

No.65

September, 2023

ISSN 2187-2708

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

---

令和 4 年度  
**林業研究部年報**  
第 65 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

## 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 -		
スギ・ヒノキサシ木苗の生産性向上に関する研究	-----	5
- スギミニ穂コンテナ直ざし成長試験 -		
スギ・ヒノキサシ木苗の生産性向上に関する研究	-----	13
- 土壌水分センサを用いた水分保持力の比較 -		
大分県に適した早生樹の苗木生産・育林技術の開発	-----	16
- 県営山香採穂園におけるコウヨウザンの萌芽枝の発生状況 -		

## 〔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	-----	21
- 心去り正角材の曲がり抑制 -		
スギ心去り構造用製材等の品質に関する研究	-----	25
- 9丁取り心去り正角材の強度 -		
長大スパンに対応する接着重ね材の開発	-----	30
- 心持ち正角材をたて継ぎした製材ラミナを用いた接着重ね材 -		
大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発	-----	36
- スギ心去り材の高周波減圧乾燥試験(その2) -		
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	-----	42

## 関連事業

成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発 (戦略的プロジェクト研究推進事業)	-----	48
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)	-----	51
スギ花粉発生源地域推定事業(受託)	-----	53
種子発芽鑑定調査事業	-----	55
県営採種園・採穂園管理事業	-----	57
標本見本園並びに構内維持管理事業	-----	57

研究成果の公表	-----	59
---------	-------	----

研修・普及等	-----	61
--------	-------	----

技術指導・支援等の活動	-----	63
-------------	-------	----

予算	-----	64
----	-------	----

職員配置	-----	64
------	-------	----

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

# 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、販売価格の向上に加え、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(以下、超疎植モデル林と記す)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。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(在来品種、計3品種)を、図-1に示すA～Dの植栽区に植栽した。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実施しており、令和4年(3年生時)の調査は12月6日に実施した。

### 3. 結果及び考察

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を示す。令和3年度<sup>2)</sup>と同様、スギ、ヒノキ共に植栽区Dでの成長が最も良かった。一般的に、植栽木の成長は密度の影響をほとんど受けないとされるため、今回の植栽区別の成長差は植栽密度に由来するわけではなく、微地形の違いが原因であると考えられた。将来、植栽密度別の成長比較を行う際は各植栽区における地位の違いを考慮する必要がある。

図-3に品種別の平均樹高を示す。全品種の比較では西白杵4号の成長が最も良かった。スギにおける品種区分(在来品種、精英樹、エリートツリー)間の比較では、各区分における品種間の成長にばらつきがあり、精英樹・エリートツリーの方が在来品種よりも成長に優れて

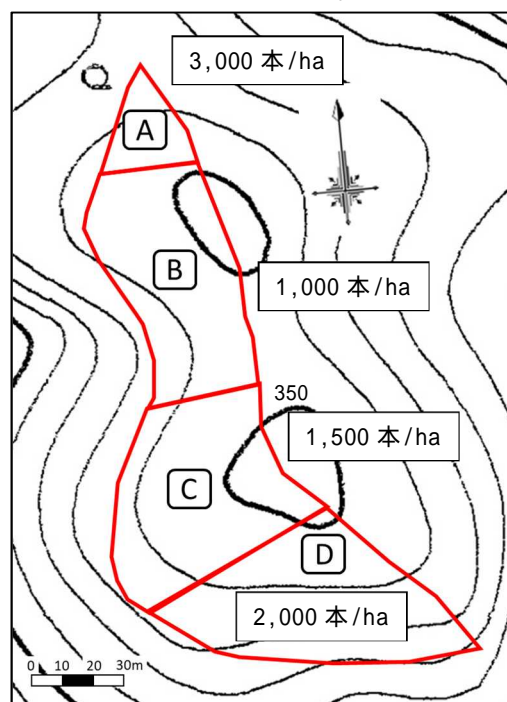


図-1 試験地配置図

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	58	162.2 ± 35.9	32.1 ± 8.8	52.1
		タノアカ	B,C,D	59	199.4 ± 39.2	42.5 ± 13.7	49.6
		アオシマアラカワ	B,C,D	46	202.5 ± 41.9	46.1 ± 15.1	46.2
	精英樹	県藤津14号	B,C,D	51	128.3 ± 32.7	34.4 ± 10.5	39.0
		県佐伯13号	B,C,D	45	172.0 ± 44.3	41.9 ± 14.6	43.4
		県佐伯6号	B,C,D	37	182.7 ± 46.5	51.0 ± 16.0	37.3
		高岡署1号	B,C,D	22	183.9 ± 31.3	47.5 ± 10.2	39.3
		県日田15号	B,C,D	42	222.4 ± 45.3	45.0 ± 14.1	51.3
		県西白杵4号	B,C,D	39	259.5 ± 44.5	57.2 ± 13.6	46.6
		エリートツリー	九育2-136	B,C,D	67	196.0 ± 43.3	37.2 ± 11.8
	九育2-161		D	21	211.3 ± 55.7	38.1 ± 12.9	57.6
	ナンゴウヒ		A,C,D	42	166.5 ± 34.1	26.6 ± 7.7	65.1
	ヒノキ	在来品種	神光2号	A,C,D	41	206.0 ± 42.7	24.4 ± 7.1
大林2号			A,C,D	44	206.1 ± 27.0	29.7 ± 7.7	72.3

SD は標準偏差を示す。

いるとは言えない結果となった。品種の検討においては品種区分ではなく品種特性を個別に評価する必要があると考えられた。本試験地は尾根地形に位置しヒノキの適地であると考えられるため、ヒノキの成長が良く、スギ全体と比較するとスギと同程度の成長だった(図-2)。個別の品種で比較すると県西白杵4号、県日田15号はヒノキ以上の成長を示しており、品種によって適地が異なることが示唆された。

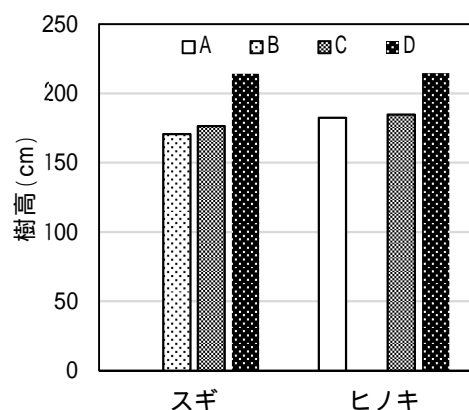


図-2 植栽区別平均樹高

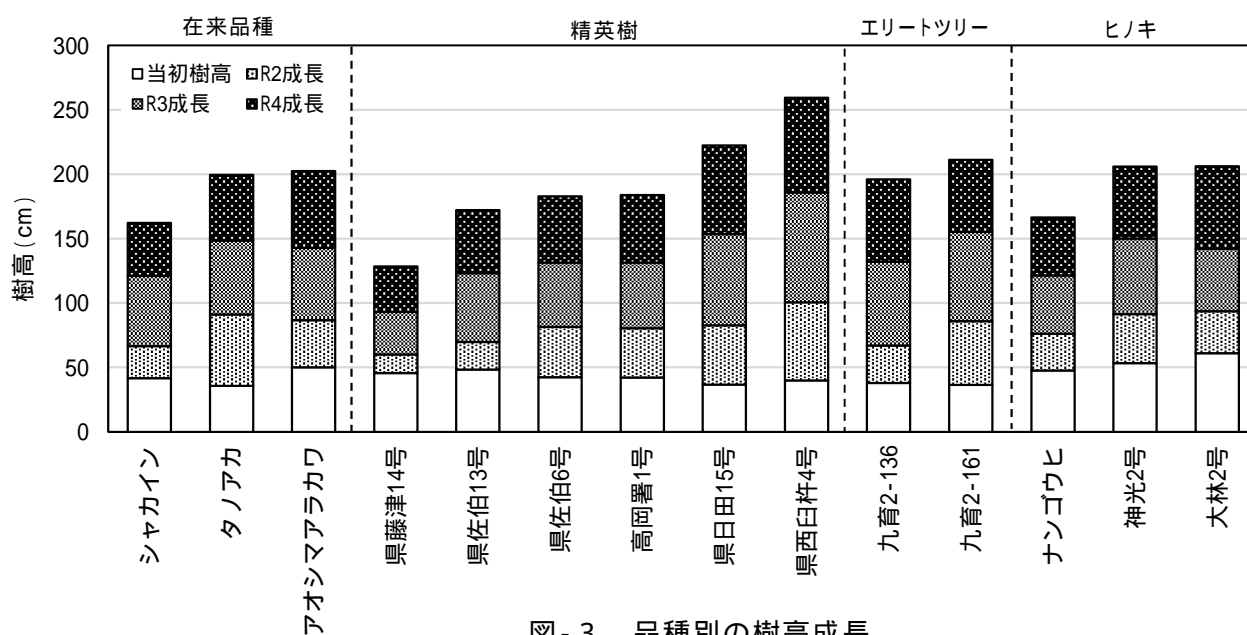


図-3 品種別の樹高成長

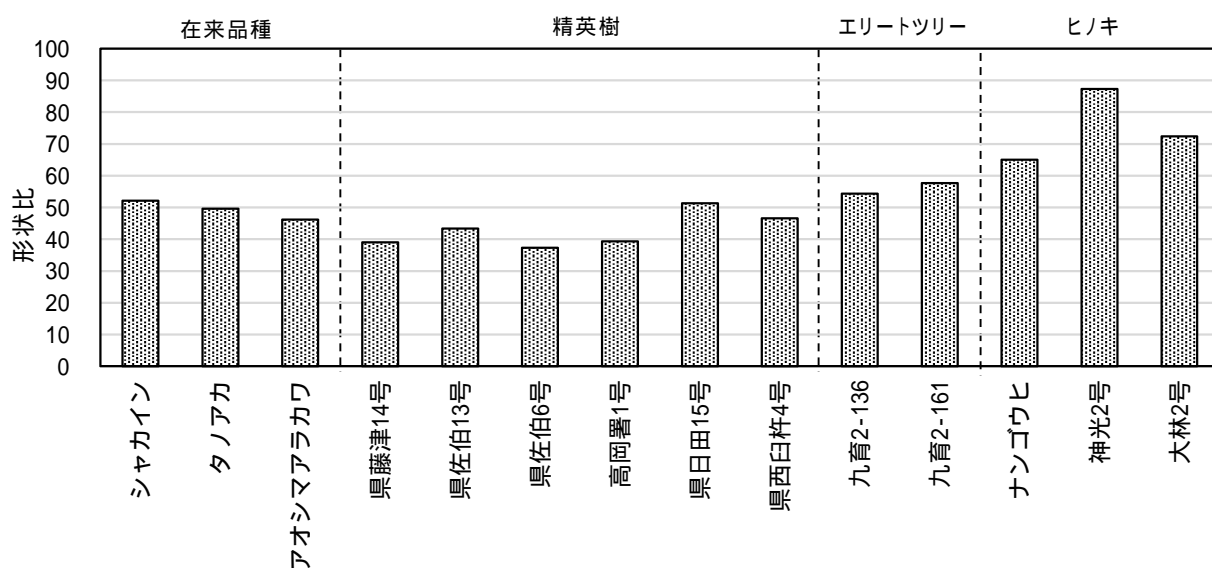


図-4 品種別の形状比

図-4 に品種別の形状比を示す。一般的に、スギの形状比は樹高が成長するに従い一定の数字（50～70程度）に収束する傾向があるが、今回植栽した品種でも同様の傾向が見られた。スギは全ての品種が形状比60を下回っており、概ね収束していると考えられた。ヒノキはスギと比べて形状比が高めの傾向を示しており、令和3年度<sup>2)</sup>と同様の傾向だったことから樹種・品種特性の影響であると考えられた。

植栽3年目の結果では形状比が安定しつつあり、品種別の成長に関する傾向がより可視化された。令和5年度以降も調査を継続し品種別の成長比較並びに密度効果の検証を行っていきたい。

#### 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）

## スギ・ヒノキサシ木苗の生産性向上に関する研究

- スギミニ穂コンテナ直ざし成長試験 -

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

大分県では、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。しかしながら、県内のスギ苗木自給率は約6割にとどまり、今後も慢性的な苗木の供給不足が懸念されている。また、今後本県においては「初期成長・優れた材質・少花粉」の特性を持つ特定母樹苗木の利用を促進する計画であり、その生産性向上が求められている。

本研究では、スギさし木苗の生産性向上を目的とし、今年度は効率的な苗木生産に向けた育苗条件を検討したので報告する。

## 2. 試験方法

用土を充填したマルチキャビティコンテナ容器(JFA-150、以下、MC コンテナと記す)にスギを直接さし付ける方法(以下、コンテナ直ざしと記す)における、各種調査を行った。穂木は台木あたりの採穂量の増加が見込まれるミニ穂(20cm 穂、通常の穂木の半分の長さ)を用い、用土はスギ、ヒノキの粉碎樹皮(以下、パークと記す)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。

## 1) さし付け時期・施肥量別成長量調査

令和3年8月～令和4年9月までの期間において、毎月20日前後にスギの在来品種であるシャカインの6年生の母樹から、萌芽枝を採穂し、毎月2コンテナ(R3/8月ざしと9月ざしのみ1コンテナ)に各40本さし付けを行った。各月の、さし付け日とさし付けコンテナ数を表-1に示す。この際、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(N:P:K=14:11:13)、全農)を予め混合した。

穂木は20cmで切り揃え、枝葉の調整と斜め切り処理を行い、一昼夜吸水させた後、MCコンテナへ5cmの深さでさし付け、ガラス室内でミスト灌水により育苗した。さし付け直後及び翌月から月に1回、苗高及び根元径を測定するとともに、コンテナ底面からの発根を目視で確認し、発根率を算出した。また、ガラス室内及び培地中に温湿度計

表-1 さし付け時期別、施肥量別試験区の概要

試験区	さし付け日	コンテナ数	元肥	本数
R3/8月	R3.8.24	1	無	20
			有	20
9月	R3.9.21	1	無	20
			有	20
10月	R3.10.21	2	無	40
			有	40
11月	R3.11.19	2	無	40
			有	40
12月	R3.12.23	2	無	40
			有	40
R4/1月	R4.1.19	2	無	40
			有	40
2月	R4.2.22	2	無	40
			有	40
3月	R4.3.18	2	無	40
			有	40
4月	R4.4.21	2	無	40
			有	40
5月	R4.5.18	2	無	40
			有	40
6月	R4.6.21	2	無	40
			有	40
7月	R4.7.21	2	無	40
			有	40
8月	R4.8.19	2	無	40
			有	40
9月	R4.9.21	2	無	40
			有	40

(株式会社ティアンドデイ製 RTR-500DC 及び株式会社KNラボラトリーズ製 ハイグロクロン)を設置し、1時間ごとの温湿度の計測を行った。

さらに、令和4年7月上旬(梅雨入り時期)までにコンテナあたり8割以上の発根が確認できたものは外のハウスへ移動し野外で育苗した。

## 2) 品種別成長量調査

令和3年10月及び令和4年2月に、本研究部の試験地にあるスギの特定母樹6品種(県佐伯6号、県佐伯13号、県始良20号、県高岡署1号、県日田15号、県西臼杵14号)の17年生の母樹から、普通枝または萌芽枝を採穂し、1つのMCコンテナに各品種を10本ずつ、合計で3コンテナにさし付けを行った。品種ごとのさし付け日とさし付け本数を表-2に示す。

表-2 品種別成長量調査区の概要

品種	さし付け日	本数
県佐伯6号	R3.10.21	30
	R4.2.22	30
県佐伯13号	R3.10.21	30
	R4.2.22	30
県始良20号	R3.10.21	30
	R4.2.22	30
県高岡署1号	R3.10.21	30
	R4.2.22	30
県日田15号	R3.10.21	30
	R4.2.22	30
県西臼杵4号	R3.10.21	30
	R4.2.22	30

調査1)と同様に穂木は、20cmで切り揃え、枝葉の調整と楕円切り返し処理を行い、一昼夜吸水させた後、MCコンテナへ5cmの深さでさし付け、ガラス室内でミスト灌水により育苗した。さし付け直後及び翌月から月に1度、苗高及び根元径を測定するとともに、コンテナ底面を目視し発根率を算出した。

ガラス室内及び培地中に温湿度計を設置し、1時間ごとの温湿度の計測を行い、令和4年7月上旬(梅雨入り時期)までにコンテナあたり8割以上の発根が確認できたものは外のハウスへ移動し野外で育苗した。

## 3. 結果及び考察

試験は全て継続中であり、今後も調査を続け考察を進める計画である。令和5年1月末時点での途中経過を以下に記す。

### 1) さし付け時期・施肥別成長量調査

さし付け時期ごとの発根率を図-1、枯死率を図-2に示す。元肥なし・あり両試験区において、6月ざしと7月ざしの発根率は3割程度と低く、反対に枯死率は7割程度と高くなった。これは、さし付け時期が梅雨時期であったことから、カビや腐りが発生しやすい状況であったことが影響していると考えられた<sup>1)</sup>(図-1、2)。

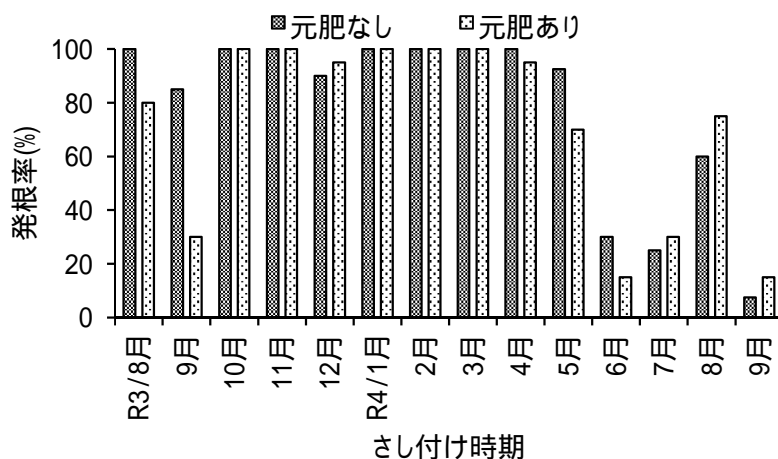


図-1 さし付け時期別発根率(令和5年1月末時点)

発根率においては、元肥の有無による影響は見られなかった(図-1)。

元肥の有無による発根開始時期の推移の様子を図-3(元肥無し)、図-4(元肥有り)、培地温度の推移を図-5に示す。令和3年8月にさし付けたもののうち約45%が年内に発根が確認され、9月以降にさし付けたものは年明け以降の発根となっていた。これには培地の温度が関係していると考えられた。8月末から9月末までの約1か月間は、24時間に占める培地の平均気温 15 以上の時間割合がほとんどの日で 100%を超えていた(図-5)。温度が 15 になると、発根能力を備えたさし穂であれば、その多くは発根活動が可能な状態となる<sup>1)</sup>ことから、8月さしの約45%においては、発根に必要な温度が期間内に確保できたため発根に至ったと考えられる。

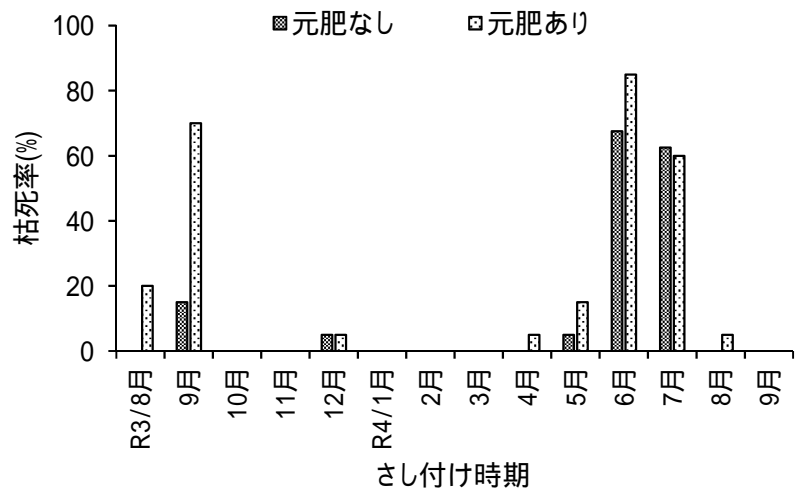


図-2 さし付け時期別枯死率(令和5年1月末時点)

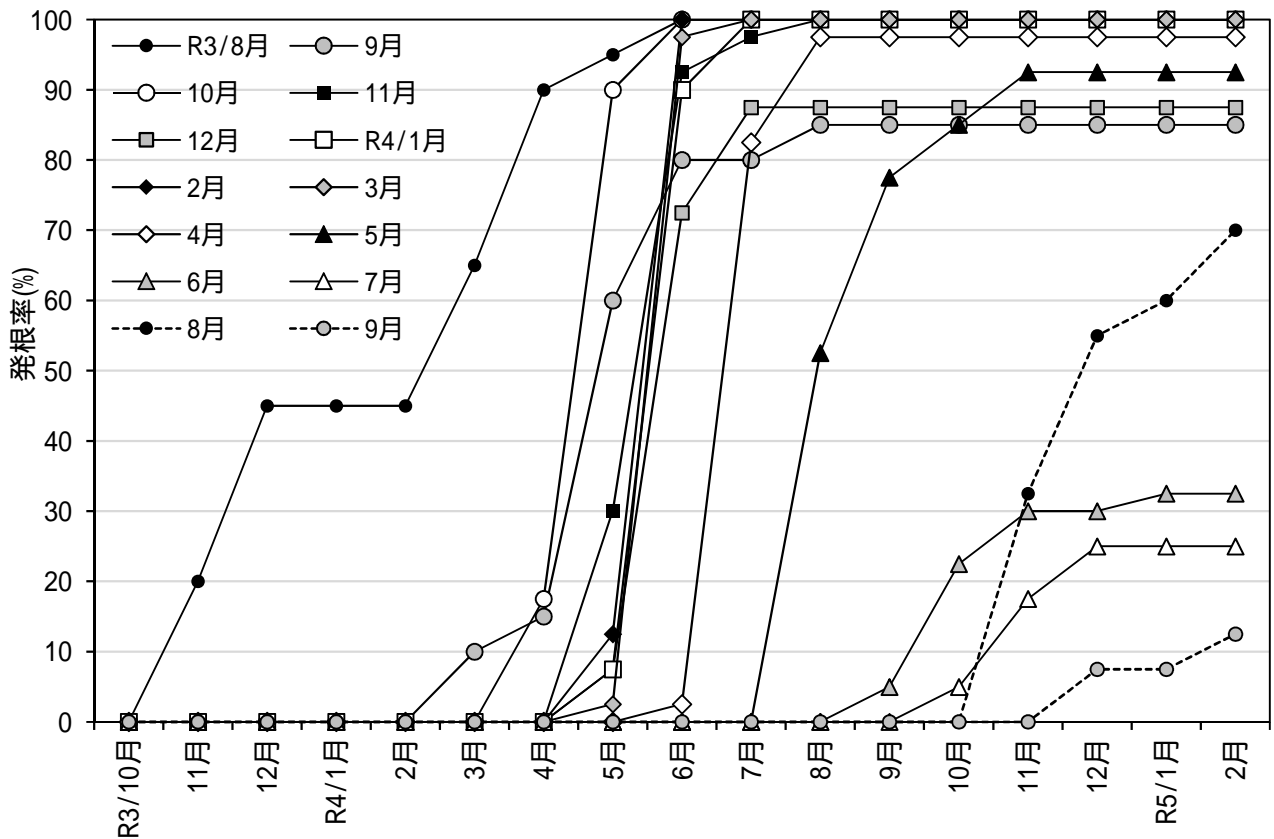


図-3 さし付け時期別発根開始時期の違い(元肥なし)

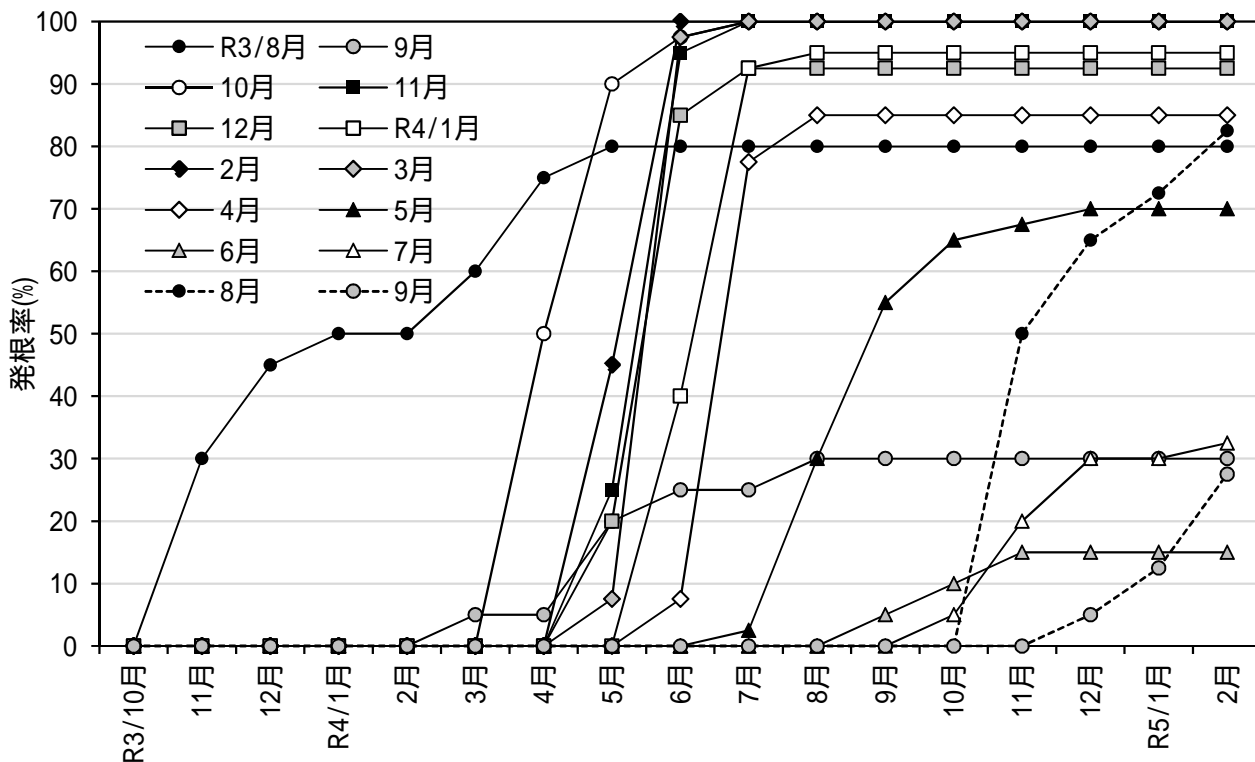


図-4 さし付け時期別発根開始時期の違い(元肥あり)

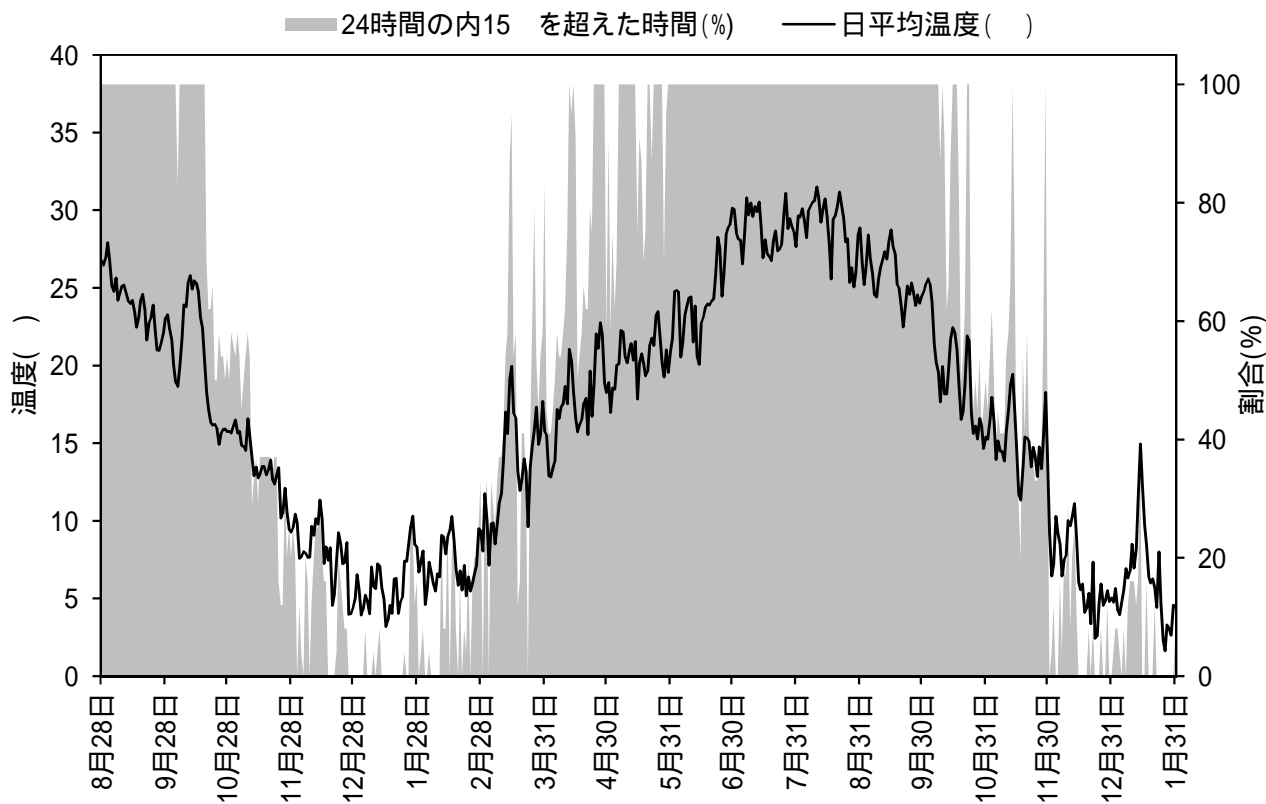


図-5 培地温度の推移

平均苗高の推移を図-6(元肥なし)、図-7(元肥あり)に、平均根元径の推移を図-8(元肥なし)、図-9(元肥あり)に示す。苗高においては、元肥なしの場合、最高でも20cm程度であったが、元肥ありの場合では30cmを超えたものもあり、元肥の有無で大きな差が見られた(図-6、7)。一方、根元径においては10月時点で元肥による差は見られなかったが、R5/2月の測定時には差が見られた(図-8、9)。

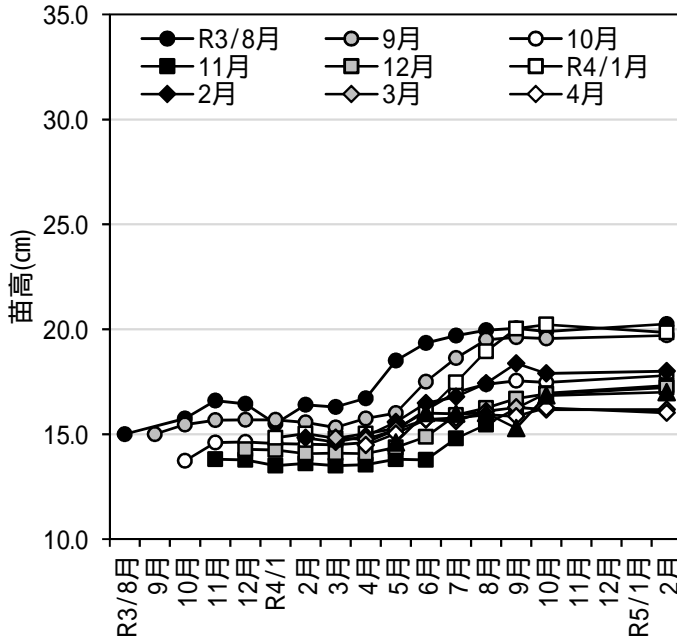


図-6 平均苗高の推移(元肥なし)

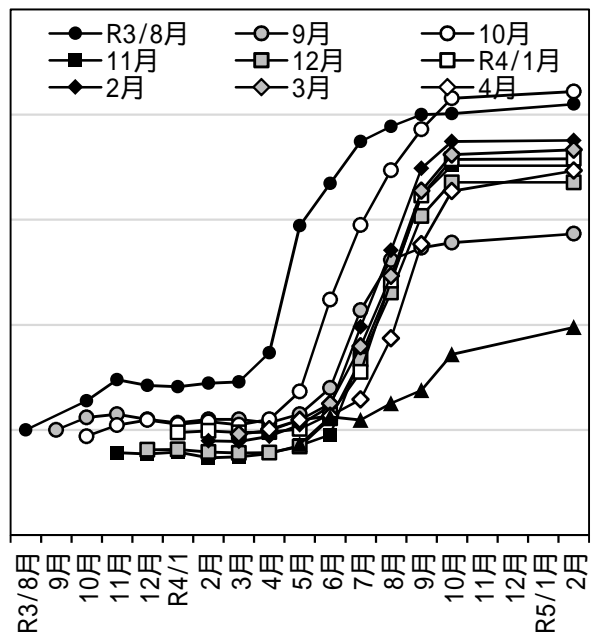


図-7 平均苗高の推移(元肥あり)

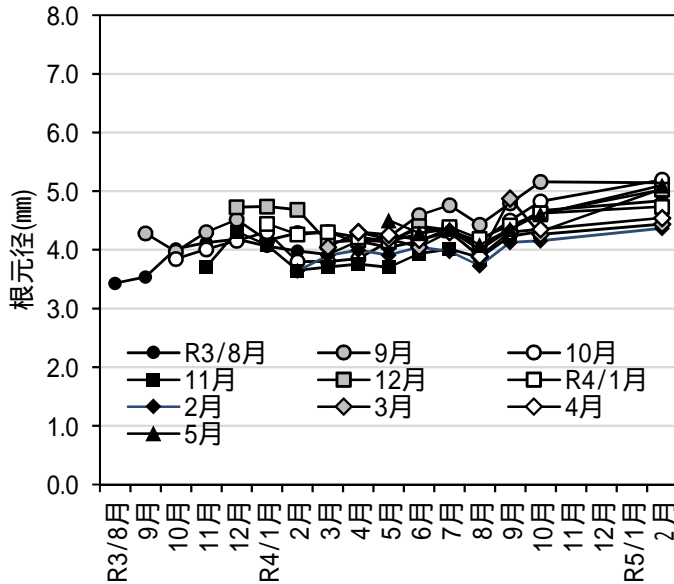


図-8 平均根元径の推移(元肥なし)

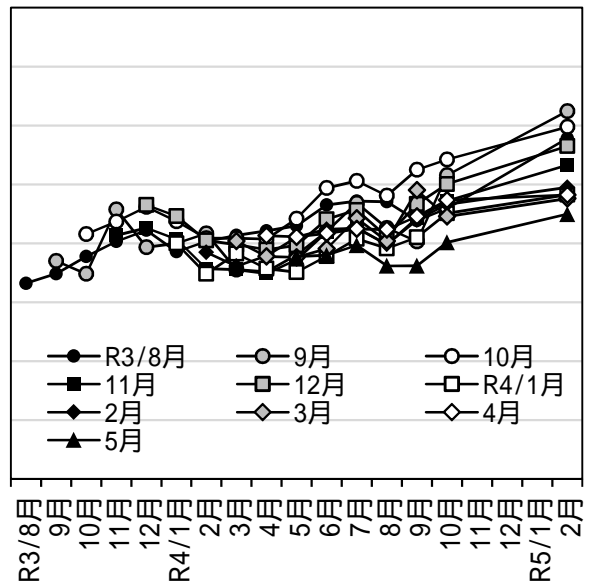


図-9 平均根元径の推移(元肥あり)



## 2) 品種別成長量調査

発根・枯死率の結果を表-3に、発根開始時期の推移を図-10(10月ざし)、図-11(2月ざし)に示す。

発根・枯死率においては、さし付けた時期、品種によらずほぼ全ての個体において発根が確認でき、枯死率も全て0%となり、どの品種も発根率は良かった(表-3)。

発根開始時期では、10月ざしにおいて県佐伯6号の発根開始時期が他の品種と比較して早く、特に県日田15号とは2か月の差が見られた(図-10)。2月ざしにおいては、県佐伯6号の5月までに発根した割合が他の品種と比較して、大きくなった(図-11)。

表-3 特定母樹枯死・発根率(令和5年1月末時点)

品種	さし付け時期	枯死率	発根率
県佐伯6号	R3.10.21	0	100
	R4.2.22	0	100
県佐伯13号	R3.10.21	0	100
	R4.2.22	0	100
県始良20号	R3.10.21	0	100
	R4.2.22	0	100
県高岡署1号	R3.10.21	0	100
	R4.2.22	0	100
県日田15号	R3.10.21	0	97
	R4.2.22	0	97
県西臼杵4号	R3.10.21	0	100
	R4.2.22	0	100

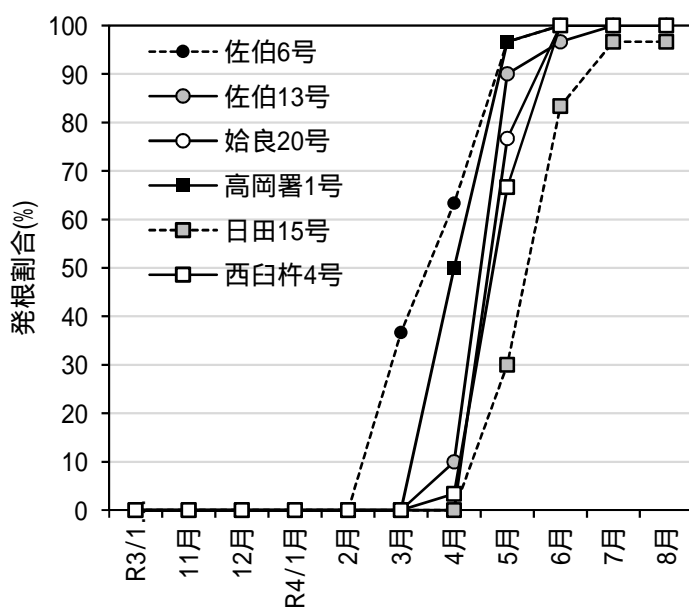


図-10 品種別発根開始時期の推移(10月ざし)

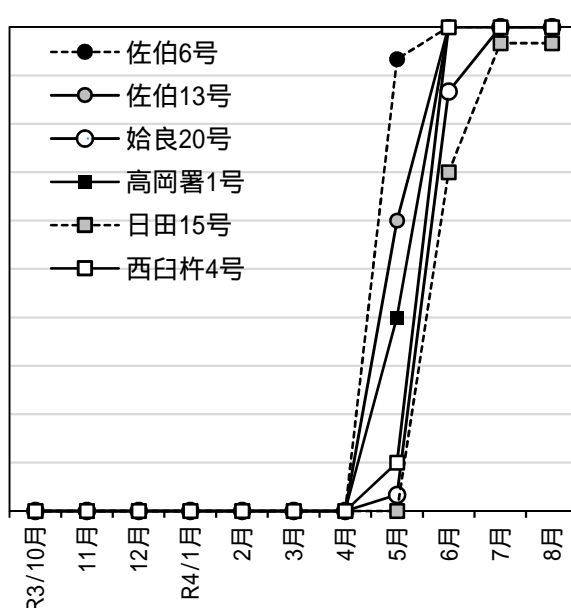


図-11 品種別発根開始時期の推移(2月ざし)

10月ざしの苗高の成長量の推移を図-12に、2月ざしの苗高の成長量の推移を図-13に、10月ざしの品種ごとの苗高の成長量と月ごとにおける成長割合を図-14に、2月ざしの品種ごとの苗高の成長量と月ごとにおける成長割合を図-15に示す。

発根開始時期が早かった県佐伯6号は10月ざし、2月ざし共に他の5品種よりも伸長成長を開始する時期が早く、2月ざしにおいては成長量が他の5品種よりも大きくなった(図-12、13、14、15)。

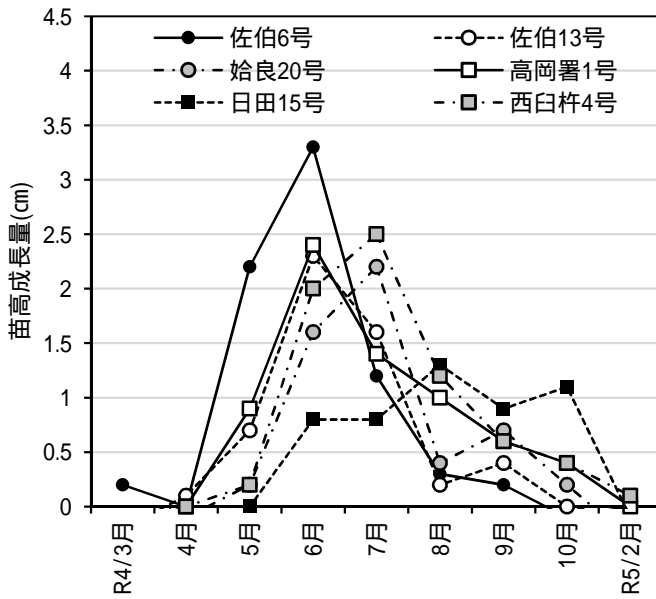


図-12 品種別月ごとの平均苗高成長量 (10月ざし)

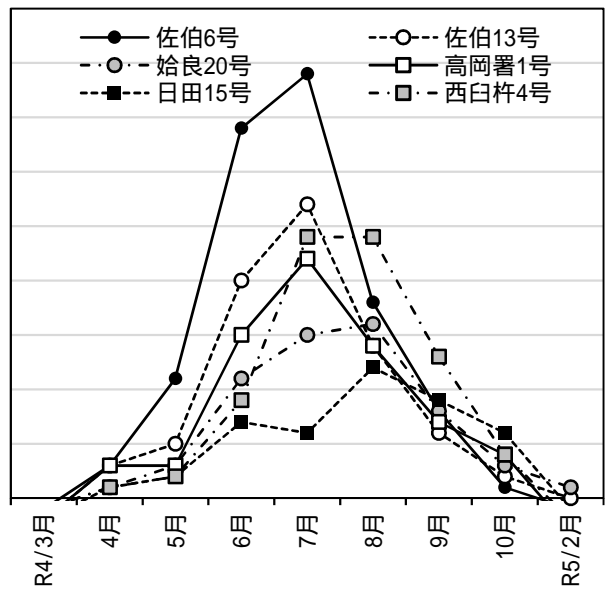


図-13 品種別月ごとの平均苗高成長量 (2月ざし)

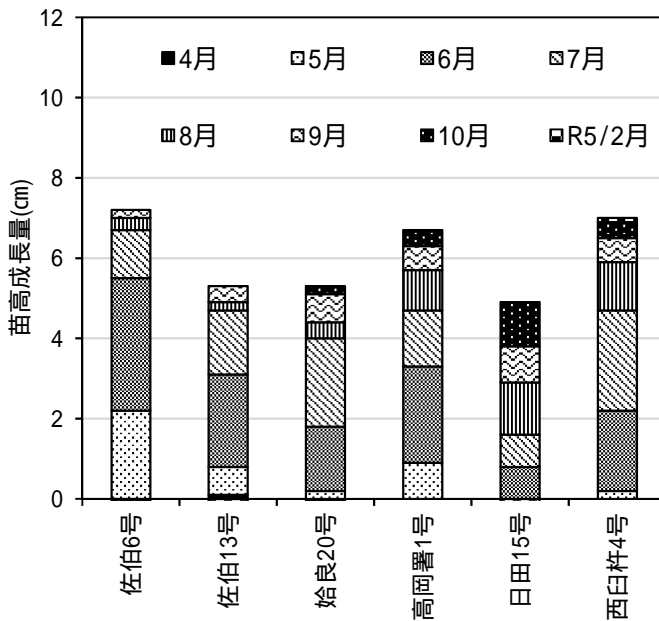


図-14 品種別平均苗高成長量(10月ざし)

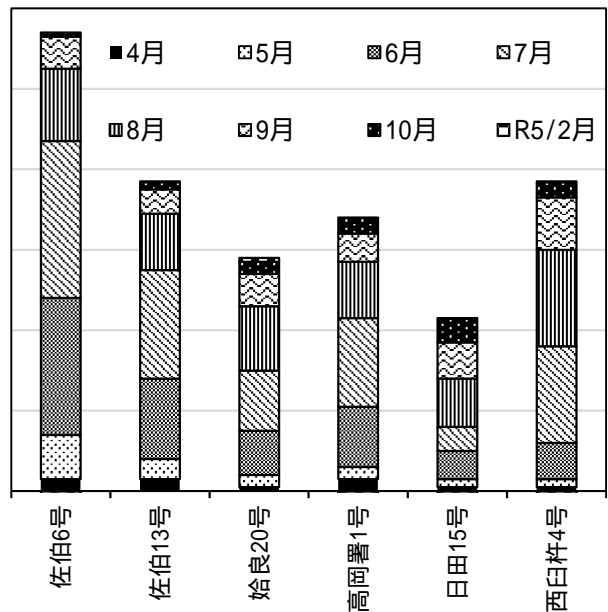


図-15 品種別平均苗高成長量(2月ざし)

#### 4. 考 察

さし付け時期・施肥量別成長量調査に関しては、夏・秋ざしの時期において8月頃にさし付けを行うか、それ以降にさし付けを行うかで発根・伸長成長の開始時期に差が見られることが考察された。また、土壌中に窒素などの栄養塩類が多くなるとサイトカイニンの量が多くなり発根が阻害されることが知られている<sup>2)</sup>が、緩効性被覆肥料を元肥として用いた場合、一般的な肥料と比べ肥料の溶出速度が遅く、穂木が発根を開始するまでに溶出を開始することが少ないため、直ざしでも発根率に影響がないことが示唆された。更に、苗高においては元肥の有無で成長量に大きな差が見られ、根元径に

おいても元肥有り試験区においてのみ成長が見られた。品種別成長量調査に関しては、発根開始時期において品種間差が認められ、発根開始時期が速い品種は伸長成長の開始・ピークを迎える時期が早く、成長量も大きくなることが明らかとなったことから、育苗期間の短縮が示唆された。

#### 謝辞

今回の試験においては、大分県樹苗生産農業協同組合の有限会社サン・グリーン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) 森下義郎・大山浪雄：造園木の手引 さし木の理論と実際, 366pp (昭和 47 年)
- 2) 浅見忠男・柿本辰男：新しい植物ホルモンの科学 第 3 版, 183pp (2016 年)

## スギ・ヒノキサシ木苗の生産性向上に関する研究

- 土壌水分センサを用いた水分保持力の比較 -

令和3年度～令和5年度

森林チーム 松本 純

## 1. 目的

大分県では、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。しかしながら、県内のスギ苗木自給率は約6割にとどまり、今後も慢性的な苗木の供給不足が懸念されている。また、ヒノキ苗においては未だ実生による生産方法が主流であり、再造林に向けた苗木増産にあたっては、性質のばらつきが少ないさし木苗生産方法の開発が急務である。

本研究では、スギ及びヒノキサシ木苗の生産性向上を目的とし、今年度は、効率的な苗木生産に向けた育苗条件を検討したので報告する。

## 2. 試験方法

異なる用土における水分保持力を比較するため、マルチキャビティコンテナ容器(JFA-300、以下、MC コンテナと記す)にて試験を行った。比較する条件は パーク、ココピート、パーク：パーライト＝7：3、ココピート：パーライト＝7：3、2年生さし木苗(用土はココピート：パーライト＝8：2)の5条件とした。試験は令和4年9月30日から10月24日に行い、計測の直前に十分に灌水を行い、以後は散水のない状況下で土壌水分を計測した。計測においては、Raspberry Pi3もしくはRaspberry Pi4(2台)に土壌水分センサ(DiyStudio Soil Hygrometer Humidity Detection Module)を合計40本接続し、各条件で土壌水分計を8本ずつ使用した。水分センサの配置について、条件～は図-1A、条件のみ苗木のない空のコンテナが2列あったため図-1Bとした。データの測定は1分おきで設定した。得られた土壌水分データを事前に作成した回帰式に当てはめ、体積含水率を算出した。得られた同条件8本の体積含水率の中央値の推移を他の条件と比較し、土壌条件並びに苗木の有無による水分量変化の違いについて検討した。

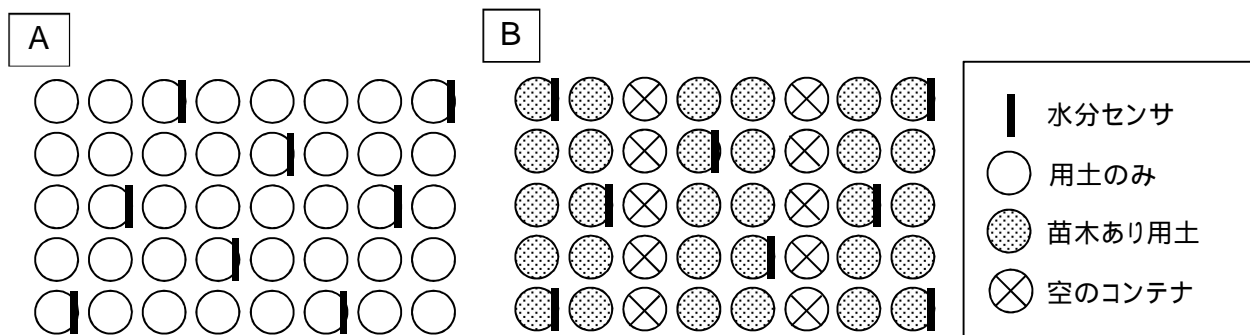


図-1 水分センサの配置

A: 条件～、B: 条件

### 3. 結果及び考察

各条件における体積含水率の推移を図-2に示す。パークはココピートと比べて初期の体積含水率が低い傾向にあり、保水性に差がある可能性が示唆された( )。一方で は初期の体積含水率が20%を下回っており、初期の含水率は締め固め強度の影響を受けている可能性がある。パーク及びココピート単体はパーライトを混ぜた場合と比較して含水率のバラツキが大きかった(図-2 )。一般的にパーライトは透水性が高く、水はけを良くしたい場合に使用されることから、パーライトを混ぜることで土壌中の水分が均等に配分されることが示唆された。水分がほぼ枯渇するまでの時間は、用土のみだと15-20日程度、苗木による水の吸い上げが存在する場合は10-14日程度だった(図-2 - )。 では10日目頃から苗木の枯れが確認されており、水分の状況と概ね一致していた。ただし、気象条件等によってはより水分の枯渇がより早くなると思われる。

パークはココピートと比べて若干保水力が落ちる可能性があるものの、大きな問題もなく、スギさし木の用土として用いる分には問題ないと考えられた。ココピート等の基本材料単体を用土として使用している苗木生産者が3割程度存在する<sup>1)</sup>ことから、パーライト等の排水材料は必須とまでは言えないものの、パーライトを一定割合混ぜることで苗木への水分供給がより安定する可能性が示唆された。根を有する場合でも、土壌の水分量は緩やかに推移していた。水分量だけを見ると毎日散水を行う必要がない可能性も考えられるが、発根率や成長等への影響は不明である。今回の試験で土壌材料の土壌水分量に与える効果が可視化されたため、今後の試験に活かしたい。

### 謝辞

大分大学理工学部数理科学コース原恭彦講師には最小限必要な水分センサの数についてご助言を頂き、また、大分県農林水産研究指導センター土壌チーム藤谷渉研究員には水分センサの取り扱い等についてご教示頂きました。この場を借りて御礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) 森林総合研究所関西支所：山林用針葉樹コンテナ苗育苗方法についての全国アンケート集計結果 9pp (令和3年)

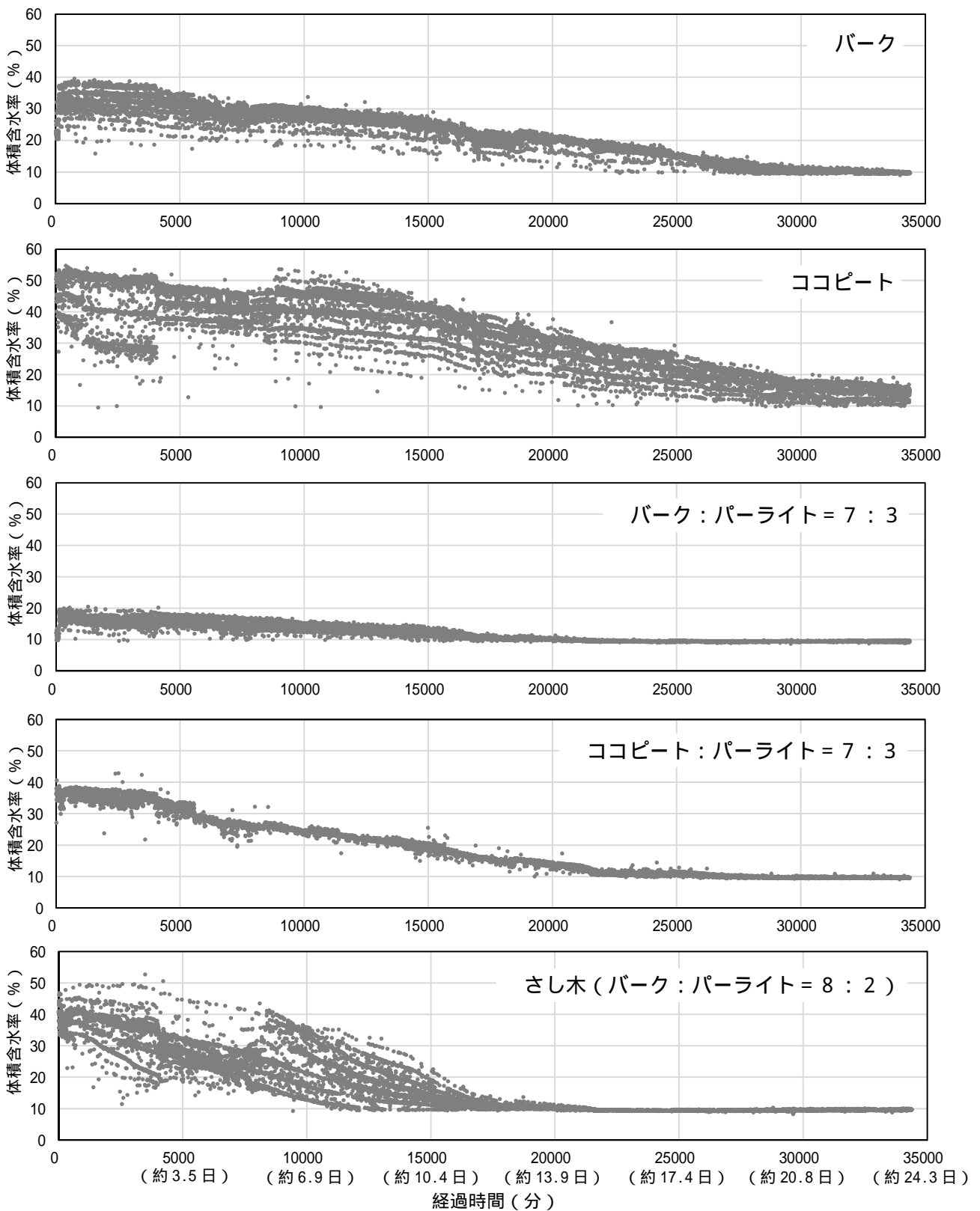


図-2 各条件における体積含水率の推移

## 大分県に適した早生樹の苗木生産・育林技術の開発 - 県営山香採穂園におけるコウヨウザンの萌芽枝の発生状況 -

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、年齢構成に偏りがあり、30年後には伐採適齢期である7から10年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。

しかし、本県でのコウヨウザンの苗木生産や育林技術の知見は少なく、今後に向けた取組みが必要である。

そのような中、令和4年3月に、県内のコウヨウザン育苗・育林技術の向上を図るとともに、苗木・植栽地のシステム管理システムを構築するため、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た。

本研究では、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、本年度は県営山香採穂園において、コウヨウザンの採穂園を造成し、萌芽枝の発生状況等を調査したので報告する。

### 2. 試験方法

令和3年12月に、林木育種センター九州育種場において、コウヨウザンの優良系統候補木である5系統（九育菊池、鹿児島（霧島）D213（以下、鹿児島（霧島）と記す）、京都（大枝）A115（以下、京都（大枝）と記す）、福岡（九大）D622（以下、福岡（九大）と記す）、熊本（菊池）E300（以下、熊本（菊池）と記す））を採穂し、マルチキャビティコンテナ300ccにさし付けを行った。その後、林木育種センター九州育種場のガラス室内で、さし付け後から令和4年3月末まで温熱マットを使用し、育苗管理を行った（写真-1）。



写真-1 育苗管理の様子



写真-2 寝伏植栽





写真-3 萌芽枝の発生状況

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。県営山香採穂園は国東半島の南西部に位置し、標高500m程度である。各系統約80本、合計約400本を写真-2のとおり、さし木増殖した苗木を普通に植栽せずに敢えて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。寝伏植栽を行うことで根元付近からより多くの萌芽枝が発生すると言われている。<sup>1)</sup>

今回選定した優良系統候補木は、増殖・育苗する段階、また、試験地における植栽した段階で比較的良好な初期成長を示した系統である。採穂園造成にあたり、優良系統候補木の5系統のうち、増殖の段階で萌芽枝量に差異があるのではないかと仮定し、調査を実施した。調査項目は、優良系統候補木の5系統の萌芽枝数、枯死率で、令和4年8月から11月まで毎月調査した。

さらに、令和4年11月下旬に発生した萌芽枝を、マルチキャビティコンテナにさし付けることを想定し、今回は20cmを超える萌芽枝を採取し、それらの萌芽枝長を測定した。

なお、今回植栽した苗木については台木と表記するものとし、萌芽枝とは写真-3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。

### 3. 結果

図-1に、台木1本あたりの平均の萌芽枝数を示す。鹿児島(霧島)が14本と多く、次に多いのが京都(大枝)の3本であった。

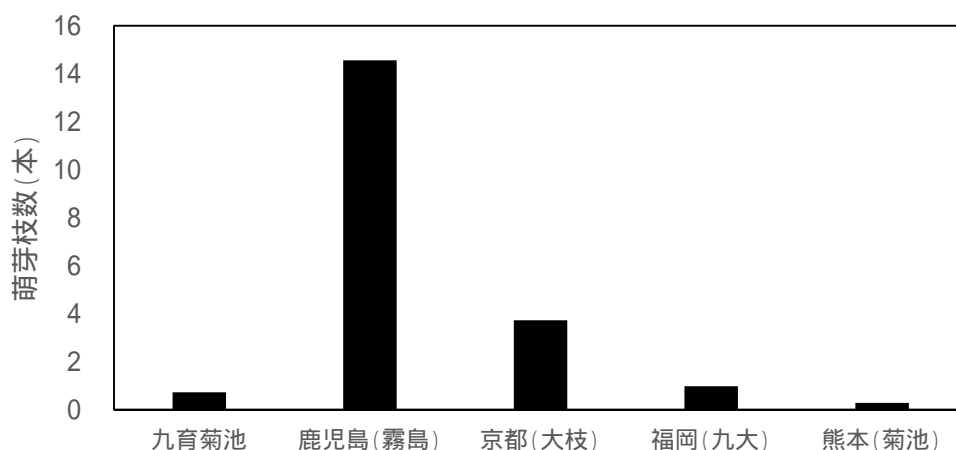


図-1 台木1本あたりの平均の萌芽枝数

図-2に、発生時期別の萌芽枝数を示す。系統により萌芽枝数の大小があり、ピークは系統により様々であった。鹿児島(霧島)は8月から11月頃まで一定数発生し、京都(大枝)は11月頃まで増



加した。

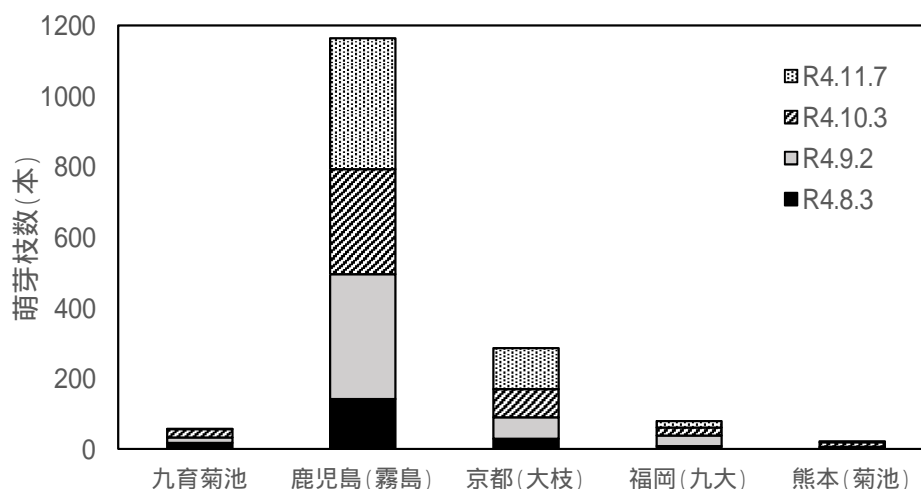


図-2 発生時期別の萌芽枝数

図-3に、枯死率を示す。福岡(九大)が最も高く17%で、他の系統の枯死率は7から11%程度であり、品種間差は見られなかった。

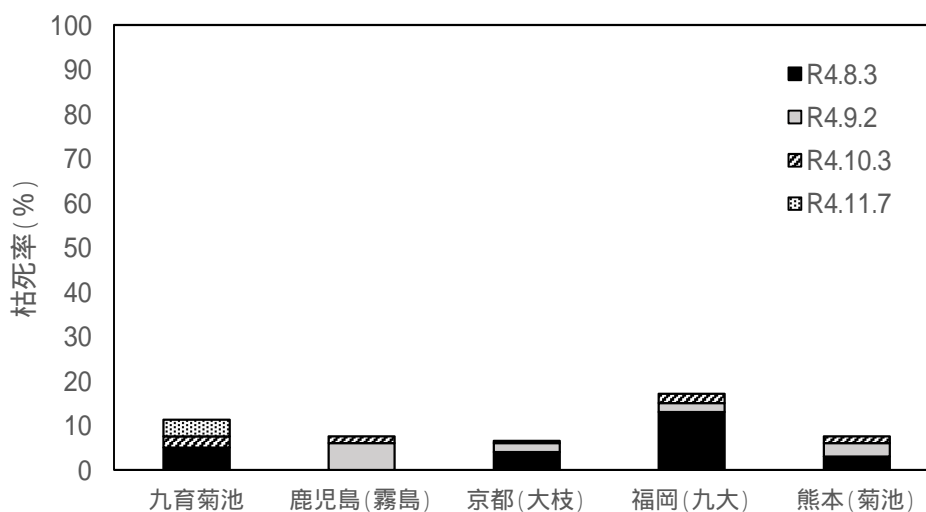


図-3 枯死率

図-4に、萌芽枝が発生した台木の本数割合を示す。今回、1本でも萌芽枝が確認できた台木について「有り」とカウントした。割合が高かったのは、台木1本当たりの萌芽枝数が多かった鹿児島(霧島)で、11月の調査時点で約8割の台木から萌芽していた。

最後に、20cmを超える萌芽枝長の数量については、鹿児島(霧島)が122本で最多だった。その他の4系統は10本以下で少なかった。萌芽枝数が多かった鹿児島(霧島)では、萌芽枝長が20cmから30cmまでのサイズが最も多く、おおよそ全体の半数を占めていた(図-5)。

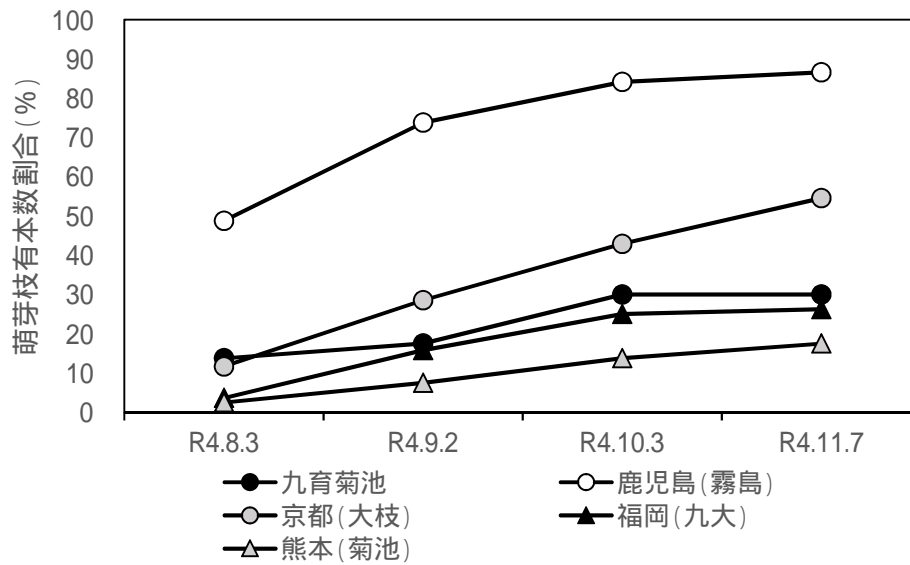


図-4 萌芽枝が発生した台木の本数割合

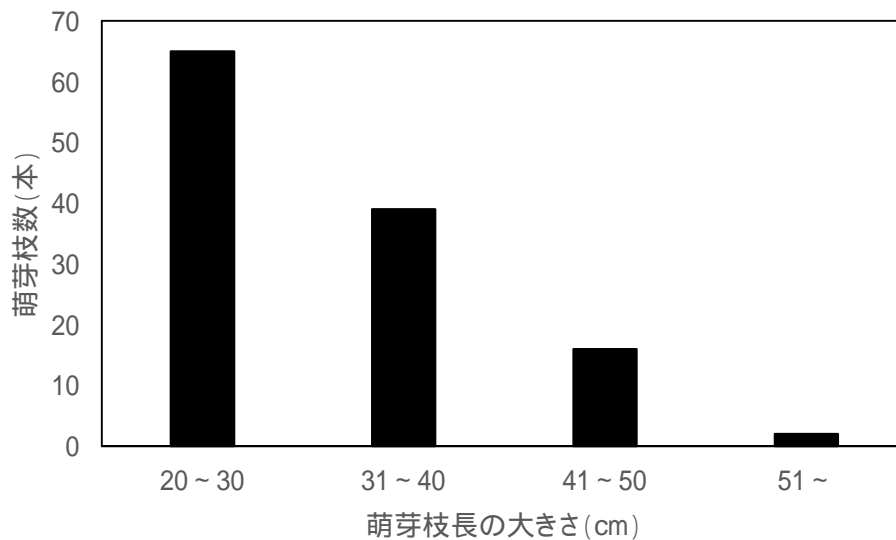


図-5 鹿児島(霧島)の20cm以上の萌芽枝長の本数

#### 4. 考 察

優良系統候補木の5系統の全てにおいて、寝伏植栽による萌芽枝の発生が確認できたので、寝伏植栽は有効であると考えられた。今回、11月下旬に萌芽枝を採取したが、一般的に樹木の成長休止期である10月頃においても萌芽が発生することが分かった。

枯死率は、福岡(九大)が17%と他の系統より高かったが、福岡(九大)を植栽した一部で、水はけの悪い粘土層に集水する状況が見られたので、それが要因の一つと考えられた。

萌芽枝の発生数や大きさは、系統間で差異が認められた。5系統の中で、特に鹿児島(霧島)が、萌芽枝の発生数や萌芽枝長の大きい萌芽枝が多かったが、その原因は現段階では不明である。

これについては、台木が植栽1年目であり、台木自体の成熟も不十分であると考えられ、植栽2年

目では、台木自体の成熟度が向上することで、鹿児島（霧島）以外の系統もより多く萌芽することも考えられるため、引き続き、調査を行う予定である。

#### **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 林木育種センター九州育種場の育種技術専門役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，34pp（令和元年）

## 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 -

令和4年度～令和7年度

木材チーム 古曳 博也

### 1. 目的

大分県における10齢級以上のスギ人工林は、面積及び蓄積量ともに約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<sup>1-3)</sup>。本年度からは、品質基準等<sup>4)</sup>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、心去り正角材の製材直後の曲がりを矯正し抑制する方法について検討した。

### 2. 試験方法

#### 1) 供試材

大分県日田市内の製材所から、1本の大径材を断面寸法120mm角、長さ4mの心去り正角材4本に製材した製材品(以下、4丁取り正角材と記す)を20本(丸太5本分)購入した。図-1に4丁取り正角材の模式図を示す。乾燥前に、寸法、重量、含水率、曲がり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)を用いた。

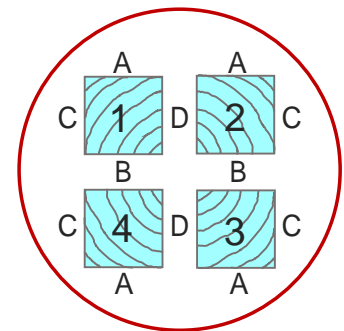


図-1 4丁取り正角材の模式図(四方まさ)

#### 2) 4丁取り正角材の曲がり抑制試験

木表面(A面又はC面)のうち矢高が大きい方を下向きに設置し、スパイク棧木(断面寸法25mm角のアルミ角パイプの対面に1.5mm程度の突起の加工した棧木:株式会社本田謙工機製。写真-1)、又は断面寸法25mm角のスギ棧木を材長方向に約1m間隔で配置(写真-2、3)して効果を比較した。



写真-1 スパイク棧木(外観)



写真-2 スパイク棧木の配置



供試材の水平方向には等間隔の隙間を空けるために断面寸法 30 mm角、長さ 100 mmのスギ材(以下、スペーサーと記す)を両木口付近及び材長中央部の3か所に挿入し(写真-4)、さらにハタガネで圧縮(以下、ハタガネ圧縮と記す。写真-5)又はボルトと板で圧縮(以下、ボルト圧縮と記す。写真-6)し曲がり矯正を試みた。垂直方向は栈木圧 0.3MPa で加圧した(写真-7)。曲がり抑制試験の条件を表-1に示す。



写真-3 スギ栈木の配置



写真-4 スペーサー



写真-5 ハタガネ圧縮



写真-6 ボルト圧縮



写真-7 曲がり抑制試験の様子(左: 斜面図正面図、右: 正面図)

表-1 曲がり抑制試験の条件

	条件1	条件2	条件3	条件4	条件5
栈木	スパイク	スパイク	スパイク	スギ	スギ
水平方向の圧縮	なし	ハタガネ	ボルト	ハタガネ	ボルト
試験体数(本)	4	4	4	4	4

表-2 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	98	98	8
高温セット	120	90	24
高温乾燥	105	90	96
降温	30	20	12

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）を用い、表-2 に示す乾燥スケジュールで乾燥した。乾燥終了後に、寸法、重量、含水率、曲がり及び  $E_{fr}$  の変化を測定し比較した。

### 3. 結果及び考察

#### 1) 供試材

乾燥前後の測定結果を表-3 に示す。含水率の平均値は乾燥前が 49.3% で、6 日間の高温乾燥後は 9.7% まで減少した。乾燥後の最大が 11.4%、最小が 9.1% で一様に乾燥していることが確認できた。

表-3 乾燥前後の測定結果

	CD 間寸法 (mm)	AB 間寸法 (mm)	長さ (mm)	重量 (kg)	密度 (kg/ m <sup>3</sup> )	含水率 (%)	$E_{fr}$ (GPa)
乾燥前	平均	120.06	120.44	4015	27.62	49.3	6.50
	最大	121.16	121.26	4017	32.10	68.2	8.20
	最小	118.10	119.09	4010	21.81	31.7	5.07
	標準偏差	0.79	0.64	1.4	1.63	47.5	6.2
乾燥後	平均	116.35	116.69	4011	19.46	9.7	7.44
	最大	117.34	118.16	4014	20.70	11.4	9.20
	最小	114.24	115.08	4007	18.54	9.1	6.02
	標準偏差	0.83	0.88	1.7	0.80	13.5	0.5

#### 2) 4 丁取り正角材の曲がり抑制

乾燥前後の矢高の変化を図-2 に示す。下面の木表側の矢高について、垂直方向の加圧によりどの条件も減少した。側面のもう一方の木表側の矢高については、圧縮無しの条件 1 では微増したが、圧縮した条件 2 ~ 5 ではいずれも減少した。水平方向の圧縮の有無について、条件 1（スパイク棧木、圧

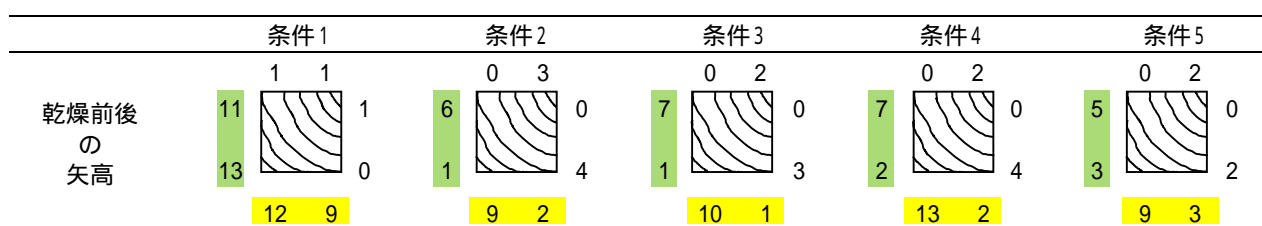


図-2 乾燥前後の矢高の平均値（乾燥前 乾燥後、単位：mm）

注 1) 網掛けは木表面を示す 注 2) 矢高 0 mm は、通直な面だけでなく凸状に曲がった面も含む

表-4 曲がりを製材の日本農林規格に準じて格付けた結果（乾燥前 乾燥後、単位：本）

	条件 1		条件 2		条件 3		条件 4		条件 5	
1 級	1	1	1	3	2	4	1	4	2	4
2 級	3	3	3	1	2	0	3	0	2	0

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

締無し)と条件 2 (スパイク積木、ハタガネ圧縮)の間及び条件 1 (スパイク積木、圧縮無し)と条件 3 (スパイク積木、ボルト圧縮)の間には、乾燥後の矢高に有意差 (危険率 5%) があり、圧縮による曲がり抑制効果が確認できた。圧縮の方法について、ハタガネ圧縮及びボルト圧縮の間に有意差 (危険率 5%) は認められなかった。また、積木の種類についても、スパイク積木及びスギ積木の間にも有意差 (危険率 5%) は認められなかった。曲がりを製材の日本農林規格に準じ格付けした結果を表-4 に示す。水平方向の圧縮無しの条件 1 は、乾燥前後で変わらなかったが、圧縮した条件 2 ~ 5 では乾燥前に 2 級相当であった試験体 10 本のうち 9 本が乾燥後には 1 級相当に改善されていた。

このことから、積木の種類によらず水平方向を圧縮した後、併せて垂直方向に加圧し、製材直後の曲がりを矯正した状態で乾燥すれば、曲がりが抑制できると思われる。

#### 4.まとめ

4 丁取り正角材の人工乾燥時の曲がり抑制について、垂直方向及び水平方向からの加力の効果を調べた。下面の木表側の矢高は、垂直方向の加圧により減少した。また、側面のもう一方の木表側の矢高は、水平方向の圧縮により減少した。圧縮方法の違い及び積木の種類は、曲がり抑制に影響しなかった。

このことから、水平方向の圧縮並びに垂直方向の加圧により、4 丁取り心去り材特有の木表側 2 面 (図-1 の A 面及び C 面) の両方の曲がりが改善できるものと思われた。効果的な曲がりの矯正及び抑制方法について引き続き検討したい。

#### 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, 24-29p (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, 20-27p (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, 22-27p (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

## スギ心去り構造用製材等の品質に関する研究

- 9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 古曳 博也

### 1. 目的

大分県における10齢級以上のスギ人工林は、面積及び蓄積量ともに約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<sup>1-3)</sup>。本年度からは、品質基準等<sup>4-7)</sup>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、心去り正角材の横使い利用を想定し、強度試験を実施した。

### 2. 試験方法

#### 1) 供試材

大分県日田市内の製材所から購入した、1本の  
大径丸太を断面寸法103mm角、長さ4mの正角材  
9本に製材した正角材（以下、9丁取り正角材と  
記す）を用いた。人工乾燥前に、乾燥機の仕様  
のため両木口を50cmずつ切断し長さ3mにした。  
表-1に示す乾燥スケジュールで乾燥し、5か月  
以上養生した後、断面寸法90mm角にモルダ  
ーで仕上げ加工した<sup>1,2)</sup>。図-1に9丁取り正角材  
の模式図を示す。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、 $E_{fr}$ と記す）を測定した。含水率測定  
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）を用いた。

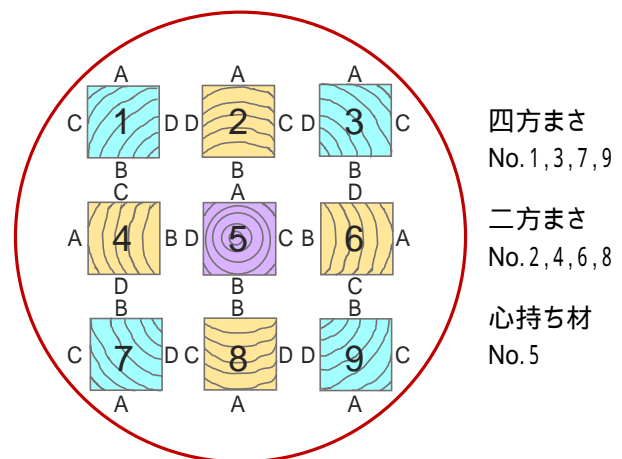


図-1 9丁取り正角材の模式図

表-1 乾燥スケジュール

項目	蒸煮			高温セット			降温		
	乾球温度 ( )	湿球温度 ( )	処理時間 (h)	乾球温度 ( )	湿球温度 ( )	処理時間 (h)	乾球温度 ( )	湿球温度 ( )	処理時間 (h)
条件	98	98	8	120	90	22	30	20	24
						20			
						24			



## 2) 強度試験

強度試験体は、図-2のように切り出した。試験には万能試験機(株式会社島津製作所製 AG-100kNAR型)を用い、構造用木材の強度試験マニュアル<sup>7)</sup>に準じて、曲げ試験、材端部のめり込み試験、いす型せん断試験を行った。

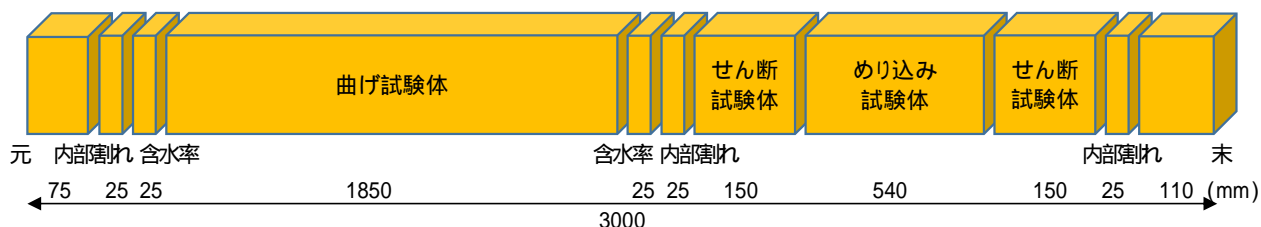


図-2 強度試験体の採取方法模式図

### (1) 曲げ試験

スパンは材せいの18倍の1,620mmとし、3等分点4点荷重方式とした。載荷速度は10mm/minで木表側から加圧した。曲げヤング係数(以下、MOEと記す)及び曲げ強さ(以下、MORと記す)を求めた。

### (2) 材端部めり込み試験

材端部の上下に90×150mm、高さ20mmの鋼板を置き、載荷速度5mm/minで木表側からめり込み変形量が20mmになるまで加圧した。試験の様子を写真-1に示す。



写真-1 材端部めりこみ試験

### (3) いす型せん断試験

試験体は、写真-2のように切り出した。せん断面は幅90mm、高さ100mmとし載荷速度は1mm/minとした。試験の様子を写真-3に示す。



四方まさ(まさ目方向)



二方まさ(まさ目方向)



二方まさ(板目方向)

写真-2 いす型せん断試験体



写真-3 いす型せん断試験

## 3. 結果及び考察

### 1) 曲げ試験

試験結果を表-2、MOEとMORの関係を図-3に示す。表-2及び図-3には既報<sup>2,3)</sup>のデータも含ま

れる。MOE、MOR とともに、四方まさ及び二方まさの間に有意差（危険率 5 %）は認められなかった。供試材の約 9 割が製材の日本農林規格の機械等級区分構造用製材の基準強度<sup>5)</sup>を満たしていたが、四方まさの 1 本及び二方まさの 5 本が満たさなかった。その供試材の破壊状況を観察すると、材長中央部付近の引張側（下面）の節から曲げ破壊が生じていた（写真-4）。このことから、この付近に節のない材を選定することが望ましいと思われた。

表-2 曲げ試験結果

	試験体数 (本)	CD 間 寸法 (mm)	AB 間 寸法 (mm)	長さ (mm)	密度 (kg/ m <sup>3</sup> )	含水率 (%)	平均 年輪幅 (mm/年)	$E_{tr}$ (GPa)	MOE (GPa)	MOR (MPa)
四方まさ	平均値	89.97	90.13	1859	357	12.2	5.2	6.38	6.06	36.5
	最大	25	90.34	90.61	1862	433	14.5	8.5	7.88	47.5
	最小	89.41	88.86	1848	304	9.9	3.2	4.21	3.79	26.2
	標準偏差	0.27	0.34	2.5	36.0	1.0	1.5	1.33	1.29	6.0
	平均値	90.16	89.91	1858	356	11.8	6.2	6.11	5.76	33.1
二方まさ	最大	33	90.73	90.39	1862	457	14.1	11.9	7.93	45.6
	最小	89.64	88.56	1849	291	9.8	3.7	3.97	3.82	21.0
	標準偏差	0.23	0.40	3.0	33.2	1.0	2.1	1.22	1.14	6.8

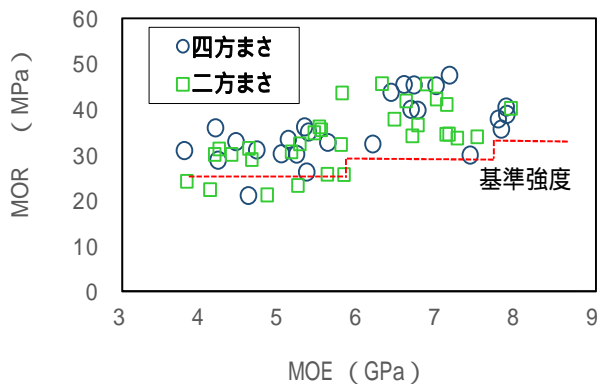


図-3 MOE と MOR の関係

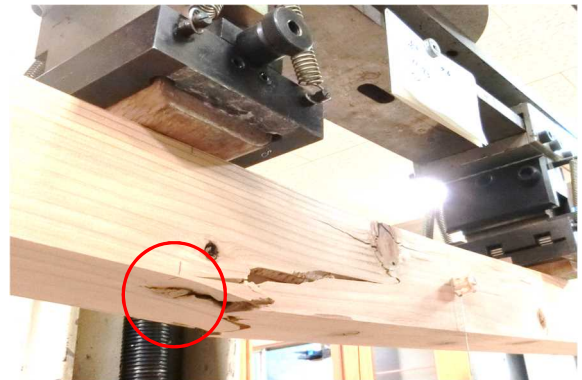


写真-4 引張側の節（丸印）からの曲げ破壊

## 2) 材端部めり込み試験

試験結果を表-3に、密度とめり込み強さの関係を図-4に示す。表-3及び図-4には既報<sup>2)</sup>のデータも含まれる。めり込み強さは、四方まさ及び二方まさの間に有意差（危険率 5 %）が認められ、四方まさ < 二方まさの関係が示された。図-4に示すとおり、四方まさは全ての供試材が、二方まさは 33 個中 18 個の供試材が基準強度を満たしていた。

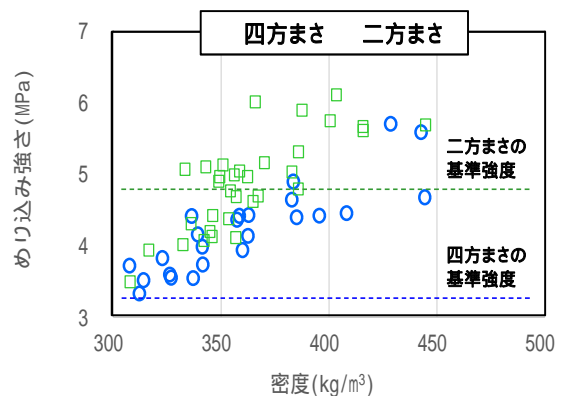


図-4 密度とめり込み強さの関係

表- 3 めり込み試験の結果

	試験体数 (本)	幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	密度 (kg/ m <sup>3</sup> )	含水率 (%)	平均 年輪幅 (mm/年)	めり込み 強さ (MPa)	
四方まさ	平均値	24	89.97	90.16	540	382	11.7	5.1	4.49
	最大		90.41	90.47	541	444	12.6	8.5	5.69
	最小		89.09	89.49	540	308	10.5	3.2	3.33
	標準偏差		0.21	0.20	0.2	34.1	0.4	1.6	0.56
二方まさ	平均値	33	89.99	90.20	540	366	11.6	6.1	4.78
	最大		90.47	90.54	541	445	12.8	11.9	6.09
	最小		89.00	89.76	539	308	10.0	3.7	3.49
	標準偏差		0.18	0.10	0.4	32.8	0.6	2.2	0.69

めり込み強さは、密度が高くなるほど大きくなる傾向を示し、よって材料を選別する際の判断材料になるものと思われる。

### 3) いす型せん断試験

試験結果を表- 4 に、密度とせん断強さの関係を図- 5 に示す。四方まさ及び二方まさのまさ目方向のせん断強さの間に、有意差(危険率5%)は認められなかった。一方、二方まさのまさ目方向のせん断強さ及び板目方向のせん断強さの間には、有意差(危険率5%)が認められ、まさ目方向のせん断強さが大きくなることが確認された。今回の試験では、全ての供試材が基準強度を満たしていることが確認できた。

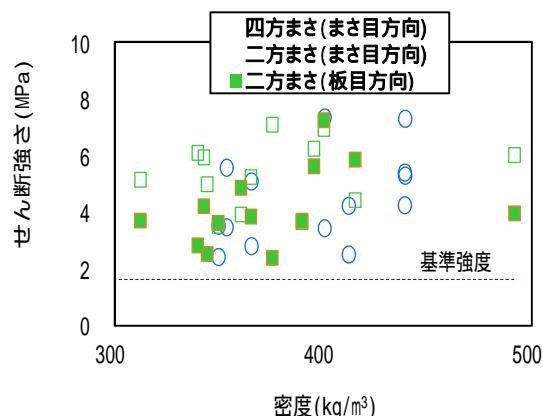


図- 5 密度とせん断強さの関係

表- 4 いす型せん断試験の結果

	試験体数 (体)	せん断 断面		密度 (kg/ m <sup>3</sup> )	含水率 (%)	平均 年輪幅 (mm/年)	せん断 強さ (MPa)	
		幅 (mm)	高さ (mm)					
四方まさ (まさ目方 向)	平均値	14	89.81	98.87	394	12.0	4.1	4.50
	最大		90.21	100.51	439	12.6	7.3	7.39
	最小		89.19	89.06	350	11.3	3.3	2.45
	標準偏差		0.29	2.85	36.9	0.4	1.4	1.60
二方まさ (まさ目方 向)	平均値	13	90.09	99.66	375	11.9	5.0	5.35
	最大		90.36	100.35	492	12.6	6.1	7.13
	最小		89.89	99.27	312	11.1	4.0	3.54
	標準偏差		0.12	0.27	45.3	0.5	0.6	1.19
二方まさ (板目方向)	平均値	13	89.87	99.59	375	11.9	5.0	4.21
	最大		90.15	100.22	492	12.6	6.1	7.28
	最小		89.18	98.71	312	11.1	4.0	2.41
	標準偏差		0.25	0.41	45.3	0.5	0.6	1.40

#### 4.まとめ

横使いを想定した9丁取り正角材の強度について、曲げ、めり込み、いす型せん断試験を行った。

曲げ強さは、MOE、MORともに四方まさ及び二方まさの間に有意差（危険率5%）は認められず、同様な強度値を示すことが確認できた。供試材の約9割が機械等級区分の基準強度を満たしていたが、満たしていない供試材は、材長中央部付近の引張側（下面）の節から破壊が生じていた。

材端部のめり込み強さは、四方まさ<二方まさの関係が示された。四方まさは全ての供試材が基準強度を満たしたが、二方まさは33個中18個のみであった。密度が高くなるほどめり込み強さは大きくなる傾向を示すことから、二方まさの材を用いる場合は密度の高い材を選定することが有効である。

せん断強さは、全ての供試材で基準強度を満たした。まさ目方向は、四方まさ及び二方まさの間に有意差（危険率5%）は認められず、同様な強度値を示すことが確認できた。二方まさでは、板目方向<まさ目方向の関係が示された。

今後は、縦使いについての試験を実施する予定である。

#### 謝辞

供試材の人工乾燥では、大分県立日田林工高等学校並びに同校の林学科教諭 野上和仁氏、江田雅之氏に、同校所有の高周波・蒸気複合乾燥機の使用等において多大なご協力を頂きました。ここに記して感謝申し上げます。

#### 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，24-29p（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，20-27p（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，22-27p（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-，395-401p（平成18年）
- 7) （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，5-17p（平成23年）

## 長大スパンに対応する接着重ね材の開発

- 心持ち正角材をたて継ぎした製材ラミナを用いた接着重ね材 -

令和2年度～令和4年度

木材チーム 山本 幸雄

### 1. 目的

平成22年に施行された「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」により、非住宅分野建築物の木造化が促進されている。これら非住宅分野の建築物では大きな空間が必要なため、長大スパンに対応できる大断面集成材が使用されることが多いが、県内にはそれを製造できる工場はない。

このような中、平成31年1月に接着重ね材の日本農林規格<sup>1)</sup>(以下、JASと記す)が制定された。接着重ね材とは、構造用に使用する断面が105～150mmの製材(以下、製材ラミナと記す)を、その繊維方向を互いにほぼ平行にして厚さ方向に2～5層積層接着した構造用木材である。これにより集成材とほぼ同様な、長辺が最大で750mmの構造材を、一般に流通している寸法の製材品で製造できるようになった。また接着重ね材には、集成材に比べ接着剤の使用量が少なく、圧縮するための設備と養生を行うための施設のみの少ない投資で製作が可能といった利点が挙げられることから、県内製材所での加工が可能となり、県産材の需要拡大につながる。

しかし、JASには製材ラミナのたて継ぎに関する規定がなく、接着重ね材の長さは一般的に流通している製材品の長さには制約を受けることになり、4mを超えるスパンへの対応は困難である。そこで昨年度に引き続き、フィンガージョイント(以下、FJと記す)や接合強さ向上を目指しFJとGIR(Glued in Rod: 木材に穴をあけ、そこに鋼棒等の接合具を挿入し、木材との空隙に接着剤を注入・充填し接合する方法。模式図を図-1に示す)を併用(以下、FJ+GIRと記す)し、たて継ぎした心持ち製材ラミナで接着重ね材を作製し、曲げ試験を行い、その性能を検討したので報告する。

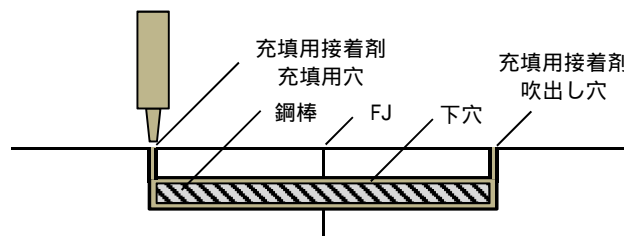


図-1 FJ+GIRの模式図

### 2. 試験方法

昨年度、大分県産スギ製材品をFJでたて継ぎした製材ラミナ(以下、FJ製材ラミナと記す)で作製した接着重ね材の曲げ試験を行い、その性能を検討した。本年度は、スギ製材品を、FJ+GIRでたて継ぎした製材ラミナ(以下、FJ+GIR製材ラミナと記す)で作製したスギ接着重ね材、ヒノキFJ製材ラミナで作製した接着重ね材、ヒノキFJ+GIR製材ラミナで作製した接着重ね材、スギFJラミナを内層に、ヒノキFJ+GIR製材ラミナを外層に配置した異樹種接着重ね材を作製し、曲げ試験を行った。

#### 1) たて継ぎ製材ラミナの引張試験

たて継ぎした製材ラミナで接着重ね材を作製するにあたり、FJ製材ラミナの引張試験、FJ+GIR製材ラミナの引張試験を行った。



### (1) 供試材

大分県内で製材、乾燥（含水率 15%以下）された、寸法 105mm×105mm×3m のスギ製材品 24 本と、ヒノキ製材品 22 本の寸法、重量、縦振動ヤング係数（以下、 $E_{fr}$  と記す）を測定し、 $E_{fr}$  の平均と標準偏差が同じになるように、それぞれを 2 グループに分けた。その後、長さ 1.5m の位置で切断し、切断した材同士を FJ または FJ+GIR 接合し、スギ FJ 製材ラミナとスギ FJ+GIR 製材ラミナを各 10 本、ヒノキ FJ 製材ラミナ 9 本とヒノキ FJ+GIR 製材ラミナ 8 本を作製した。FJ の位置について、FJ と節との距離は、材長方向で測定した節径の 3 倍以上<sup>2)</sup> になるようにした。節位置の関係で切断した材同士がたて継ぎできなかつた場合、 $E_{fr}$  になるべく近い材とたて継ぎした。

### (2) FJ 製材ラミナ及び FJ+GIR 製材ラミナの作製

FJ の成形には、フィンガーシェイパー（飯田工業株式会社製 FJS-252T）を、接着には、水性高分子-イソシアネート系木材接着剤（株式会社オーシカ製 鹿印ピーアイボンド TP-4100（主剤：TP-4100、架橋剤：H-30））を用いた。接着剤の調合は重量部で、主剤 100 部に対し架橋剤を 10 部の割合とし、0.4MPa で圧縮し、1 日以上養生した。

FJ+GIR 接合は、切断した木口に、鋼棒（20mm、長さ 360mm の全ねじボルト）を挿入するための下穴（24mm 深さ 200mm）と、鋼棒固定用接着剤を充填するための穴（6mm）をあけた後、切断した木口に FJ を成形し接着剤を塗布、塗布後下穴に鋼棒を挿入し（写真-1）FJ を圧縮、鋼棒と下穴の間に GIR 用エポキシ接着剤（株式会社オーシカ製 オーシカダイク TE-243L 2）を充填（写真-2）した。

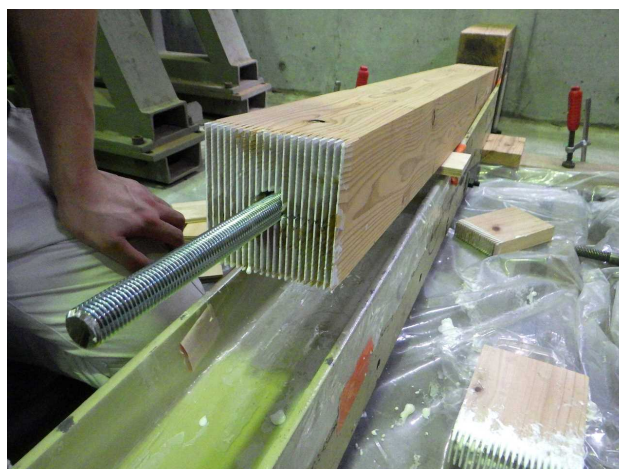


写真-1 下穴に GIR 鋼棒を挿入した様子



写真-2 GIR 用接着剤を充填している様子

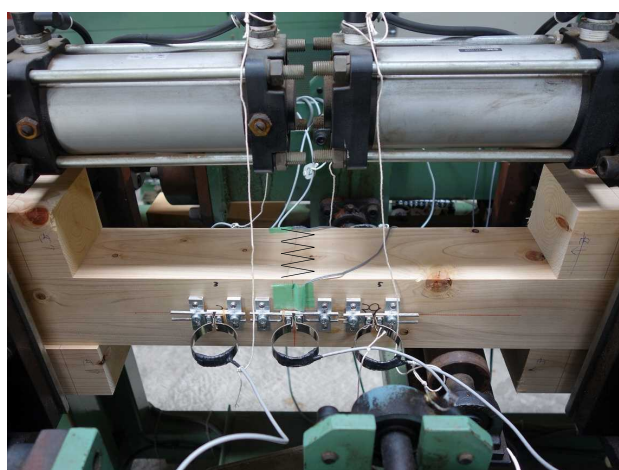


写真-3 引張試験の様子

### (3) FJ 製材ラミナ及び FJ+GIR 製材ラミナの引張試験

試験には、木材引張試験機（飯田工業株式会社製 NET-401G）を用いた。試験の様子を写真-3 に示す。

## 2) 接着重ね材の作製と曲げ試験

### (1) 供試材

大分県内で製材、乾燥（含水率 15%以下）された、寸法 105mm×105mm×3mのスギ製材品 49 本とヒノキ製材品 92 本の寸法、重量、 $E_{fr}$ を測定した。

### (2) 接着重ね材の作製

接着重ね材の寸法は、100mm×300mm×5.6m、3層構成とした。接着重ね材の種類について、たて継ぎ製材ラミナの  $E_{fr}$  をもとに試験体構成の検討を行った。構成は JAS に準じ、非対称異等級構成を基本とした。

FJ 製材ラミナ、FJ+GIR 製材ラミナとも、等級区分が同じ長さ 3mの製材 2 本をたて継ぎした製材ラミナ（以下、3-3 製材ラミナと記す）と、長さ 3mの製材の両木口に 1.5m材をたて継ぎした製材ラミナ（以下、1.5-3-1.5 製材ラミナと記す）を図-2 に示すように組み合わせた。外層に 3-3 製材ラミナを配置したものを A タイプ、1.5-3-1.5 製材ラミナを配置したものを B タイプとした。

たて継ぎの接着剤について、製材ラミナの引張試験同様、FJの接着にはピーアイボンド TP-4100 を、GIRの固定にはオーシカダイン TE-243 L 2 を用いた。積層には、水性高分子-イソシアネート系木材接着剤（株式会社オーシカ製 鹿印ピーアイボンド TP-5340S（主剤：TP-5340S、架橋剤：H-50））を用いた。重量部で、主剤 100 部に対し架橋剤を 15 部の割合で調合し、ハンドローラーで積層面に対し約 300g/m<sup>2</sup>の割合で両面塗布した。その後、通直湾曲集材製造装置（小林機械工業製 M-RS）により圧縮し 60 分以上養生した。圧縮圧力は 0.8MPa とし、トルクレンチを用いてボルトの締め付けを管理した。その後、各試験体（写真-4）の寸法、重量、 $E_{fr}$ を測定した。



写真-4 曲げ試験体の様子

樹種	引張側外層のたて継ぎ方法	A タイプ	B タイプ
スギ	FJ+GIR		
ヒノキ	FJ		
	FJ+GIR		
異樹種	FJ+GIR		

図-2 製材ラミナの組み合わせかた（FJ 工 FJ+GIR 王 スギ □ ヒノキ 罫）

### (3) 曲げ試験

試験には、木材実大強度試験機（株式会社島津製作所製 UH-1000kNAR）を用いた。スパンは 5,400mm とした。加力点間距離はスパンの 4/18 倍である 1,200mm、加力速度は 10mm/min とした。加力及び支



持点の一端をピン支持、他端をピンローラー支持とした。変位は、ストレインゲージ式変位計（株式会社東京測器研究所製 SDP-200D 及び SDP-100CT）を用いてスパン中央及び加力点で測定した。試験の様子を写真-5 に示す。

また、JAS に準じ、曲げ強さ（以下、 $E_b$  と記す）と曲げヤング係数（以下、 $E_b$  と記す）を求めた。 $E_b$  は最大荷重の 10% と 40% 時の変位差と荷重差を用い求めた。ただし、試験体のめり込み変形は考慮しなかった。また、曲げ剛性（以下、 $E_b I$  と記す）及び FJ 及び FJ+GIR 製材ラミナの  $E_{fr}$  を用いた等価断面法<sup>2)</sup>による剛性（以下、 $EI_e$  と記す）を求めた。



写真-5 曲げ試験の様子

### 3. 結果及び考察

#### 1) たて継ぎ製材ラミナの引張試験

引張試験に供した 3 m 製材の密度、 $E_{fr}$  を表-1 に、引張試験結果を表-2 及び図-3 に示す。スギについて、平均値、5%下限値<sup>3)</sup>とも、FJ+GIR が FJ よりも大きく GIR による補強の効果がみられた。スギの機械等級区分製材 E70 の引張基準強度は 17.4MPa、E90 が 21.0MPa で FJ だけでも十分に接合されていることが認められた。ヒノキについては、平均値、5%下限値とも、FJ+GIR と FJ で大きな差がなく、GIR による補強の効果がみられなかった。FJ+GIR の場合、GIR の下穴の端で破壊することが多く、GIR による補強と、下穴による断面欠損積の影響がほぼ釣り合ってしまった可能性がある。ヒノキの機械等級区分製材 E110 の引張基準強度は 23.4MPa で、スギ同様 FJ だけでも十分に接合されていることが認められた。

#### 2) 接着重ね材の作製と曲げ試験

試験に供した 3 m 製材の密度、 $E_{fr}$  を表-3 に、作製した接着重ね材の曲げ試験結果を表-4 に示す。強度等級について、作製した接着重ね材が JAS の強度等級と一致しなかった場合、構成製材ラミナの等級区分を区分以上と読み替え格付けした。

図-4 に JAS の  $E_b$  の基準値（以下、JAS 基準  $E_b$  と記す）と、 $E_{fr}$ 、 $E_b$  の関係を示す。スギ FJ+GIR の A タイプの 3 番と B タイプの 3 番の 2 体が JAS 基準値を下回った。これは、試験体のめり込み変形を考

表-1 供試材の密度と  $E_{fr}$

樹種	項目	密度(kg/m <sup>3</sup> )	$E_{fr}$ (GPa)
スギ (24本)	平均	416.2	7.64
	最小	361.7	5.65
	最大	524.0	10.42
	標準偏差	41.9	1.11
ヒノキ (22本)	平均	519.5	11.72
	最小	451.0	8.70
	最大	564.4	14.58
	標準偏差	30.3	1.61

表-2 引張試験結果(MPa)

	スギ		ヒノキ	
	FJ	FJ+GIR	FJ	FJ+GIR
平均	26.40	30.28	28.32	31.15
最小	19.88	25.20	19.86	22.16
最大	34.69	35.75	36.66	41.32
標準偏差	4.31	3.80	5.60	6.09
5%下限値	17.33	22.29	16.33	17.83

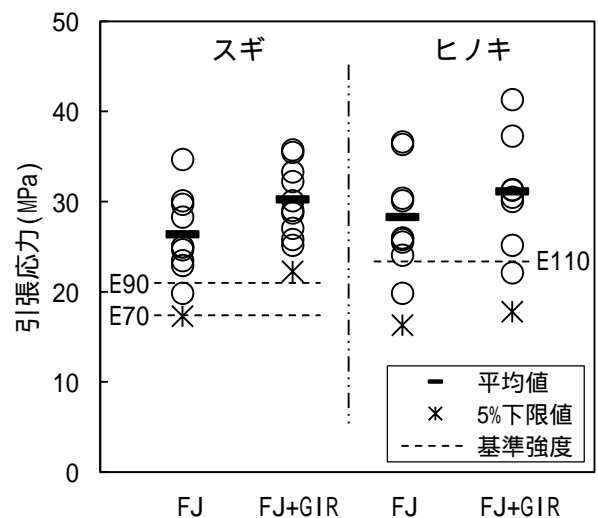


図-3 引張試験結果



慮しなかったためと思われる。樹種ごとの  $E_b$  の平均値について、ヒノキ(11.3GPa) > 異樹種(10.6GPa) > スギ(7.6 GPa) となり、ヒノキを外層に配置することでスギのみの接着重ね材よりも効率的に  $E_b$  を高くすることができることを確認できた。

図-5 に JAS の  $b$  の基準値(以下、JAS 基準  $b$  と記す)と  $b$  の関係を示す。ヒノキ FJ の B タイプ 1 体が JAS 基準値を下回ったが、詳細な理由は分から

表-3 供試材の密度、 $E_{fr}$

樹種	スギ(49本)		ヒノキ(92本)	
	密度(kg/m <sup>3</sup> )	$E_{fr}$ (GPa)	密度(kg/m <sup>3</sup> )	$E_{fr}$ (GPa)
平均	431.3	8.19	526.0	11.35
最小	352.4	6.19	434.5	7.94
最大	556.6	10.44	614.1	15.13
標準偏差	46.6	1.18	36.9	1.34

表-4 曲げ試験結果

樹種	接合方法	種類	番号	強度等級	$E_{fr}$ (GPa)	最大荷重(kN)	$E_b$ (GPa)	$b$ (MPa)	$E_b I$ (10 <sup>9</sup> kN・mm <sup>2</sup> )	$E I_e$ (10 <sup>9</sup> kN・mm <sup>2</sup> )		
スギ	FJ + GIR	A	1	E70-F220	8.23	60.43	7.87	40.61	1.865	1.776		
			2	E70-F220	9.15	62.70	8.08	42.35	1.904	1.835		
			3	E80-F240	7.27	50.97	7.12	34.33	1.682	2.088		
		B	1	E70-F220	7.95	69.98	7.60	47.17	1.794	2.049		
			2	E80-F240	8.46	70.88	7.88	47.94	1.853	1.952		
			3	E80-F240	7.37	64.66	7.07	43.75	1.660	2.004		
ヒノキ	FJ	A	1	E115-F290	12.47	52.34	11.96	35.37	2.813	3.038		
			2	E100-F280	12.40	74.16	11.36	50.05	2.676	2.840		
			3	E90-F250	10.58	45.08	10.46	30.55	2.450	2.587		
			4	E100-F280	11.44	55.52	10.94	37.55	2.570	2.761		
		B	1	E110-F300	12.73	41.74	11.68	28.27	2.737	3.018		
			FJ + GIR	A	1	E110-F300	12.81	87.82	12.17	59.16	2.872	3.127
					2	E95-F230	11.13	66.55	10.73	44.68	2.540	2.630
					3	E110-F300	11.78	74.43	10.97	50.13	2.591	2.810
	B	1		E100-F280	11.70	75.79	11.11	51.22	2.613	2.778		
		2		E95-F230	10.86	45.58	10.47	30.78	2.465	2.601		
		3		E110-F300	12.94	56.29	12.24	38.06	2.880	3.098		
	異樹種	FJ + GIR	A	1	E110-F300	11.97	47.37	12.02	32.10	2.819	3.009	
2				E80-F220	9.83	41.55	9.18	28.10	2.161	2.345		
3				E70-F200	8.95	52.37	8.66	35.41	2.034	2.168		
B			1	E110-F300	12.14	76.73	12.52	51.75	2.950	3.004		
			2	E90-F250	10.47	62.30	10.20	42.20	2.396	2.476		
			3	E100-F280	11.21	50.45	10.81	33.99	2.553	2.761		

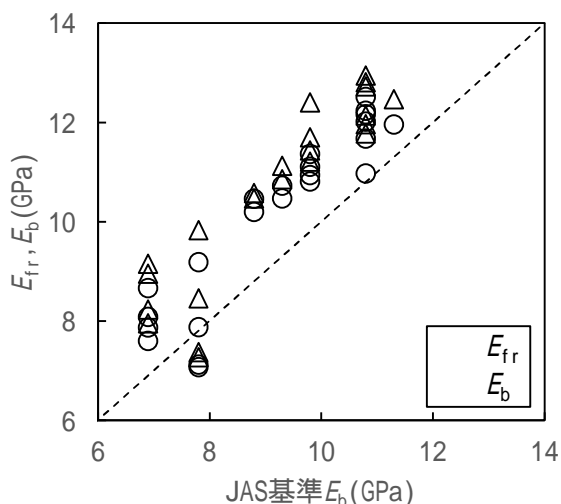


図-4 JAS 基準  $E_b$  と  $E_{fr}$ 、 $E_b$  の関係

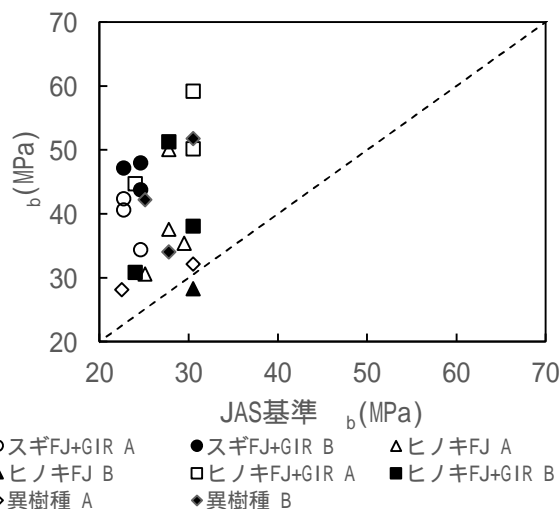


図-5 JAS 基準  $b$  と  $b$  の関係

なかった。また、ヒノキ A タイプでは FJ より FJ+GIR が高くなった。製材ラミナの引張試験では、FJ と FJ+GIR で大きな差は無かったが、曲げ試験では差が見られた。なぜ差が出たのか明確な理由は分からなかった。

図-6 に  $E_b$  と  $\sigma_b$  の関係を、図-7 に  $EI_e$  と  $E_b I$  の関係を示す。剛性について  $EI_e$  と  $E_b I$  について高い相関を示した。

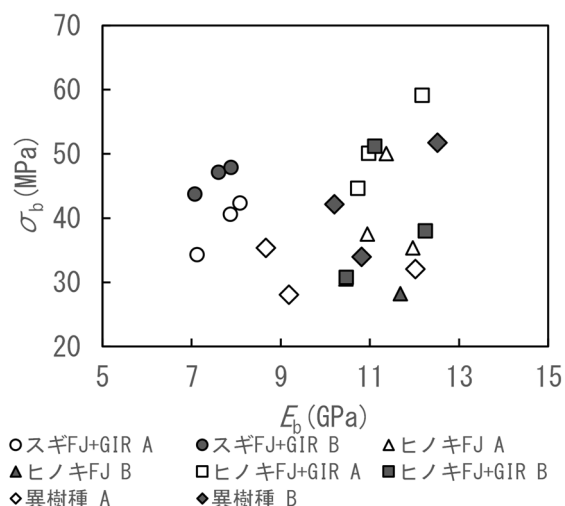


図-6  $E_b$  と  $\sigma_b$  の関係

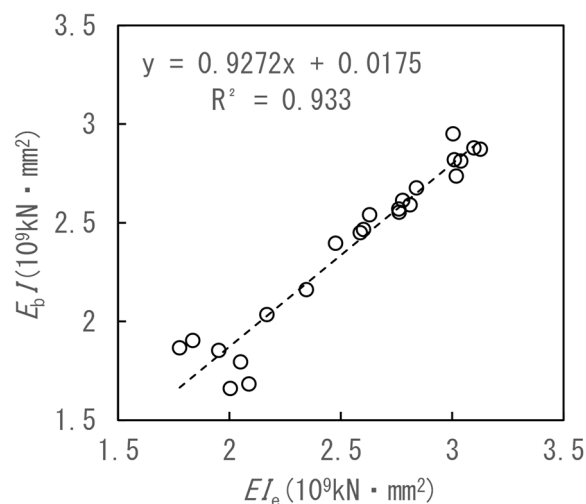


図-7  $EI_e$  と  $E_b I$  の関係

#### 4.まとめ

大分県内で製材されたスギ・ヒノキ（心持ち材）の FJ 製材ラミナ及び FJ+GIR 製材ラミナを用いた接着重ね材を JAS に準じ作製し、曲げ試験を行った結果、 $E_b$  は 23 本中 21 本が、 $\sigma_b$  は 23 本中 22 本が JAS の基準値を満足した。これらのことから、大分県産材で作製した接着重ね材は、樹種、たて継ぎの種類、たて継ぎの位置によらず、JAS の基準値を満足できると考えられる。

#### 謝辞

今回の試験では、大分大学工学部理工学科建築学プログラム木質構造研究室 田中 圭准教授及び同研究室の学生の方々に、多大なご協力を頂きました。ここに記して感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 接着重ね材の日本農林規格 (JAS0006:2019) 平成31年1月31日農林水産省告示第179号
- 2) 日本木材学会 木材強度・木質構造研究会編：ティンバーメカニクス 木材の力学理論と応用, 183-192p (平成27年)
- 3) 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-, 153p (平成18年)

## 大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発

### - スギ心去り材の高周波減圧乾燥試験 (その2) -

令和3年度～令和5年度  
木材チーム 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も増えており、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。当部では、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いる。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り、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できる。

本年度は、大径材から製材される心去り2丁取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、天然乾燥と高周波減圧複合乾燥（以下、高周波減圧乾燥と記す）を併用した方法で乾燥を行い、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6本を使用した。製材前に材長、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）を測定した。製材工場で255mm×135mm×4mの平角材（以下、平角材と記す）に製材した。製材方法は、原木4本を心去り2丁取り、原木2本を心持ち1本、心去り2本の3丁取りで製材した。2丁取りは、髓を取り除くため、図-1に示す2つの方法（以下、2丁取り20、2丁取り50と記す）で製材した。3丁取りは、外側2本を心去り材、中心の1本を心持ち材とした。製材状況を写真-1に示す。なお製材時に、曲がりをとるための修正挽きを行った。

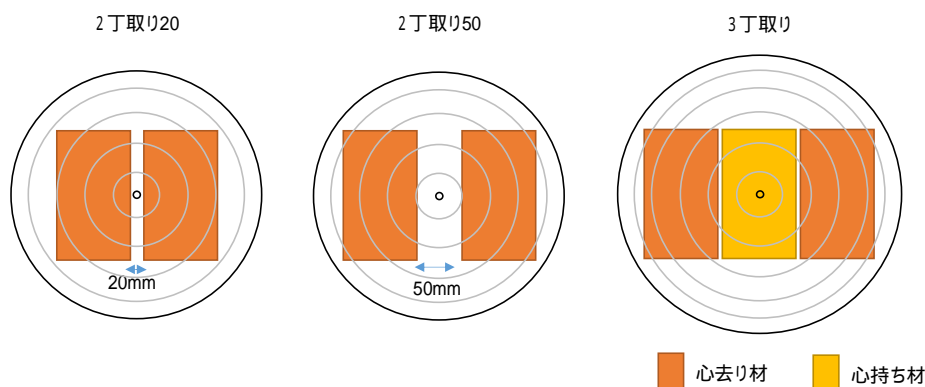


図-1 原木の木取り（2丁取り、3丁取り）

## 2) 乾燥試験

乾燥は、天然乾燥と高周波減圧乾燥を併用する工程とした。製材を令和4年10月に行い、令和5年1月に高周波減圧乾燥を行うまでの約4か月間、屋内で天然乾燥を行った。高周波減圧乾燥は、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、写真-2）を使用して目標含水率15%以下まで乾燥させた。高周波減圧乾燥の乾燥スケジュールを表-1に示す。これは昨年度の心去り平角材乾燥に使用したスケジュール<sup>1)</sup>を用いた。最初は、60 で1時間の蒸煮を行ったのち、真空設定を段階的に下げるようにした。また高周波加熱を行う時の材温設定は、乾球温度を上回るように設定した。乾燥開始から終了までの乾燥時間は、265時間とした。乾燥後に約1か月間の養生を行った。



写真-1 製材状況



写真-2 多機能木材乾燥機  
(高周波減圧乾燥機)

表-1 乾燥スケジュール

	真空設定		材温設定	乾球	湿球	IFファン 周波数 (Hz)	処理時間 (時間)	発振サイクル (min)	
	(kPa)	(torr)	( )	( )	( )			発振	発振停止
蒸煮設定	98.7	740	-	-	60	40	1	-	-
ステップ1	98.7	740	70	60	73	40	20	9	1
ステップ2	38.7	290	80	65	50	40	7	7	3
ステップ3	18.7	140	80	63	48	40	112	3	6
ステップ4	18.7	140	80	63	48	40	2	3	3
ステップ5	13.3	100	80	63	48	40	123	3	3

## 3) 材質試験

製材後、天然乾燥後、高周波減圧乾燥後、養生後の段階で以下の測定を行った。測定項目は、重量、寸法、 $E_r$ 、含水率、表面割れ、材中央部矢高である。含水率測定は、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。矢高は、長さ方向の材中央部で測定した（図-2）。表面割れは最大幅と長さを測定して面積を算出し、試験材ごとに集計した。養生後に元口及び末口から50cm

の位置で試験片を採取して全乾法による含水率及び内部割れの測定を行った。なお、乾燥、養生時は木表面を上にした。測定結果は、木取り及び心持ち・心去り材別に 2 丁取り 20、2 丁取り 50、3 丁取り心去り材、3 丁取り心持ち材の 4 つのグループに分けて比較した。

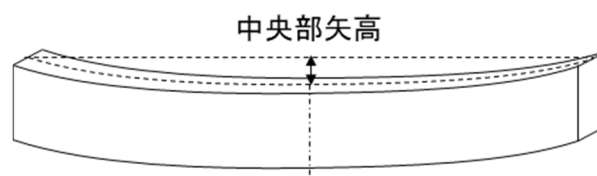


図-2 矢高の測定場所

### 3. 結果及び考察

表-2 に今回試験に使用した原木 6 本の測定結果を示す。2 丁取り原木の末口径は 43.7～48.3cm、3 丁取り原木の末口径は、62.1cm、62.6cm であった。

材質試験の結果を表-3 に示す。また乾燥時の含水率の推移を図-3 に示す。含水率は、全乾法から推計した値とした。乾燥前の含水率は、3 丁取り心去り材が最も高かったが、これは製材した 3 丁取り原木の含水率が、2 丁取りの原木に比べて高かったためと考えられる。同じ原木から製材した 3 丁取りでも、心去り材は心持ち材と比べて 1.8 倍の含水率であった。これは、一般的に心材部に比べ、辺材部の含水率が高い傾向にある影響と考えられる。高周波減圧乾燥後の含水率は、心持ち材がやや過乾燥になる仕上がりであったが、全ての材で含水率 15% 以下まで乾燥できた。養生後の含水率は、高周波減圧乾燥後と比較してやや増加した。

材中央部の最大矢高については、製材後は各グループ平均で 1.3mm～1.5mm で、ほぼ同じであった。天然乾燥後と高周波減圧乾燥後は、2 丁取り 20 が 2.9mm 17.6mm、2 丁取り 50 が 2.5mm 10.8mm、3 丁取り心去り材が 2.3mm 13.0mm、心持ち材が 1.3mm 4.0mm となり、高周波減圧乾燥の前後で大きく変化した。また、心去り材は心持ち材より大きな最大矢高を示した。特に 2 丁取り 20 は各グループ中で最大矢高が最も大きく、髓に近い製材ほど曲がりが大きくなる傾向があると思われた。なお、最大矢高が生じた面が長辺側だった試験材は 7 本、短辺側だった試験材は 6 本、長辺、短辺が同じだった試験材が 1 本あった。次に表面割れの測定結果を図-4 に示す。2 丁取り 50 の表面割れが最も小さく、心持ち材の表面割れが最も大きくなった。1 本あたりの割れ面積の合計は、心持ち材の養生後を除き 20cm<sup>2</sup> 以下となった。特に心持ち材は養生期間中に割れが大きくなった。これは、髓に近い材面に発生した表面割れが、養生期間中に大きくなったことが主な原因であった。全乾含水率測定時の断面で内部割れを確認した。写真-3～5 に養生後の元口側から 50cm で切断した断面の様子を示す。心去り材、心持ち材も全ての試験材で内部割れは発生していなかった。

表-2 原木測定結果

原木No	木取り	末口径 (cm)	元口径 (cm)	材長 (m)	曲がり矢高 (mm)	曲がり (%)	重量 (kg)	材積 (m <sup>3</sup> )	見かけ密度 (kg/m <sup>3</sup> )	$E_{tr}$ (GPa)
A	2丁取り20	43.7	53.7	4.13	19	4.4	562.8	0.769	732.0	5.6
B		45.4	55.3	4.16	19	4.2	581.0	0.828	701.8	5.5
C		48.3	58.5	4.14	27	5.8	595.8	0.925	644.1	4.7
D	2丁取り50	46.8	56.8	4.10	14	3.1	608.8	0.861	707.0	5.2
E		62.1	77.0	4.03	19	3.1	1355.3	1.531	885.4	4.0
F	3丁取り	62.6	77.5	4.28	34	5.6	1298.8	1.638	792.7	4.2

表-3 材質試験結果

(平均±標準偏差)

木取り区分	本数	含水率 (%)				最大矢高 (mm)			
		製材後	天然乾燥後	人工乾燥後	養生後	製材後	天然乾燥後	人工乾燥後	養生後
2丁取り20	4	54.5±2.0	29.5±0.4	10.7±1.5	11.8±1.3	1.4±1.1	2.9±0.9	17.6±6.2	16.4±6.3
2丁取り50	4	67.1±6.4	27.5±1.6	9.2±1.9	10.5±1.7	1.4±0.5	2.5±0.7	10.8±8.3	11.3±7.0
3丁取り心去り材	4	148.2±35.8	54.1±19.9	11.0±5.6	12.4±5.0	1.5±0.4	2.3±0.9	13.0±9.9	10.8±10.2
3丁取り心持ち材	2	83.3±12.2	29.0±1.1	6.4±0.3	8.2±0.6	1.3±0.4	1.3±0.4	4.0±2.8	5.8±1.1

木取り区分	本数	収縮率 (%)		密度 (kg/m <sup>3</sup> )		E <sub>tr</sub> (GPa)			
		長辺	短辺	製材後	養生後	製材後	天然乾燥後	人工乾燥後	養生後
2丁取り20	4	2.4±0.2	3.1±0.2	534.3±13.7	409.5±11.7	5.6±0.1	5.9±0.1	6.7±0.1	6.6±0.1
2丁取り50	4	2.9±0.4	2.9±0.3	522.5±21.1	367.7±26.3	5.3±0.4	5.7±0.4	6.5±0.4	6.4±0.4
3丁取り心去り材	4	3.3±0.8	3.3±0.8	691.9±76.1	336.6±11.7	4.9±0.7	5.1±0.6	5.5±0.5	5.7±0.2
3丁取り心持ち材	2	2.6±0.3	4.1±0.0	546.2±49.4	345.7±11.2	4.1±0.2	4.4±0.2	5.2±0.2	5.1±0.2

重量から推定  
製材後から養生後の収縮率

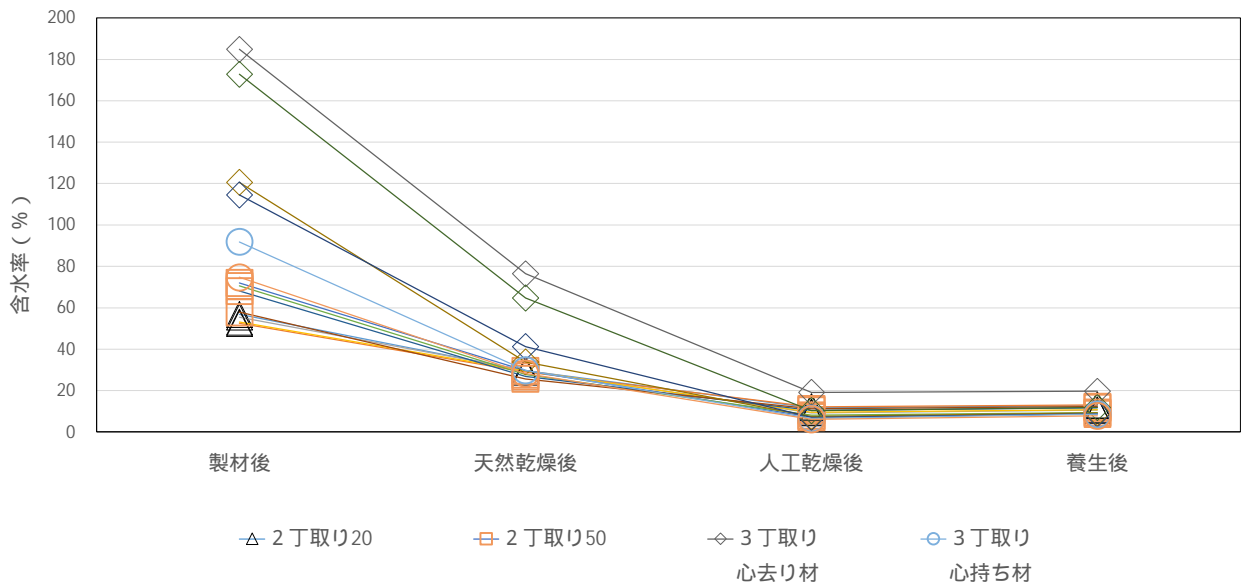


図-3 含水率測定結果

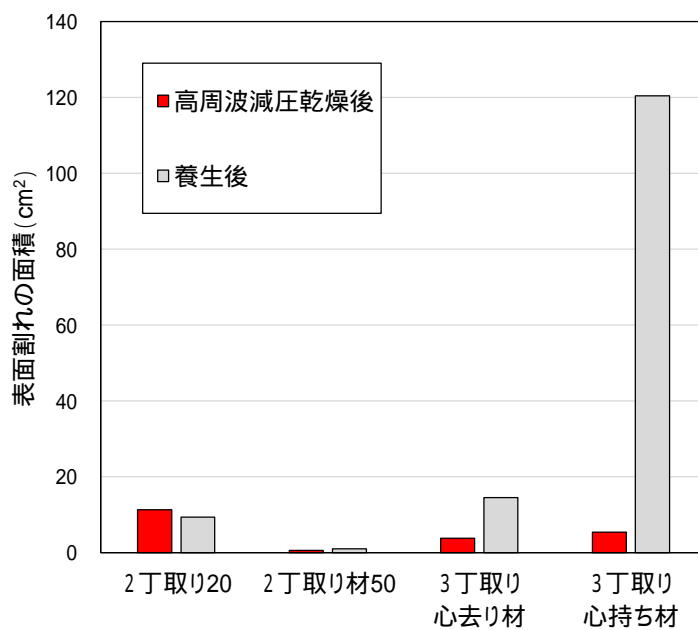


図-4 表面割れの面積



写真-3 2丁取り20の断面(養生後)



写真-4 2丁取り50の断面(養生後)



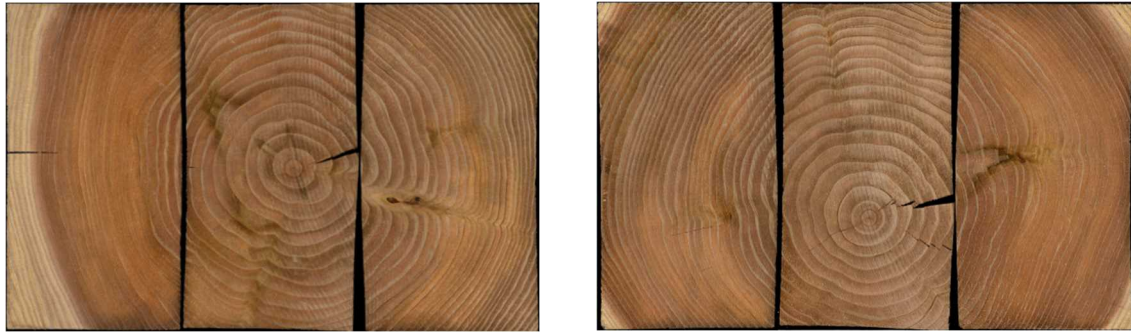


写真-5 3丁取りの断面（養生後）

#### 4.まとめ

今回は、昨年度に引き続き心去り平角材の高周波減圧乾燥試験を行い、2丁取りや3丁取りに木取りを変えた時の乾燥時の製材品質に与える影響を調べた。その結果、髓を20mm程度除いた場合に比べて、50mm程度除いた場合は、曲がり、表面割れが少なくなる傾向があったことから、髓を含む幅50mm程度除くことは、心去り平角材の品質向上につながると思われる。ただし、髓を除くことを優先すると製材歩留まりの低下が懸念されることから品質向上と製材歩留まりについてはさらなる検証が必要である。

また製材後に天然乾燥を実施することで、含水率を低下させることができた。天然乾燥時には大きな表面割れはなく、心去り材において人工乾燥の時間短縮のために天然乾燥を行うことは有効な方法であると言える。ただし、偏心して髓が残っていたり（写真-6）、表面近くに髓がある場合は、発生した表面割れが養生期間中に大きくなる傾向があったため、注意が必要である。



写真-6 髓が残っている心去り材

#### 謝辞

今回の試験にあたっては、大分県日田市上津江町の株式会社井上製材所に製材前の原木測定作業場の提供等でご協力いただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 豆田俊治：大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報 No.64, 33-40（令和3年）



## 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 末光 良一、河津 温子、城井 秀幸

### 1. 目的

大分県では主伐の増加に伴い再造林面積が増加している。現在、再造林にかかる費用を削減する施策の一つとして疎植造林が推進されているが、県内に低密度で植栽されたスギの材質については、まだ十分には解明されておらず、造林推進の不安材料の一つになっている。

本年度は、スギ品種や植栽密度が強度性能に与える影響を明らかにするため、立木の樹幹内部の強度分布を曲げ試験及び圧縮試験から検証した。

### 2. 試験方法

#### 1) 供試材

供試材は、昨年度に大分県玖珠郡九重町大字町田の地蔵原スギ品種・植栽密度比較試験地から伐採した県推奨品種のシャカイン及びヤマグチの1500本/ha植栽区、3000本/ha植栽区から各3本の計12本とした<sup>1)</sup>。立木1本を3m毎に玉切りした1番玉から4番玉(0.3～12.3m部位)について、髄及び中心を含む、厚さ60mmのまさ目板に製材加工し、室内で約5か月間(令和4年3月～8月)の天然乾燥を行った後、各番玉を長さ1mにカットし、髄を中心に樹皮側へ25×25×1000mmの直方体を作製した。直方体はさらに室内で約6か月間乾燥させた後、恒温恒湿器で温度 $20 \pm 2$ 、湿度 $65 \pm 3$ %の雰囲気中で標準状態の $12 \pm 1.5$ %にした。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、曲げ試験体の一部において、節等の欠点を完全に除去できなかったものも含まれる。試験後、曲げ試験体から全乾法による含水率の確認、圧縮試験体からは密度の測定を行った。

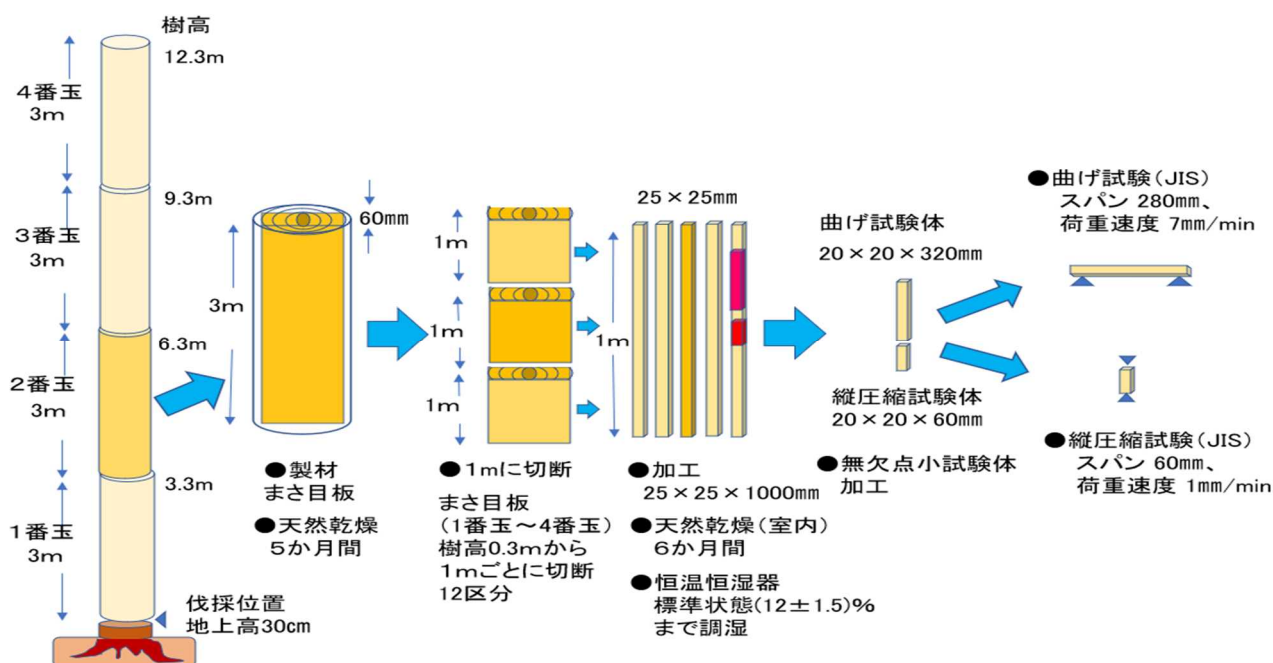


図-1 試験体の作製

## 2) 強度試験

### (1) 曲げ試験

曲げ試験は、日本産業規格（以下 JIS と記す）木材の試験方法（JIS Z2101：2009）15 曲げ試験に準じて行った。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。スパンは辺長の 14 倍の 280mm、荷重面はまさ目面（髄部分を除く）とし、破壊までの時間が 1 分以上となるよう荷重速度を 7 mm/min の一定とした。変位はストレインゲージ式変位形（株式会社東京測器研究所製 DDP-30A）を用い、スパン中央部両サイド 2 か所の平均値とした（写真-1）。

### (2) 縦圧縮試験

縦圧縮試験は、JIS 木材の試験方法（JIS Z2101：2009）10 縦圧縮試験に準じて行った。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）を用い負荷開始から 1 ~ 2 分で比例限度応力に到達するように荷重速度 1 mm/min で試験した（写真-2）。



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

曲げ試験、縦圧縮試験は、品種、植栽密度ごとに供試した立木 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）で比較検討した。なお、試験体の含水率は平均値 12.0%（標準偏差 1.10）、試験体数は表-1 のとおりである。

表-1 曲げ・縦圧縮試験体数

品種	植栽密度 (本/ha)	試験体数 (樹高別水平方向)												計
		12m	11m	10m	9m	8m	7m	6m	5m	4m	3m	2m	1m	
シャカイン	1500	17	20	20	20	21	20	23	22	23	25	25	28	264
	3000	15	14	15	16	15	16	17	18	20	21	21	23	211
ヤマグチ	1500	16	17	18	20	20	21	23	22	26	25	27	29	264
	3000	15	15	15	17	19	20	20	21	22	24	24	27	239
計		63	66	68	73	75	77	83	83	91	95	97	107	978

### 1) 曲げ試験

品種、植栽密度ごとの、樹幹内曲げヤング係数、曲げ強さの分布を図-2、図-3に示す。ただし、明らかに節等の欠点の影響があったと考えられる試験体57本についてはこの試験結果から除いた。

曲げヤング係数、曲げ強さとも、各樹高で髄付近の中心部で低く、樹皮方向に向け高くなる傾向を示した。また、植栽密度の違いでは3000本/ha植栽が1500本/ha植栽より高い傾向を示した。また、品種間比較ではシャカインが総じて高い値を示した。

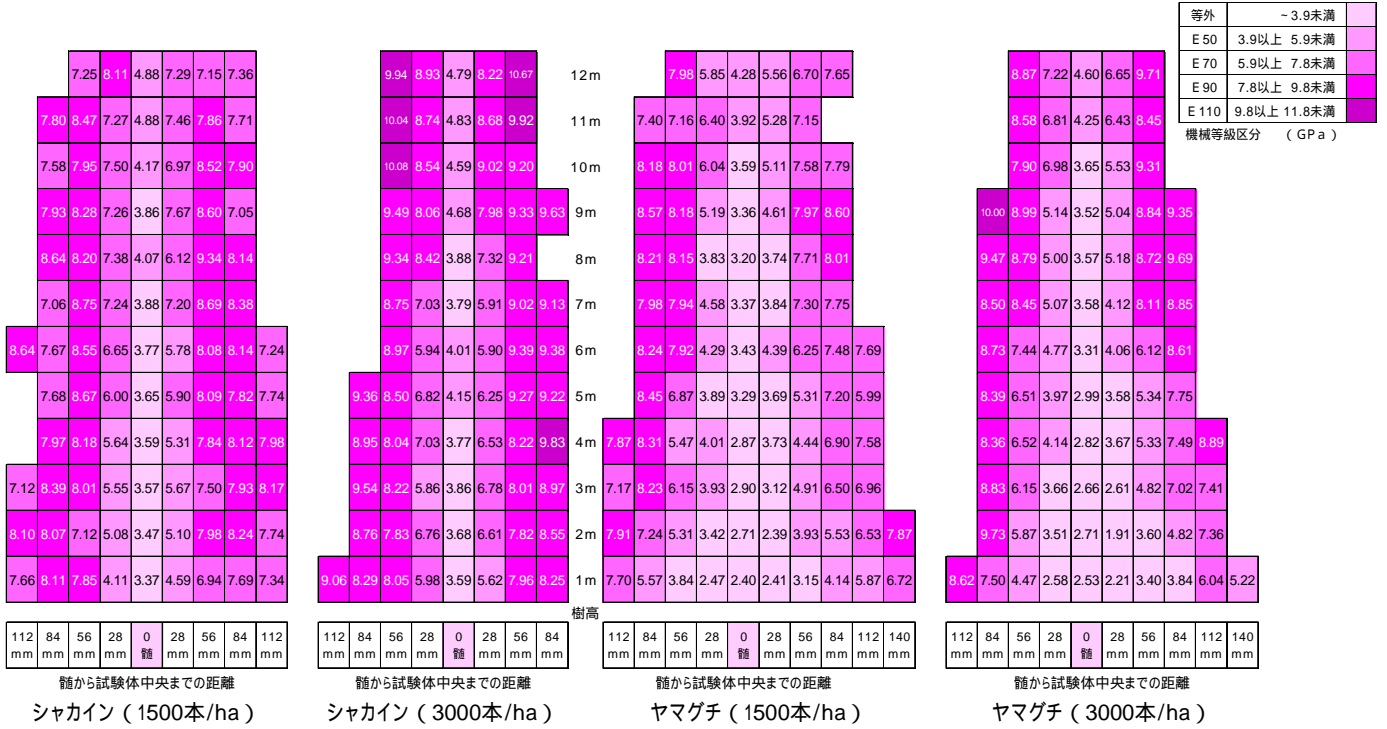


図-2 樹幹内曲げヤング係数の分布

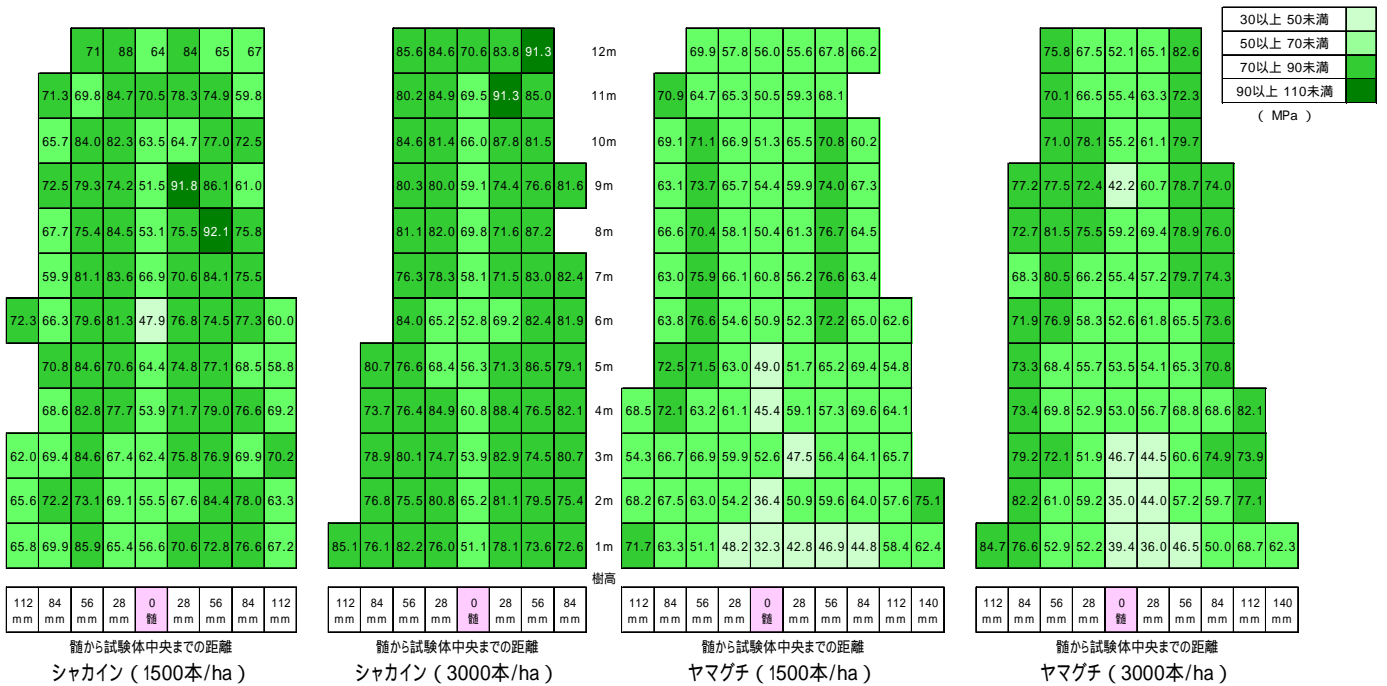


図-3 樹幹内曲げ強さの分布

次に曲げヤング係数と曲げ強さの関係を図-4に示す。シャカイン、ヤマグチとも植栽密度に関係なく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。このことから、ヤング係数の樹幹内分布を知ることで、樹木の強度を推定できることが示唆された。

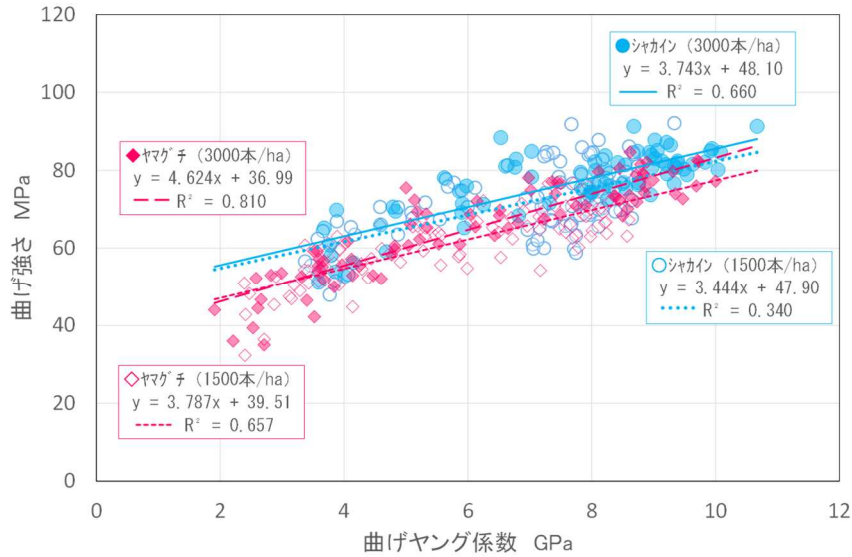


図-4 曲げヤング係数と曲げ強さの関係

## 2) 縦圧縮試験

縦圧縮強さの分布を図-5に、試験体の密度分布を図-6に示す。

縦圧縮強さも曲げ試験同様、髄付近の中央部が低く、樹皮方向に向け大きくなった後少し小さくなる傾向を示した。また、垂直方向については樹高が高い方が大きい傾向を示した。

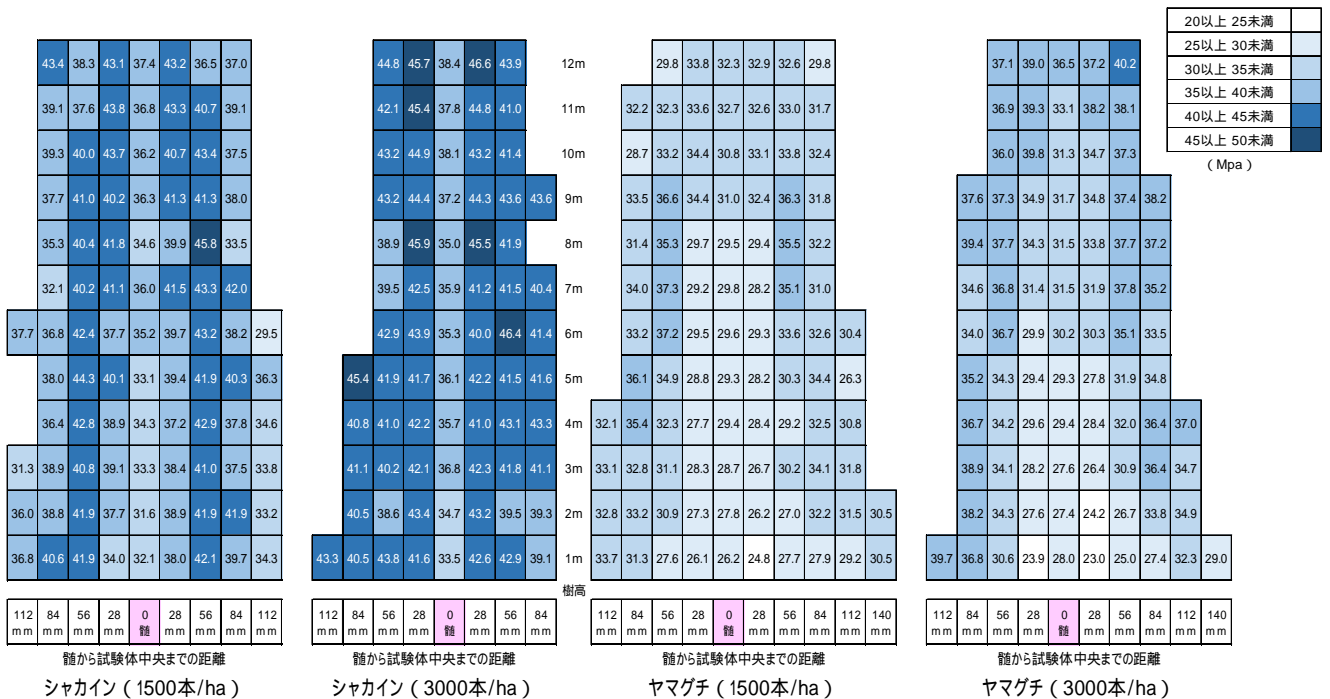


図-5 縦圧縮強さ分布

また、植栽密度の違いでは 3000 本/ha 植栽が 1500 本/ha 植栽より大きい傾向を示した。また、品種間比較ではシャカインが総じて大きい値を示した。

密度については、どの樹高でも髄付近の中心部が高い傾向を示す一方で、外層部付近で密度の低い部位が見られた。

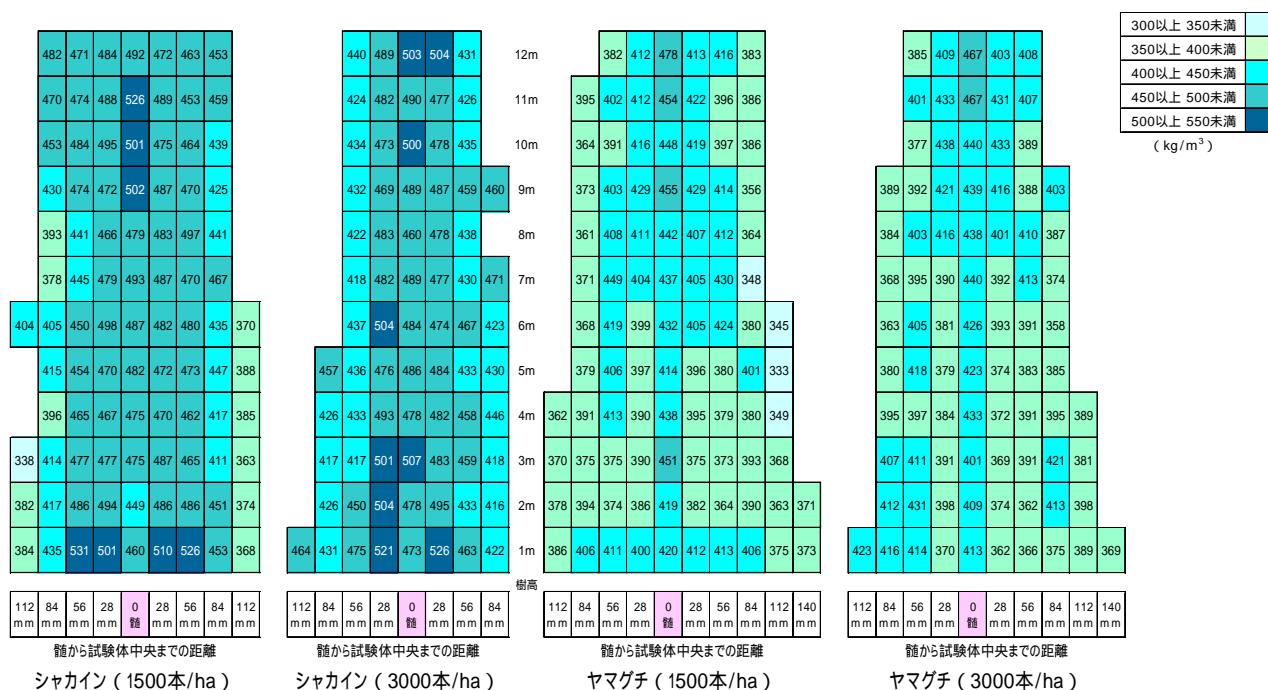


図-6 試験体の密度分布

#### 4. まとめ

スギの低密度植栽が強度性能に与える影響を明らかにするため、県のスギ推奨品種であるシャカイン、ヤマグチの低密度植栽 (1500 本/ha) と従来の一般的植栽密度 (3000 本/ha) で生育した立木の樹幹内部の強度分布を曲げ試験及び圧縮試験から検証した。その結果、曲げ強さ、圧縮強さとも 1500 本/ha の低密度植栽が従来の 3000 本/ha 植栽と比較して若干低い値を示した。しかし、その差は品種間の強度差と比較して小さく<sup>2)</sup>、1500 本/ha 程度の疎植造林による建築利用上への影響は小さいことが示唆された。

#### 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, No.64, 47-52
- 2) 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, 37-54(平成18年)

# 関連事業

## 成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発 (戦略的プロジェクト研究推進事業)

平成 30 年度～令和 4 年度  
森林チーム 松本 純

### 1. 目 的

エリートツリー等特定母樹や早生樹は初期成長に優れ、下刈回数の削減やシカに被害されない高さへの早期到達等、成長の早さが造林のコスト低減につながるものと期待されている。しかしながら、成長は立地環境に大きく左右されるため、成長が発揮できる場所や最適な施業技術など明らかにすべき課題は多い。これを受けて、農林水産省では平成 30 年度から戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発 (18064868)」を立ち上げ、大分県を含む九州を中心とした参画県が成長に資する苗木の成長について共同で研究を進めている。大分県では、上記事業を活用して特定母樹を中心としたスギ品種の植栽試験を実施しており、今年度は品種毎の成長比較を行ったので報告する。

### 2. 調査地及び方法

平成 31 年 3 月に林業研究部内試験林（以下、部内と記す）及び林業研究部天瀬試験地（以下、天瀬と記す）に、特定母樹を中心としたスギ品種並びにコウヨウザンを植栽した試験地を設定した。試験地における植栽配置は図-1、植栽品種等の概要は表-1 のとおりである。植栽密度は部内は 1.5×1.5m (4,400 本/ha)、天瀬は 1.4×1.5m 間隔 (4,700 本/ha) とした。調査は成長休止期の令和 3 年 11 月に行い、3 年生時の樹高と根元径を測定した。天瀬の林縁部に植栽した県日田 15 号 (図-1) については、日光がほとんど当たらない環境で同一品種における他の反復と比較して成長が著しく悪かったため棄却した。同一試験地における品種間で平均樹高、形状比、樹冠幅について比較を行った。樹高及び樹冠幅における有意差の有無 (p<0.05) は Tukey-Kramer による多重比較にて検討した。

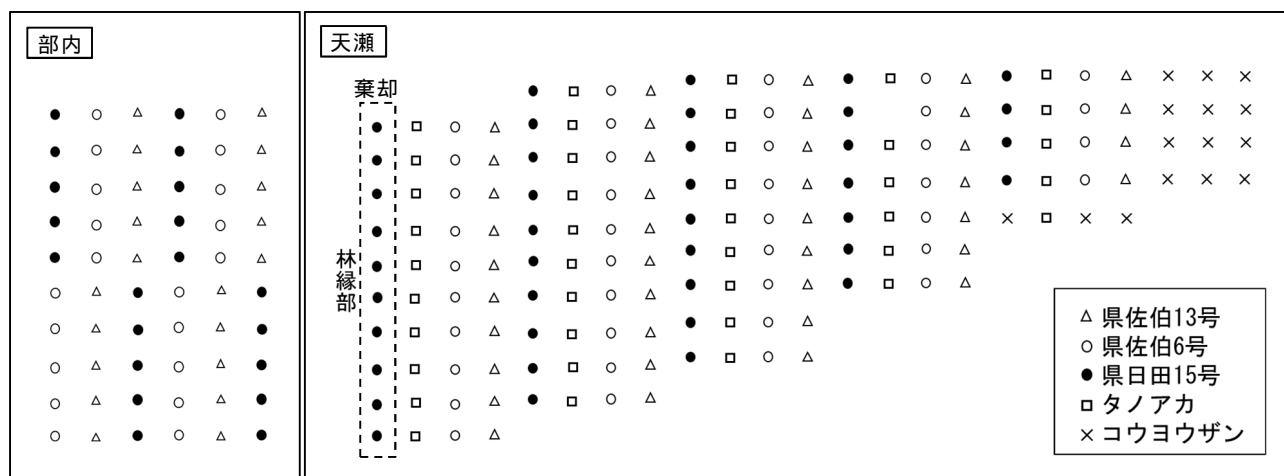


図-1 各試験地の植栽配置



表-1 調査地及び調査結果の概要

場所	品種 樹種	測定本数 (本)	平均樹高±SD (cm)	平均樹冠幅±SD (cm)	平均根元径±SD (mm)	平均 形状比
部内	県佐伯13号	20	486.3 ± 29.6 a	153.5 ± 6.9 b	10.9 ± 0.7	44.8
	県佐伯6号	18	446.2 ± 24.7 b	161.9 ± 8.8 a	9.9 ± 0.6	45.1
	県日田15号	18	512.6 ± 33.7 c	164.4 ± 10.1 a	10.0 ± 0.8	51.3
天瀬	県佐伯13号	40	251.2 ± 35.8 ab	112.0 ± 14.9 c	43.5 ± 7.4	58.2
	県佐伯6号	37	231.6 ± 37.4 b	127.4 ± 18.8 b	45.5 ± 8.4	51.4
	県日田15号	30	250.9 ± 37.8 ab	115.8 ± 14.8 bc	38.4 ± 6.5	65.6
	タノアカ	39	256.1 ± 39.3 a	76.5 ± 15.5 d	39.5 ± 8.2	66.0
	コウヨウザン	15	259.5 ± 37.4 ab	185.0 ± 24.4 a	54.5 ± 10.2	48.3

品種樹種欄の「コウヨウザン」は樹種、ほかはスギ品種を示す。

SDは標準偏差を示す。

平均樹高±SD並びに平均樹冠幅±SD内のアルファベットは検定による有意差の有無(p<0.05)を示す。

### 3. 結果及び考察

試験地における各品種の平均樹高を図-2に示す。部内に植栽したスギの樹高は、天瀬に植栽した同一品種と比較して大きな差が生じた。部内に植栽した品種について品種間の成長を比較したところ、県日田15号が最も樹高が高かった。また、各品種間で5%有意水準による有意差が認められた(表-1)。天瀬ではコウヨウザンの樹高が最も高く、次いで在来品種であるタノアカが成長が良かった。有意差は最も成長の低かった県佐伯6号とタノアカ間でのみ認められた(表-1)。本試験地におけるコウヨウザンは、特定母樹である3品種と同程度の成長だった。在来品種であるタノアカも特定母樹と同程度の成長を示しており、在来品種の中にも成長に優れた品種が存在することが示唆された。

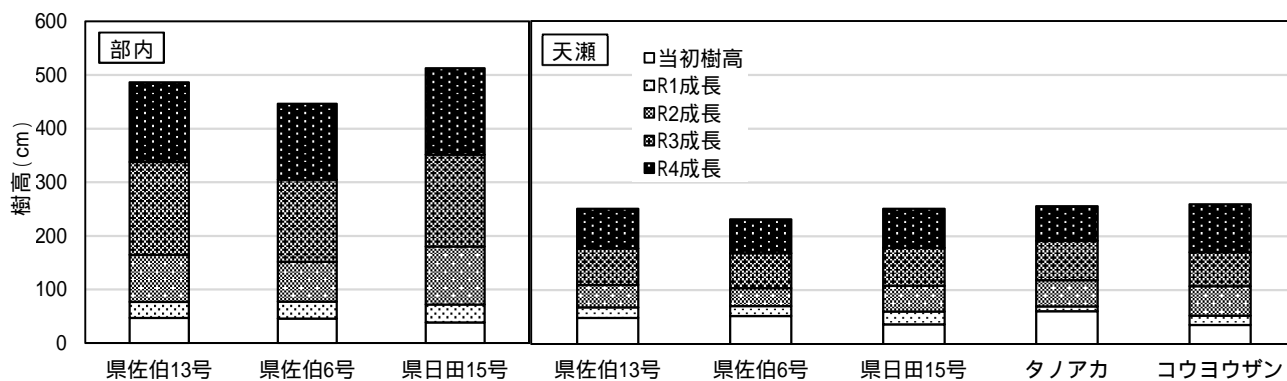


図-2 樹種・品種別の樹高及び年別成長量

試験地における各品種の形状比の推移を図-3に示す。一般的に、スギの形状比は成長するにつれて50~70程度に収束すると言われている。4年目において全ての樹種・品種が形状比70を下回った。天瀬の林分では3年生まではタノアカにおいて形状比が80を上回っていたが、4年目に形状比が大きく低下したものの全品種で最も形状比が高かった。県日田15号は県佐伯6号、13号よりも部内並びに天瀬の両方で高い形状比で推移しており、2品種と比べて形状比が高くなる傾向がある可能性がある。

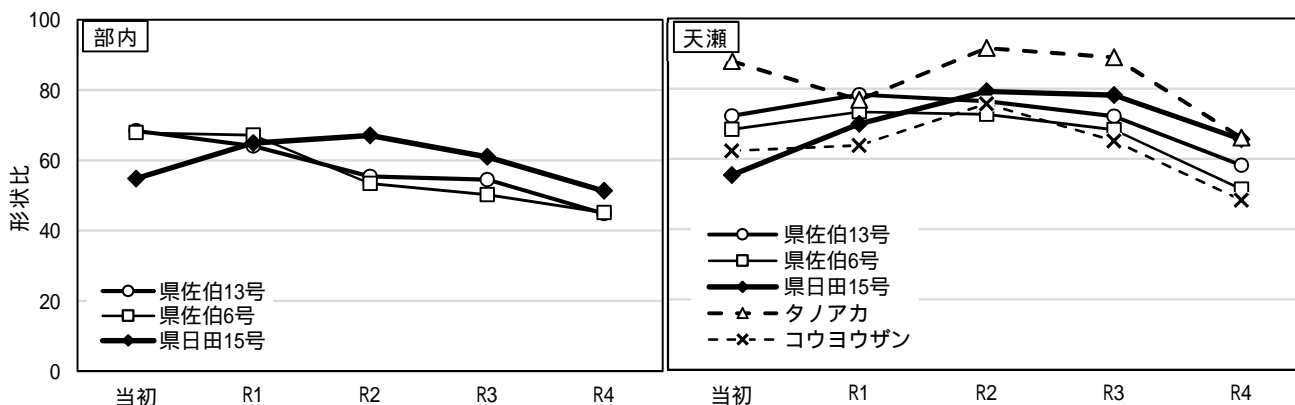


図-3 樹種・品種別の形状比の推移

試験地における各品種の樹冠幅を図-4に示す。部内の品種では県佐伯13号の樹冠幅が小さく、県佐伯6号・県日田15号間との有意差も認められた(表-1)。県佐伯6号と県日田15号間での有意差は認められず、ほぼ同程度の数値を示した。天瀬ではコウヨウザンの樹冠幅が高く、タノアカが最も低い結果となり、各品種との有意差も認められた(表-1)。県佐伯6号、県佐伯13号は県日田15号との間で有意差が認められず(表-1)、部内と異なる結果となった。その理由として、本試験地は植栽間隔が1.5mであり、部内の個体は樹冠幅の平均値が1.5mを超えていたことから樹冠が閉鎖していた可能性がある。

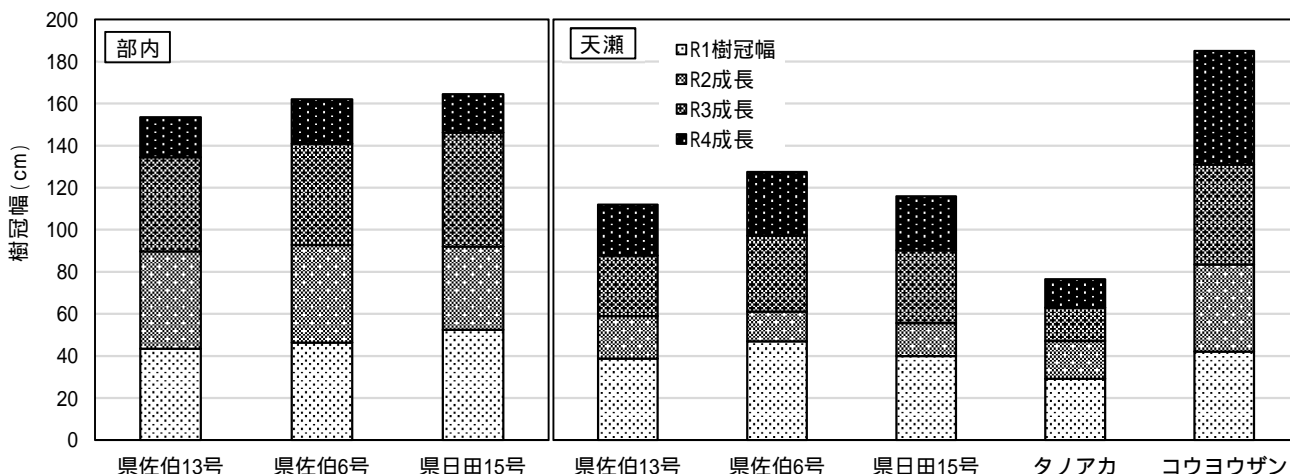


図-4 樹種・品種別の樹冠幅

今回の植栽後4年間における成長比較では、多くの要素で樹種・品種間差が認められ、品種別の傾向が見えてきた。今後も他の試験地及び他県の情報も収集しながら品種の評価を行う予定である。

#### 4. その他

本研究は農林水産省による戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発(18064868)」による支援を受けた。

## 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4年度

森林チ - 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 及び対照系統、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 4 年 12 月 7 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

天瀬試験地及び林業研究部場内試験地において精英樹 A 及び対照 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 4 年 5 月 24 日に、雌花用は令和 4 年 8 月 1 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 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 5 年 2 月 1 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	5 : 着生範囲が広く、着生量が非常に多い
	・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	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
人工着花	個体あたり2本以上評価	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。精選前の球果あたりの種子数は精英樹 A ( ) × 精英樹 G

( )が64.4粒と最も多く、精選後は精英樹A( )×在来品種I( )が36.5粒と最も多かった。また、精選後の球果あたりの種子重量は精英樹A( )×在来品種K( )が0.09gと最も多かった。発芽率は、精英樹A( )×在来品種K( )が40.3%と最も高かった。今年度の結果では3組合せにおいて精選後の発芽率が10%を下回っており、その原因として交配を行った令和3年度は精英樹Aの花粉量が少なかつたことや、交配した枝において、採種時に種子にカビが発生していたことが考えられた。

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A ×	精英樹D	47.4	23.7	0.06	4.7%
	エリートツリーH	64.4	19.9	0.06	7.3%
	在来品種I	45.0	36.5	0.08	19.0%
	在来品種K	46.6	21.7	0.09	40.3%
	精英樹P	37.0	21.2	0.05	3.3%

## 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Aにおける雄花着花量の平均評価値は人工着花で1.6、自然着花で2.4を示した。雌花着花量の平均評価値は人工着花で1.0、自然着花で2.2を示した。

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多い傾向にあった。4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A	1.6	2.4	1.0	2.2
精英樹D	1.7	1.0	2.3	1.0
精英樹L	1.3	1.0	2.0	1.0
精英樹M	2.3	3.0	1.3	3.0
精英樹N	2.5	4.4	2.3	3.0
精英樹O	1.3	1.8	2.0	1.6
精英樹P	1.0	1.0	3.0	1.0
精英樹Q	1.0	1.0	3.0	1.2
精英樹R	2.3	1.0	2.2	1.0

## 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) 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4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4年11月中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4.8%（令和3年1.3%）、B判定が26.1%（同17.6%）、C判定が35.6%（同43.1%）、D判定が33.5%（同38.0%）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）とD判定（雄花着生無し）の割合が低くなった。

品種別では、実生、ヒノデ並びにコバノウラセバルとヤマグチは雄花が多く、一方、ヤブクグリ、イワオ等は少なかった。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4年度は3,796個/m<sup>2</sup>となり、令和3年度の2,221個/m<sup>2</sup>に比べて多くなると推定された。

表-1 令和4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 (F)	推定雄花数(G)	
			A	B	C	D	合計				R 4	R 3
1	三光村-1	ヤブクグリ	0	0	15	25	40	150	0.00	150	557	38
2	耶馬溪-1	ヤマグチ	0	18	14	8	40	1,040	0.00	1,040	3,813	2,208
3	山国-2	ヤマグチ	0	15	19	6	40	940	0.00	940	3,449	2,062
4	宇佐-1	ヤブクグリ	0	0	3	37	40	30	0.00	30	113	0
5	安心院-1	実生	38	2	0	0	40	3,900	0.95	7,605	27,522	11,376
6	院内-2	ヤマグチ	0	40	0	0	40	2,000	0.00	2,000	7,302	2,683
7	日田-1	アヤスギ	0	0	34	6	40	340	0.00	340	1,256	852
8	日田-3	ヒノデ	0	6	17	17	40	470	0.00	470	1,732	7,157
9	日田-6	ウラセバル	0	16	24	0	40	1,040	0.00	1,040	3,813	1,182
10	天瀬-1	ヤブクグリ	0	4	33	3	40	530	0.00	530	1,952	1,109
11	大山-3	ヒノデ	0	40	0	0	40	2,000	0.00	2,000	7,302	5,705
12	前津江-2	コバノウラセバル	0	38	2	0	40	1,920	0.00	1,920	7,012	4,832
13	中津江-1	アヤスギ	0	0	6	34	40	60	0.00	60	224	446
14	上津江-3	リュウノヒゲ	0	8	25	7	40	650	0.00	650	2,391	852
15	玖珠-4	ヤブクグリ	0	0	17	23	40	170	0.00	170	631	594
16	中津江-3	ウラセバル	0	7	25	8	40	600	0.00	600	2,208	1,476
17	九重-4	イワオ	0	8	24	8	40	640	0.00	640	2,354	38
18	九重-7	ヤブクグリ	0	0	4	36	40	40	0.00	40	150	224
19	湯布院-1	ヤブクグリ	0	1	0	39	40	50	0.00	50	187	925
20	直川-2	ナオミアオ	0	6	23	11	40	530	0.00	530	1,952	668
計			38	209	285	268	800			総計	75,920	44,427
割合			4.8%	26.1%	35.6%	33.5%	100.0%			平均	3,796	2,221

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(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4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、令和元年～令和4年に採取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4年度の発芽鑑定は、ヒノキ4件、クロマツ4件、コウヨウザン2件の計10件について調査を行った(表-1、表-2)。発芽鑑定は、令和5年1月13日から開始し、ヒノキ及びクロマツは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、クロマツは14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4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	R1	ヒノキ	自然乾燥	竹田市萩町柏原(県営採種園)
2	R2	ヒノキ	自然乾燥	"
3	R3	ヒノキ	自然乾燥	"
4	R4	ヒノキ	自然乾燥	"
5	R1	抵抗性クロマツ	自然乾燥	日田市大字有田林業研究部内(県営採種園)
6	R2	抵抗性クロマツ	自然乾燥	"
7	R3	抵抗性クロマツ (乾燥)	自然乾燥+人工乾燥 (50℃, 48時間)	"
8	R4	抵抗性クロマツ	自然乾燥	"
9	R3	コウヨウザン	購入(樹苗協)	
10	R3	コウヨウザン	購入(大分県)	

### 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10.3~27.0%、クロマツ4件では68.2~92.0%、コウヨウザン2件では32.0~33.3%であった。クロマツはヒノキに比べて発芽が著しく良好であった。

ヒノキ及びクロマツ共に採取年の違いによって発芽率に差異が認められた。ヒノキは令和2年度及び令和4年度は発芽率が低かったのに対し、令和元年度及び令和3年度の種子は比較的良好な発芽を示した。クロマツは令和3年度は発芽率が低かったのに対し、令和元年度及び令和4年度の種子は良好な発芽を示した。

表-2 令和4年度種子発芽鑑定調査の結果

番号	樹種	採取年	供試量 (g)	純度 (%)	1gあたり 粒数(粒)	発芽率 (%)	発芽勢 (%)	発芽効率 (%)
1	ヒノキ	R1	5.255	98.4	479	23.0	9.0	22.6
2	ヒノキ	R2	5.165	98.4	608	10.8	6.5	10.6
3	ヒノキ	R3	5.323	98.6	452	27.0	10.5	26.6
4	ヒノキ	R4	5.340	97.1	538	10.3	5.0	10.0
5	抵抗性クロマツ	R1	10.377	99.9	52	92.0	90.0	91.9
6	抵抗性クロマツ	R3	10.739	96.9	58	74.0	73.8	71.7
7	抵抗性クロマツ (乾燥)	R3	11.288	99.9	57	68.3	68.0	68.2
8	抵抗性クロマツ	R4	10.743	98.7	53	81.3	80.5	80.2
9	コウヨウザン	R3	5.104	99.7	142	32.0	23.0	31.9
10	コウヨウザン	R3	5.198	99.5	126	33.3	22.0	33.1

1gあたりの粒数の算出にあたっては、ヒノキは約1g、クロマツは約10g、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4年度  
森林チーム 飯田 和彦、高部 研一  
井上 克之

### 1. 維持管理

令和4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。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4年度  
森林チーム 飯田 和彦、高部 研一  
井上 克之

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

研究成果の公表

研修・普及等

技術指導・支援等の活動

予算

職員配置

# 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
R4.11.24	円形密度試験地から見た林冠閉鎖のタイミング	松本 純	戦略プロジェクト研究推進事業(成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発)推進会議	オンライン
R5.3.16	木質構造の大規模化に伴う構造実験に用いる試験体縮小の影響 -モーメント抵抗接合部の場合の検討-	山本 幸雄	第73回日本木材学会大会	福岡県

### 2) ポスター発表

年月日	題目	発表者	発表会名	会場
R4.10.14 ~10.21	システム収穫表を活用した樹冠状況の推定について	松本 純	第78回九州森林学会大会	オンライン
R4.10.14 ~10.21	スギ特定母樹コンテナ苗の発根速度における品種間差	加藤 小梅 安部 暖美	第78回九州森林学会大会	オンライン
R5.3.25 ~3.27	低密度植栽にて生産した木材の節の状況	松本 純	第134回日本森林学会大会	オンライン
R5.3.25 ~3.27	九州での広域多点調査から見えた植栽後10年間のスギ人工林の変化	河津 温子 高宮 立身 松本 純	第134回日本森林学会大会	オンライン

### 3) 学会誌及び専門誌への投稿

執筆者	題目	発表誌名又は投稿誌名	号 項
蔵原 正秀	大分県	各都道府県の林業・林産業と遺伝育種の関わり(森林遺伝育種学会)	2022.4.25 発行
山本 幸雄	高温乾燥された針葉樹構造用製材の平衡含水率と強度性能の関係	木材工業	2022年5月号(第77巻第5号通巻902号)
古曳 博也	大分県農林水産研究指導センター林業研究部への聞き取り調査	令和4年度大径材製品等おおい材販路確立事業実施報告書	令和5年1月
山本 幸雄	「品質・性能を確保した乾燥材の供給に向けた技術資料の作成および普及」報告書(令和3年度木材製品の消費拡大対策のうちCLT建築実証支援事業のうちCLT等木質建築部材技術開発・普及事業)	一般社団法人 全国木材組合連合会	令和5年2月
山本 幸雄	品質の確かな人工乾燥材の生産にむけて	一般社団法人 全国木材組合連合会	令和5年2月
山本 幸雄	「構造用製材の含水率の変化が強度に及ぼす影響の検証」報告書(令和4年度建築用木材供給・利用強化対策のうちCLT・LVL等の建築物への利用環境整備事業のうちCLT・LVL等を活用した建築物の低コスト化・検証等事業)	一般社団法人 全国木材組合連合会	令和5年3月
古曳 博也	スギ大径材の有効利用技術の開発	公立林業試験研究機関研究成果集	No.20(2023.3)
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	林野庁革新的造林モデル事例集	2023(令和5)年3月
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	林野庁革新的造林モデル事例集	2023(令和5)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4年度(第51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5年1月31日に開催しました(参加者49名)。

### 【研究発表】

大分県に適した早生樹の苗木生産・育林技術の開発	森林チ - ム	主任研究員	青田 勝
スギ・ヒノキサシ木苗の生産向上に関する研究	森林チ - ム	研究員	加藤 小梅
長大スパンに対応する接着重ね材の開発	木材チ - ム	主幹研究員	山本 幸雄

## 3. 刊行物等の発行

名 称	配付先	発行部数
令和3年度林業研究部 年報(第64号)	県内外の試験研究機関等	200部
林研だより(第84号)	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
上席主幹研究員 古曳 博也	第35回研究功績賞	全国林業試験研究機 関協議会	R5.1.17	大分県産木竹材の用途 開発に関する研究



## 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
R4.8.27	企業技術研修「椅子張りの基礎技術」	家具産業関係者等	林業研究部	24

#### 2) 一般県民等への研修

年月日	研修内容	対象者	場所	人数
R4.12.4	林業研究特別講演会「スギ材の多機能性（人の心理生理応答・抗ウイルス効果）と需要拡大に向けて」	一般	日田市民文化会館パトリア日田	182

### 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
R4.6.28	大径材有効活用について	末光 良一 古曳 博也	日田郡森林組合	14
R4.10.24	フォレストワーカー（3年目）集合研修「木材の特性」	末光 良一	(公財)森林ネットおおいた	15
R4.10.26	苗木生産初心者研修	加藤 小梅	(公財)森林ネットおおいた	7
R4.11.4	苗木研修会	松本 純	大分県樹苗生産農業協同組合	28
R4.12.9	特定母樹の特性と品種等について	松本 純	大分県樹苗生産農業協同組合	26

#### 2) 普及員への講義

派遣日	内容	講師名	主催/場所	人数
R4.6.10	林業普及技術等習得研修（林業一般）	青田 勝	大分県/大分県庁舎	12
R4.11.1 R4.11.2	試験研究機関における実践研修・林業全般基礎（後期）	亀井 淳介 末光 良一 古曳 博也 山本 幸雄 豆田 俊治 飯田 和彦 青田 勝 松本 純 加藤 小梅	大分県/[1日目]日田市内山林、木材加工場等 [2日目]林業研究部	9
R5.2.27	スギ大径材利用に関する研修会	亀井 淳介 芦原 義伸 末光 良一 古曳 博也 豆田 俊治	大分県/大分県庁舎	38

#### 3) 学生への講義

派遣日	内容	講師名	主催/場所	人数
R4.5.24 R4.8.29 R4.12.26	大分県立農業大学校講義	飯田 和彦	大分県立農業大学校	53
R4.10.19	大分県立日田林工高等学校インターンシップ研修	飯田 和彦 古曳 博也	大分県立日田林工高等学校/林業研究部	1

R4.11.9	家具強度試験について	山本 幸雄	大分県立芸術文化短期大学 協同組合日田家具工業会 大分県産業科学技術センター	13
---------	------------	-------	--	----

## 4)その他への講義

派遣日	内容	講師名	主催/場所	人数
R4.9.9	林業種苗生産事業者講習会	青田 勝 加藤 小梅	大分県/大分県林業会館新館	27
R5.3.24	林業全般高度化研修	末光 良一	大分県/大分県庁舎	15

## 3. 視察受け入れ

視察日	内容	視察者・団体	人数
R4.6.10	早生樹等の試験研究について	愛知県農林基盤局林務部林務課 愛知県森林・林業技術センター	7
R4.7.4	大分方式乾燥材等について	鳥取県木材協同組合連合会 鳥取県林業振興課	4
R4.11.13	県林業試験研究機関視察(全国育樹祭)	農林水産副大臣野中氏、林野庁長官織田氏ほか関係者	9
R4.11.14	大分県における早生樹に関する取り組み状況について	津口財産区議会議員、世羅町役場財産区担当職員	6
R4.12.15	令和4年度若手研究員研修	農林水産研究指導センター、県試験研究機関 連携会議構成機関(35歳以下研究員)他	18
R5.2.15	旧日田産業工芸試験所試作品調査	アトリエとき代表相良氏、他3名(東北工業 大学委託)	4

## ・年度別視察の状況(平成23年度~令和4年度)

年度	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	累計
件数	7	2	6	5	6	13	10	6	7	5	4	6	77
人数	50	22	16	74	39	125	137	52	69	43	40	48	715

## 4. 講座の開催

林業研究部が取り組む、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	対象・人数
R4.10.22 ~10.23	大分県農林水産祭「おおいたみのりフェスタ」 早生樹等見本展示、木工作教室(小学生対象)	別府公園	一般・350名 小学生・49名
R4.10.29 ~10.30	第11回日田市工業展	パトリア日田	一般・107名
R4.11.13	第45回全国育樹祭式典行事「おもてなし広場」	昭和電工武道スポーツ センター 屋外テント	一般・146名
R4.12.5	第13回日田の木と暮らしのフェア	パトリア日田	一般・77名

## 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	H30	R1	R2	R3	R4	令和4年度の主要な指導内容
林家	56	50	35	19	54	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	315	350	270	263	263	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	43	10	46	31	62	生育不良・林業全般・含水率測定
学生	92	86	58	56	67	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	260	204	130	338	351	鑑定採取・視察依頼・加飾技法・樹種特性・依頼試験
計(人)	766	700	539	707	797	

### 2. 研究成果の主要な現地移転

研究成果	コウヨウザンとスギの成長比較とツリーシェルターによる獣害対策
移転の内容	樹高成長及び根元径の比較・獣害等の被害状況を踏まえ、植栽特長と獣害対策についてを普及推進
移転先	森林所有者・森林組合・樹苗生産農業協同組合
移転の手法	研究報告書等

### 3. 企業支援

#### 1) 技術相談・技術指導

年度	H30	R1	R2	R3	R4	主要な指導内容
件数	173	131	156	131	144	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	H30	R1	R2	R3	R4	主要な訪問先
件数	46	37	54	44	53	森林組合、家具・工芸製造企業、製材所、その他

#### 3) 依頼試験

年度	H30	R1	R2	R3	R4	主要な試験内容
件数	44	22	29	28	9	・木構造接合部の各種強度試験
試験金額(円)	850,095	741,479	1,620,401	1,742,138	908,729	・木製家具等の各種強度試験

#### 4) 機械貸付

年度	H30	R1	R2	R3	R4	主要な貸付機械
件数	593	569	396	298	180	自動一面鉋盤、スライドソー、ユニバーサルサンダー、他
貸付金額(円)	658,950	354,660	316,240	208,100	136,240	

## 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	1,103
	継続	スギ・ヒノキサシ木苗の生産性向上に関する研究	R3～R5	県単	819
	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	635
	継続	成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発 (戦略的プロジェクト研究推進事業)	H30～R4	外部資金	429
	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	54
	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)					3,075
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	1,236
	継続	長大スパンに対応する接着重ね材の開発	R2～R4	県単	1,233
	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	1,183
	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	2,112
試験研究費(2)					5,764
1.試験研究費(1)+(2)					8,839
2.企画指導費等					861
3.見本園管理費等					525
4.管理運営費等					20,020
合 計					30,245

## 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 幸孝	部の管理、運営の総括調整
	主事	後藤 綾乃	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)	飯田 和彦	森林チームの総括
	主任研究員	青田 勝	森林保護、苗木生産・育林技術
	研究員	松本 純	育林・経営、疎植造林
	研究員	安部 暖美	林木育種、さし木苗の生産性向上
	研究員	加藤 小梅	特用林産、林木育種
	農業技術員	高部 研一	試験研究の業務補助
木材チーム	上席主幹研究員(チームリーダー)	末光 良一	木材チームの総括
	上席主幹研究員	古曳 博也	大径材有効利用技術、木質バイオマス
	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、木材加工
	研究員	河津 温子	材質特性、木材保存
	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.65 2023

---

令和 5 年 9 月発行

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ス大分