場者向けに樹種の違いや木材の活用について、興味を深めてもらう早生樹等見本展示を実施した。

開催日	出展催事	場所
R6. 10. 19～10. 20	大分県農林水産祭「おおいたみのりフェスタ」 大分県農林水産研究指導センター本部ブース	別府公園
R6. 12. 1	第15回 日田の木と暮らしのフェア	パトリア日田

V 技術指導・支援等の活動

1. 林家等への技術指導

対象者／年度	R2	R3	R4	R5	R6	令和6年度の主要な指導内容
林家	35	19	54	21	25	早生樹・枯死・苗木生産・品質基準・木材加工・木材乾燥 等
関係団体等	270	263	263	257	350	強度試験・依頼試験・塗装・技能検定・木材加工・製品開発 等
普及指導員	46	31	62	57	14	林業全般・含水率測定
学生	58	56	67	111	76	苗木生産・早生樹・木材加工技術及び機器利用
その他	130	338	351	128	101	寄稿依頼・建築情報提供依頼・早生樹・文献引用
計（人）	539	707	797	574	566	

2. 研究成果の主要な現地移転

研究の成果	疎植造林による育林施業体系の開発
移転の内容	スギの疎植造林を実施する上での問題点を検証し、育林施業体系の確立について普及・推進
移 転 先	森林所有者・森林組合・樹苗生産農業協同組合、等
移転の手法	研究発表会、研究報告書、研修会等

3. 企業支援

1) 技術相談・技術指導

年度	R2	R3	R4	R5	R6	主要な指導内容
件数	156	131	144	134	133	植栽方法、種苗生産技術、製材乾燥技術、強度試験方法等

2) 企業訪問

年度	R2	R3	R4	R5	R6	主要な訪問先
件数	54	44	53	38	48	森林組合、製材所、家具・木工芸製造企業、その他

3) 依頼試験

年度	R2	R3	R4	R5	R6	主要な試験内容
件数	29	28	9	13	8	木材の各種強度試験、 木製家具等の各種強度試験
金額（円）	1,620,401	1,742,138	908,729	654,697	76,194	

4) 機械貸付

年度	R2	R3	R4	R5	R6	主要な貸付機械
件数	396	298	180	171	198	自動一面鉋盤、スライドソー、 ユニバーサルサンダー、他
金額（円）	316,240	208,100	136,240	183,060	440,580	

VI 予算

(当初予算)

チーム	区分	課題名	期間	予算区分	予算額[千円]
森林チーム	継続	疎植造林による育林施業体系の開発	R2～R6	県単	462
	新規	循環型林業の確立に向けた高精度なスギ人工林適地判定マップの構築	R6～R7	県単	366
	新規	低コスト循環林業の確立に向けたコウヨウザンの苗木生産・育林技術等の調査・研究	R6～R8	県単	543
	継続	エリートツリーの原種増産技術の開発事業のための調査等委託業務	R2～	外部資金	151
	新規	早生樹プロモート林調査	R6～	県単〔令達〕	-
	継続	花粉飛散量予測に必要なスギ雄花着花状況調査	R6	受託事業 [全林協]	-
	試験研究費(1)				1,522
木材チーム	継続	スギ心去り構造用製材等の品質に関する研究	R4-7	県単	1,459
	新規	県産スギ大径材の利活用に関する研究 -厚板原板を活用した応力除去乾燥技術の検討-	R6-8	県単	1,623
	新規	県産スギ大径材の利活用に関する研究 -フォーバイ材等の性能評価-	R6-7	県単	1,202
	試験研究費(2)				4,284
1. 試験研究費(1)+(2)					5,806
2. 企画指導費等					604
3. 見本園管理費等					481
4. 管理運営費等					26,911
合 計					33,802

VII 職員配置

担当・役職等		氏 名	研究/業務
部 長		野田 高博	部の総括
管理担当	課長補佐(総括)	加藤 幸壺	部の管理、運営の総括調整
	主事	牧 成美	庶務、会計
企画指導担当	主幹研究員(総括)	芦原 義伸	企画指導担当の総括(林業分野)
	主幹研究員	濱名 直美	企画指導担当(産業工芸分野)
森林チーム	主幹研究員(TL)	坂本 修一	森林チームの総括
	主任研究員	松本 純	育林・経営、低コスト施業
	研究員	安部 暖美	林木育種、苗木生産(スギ)
	研究員	加藤 小梅	林木育種、苗木生産(スギ)、スギDNA鑑定
	研究員	内田さや香	苗木生産・育林技術(コウヨウザン)、森林保護
	研究員	加藤 優仁	林木育種、苗木生産〔特用林産(きのこ以外)〕
	業務技師	金古美輝夫	試験研究の業務補助、構内維持管理
	農業技術員	高部 研一	試験研究の業務補助、構内維持管理
木材チーム	上席主幹研究員(TL)	古曳 博也	木材チームの総括、木・竹材加工、家具・工芸
	主幹研究員	山本 幸雄	木材加工、家具構造強度、木材強度、木材乾燥
	主任研究員	豆田 俊治	木材乾燥
	主任研究員	加茂 明子	木材性能評価、木材保存、木材流通・経営・統計
	研究員	河津 温子	木材乾燥、依頼試験
	研究員	佐藤太一郎	木材性能評価、木材強度、未利用資源の活用
	主幹研究員(兼務)	兵頭敬一郎	木竹製品デザイン

大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報

No.67 2025

令和 7 年 9 月 30 日発行

編集 大分県農林水産研究指導センター林業研究部

〒877-1363

大分県日田市大字有田字佐寺原35

TEL 0973-23-2146

FAX 0973-23-6769

ホームページアドレス <https://www.pref.oita.jp/soshiki/15088/>

印刷 株式会社援ジョイワーク大分