

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

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 －		
スギ・ヒノキさし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・ヒノキさし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

II 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

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

IV 研修・普及等	-----	61
-----------	-------	----

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

VI 予算	-----	64
-------	-------	----

VII 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

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、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¹⁾。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。低密度植栽とはほぼ同義）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²⁾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臼杵 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

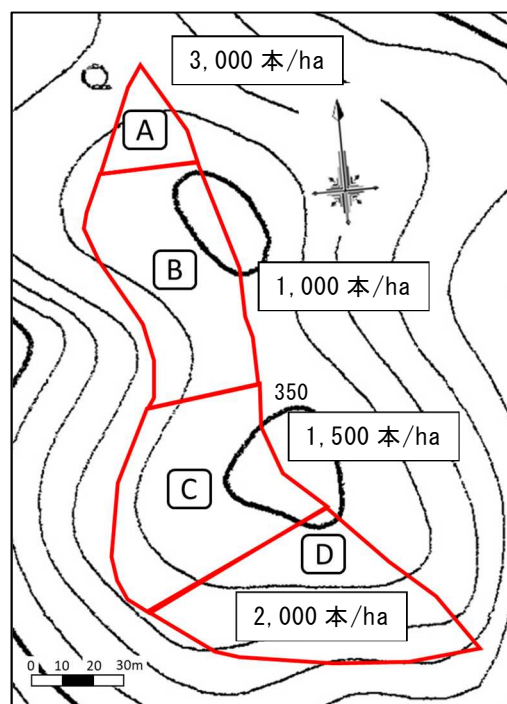


図-1 試験地配置図

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
		県西臼杵4号	B, C, D	39	259.5 ± 44.5	57.2 ± 13.6	46.6
		九育2-136	B, C, D	67	196.0 ± 43.3	37.2 ± 11.8	54.4
	エリートツリー	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	87.3
		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臼杵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。

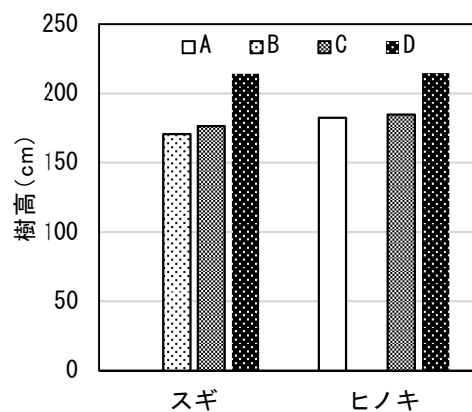


図-2 植栽区別平均樹高

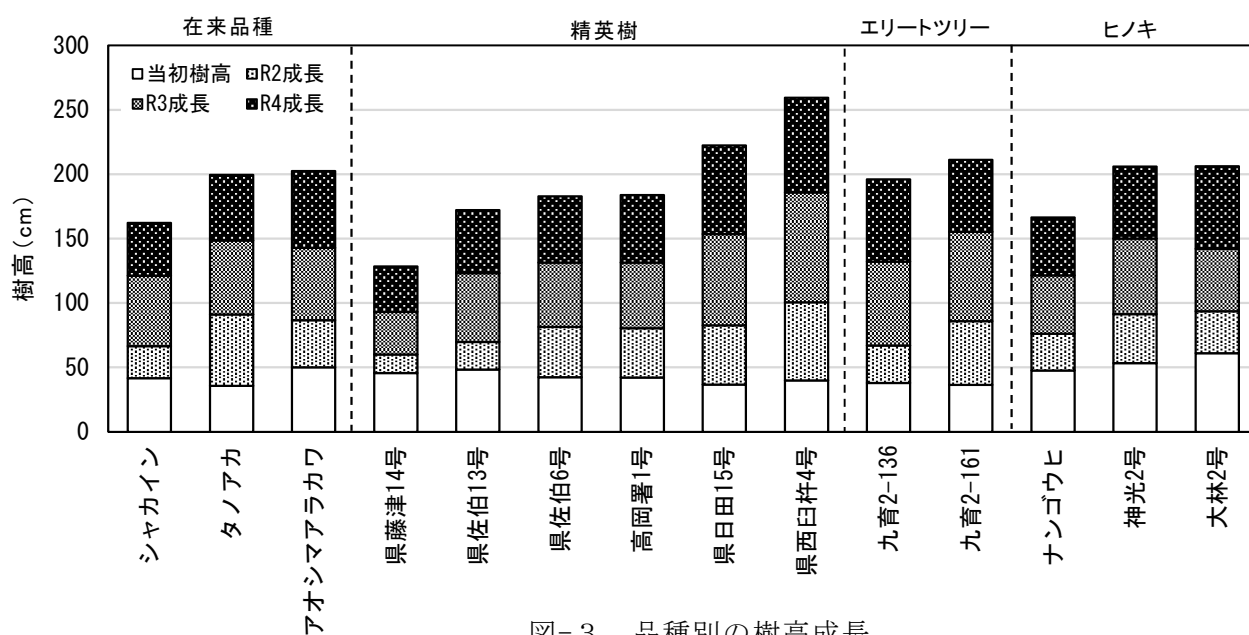


図-3 品種別の樹高成長

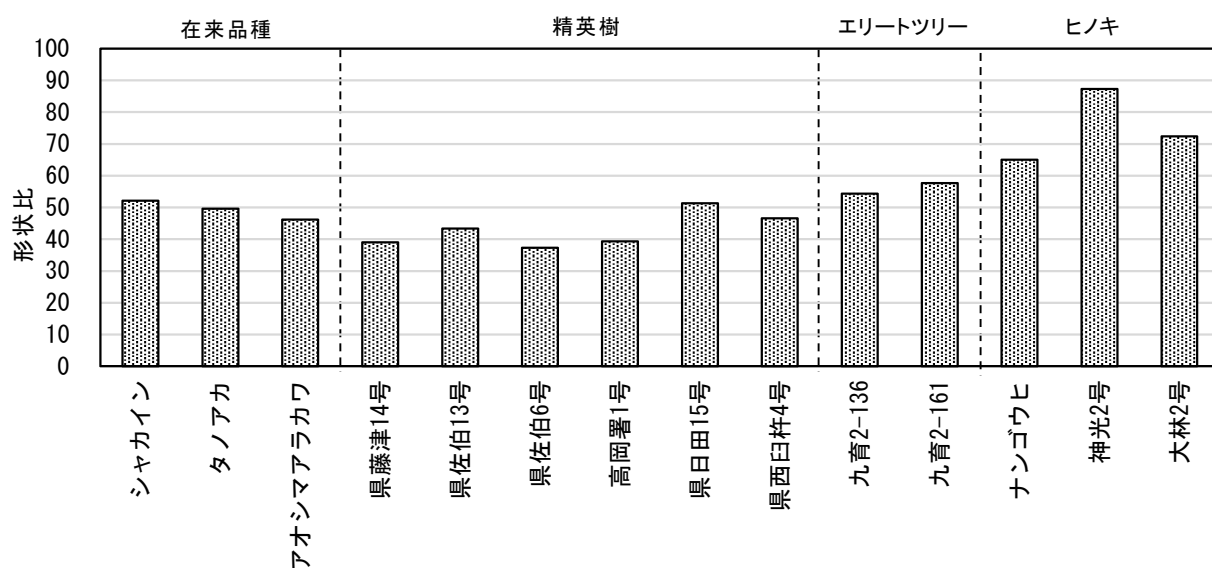


図-4 品種別の形状比

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²⁾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・ヒノキさし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	無有	20 20
9月	R3. 9. 21	1	無有	20 20
10月	R3. 10. 21	2	無有	40 40
11月	R3. 11. 19	2	無有	40 40
12月	R3. 12. 23	2	無有	40 40
R4/1月	R4. 1. 19	2	無有	40 40
2月	R4. 2. 22	2	無有	40 40
3月	R4. 3. 18	2	無有	40 40
4月	R4. 4. 21	2	無有	40 40
5月	R4. 5. 18	2	無有	40 40
6月	R4. 6. 21	2	無有	40 40
7月	R4. 7. 21	2	無有	40 40
8月	R4. 8. 19	2	無有	40 40
9月	R4. 9. 21	2	無有	40 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。

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 5 cm 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。

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

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¹⁾(図-1、2)。

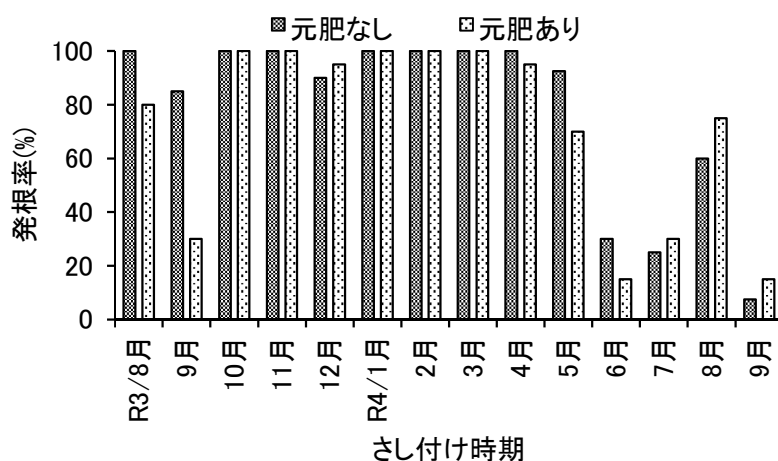


図-1 さし付け時期別発根率(令和 5 年 1 月末時点)

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¹⁾ 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。

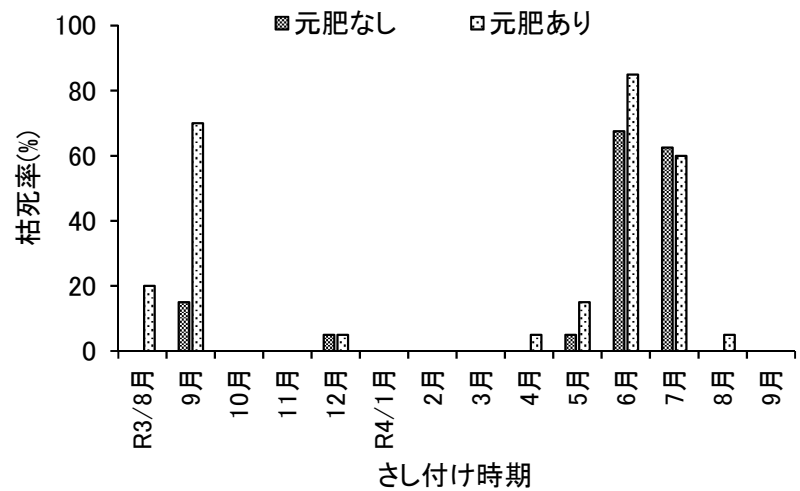


図-2 さし付け時期別枯死率(令和5年1月末時点)

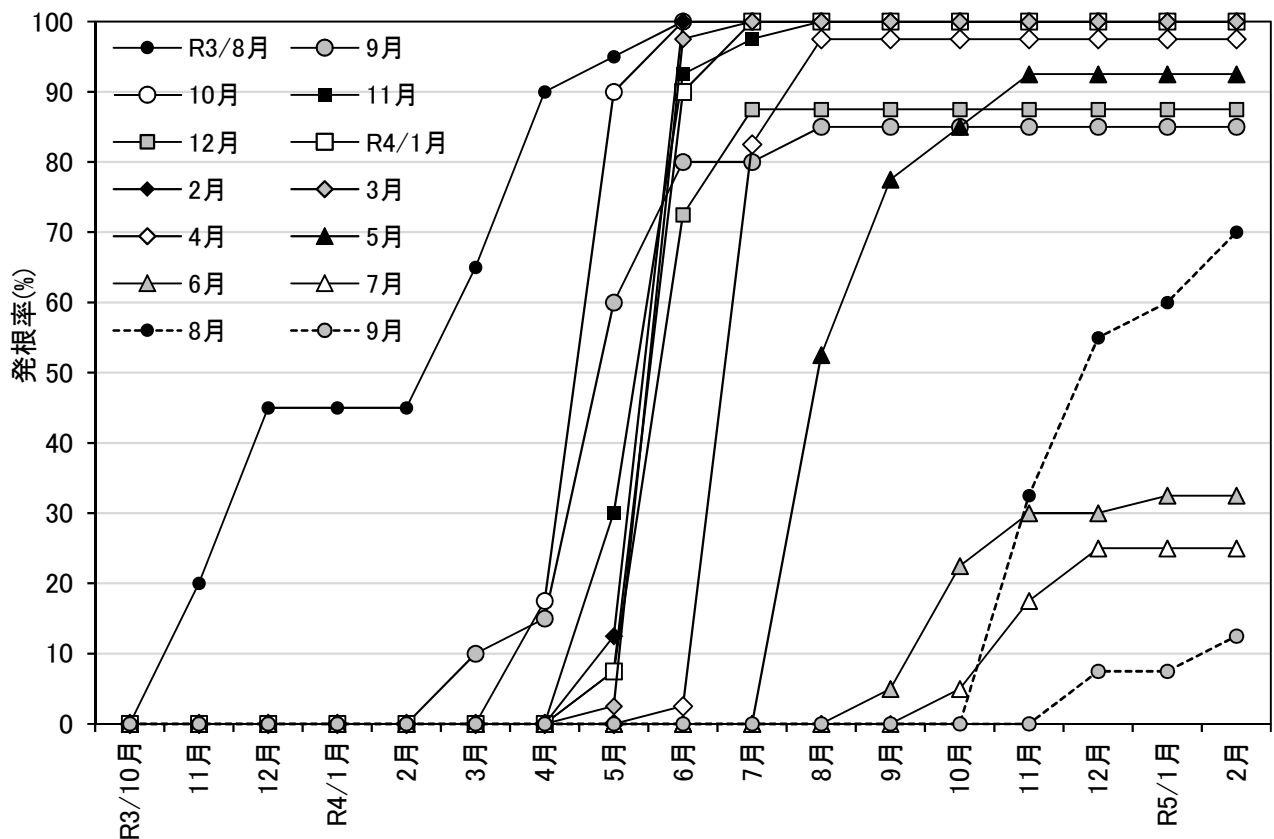


図-3 さし付け時期別発根開始時期の違い(元肥なし)

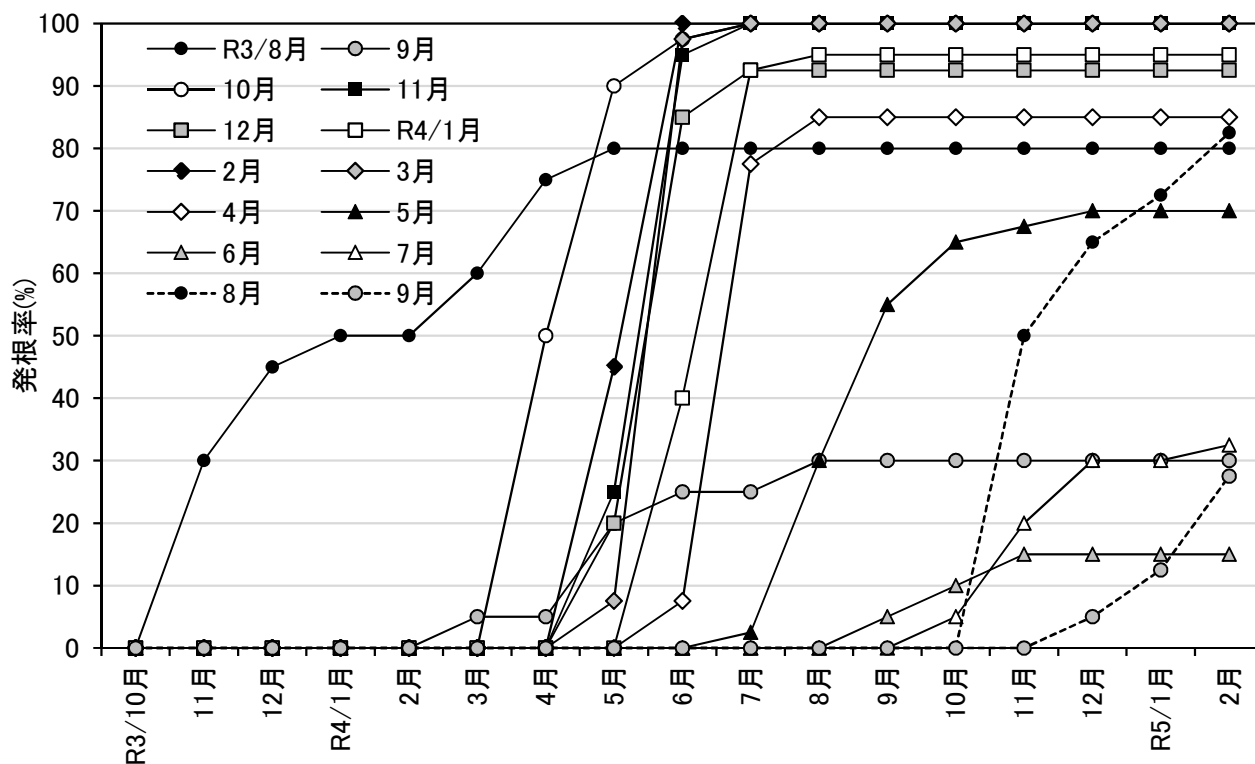


図-4 さし付け時期別発根開始時期の違い(元肥あり)

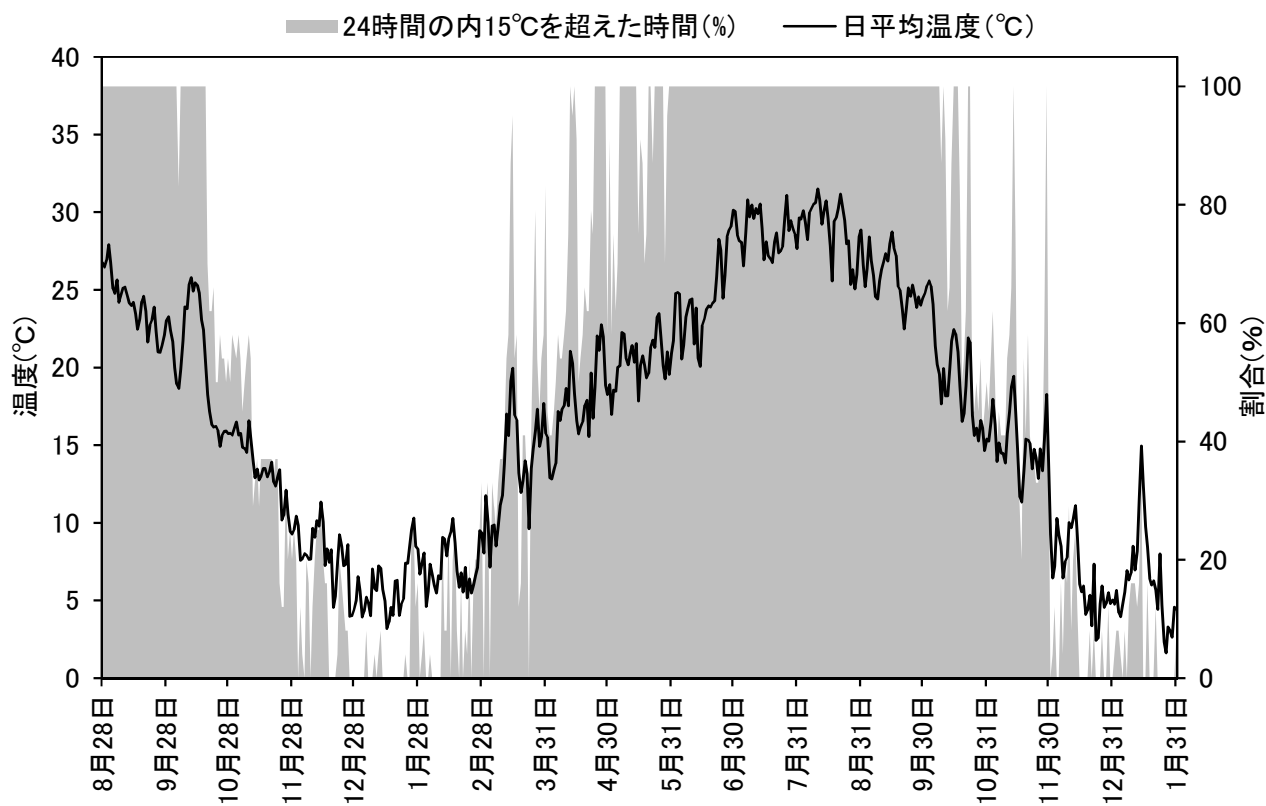


図-5 培地温度の推移

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 20 cm 程度であったが、元肥ありの場合では 30 cm 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)。

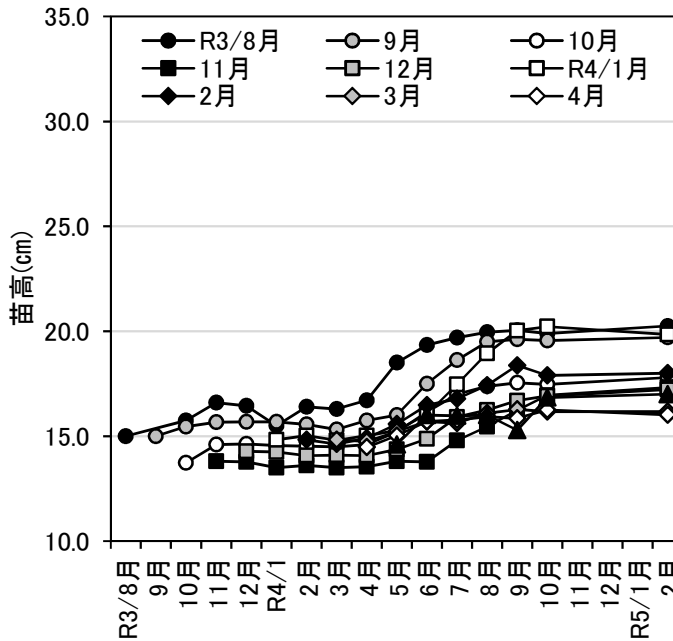


図-6 平均苗高の推移(元肥なし)

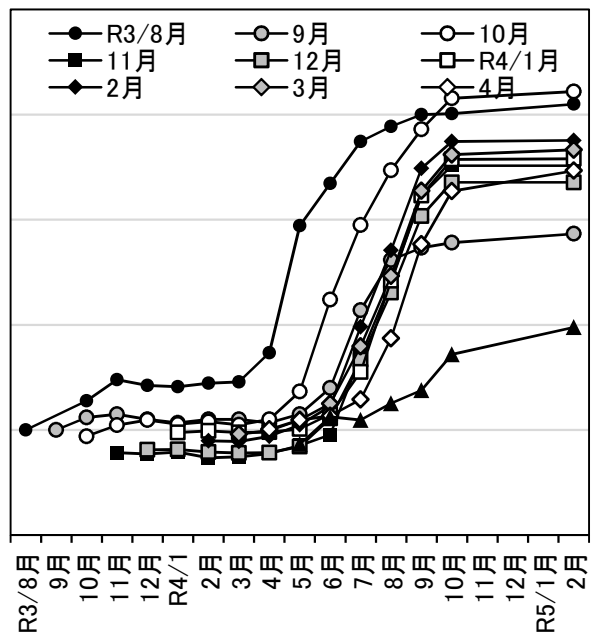


図-7 平均苗高の推移(元肥あり)

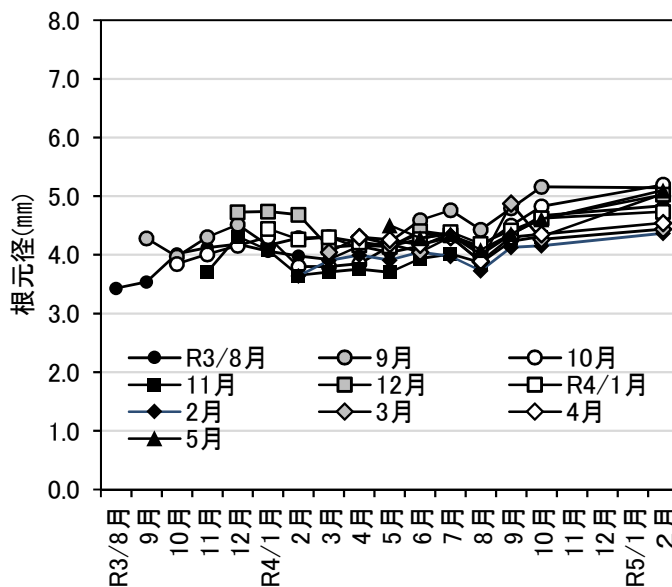


図-8 平均根元径の推移 (元肥なし)

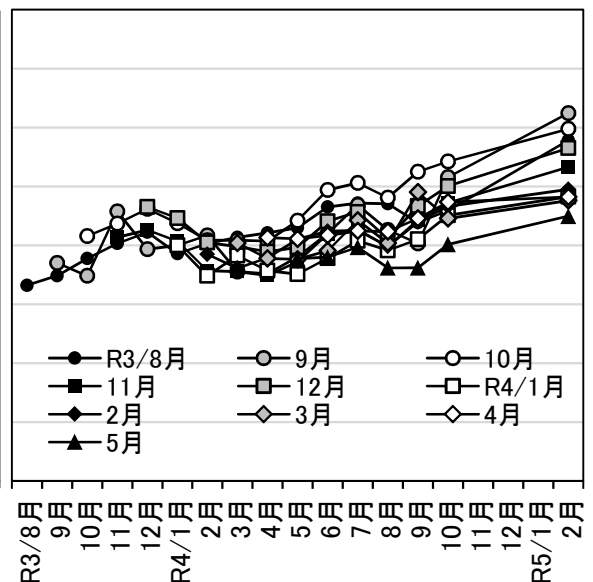


図-9 平均根元径の推移 (元肥あり)

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

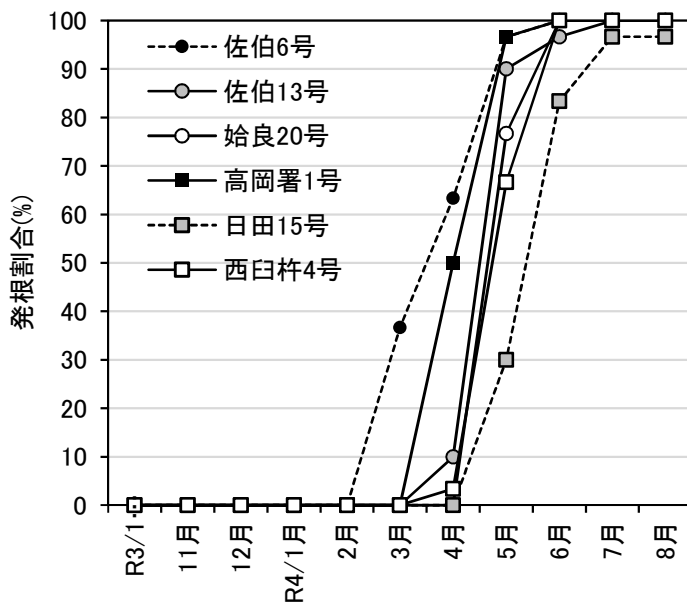


図-10 品種別発根開始時期の推移(10月ざし)

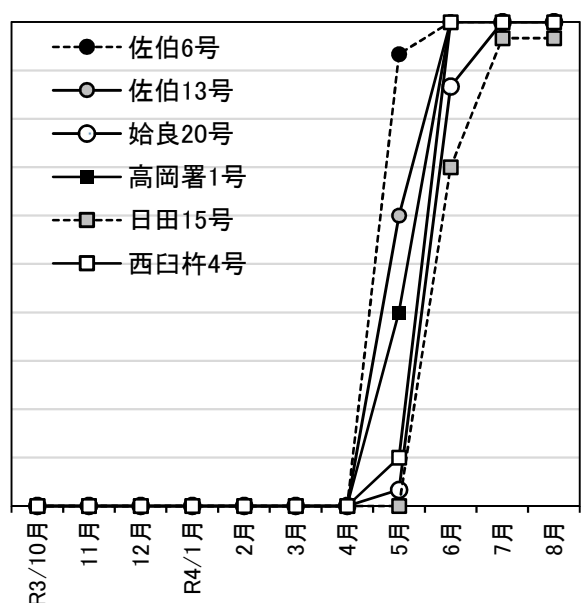


図-11 品種別発根開始時期の推移(2月ざし)

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)。

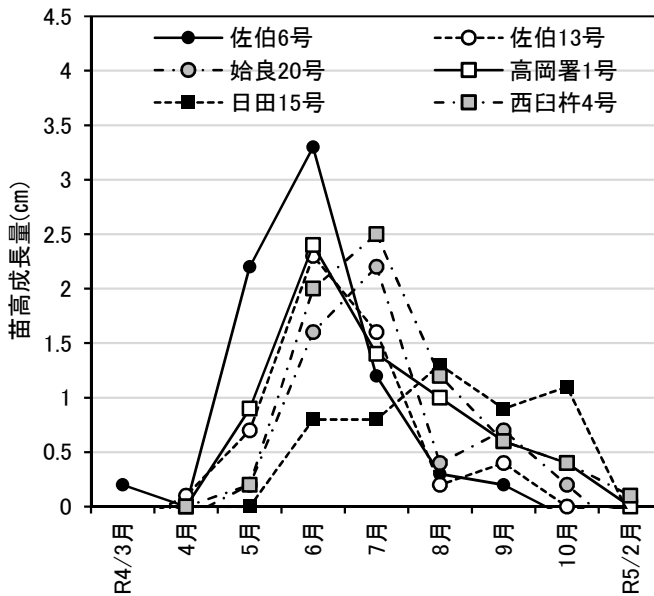
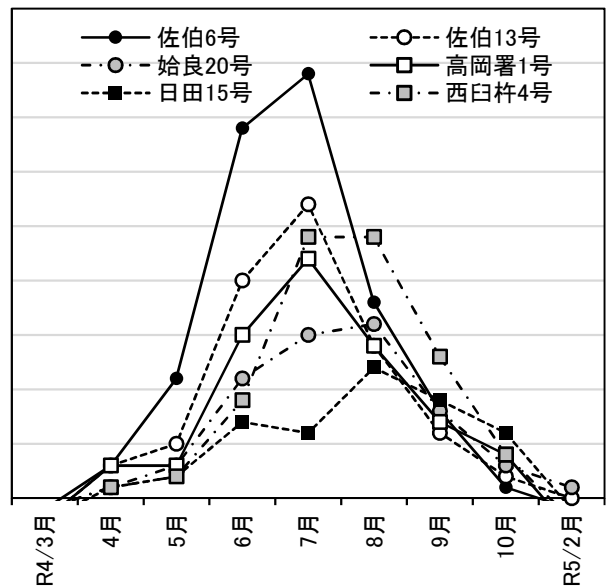
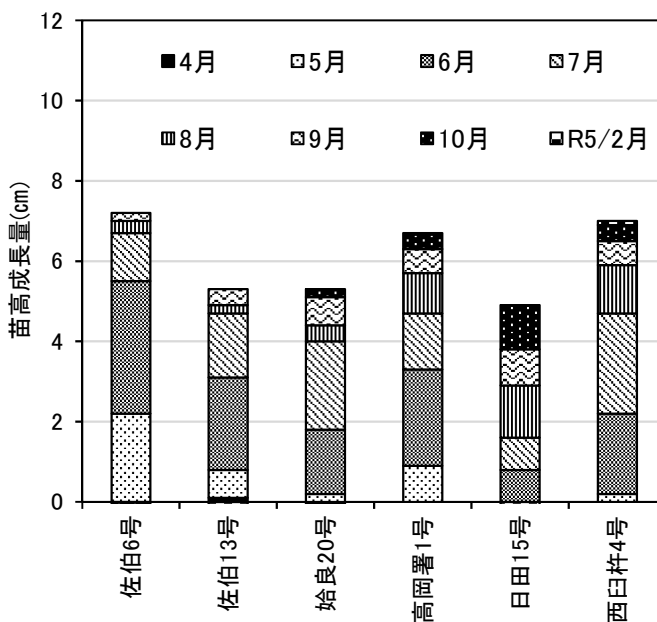
図-12 品種別月ごとの平均苗高成長量
(10月ざし)図-13 品種別月ごとの平均苗高成長量
(2月ざし)

図-14 品種別平均苗高成長量(10月ざし)

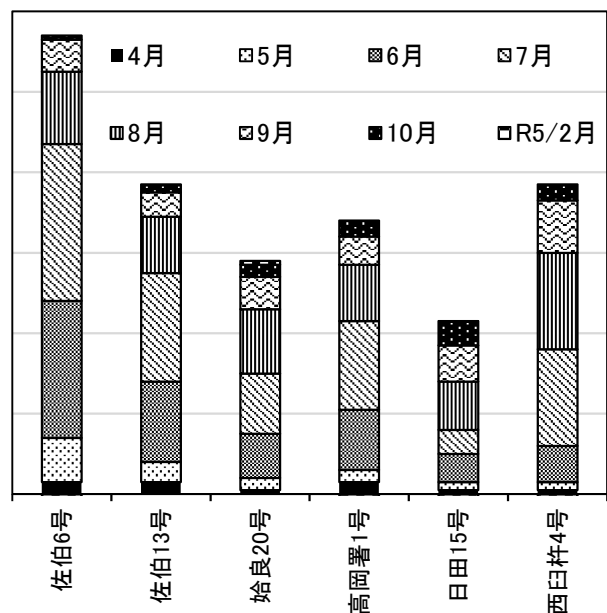


図-15 品種別平均苗高成長量(2月ざし)

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²⁾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

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・ヒノキさし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

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①バーク、②ココピート、③バーク：パーライト＝7：3、④ココピート：パーライト＝7：3、⑤2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①～④は図-1 A、条件⑤のみ苗木のない空のコンテナが2列あったため図-1 B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。

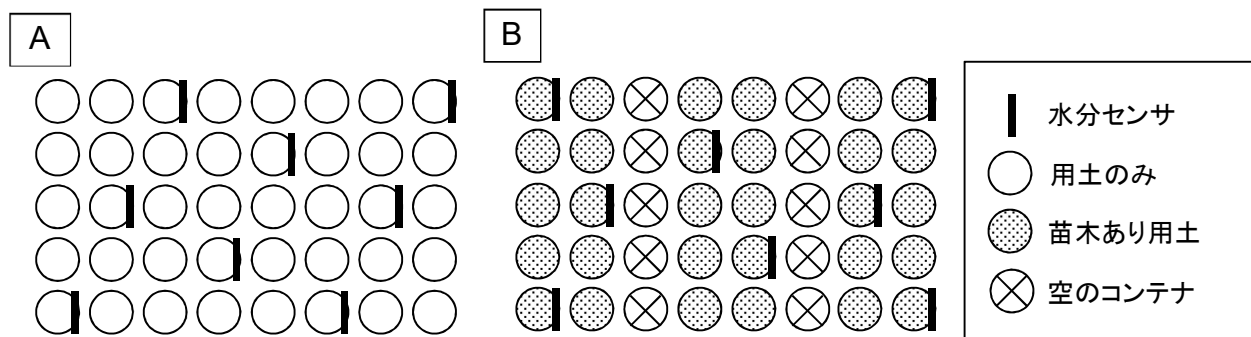


図-1 水分センサの配置
A：条件①～④、B：条件⑤

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。バ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(①②)。一方で③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。バ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-2①②③④)。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壤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-2①-⑤)。⑤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。

バ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¹⁾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、土壤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。今回の試験で土壤材料の土壤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)

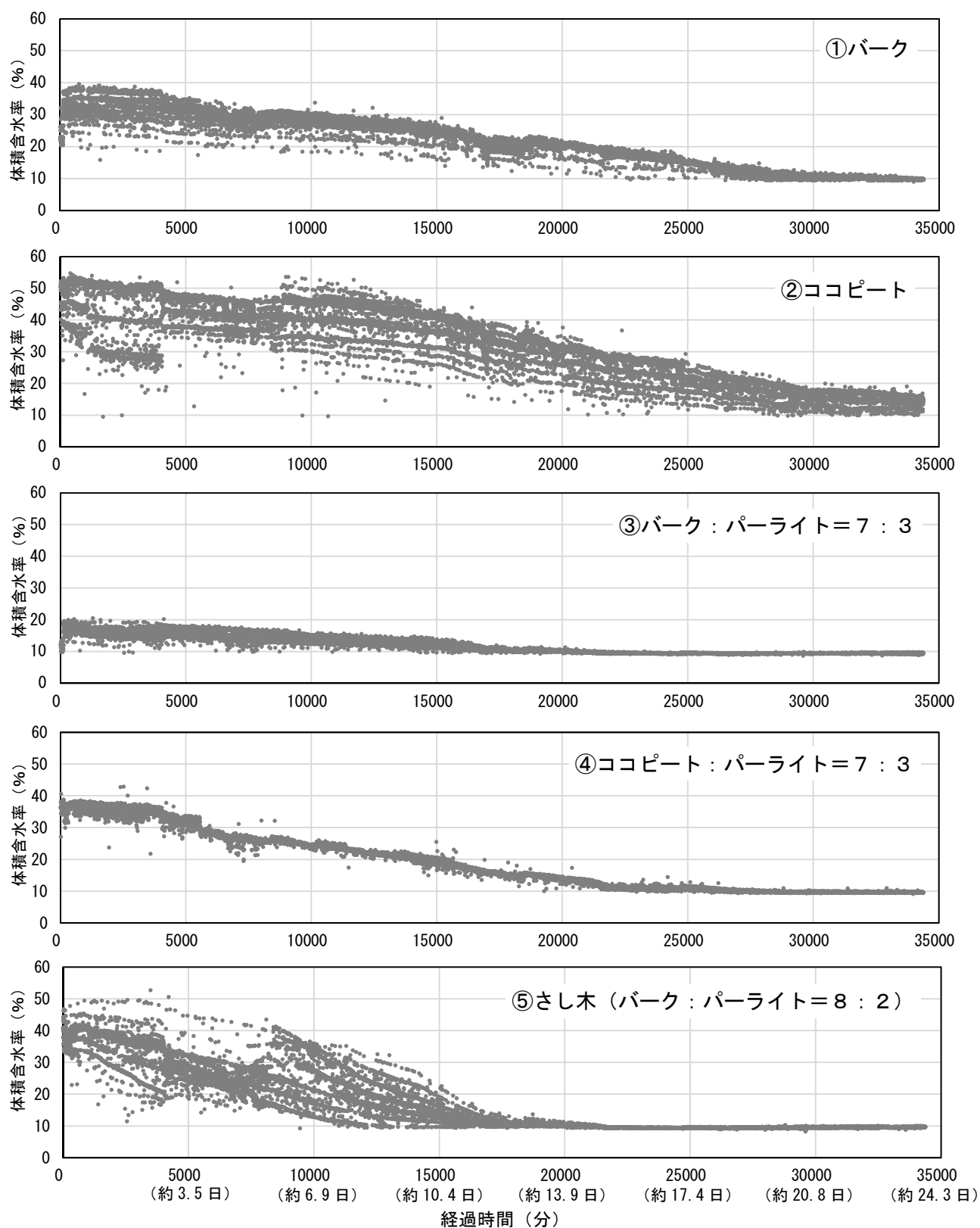


図-2 各条件における体積含水率の推移

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、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。

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・植栽地の系統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取っ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。¹⁾

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。

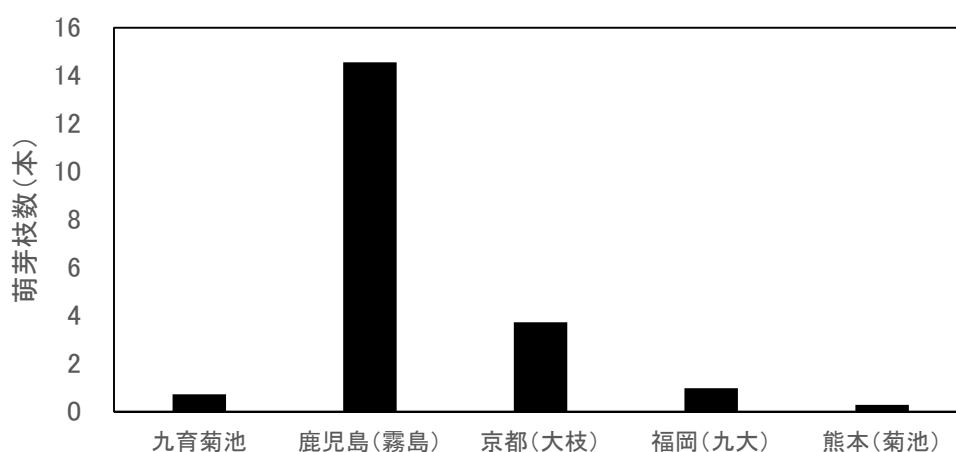


図-1 台木1本あたりの平均の萌芽枝数

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。

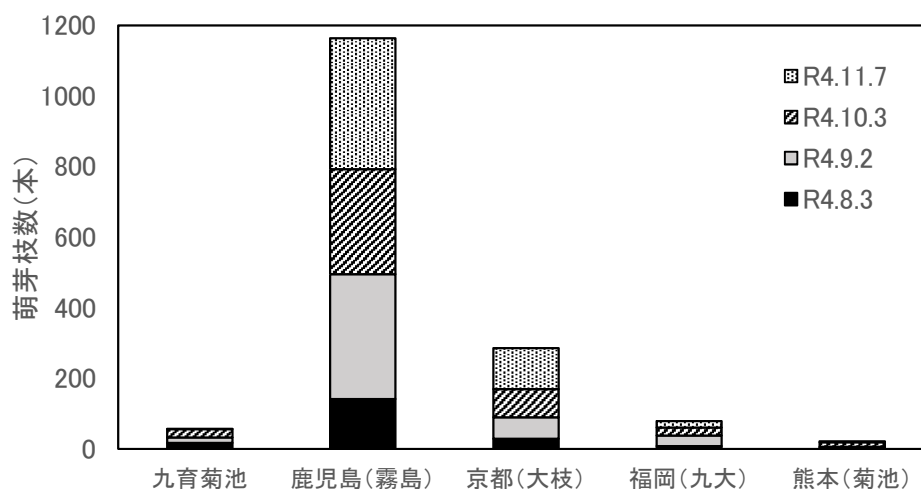


図-2 発生時期別の萌芽枝数

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。

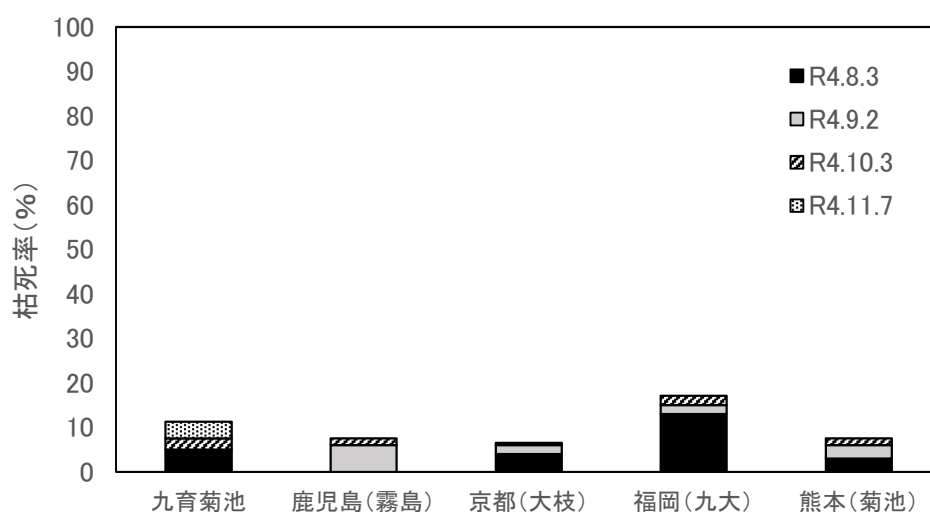


図-3 枯死率

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）。

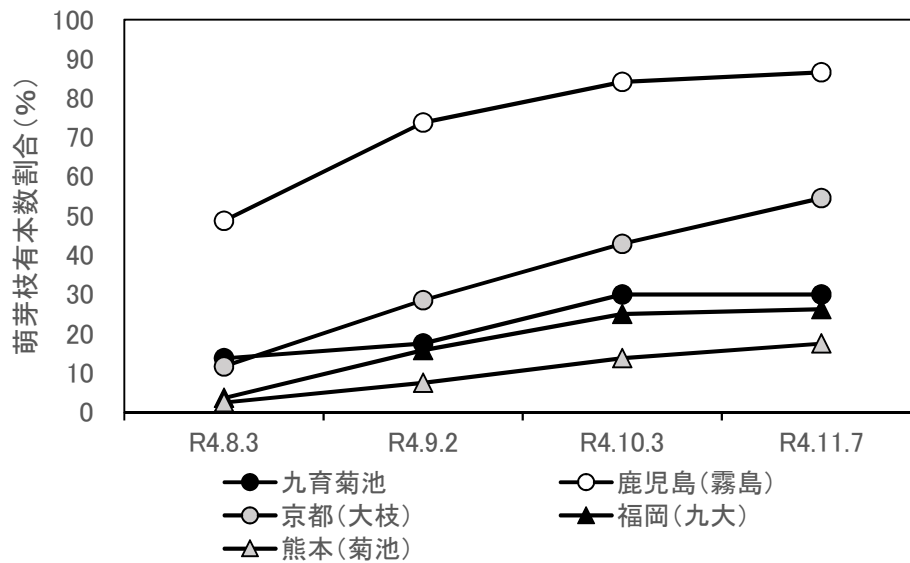


図-4 萌芽枝が発生した台木の本数割合

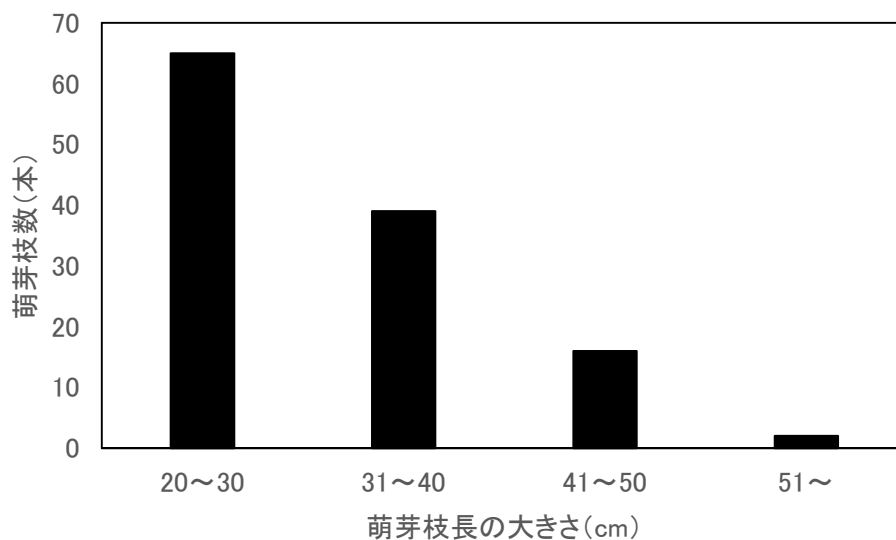


図-5 鹿児島(霧島)の20cm以上の萌芽枝長の本数

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^{1～3)}。本年度からは、品質基準等⁴⁾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。

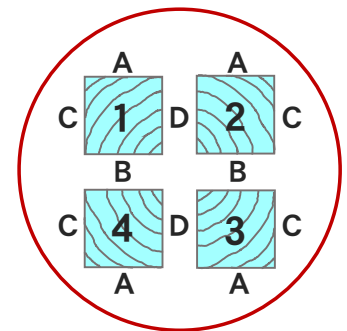


図-1 4丁取り正角材の
模式図（四方まさ）

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

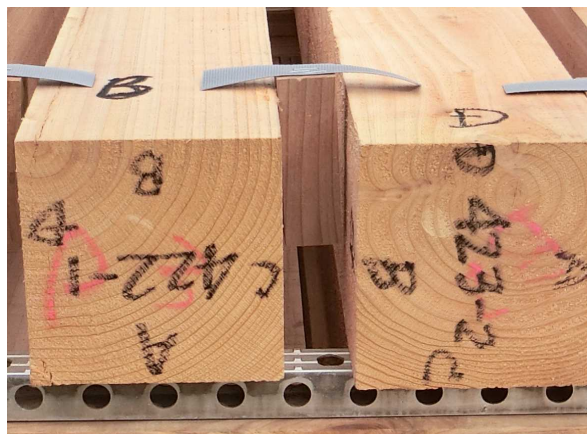


写真-4 スペーサー



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 (°C)	湿球温度 (°C)	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 ³)	含水率 (%)	E_{fr} (GPa)
乾燥前	平均	120.06	120.44	4015	27.62	493	49.3	6.50
	最大	121.16	121.26	4017	32.10	552	68.2	8.20
	最小	118.10	119.09	4010	21.81	378	31.7	5.07
	標準偏差	0.79	0.64	1.4	1.63	47.5	6.2	0.44
乾燥後	平均	116.35	116.69	4011	19.46	357	9.7	7.44
	最大	117.34	118.16	4014	20.70	381	11.4	9.20
	最小	114.24	115.08	4007	18.54	336	9.1	6.02
	標準偏差	0.83	0.88	1.7	0.80	13.5	0.5	0.46

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（スパイク栈木、圧

	条件1	条件2	条件3	条件4	条件5
乾燥前後 の 矢高	11 → 1  1 ↓ 0	6 → 3  0 ↓ 4	7 → 2  0 ↓ 3	7 → 2  0 ↓ 4	5 → 3  0 ↓ 2
	12 → 9	9 → 2	10 → 1	13 → 2	9 → 3

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（スパイク栈木、ハタガネ圧縮）の間及び条件 1（スパイク栈木、圧縮無し）と条件 3（スパイク栈木、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、栈木の種類についても、スパイク栈木及びスギ栈木の間には有意差（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、栈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栈木の種類は、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^{1～3)}。本年度からは、品質基準等^{4～7)}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 103 mm 角、長さ 4 m 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 50 cm ずつ切断し長さ 3 m 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 90 mm 角にモルダーで仕上げ加工した^{1, 2)}。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_{tr} 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。

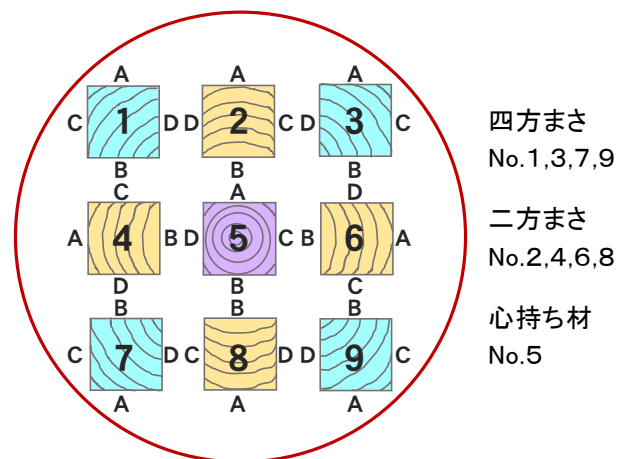


図-1 9 丁取り正角材の模式図

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	20	30	20	24
						22			
						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⁷⁾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。

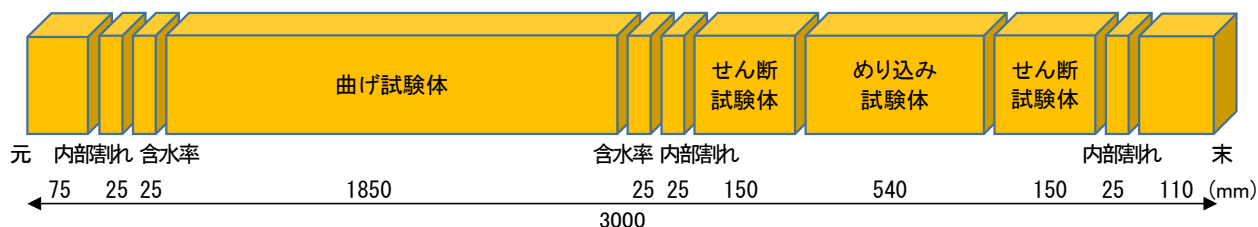


図-2 強度試験体の採取方法模式図

(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^{2, 3)}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⁵⁾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 ³)	含水率 (%)	平均 年輪幅 (mm/年)	E_{fr} (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	90.34	90.61	1862	433	14.5	8.5	8.46	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
二方まさ	平均値	90.16	89.91	1858	356	11.8	6.2	6.11	5.76	33.1
	最大	90.73	90.39	1862	457	14.1	11.9	8.18	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

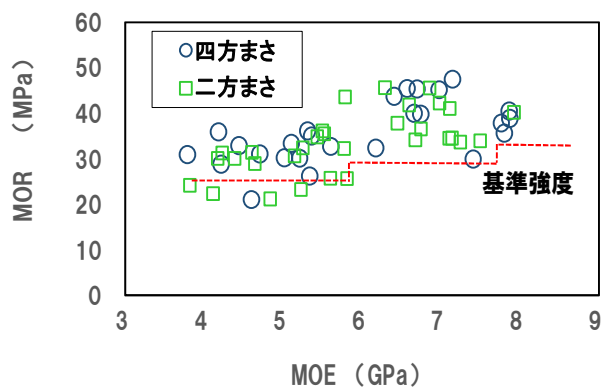


図-3 MOE と MOR の関係



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²⁾ 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。

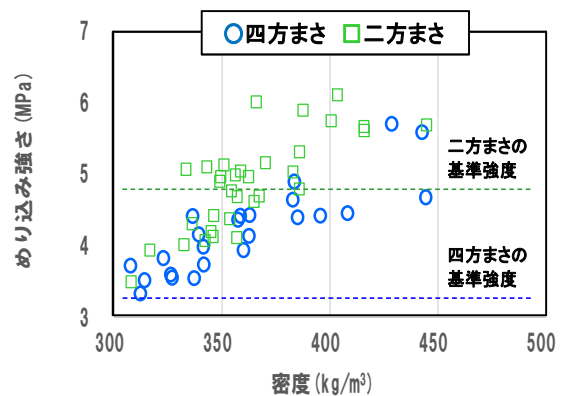


図-4 密度とめり込み強さの関係

表-3 むり込み試験の結果

	試験体数 (本)	幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	平均 年輪幅 (mm/年)	むり込み 強さ (MPa)
四方まさ	平均値	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	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

むり込み強さは、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。

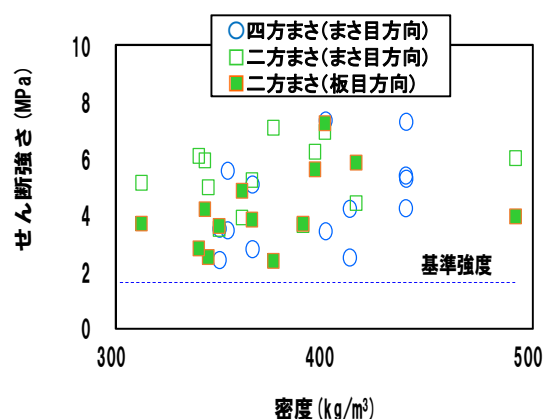


図-5 密度とせん断強さの関係

表-4 いす型せん断試験の結果

	試験体数 (体)	せん断面 幅 (mm)	高さ (mm)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	平均 年輪幅 (mm/年)	せん断 強さ (MPa)
四方まさ (まさ目方 向)	平均値	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	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	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）