

No.66

March 2025

ISSN 2187-2708

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

---

令和 5 年度  
林業研究部年報  
第 66 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 3 5

## 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
－ 超疎植モデル林における特定母樹の初期成長調査 －	
疎植造林による育林施業体系の開発	4
－ 低密度植栽による節への影響 －	
スギ・ヒノキサシ木苗の生産性向上に関する研究	8
－ スギミニ穂を用いた効率的な増産方法の検討 －	
スギ・ヒノキサシ木苗の生産性向上に関する研究	14
－ スギミニ穂を用いた花粉の少ない苗木の品種特性の把握 －	
大分県に適した早生樹の苗木生産・育林技術の開発	22
－ コウヨウザンの優良系統候補木5系統における コンテナさし付けに適した系統の選定 －	

## 〔県産材の需要拡大〕

大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発	29
－ スギ大断面正角材の天然乾燥試験 －	
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 －	
低コスト造林施業推進に向けたスギ優良品種の材質特性の解明	40

<b>II</b>	<b>関連事業</b>	
	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）	50
	スギ花粉発生源地域推定事業（受託）	52
	種子発芽鑑定調査事業	54
	県営採種園・採穂園管理事業	56
	標本見本園並びに構内維持管理事業	57
<b>III</b>	<b>研究成果の公表</b>	60
<b>IV</b>	<b>研修・普及等</b>	62
<b>V</b>	<b>技術指導・支援等の活動</b>	64
<b>VI</b>	<b>予算</b>	65
<b>VII</b>	<b>職員配置</b>	65

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

# I 試験研究

## 疎植造林による育林施業体系の開発

- 超疎植モデル林における特定母樹の初期成長調査 -

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していくためには、価格の向上に加え、伐出・運材や育林の生産性の向上、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な課題となっている<sup>1)</sup>。大分県では課題解決に向け、従来主流だった植栽密度(2,500～3,000本/ha)を2,000本/ha程度にまで減らすことで造林経費を削減する取り組みを進めてきた。現在は更なる低コスト化に向けて、より低密度の植栽についても検討しているところであるが、2,000本/ha以下の造林(以下、疎植造林と記す。低密度植栽とほぼ同義)に関しては全国的にも事例が少なく、特に近年植栽が進んでいる成長に優れた苗木に関しては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。本研究では、植栽本数の低密度化並びに品種による影響を明らかにすることを目的として試験を実施したので報告する。

### 2. 調査地及び方法

特定母樹等を密度別(1,000、1,500、2,000本/ha)に植栽したモデル林における基礎データの収集を行った。モデル林は標高350m、杵築市大字船部に位置する県有林に設定した。地形は尾根地形で前生樹はヒノキである。令和2年2月25日にスギ(在来品種、精英樹、エリートツリー、計18品種)とヒノキ(在

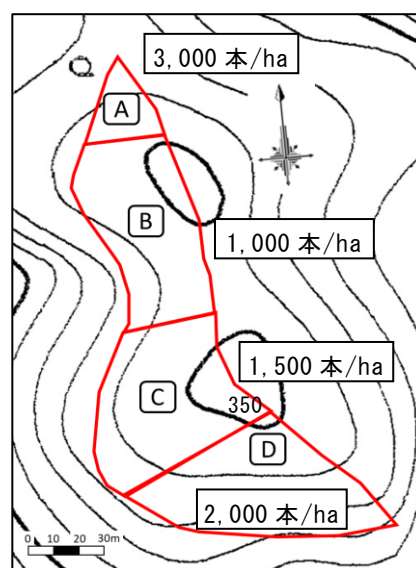


図-1 試験地配置図

表-1 モデル林植栽品種と調査結果の概要

樹種	品種区分	品種	植栽区	測定本数 (本)	平均樹高±SD (cm)	平均根元径±SD (mm)	平均形状比
スギ	在来品種	シャカイン	B, C, D	57	221.1 ± 44.2	42.1 ± 9.4	53.2
		タノアカ	B, C, D	58	277.8 ± 50.7	55.4 ± 14.8	51.9
		アオシマアラカワ	B, C, D	46	289.6 ± 51.3	57.7 ± 16.4	52.5
スギ	精英樹	県藤津14号	B, C, D	51	185.6 ± 40.8	42.8 ± 11.4	44.6
		県佐伯13号	B, C, D	45	251.8 ± 64.2	52.8 ± 16.8	49.4
		県佐伯6号	B, C, D	37	268.5 ± 77.1	64.5 ± 18.7	42.1
		高岡署1号	B, C, D	22	267.4 ± 55.2	61.9 ± 12.8	43.5
		県日田15号	B, C, D	41	308.4 ± 58.0	60.2 ± 16.4	52.5
		県西白杵4号	B, C, D	39	358.1 ± 57.2	74.2 ± 15.0	49.0
		エリートツリー	九育2-136	B, C, D	66	293.4 ± 56.1	50.0 ± 14.7
エリートツリー	九育2-161	D	20	294.7 ± 67.2	51.7 ± 14.4	58.2	
ヒノキ	在来品種	ナンゴウヒ	A, C, D	39	212.5 ± 41.0	34.1 ± 10.1	64.7
		神光2号	A, C, D	36	256.8 ± 50.9	31.5 ± 9.6	84.8
		大林2号	A, C, D	43	265.7 ± 37.2	39.5 ± 10.1	70.1

※SDは標準偏差を示す。

来品種、計3品種)を、図-1に示すA~Dの植栽区に植栽している。20本以上植栽した品種並びに概要は表-1のとおりである。樹高及び根元径の測定は、植栽直後並びに各年の成長休止期に行っており、令和5年(4年生時)の調査は12月8日に実施した。

### 3. 結果

図-2にスギ及びヒノキの代表的な品種における植栽区別の成長、図-3に品種別の平均樹高、図-4に品種別の形状比をそれぞれ示す。植栽区や品種別の成長の傾向は令和4年度<sup>2)</sup>及び令和5年度<sup>3)</sup>と同じ傾向で、植栽区別の地位や品種間差が認められた。令和6年度も同様に継続調査を行う予定である。

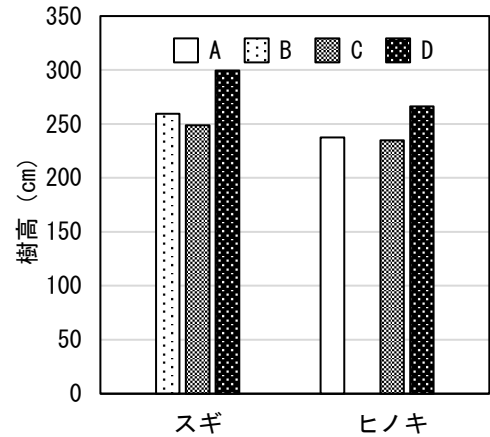


図-2 植栽区別平均樹高

### 引用文献

- 1) 林野庁：令和3年版 森林・林業白書（令和4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，2-4（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）

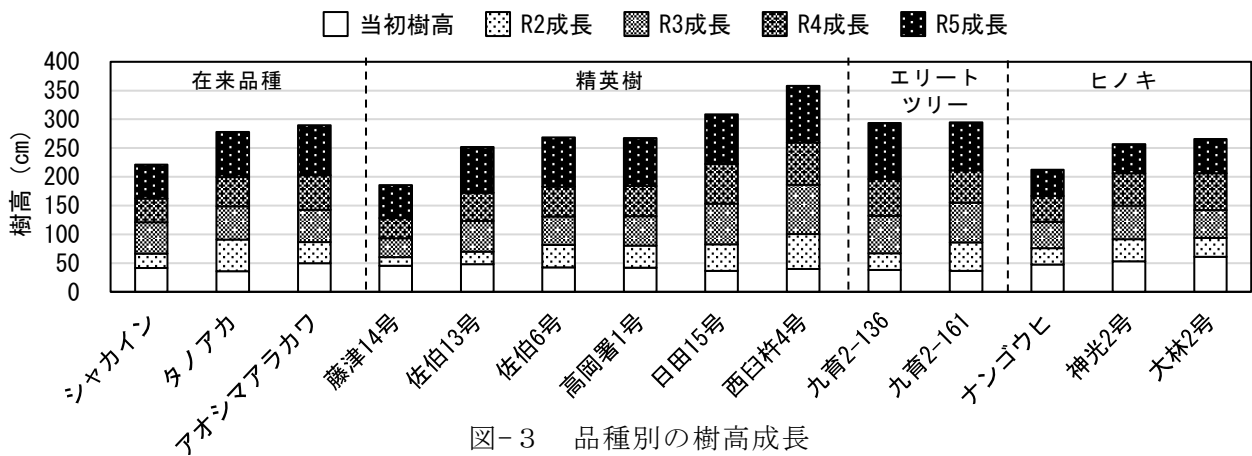


図-3 品種別の樹高成長

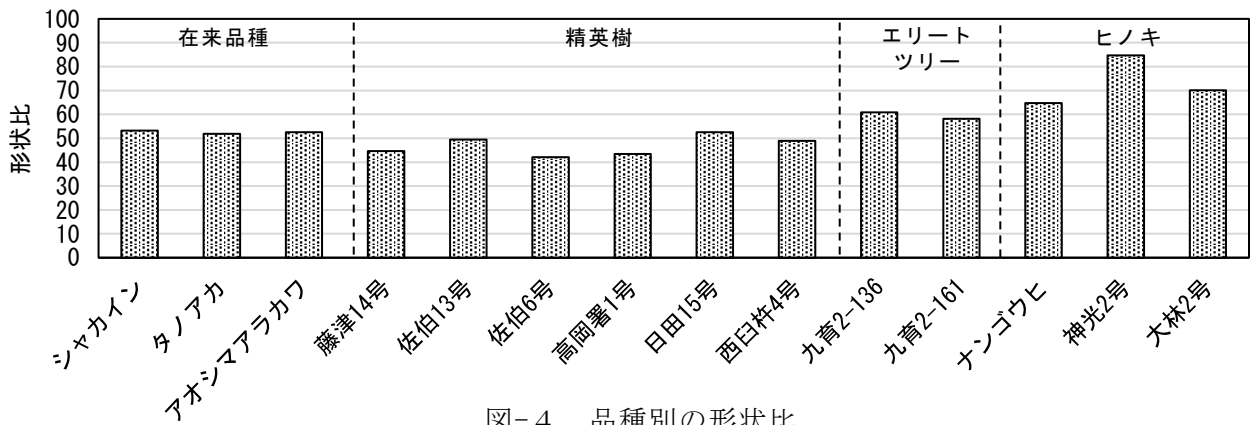


図-4 品種別の形状比

## 疎植造林による育林施業体系の開発

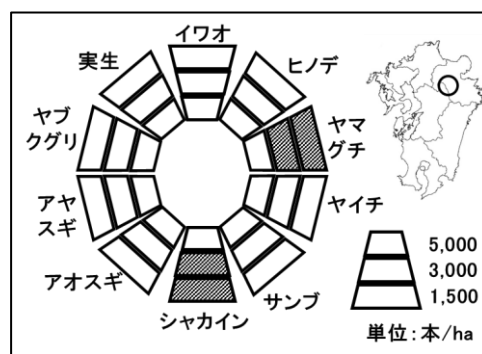
- 低密度植栽による節への影響 -

令和2年度～令和6年度

森林チーム 松本 純

### 1. 目的

近年、造林や育林の低コスト・省力化が求められており、本県では低コスト化に向け、従来主流だった植栽密度（2,500～3,000本/ha）を2,000本/ha程度にまで減らすことで造林経費を削減する取り組みを進めてきた。現在は更なる低コスト化に向けて、より低密度の植栽についても検討しているところであるが、2,000本/ha以下の造林（以下、疎植造林と記す）に関しては全国的にも事例が少なく、樹冠閉鎖の遅れによる植栽木への影響について不明な点も多い。本研究では、植栽本数の低密度化に伴う枝への影響を明らかにすることを目的として試験を実施したので報告する。



※塗り潰し部分の区域が調査対象

図-1 試験地概要

### 2. 調査地及び方法

対象地は、大分県九重町大字町田の九重町有林内に設置されたくもの巣型スギ品種別・植栽密度別比較試験林である（以下、試験林と記す）。面積0.8haの試験林には、昭和51年3月に実生含む9品種がhaあたり1,500、3,000、5,000本/haの3段階の密度で植栽されている（図-1）。試験林では、1年生から9年生時まで下刈りを行い、20年生時には、地上高4mまでの枝打ちが実施されている。

令和4年1月に2種類の植栽密度（1,500、3,000本/ha）、2品種（シャカイン、ヤマグチ）の46年生試験区において3本ずつ、計12個体を供試木として伐倒した。地上高0.3mから3.0m単位で玉切り後、厚さ約3cmの円盤を採取し、樹幹解析に供した。玉切りした材から随を中心に含む厚さ6cmの板目板、並びにそれに接する同厚の板目板を切り出した（図-2）。各供試木における図-2に示す板面①②を対象として、5mmを超える節の数、大きさ（短径）を計測した。今回、3m単位で玉切りを行ったが、先述のとおり4mで枝打ちを行っていることから、データの集約は4mごととし、以後の記述では4mまでを1番玉、4-8mを2番玉と定義している。得られた節の数及び大きさについて、条件別（品種、植栽密度、玉番号、板面）の平均値を比較

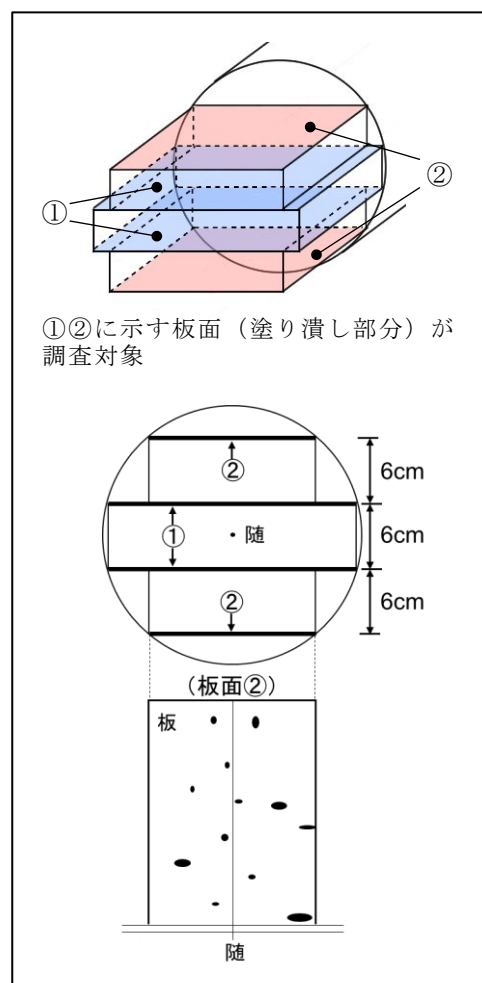


図-2 調査対象の概要

した。なお、条件名の命名ルールは、植栽条件として[品種ローマ字の頭文字][植栽密度/100]、板を切り出した位置を[玉番号 1 or 2][板面①or②]で示して組み合わせている（例：シャカイン 1, 500 本/ha の 1 番玉において随を含む板面①の場合 S15-1①）。

### 3. 結果及び考察

#### 1) 樹幹解析による品種・密度別の成長の推移

樹幹解析によって得られた各条件の平均樹高の推移を図-3に、10年単位の樹幹半径を図-4に示す。シャカインの樹高成長は 1, 500 本/ha 区で、ヤマグチでは 3, 000 本/ha 区で成長が良い傾向が見られ、密度効果の有無は判断できなかった（図-3）。直径成長も 10 年生までは同様の傾向だったが、樹冠閉鎖後と推察される 20 年生以降ではいずれの品種でも低密度の方が成長が良く、密度効果が確認された（図-4）。

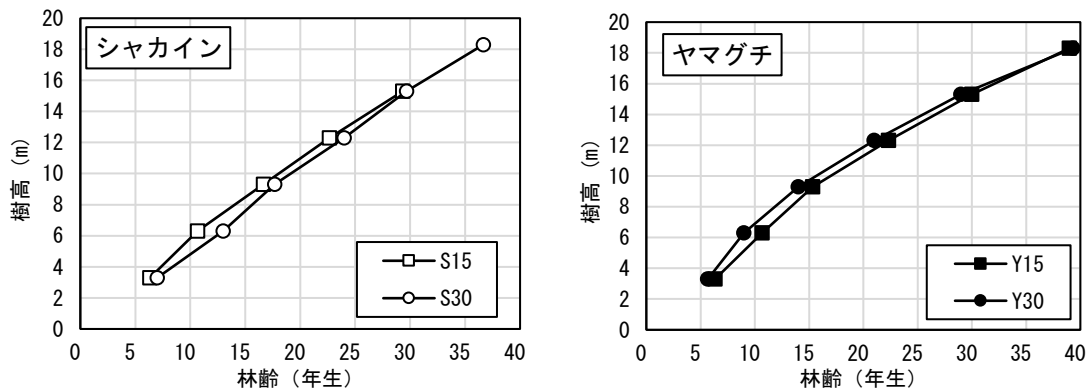


図-3 樹幹解析から得られた樹高の推移

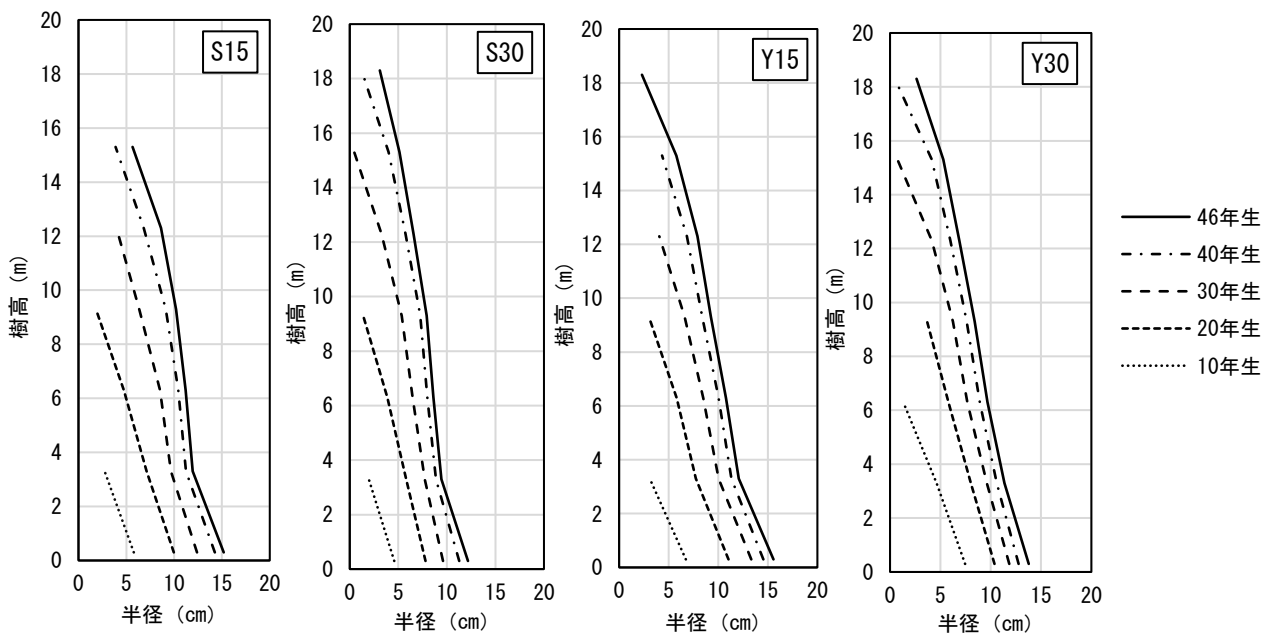


図-4 樹幹解析から得られた樹幹半径



## 2) 節への影響

各条件の随を含む板面①（図-2）における片面あたりの節の数並びに大きさの比較を図-5に示す。全ての条件でヤマグチのほうがシャカインよりも節の数が増えており（図-5 A）、品種間差が存在すると考えられた。1番玉と2番玉の節の数を比較したところ、ヤマグチでは1番玉 > 2番玉となっていたが、シャカインでは同程度となっており、玉番号と節の数の関係は分からなかった。節の大きさについても条件での明確な差は認められなかった（図-5 B）。

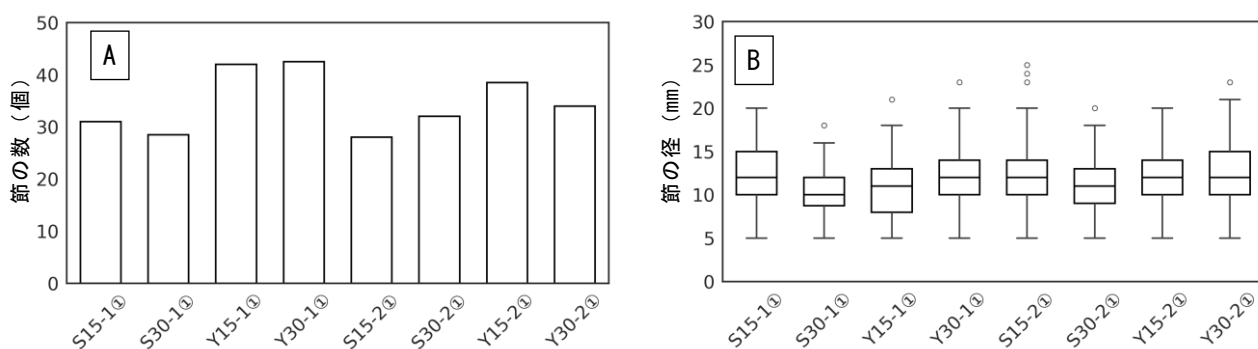


図-5 板面①における節の数 (A) 及び径 (B)

各条件の板面②における節の数並びに大きさの比較を図-6に示す。節の数について、ヤマグチ1番玉を除き1,500本/ha植栽の方が節の数が多かった。なお、節の数が異なる密度間で同程度だったヤマグチ1番玉について、板面②よりさらに外側から切り出した同厚の板の節の数の平均は1,500本/haで11個、3,000本/haで6個だった（図表非掲載）。このため、全ての条件で低密度の方が節が多くなる傾向が確認された。節の大きさについても全ての条件で1,500本/haの方が節の径が大きかった。以上から、節の数及び大きさについて密度効果が存在することが示唆された。一方で、板面①では密度による効果がほとんど確認されず（図-5）、板面②と傾向が異なった理由としては、板面①が随から近く、密度効果がほとんどない若齢の段階で枝を巻き込んだためと考えられた。

今回の林分では20年生時に地上高4mまでの高さで枝打ちを行っているが、玉番号間の比較において枝打ちに伴う節の数や太さへの影響が判別できなかった（図-5、6）。既往の文献ではスギ品種のウラセバル及びアヤスギにおいて枝打ちを行わなかった場合、8-10cm程度の枝の巻き込みが発生し、適正なタイミングで枝打ちを行った場合よりも枝を長く巻き込むとした記録が

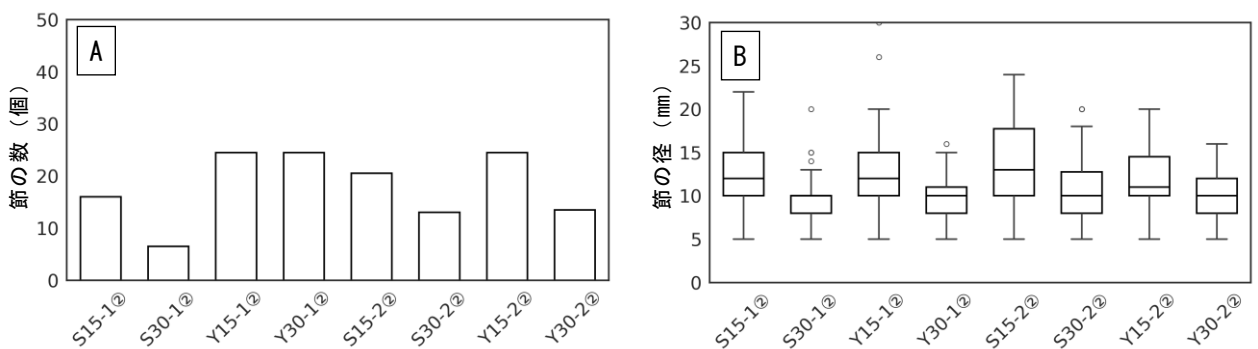


図-6 板面②における節の数 (A) 及び径 (B)

ある<sup>3)</sup>。その一方で本試験において枝打ちの効果が確認されなかった理由としては、枝打ちのタイミングが遅かった可能性がある。実際、枝打ちを行った20年生時点での胸高の半径が8-10cm程度、地上高4mにおいても5-7cm程度であり(図-4)、枝の巻き込み長さも半径と概ね同程度と考えられ、先述の文献<sup>3)</sup>による自然落枝による枝の巻き込み長さ(8-10cm)と比較してほとんど差がないことも枝打ちが遅かった可能性を示唆している。

なお今回の試験で確認された密度効果の詳細については、供試木が3本と少なかったことから更なる検討が必要である。

#### 4. まとめ

植栽密度1,500本/haと3,000本/ha間で節の数と大きさの比較を行った結果、低密度のほうが節の数が多くなり、径も大きくなることが明らかとなった。これは低密度のほうが巻き込む枝が長くなりやすい傾向があることを示唆している。一方で、今回可視化された節への密度効果は、数が4mの板材あたり10個程度、直径が平均2-3mm程度の差に留まっており、その影響は軽微だと考えられた。既往の研究でも1,500本/ha程度の低密度植栽が木材強度へ与える影響はわずかとされており<sup>1)</sup>、それを裏付ける結果となった。また、今回は無間伐林分における試験を行ったが、調査対象の3,000本/ha植栽では通常20年生前後で間伐が行われ密度効果が緩和されるため、実際の林分では今回の結果よりも影響が小さくなる可能性が高い。

今回、植栽密度1,500本/haまでは材質や見た目への影響は軽微であると考えられたが、1,000本/haでは強度の低下が報告されており<sup>2)</sup>、1,500本/haを下回る密度で植栽を行う場合は節の数や大きさへの影響も増し、枝打ち等の施業を行う必要性が高くなる可能性がある点に注意が必要である。

また、節の数について品種間差が見られ、既往の文献でも木材強度に品種間差があるとされているため、植栽密度だけでなく品種の検討も重要である。

#### 引用文献

- 1) 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)
- 2) 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)
- 3) 中野達夫, 平川泰彦: 異なる枝打ち処理を施したスギの4林分間における節枝性の違いについて, 森林総合研究所研究報告 Vol. 4, No. 2 (No. 395), 177-188, June 2005 (平成17年)

## スギ・ヒノキさし木苗の生産性向上に関する研究

- スギミニ穂を用いた効率的な増産方法の検討 -

令和3年度～令和5年度  
森林チーム 安部 暖美、加藤 小梅

## 1. 目的

森林資源の充実により主伐が増加し、再造林にかかる苗木の需要が高まっている一方、県内のスギ苗木自給率は約6割に留まり、今後も慢性的な苗木の供給不足が懸念されている。

スギ苗木の増産に向けた課題として、管理手間や造成地確保の問題から採穂台木の増加に限界があること、採穂・さし付け時期が春期と秋期に限定されること、並びにコンテナ苗生産において作業工程が多いことなどが考えられる。

そこで、本研究では、普通穂の半分の長さである穂長20cmの穂木（以下、ミニ穂と記す）の採穂を追加することで、普通穂のみを採穂するよりも台木あたりの採穂量の増加が可能である<sup>1)</sup>ことに着目し、より効率的な苗木増産方法を明らかにすることを目的として、ミニ穂を用いた場合のコンテナ苗生産条件の検証、並びに春期、秋期以外での採穂・さし付け検証を行った。

また、併せて、当県のコンテナ苗生産は箱ざし後に発根を確認した上でコンテナへ移植、または、コンテナ直ざしを行った後、改めて施肥を行う方法が多く採用されているため、工程短縮を目的とし、コンテナ直ざしにおける発根前の施肥利用の効果検証を行った。

## 2. 試験方法

## 1) 採穂・さし付け時期、施肥量別成長試験

周年作業の検証並びにコンテナ直ざしにおける発根前の施肥利用の効果検証を目的として以下の試験区を設定した（表-1）。

令和3年10月から令和4年9月までの期間において、毎月下旬に、シャカインの萌芽枝を80本採穂し、枝葉の調整及び斜め切り処理を行った後、ミニ穂サイズに

表-1 試験区の概要

品種	さし付け時期	本数	元肥	追肥
シャカイン	各月下旬 (令和3年10月～令和4年9月)	20	なし	なし
		20	なし	あり
		20	あり	なし
		20	あり	あり

切り揃えた。その後、一昼夜吸水させ、用土を充填したマルチキャビティコンテナ容器（40穴/箱）（JFA-150、以下、MCコンテナと記す）2箱にさし付けを行った。

用土は、スギ、ヒノキの粉碎樹皮（商品名：日田天領エコバーク、日田資源開発事業協同組合）とパーライトを体積ベース7：3で配合したものをを用いた。この時、MCコンテナの半分（20穴）の用土には、元肥として、用土1L当たり5gの緩効性被覆肥料（商品名：スーパーエコロング413-180（窒素：水溶性りん酸：水溶性加里＝14：11：13）、全農）を予め混合した。

さし付け後は、ガラス室内でミスト灌水により育苗した。ガラス室内及び培地中には温湿度計（RTR-500DC：株式会社ティアンドデイ及びハイグロクロン：KNラボラトリーズ）を設置し、1時間毎に湿度を計測した。

さらに、コンテナあたり 8 割以上の発根が確認できたものから、順次屋外へ育苗場所を移動させた。その後、追肥による効果を検証するため、毎月 2 箱さし付けたもののうちの半数に、令和 5 年 5 月から 9 月の間、2 週間毎に、1,000 倍に希釈した液肥（商品名：ハイポネックス原液（窒素：りん酸：加里＝6：10：5）、株式会社ハイポネックスジャパン）を散布した。

さし付けの翌月から、全ての個体で枯死又は発根が確認されるまで毎週 1 回、枯死及び発根の確認を行った。なお、発根はコンテナ底面からの発根状況を持って判断した。また、毎月 1 回、苗高及び根元径の測定を行い、生育状況を調査した。

## 2) 冷蔵保存穂木を用いたさし付け時期調査

親木の出芽開始期以降、伸長成長の旺盛な時期にわたって採取されたさし穂は、さし付け後、新芽の徒長による養分の消耗や水分収支の不均衡のためきわめて腐敗しやすく、また乾燥の影響を受けやすいものとなるだけでなく、一般に発根能力も大きく低下する<sup>2)</sup>ことが知られているが、親木の伸長成長休止期に採穂した穂木を用いた場合、親木の伸長成長が旺盛な夏場であってもさし付けが可能であるかを検証するため、以下の試験区を設定した。

令和 5 年 2 月及び 3 月に採穂したシャカインの萌芽枝を日田市内の苗木生産者が所有する冷蔵施設で 3.5℃で冷蔵保存し、同年 6 月及び 7 月に MC コンテナ 2 箱に各 40 本、ミニ穂処理を行いさし付けた。

用土は、スギ、ヒノキの粉碎樹皮（商品名：日田天領エコパーク、日田資源開発事業協同組合）とパーライトを体積ベース 7：3 で配合したものに、元肥として、用土 1 L 当たり 5 g の緩効性被覆肥料（商品名：スーパーエコロング 413-180（窒素：水溶性りん酸：水溶性加里＝14：11：13）、全農）を混合したものをを用いた。

さし付け後はガラス室内でミスト灌水により育苗し、4 週毎に発根及び枯死状況の観察を行った。

## 3. 結果及び考察

### 1) 採穂・さし付け時期、施肥量別成長試験

令和 5 年 10 月時点のさし付け試験区別の枯死率を図-1 に示す。元肥なし、ありの両試験区において、6 月さしと 7 月さしで 60% 以上と高い値を示した一方、それ以外のさし付け区では 15% 以下と低位であった。

発根は、枯死個体を除く全ての個体で確認され、元肥の有無やコンテナ直ざしによる影響は見られなかった。

これらのことから、令和 4 年度試験結果と同様<sup>3)</sup>、発根前の元肥利用は適期であれば問題は無いことが示された。

令和 5 年 10 月時点の施肥の有無別の規格到達率を表-2 に示す。追肥の有無を問わず、元肥なし区では規格に到達した個体はほとんど無かった。元肥あり区では 10 月から 4 月ま

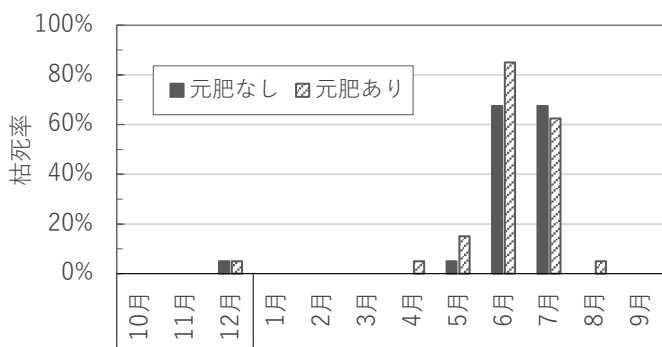


図-1 さし付け試験区別の枯死率

でのさし付け区で規格到達率が高い傾向にあり、特に元肥あり兼追肥あり区では65%以上という結果となった。

表-2 令和5年10月時点の規格到達率

さし付け時期	規格到達率 (%)			
	元肥なし×追肥なし	元肥なし×追肥あり	元肥あり×追肥なし	元肥あり×追肥あり
令和3年10月	5	15	70	70
令和3年11月	0	5	35	80
令和3年12月	0	0	40	70
令和4年1月	5	0	45	75
令和4年2月	0	0	65	65
令和4年3月	0	0	55	80
令和4年4月	0	0	70	70
令和4年5月	0	0	15	40
令和4年6月	0	0	0	5
令和4年7月	0	0	10	5
令和4年8月	0	0	15	20
令和4年9月	0	0	0	5

令和3年10月さしから令和4年4月さしまでの、令和5年10月時点の苗高及び根元径を表-3に示す。施肥条件間で一元配置分散分析を実施した結果、苗高においては、全てのさし付け時期で元肥なし区とあり区の間で有意差が確認された。追肥の有無に関しては有意差が11月さしを除いて確認できなかったものの、ほとんどの条件において追肥を用いた場合の方が平均値が大きく、規格到達率も元肥あり×追肥あり区が最も高かったことから一定の効果が示唆された。根元径においては、10月及び2月さし以外では元肥なし区とあり区の間で有意な差は見られなかった。元肥なし×追肥なし区と元肥あり×追肥あり区を比較すると総じて後者の方が根元径が大きく、施肥による一定の効果が示唆された。しかし、2倍以上の差が生じた苗高よりも根元径の成長差は小さく、施肥による効果は限定的であると考えられた。

表-3 令和5年10月時点の苗高及び根元径

さし付け時期	平均苗高(cm)				平均根元径(mm)			
	元肥なし	元肥なし	元肥あり	元肥あり	元肥なし	元肥なし	元肥あり	元肥あり
	× 追肥なし	× 追肥あり	× 追肥なし	× 追肥あり	× 追肥なし	× 追肥あり	× 追肥なし	× 追肥あり
令和3年10月	11.3±1.4 b	13.0±5.8 b	26.1±8.9 a	27.1±8.2 a	4.40±0.78 ab	4.32±1.23 b	5.41±1.18 ab	5.77±0.66 a
令和3年11月	10.1±2.6 c	19.3±4.7 b	22.7±6.0 b	31.1±5.8 a	4.58±1.28	4.80±1.60	4.76±1.73	5.40±0.77
令和3年12月	12.4±4.8 b	13.7±3.1 b	27.5±5.0 a	34.0±9.6 a	4.21±0.75	4.48±1.24	4.42±0.96	5.34±1.28
令和4年1月	12.0±2.4 b	17.6±4.0 b	27.7±5.9 a	28.2±10.3 a	3.60±1.19	3.65±0.12	4.31±1.66	5.02±0.96
令和4年2月	10.9±4.9 b	10.3±4.3 b	27.1±8.2 a	31.6±10.6 a	3.94±1.02 b	3.74±1.06 b	4.55±1.03 ab	5.25±0.78 a
令和4年3月	7.7±1.6 b	7.7±3.3 b	28.9±8.3 a	35.1±6.7 a	3.82±1.12 b	5.58±1.60 a	4.07±0.71 b	4.91±0.79 ab
令和4年4月	7.6±3.0 b	11.3±4.8 b	28.2±5.8 a	30.5±9.3 a	3.88±0.62	4.05±1.35	4.16±0.64	4.61±0.52

※ 各値は平均値±標準偏差で示している

※ 異なるアルファベットは一元配置分散分析において5%水準で有意差があることを示す

これらさし付け区の中で、特に規格到達率が高かった（表-2）元肥あり区兼追肥あり区において、春さし、秋さしの適期である10月さし、4月さしの、さし付け後からの発根率の推移を図-2に、苗高平均成長量の推移を図-3に示す。発根率が8割以上となった当月又は翌月から苗高成長が旺盛となり、次の成長期では5月から6月にかけて特に旺盛となっていた。

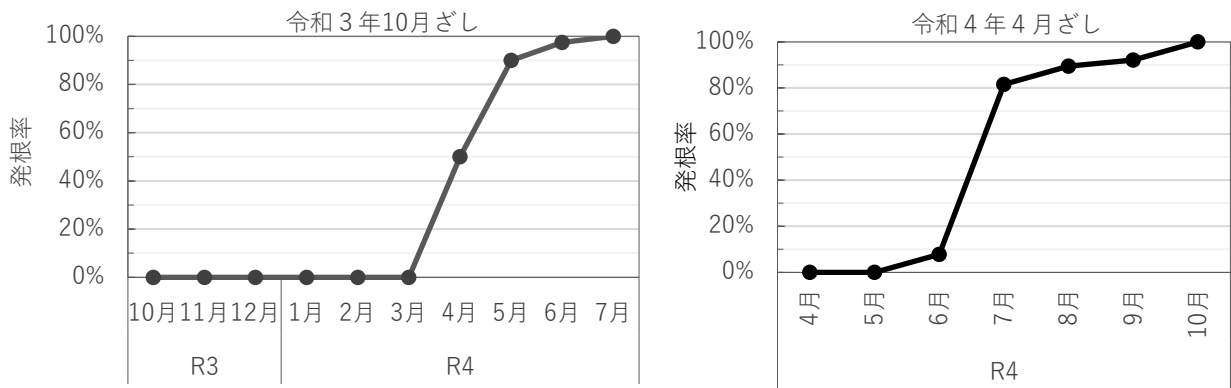


図-2 さし付け後の発根率の推移

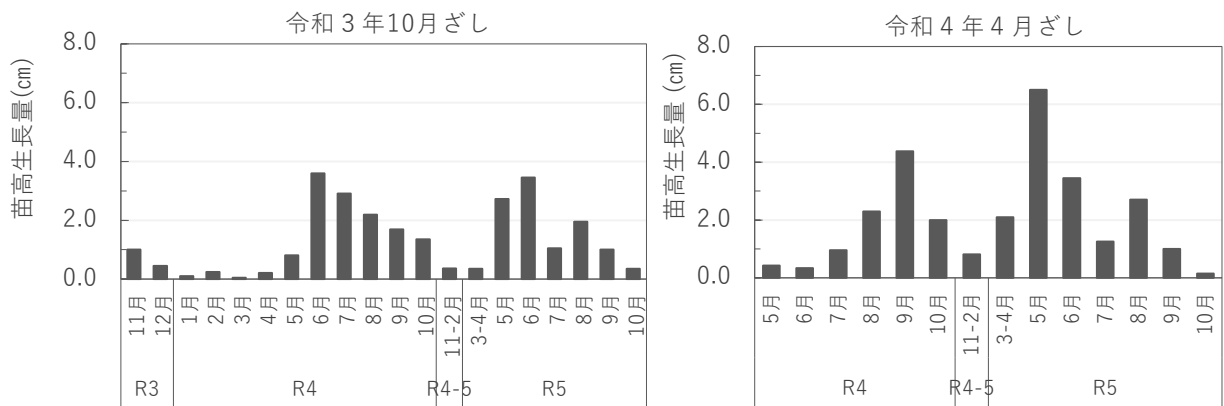


図-3 さし付け後の苗高成長量の推移

試験期間中の培地温度の計測結果を図-4に示す。発根時期と照らし合わせた結果、平均温度は15℃を超える結果となっていた。温度が15℃になると、発根能力を備えたさし穂であるかぎり、その多くは、多少にかかわらず発根活動が可能な状態となる<sup>3)</sup>ことから、今回の発根率の結果は培地温度による影響が大きいことが考えられた。また、伸長成長については、十分に発根した後に、開始されることが示唆された。

5月ざしにおいては、枯死率は低く(図-1)発根率が高いものの、規格到達率は低い(表-2)という結果となり、さし付け時の穂を観察すると、小枝間が短く柔らかい穂となっていた。

枯死率が高かった6月及び7月ざし(図-1)のさし付け後からの枯死率の推移を図-5に示す。両さし付け区ともに元肥の有無を問わず、さし付けから2か月以内に枯死率が8割を超える結果となった。

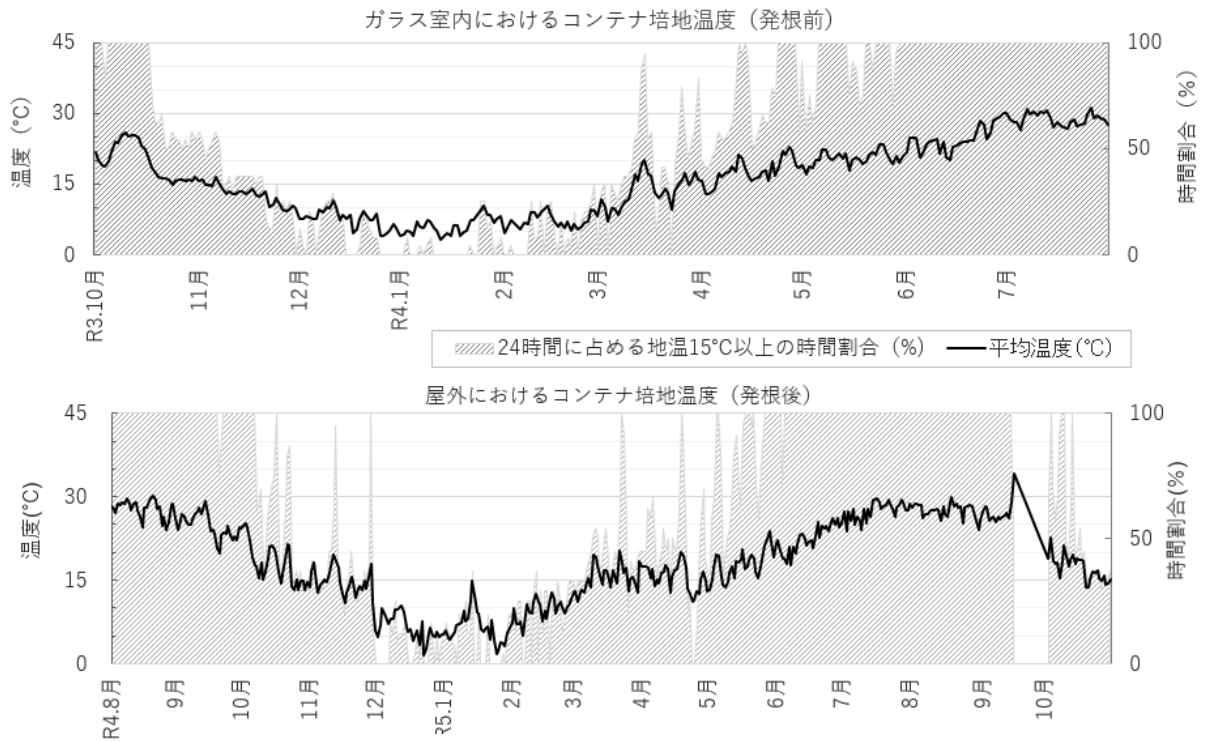


図-4 試験期間中の培地温度

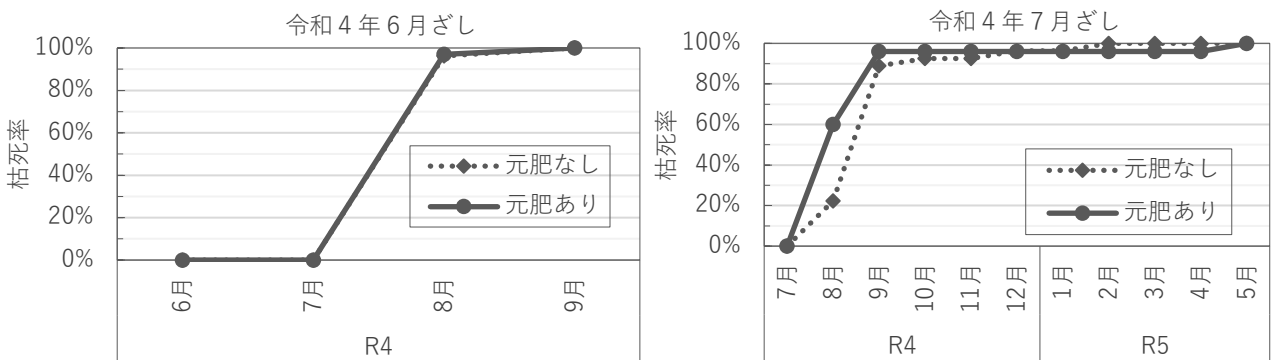


図-5 枯死率の推移

親木の出芽開始期以降、伸長成長の旺盛な時期にわたって採取されたさし穂は、さしつけ後、新芽の徒長による養分の消耗や水分収支の不均衡のためきわめて腐敗しやすく、また乾燥の影響を受けやすいものとなるだけでなく、一般に発根能力も大きく低下する<sup>2)</sup>ことから、今回の5月、6月及び7月ざしにおける結果は、親木が活動状態にあったことで、さし付けの穂木として不適であったことが考えられた。

8月及び9月ざしについては、枯死率は低く(図-1)発根率は高かったが、規格到達率については低い(表-2)という結果となった。これは、5月ざしと同様の傾向であるが、さし付けから約1年しか経過していないことから、結論付けるには経過観察が必要である。

## 2) 冷蔵保存穂木を用いたさし付け時期調査

冷蔵保存穂木のさし付け後の発根率を表-4に示す。6月ざし、7月ざしともに、さし付けから12週後には発根率が90%以上となった。このことから、成長休止期の穂を適切に保存し利用することで、夏場のさし付けは可能であることが明らかとなった。

表-4 冷蔵保存穂木さし付け後の発根率

さし付け後の期間	発根率(%)	
	6月ざし	7月ざし
8週後	70	70
12週後	93	90

## 4. まとめ

本研究の結果から、ミニ穂を用いたコンテナ直ざし生産において、発根前に緩効性被覆肥料を元肥として利用しても発根には影響を及ぼさないことが明らかとなり、従来よりも作業工程を短縮し、労務負担を軽減した苗木生産方法の可能性が示された。また、苗高及び根元径成長においては、元肥、追肥による一定の促進効果があることが示唆された。

採穂・さし付けについては、親木の成長休止期であれば問題は無いこと、活動期においては、成長休止期に採穂し適切に冷蔵保存された穂を用いることで、さし付けが可能となることが示された。これにより、従来、春期及び秋期のみを実施されていた採穂・さし付け作業の時期の拡大による、苗木の増産が期待される。

## 謝辞

今回の試験においては、有限会社サン・グリーン様、有限会社キヨタキナーセリー様にご協力いただきました。ここに記して感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 姫野早和：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，10-15（令和2年）
- 2) 森下義郎，大山浪雄：造園木の手引 さし木の理論と実際，367pp.（昭和47年）
- 3) 加藤小梅，安部暖美：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，5-12（令和5年）



## スギ・ヒノキサシ木苗の生産性向上に関する研究 - スギミニ穂を用いた花粉の少ない苗木の品種特性の把握 -

令和3年度～令和5年度  
森林チーム 加藤 小梅、安部 暖美

### 1. 目的

現在全国的に問題となっている花粉症への対策として、国は令和5年5月に「花粉症に関する関係閣僚会議決定」にて「発生源対策」、「飛散対策」、「発症・曝露対策」の3つの対策を柱とする「花粉症対策の3本柱」を定めた。このうち「発生源対策」の取組の1つである「花粉の少ない苗木の生産拡大」として、令和15年度までに花粉の少ないスギ苗木の生産割合を9割以上とすることを目指しており<sup>1)</sup>、今後大分県においても、花粉の少ない苗木の利用を推進していく方針としている。しかし、これらの品種を用いた苗木の成長特性については明らかになっていない点が多い。

本研究では通常の穂木の半分長さである穂長20cmの穂木（以下、ミニ穂と記す）でさし付けた場合の花粉の少ないスギ苗木の成長特性を明らかにすることを目的とし試験を実施したので報告する。

### 2. 試験方法

令和4年9月、10月、及び令和5年2月中旬に、本研究部の試験地にある花粉の少ないスギ4品種（県佐伯6号、県佐伯13号、県日田15号、県藤津14号）の17-18年生の採穂台木から普通枝または萌芽枝を採穂し、枝葉の調整及び斜め切り処理を行った後、ミニ穂サイズに切り揃えた。その後、一昼夜吸水させ、用土を充填したマルチキャビティコンテナ容器（40穴/箱）（JFA-150、以下、MCコンテナと記す）2箱にさし付けを行った。

用土は、スギ・ヒノキの粉碎樹皮（商品名：日田天領エコパーク、日田資源開発事業協同組合）とパーライトを体積ベース7：3で配合したものを用いた。この時、MCコンテナの半分（20穴）の用土には、元肥として、用土1L当たり5gの緩効性被覆肥料（商品名：スーパーエコロング413-180（窒素：水溶性りん酸：水溶性加里=14：11：13）、全農）を予め混合した。

さし付け後は、ガラス室内でミスト灌水により育苗した。ガラス室内に温湿度計（RTR-500DC：株式会社ティアンドデイ）、培地中に温度計（サーモクロン：株式会社KNラボラトリーズ）を設置し、1時間ごとの温湿度の計測を行った。さらに、コンテナあたり8割以上の発根が確認できたもから、順次屋外へ育苗場所を移動させた。

さし付けの翌月から、全ての個体で枯死又は発根が確認されるまで毎週1回、枯死及び発根の確認を行った。なお、発根はコンテナ底面から発根したものを計測することとした。また、毎月1回、苗高及び根元径の測定を行い、生育状況を調査した。得られた測定結果から、苗高及び根元径成長について品種別・時期別での比較を行った。

統計解析は統計用ソフトEZR(32-bit)<sup>2)</sup>を使用し、苗高成長はTukey検定、根元径成長はSteel-Dwass検定を用いて多重比較による検定を行った。

### 3. 結果

今回の結果においては、さし付けから1年経過時点のものを以下に記す。

表-1 調査区の概要及び枯死率・発根率・規格到達率（令和6年2月頭時点）

品種	さし付け日	本数	元肥	枯死率(%)	発根率(%)	規格到達率(%)
県佐伯6号	R4. 9. 13	40	無	0	100	0
		40	有	5	95	45
	R4. 10. 13	40	無	0	100	0
		40	有	10	90	20
	R5. 2. 14	40	無	0	100	0
		40	有	5	95	48
県佐伯13号	R4. 9. 13	40	無	18	82	0
		40	有	25	75	48
	R4. 10. 13	40	無	0	100	0
		40	有	20	80	10
	R5. 2. 14	40	無	0	100	0
		40	有	0	100	20
県日田15号	R4. 9. 13	40	無	18	82	0
		40	有	15	85	5
	R4. 10. 13	40	無	3	97	0
		40	有	0	100	3
	R5. 2. 14	40	無	0	100	0
		40	有	0	100	3
県藤津14号	R4. 9. 13	40	無	10	90	0
		40	有	20	80	58
	R4. 10. 13	40	無	0	100	0
		40	有	0	100	40
	R5. 2. 14	40	無	0	100	0
		40	有	0	100	50

品種ごとのさし付け日とさし付け本数及び枯死率・発根率・規格到達率の結果を表-1に示す。なお、規格到達率において元肥なし区では規格に到達したものが確認できなかったため成長に関する考察からは除外した。

枯死率・発根率においては、9月さしで若干枯死率が高くなった品種も見られたが、さし付けた時期・品種・元肥の有無によらず全ての条件において約8割以上の高い発根率が確認された（表-1）。規格到達率においては、元肥あり区の県佐伯6号、県佐伯13号、県藤津14号では9月さし・2月さしで半数程度規格に到達したものが見られた（表-1）。

ガラス室内における平均湿度とコンテナ内の培地温度の推移を図-1に、品種別発根率の推移を図-2、図-3、図-4、図-5、図-6、図-7に、元肥あり区における各月毎の平均苗高成長量を図-8、図-9、図-10に、各月毎の平均根元径成長量を図-11、図-12、図-13に示す。

発根開始時期においては、9月ざしはさし付けから2～3か月、10月ざしは3～6か月、2月ざしは3～4か月経過後に初めて発根が確認された(図-2～7)。9月ざしの発根開始時期は他2月と比べ1か月早く開始しており、同年にさし付けられた9月ざしと10月ざしでは、9月ざしは年内に発根が確認できたのに対し、10月ざしでは翌年以降に発根が確認された(図-2～5)。

さし木の発根可能温度は15℃以上、発根最適温度は23～25℃とされている<sup>3)</sup>。9月ざしでは10月ざし、2月ざしと比較して、令和4年9月～10月の期間などさし付け後に1日の内23℃以上を記録した割合が高い日が多く、平均温度も25℃前後で推移していた(図-1)。これらのことから、培地温度が発根開始時期に関係しており、9月ざしで発根開始時期が早くなった要因の一つとしてスギの発根に最適な温度条件下となる日数が10月ざしと2月ざしより多かったことが考えられる。

発根率の推移においては、品種別にみると、品種によって発根開始後の発根速度(発根割合の増加速度)に差が見られ、さし付けた時期に関わらず県佐伯6号と県藤津14号の発根速度が早い傾向が見られた(図-2～7)。さし付け時期別にみると、品種によらず発根の開始時期が早かったのは9月ざしであったが、発根速度が早かったのは2月ざしであった(図-2～7)。

また、元肥の有無で発根率の推移に大きな違いは見られなかった(図-2～7)。

苗高の成長時期においては9月ざし、10月ざし、2月ざしのどの品種においても、枯死個体を除く発根率が8割を超えた月から翌月において伸長成長が旺盛になった(図-2、4、6、7、8、9)。一方、根元径の成長時期においては、さし付け時期にかかわらず発根率の推移との明確な関係性は見られなかった(図-2、4、6、10、11、12)。

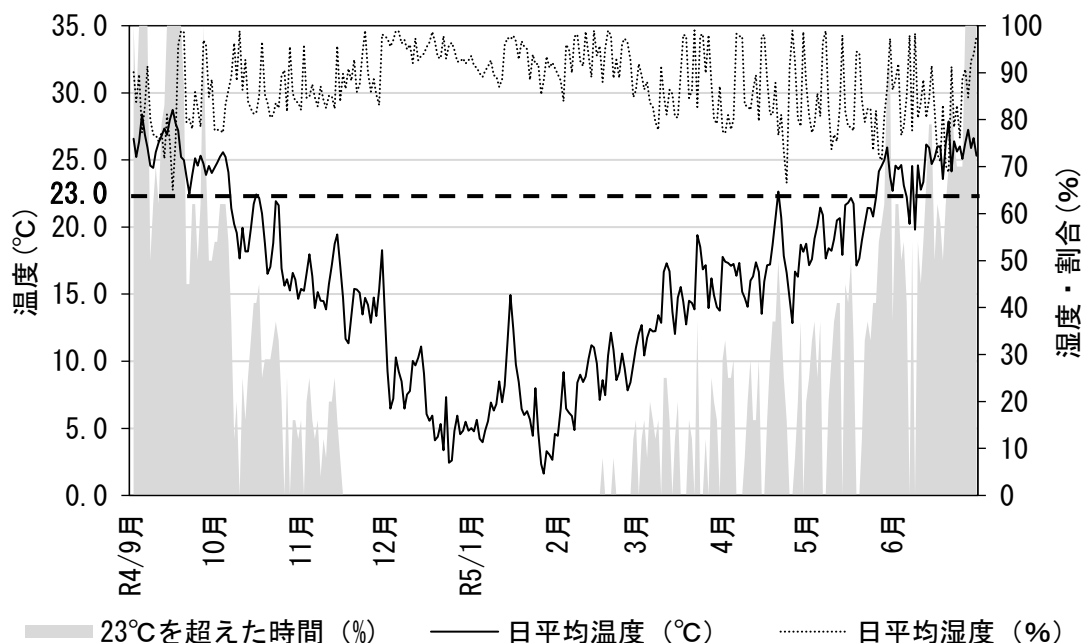


図-1 ガラス室内における平均湿度とコンテナ内の培地温度

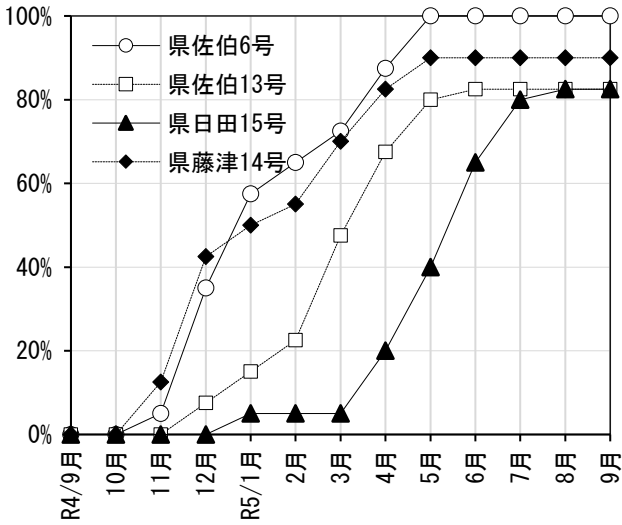


図-2 9月ざし品種別発根率の推移(元肥なし)

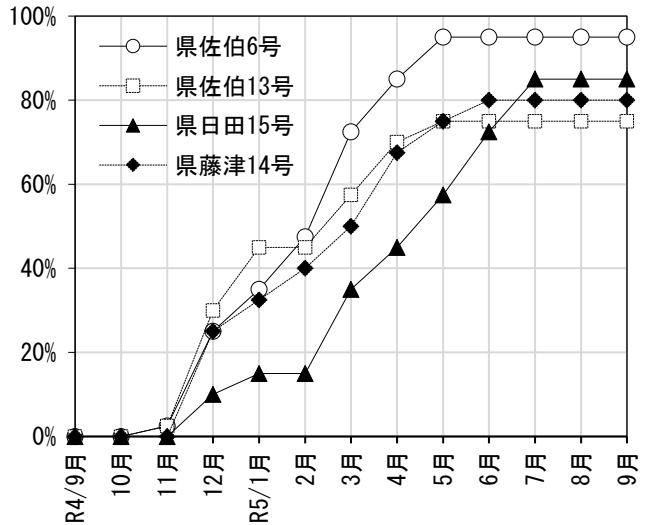


図-3 9月ざし品種別発根率の推移(元肥あり)

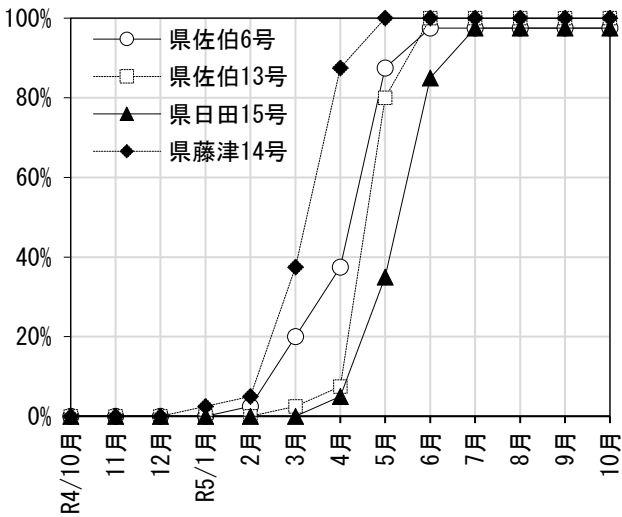


図-4 10月ざし品種別発根率の推移(元肥なし)

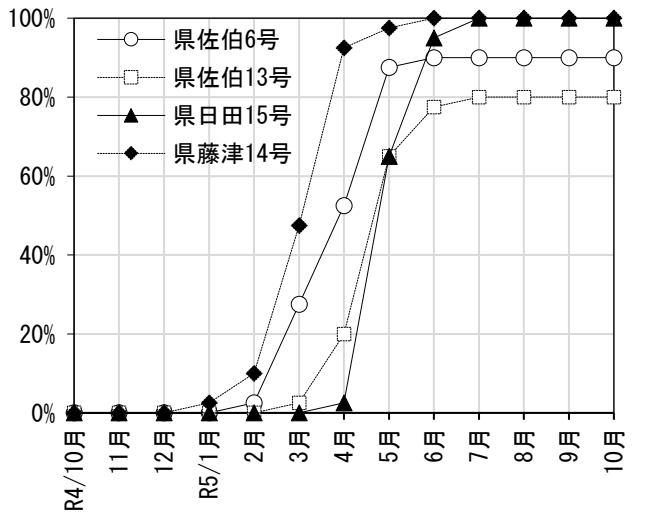


図-5 10月ざし品種別発根率の推移(元肥あり)

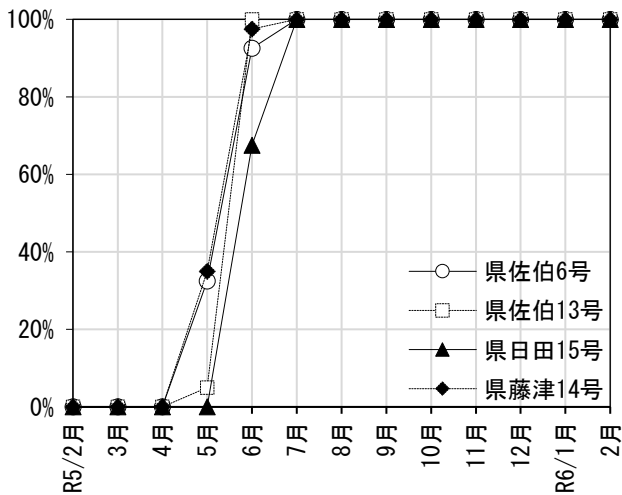


図-6 2月ざし品種別発根率の推移(元肥なし)

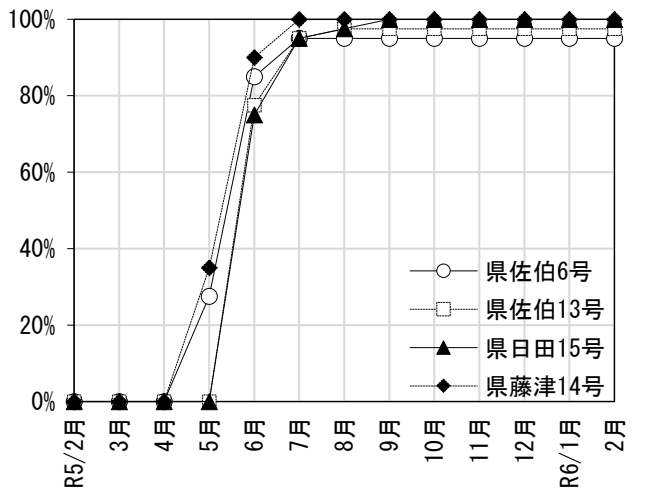


図-7 2月ざし品種別発根率の推移(元肥あり)

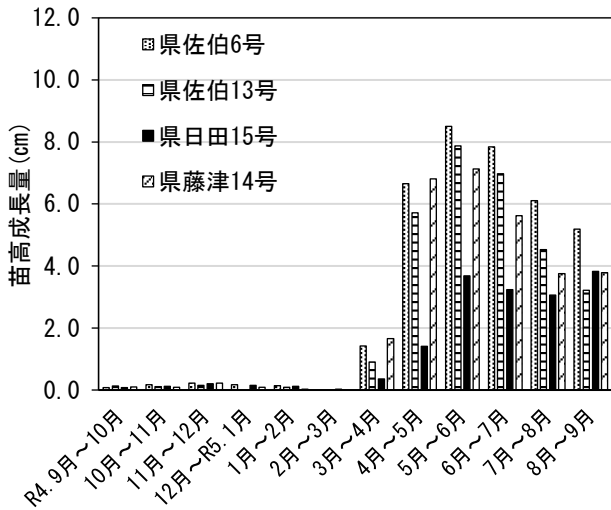


図-8 9月ざし各月毎の平均苗高成長量

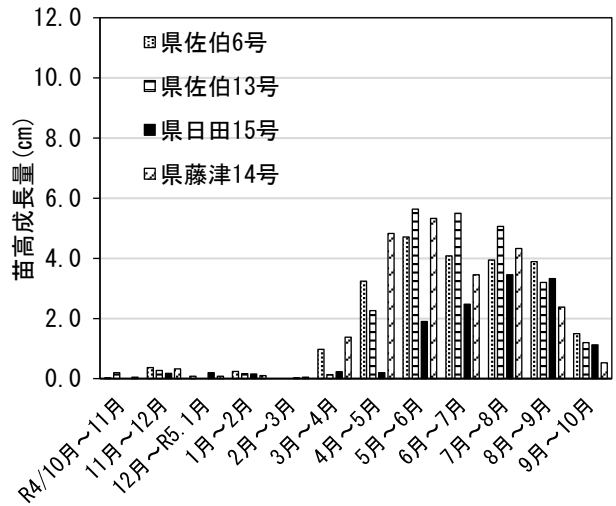


図-9 10月ざし各月毎の平均苗高成長量

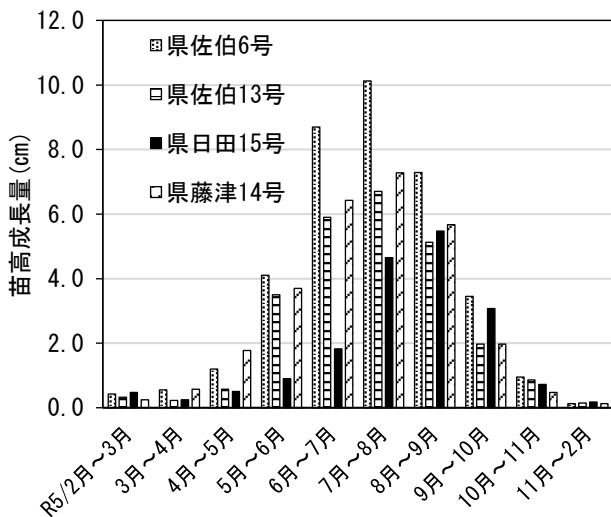


図-10 2月ざし各月毎の平均苗高成長量

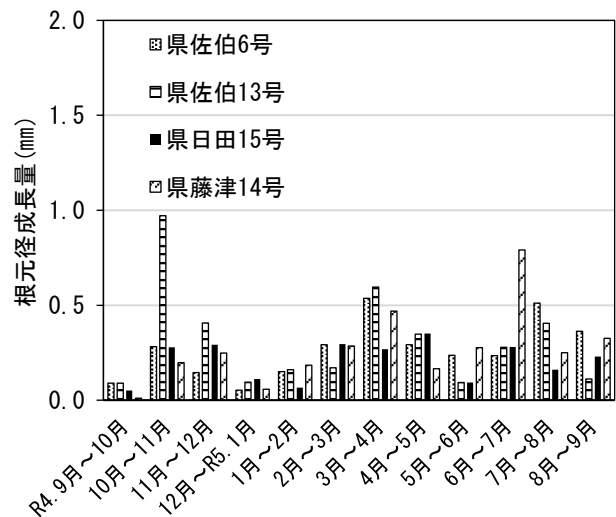


図-11 9月ざし各月毎の平均根元径成長量

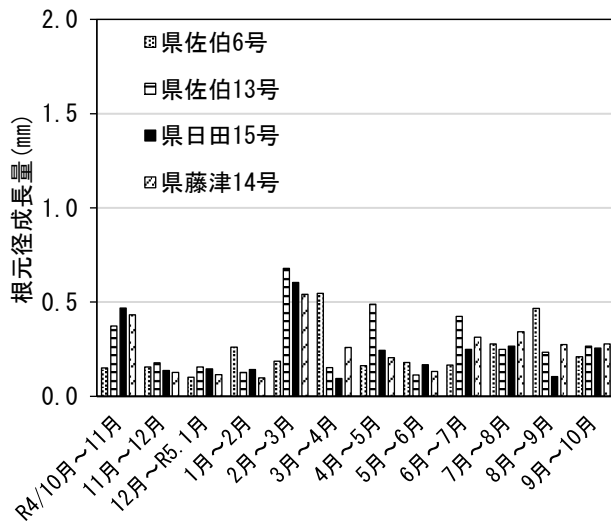


図-12 10月ざし各月毎の平均根元径成長量

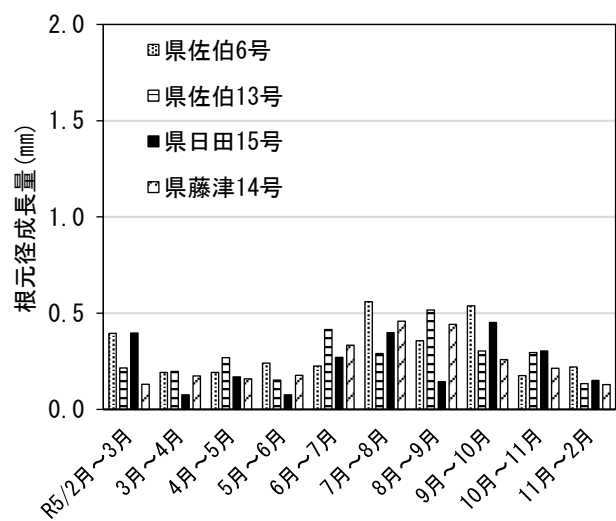


図-13 2月ざし各月毎の平均根元径成長量

元肥あり区におけるさし付けから1年後の苗高と根元径の平均成長量を表-2に、各さし付け時期における品種ごとの苗高成長量を図-14、図-15、図-16に、根元径成長量を図-17、図-18、図-19に示す。

表-2 さし付けから1年後の平均成長量

品種	さし付け時期	平均苗高(cm) ±SD	平均根元径(mm) ±SD
県佐伯6号	9月	35.3±7.3 a	2.5±0.6 a
	10月	22.2±8.8 a	1.8±1.0 ab
	2月	36.8±8.1 a	2.0±0.7 a
県佐伯13号	9月	29.1±6.7 ab	2.6±0.8 a
	10月	22.9±8.3 a	2.1±0.9 a
	2月	25.4±8.7 a	1.7±1.0 a
県日田15号	9月	15.6±7.6 c	1.0±0.8 b
	10月	12.7±5.8 b	1.2±0.5 b
	2月	17.8±6.9 b	0.7±0.4 b
県藤津14号	9月	28.3±6.2 b	2.2±0.8 a
	10月	22.3±4.8 a	2.1±0.8 a
	2月	27.9±9.1 a	1.6±0.8 a

※SDは標準偏差を表す

※表中のアルファベットについては、同一品種内での各さし付け時期ごとの多重比較において、5%水準で有意差が認められたことを示す

苗高成長量においては、さし付け時期の違いにかかわらず、規格到達が多かった県佐伯6号、県佐伯13号、県藤津14号とほとんど規格到達しなかった県日田15号の間で有意差が認められた(表-2、図-14~16)。9月さしの結果においては、県佐伯6号は同じく規格到達が多かった県佐伯13号、県藤津14号とも有意差が認められた(表-2、図-14)。

また、どの品種においても9月さし、2月さしの成長量と比べ、10月さしの成長量が小さくなる傾向が見られ、特に県佐伯6号においてはその傾向が顕著で、10cm以上の差があった(表-2)。

根元径成長量においても苗高の結果と同様に、さし付け時期によらず、県佐伯6号、県佐伯13号、県藤津14号と県日田15号の間で成長差が認められた(表-2、図-17~19)。

また、県佐伯6号以外の品種では2月さしの成長量が小さくなる傾向が見られた(表-2)。

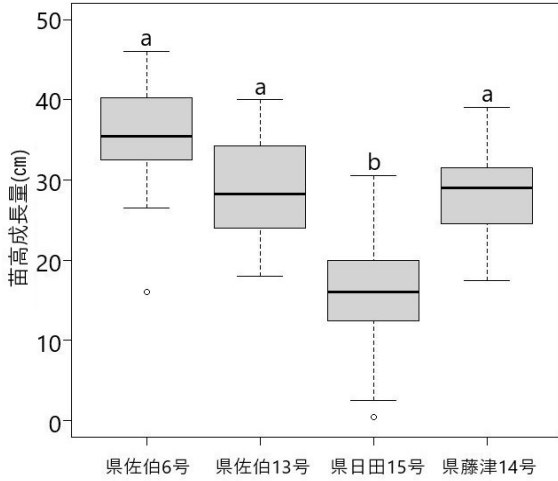


図-14 9月ざしさし付け1年後の  
苗高成長量

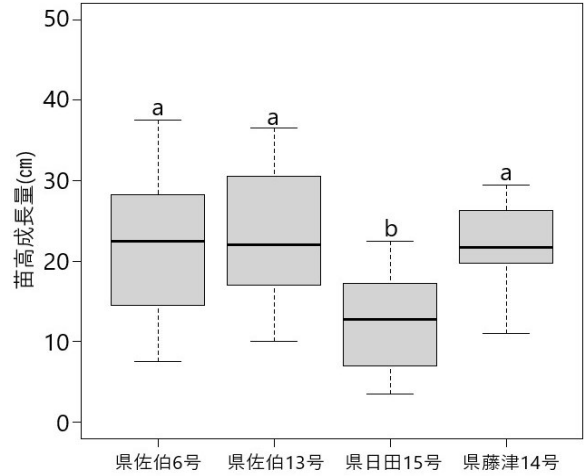


図-15 10月ざしさし付け1年後の  
苗高成長量

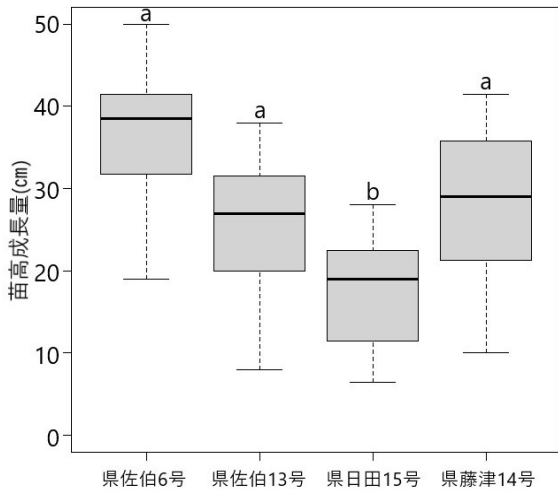


図-16 2月ざしさし付け1年後の  
苗高成長量

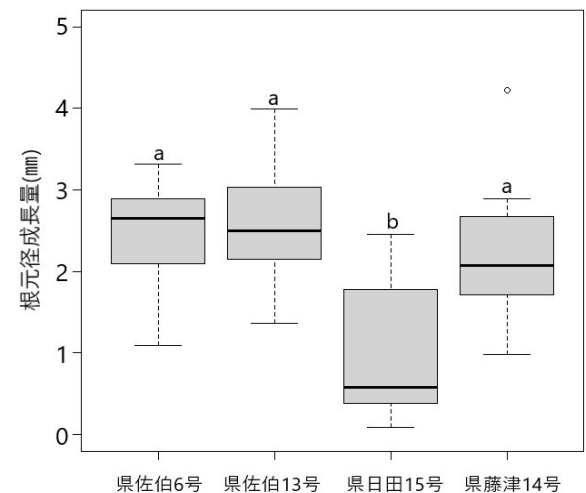


図-17 9月ざしさし付け1年後の  
根元径成長量

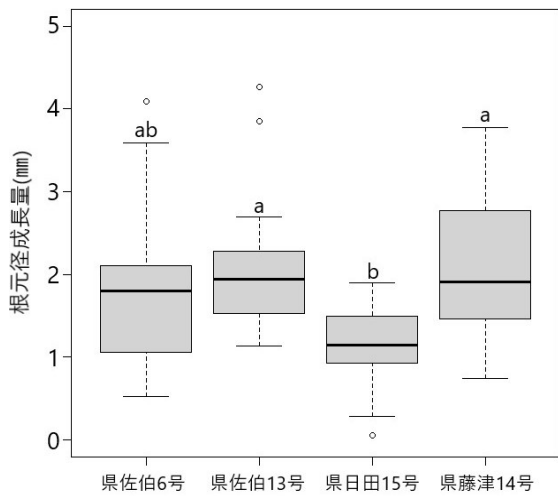


図-18 10月ざしさし付け1年後の  
根元径成長量

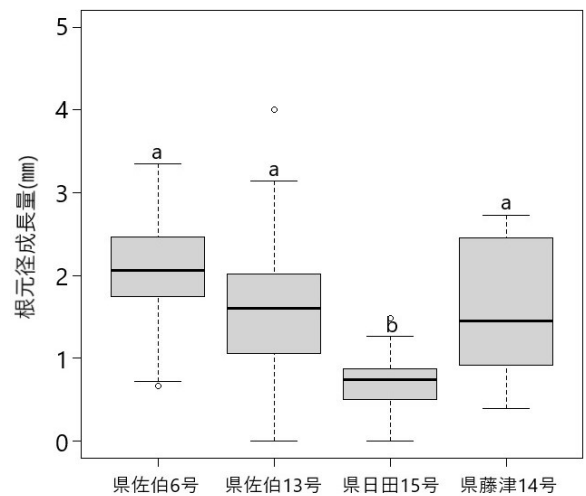


図-19 2月ざしさし付け1年後の  
根元径成長量

※異なるアルファベットは苗高・根元径成長量において品種間で有意差(p<0.05)があることを示す。

#### 4. 考 察

元肥の利用においては、元肥の有無によらず、どの品種、どのさし付け時期においても約8割以上の発根率が確認されたことから、花粉の少ないスギ苗木を用いたさし付けであってもコンテナ直ざしと元肥の利用が可能であることが考察された。また、元肥なし区で規格に到達したものが確認できなかったことから、ミニ穂を用いたスギの苗木生産においては元肥等の肥料の利用が不可欠であることが明らかとなった。苗高成長においては品種やさし付け時期によらずある程度の発根が確認できた月からその翌月には成長を開始していたことから、伸長成長の開始時期は発根速度によって前後することが考察された。

県佐伯6号、県佐伯13号、県藤津14号の3品種は1成長期目の苗高・根元径の成長量が大きく、1年育苗時点での規格到達もある程度確認できたことから2年育苗以内(※)での規格到達の可能性が高いと考えられた。一方で県日田15号は、1成長期目の苗高・根元径の成長量が共に小さく、1年育苗後の規格到達もほとんど確認できなかったため、2年育苗以内での規格到達は2成長期目の成長に左右されることを踏まえると、より長い穂木を用いることが適当だと考えられた。これらのことより、苗木の生産においては、県佐伯6号、県佐伯13号、県藤津14号はミニ穂での生産が、県日田15号は普通穂での生産が向いている可能性が示唆された。しかし、温熱マットの利用や施肥量の増量等の育苗方法の工夫により発根速度や成長量の改善が見込めた場合、県日田15号においてもミニ穂の利用の可能性があると考えられる。

また、さし付け時期によって同じ品種でも発根速度や苗高成長量、規格到達率に違いが見られたことから、苗木の成長の仕方の違いには、品種の特性によるものと採穂時期による穂木の状態の違いによるものの両者が影響していることが示唆された。

(※)林業用コンテナスギ苗木の出荷規格として育苗期間は鉢上げ後2年以内

#### 参考文献

- 1) 林野庁：林野庁における花粉発生源対策  
[https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin\\_riyou/kafun/naegi.html](https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyou/kafun/naegi.html)
- 2) Kanda Y. Investigation of the freely-available easy-to-use software “EZR” (Easy R) for medical statistics. Bone Marrow Transplantation (2013) 48, 452-458;  
 doi:10.1038/bmt.2012.244; published online 3 December 2012
- 3) 森下義郎, 大山浪雄：造園木の手引 さし木の理論と実際, 367pp. (昭和47年)



## 大分県に適した早生樹の苗木生産・育林技術の開発

－ コウヨウザンの優良系統候補木5系統におけるコンテナさし付けに適した系統の選定 －

令和3年度～令和5年度

森林チーム 青田 勝

### 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。そこで、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、建築用材やバイオマスの原料等、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。

昨年度は、系統毎の萌芽枝の発生状況の把握のみであったが、今年度は、それに加えて萌芽枝の採取回数による萌芽枝数の増減を把握した。さらに、採穂台木2年目時点での萌芽枝数と萌芽枝の枝性の割合から、マルチキャビティコンテナ（以下、コンテナと記す）さし付けに適した系統を選定したので報告する。

### 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。

令和5年4月時点の台木の本数は、鹿児島（霧島）74本、熊本（菊池）74本、九育菊池71本、福岡（九大）70本、京都（大枝）72本の合計361本である。

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垂直に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

**1) 萌芽枝数調査**

萌芽枝の採取条件と採取日を表-1に示す。

採取後はコンテナにさし付けることを想定し、萌芽枝長が 30cm 以上に到達した時点で萌芽枝を採取した。

表-1 萌芽枝の採取条件と採取日（令和5年度）

区分	採取条件	台木本数	採取日				
			7/6	8/16	9/12	10/18	11/27
A	1回刈	15					○
B	月1回刈	30	○	○	○	○	○
C	2回刈	25~29			○		○

※Cは9月から11月までに順次採取する既存マニュアル<sup>1)</sup>で推奨された採取形態

表-1のAは、萌芽枝数の調査個体であり、調査後の11月に萌芽枝を1回採取した。

同様にBは、令和5年7月から11月まで月1回萌芽枝を採取した。調査開始時期については、令和5年6月7日時点の萌芽枝長 20cm 以上の萌芽枝が、最も多い鹿児島（霧島）で 39 本あり（表-2 参照）、翌月には 30cm 以上の萌芽枝となり採取が見込まれたので、萌芽枝の採取を7月から開始した。夏場から採取することで、採取箇所から萌芽枝が発生し、萌芽枝の全体量の増加が見込めると推測した。

同様にCは、AとB以外の台木で、既存マニュアルで推奨された採取形態とし、令和5年9月と11月に2回萌芽枝を採取した。

なお、BとCは9月の萌芽枝採取後に枝性の萌芽枝の剪定を行った。

表-2 萌芽枝長 20cm 以上の萌芽枝数（令和5年6月7日時点）

系 統	本数
鹿児島（霧島）	39
熊本（菊池）	2
九育菊池	5
福岡（九大）	7
京都（大枝）	8

**(1) 台木1本あたりの萌芽枝数**

表-1のAの台木で、系統毎の萌芽枝の発生状況を把握するため、令和5年11月に萌芽枝を採取するまで月1回萌芽枝数を調査し、台木1本あたりの萌芽枝数を昨年度の結果と比較した。

**(2) 採取回数による台木1本あたりの萌芽枝 30cm 以上の萌芽枝数**

表-1のBとCの条件のとおり、30cm 以上の萌芽枝を採取し、系統毎で台木1本あたりの萌芽枝数を比較した。

**(3) 採取月毎の萌芽枝長 30cm 以上の積算萌芽枝数**

表-1のAからCの台木で、系統毎の萌芽枝長 30cm 以上の積算萌芽枝数を調査した。

## 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）の割合を調査した。令和5年9月時点の萌芽枝は表-1のCから、同年11月時点は同表のAの萌芽枝から枝性の占める割合を調査した。



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本あたりの平均の萌芽枝数を示す。最も多い鹿児島（霧島）が37本、次は京都（大枝）の36本であった。萌芽枝数は昨年度同様、鹿児島（霧島）が多数であった。また、全系統の萌芽枝数は昨年度と比較して大幅に増大した。

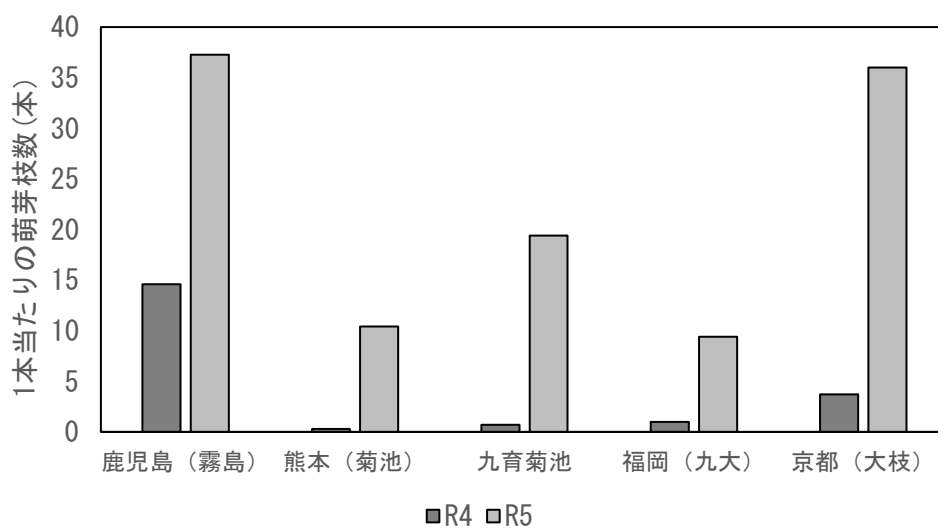


図-1 台木1本あたりの萌芽枝数

### (2)採取回数の差異による台木1本当たりの萌芽枝 30cm 以上の萌芽枝数

図-2に採取回数の差異による台木1本当たりの萌芽枝 30cm 以上の萌芽枝数を示す。全ての系統において2回刈と比較して月1回刈の方が、台木1本当たりの萌芽枝数が多数であった。

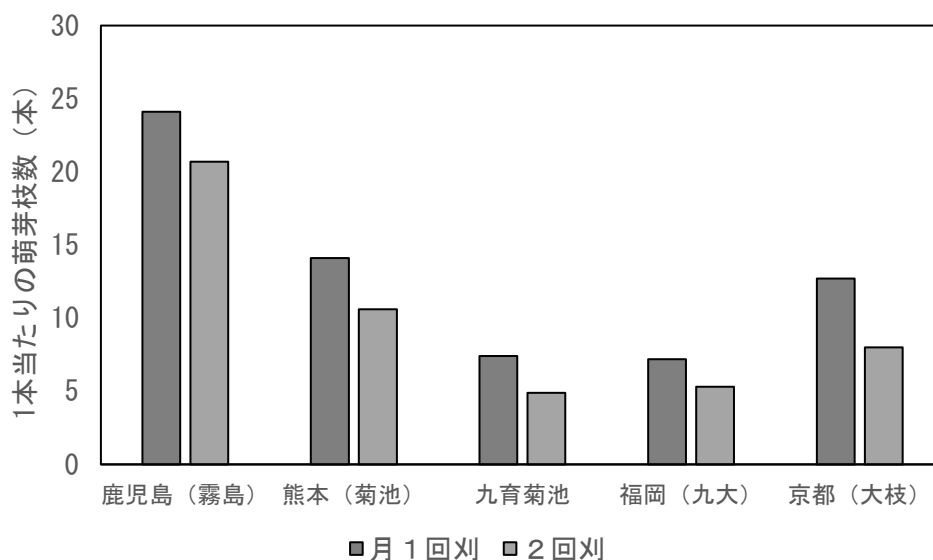


図-2 採取回数の差異による台木1本当たりの萌芽枝 30cm 以上の萌芽枝数

### (3)採取月毎の萌芽枝長 30cm 以上の積算萌芽枝数

図-3に、採取月毎の萌芽枝長 30cm 以上の積算萌芽枝数について示す。鹿児島 (霧島) が 1,539 本で最も多く、次に熊本 (菊池) の 848 本であった。図-1で萌芽枝が多数の京都 (大枝) は 709 本で、熊本 (菊池) より少数であった。

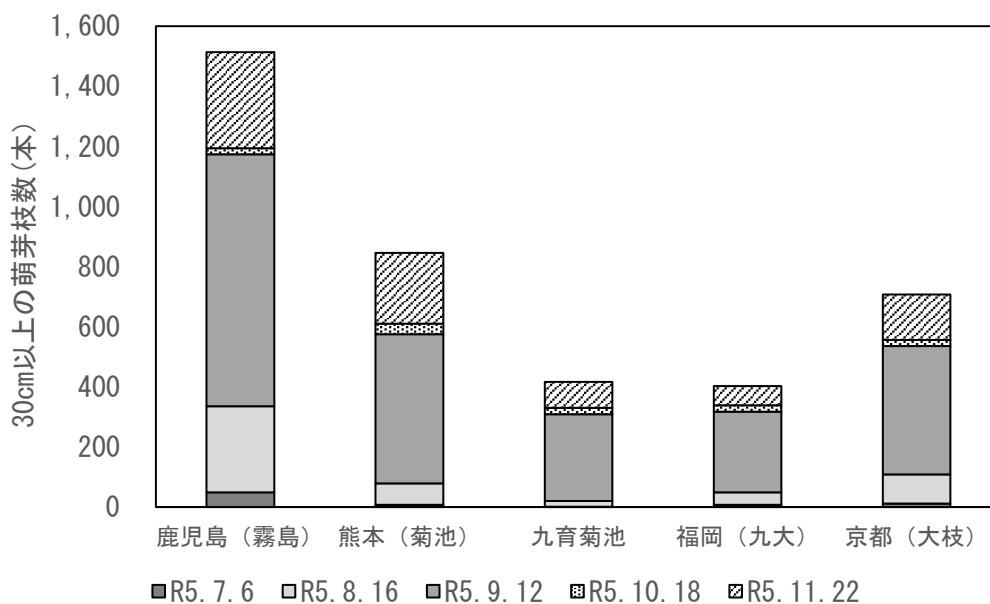


図-3 採取月毎の萌芽枝長 30cm 以上の積算萌芽枝数

## 2) 萌芽枝の枝性の割合

図-4と図-5に、萌芽枝の枝性の割合を示す。図-4は9月時点、図-5は11月時点である。

9月時点及び11月時点の枝性の割合は、福岡（九大）以外で、鹿児島（霧島）と熊本（菊池）が低く、九育菊池と京都（大枝）が高い傾向が見られた。

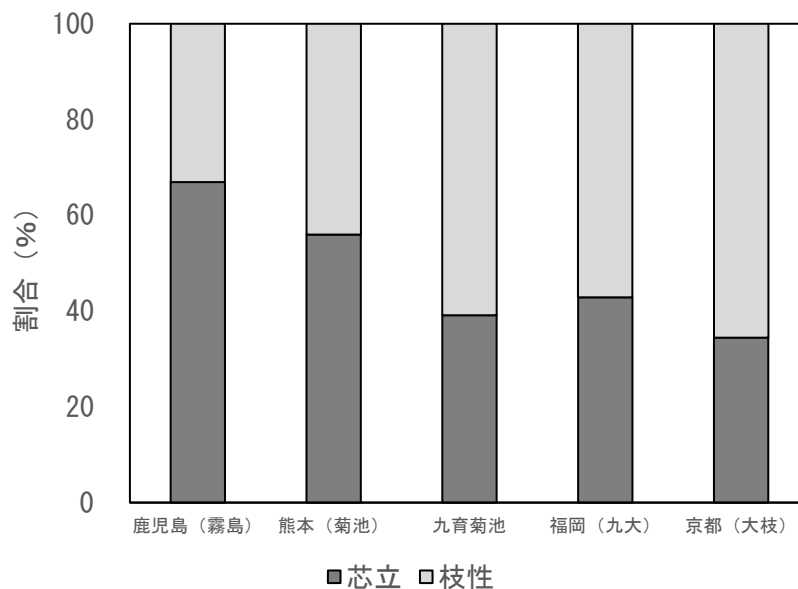


図-4 萌芽枝の枝性の割合（9月）

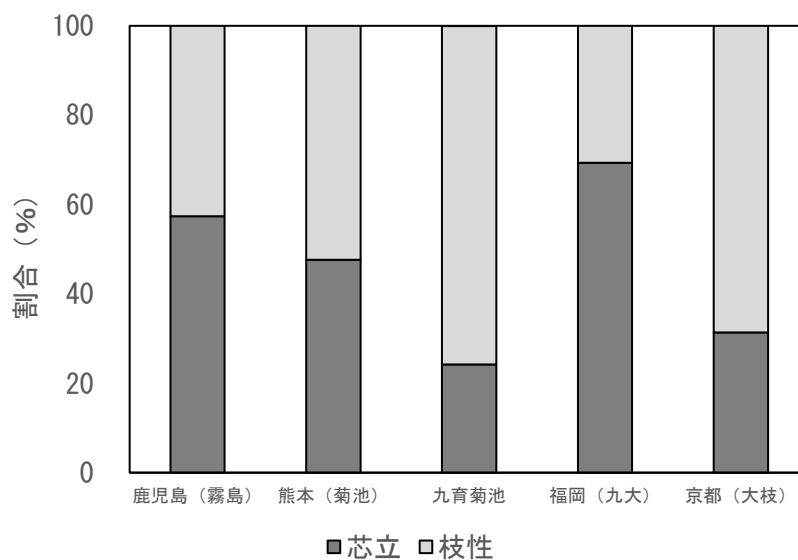


図-5 萌芽枝の枝性の割合（11月）

## 4. 考 察

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ていた。萌芽再生力は母幹の樹齢やサイズとともに変化する<sup>2)</sup>。コウヨウザンの萌芽枝数の増加は、少なくとも2成長期目による台木の成熟に起因しているものと推測された。各系統による台木及び萌芽枝の発生状況を写真-4から写真-8に示す（R 5. 11. 22 撮影）。





写真-4 鹿児島（霧島）の状況



写真-5 熊本（菊池）の状況



写真-6 九育菊池の状況



写真-7 福岡（九大）の状況



写真-8 京都（大枝）の状況

月1回刈は萌芽枝を定期的に採取することで、既存マニュアルで推奨された2回刈と比較して萌芽枝数が増加した。様々な樹種で損傷等のストレス応答に起因して萌芽枝が多量に発生する<sup>3)</sup>とあり、萌芽枝の採取によるストレス応答により、萌芽枝が一層発生したと推測された。それにより全ての系統において、2回刈と比較して萌芽枝数が増加し、月1回刈が効果的であると示唆された。

萌芽枝長30cm以上の積算萌芽枝数が最多の鹿児島（霧島）は、萌芽枝数の多さだけでなく、萌芽枝の伸長も著しいことが示唆された。また、2番目に多数であった熊本（菊池）では、写真-5に見られるように、台木の幹からの萌芽枝が他の系統と比較して多く確認された。今回は、萌芽枝を採取する際に、幹からの萌芽枝も採取したため、熊本（菊池）の萌芽枝数が比較的多数になったと推測された。

次に、9月時点及び11月時点の枝性の割合は、福岡（九大）を除き、系統毎のパターンが見られたが、この要因は遺伝的な差異と考察された。一方、11月時点の福岡（九大）の枝性の割合の減少は、11月までに伸長した幹から芯が立ち上がった萌芽枝（写真-7参照）が多数採取されたためと推測された。

最後に、今回の調査結果から、採取した萌芽枝をさし穂としてコンテナにさし付ける場合に適した系統について、萌芽枝長 30 cm以上の萌芽枝数と枝性の割合を条件に絞り込みを行った。

図-6 に系統における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 30cm 以上の萌芽枝数を横軸とした場合、コンテナさし付けに適した萌芽枝数の多さと枝性の割合の低さを考慮すると、鹿児島（霧島）が最も優位であると示唆された。

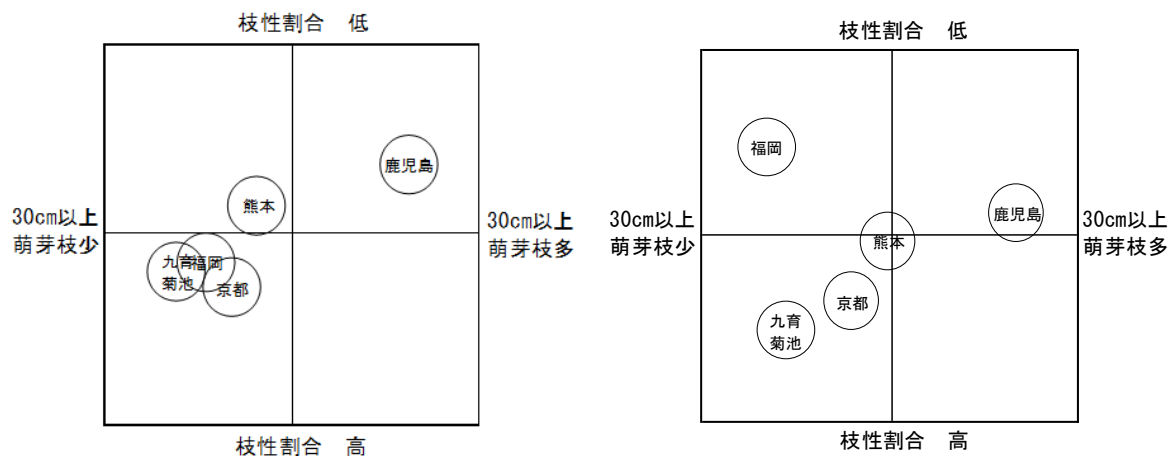


図-6 系統における萌芽枝数と形状の関係 (左図: 9月 右図: 11月)

一方、福岡（九大）は、枝性の割合が一定ではなく、萌芽枝数が少ない。また、京都（大枝）や九育菊池については、萌芽枝数と形状の両者とも低位であることから、さし穂の活用に不向きであると示唆された。なお、熊本（菊池）は、萌芽枝数及び枝性の割合が他の系統と比較して中庸であった。

今回の結果は、採穂園造成2年目末までの状況であり、台木自体の成熟がさらに向上することで、現時点で枝性の割合が高値である系統でも、今後低値に移行していく可能性も想定されるため、萌芽枝数に対する萌芽枝の枝性の割合を検証していく必要がある。

## 謝辞

今回の試験にあたり、国立研究開発法人森林研究・森林整備機構 森林総合研究所 林木育種センターの倉本哲嗣氏、九州育種場の久保田正裕氏、田中文浩氏、北海道育種場の大塚次郎氏に多大なご協力を賜りました。ここに記して感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 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：コウヨウザンの特性と増殖マニュアル, 36pp. (令和元年)
- 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)
- 3) 家入龍二, 玉泉幸一郎：日林九支研論集 No47, 77-78 (平成6年)

## 大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発

- スギ大断面正角材の天然乾燥試験 -

令和3年度～令和5年度

木材チーム 古曳 博也、豆田 俊治

## 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・再造林を推進するうえ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、多様な利活用に向けた部材開発等を図ることを目的に、木取りに合わせた乾燥技術の開発に取り組んでいる。本報では、令和3年度から実施しているスギ大断面正角材を使った天然乾燥試験<sup>1)</sup>の結果を報告する。

## 2. 試験方法

## 1) 試験材及び乾燥試験

既報<sup>1)</sup>のとおり、試験材は、大分県内の製材工場で製材されたスギ心持ち大断面正角材（315mm×315mm及び255mm×255mm、長さ4m、以下、315角、255角と記す）を用いた。また、乾燥は表-1に示すとおり大分方式乾燥と天然乾燥の2条件で行った。乾燥は、令和3年6月29日から開始した。

表-1 乾燥条件

試験区分	試験材	本数 (本)	乾燥方法	
			高温セット処理	乾燥処理
大分方式乾燥	315角	2	蒸煮 95℃、18h 高温セット	天然乾燥 (1010日)
	255角	2	乾球 120℃-湿球 90℃ 6h	
天然乾燥	315角	2	なし	
	255角	2		

## 2) 材質試験

既報<sup>1)</sup>のとおり、乾燥前後に、重量、密度、含水率、縦振動ヤング係数（以下、 $E_{tr}$ と記す）を測定した。そして、天然乾燥中は定期的に重量測定を行った。1,010日で乾燥を終了させ（以下、乾燥終了時と記す）、先の測定項目に加えて、表面割れ、内部割れ及び全乾含水率を測定した。表面割れは、割れ幅0.5mm以上の個数及びその形状をひし形と仮定し、最大幅と長さの積の1/2の面積を算出し条件ごとに積算し平均した。内部割れは、元口から50cm、100cm、200cm、300cm、350cmの位置で長さ約30mmの試験片を採取し、同様に面積を測定した。全乾含水率は、内部割れを測定した後に、315角は約45mm角に49分割、255角は約42.5mm角に36分割して求めた。この全乾法で求めた含水率データを基に長さ4m試験材の推定全乾重量を換算し、その値を用いて含水率推移を算出した。



### 3. 結 果

乾燥前と乾燥終了時の測定データを表-2に示す。また、試験材の含水率について、図-1に含水率推移を、図-2に試験材内部の含水率分布を示す。乾燥終了時の含水率は、大分方式乾燥の315角が16.8%、255角が16.6%、天然乾燥の315角が22.2%、255角は18.1%であった。初期含水率が140%と高かった天然乾燥の315角は、乾燥終了時に乾燥1,010日を費やしても含水率20%以下にならなかった。試験材内部では中心部の含水率が50%を示しており、乾燥が進んでいないことが判明した。初期含水率が85%~95%であった大分方式乾燥の315角、255角及び天然乾燥の255角は、含水率20%に達するまでに約2年（乾燥759日後）の期間を要した。含水率20%以下に乾燥し、さらに乾燥期間の短縮を図るためには、促進乾燥を組み合わせることが必要と思われる。

表-2 測定データ（平均）

乾燥条件	本数	重量(kg)		密度(kg/m <sup>3</sup> )		含水率(%)※		$E_{fr}$ (GPa)		
		乾燥前	乾燥終了時	乾燥前	乾燥終了時	乾燥前	乾燥終了時	乾燥前	乾燥終了時	
大分方式乾燥	315角	2	222.3	139.7	542.5	373.9	85.7	16.8	5.72	6.61
	255角	2	153.6	94.7	564.6	361.8	89.1	16.6	6.87	7.54
天然乾燥	315角	2	283.0	143.3	689.7	381.9	141.4	22.2	4.90	5.58
	255角	2	170.5	104.6	629.9	394.5	95.1	18.1	6.56	7.05

※乾燥終了時の全乾重量から求めた含水率から重量換算したもの

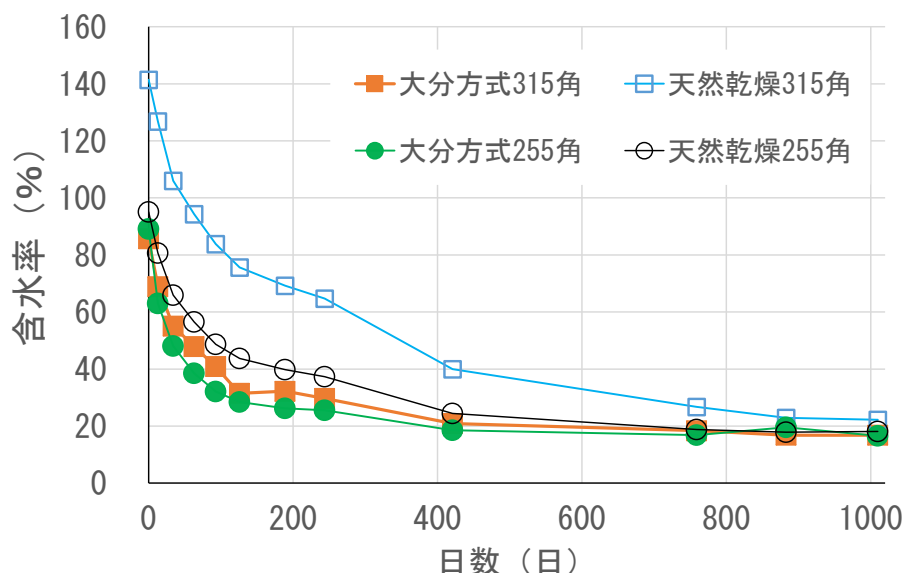
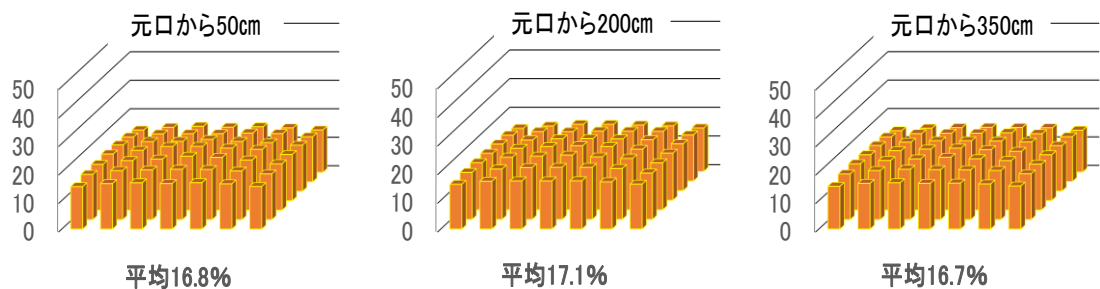
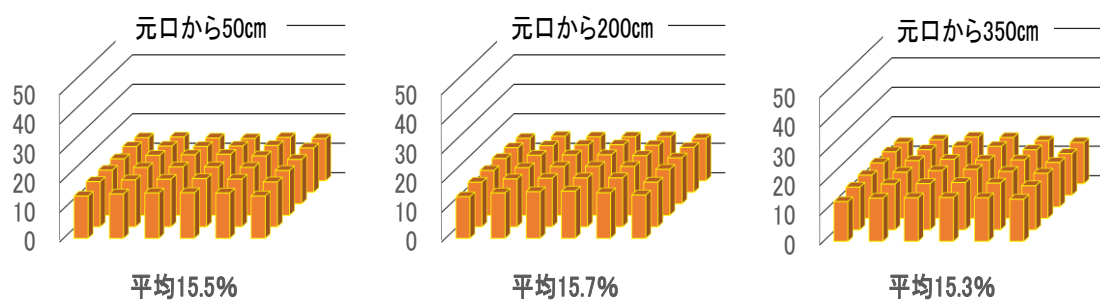


図-1 含水率の推移

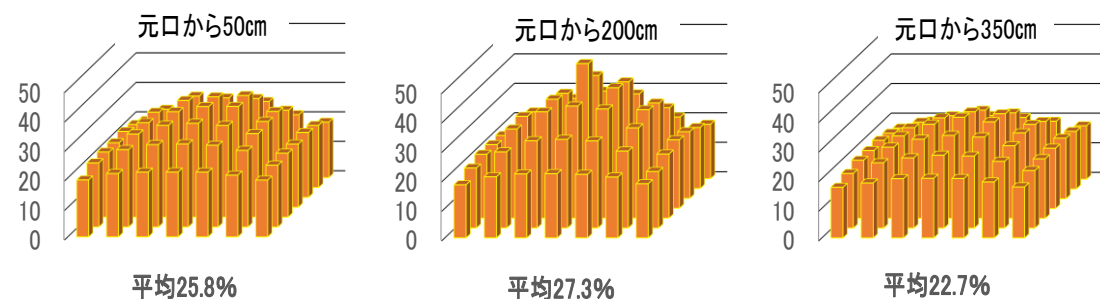
〈大分方式 315 角〉



〈大分方式 255 角〉



〈天然乾燥 315 角〉



〈天然乾燥 255 角〉

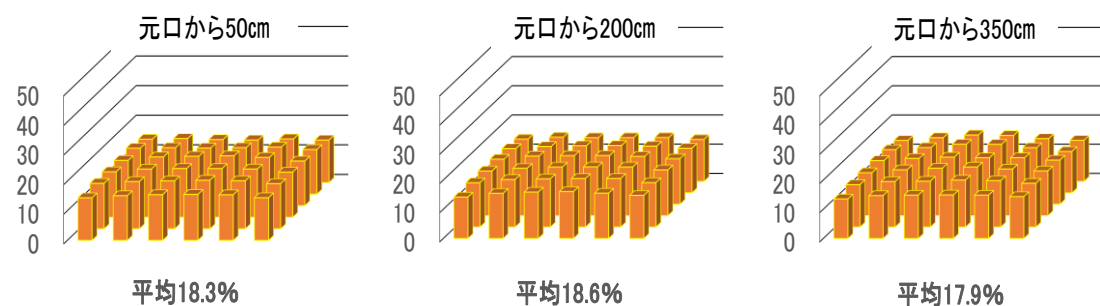


図-2 乾燥終了時の試験材内部の含水率分布  
縦軸は含水率 (%)

表面割れの試験結果を図-3に示す。棒グラフは割れ幅 0.5 mm以上の表面割れ面積の積算値、黒丸は割れの個数を示す。大分方式乾燥の試験材は、315 角及び 255 角ともに表面割れ面積の積算値が 70cm<sup>2</sup>以下を示し、天然乾燥の 255 角の 1/3 程度であった。表面割れの個数はともに 5 か所以下と少なかった。一方、天然乾燥の試験材は 315 角は表面割れ面積の積算値が小さい値を示したが、これは乾燥が不十分であり乾燥による収縮が進行していないためで、表面割れの個数は天然乾燥の 255 角と同様に多かった。

乾燥の初期段階で高温セット処理（95℃の蒸煮処理後に乾球温度 120℃、湿球温度 90℃の高温セット）を行う大分方式乾燥は、高温によって柔らかくなった表層の収縮が十分できない状態（引張りのドラインセットを受けた状態）で乾燥が進行するため、表面割れが抑止できる<sup>2)</sup>と考えられている。今回実施した大分方式乾燥は 315 角及び 255 角ともに表面割れ抑制効果が見られた。

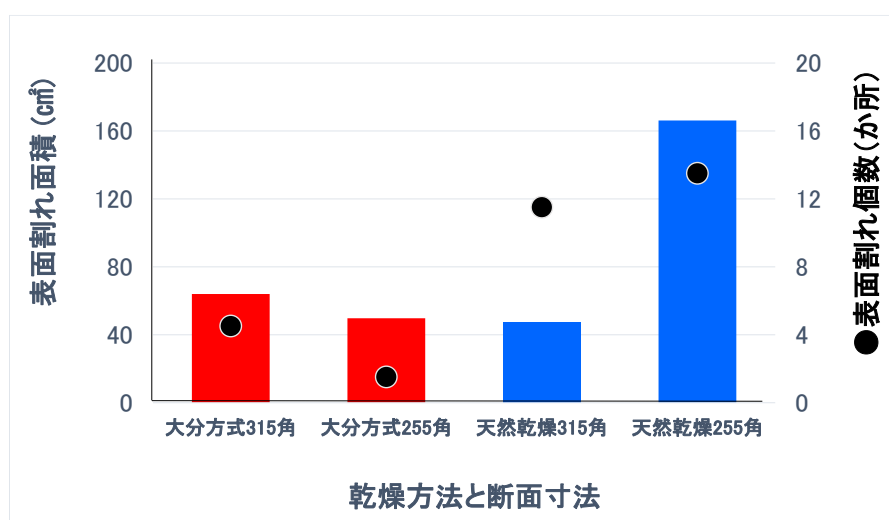


図-3 割れ幅 0.5mm 以上の表面割れ

内部割れの試験結果を図-4に示す。棒グラフは長手方向 5 か所を切断した木口面に生じていた割れ面積の積算値を示す。長手方向 5 か所を切断した木口面の総断面積は、315 角が 4,961cm<sup>2</sup> (31.5 cm

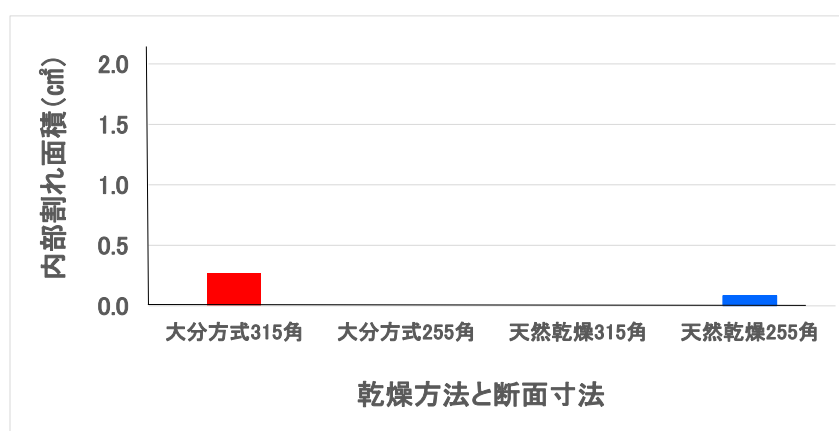


図-4 内部割れの面積 (平均)

×31.5 cm×5 か所)、255 角が 3, 251cm<sup>2</sup> (25.5 cm×25.5 cm×5 か所) に対して、内部割れ面積は、いずれも 0.3cm<sup>2</sup> 以下と小さかった。しかし、大分方式乾燥材で内部割れの発生を抑止することができなかった。高温セット処理時間を短く設定したことが影響したためと思われる。

#### 4. まとめ

今回、大径材を用いたスギ大断面正角材の乾燥の一例として、天然乾燥試験を実施した。

天然乾燥の場合は、初期含水率の違いによって 20%以下含水率に達するまでの期間に大きな差が生じた。初期含水率が 85%~95%の材で約 2 か年の期間を要したのに対し、初期含水率の高い材（初期含水率 140%）に至っては乾燥 1, 010 日を費やしても 20%以下に達しなかった。

表面割れは、天然乾燥のみで乾燥する場合には発生が避けられなかったが、天然乾燥の前段階で高温セット処理（95℃の蒸煮処理後に乾球温度 120℃、湿球温度 90℃の高温セット）をすることで抑制できた。内部割れも小さかった。しかし、抑止はできなかった。

この結果から、大断面正角材の乾燥には、

- ・高温セット処理後に促進乾燥（高温蒸気乾燥や高温蒸気高周波乾燥等）を組み合わせること
- ・高温セット処理時間を長く設定し直すこと

が必要に思われた。

#### 参考文献

- 1) 豆田俊治：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, 45-46 (令和 4 年)
- 2) 石川県林業試験場石川ウッドセンター他：安心・安全な乾燥材生産・利用マニュアル, 54-55 (平成 24 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。

本年度は、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、高温蒸気高周波乾燥、高周波減圧乾燥を行い、乾燥後の品質を評価した。

### 2. 試験方法

#### 1) 試験材

試験原木は、大分県内の原木市場から入手した大径のスギ原木30本を使用した。原木の材長、重量、末口径、元口径、矢高、縦振動ヤング係数（以下、 $E_{fr}$ と記す）を測定し、図-1に示す方法で225mm×120mm×4mの平角材に製材した。その後、寸法、重量、材中央部矢高、含水率、 $E_{fr}$ の測定を行った。

断面寸法及び含水率は、元口から50cm、200cm、350cm位置で測定し平均値を算出した。含水率の測定には、高周波木材水分計（株式会社ケツト科学研究所製 HM-520）を使用した。その後、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乾燥試験に供した。

#### 2) 乾燥

乾燥には、多機能木材乾燥機（株式会社ヤスジマ製、HTDM-182248-8型、商品名ハイブリッドドライヤー）を使用し、目標含水率を15%とした。また、乾燥中数日おきに乾燥機から材を取り出し全試験体の重量を測定した。乾燥条件は、高温蒸気高周波乾燥（蒸煮及び高温セットの有無により3条件）と高周波減圧乾燥の4条件とした。試験体数は、1乾燥条件につき心去り平角材12本、心持ち平角材6本とした。

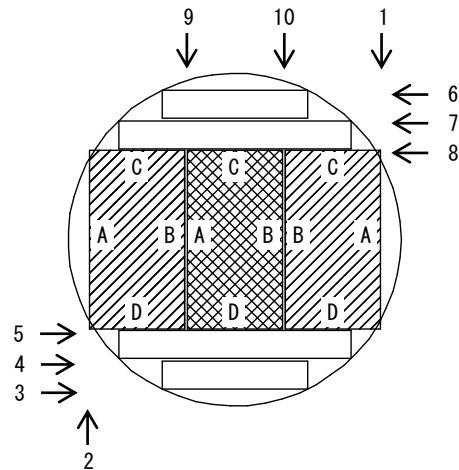


図-1 原木の木取り方法

(図中の数字は鋸を入れた順番を示す)

表-1 乾燥スケジュール

	乾燥条件	蒸煮	高温セット	乾燥	高周波	減圧 (絶対圧力)
1	蒸気 (蒸煮・高温セット) +高周波乾燥	95°C 7 h	120-90°C 12h	90-60°C 339 h		
2	蒸気 (蒸煮) +高周波乾燥	95°C 7 h		90-60°C 303 h	1.4A	—
3	蒸気+高周波乾燥	—	—	90-60°C 311 h	2.5分	
4	蒸気+高周波+減圧乾燥	95°C 7 h		90-60°C 224 h		20kPa

乾燥スケジュールを表-1に示す。ただし、この表の時間には材を乾燥機から取出し重量測定した作業時間 (約1~2時間) も含んでいる。高周波について、陽極電流は1.4Aとし、発振時間は2.5分発振7.5分停止を繰り返した。高周波による過熱を防ぐため、最下段の心去り平角材1本に材温度センサーを取付け、材温が103°C以上にならないよう高周波発振を制御した。乾燥条件4では、蒸煮後直ちに乾燥庫内を絶対圧力20kPaまで減圧した。

乾燥機への材の積み込みは、写真-1に示すように心去り材と心持ち材を混載し、3試験体/段×3段×2ブロックとした。このとき上段と下段の試験体重量の合計がほぼ同じになるようにした。乾燥後は約1週間以上の養生を行い、モルダー加工し測定に供した。なお、心去り材は、乾燥、養生時は木裏面(B)を上にした。また乾燥時、上から20kNで加力した。

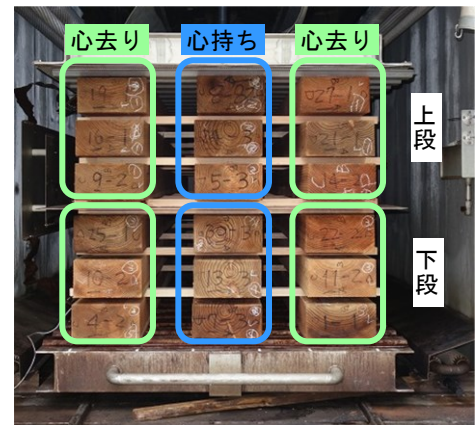


写真-1 積み込みの様子

### 3)含水率及び割れ等の測定

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。

## 3. 結果及び考察

### 1)試験材

表-2に今回試験に使用した原木の測定結果を示す。末口径の平均は44.5cm、年輪数の平均は50、密度の平均は811kg/m<sup>3</sup>であった。

表-3に心去り平角材と心持ち平角材の測定結果を示す。含水率について、心去りの平均が91.0%で心持ちが92.6%とほぼ同じであった。心去り材の木裏(B)の矢高について最大値が48mmとなっているが、これは元口付近にアテがあったためである。

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。各グループの重量の平均値は最

表-2 原木の測定結果

項目	末口		元口		材長 (cm)	重量 (kg)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	矢高 (mm)	E <sub>fr</sub> (GPa)
	径 (cm)	年輪数	径 (cm)	年輪数					
平均	44.5	50	54.4	56	419	657.4	811	24	6.1
最小	42.5	38	47.0	41	405	525.5	655	5	4.6
最大	48.5	69	60.5	80	446	900.4	983	44	8.3
標準偏差	1.18	8.4	2.89	9.9	10.2	91.11	86.9	11	0.94

表-3 平角材の測定結果

項目	心去り (n=60)						心持ち (n=30)				
	重量 (kg)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	矢高(mm)		含水率 (%)	E <sub>fr</sub> (GPa)	重量 (kg)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	矢高 (mm)	含水率 (%)	E <sub>fr</sub> (GPa)
			木表(A)	木裏(B)							
平均	77.3	712	7.2	1.7	91.0	6.5	72.6	666	3.3	92.6	5.6
最小	50.5	476	0.0	0.0	54.2	4.5	54.5	507	0.0	61.8	3.3
最大	110.1	1010	15.5	48.0	118.8	9.4	107.7	990	11.0	122.0	8.6
標準偏差	16.4	149	3.7	6.3	15.8	1.3	13.8	126	3.0	15.9	1.6

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

乾燥条件 1 から 4 の乾燥時間と乾燥庫内温度、材温の関係を図-3 に、乾燥曲線を図-4 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とした。

表-1 及び図-3、図-4 の乾燥時間について、これらには材を乾燥機から取出し重量測定した作業時間も含んでいる。乾燥機扉を開け重量測定後再び乾燥運転を開始した後材温が乾燥機扉を開ける直前の材温よりも 10℃低い材温まで上昇した時間を作業時間とすると、乾燥条件 1 の作業時間がおよそ 65 時間 15 分、乾燥条件 2 が 20 時間、乾燥条件 3 が 13 時間 30 分であった。この作業時間を表-1 の乾燥時間から差し引くと、乾燥条件 1 の乾燥時間がおよ

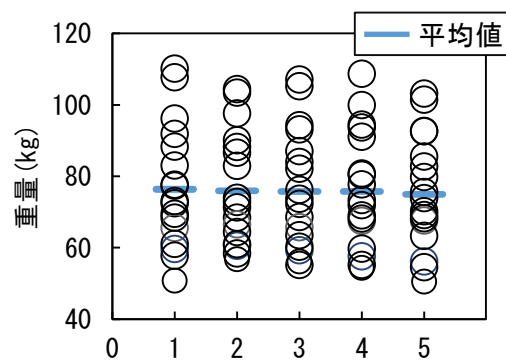


図-2 グループごとの重量分布

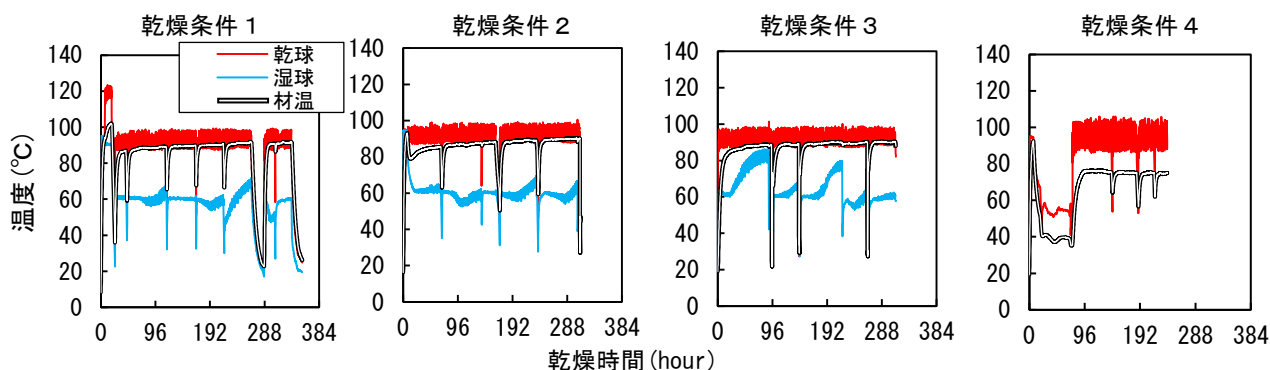


図-3 乾燥時間と乾燥庫内温度、材温の関係

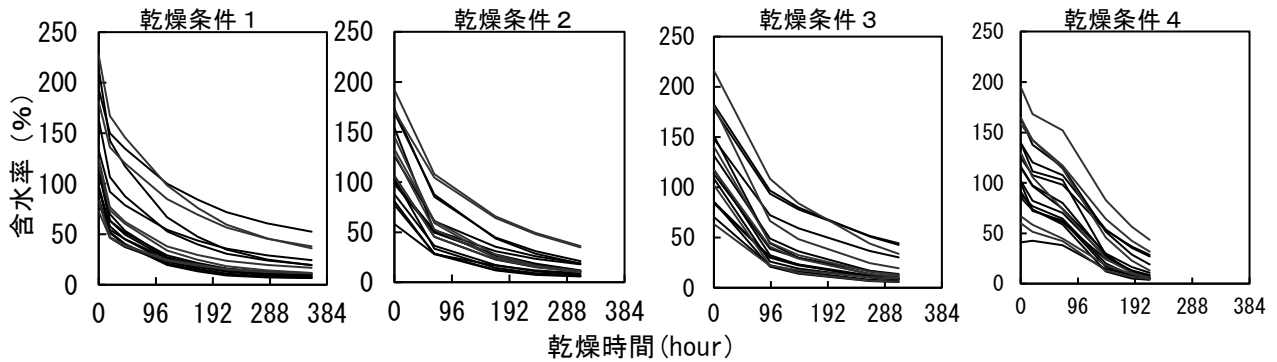


図-4 乾燥曲線

そ 290 時間、乾燥条件 2 が 292 時間、乾燥条件 3 が 299 時間とほぼ同じになる。またモルダー後の含水率の平均が乾燥条件 1、乾燥条件 2、乾燥条件 3 で、それぞれ 16.8%、14.3%、16.4% とほぼ同じであり、これらから、今回のスケジュールでは、蒸煮や高温セットの有無で実質の乾燥時間はあまり変わらなかった。

乾燥条件 4 は、7 時間蒸煮後直ちに乾燥庫内圧力を 20kPa まで下げ、同時に乾球を 90℃ で制御するスケジュールである。このとき乾燥庫内の空気循環ファンを自動制御にしていたため、およそ 76 時間乾燥庫内の空気循環ファンが回転しておらず材温が十分高くならなかった。この時間及び重量測定のための作業時間を差し引いた乾燥時間はおよそ 155 時間で、他の乾燥条件のおよそ半分になった。これは 20kPa における水の沸点がおよそ 60℃ のため、より短時間で乾燥が進んだものと考えられる。

### 3) 含水率及び割れ等の測定

表-4 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-5 に心去り材の乾燥前後の矢高の平均値を、表-5 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を示す。

乾燥後の含水率について、すべての乾燥条件で心去り > 心持ちとなった。これは、全ての乾燥条件で高周波をかけているため材内部の温度が上がりやすかったこと、心持ち材には髄があり髄のない心

表-4 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

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 <sup>3</sup> )	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	含水率 (%)	表面割れ		密度 (kg/m <sup>3</sup> )	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	含水率 (%)	表面割れ		
			総長さ (cm)	面積 (cm <sup>2</sup> )				総長さ (cm)	面積 (cm <sup>2</sup> )		
1	平均	710	390	19.6	203.2	11.1	664	388	11.1	135.7	10.9
	最小	513	311	6.8	72.3	1.6	510	329	6.4	2.8	0.0
	最大	983	544	52.5	458.4	42.8	867	429	19.6	276.9	31.1
	標準偏差	154	63	14.3	138.2	14.0	121	36	4.2	96.3	11.3
2	平均	706	387	16.3	164.9	9.4	653	367	10.4	112.3	3.5
	最小	478	268	6.1	0.0	0.0	507	328	5.9	24.0	57.0
	最大	972	530	36.1	683.2	54.0	803	409	18.9	197.3	714.8
	標準偏差	153	72	9.6	228.4	17.2	97	29	4.3	75.2	236.6
3	平均	714	397	19.0	114.5	8.1	662	372	11.3	77.0	3.0
	最小	515	329	6.9	0.0	0.0	515	328	5.9	8.2	0.1
	最大	990	534	44.2	401.6	31.1	873	441	19.6	159.9	9.0
	標準偏差	158	55	13.8	125.2	11.6	124	40	4.8	64.9	3.2
4	平均	717	389	16.7	142.9	7.8	668	391	6.5	285.7	17.6
	最小	521	310	5.3	1.8	0.0	523	363	4.0	36.7	0.9
	最大	994	511	43.4	509.5	35.6	889	434	13.2	513.2	45.5
	標準偏差	157	63	12.4	146.6	11.3	127	24	3.1	191.2	15.0



去り材よりも材中心部の乾燥が進みやすいためと思われた。

心去り材の矢高の平均値について、木表 (A) については乾燥前>乾燥後、木裏 (B) については乾燥条件 2 を除き乾燥前<乾燥後となった。乾燥条件 2 は、一部の材の元口付近にアテがあったため平均値では乾燥前>乾燥後となっているが、12 本中 10 本が乾燥前<乾燥後であった。乾燥後の矢高が木表 (A) 側で小さくなり木裏 (B) 側が大きくなったことについて、乾燥により成長応力が緩和されたことと、乾燥時木裏面 (B) を上にし、上から 20kN で加力したためと考えられる。

心持ち材の表面割れ総長さ及び面積について、乾燥条件 1 (蒸煮、高温セット処理有り) >乾燥条件 2 (蒸煮のみ有り) >乾燥条件 3 (蒸煮、高温セット処理とも無し) となった。一般に心持ち材では、蒸煮及び高温セット処理を行うと表面割れは少ないと言われているが、本試験ではそうはならなかった。なぜならなかったのか理由は不明であり、来年度以降の大径材研究において更なる考察を加えたいと考えている。また乾燥条件 1、2、3 では、表面割れ総長さ及び面積とも心去り>心持ちであるが、乾燥条件 4 では心去り<心持ちとなった。これは乾燥の項でも述べたが、蒸煮後 76 時間ほど材温が十分高くならなかったため、試験材にセットが十分にかからなかったためと考えられる。

心去り材の木口を除く面ごとの表面割れは、いずれの乾燥条件でも木表 (A) >木裏 (B) であった。これは、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

乾燥後の含水率が高い材の断面内含水率分布は、短辺方向及び長辺方向ともに表層側で含水率が低いものの、断面の中央部に向かって高くなる傾向を示した。表層が含水率 20%程度まで乾燥していても、中央部は 50%を超える状態の材もあった (図-6)。このような材は乾燥時間を延長しても所定の含水率まで乾燥することは難しいと推察され、従来から言われているように乾燥前に重量選別することが望ましい<sup>1)</sup>と考えられた。

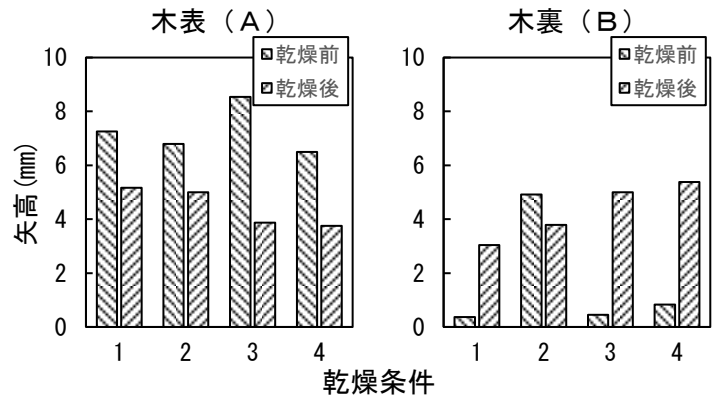


図-5 心去り材の乾燥前後の矢高の平均値

表-5 心去りの面ごとの表面割れ長さ (cm)

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

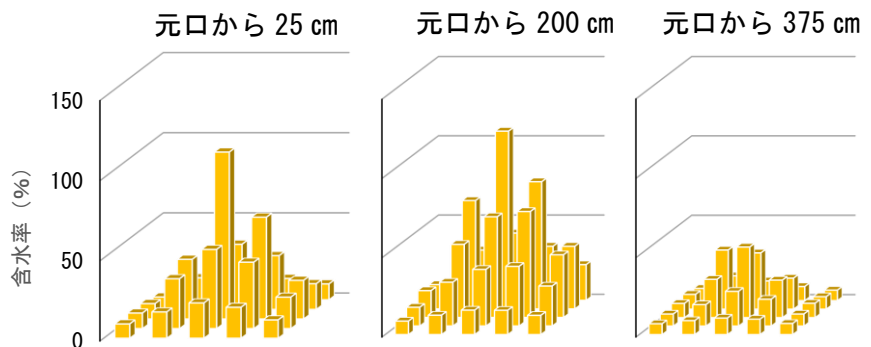


図-6 乾燥条件 4 断面内の含水率分布

### 5) 含水率の材長方向分布

材長方向の含水率分布は、図-7に示すように材端部から材中央部に向かって増加する傾向を示した。特に乾燥後の含水率が高い試験体では、材端部と材内部の含水率差が大きい傾向を示した。

### 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-8に示す。含水率が低くなるにつれて、特に含水率が10%以下になると内部割れ面積が大きくなる傾向を示した。

## 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を高温蒸気高周波乾燥及び高周波減圧乾燥を行い、以下の結果を得た。

- ・高周波減圧乾燥は高温蒸気高周波乾燥の半分程度の時間で乾燥できる
- ・表面割れの総長さについて、乾燥方法による違いは少ない
- ・初期含水率により、仕上がり含水率に大きな差が生じるため、乾燥前に重量選別することが望ましい
- ・材長方向の含水率分布は、材端部から材中央部に向かって増加する傾向がある
- ・特に含水率が10%以下になると内部割れ面積が大きくなる傾向がある

## 参考文献

- 1) 豆田俊治、田口孝男：大分県農林水産研究指導センター 研究報告第2号, 20 (平成24年)

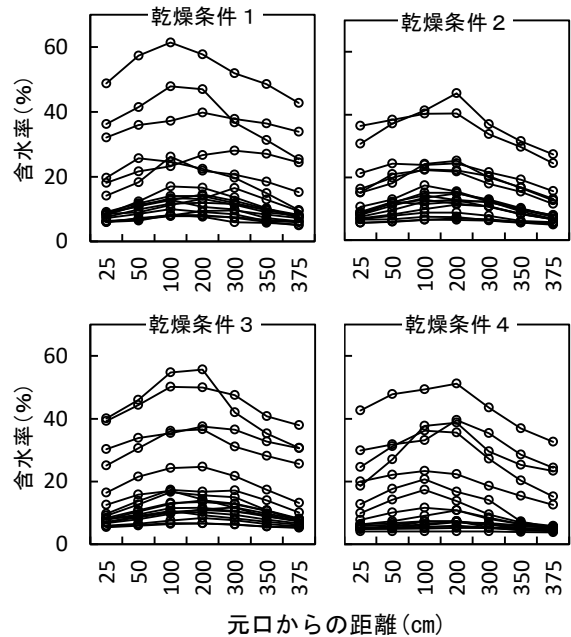


図-7 含水率の材長方向分布

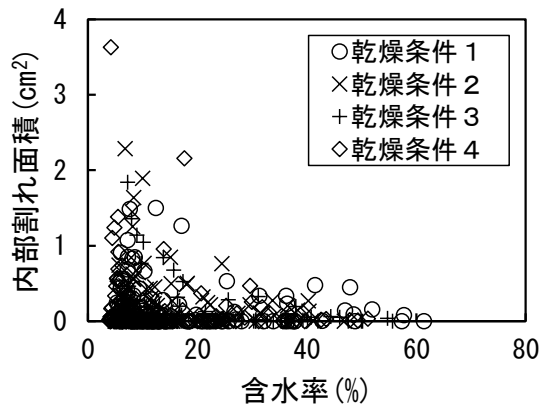


図-8 含水率と内部割れ面積との関係

## 低コスト造林施策推進に向けたスギ優良品種の材質特性の解明

令和3年度～令和5年度  
木材チーム 加茂 明子、河津 温子

### 1. 目的

大分県では、低コスト造林を推進しており、疎植造林や特定母樹の造林に取り組んでいるが、これらの主伐期における材質などについては品種毎のデータが少ないことから、材質や強度のデータを蓄積し、低コスト造林推進に寄与する必要がある。

本研究ではこれまで、スギ低密度植栽（1,500本/ha）と従来の一般的密度植栽（3,000本/ha）の材質特性を明らかにし、1,500本/ha程度の疎植造林であれば建築利用上の影響は小さいことが示唆された<sup>1-2)</sup>。

本年度は、大分県由来の特定母樹である県日出3号、県佐伯6号、県佐伯13号、県日田15号の主伐期における材質特性を明らかにするため、丸太の材質試験及び小試験体による木材の強度試験を実施し、材質の樹幹内分布を調査したので報告する。

### 2. 試験方法

#### 1) 供試材

供試材の調達場所及び胸高直径・樹高等を表-1に示す。供試木は、毎木調査の結果から各プロットの標準的なものを3本ずつ計12本とし、DNA解析はMiyamotoら<sup>3)</sup>によるマイクロサテライト（SSR）の手法を参考にして行い、品種を同定したものを供試木とした。

表-1 供試材の調達場所及び胸高直径・樹高等（胸高直径・樹高は3本の平均値）

調達場所	品種	伐採時林齢 (年生)	本数 (本)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)
九大第1号検定林 (国東市国東町大字岩戸寺)	県日出3号	53	3	33.1	26.0
	県佐伯6号		3	41.4	28.3
	県佐伯13号		3	28.4	20.3
天瀬試験地 (日田市天瀬町桜竹)	県日田15号	54	3	28.5	29.2

#### 2) 丸太の材質試験

供試木12本を地上高0.3mの位置で伐倒し、2mに玉切りした後、次代検定林の材質調査要領<sup>4)</sup>（以下、要領と記す）に準じ、各丸太の材長、重量、元口及び末口の周囲長を測定した。併せて、シグナルアナライザーSA-77（株式会社リオン社製）を用いて固有振動数を測定し、縦振動ヤング係数を求めた。また、各番玉の元口側から厚さ5cmの円盤を切り出し、扇形の試験片を作製し、要領に準じ、生材含水率と容積密度を求めた。

#### 3) 小試験体による木材の強度試験

2mの丸太を髓及び中心を含む厚さ60mmのまま目板に加工し、温度60℃以下で人工乾燥した。次に、まさ目板を長さ1mに切断し、髓を中心に樹皮側へ25×25×1,000mmの直方体を作製した。直方体を恒温恒湿器で温度20±2℃、湿度(65±3)%の雰囲気中で標準状態の(12±1.5)%に調湿した。

その後、直方体の無欠点部分から曲げ試験体（20×20×320mm）及び縦圧縮試験体（20×20×60mm）を作製し、各試験に供した（図-1）。ただし、一部節等の欠点を除去できなかったものも含めて試験を行った。試験後、各試験体の含水率を全乾法で求め、縦圧縮試験体から密度を測定した。

### (1) 曲げ試験

曲げ試験は、日本産業規格の木材の試験方法（JIS Z2101：2009）（以下、JIS と記す）15 曲げ試験に準じて行った（写真-1）。試験機は万能試験機（株式会社島津製作所製 AG-100kNAR）を用い、曲げヤング係数、曲げ強さを求めた。支点間距離は辺長の 14 倍の 280mm、荷重面はまさ目面（髓部分を除く）とし、荷重速度は、負荷開始から 1～2 分で破壊するように 7 mm/min の一定とした。変位はストレーンゲージ式変位計（株式会社東京測器研究所製 DDP-30A）を用いて、スパン中央部両サイドの 2 か所の平均値とした。

### (2) 縦圧縮試験

縦圧縮試験は、JIS 10 縦圧縮試験に準じて行った（写真-2）。試験機は万能材料試験機（インストロンジャパンカンパニーリミテッド製 5568）を用い、縦圧縮強さを求めた。荷重速度は、負荷開始から 1～2 分で破壊するように 1 mm/min の一定とした。

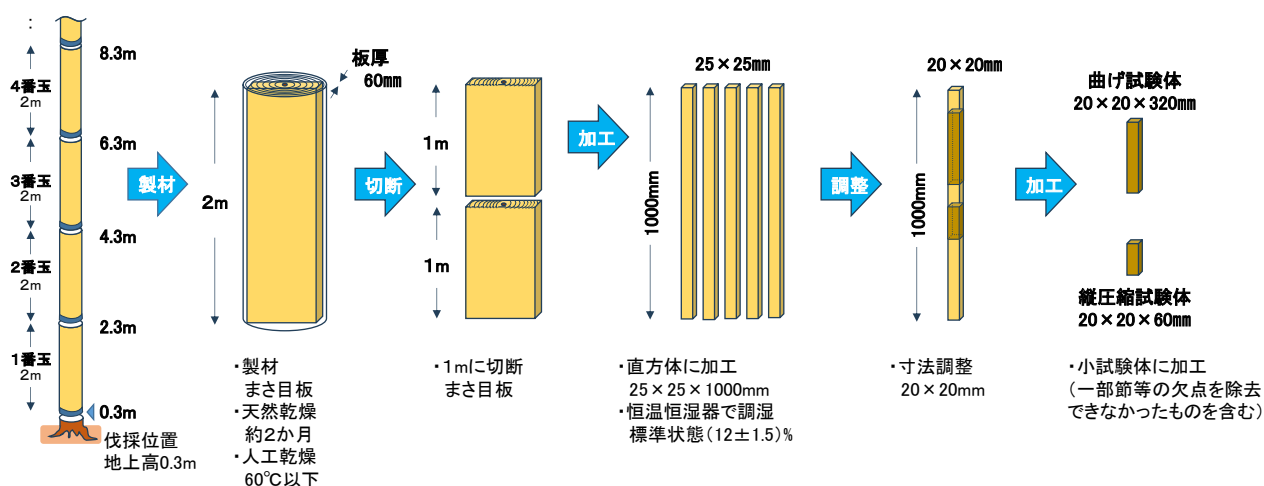


図-1 試験体の作製



写真-1 曲げ試験の様子



写真-2 縦圧縮試験の様子

### 3. 結果及び考察

#### 1) 丸太の材質試験

丸太の材質試験結果は、供試した立木3本の平均値とした。

#### (1) 心材の生材含水率

心材の生材含水率の樹高方向変動を図-2に示す。地上高0.3mにおける心材の生材含水率は、県日田15号で237.4%、県日出3号で194.9%と高く、県佐伯6号で104.7%、県佐伯13号で99.6%であった。地上高4.3m以上では、県日出3号は、100%前後で推移したのに対し、県佐伯6号と県佐伯13号は50%前後で推移した。

今回の県日田15号の供試材は、4品種の中では供試した立木3本の個体差が大きく、一部では高い含水率を示し、黒心及び凍裂が確認された。これを受けて、九大第30号検定林(宇佐市)の県日田15号を1本伐採したところ、今回の供試材と同様に黒心が確認されたため、県日田15号については乾燥や材の利用に関して留意する必要があると示唆された。ただし、試験本数が少なく、個体差も見られたため、今後さらなる検討が必要である。

#### (2) 容積密度

容積密度の樹高方向変動を図-3に示す。4品種の容積密度は、283~409kg/m<sup>3</sup>であった。また、4品種とも地上高が高くなるにつれて高くなる傾向を示した。

#### (3) 縦振動ヤング係数

縦振動ヤング係数の樹高方向変動を図-4に示す。縦振動ヤング係数は、7番玉程度までは地上高が高くなるにつれて高くなった。また、1番玉から2番玉の変動が大きく、これは、過去の試験と同様の傾向であった<sup>5)</sup>。県日出3号は、4から9番玉で10GPaを超える高い値を示した。今回試験をした供試材については4品種とも素材の日本農林規格(JAS1052:2022)の縦振動ヤング係数区分に基づく区分では規格外の丸太はなかった。

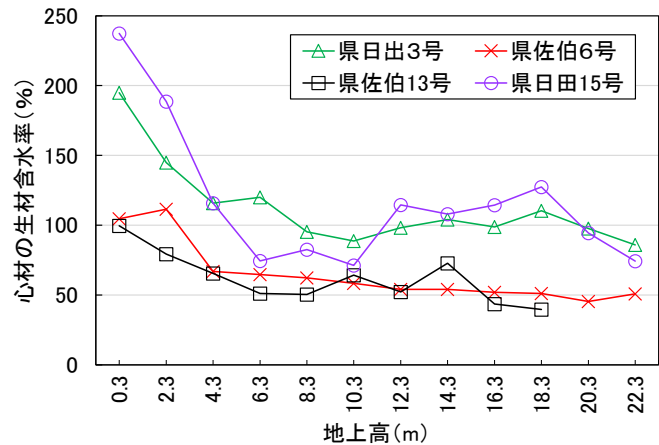


図-2 心材含水率の樹高方向変動

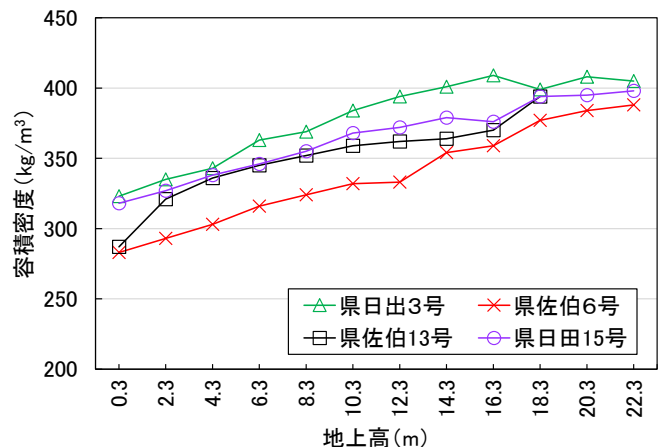


図-3 容積密度の樹高方向変動

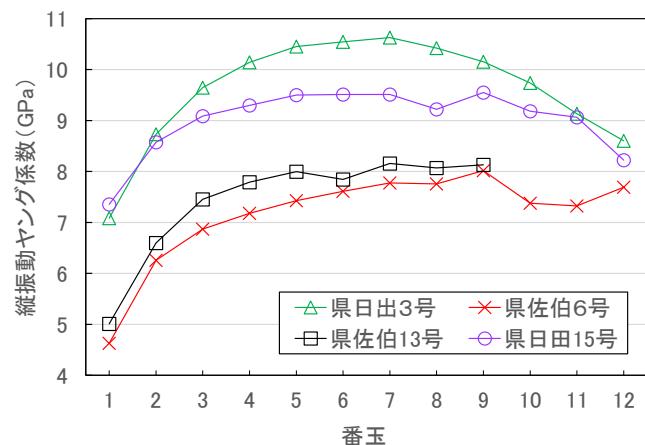


図-4 縦振動ヤング係数の樹高方向変動

## 2) 小試験体による木材の強度試験

試験体数及び試験体の含水率を表-2に示す。小試験体の含水率は10.8～12.2%であり、概ねJISに定める標準状態に達していることを確認した。曲げ試験、縦圧縮試験の結果は、供試した立木3本の平均値（垂直方向、水平方向で同位置試験体の平均値）とした。

表-2 曲げ・縦圧縮試験体数及び試験体の含水率

品種	曲げ試験			縦圧縮試験		
	試験体数 (本)	含水率 (%)		試験体数 (本)	含水率 (%)	
		平均値	標準偏差		平均値	標準偏差
県日出3号	462	11.1	0.91	460	11.3	0.93
県佐伯6号	558	10.8	0.62	557	11.1	0.50
県佐伯13号	305	10.8	0.68	304	11.2	0.81
県日田15号	392	12.2	1.11	398	12.0	0.72

### (1) 曲げ試験

曲げヤング係数、曲げ強さを図-5に、樹幹内分布を図-6、図-7に示す。

試験時間は、一部において1～2分で破壊しないものもあり、髓付近の未成熟材と思われる部位で2分を越える試験体があった。また、佐伯6号の成熟材の部位でもヤング係数が低い3試験体において2分を超えた。

曲げヤング係数、曲げ強さとも、各地上高で未成熟材を多く含む髓付近の中心部で低く、樹皮方向に向け高くなった後、外層部の多くの部位で下がる傾向を示した。また、垂直方向については、地上高が高くなるにつれ高くなる傾向を示した。

無欠点材の強度性能は、その材の気乾密度と概ね比例関係にあり<sup>6)</sup>、今回の試験で曲げヤング係数、曲げ強さともに外層部で下がったのは、密度も外層部で下がったことが要因の一つと考えられた。

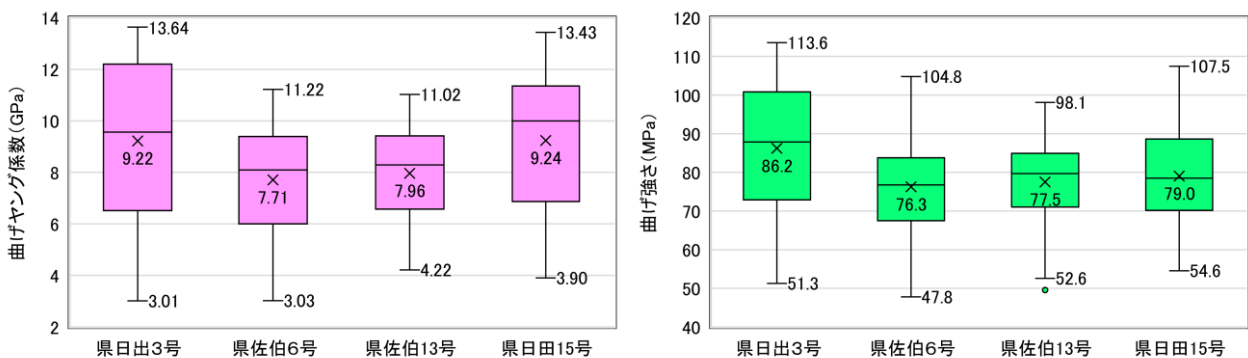


図-5 品種別の曲げヤング係数・曲げ強さ



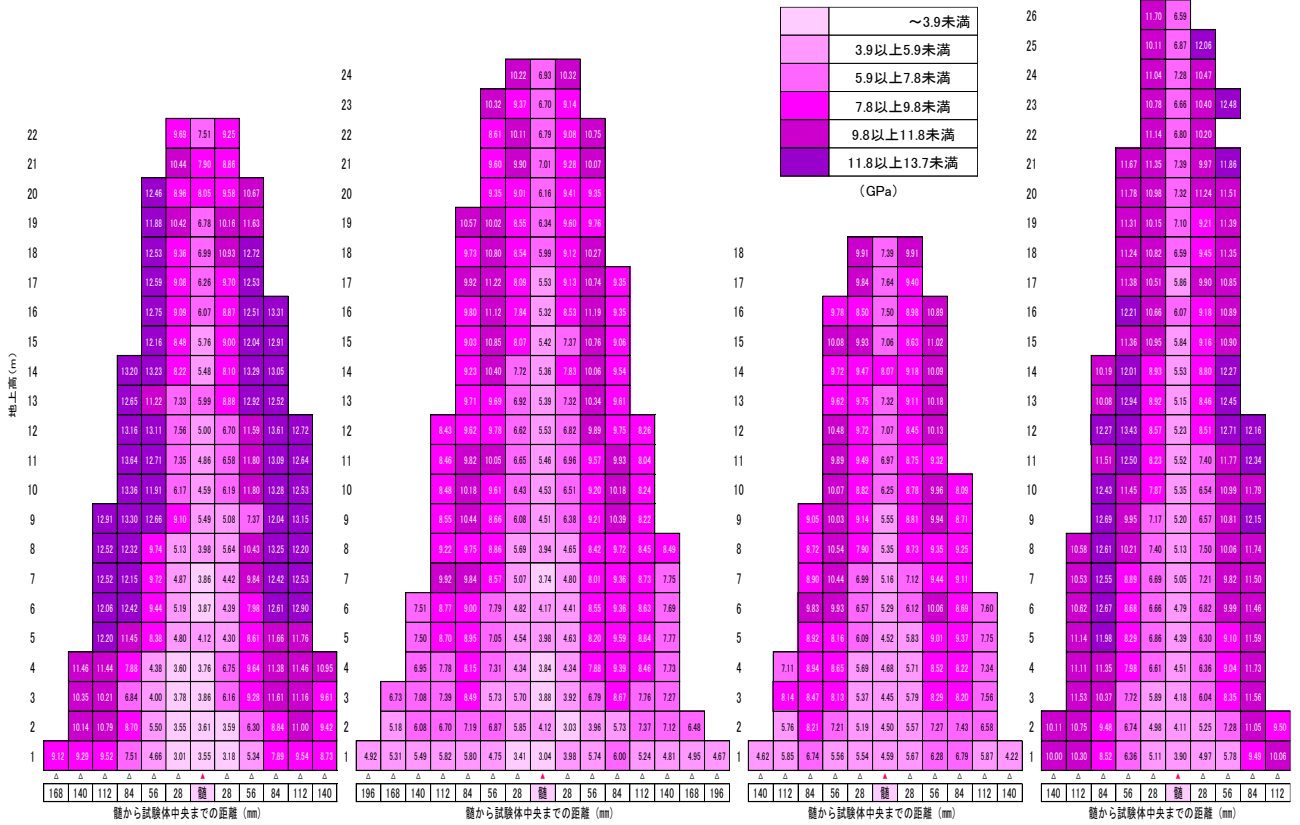


図-6 曲げヤング係数の樹幹内分布

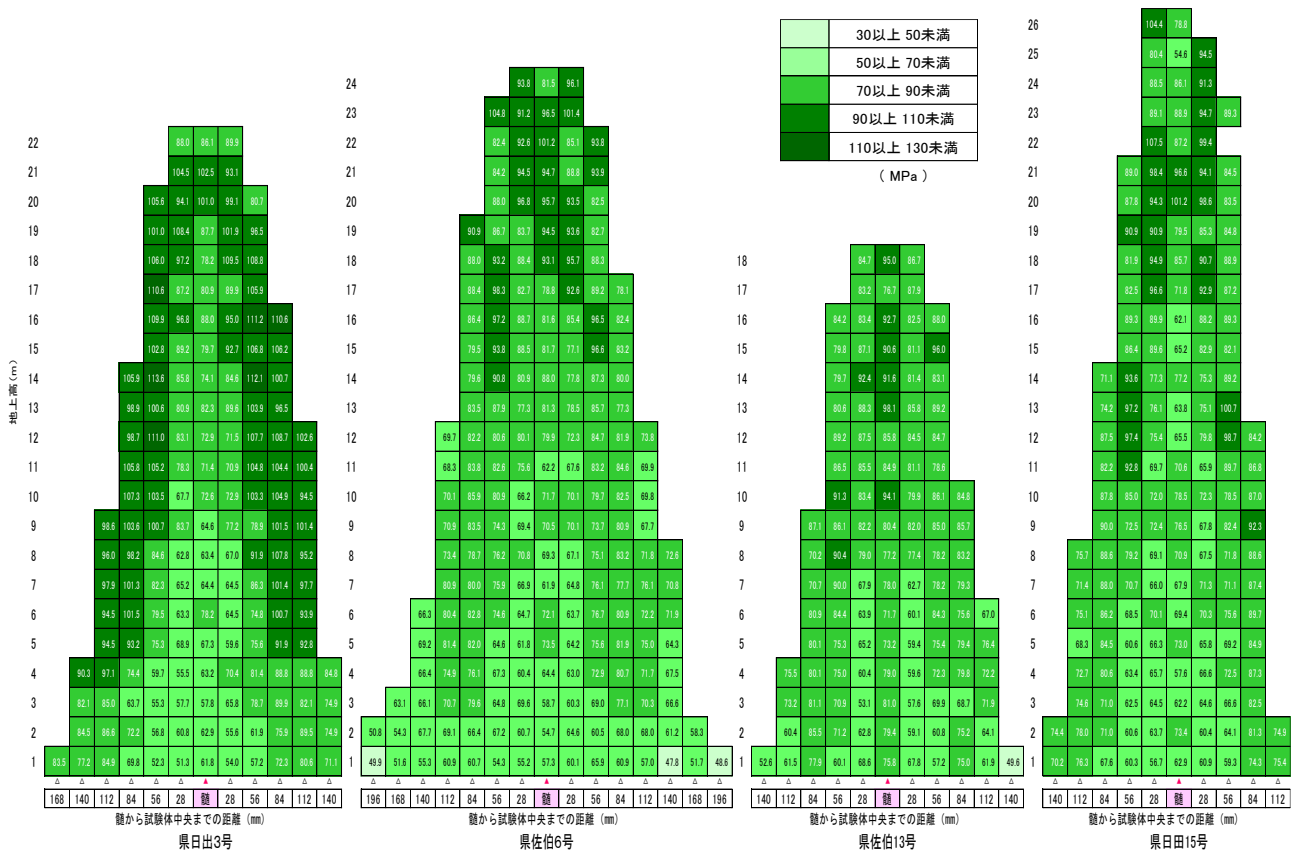


図-7 曲げ強さの樹幹内分布

次に、曲げヤング係数と曲げ強さの関係を図-8に示す。4品種とも曲げヤング係数と曲げ強さの間に正の相関関係が認められた。

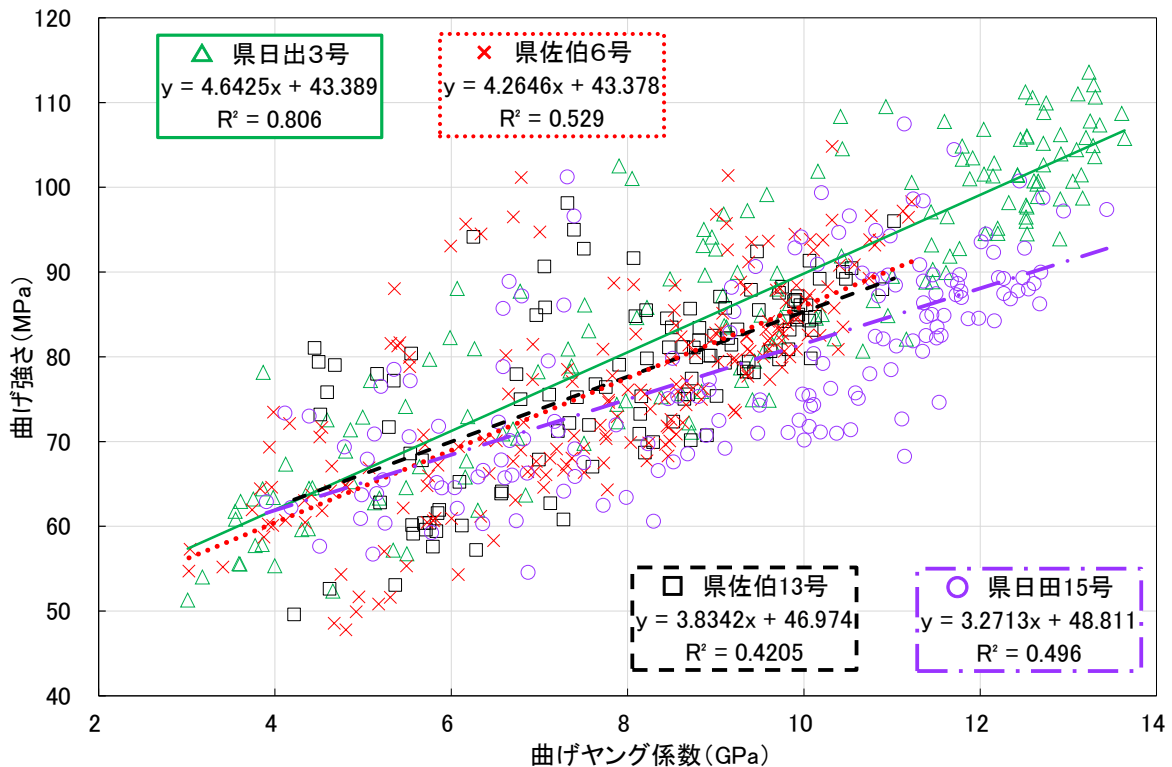


図-8 曲げヤング係数と曲げ強さの関係

## (2) 縦圧縮試験

品種別の縦圧縮強さ・密度を図-9に、樹幹内分布を図-10、図-11に示す。

試験時間は、一部の部位において1～2分で破壊しないものがあり、その多くは髓付近に位置していた。

縦圧縮強さは、水平方向については、4品種とも髓付近の中心部が低く、樹皮方向に向かって高くなった後、外層部の多くの部位で下がる傾向を示した。また、垂直方向については、地上高が高い方が高い値を示した。樹幹内の水平方向・垂直方向の強度分布の変動は4品種とも類似の傾向が見られた。また、縦圧縮強さは品種によって異なり、今回の試験では、県日出3号と県日田15号が高い傾向を示した。

密度は、どの地上高においても髓が高く、樹皮方向に向けて一度低くなった後、再び高くなる傾向を示した。また、外層部の多くの部位で下がる傾向を示した。垂直方向については、地上高が高い方が高い値を示した。

次に、密度と縦圧縮強さの関係を図-12に示す。4品種とも密度と縦圧縮強さの間に正の相関が認められた。この結果は、過去の試験と同様の傾向であり<sup>7)</sup>、密度が縦圧縮強さに関係していることが示唆された。



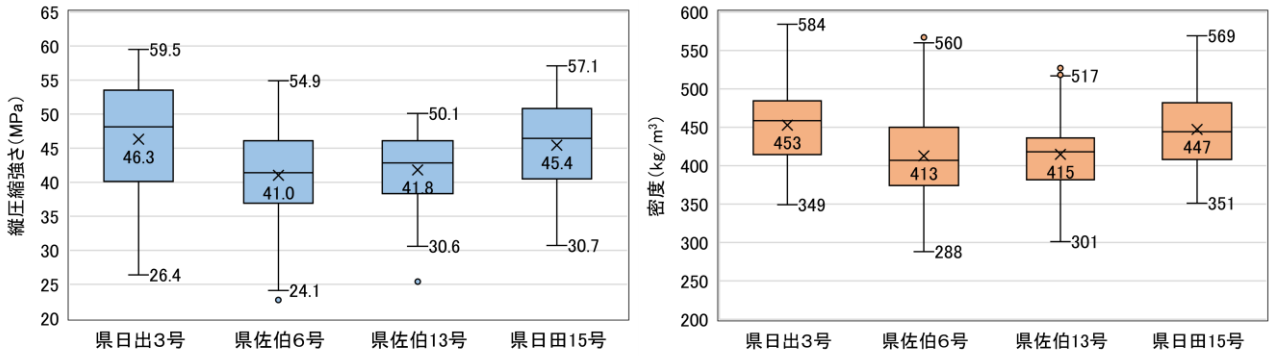


図-9 品種別の縦圧縮強さ・密度

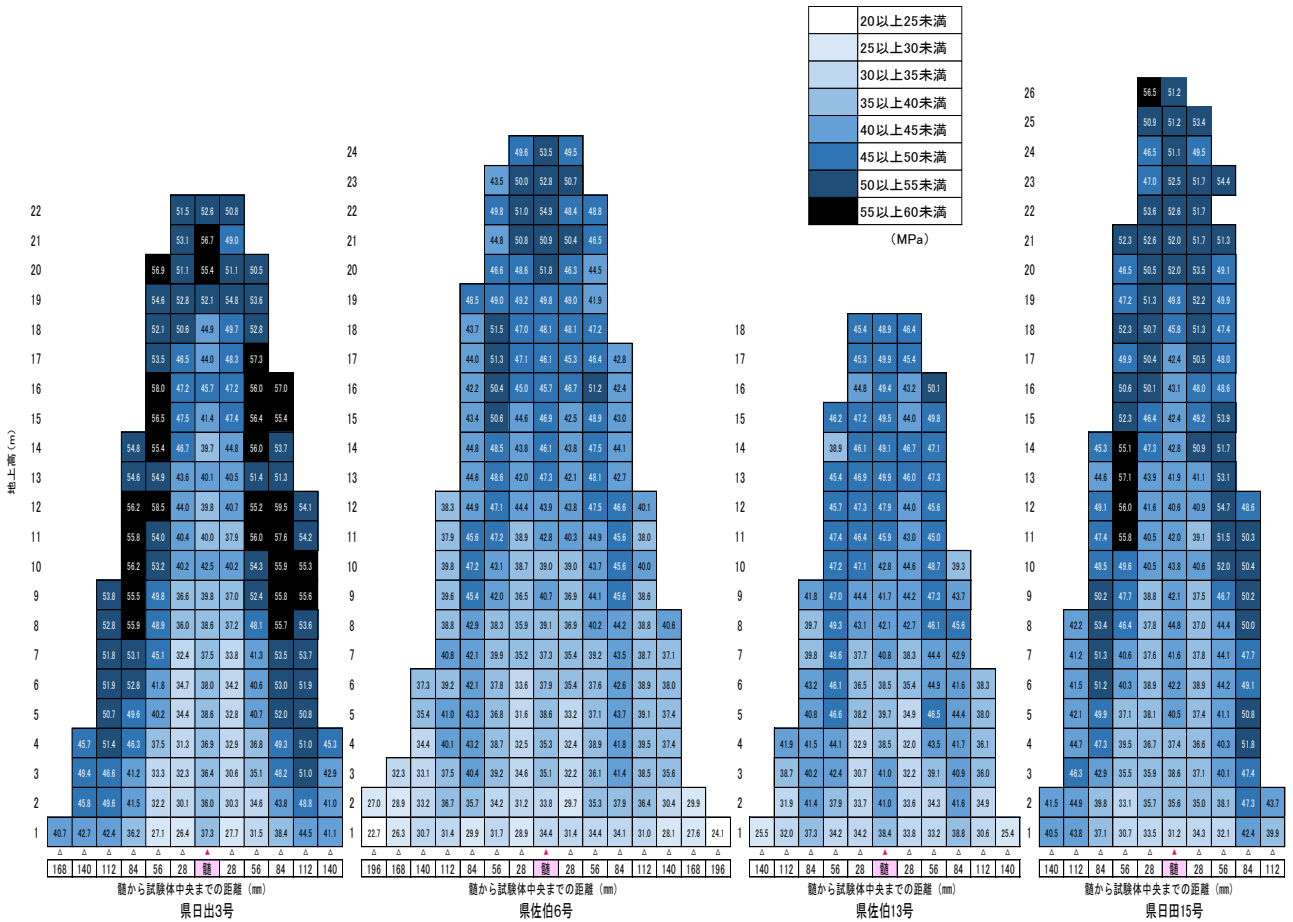


図-10 縦圧縮強さの樹幹内分布

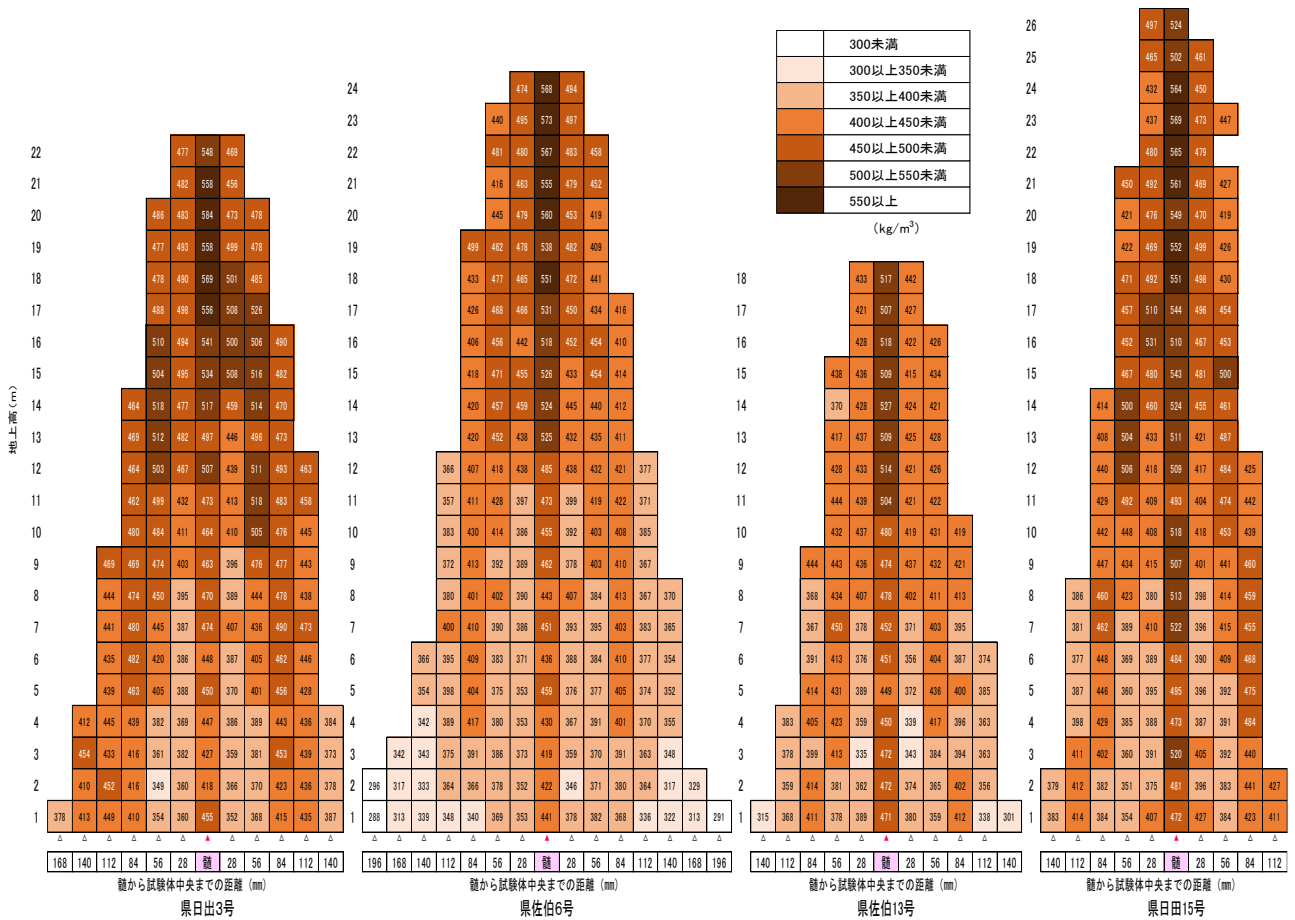


図-11 密度の樹幹内分布

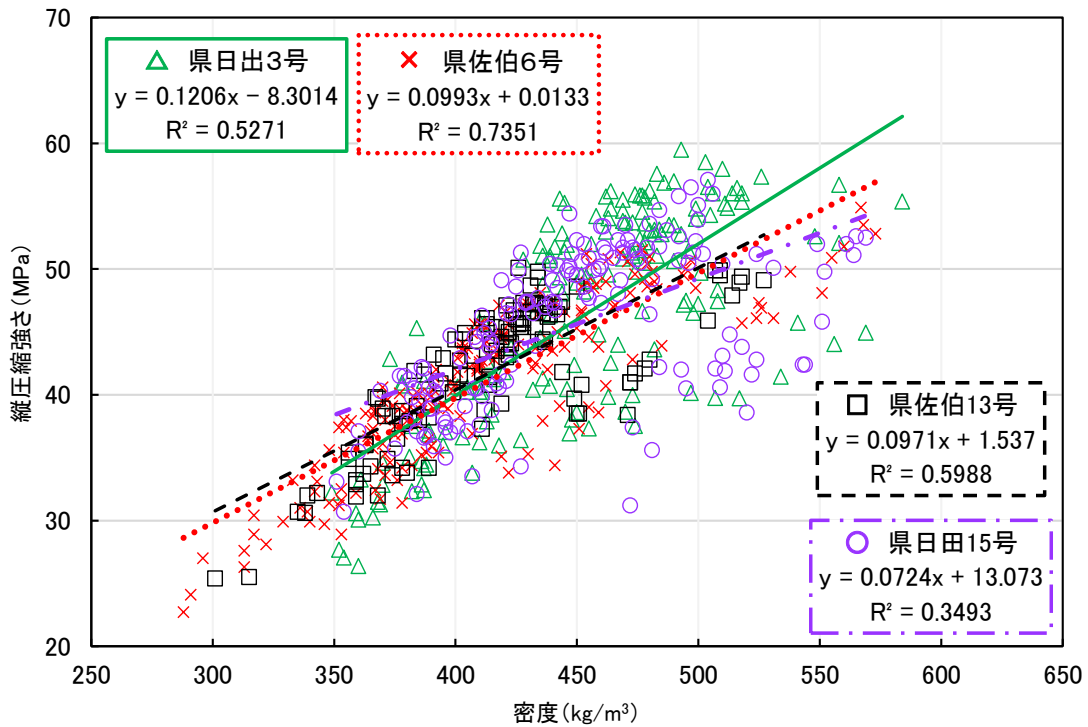


図-12 密度と縦圧縮強さの関係

#### 4. まとめ

- ・今回試験をした供試材については4品種とも素材の日本農林規格（JAS1052:2022）の縦振動ヤング係数区分に基づく区分では規格外の丸太はなかった。
- ・今回試験をした県日田15号は、4品種の中でも心材含水率が高く、一部黒心・凍裂が確認されたことから、乾燥や材の利用に関して留意する必要があることが示唆された。
- ・樹幹内の強度分布については、水平方向・垂直方向の強度分布の変動は4品種とも類似の傾向が見られたが、強さは品種によって異なることが明らかとなった。
- ・引き続き、他の地域においても、材質や強度のデータを蓄積し、検証していく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 前原礼明：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，47-52（令和4年）
- 2) 末光良一、河津温子、城井秀幸：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，42-46（令和5年）
- 3) Naoko Miyamoto・Masako Ono・Atsushi Watanabe：Journal of Forest Research, Volume20, Number 1, February2015, 186-196（平成27年）
- 4) 林木育種センター：次代検定林の材質調査要領，7-8（平成8年）
- 5) 津島俊治：大分県農林水産研究指導センター林業研究部報告第16号，19-20, 48-49（平成18年）
- 6) 秋田県立大学木材高度加工研究所：コンサイス木材百科，2002年改訂版，p.218（平成14年）
- 7) 津島俊治：大分県農林水産研究指導センター林業研究部報告第16号，21（平成18年）

## 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5年度

森林チーム 松本 純

## 1. 目的

無花粉遺伝子を有するスギ精英樹を活用した林木育種の推進のため、当該精英樹の着花、種子生産の特性調査に加え、特定母樹等を用いた人工交配を実施した。本報告では、着花、種子生産の特性調査について報告を行う。

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精英樹Aの対照系統、無花粉遺伝子を有するスギ精英樹Aと他のスギ精英樹の人工交配により作出された種子について、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並びに天瀬試験地（日田市天瀬町桜竹。以下、天瀬試験地と記す）より、精英樹Aとの人工交配により得られた5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

林業研究部内において7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5年7月4日に、雌花用は令和5年8月4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<sup>1)</sup>に準じ、令和6年1月15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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>	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
人工着花	個体あたり2本以上評価	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

## 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。昨年度の結果<sup>2)</sup>と比較して、全体的に高い発芽率を示し

た。昨年度の低い発芽率は球果にカビが発生したことが原因と推察されたため、今年度はカビ発生の防止を目的として5月に二重交配袋をネットに取り替えたところ状況が改善したことから、種子量の年較差よりも球果の品質向上の影響が大きいと考えられた。

表-2 種子生産特性調査結果

交配家系	種子数/球果	種子数/球果	種子重量/球果	発芽率
	(粒) (精選前)	(粒) (精選後)	(g) (精選後)	(%) (精選後)
精英樹 F	38.6	10.3	0.04	33.3%
精英樹 L	24.6	10.6	0.03	33.7%
精英樹 P × 精英樹 A ♂	35.6	11.4	0.04	47.3%
精英樹 Q	40.1	18.0	0.05	43.7%
精英樹 R	58.0	27.7	0.09	79.0%

## 2) 着花特性調査

着花特性調査の結果を表-3に示す。

系統毎にバラツキはあるものの、今年の花粉の雄花自然着花量は昨年度<sup>2)</sup>と比較すると少ない傾向にあった。2品種においてジベレリン処理を施した人工着花量を自然着花量が上回っていた。樹冠の下部は比較的雄花が付きにくい傾向にあるとの報告がある<sup>3)</sup>。ジベレリン処理並びに人工着花量調査を樹冠の下部で実施した一方、自然着花量の調査は樹冠の中～上部を対象として行ったことが原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	3.0	1.2	2.3	1.4
精英樹 F	2.0	1.0	2.0	1.0
精英樹 M	1.3	1.6	1.3	2.2
精英樹 N	1.3	1.6	1.7	4.0
精英樹 O	1.7	1.0	1.3	1.0
精英樹 P	2.5	1.0	2.5	1.0
精英樹 R	2.0	1.2	2.0	1.9

## 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, 51-52 (令和4年)
- 3) 加藤一隆, 山野邊太郎, 大平峰子, 坪村美代子, 高島有哉: 北方森林研究 68, 47-48 (令和2年)

## スギ花粉発生源地域推定事業（受託）

令和5年度  
森林チーム 青田 勝

### 1. 目的

近年、国民的な広がりを見せ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、都市部への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を図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 20 箇所について、令和5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（20箇所）の雄花調査結果を表-1に示した。20箇所の平均値で見ると、A判定が0.9%（令和4年4.8%）、B判定が17.9%（同26.1%）、C判定が47.6%（同35.6%）、D判定が33.6%（同33.5%）であり、A判定（全面に着生）とB判定（ほぼ全面に着生）の割合が昨年より低く、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）の割合が昨年より高く、D判定（雄花着生無し）の割合は昨年と同程度であった。

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く、一方、ヤブクグリは比較的少なかった。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5年度は2,183個/m<sup>2</sup>となり、令和4年度の3,796個/m<sup>2</sup>に比べて少なくなると推定された。

表-1 令和5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				R 5	R 4
1	三光村-1	ヤブクグリ	0	0	12	28	40	120	0.00	120	446	557
2	耶馬溪-1	ヤマグチ	0	0	29	11	40	290	0.00	290	1,072	3,813
3	山国-2	ヤマグチ	0	2	11	27	40	210	0.00	210	778	3,449
4	宇佐-1	ヤブクグリ	0	0	7	33	40	70	0.00	70	261	113
5	安心院-1	実生	6	12	22	0	40	1,420	0.15	1,633	5,970	27,522
6	院内-2	ヤマグチ	1	13	22	4	40	970	0.03	994	3,647	7,302
7	日田-1	アヤスギ	0	0	38	2	40	380	0.00	380	1,403	1,256
8	日田-3	ヒノデ	0	12	27	1	40	870	0.00	870	3,194	1,732
9	日田-6	ウラセバル	0	6	34	0	40	640	0.00	640	2,354	3,813
10	天瀬-1	ヤブクグリ	0	0	40	0	40	400	0.00	400	1,476	1,952
11	大山-3	ヒノデ	0	34	6	0	40	1,760	0.00	1,760	6,431	7,302
12	前津江-2	コバノウラセバル	0	34	6	0	40	1,760	0.00	1,760	6,431	7,012
13	中津江-1	アヤスギ	0	0	3	37	40	30	0.00	30	113	224
14	上津江-3	リュウノヒゲ	0	21	5	14	40	1,100	0.00	1,100	4,032	2,391
15	玖珠-4	ヤブクグリ	0	2	11	27	40	210	0.00	210	778	631
16	中津江-3	ウラセバル	0	0	26	14	40	260	0.00	260	962	2,208
17	九重-4	イワオ	0	0	23	17	40	230	0.00	230	852	2,354
18	九重-7	ヤブクグリ	0	0	4	36	40	40	0.00	40	150	150
19	湯布院-1	ヤブクグリ	0	5	27	8	40	520	0.00	520	1,915	187
20	直川-2	ナオミアオ	0	2	28	10	40	380	0.00	380	1,403	1,952
計			7	143	381	269	800			総計	43,668	75,920
割合			0.9%	17.9%	47.6%	33.6%	100.0%			平均	2,183	3,796

※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×100+B×50+C×10 雄花指数Ⅱ(F)=E×(1+Aランク率)

推定雄花数(G)=(0.99341×LOG(F)+0.58416) (全林協推定法)



## 種子発芽鑑定調査事業

令和5年度  
森林チーム 加藤 小梅

## 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2年～令和5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5年度の発芽鑑定は、ヒノキ4件、コウヨウザン2件の計6件について調査を行った（表-1、表-2）。発芽鑑定は、令和6年1月11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9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5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	R2	ヒノキ	自然乾燥	竹田市荻町柏原（県営採種園）
2	R3	ヒノキ	自然乾燥	〃
3	R4	ヒノキ	自然乾燥	〃
4	R5	ヒノキ	自然乾燥	〃
5	R3	コウヨウザン	自然乾燥	-
6	R3	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4件では5.5%～42.3%、コウヨウザン2件では33.5%～38.0%であった。

ヒノキでは採取年の違いによって発芽率に差異が認められ、令和2年度及び令和4年度は発芽率が低かったのに対し、令和3年度及び令和5年度の種子は比較的良好な発芽を示した。

表-2 令和5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	R2	ヒノキ	5.003	97.1	634	5.5	1.5	5.3
2	R3	ヒノキ	5.007	97.4	475	34.5	9.8	33.6
3	R4	ヒノキ	5.006	89.1	529	8.8	1.5	7.8
4	R5	ヒノキ	5.005	98.8	496	42.3	14.0	41.7
5	R3	コウヨウザン	5.008	98.6	137	33.5	25.0	33.0
6	R3	コウヨウザン	5.007	97.2	136	38.0	27.8	36.9

※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5年度  
森林チーム 坂本 修一、高部 研一

### 1. 維持管理

令和5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、再生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る方針が示された。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った。

## 標本見本園並びに構内維持管理事業

令和5年度  
森林チーム 坂本 修一、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
R5. 9. 7 ～9. 8	低コスト造林施策推進に向けたスギ優良品種の材質特性の解明 -スギ品種や植栽密度が強度性能に与える影響-	加茂 明子	第 29 回日本木材学会九州支部大会	大分県
R5. 10. 21	大分県におけるスギさし木品種の変遷と地理的分布	松本 純	第 79 回九州森林学会大会	佐賀県

##### 2) ポスター発表

年月日	題目	発表者	発表会名	会場
R5. 9. 7 ～9. 8	大分県産スギ大径材から製材した 9 丁取り正角材の材質調査	古曳 博也	第 29 回日本木材学会九州支部大会	大分県
R5. 9. 7 ～9. 8	長大スパンに対応する接着重ね材の開発	山本 幸雄	第 29 回日本木材学会九州支部大会	大分県
R6. 3. 8 ～3. 11	低密度植栽における節及び枝の状況	松本 純	第 135 回日本森林学会大会	東京都

##### 3) 学会誌及び専門誌への投稿

執筆者	題目	投稿誌名	号 項
松本 純	中津ミステリーサークルにみる植栽密度によるスギの成長、枯れ上がりの状況	GR 現代林業	2023 年 6 月号
古曳 博也	スギ大径材の有効利用技術の開発 -9 丁取り正角材 (母屋角) の特性-	GR 現代林業	2023 年 8 月号
松本 純	疎植造林検証モデル林での在来品種・精英樹・エリートツリー (4 年生) の初期成長比較	林業新知識	2023 年 8 月号 No. 837
芦原 義伸	第 29 回日本木材学会九州支部大会 (大分) を振り返って	木科学情報	30 巻号
松本 純	大分県におけるスギさし木品種の変遷と地理的分布	九州森林学会九州森林研究	令和 6 年 3 月 第 77 号
山本 幸雄	長大スパンに対応する接着重ね材の開発	公立林業試験研究機関 研究成果集	No. 21 (令和 6 年 (2024) 年 3 月)

## 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5年度（第52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6年2月6日に開催しました(参加者55名)。

### 【研究発表】

スギコンテナ苗増産に向けた生産方法に関する研究	森林チーム	研究員	安部 暖美
林業低コスト化の検討 -モデル林における成長比較-	森林チーム	主任研究員	松本 純
低コスト造林施業推進に向けたスギ優良品種の材質特性の 解明 -植栽密度や品種が強度性能に与える影響-	木材チーム	研究員	河津 温子

### 【講演】

「林業研究部のあゆみと循環林業」 農林水産研究指導センター林業研究部 部長 亀井 淳介

## 3. 刊行物等の発行

名 称	配付先	発行部数
令和4年度林業研究部 年報 (第65号/R5.9.29発行)	県内外の試験研究機関等	200部
林研だより (第85号/R6.1.25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
主幹研究員 山本 幸雄	第36回研究功績賞	全国林業試験研究機 関協議会	R6.1.18	大径材や県産材の利 活用に関する研究



## 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
R5. 5. 13	技能向上研修「椅子張りの基礎技術Ⅱ」	家具産業関係者等	ベストリビング株式会社	14
R6. 1. 30	令和5年度共同試験報告会 「スギ挿し木苗に関して」 「ヒノキ挿し木苗に関して」 「コウヨウザン採穂園及び挿し木苗に関して」	大分県樹苗生産農業協同組合関係者	林業研究部	37

### 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
R5. 8. 28	おおいた森林アカデミー研修 「木材の活用について」	古曳 博也	(公財)森林ネットおおいた	11
R5. 9. 29	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	5
R5. 10. 11	低コスト造林施業推進に向けたスギ優良品種の材質特性の解明	加茂 明子	日田市林研グループ	16
R5. 10. 25	苗木生産初心者研修	安部 暖美	(公財)森林ネットおおいた	20

#### 2)普及員への講義

派遣日	内容	講師名	主催/場所	人数
R5. 7. 5	林業全般基礎(Ⅱ)前期研修 試験研究機関における実践研修	芦原 義伸 古曳 博也 豆田 俊治 坂本 修一 青田 勝 松本 純 安部 暖美 加藤 小梅	大分県/林業研究部	15
R6. 3. 5	早生樹並びにスギ大径材利用に関する研修会	芦原 義伸 古曳 博也 坂本 修一 山本 幸雄 青田 勝 松本 純	大分県/大分県庁舎	37

**3)学生への講義**

派遣日	内容	講師名	主催/場所	人数
R5. 5. 26	大分県の木材産業の現状と課題	加茂 明子	大分県立芸術文化短期大学	14
R5. 8. 30	大分県立農業大学校講義	坂本 修一	大分県立農業大学校	31
R5. 9. 6	大分県立農業大学校講義	坂本 修一	大分県立農業大学校	31
R5. 9. 13	大分県立農業大学校講義	坂本 修一	大分県立農業大学校	31
R5. 10. 18	日田林工高等学校インターンシップ	芦原 義伸 安部 暖美 加藤 小梅	大分県立日田林工高等学校/ 林業研究部	3

**4)その他への講義**

派遣日	内容	講師名	主催/場所	人数
R5. 9. 22	林業種苗生産事業者講習会	安部 暖美	大分県/大分県林業会館新館	29
R6. 3. 22	林業全般高度化研修	亀井 淳介	大分県/大分県庁舎	40

**3. 視察受け入れ**

視察日	内容	視察者・団体	人数
R5. 8. 1	大分方式乾燥材等について	株式会社ウベモク (山口県)	3
R5. 8. 28	木材加工	おおいた森林アカデミー	11
R5. 9. 15	特定母樹・エリートツリー展示林の視察	南部地域苗木生産者協議会	30
R5. 11. 18	日田林工インターンシップ	県立日田林工高等学校	3
R5. 11. 24	早生樹等の植栽について	丹生地区観光造林組合、中部振興局	10
R5. 12. 5	育林コスト低減に関する試験研究について (疎植造林・早生樹)	唐津・東松浦林業協会、 佐賀県唐津農林事務所林務課普及担当	17
R6. 2. 1	木材各種加工機械について	一般社団法人全国木材組合連合会 (木材加工技能実習評価)	2
R6. 3. 18	スギ、ヒノキに替わる樹種検討調査	佐藤氏、他	2

**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
R5. 10. 21 ~10. 22	大分県農林水産祭「おおいたみのりフェスタ」 県農林水産研究指導センター本部ブース	別府公園
R5. 12. 3	第14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	R1	R2	R3	R4	R5	令和5年度の主要な指導内容
林家	50	35	19	54	21	病害虫・苗木生産・集成材加工・乾燥技術・大径材有効活用
関係団体等	350	270	263	263	257	依頼試験・講師派遣・熱処理・乾燥技術・木材強度・研修
普及指導員	10	46	31	62	57	生育不良・林業全般・含水率測定
学生	86	58	56	67	111	森林資源解析の計測実習・木材加工技術及び機器利用・製品開発
その他	204	130	338	351	128	鑑定採取・視察依頼・加飾技法・樹種特性・依頼試験
計(人)	700	539	707	797	574	

### 2. 研究成果の主要な現地移転

研究の成果	低コスト造林に向けたスギ優良品種の材質の解明
移転の内容	低密度植栽におけるスギ品種並びに植栽密度が木材強度に与える影響について普及・推進
移 転 先	森林所有者・森林組合・樹苗生産農業協同組合、製材所、建材事業所、建築事務所等
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	R1	R2	R3	R4	R5	主要な指導内容
件数	131	156	131	144	134	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	R1	R2	R3	R4	R5	主要な訪問先
件数	37	54	44	53	38	森林組合、家具・木工芸製造企業、製材所、その他

#### 3) 依頼試験

年度	R1	R2	R3	R4	R5	主要な試験内容
件数	22	29	28	9	13	木材の各種強度試験、 木製家具等の各種強度試験
金額(円)	741,479	1,620,401	1,742,138	908,729	654,697	

#### 4) 機械貸付

年度	R1	R2	R3	R4	R5	主要な貸付機械
件数	569	396	298	180	171	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)	354,660	316,240	208,100	136,240	183,060	

## VI 予算

(当初予算)

チーム	区分	課題名	研究期間	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	390
	継続	スギ・ヒノキさし木苗の生産性向上に関する研究	R3~R5	県単	359
	継続	大分県に適した早生樹の苗木生産・育林技術の開発	R3~R5	県単	523
	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	150
	継続	スギ花粉発生源地域推定事業	R4	受託事業 [全林協]	35
	試験研究費(1)				
木材チーム	新規	スギ心去り構造用製材等の品質に関する研究	R4~R7	県単	1,317
	継続	大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発	R3~R5	県単	1,420
	継続	低コスト造林施業推進に向けたスギ優良品種の材質特性の解明	R3~R5	県単	1,400
	試験研究費(2)				
1. 試験研究費(1)+(2)					5,594
2. 企画指導費等					611
3. 見本園管理費等					580
4. 管理運営費等					26,212
合計					32,997

## VII 職員配置

担当・役職等		氏名	研究(業務)分野
部長		亀井 淳介	部の総括
管理担当	課長補佐(総括)	加藤 幸壱	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	上席主幹研究員 (チームリーダー)	坂本 修一	森林チームの総括
	主任研究員	青田 勝	森林保護、鳥獣害対策
	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
	研究員	加藤 小梅	林木育種、特用林産(きのこ以外)
	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 (チームリーダー)	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
	主任研究員	豆田 俊治	木材乾燥
	主任研究員	加茂 明子	木質バイオマス、木材保存、木材流通・経営・統計
	研究員	河津 温子	材質特性、木材強度
	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.66 2025

---

令和7年3月14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