

No.64

August, 2022

ISSN 2187-2708

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

---

令和 3 年度  
**林業研究部年報**  
第 64 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 -		
疎植造林による育林施業体系の開発	-----	5
- スギシステム収穫表による施業モデルの検討 -		
スギ・ヒノキサシ木苗の生産性向上に関する研究	-----	10
- 効率的な苗木生産方法の開発 -		
スギ・ヒノキサシ木苗の生産性向上に関する研究	-----	14
- ヒノキ少花粉品種の成長比較 -		
大分県に適した早生樹の苗木生産・育林技術の開発	-----	16
- コウヨウザンとスギのツリーシェルターによる成長動態 -		
大分県に適した早生樹の苗木生産・育林技術の開発	-----	20
- 2代林のコウヨウザンの曲げ強度試験 -		

## 〔県産材の需要拡大〕

県産スギ大径材の有効利用技術の開発	-----	22
- 9丁取りした正角材の強度と4丁取りした正角材の乾燥試験 -		
長大スパンに対応する接着重ね材の開発	-----	28
大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発	-----	33
- スギ心去り材の高周波減圧乾燥試験 -		
大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発	-----	41
- スギ心去り平割材の乾燥条件の検討 -		
大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発	-----	45
- スギ大断面正角材の天然乾燥試験 -		
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	-----	47

<b>II 関連事業</b>	
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)	----- 54
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)	----- 56
スギ花粉発生源地域推定事業 (受託)	----- 58
種子発芽鑑定調査事業	----- 60
県営採種園・採穂園管理事業	----- 62
標本見本園並びに構内維持管理事業	----- 62
<b>III 研究成果の公表</b>	----- 63
<b>IV 研修・普及等</b>	----- 64
<b>V 技術指導・支援等の活動</b>	----- 66
<b>VI 予算</b>	----- 67
<b>VII 職員配置</b>	----- 68

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

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及び競合植生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。植栽した品種は表-1のとおりである。樹高及び根元径の測定は、令和3年11月（B、C）並びに令和4年1月（A、D）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。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ため、今回の植栽区別の成長差は地位による影響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地位の違いにも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。一方で九育2-203は最も平均樹高が低かった。当品種は成長に優れた品種であると言われていた<sup>1)</sup>が、今回はそれに反する結果となった。当該品種が植栽地に合わなかった可能性に加え、植栽本数が少なく（表-1）データに偏りがあること、植栽時の樹高が低かったことが原因として考えられた。

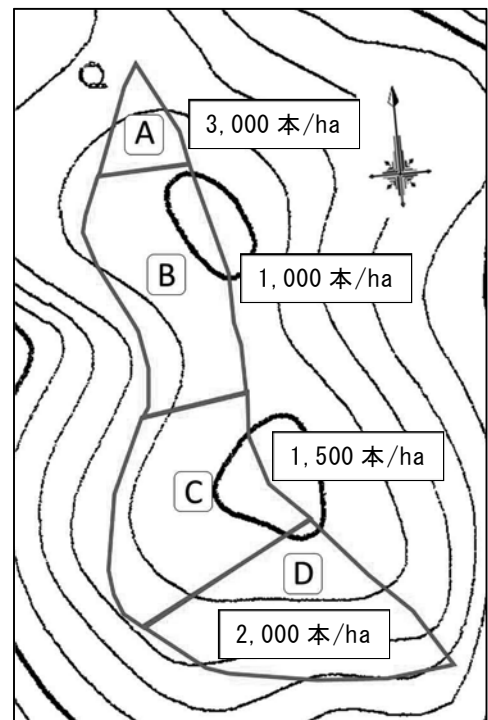


図-1 試験地配置図

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	60	119.8 ± 26.9	18.9 ± 6.2	66.0
		アオシマアラカワ	B, C, D	46	142.7 ± 27.4	27.1 ± 10.1	57.0
		タノアカ	B, C, D	60	147.9 ± 23.5	26.5 ± 9.9	61.2
	精英樹	藤津14号	B, C, D	51	93.0 ± 15.3	21.5 ± 7.6	46.4
		佐伯13号	B, C, D	47	122.2 ± 27.3	23.2 ± 9.9	58.3
		高岡署1号	B, C, D	24	126.5 ± 25.1	25.7 ± 8.1	51.7
		佐伯6号	B, C, D	38	130.1 ± 33.4	30.7 ± 11.7	46.7
		日田15号	B, C, D	44	151.4 ± 32.0	25.8 ± 8.5	61.1
		西臼杵4号	B, C, D	40	181.9 ± 39.2	32.8 ± 10.2	57.6
		エリート ツリー	九育2-203	D	2	77.5 ± 12.5	8.9 ± 1.4
	九育2-122		D	6	108.5 ± 26.0	13.4 ± 4.7	84.2
	九育2-136		B, C, D	68	132.9 ± 25.3	21.3 ± 7.0	65.7
	九育2-103		D	10	133.7 ± 29.4	19.2 ± 6.6	72.9
	九育2-177		D	3	140.3 ± 40.3	22.0 ± 7.3	64.8
	ヒノキ	在来品種	九育2-161	B, C, D	21	155.1 ± 41.8	24.6 ± 10.5
ナンゴウヒ			A, C, D	44	123.5 ± 29.9	17.8 ± 4.5	70.9
大林2号			A, C, D	43	142.1 ± 27.3	18.4 ± 4.9	79.0
神光2号			A, C, D	44	150.1 ± 29.1	16.8 ± 4.4	91.5

※SDは標準偏差を示す。

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、世代が進むほど成長が良くなる傾向は確認されなかった。ヒノキは1年目の調査結果と同様、スギと同程度の成長だった。当該試験地が尾根地形のヒノキ適地だったことに加え、植栽時の樹高が高かったことが原因として考えられた。

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。一部の形状比が80を超える品種はまだ樹高が低く、形状比が収束する段階に至っていないと考えられた。ヒノキはスギと比べて形状比が高めの傾向を示した。竹内らの論文<sup>2)</sup>において、林地に植栽したヒノキの形状比は林齢に従い低下するものの6年生でも形状比が100を超える林分があった。このため、ヒノキの形状比はスギとは異なる挙動を示す可能性が示唆された。

植栽1年目の結果では品種別の樹高の差が小さかったが、今回（2年目）は品種別の成長に関する傾向が見えつつある。令和4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。

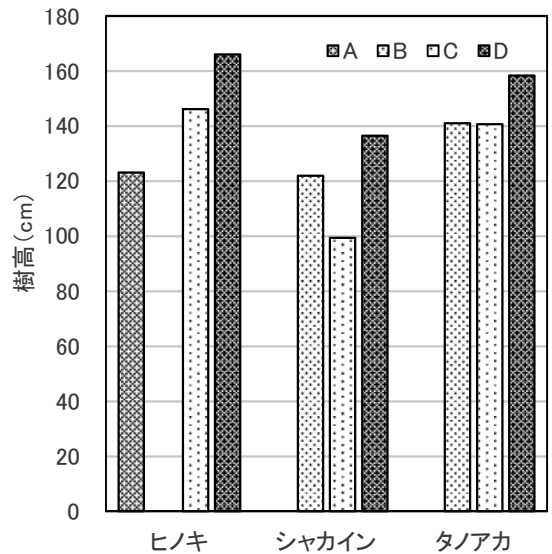


図-2 植栽区別平均樹高

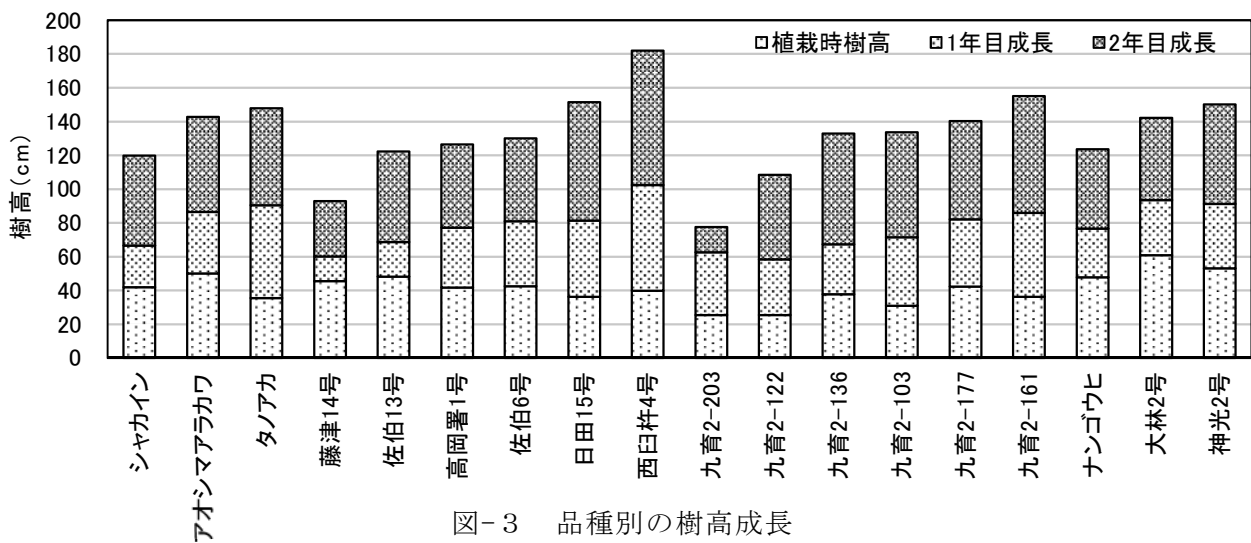


図-3 品種別の樹高成長

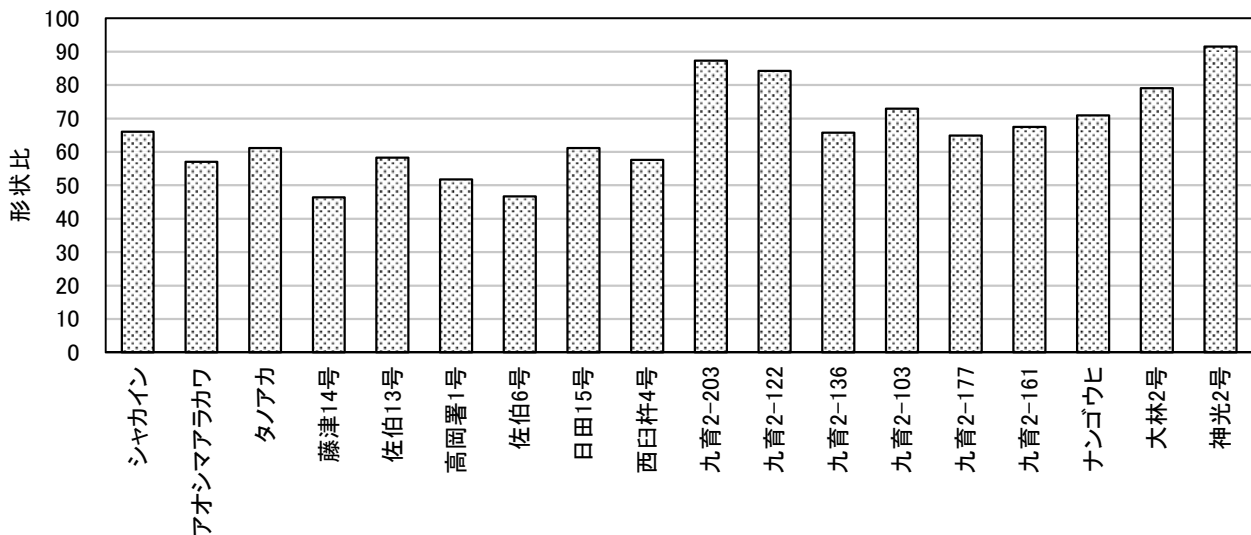


図-4 品種別の形状比

参考文献

- 1) 佐藤英章:九州育種場内の見どころー特定母樹スギ九育2-203と屋久翁ー,九州育種場だより Vol. 37, 1 (平成30年)
- 2) 竹内郁雄・川崎達郎・森茂太:ヒノキ若齢人工林における形状比の変化,日本森林学会誌 Vol. 79 No. 3, 137~142 (平成9年)

## 疎植造林による育林施業体系の開発

－ スギシステム収穫表による施業モデルの検討 －

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及び競合植生への影響について不明な点も多い。本研究では、大分県の収穫予想表（以下、収穫表と記す）を用いて植栽本数の低密度化による影響を推定したので報告する。

### 2. 調査地及び方法

#### 1) 収穫表を用いた樹冠の推定及び精度の検証

収穫表は、平均樹高と密度から材積を推定する式（1）と、林齢と地位から樹高を推定する式（2）（3）から成る<sup>1)</sup>。林分密度及び（2）（3）で得られた平均樹高から樹冠幅、樹冠長の推定を試みた。

$$V = \left( 0.04986H^{-1.30705} + \frac{2467.3792H^{-2.65424}}{N} \right)^{-1} \quad \dots (1)$$

$$H = 33.3296\{1 - 0.91313\text{EXP}(-0.02695T + 0.10594)\}^{1.09513} \quad \dots (2)$$

$$\sigma H = \frac{3.65906}{1 + \text{EXP}(-0.07624T + 1.38995)} \quad \dots (3)$$

$V$ : haあたり材積、 $H$ : 平均樹高、 $\sigma H$ : 平均樹高の標準偏差、 $N$ : haあたり本数、 $T$ : 林齢

竹下による論文<sup>2)</sup>では林木の成長に応じた林冠の動態について簡易なモデル化を試みており、以下の関係式が示されている。

$$Cr = \alpha Cl^{0.5} \quad \dots (4) \quad \alpha = \sqrt{\frac{C_c Sr H^2}{\pi Cl}} \quad \dots (5) \quad Sr = \frac{10^2}{\sqrt{NH^2}} \quad \dots (6)$$

$$0.375 \leq Sr \text{ のとき} \quad Cl = H \quad \dots (7)$$

$$0 < Sr < 0.375 \text{ のとき} \quad Cl = (2.125 - 3Sr) \left\{ (H + 1) \left( \frac{Sr}{0.375} \right)^{0.7} - 1 \right\} \quad \dots (8)$$

$Cr$ : 樹冠幅、 $\alpha$ : 樹冠拡張係数、 $Sr$ : 相対幹距比、 $Cl$ : 樹冠長、 $H$ : 平均樹高、 $N$ : haあたり本数、 $C_c$ : 林冠被覆率



なお同文献において、 $C_c$ は以下のとおり林分の生育段階（樹高）によって区分されている。

$$H \leq 5.5 \text{ のとき} \quad C_c = 0.8 \left( \frac{H}{5.5} \right)^2 \quad \dots (9)$$

$$5.5 \leq H \leq 7.5 \text{ のとき} \quad C_c = 0.8 + \frac{H - 5.5}{10} \quad \dots (10)$$

$$7.5 \leq H \leq 12.5 \text{ のとき} \quad C_c = 1.0 \quad \dots (11)$$

$$12.5 \leq H \text{ のとき} \quad C_c = 1 - \frac{(H - 12.5)}{100} \quad \dots (12)$$

樹冠の構成要素 ( $Cl$ ,  $Cr$ ) の推定について、(2) (3) から得られた平均樹高を式 (5) ~ (12) に、林分密度を式 (6) に代入することで  $Cl$ ,  $\alpha$ ,  $Sr$ ,  $C_c$  を得た。 $Cl$ ,  $\alpha$  を式 (4) に代入して  $Cr$  を求めた。

上記により得られた樹冠長、樹冠幅について推定精度の検証を行った。表-1 に精度検証を目的として調査を実施した林分の概要を示す。調査は令和3年9月下旬~12月に大分県内の11林分にて行った。本研究では疎植林分における施業モデルの検討を目的としていることから、主として植栽密度2,000本/ha以下の林分を対象とした。また、No. 6~11はネルダーの系統的配置<sup>3)</sup>による密度試験林分である。調査では樹高、生枝下高、樹冠幅（十字に2方向）を測定し、樹高と生枝下高の差を樹冠長とした。得られた樹冠長及び樹冠幅の平均値を先述の方法で推定した樹冠長、樹冠幅と比較した。

表-1 精度検証を行った林分の概要

No.	所在地	林齢 (年生)	平均 樹高 (m)	地位	植栽 密度 (本/ha)	推定 樹冠長 (m)	実測 樹冠長 (m)	樹冠長 誤差 (m)	推定 樹冠幅 (m)	実測 樹冠幅 (m)	樹冠幅 誤差 (m)
1	別府市	23	13.6	2.15	1600	6.7	5.7	1.0	2.9	2.3	0.6
2	佐伯市	9	8.2	0.56	1500	7.3	7.1	0.2	2.9	2.4	0.5
3	臼杵市	18	7.0	3.81	1000	7.0	6.1	0.9	2.5	2.4	0.1
4	日田市	43	28.5	0.44	1000	6.1	8.3	-2.2	3.4	2.9	0.5
5	日田市	58	27.2	1.67	1200	5.7	8.2	-2.5	3.1	2.9	0.2
6	中津市	14	12.2	0.46	698	10.3	10.3	0.1	4.3	2.7	1.6
7	中津市	14	12.2	0.46	1006	8.6	10.4	-1.7	3.6	2.7	0.9
8	中津市	14	12.2	0.46	1448	7.2	9.0	-1.8	3.0	2.2	0.8
9	中津市	14	12.2	0.46	2086	6.1	7.7	-1.6	2.6	2.0	0.6
10	中津市	14	12.2	0.46	3003	5.2	6.6	-1.5	2.2	1.7	0.5
11	中津市	14	12.2	0.46	4325	4.4	5.6	-1.1	1.9	1.5	0.4

※樹冠長並びに樹冠幅の実測値は林分調査の平均値を示す。

## 2) 施業モデルの検討

大分県のシステム収穫表<sup>4)</sup>と竹下による樹冠推定の関係式<sup>2)</sup>を組み合わせることで、主要な地位・植栽密度における林齢ごとの樹冠長・樹冠幅の動態を推定した。なお、下刈り実施期間（5年生程度まで）は樹冠閉鎖前の段階で光環境は密度によらず良好であり、密度効果は極めて軽微であると考えられることから、植栽密度に応じて下刈り回数が変動しないと言われている<sup>5)</sup>。このため下刈り終了期間は密度によらず5年間とした。樹冠閉鎖林齢は林冠被覆率が0.8を超えたときの林齢とした。地位2.0、収量比数 $R_y=0.75$ を超えた年に $R_y=0.65$ に間伐する条件で推定した疎植造林（2,000、1,500、1,000本/ha）における樹冠閉鎖時期並びに間伐回数について2,500本/haの場合と比較を行った。

## 3. 結果及び考察

### 1) 収穫表を用いた樹冠の推定及び精度の検証

調査結果を表-1に示す。推定した樹冠長と実測値を比較した結果、No. 4, 5を除き誤差は2m以内に収まっていた。一般的に樹高が高くなるほどバラツキも大きくなるため、No. 4, 5の誤差が高かった要因として、他の林分と比べて高齢で平均樹高が高いことが考えられた。

推定した樹冠幅と実測値を比較した結果、誤差は概ね0.5m程度だったが、全体的に過大傾向にあり、特にNo. 6～8で誤差が大きかった。その原因として、①密度試験林分（No. 6-11）では円形プロットの接線方向と放射方向に測定したため長辺を取ってない可能性があること、②No. 6～8は枯れ上がりの発生直後であり、上側に位置する短い生枝で樹冠幅を測定したこと、③当該林分が樹形が細めのオビスギ林分であるため品種による影響が発生したことが考えられた。また、樹冠幅の推定値に影響を及ぼす変数である林冠被覆率は最大1.0を取ることとしているが、今回調査林分全てにおいて推定値が過大だったことは、樹冠閉鎖段階において林冠被覆率が1.0に届かないことを示唆するため、条件設定について検討の余地がある。

今回の推定における誤差は樹冠長は樹冠が閉鎖する若齢林分では2m未満、樹冠幅はほとんどの林分で0.5m程度と一定の精度が認められたが、利用したモデル式の性質上、間伐直後の樹冠の動態について推定することができない。更なる精度の向上のためには、他のモデル式との比較検討や今回使用した数式の改良についても検討する必要がある。

## 2) 施業モデルの検討

大分県のシステム収穫表に樹冠に係る要素の関係式を組込むことで、間伐時期に加えて林齢別の樹冠幅から樹冠閉鎖の時期を推定可能となったため施業モデルを作成した。

作成した施業モデルの一例を図-1に示す。樹冠閉鎖は除伐・つる伐りを終了する目安の一つであるが、2,500本/haでは下刈り終了から4年で樹冠が閉鎖する一方、2,000本/haでは5年、1,500本/haでは7年、1,000本/haでは11年を要し、樹冠閉鎖の時期は2,500本/haと比較して2,000、1,500、1,000本/haではそれぞれ1年、3年、7年遅れると推定された。下刈りや除伐の終了時期は下層植生のタイプ等の条件によっても異なる<sup>6) 7)</sup>が、植栽密度を低くすると樹冠閉鎖の時期が遅れるため除伐回数が増える可能性がある。また、樹冠閉鎖が遅れると枝の枯れ上がりが遅れるため、節が残りやすくなると考えられる。強度については1,000本/haまでは大きな問題がないという報告がある<sup>8)</sup>ものの、材の見た目に影響を及ぼす可能性がある。

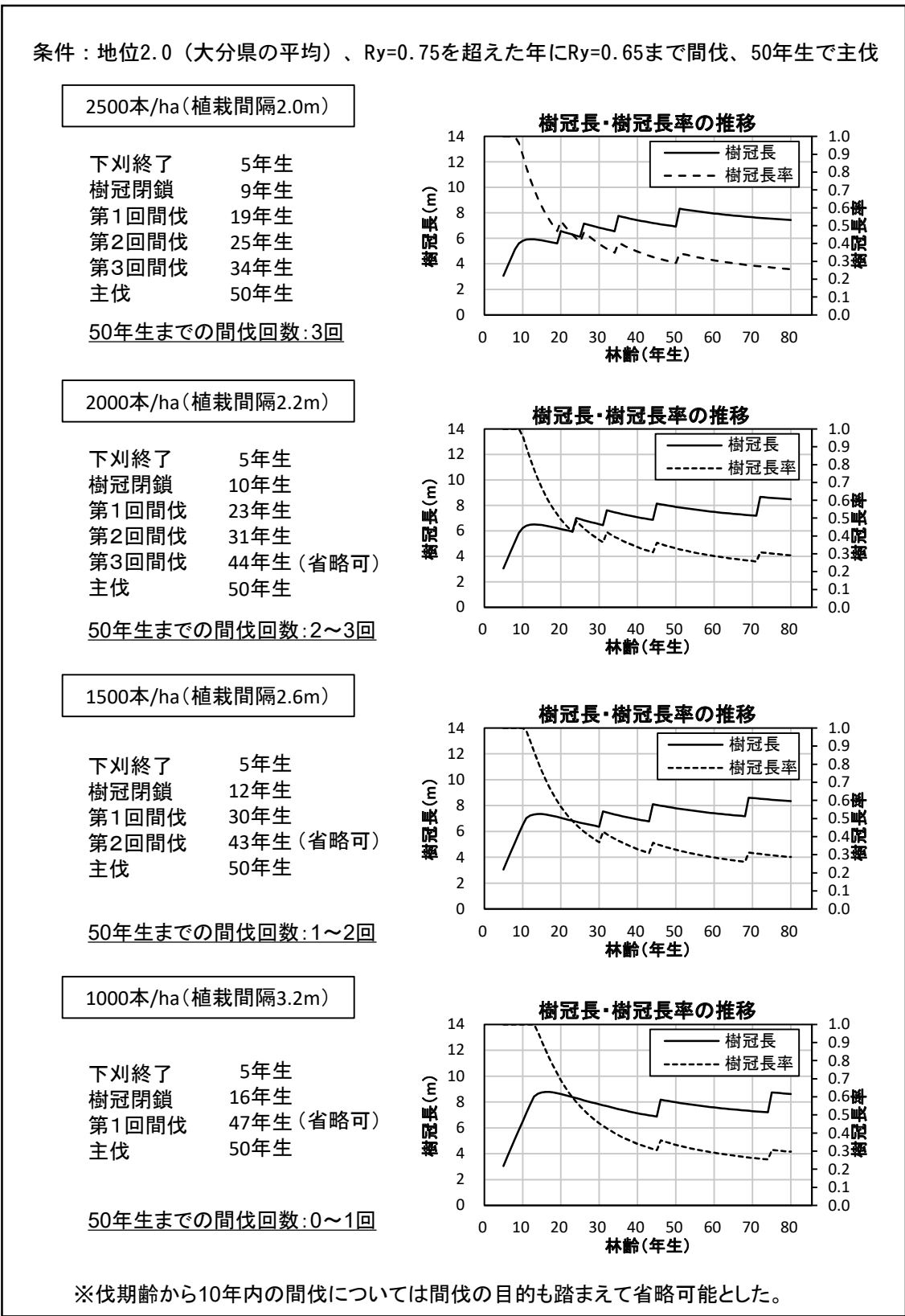


図-1 疎植造林施業モデルの一例

一方、間伐回数については、50年で主伐を行う場合、2,500本/haでは3回必要だが、2,000本/haでは2～3回、1,500本/haでは1～2回、1,000本/haでは0～1回となり低密度ほど間伐コストの削減が見込まれた。疎植では植栽密度を下げるほど間伐コストを大きく削減することができる一方で、除伐・つる切りや枝打ちが増える可能性があるため、材の利用目的を検討しながら植栽密度並びに必要な施業を選択する必要がある。

#### 4. まとめ

今回、疎植造林における施業モデルの作成を目的として、既存のシステム収穫表に樹冠のモデル式を組み込むことで、材積成長や間伐時期に加えて樹冠の動態を予測することができるようになった。今回の施業モデルでは、説明上一例を紹介する形としたが、システム収穫表内で動かしているため、地位及び間伐する収量比数などについて容易に条件変更を行うことができる。また、樹冠長率の推移を予測することも可能で（図-4）、樹冠長率が判断の目安となっている長伐期施業への移行や災害に強い森林づくり等の検討材料としての活用も見込まれる。今後は精度の向上に向けた検証及び修正を行っていききたい。

#### 謝辞

表-1 No. 6～11の調査にあたり、(国研)森林総合研究所九州支所山川博美主任研究員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) 松本純ほか：大分県収穫表改訂調査報告書, 大分県 HP (平成 31 年)
- 2) 竹下敬司：パラボラ樹冠形モデルによるスギ林の構造解析, 九州大学農学部演習林報告, 55, 55～104 (昭和 60 年)
- 3) Nelder J. A. : New kind of systematic designs for spacing experiments. Biometrics Vol. 18, 283-324 (昭和 37 年)
- 4) 松本純：大分県簡易収穫表等の見直しについて, 大分県 HP (平成 31 年)
- 5) 林野庁：スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽のための技術指針 (令和 2 年)
- 6) 山川博美ほか：スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響, 日本森林学会誌 Vol. 98, 241-246 (平成 28 年)
- 7) 鶴崎幸ほか：競合植生によって異なるスギ造林地の下刈り要否の判断基準, 日本森林学会誌 Vol. 102, 225-231 (令和 2 年)
- 8) 近畿中国森林管理局・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, 国有林野事業業務研究発表会 (平成 28 年)

## スギ・ヒノキさし木苗の生産性向上に関する研究

- 効率的な苗木生産方法の開発 -

令和3年度～令和5年度

森林チーム 安部 暖美

### 1. 目的

当県では、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

#### 1) スギコンテナ直ざし試験

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。用土はスギ、ヒノキの粉碎樹皮(以下、バークと記す)とパーライトを体積ベースで7:3で配合したものを用いた。

#### (1) ミニ穂に関する調査

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)を用いて、以下の調査を行った。

#### ① さし付け時期別、施肥量別成長量調査

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、普通枝または萌芽枝を採穂し、毎月1から2のコンテナに各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回、根元径及び苗高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(RTR-500DC、株式会社ティアンドデイ及びハイ

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	さし付け本数
8月	令和3年8月24日	1	無	20
			有	20
9月	令和3年9月21日	1	無	20
			有	20
10月	令和3年10月21日	2	無	40
			有	40
11月	令和3年11月19日	2	無	40
			有	40
12月	令和3年12月23日	2	無	40
			有	40
1月	令和4年1月19日	2	無	40
			有	40
2月	令和4年2月22日	2	無	40
			有	40

グロクロン、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。

## ②品種別成長量調査

令和3年10月及び令和4年2月に、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4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。

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、根元径及び育苗高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。

調査①と同様に、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った。

## ③吸水期間別枯死率調査

令和3年10月に、スギの在来品種であるタノアカの10年生の母樹から、普通枝または萌芽枝を2種類の穂長(20cm及び40cm)で各60本ずつ採穂し、枝葉の調整と楕円切り返し処理を行った後、各穂長15本ずつ、4パターンの吸水期間(0日、1日、3日、7日)に分けそれぞれ処理を行った。その後、吸水期間別にMCコンテナに5cmの深さでさし付け(計4コンテナ、1コンテナあたり2穂長×15本=30本)を行い、ガラス室内でミスト灌水により育苗し、発根前に枯死した個体数を調査した。

### 2)ヒノキコンテナ直ざし試験

令和3年9月及び令和4年2月に、ヒノキ2品種(大林1号、浮羽14号)の20年生母樹から、普通枝を採穂し、1つのMCコンテナに各品種を40本ずつさし付けた。

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、コンテナ底面からの発根を目視で確認することで、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を設置し、1時間ごとの温湿度の計測を行った。

### 3)スギ及びヒノキエアざし実証

令和3年2月に、スギ7品種(県佐伯6号、県佐伯13号、県日田15号、県始良20号、県西臼杵4号、県高岡署1号、スギ九育2-203)、ヒノキ2品種(大林1号、県浮羽14号)を各20本ずつ採穂し、20cmで切り揃え、枝葉の調整と楕円切り返し処理を行った後、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「用土を用いない空中さし木法によるスギさし木コンテナ苗マニュアル」<sup>1)</sup>に基づき、ハウス内に設置した5cm角の網にさし付け育苗し、目視にて発根率を算出した。

表-2 品種別成長量調査区の概要

品種	さし付け時期	さし付け本数
県佐伯6号	令和3年10月	30
	令和4年2月	30
県佐伯13号	令和3年10月	30
	令和4年2月	30
県始良20号	令和3年10月	30
	令和4年2月	30
県高岡署1号	令和3年10月	30
	令和4年2月	30
県日田15号	令和3年10月	30
	令和4年2月	30
県西臼杵4号	令和3年10月	30
	令和4年2月	30

表-3 吸水期間別枯死率調査区の概要

吸水期間	品種	穂長(cm)	さし付け本数
0日	タノアカ	20	15
		40	15
1日		20	15
		40	15
3日		20	15
		40	15
7日		20	15
	40	15	

### 3. まとめ

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4年2月末時点での途中経過を以下に記す。

#### 1) スギコンテナ直さし試験

##### (1) ミニ穂に関する調査

##### ① さし付け時期別、施肥量別成長量調査

枯死率、発根率を表4に示す。8月さし試験区において、元肥有り・無しの両試験区ともに、早い個体で11月から発根が確認され、発根率は50%となった。枯死については、8月さし、9月さしで観察され、特に9月さし元肥有り試験区において枯死率が高くなった。

8月末から10月末までの約2か月間は、24時間に占める平均気温15℃以上の時間割合がほとんどの日で100%を超えていた(図1)。温度が15℃になると、発根能力を備えたさし穂である限り、その多くは発根活動が可能な状態となる<sup>2)</sup>ことから、8月さしの一部の個体では、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。

##### ② 品種別成長量調査

品種による枯死率、発根率の違いは観察されていない。

##### ③ 吸水期間別調査

全ての試験区において発根は観察されていない。また、枯死については吸水0日20cm穂長区の1本のみであった。

#### 2) ヒノキコンテナ直さし試験

品種による枯死率、発根率の違いは観察されていない。

#### 3) スギ及びヒノキエアさし実証

令和4年度2月末時点で、発根は確認されていない。

表-4 さし付け時期別、施肥量別成長量調査途中経過

試験区	元肥	令和3年2月末時点		
		枯死率(%)	発根率(%)	初回発根確認時期
8月	無有	0.0	50.0	11月中旬
	有	15.0	50.0	11月上旬
9月	無有	10.0	0.0	-
	有	55.0	0.0	-
10月	無有	0.0	0.0	-
	有	0.0	0.0	-
11月	無有	0.0	0.0	-
	有	0.0	0.0	-
12月	無有	0.0	0.0	-
	有	0.0	0.0	-
1月	無有	0.0	0.0	-
	有	0.0	0.0	-
2月	無有	0.0	0.0	-
	有	0.0	0.0	-

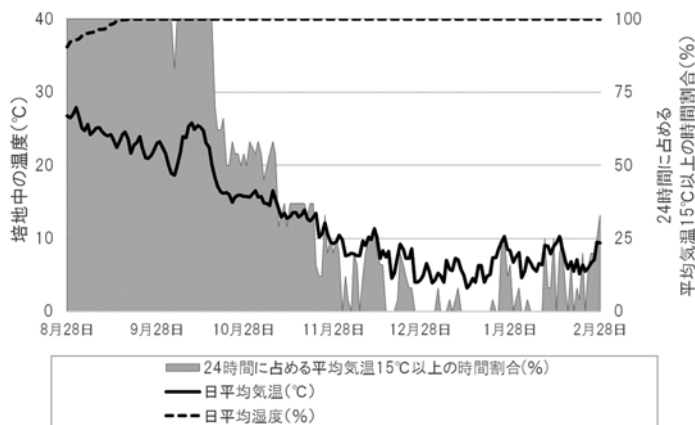


図-1 培地中の温湿度

## 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、諫本信義氏、九州林産株式会社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) 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：用土を用いない空中さし木法によるスギさし木コンテナ苗生産マニュアル Ver. 1. 1, 4 pp (令和3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, 162pp (昭和47年)



## スギ・ヒノキサシ木苗の生産性向上に関する研究

- ヒノキ少花粉品種の成長比較 -

令和3年度～令和5年度  
森林チーム 松本 純

## 1. 目的

林野庁は花粉発生源対策の技術的助言等をまとめた「スギ花粉発生源対策推進方針」の中で、令和14年度までに花粉症対策に資するスギ苗木の年間生産量に占める割合を約7割に増加させることを目標としている。また、ヒノキについても花粉の少ない森林への転換等の推進に際して本方針を参考に取り組みものとしており、成長データ等の継続的な情報収集が求められる。

本研究部ではヒノキ少花粉品種の増殖を目的とした採穂園内の品種について成長量調査を実施したので今回報告する。

## 2. 調査地及び方法

調査対象は、林業研究部内の採穂園に平成31年3月に植栽したヒノキ17品種（接ぎ木苗）である（表-1）。4年生における調査は令和4年1月に実施し、樹高と根元径を測定した。

## 3. 結果

4年生の平均樹高は始良45号が最も高かった（図-1）。形状比の平均値は樹高によらず60程度の品種が多く（図-2）、成長のよい品種での徒長は確認されなかった。

今回、樹高成長に品種間差がある傾向が認められたが、各品種の調査本数が少ないことに加え、接ぎ木苗という性質上、根元径の成長並びに根系が品種本来のものと異なることから詳細について引き続き検証を進める予定である。

表-1 4年生ヒノキ少花粉品種の概要及び調査結果

品種	測定本数 (本)	平均樹高±SD (cm)	樹高最大値 (cm)	樹高最小値 (cm)	平均根元径±SD (mm)	平均形状比
南高来2号	3	91.3±7.4	101	83	11.3±1.0	80.9
阿蘇6号	4	96.3±27.9	140	70	17.1±5.8	57.7
阿蘇3号	3	102.0±20.5	131	86	13.7±0.8	74.2
九育2-150	14	102.3±25.7	146	62	15.9±3.5	64.0
諫早1号	8	107.8±33.1	164	62	18.7±7.4	60.7
東臼杵3号	3	112.5±36.0	163	82	18.7±5.2	59.8
始良29号	2	116.5±14.5	131	102	18.0±2.2	64.7
南高来10号	4	125.8±24.4	158	91	16.7±5.3	79.1
浮羽14号	5	131.8±21.2	154	103	18.6±3.1	71.3
藤津4号	3	136.3±32.4	181	105	23.1±6.7	59.8
阿蘇11号	5	137.2±30.0	182	95	25.9±7.8	55.2
藤津3号	5	138.0±28.3	179	105	22.8±6.1	62.1
北諸方2号	4	140.3±27.6	163	93	24.3±4.7	57.8
始良4号	4	150.8±20.8	169	116	24.2±5.3	63.6
遠賀1号	3	157.0±29.2	186	117	25.2±5.0	62.6
中津10号	5	160.0±38.0	205	103	25.3±9.8	68.1
始良45号	5	200.6±47.0	270	138	33.4±8.9	60.9

※SDは標準偏差を示す。

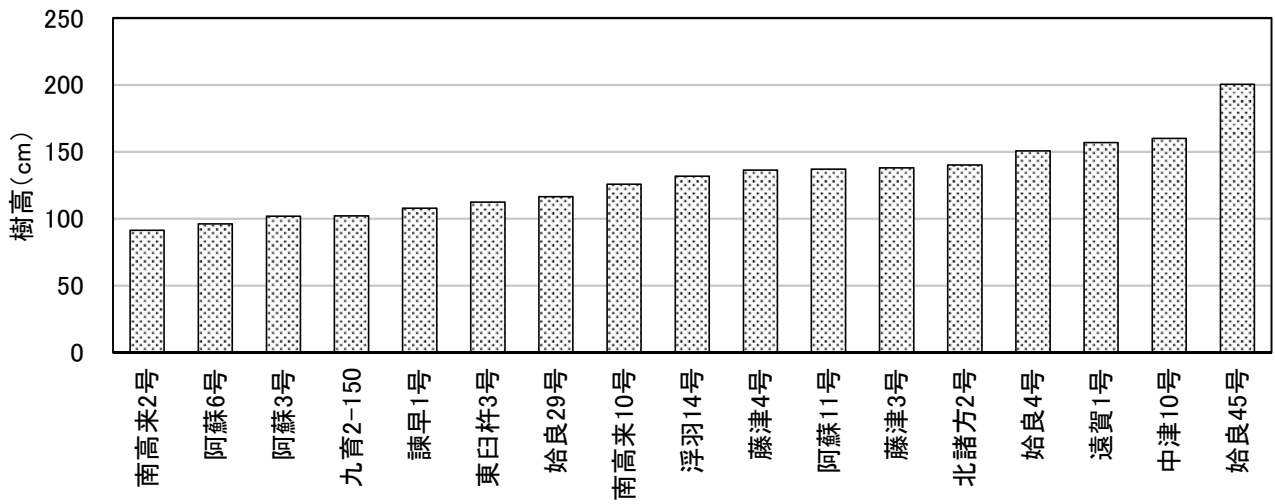


図-1 4年生ヒノキ少花粉品種の平均樹高

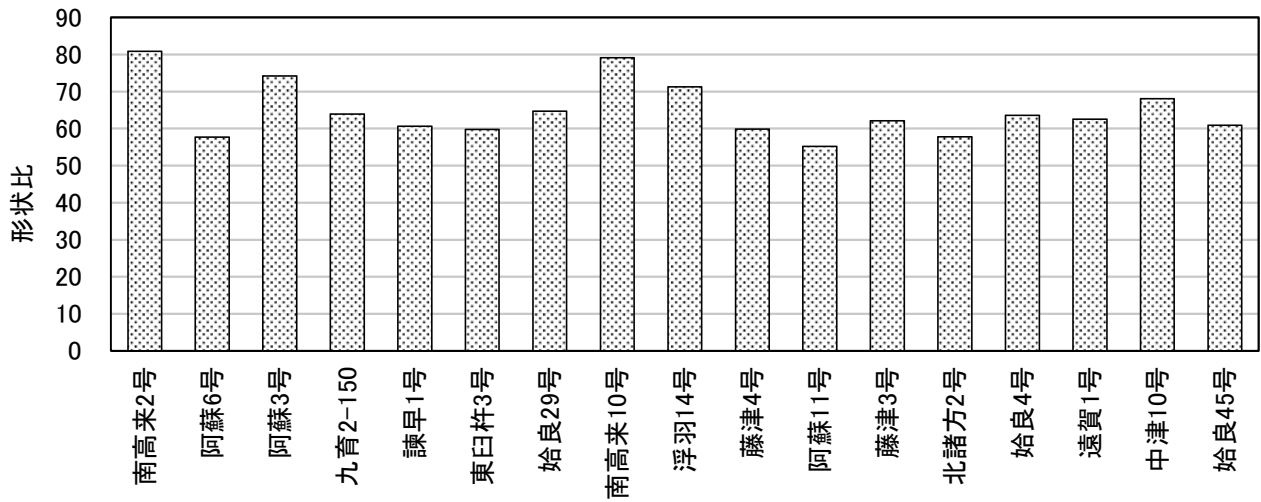


図-2 4年生ヒノキ少花粉品種の形状比



写真 始良45号

## 大分県に適した早生樹の苗木生産・育林技術の開発 - コウヨウザンとスギのツリーシェルターによる成長動態 -

令和3年度～令和5年度  
森林チーム 青田 勝

### 1. 目的

近年、主伐・再造林が増加しているが、高齢級の伐採が敬遠される等、年齢構成に偏りがあり、将来的には利用できる資源がなくなることから、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、大分県では、成長が早く強度もスギと同等であ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、様々な用途として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。

本研究では、大分県に適した早生樹の苗木生産・育林技術を開発することを目的に、臼杵市有林においてコウヨウザンとスギの成長比較やツリーシェルター（以下、TSと記す）を途中で撤去した場合の成長動態を検証したので報告する。

### 2. 試験方法

平成31年3月に、コウヨウザン（0.18ha、270本）とスギ（（県藤津14号）0.14ha、200本）を臼杵市有林に1,500本/haで植栽した。試験地は臼杵市野津町で、標高120mから140m、東向斜面、傾斜20度、過去30年間の年平均降水量は1883.2mm<sup>1</sup>で、土質は褐色森林土である。

試験地の全景は写真-1のとおりである。試験地①から③はコウヨウザン、④と⑤はスギを植栽した。植栽本数は①は4本で、②～⑤は順に30本、33本、31本、32本である。①の周囲にはシカネットを設置し、②から⑤はTSを設置した。その後、③と⑤はTSの有無による成長の影響を検証するため、令和2年5月にTSを撤去し、代わりに防護柵を設置した。

調査項目は、樹高と直径（根元径）で、令和2年5月、同年9月、令和3年10月の3回調査を行った。

また、尾根側から斜面下側まで植栽木を測定した結果を元に、斜面位置別で樹種別で成長の違いがあるかを検証した。

### 3. 結果及び考察

#### 1) 平均樹高及び平均直径(根元径)

図-1のとおり、植栽から3成長期を経過したコウヨウザンとスギの成長量は、コウヨウザンの方が良好であった。また、コウヨウザンとスギの両方とも、TS有の方が



写真-1 試験地の全景

途中で撤去した方のものより良好であった。TSは適切に施工されれば植栽木の初期樹高成長の促進に有効とあり<sup>2)</sup>、TSが初期の樹高成長を促進するのではないかと考えられた。

一方、TS無のコウヨウザンは、TS有のコウヨウザンよりも平均樹高は低いものの、直近の樹高成長量は良好であった。

平均直径（根元径）は、コウヨウザンではTS無が最も大きく、TS有も良好であった。一方、スギについては、TS有の方がTS撤去のものより大きかったが、TS有よりTS撤去のものの方が、直近の成長量は大きかった（図-2）。

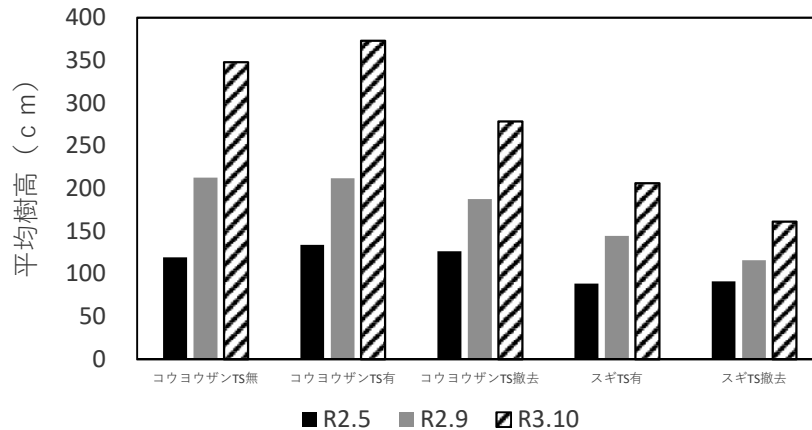


図-1 条件別の平均樹高

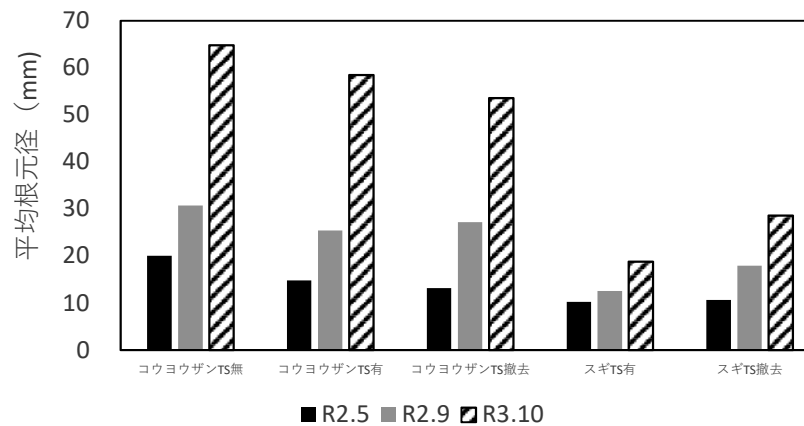


図-2 条件別の平均根元径

写真-2のとおり、樹高は2 m以上あり、中には4 m以上のコウヨウザンも多数見られた。一方、TS撤去したものは、TS有より樹高が低かったものの、3 m以上のコウヨウザンも多数見られた（写真-3）。

スギについては、TS有は樹高が2 m以上のものが大半を占め、TS撤去のものは、2 m以上のスギも数本見られた（写真-4、5）。



写真-2 TS有のコウヨウザンの状況



写真-3 TSを撤去したコウヨウザンの状況



写真-4 TS有のスギの状況



写真-5 TSを撤去したスギの状況

形状比の経年変化について、  
 図-3に示す。ここでの形状比は  
 植栽木の(樹高) / (幹本部直径)  
 の比で、形状比が高いと徒長し  
 ていることを示す<sup>3)</sup>。また、形状  
 比が80を超えると気象害に対  
 して弱い樹形だとされている<sup>4)</sup>。

令和2年5月時点では、コウ  
 ヨウザンTS無の形状比は60  
 で、値が低いことから幹が安定  
 していた。他の条件のものは、85  
 から95前後の高い値であった。

次に、TSを撤去した令和2  
 年9月時点では、コウヨウザン  
 TS有の形状比は微減であったが、撤去したものは70まで減少していた。一方、スギのTS有は形状比が114まで増加したが、撤去したものは65まで減少していた。

さらに、令和3年10月時点では、TS有と比較すると、コウヨウザンは減少しているが、スギのT

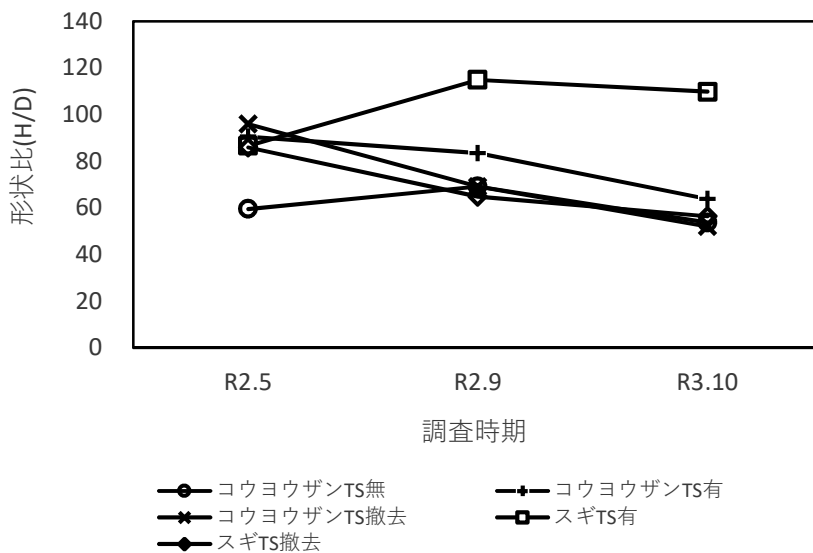


図-3 形状比の経年変化

S有は横ばいであった。これは、コウヨウザンの樹高がTS高を超えており、TS高を超えた頃(150cm)から風で幹が折れないようにしなくてはならないため、樹高成長を犠牲にして肥大成長を促進しなければならず<sup>4)</sup>、これにより形状比が減少したと考えられた。

一方でスギにおいても、今後樹高がTSを大きくなるにつれて形状比が減少することが想定された。

また、コウヨウザン及びスギのTS撤去のものは、令和2年9月時点からさらに減少した。TSが撤去されたことで、肥大成長が促進され、幹が安定すると考えられた。

## 2) 斜面位置別の樹高

斜面位置別で樹高を検証した結果を図-4に示す。

スギは尾根側に従って平均樹高が低くなったが、コウヨウザンでは明確には認められなかった。コウヨウザンは比較的水分条件が厳しい尾根付近でも、ある程度の成長が期待できると考えられたが、本研究の一事例の結果であるため、さらに他の植栽地での成実績が必要であると考えられた。

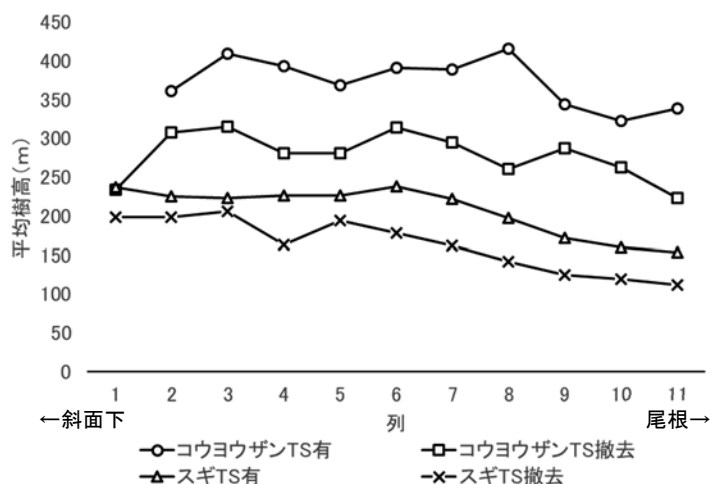


図-4 斜面位置別の樹高の推移

## 4. まとめ

植栽から3成長期を経過したコウヨウザンとスギの樹高成長を比較すると、コウヨウザンの方が良好であった。TS高から梢端部が突出していない段階で、TSを撤去することで形状比が減少した。これは、TSの撤去により、肥大成長が促進されて樹幹が太くなり安定するのではないかと考えられた。

一方で、TS設置の場合でも、梢端部がTS高(150cm)以上になると、風で樹幹が折損しないようにすることで根元径が大きくなり、形状比が減少すると想定された。

また、斜面位置別の樹高については、今回調査した尾根側から斜面側にかけて、コウヨウザンの樹高成長の低下が見られなかった。コウヨウザンの適地はスギと同等と考えられるが、比較的水分条件の厳しい尾根付近でも、ある程度の成長が期待できると考えられたが、さらなる検討が必要である。

## 参考文献

- 1) 国土交通省気象庁：ホームページ各種データ・資料 過去の気象データ検索 (令和2年)
- 2) 八木 貴信：日本森林学会大会発表データベース, 132(0), 335 (令和3年)
- 3) 4) 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所：西日本の若齢造林地におけるシカ被害対策選択のポイント～防鹿柵・単木保護・大苗植栽～, 39 (令和3年)
- 5) 林野庁：令和3年度森林総合監理士(フォレスター)基本テキスト, 298 (令和3年)

## 大分県に適した早生樹の苗木生産・育林技術の開発

## - 2代林のコウヨウザンの曲げ強度試験 -

令和3年度～令和5年度

森林チーム 青田 勝

## 1. 目的

大分県では、早生樹の中でもコウヨウザンに注目し、建築用材やバイオマスの原料等、様々な用途として利用することを検討している。コウヨウザンは伐根から萌芽するため、植栽をせずに更新が可能となるが、本研究では、これまでに事例が少ない萌芽後のコウヨウザンの材質試験を行うことを目的に、今年度は、当研究部内で伐根から萌芽後15年経過したコウヨウザンの曲げ強度試験を実施したので報告する。

## 2. 試験方法

## 1) 供試材

令和3年5月に、コウヨウザンの伐根から萌芽した15年生の立木(①樹高11.8m、胸高直径21.0cm、②樹高10.7m、胸高直径19.5cm)を伐採し、それらを試験材とした。ただし、どちらも梢端部は折損していた。伐採後、地上高約2mごとに円盤を採取した後、含水率を測定した。また、縦振動周波数の測定は、ポータブルFFTアナライザーAD-3527型((株)エー・アンド・デイ製)を用いて行い、縦振動ヤング係数(以下、 $E_{fr}$ と記す)を調べた。

次に、丸太から随及び中心を含む厚さ6cmのまさ目板に加工した後、60℃一定で含水率が12%程度になるまで乾燥し、板から曲げ試験用の無欠点小試験体を作成した。試験材寸法は(20mm×20mm×280mm)とした。

## 2) 曲げ強度試験

曲げ強度試験は、日本工業規格(JIS)の木材試験方法に基づき実施した。測定には、万能試験機AG-100kNAR(株式会社島津製作所製)を用いた。20mm角、材長280mmの試験体に対し、スパンは材せい12倍(240mm)、載荷速度は5mm/minの条件で、まさ目面荷重、3点曲げ試験方法で実施した。荷重とたわみはロードセルとクロスヘッドの移動量で測定し、最大荷重まで記録した。試験終了後には、試験材を全乾法により含水率を求めた。さらに、荷重-たわみ曲線から曲げ強さ(以下、MORと記す)及び曲げヤング係数(以下、MOEと記す)を求めた。

## 3. まとめ

## 1) 供試材

強度試験に供した材平均の測定結果を表-1に示す。

表-1 強度試験に供試した材平均の測定結果

試験体	本数	材長(mm)	末口径(mm)	元口径(mm)	密度(kg/m <sup>3</sup> )	縦振動周波数(Hz)	$E_{fr}$ (GPa)
①	4	190.50	56.53	74.04	850.43	745.63	6.86
②	3	203.33	83.86	96.60	754.97	812.50	7.53

試験体 2 本の平均の密度はおおよそ  $754\sim 850\text{kg/m}^3$ 、 $E_{fr}$  は  $6.86\sim 7.53\text{GPa}$  であった。

また、含水率は①164.59%、②133.49%であった。

## 2) 曲げ強度試験

曲げ強度試験の結果を表-2に示す。

表-2 曲げ強度試験の結果

試験体	試験体(本)	幅(mm)	厚さ(mm)	材長(mm)	含水率(%)	MOR(MPa)	MOE(GPa)
①	平均値	20.21	20.23	2800	12.6	69.29	8.96
	最大	20.30	20.37	2800	14.4	85.93	9.94
	最小	20.16	20.05	2800	10.7	57.09	7.15
	標準偏差	0.04	0.10	0	1.1	7.63	0.80
②	平均値	20.24	20.14	2800	11.5	67.42	9.59
	最大	20.50	20.31	2800	13.5	86.49	10.71
	最小	19.95	19.91	2800	10.0	49.39	8.45
	標準偏差	0.14	0.08	0	0.9	9.02	0.47

試験体①及び②の MOR の平均値は  $67.42\sim 69.29\text{MPa}$  で、MOE の平均値は  $8.96\sim 9.59\text{GPa}$  であった。また、全乾含水率は  $11.5\sim 12.6\%$  であった。以前、本研究部で試験した結果<sup>1)</sup>で、54年生の供試木からは、MOR が  $74\text{MPa}$ 、MOE が  $7\text{GPa}$  であり、それらと比較すると MOR は低く、MOE は高かった。MOE については、ヒノキと同等の結果となった。MOR と MOE との間には、常に正の相関関係が見られる<sup>2)</sup>とあるが、今回の試験体では、②のみ相関関係が見られた(図-1)。これは①の方の比較的随に近い試験体が、MOE に対して MOR の値が低い結果であったことから、MOR と MOE に相関関係が見られなかった。

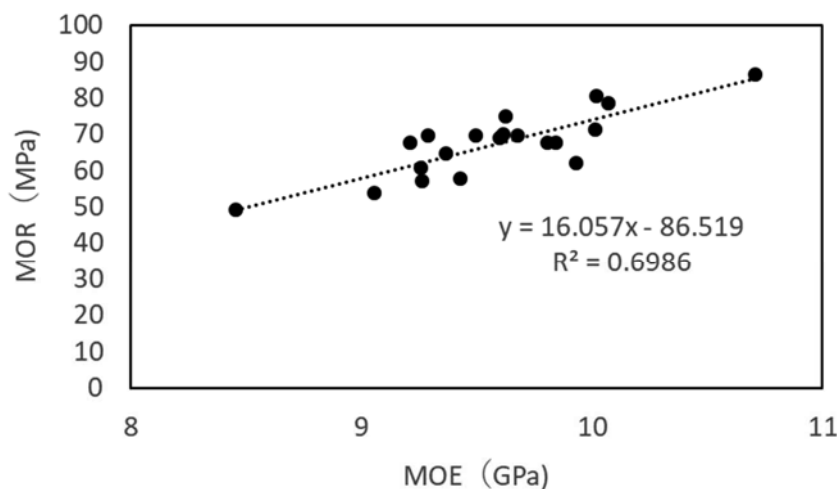


図-1 試験体②の MOR と MOE との関係

## 参考文献

- 1) 大分県農林水産研究指導センター林業研究部：早生樹を用いた短伐期林業の手引き（コウヨウザン、チャンチンモドキ編），14（平成 27 年）
- 2) 劉元，中山義雄：木材学会誌 Vol. 44, No 6, 387-394（平成 10 年）



## 県産スギ大径材の有効利用技術の開発

### - 9丁取りした正角材の強度と4丁取りした正角材の乾燥試験 -

令和元年度～令和3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、今後大径材の供給量が増すものと予想される。大径材から複数本の正角材や平角材が採材される場合、材質や性能に不明な点も多く、明らかにすることが求められる。

初年度は、1本の大径材から9本採材した正角材（以下、9丁取り正角材と記す）について、採材位置ごとに性状を調査<sup>1)</sup>した。昨年度は、採材位置ごとの強度試験や人工乾燥試験<sup>2)</sup>を行った。今年度は、昨年度人工乾燥した9丁取り正角材を用いて性状調査と曲げ強度試験を、さらに1本の大径材から4本採材した正角材（以下、4丁取り正角材と記す）の人工乾燥試験を行ったので報告する。

#### 2. 試験方法

##### 1) 乾燥した9丁取り正角材の性状調査と曲げ強度試験

###### (1) 供試材

昨年度人工乾燥試験<sup>2)</sup>に供した材長約3mの試験体を用いた。人工乾燥後、室内にて5か月以上養生した。その後、モルダー加工機を用いて一辺が90mmの正角材に仕上げた。

###### (2) 性状調査

仕上げ加工前後に、正角材の寸法、重量、含水率、曲がり及び縦振動ヤング係数（以下、 $E_{tr}$ と記す）を、仕上げ加工後に内部割れ、節数及び節径を調べた。含水率は、高周波木材水分計HM-520型（株式会社ケツト科学研究所製）を用いて、元口から材長500、1,500、2,500mmの位置の4面を測定した。縦振動周波数の測定は、ポータブルFFTアナライザーAD-3527型（株式会社エー・アンド・デイ製）を用いた。内部割れは、元口から材長100、2,000、2,900mmの位置で長さ約25mmの薄片を切断し（図-1）、木口面に生じた割れの個数、長さを測定した（高温2、高温3、中温乾燥の試験体のみ<sup>2)</sup>）。

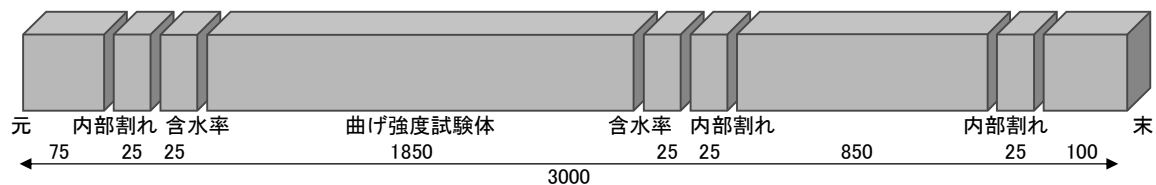


図-1 強度試験体の採取方法模式図（数字は長さ（mm）を示す）

###### (3) 曲げ強度試験

曲げ強度試験体は、図-1のように切り出した。試験体の両端からは長さ約25mmの薄片を切断し、平均年輪幅及び含水率を全乾法で求めた（高温2、高温3、中温乾燥<sup>2)</sup>）。曲げ強度試験は、万能試験機AG-100kNAR（株式会社島津製作所製）を用い、「構造用木材の強度試験マニュアル」<sup>3)</sup>に従って実施した。スパンは材せいの18倍（1,620mm）、3等分点4点荷重方式により、载荷速度10mm/minの

条件で木表側から加圧した。曲げ強さ(以下、MOR と記す)及び曲げヤング係数(以下、MOE と記す)を求めた。

## 2) 4丁取り正角材の人工乾燥試験

### (1) 供試材

県西部地区から調達した材長約 4 m、末口径 40 cm以上の丸太 9 本について、末口径、元口径、材長、重量、年輪数、 $E_{fr}$  及び材長中央部における曲がり測定した。

### (2) 4丁取り正角材の採材工程及び性状調査

送材車付き帯鋸盤を用い、図-2 に示す工程で採材した。周辺部から①～⑧の順に厚さ約 30 mm 程度の背板を採材した後、中央部から正角材 4 本を⑨～⑭の順に採材した。正角材の寸法は、表-6 に示す原木のうち、末口径 44 cm 以上の丸太からは一辺が 135 mm の正角材を、末口径 42 cm 以下の丸太からは一辺が 120 mm の正角材を採材した。芯の抜き幅は 25 mm 程度、鋸入れ後の修正挽きは行わなかった。図-3 に正角材の採材位置と年輪の模式図を、表-1 に正角材のグループ分けを示す。正角材の性状について、寸法、重量、含水率、曲がり及び  $E_{fr}$  を測定した。

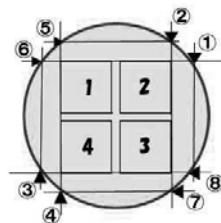


図-2 4丁取り正角材の採材工程

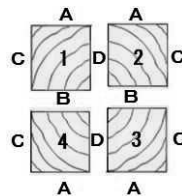
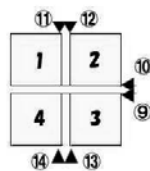


図-3 正角材の採材位置と模式図

表-1 グループ分け

面	摘要
A面、C面	木表側
B面、D面	木裏側

### (3) 乾燥試験の方法

図-4 に示すように、中央部から材長約 3 m に切り出し試験体とした。試験体の両端からは長さ約 25 mm の小片を採取し、全乾法により含水率を求めた。試験体の寸法、重量、含水率(元口から 500、1,500、2,500 mm の位置の 4 面)、曲がり及び  $E_{fr}$  を調べた後、表-2 に示す 3 条件のスケジュールで乾燥した。

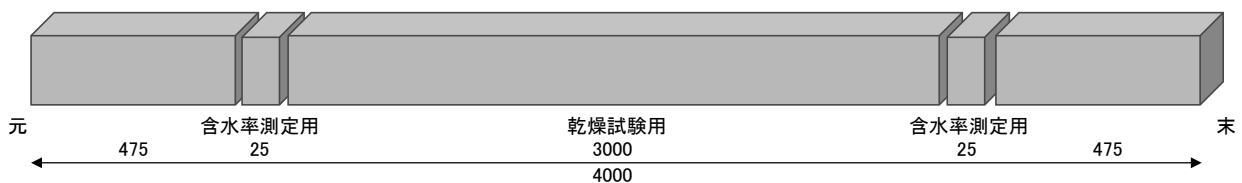


図-4 乾燥試験体の採取方法模式図 (数字は長さ(mm)を示す)

表-2 4丁取り正角材の乾燥スケジュール

乾燥条件 No.	項目	蒸煮	中温乾燥	降温
		乾球 98-湿球 98(°C) 時間(h)	乾球 90-湿球 60(°C) 時間(h)	乾球 30-湿球 20(°C) 時間(h)
1			60	
2	中温	8	120	24
3	※		132	

※ 条件3は、条件1の終了後に中温乾燥をさらに 72 時間追加したスケジュール

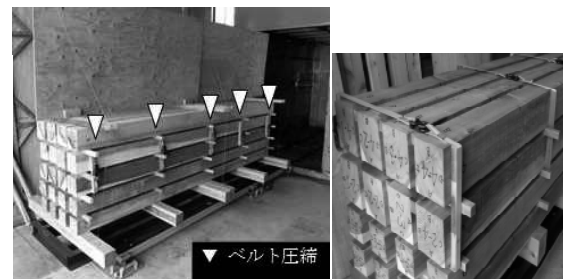


写真-1 試験体の設置とベルト圧縮

乾燥機は、大分県立日田林工高等学校の高周波・蒸気複合乾燥機 MDW-2SD 型（山本ビニター株式会社製）を用い、曲がりの向きが下向きになるように設置した。乾燥時の载荷は、中 2 段に位置する計 8 体の試験体のみ、ラチェット荷載機にて材長方向 5 か所を圧縮した（以下、ベルト圧縮と記す。写真-1）。乾燥終了後に再び、寸法、重量、含水率、曲がり及び  $E_{fr}$  を測定し乾燥前後の変化を調べた。

### 3. 結果及び考察

#### 1) 乾燥した 9 丁取り正角材の性状調査と曲げ強度試験

##### (1) 供試材

昨年度に人工乾燥<sup>2)</sup>した試験体について、仕上げ加工前後の測定結果を表-3 に示す。4 方まさと 2 方まさは、どの試験体も含水率 20% 以下を示していた。一方、心持ち材は 20% 以上の含水率を示すものが多かった。同一の乾燥スケジュールでこのような差が生じたことから、心持ち材に比べて 4 方まさと 2 方まさは、乾燥しやすい材であることが分かった。 $E_{fr}$  の値は、仕上げ加工の前後で差異は生じなかった。含水率及び密度に変化がなかったためと判断できる。

表-3 仕上げ加工前後の測定結果

項目	試験体 (本)	含水率 (%)		密度 (kg/m <sup>3</sup> )		$E_{fr}$ (GPa)		
		仕上げ前	仕上げ後	仕上げ前	仕上げ後	仕上げ前	仕上げ後	
高温 1	4 方まさと	5	15.1	15.2	369	373	6.41	6.40
	2 方まさと	3	19.7	17.6	386	390	6.28	6.25
	心持ち材	9	22.5	25.5	475	490	8.01	7.69
高温 2	4 方まさと	5	17.2	14.7	388	392	5.46	5.91
	2 方まさと	3	15.1	12.8	356	357	5.43	5.34
	心持ち材	9	21.7	20.1	466	479	7.39	7.39
高温 3	4 方まさと	5	16.1	15.4	402	403	6.54	6.26
	2 方まさと	3	10.8	10.4	346	347	5.78	5.81
	心持ち材	9	19.4	19.3	465	474	8.01	7.38
高温 4	4 方まさと	10	12.0	9.9	368	375	6.83	7.01
	2 方まさと	8	12.6	10.2	362	368	6.99	7.14
	心持ち材	28	22.6	19.3	492	512	9.18	8.71
中温	4 方まさと	12	15.1	15.0	352	355	5.31	5.37
	2 方まさと	12	14.6	14.6	353	355	5.24	5.17
	心持ち材	7	23.0	24.9	487	480	8.58	7.75

##### (2) 曲がり

仕上げ加工前後の試験体の曲がりの状況を図-5 に示す。記載の数値は、4 面における矢高の平均値を示す。数字のみの記載は、製材の日本農林規格<sup>4)</sup>（以下、規格と記す）の甲種Ⅱの 1 級の曲がりに該当することを、丸数字は規格の 2 級の曲がりに該当することを意味する。

仕上げ加工前後で、矢高の値に大きな変化は生じなかった。材表面を削る際に、応力緩和が起きな

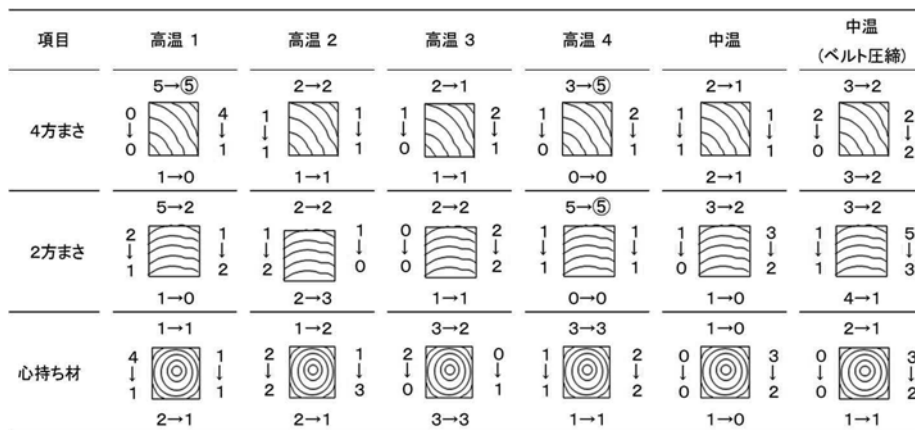


図-5 仕上げ加工前後の矢高の平均値（単位：mm、仕上げ前→仕上げ後）

かったものと推察される。ただ規格において、仕上げ材の曲がり、挽き材の1/2程度であることが求められるため、採材及び乾燥工程を通じて曲がり抑制を図ることが必要となる。

### (3)内部割れ

内部割れの状況を図-6に示す。3条件の乾燥スケジュール(高温2、高温3、中温乾燥<sup>2)</sup>)について、元口から2,000mmの位置の内部割れ個数、長さを表している。中温乾燥で乾燥した試験体は良好な結果を示し、2方まさの試験体は、内部割れの発生がわずかに確認される程度、4方まさの試験体には全く確認されなかった。中温乾燥の条件は、表層部と内部との含水率傾斜が小さい状態で乾燥することができるため、内部において引張応力が働きにくくなったものと考えられる。

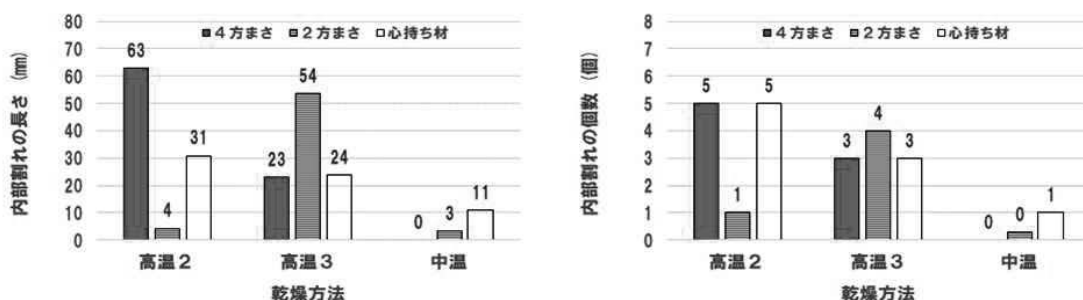


図-6 元口から2,000mmの位置における内部割れの個数と長さ

### (4)節

試験体の節の状況を図-7に示す。心持ち材は、4面に多くの節が確認されたのに対し、4方まさ及び2方まさは、木表側で少なくなる傾向を示した。節径は、4方まさの木表側が最も小さかった。しかし、2方まさの側面(まさ目面)には、節の縦断面が見える大きな流れ節が存在した。

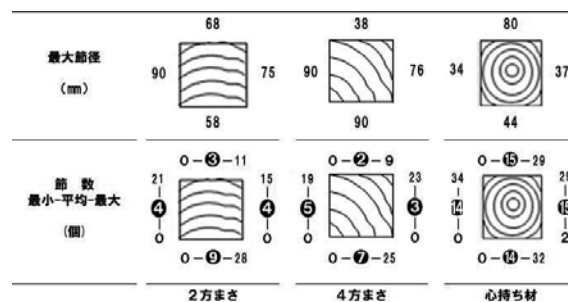


図-7 節の状況

### (5)曲げ強度試験

曲げ強度試験の結果を表-4、図-8及び図-9に示す。MORの平均値は、4方まさが35.7MPa、2方まさが30.3MPaを示した。両者の間に危険率5%で有意差が認められることから、2方まさ<4方まさの関係があるものとする。MOEの平均値は、4方まさ5.77GPa、2方まさ5.51GPaを、 $E_{fr}$ の平均値は、4方まさ5.98GPa、2方まさ5.70GPaを示した。MOE及び $E_{fr}$ は、4方まさ及び2方まさの間に有意差がないことから、4方まさ $\approx$ 2方まさの関係があるものとする。また、図-8においてMOEと $E_{fr}$ の間には相関が見られた。

表-4 曲げ強度試験の結果

試験体		含水率 (%)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	MOR (MPa)	MOE (GPa)	$E_{fr}$ (GPa)
4方まさ	平均値	14.0	376.4	35.7	5.77	5.98
	最大	17.9	433.4	46.9	7.88	8.46
	最小	12.0	338.0	18.3	4.14	4.76
	標準偏差	1.7	27.0	8.5	1.17	1.10
	本数	20				
2方まさ	平均値	13.7	349.9	30.3	5.51	5.70
	最大	16.6	388.6	43.6	7.94	7.92
	最小	11.8	290.5	18.1	3.94	4.12
	標準偏差	1.4	27.1	7.5	1.22	1.23
	本数	16				
心持ち材	平均値	16.6	467.3	46.9	8.12	7.66
	最大	39.9	591.3	62.2	11.65	11.53
	最小	11.8	388.4	32.4	4.09	4.11
	標準偏差	6.2	49.3	7.4	1.49	1.46
	本数	23				

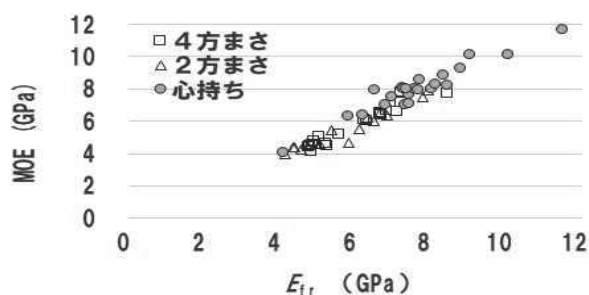


図-8 MOE と  $E_{fr}$  の関係

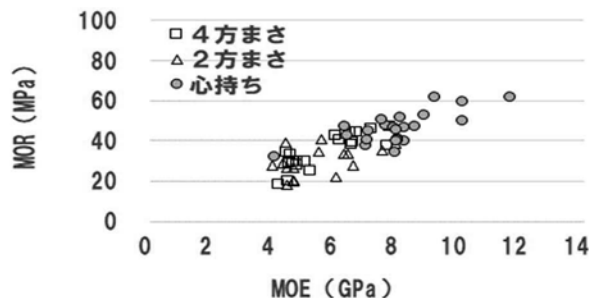


図-9 MOR と MOE の関係

2) 4丁取り正角材の人工乾燥試験

(1) 供試材

末口径 40 cm以上の丸太9本の測定結果を表-5に示す。9本の材の密度は620~999kg/m<sup>3</sup>、 $E_{fr}$ は4.58~8.02GPa、曲がり(矢高)は3.6~11.5 cmであった。

4丁取り正角材の採材後の測定結果を表-6、図-10に示す。含水率の平均値は、一辺135 mmの正角材が126.0%、一辺120 mmの正角材が156.2%であった。採材後の曲がり、木表側に生じた。

表-5 供試丸太の測定結果

番号	末口径 (cm)	元口径 (cm)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	曲がり 矢高 (cm)	元口 年輪数 (年)	$E_{fr}$ (GPa)	素材JAS <sup>5)</sup>
1	46	58	673	3.8	35	4.58	Ef 50
2	48	55	620	4.6	69	4.79	Ef 50
3	42	57	883	5.8	53	5.39	Ef 50
4	40	56	884	11.5	53	6.27	Ef 70
5	42	58	834	3.6	54	6.74	Ef 70
6	40	53	767	3.5	51	6.76	Ef 70
7	42	55	900	4.6	52	7.22	Ef 70
8	44	54	999	4.1	51	7.75	Ef 70
9	45	53	847	5.2	71	8.02	Ef 90
平均	43	55	823	5.2	54	6.39	

表-6 4丁取り正角材の採材後の測定結果

採材寸法	試験体	本数 (本)	幅 (mm)	厚さ (mm)	材長 (mm)	重量 (kg)	含水率 (%)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	曲がり 最大矢高 (mm)	$E_{fr}$ (GPa)
一辺135mm	4方まさ	16	136.19	135.53	4150	53.23	126.0	695	15	6.57
一辺120mm	4方まさ	8	122.04	120.39	4108	48.54	156.2	804	18	6.47

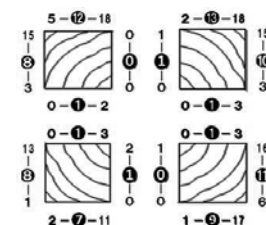


図-10 採材後の最大矢高 (単位: mm 最小-平均-最大)

(2) 含水率

乾燥前後の含水率を図-11に示す。図中の横太線は、目標含水率の20%を示す。60時間の乾燥では、乾燥前含水率80%程度の材料については、含水率30%程度までしか乾燥できなかった。しかし、さらに72時間延長し合計132時間乾燥させた場合、概ね20%以下に乾燥できることが分かった。

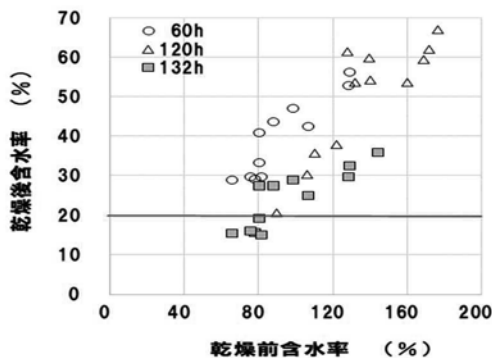


図-11 乾燥前後の含水率変化

### (3) 曲がり

乾燥前後の正角材の曲がりの変化を図-12 に示す。記載の数値は、4面における矢高の最大値を示す。側面に位置する木表面の曲がりは、ベルト圧縮無しの場合、矢高が微増したのに対し、ベルト圧縮した場合は、矢高が減少する傾向を示した。ベルトについては、条件1では60時間乾燥後には緩んでいた。締め直して、さらに72時間乾燥を追加した条件3では、極端なベルトの緩みはなかった。圧縮が確実に実施されていたことが曲がり抑制につながったのではないかと推察される。

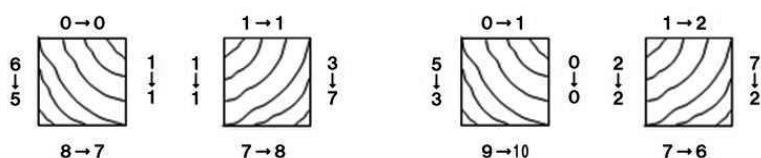


図-12 乾燥前後の矢高の最大値 (単位: mm、乾燥前→乾燥後)  
左2つ: ベルト圧縮無し 右2つ: ベルト圧縮有り

## 4. まとめ

### 1) 9丁取り正角材の性状調査と曲げ強度試験

人工乾燥後に十分養生した9丁取り正角材について、以下のことが明らかになった。

- ・仕上げ加工前後で、矢高に大きな変化は生じなかった。
- ・中温乾燥で乾燥した場合、4方まさ及び2方まさにおいて内部割れの発生は少量であった。
- ・MORに、2方まさ<4方まさの関係が示された。
- ・MOEと $E_{tr}$ の間に、相関が見られた。両者に、4方まさ $\approx$ 2方まさの関係が示された。

### 2) 4丁取り正角材の人工乾燥試験

4丁取り正角材について、以下のことが明らかになった。

- ・4丁取り正角材を採材した直後は、木表面で材長方向に凹型に曲がる傾向を示した。
- ・中温乾燥60時間では、乾燥前含水率80%程度の材料が、30%程度までしか乾燥できなかった。
- ・中温乾燥132時間では、乾燥前含水率80%程度の材料が、概ね20%以下に乾燥できた。
- ・乾燥時の圧縮によって、矢高の増加が防げた。ベルト圧縮の場合、緩まないことが条件となった。

## 謝辞

今回の乾燥試験では、大分県立日田林工高等学校並びに同校の林業科教諭 後藤英次郎氏、江田雅之氏には、同校所有の高周波・蒸気複合乾燥機を使用させていただく際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) 古曳博也: 令和元年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報, 24-29 (令和2年)
- 2) 古曳博也: 令和2年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報, 20-27 (令和3年)
- 3) (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, 5-17 (平成23年)
- 4) 製材の日本農林規格: 平成19年8月29日農林水産省告示第1083号
- 5) 素材の日本農林規格: 平成28年8月30日農林水産省告示第1641号

## 長大スパンに対応する接着重ね材の開発

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年の「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、構造用を使用する断面が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。

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、4メートルを超えるスパンへの対応は困難である。そこで本年度は、より長大スパンへの対応を目標に、大分県産スギ製材品をフィンガージョイント(以下、FJと記す)でたて継ぎした製材ラミナで接着重ね材を試作し、曲げ試験を行い、その性能を検討したので報告する。

### 2. 試験方法

#### 1) たて継ぎ製材ラミナの引張試験

たて継ぎしたスギ製材ラミナで接着重ね材を試作するにあたり、FJと節との間隔を検討するため、たて継ぎした製材ラミナの引張試験を行った。

#### (1) 供試材

はじめに、大分県内の大分方式乾燥材認証工場で製材、乾燥(含水率15%以下)された断面寸法が105×105mmで長さ4mのスギ製材7本を準備し、寸法、重量、縦振動ヤング係数(以下、 $E_{fr}$ と記す)、最大節径、集中節径等を測定した。次いで、7本のうち5本について、長さを2mに切断し二つのグループに分け、寸法、重量、 $E_{fr}$ を測定した。その後、一方のグループはFJと節との間隔が、材長方向で測定した節径の1倍になる位置で切断・FJ接合し、試験体を作製した(以下、1dグループと記す)。もう一方のグループは、FJと節との間隔が3倍になるようにした(以下、3dグループと記す)。残りの2本について、片方を1d、他方を3dとした。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、圧縮には、フィンガーコンポーザー(飯田工業株式会社製 FJP-8ET)を用いた。

#### (2) 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。

## 2) FJ たて継ぎ製材ラミナを用いた接着重ね材の試作

FJ たて継ぎした製材ラミナについて、長さ 3m の製材 2 本を FJ たて継ぎし 6m にした製材ラミナ（以下、FJ3-3 製材ラミナと記す）と、長さ 3m の製材の両木口に 1.5m 材を FJ たて継ぎし 6m にした製材ラミナ（以下、FJ1.5-3-1.5 製材ラミナと記す）、長さ 4m の製材の両木口に 1m 材を FJ たて継ぎし 6m にした製材ラミナ（以下、FJ1-4-1 製材ラミナと記す）の 3 種類を作製した。

また、試作した接着重ね材は、FJ3-3 製材ラミナと FJ1.5-3-1.5 製材ラミナを組み合わせた A タイプと、FJ1-4-1 製材ラミナと FJ3-3 製材ラミナを組み合わせた B タイプの 2 種類とした。図-1 に組み合わせ方を示す。

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 に準拠し、非対称異等級構成を基本とし、一部対称異等級構成とした。

たて継ぎ製材ラミナを用いた接着重ね材作製のため、大分県内の製材所で製材、乾燥された断面寸法が 105×105mm で長さ 3m のスギ製材 21 本と、断面寸法が 105×105mm で長さ 4m のスギ製材 7 本を準備し、寸法、重量、 $E_{fr}$ 、最大節径、集中節径等を測定した。

A タイプの接着重ね材に使用した FJ3-3 製材ラミナについて、準備した長さ 3m の製材 21 本のうち、木口を FJ したとき、FJ から節までの距離が節径の 3 倍以上になる材 18 本を選び、 $E_{fr}$  の高い材から 12 本を  $E_{fr}$  の高い順に 2 本を組み合わせ、FJ たて継ぎし、FJ3-3 製材ラミナ 6 本を作製した。FJ1.5-3-1.5 製材ラミナについては、FJ から節までの距離が節径の 3 倍以上になる材 18 本のうちの残り 6 本を  $E_{fr}$  の高い順に 2 本を組み合わせ、組み合わせた 2 本のうち  $E_{fr}$  の高いほうを 1.5m に切断し、他方の 3m 製材の両木口に FJ し、FJ1.5-3-1.5 製材ラミナ 3 本を作製した。FJ3-3 製材ラミナの  $E_{fr}$  の高い順に、A タイプ接着重ね材 1 体目の外層引張側、外層圧縮側、2 体目の外層引張側、外層圧縮側、3 体目の外層引張側、外層圧縮側に、FJ1.5-3-1.5 製材ラミナの  $E_{fr}$  の高い順に、A タイプ接着重ね材 1 体目の内層、2 体目の内層、3 体目の内層に配置し、A タイプの接着重ね材を作製した。

B タイプの接着重ね材に使用した FJ1-4-1 製材ラミナについて、準備した長さ 4m の製材の  $E_{fr}$  が高いほうから 3 番目の材を長さ 1m に切断し、 $E_{fr}$  が高いほうから 1 番目と 2 番目の両木口に FJ し、FJ1-4-1 製材ラミナを 2 本作製した。次に、長さ 4m の製材の  $E_{fr}$  が低いほうから 1 番目と 2 番目の材をそれぞれ 3m と 1m に切り、それぞれの 3m 材を FJ し FJ3-3 製材ラミナを 1 本、切ったそれぞれの 1m 材を長さ 4m の製材の  $E_{fr}$  が高いほうから 4 番目の材の両木口に FJ たて継ぎし、FJ1-4-1 製材ラミナを 1 本作製した。A タイプの接着積層材に使用しなかった 3m 製材のうち  $E_{fr}$  が最も低いものを 1m に切り、そのうちの 2 本を長さ 4m の製材の  $E_{fr}$  が高いほうから 5 番目の材の両木口に FJ たて継ぎし、

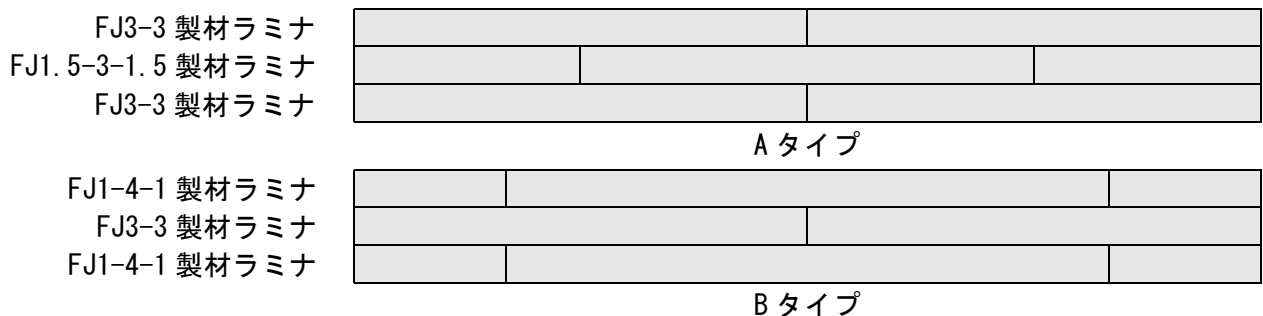


図-1 FJ 製材ラミナの組み合わせ方



FJ1-4-1 製材ラミナを 1 本作製した。A タイプの接着積層材に使用しなかった 3m 製材のうち、残りの 2 本を FJ し FJ3-3 製材ラミナを 1 本作製した。作製した FJ1-4-1 製材ラミナを引張又は圧縮側に、FJ3-3 製材ラミナを内層に配置し、B タイプの接着重ね材を作製した。

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）を用いた。また FJ の接着には、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-111（主剤：TP-111、架橋剤：H-3M））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、0.4MPa で圧縮した。

積層接着には、TP-111 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、調合後ハンドローラーを用いて積層面に対し約 300g/m<sup>2</sup> の割合で両面塗布した。その後、通直湾曲集成材製造装置（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、各試験体の寸法、重量、 $E_{fr}$  を測定した。

### 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 とした。

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。

また、JAS に準じ、曲げ強さ（以下、 $\sigma_b$  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 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、 $E I_e$  と記す）も求めた。試験の様子を写真-1 に示す。



写真-1 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

1d グループと 3d グループの密度と  $E_{fr}$ 、引張強度の平均値と標準偏差、5% 下限値<sup>3)</sup>を表-1 に示す。引張強度の平均値の検定の結果 1d と 3d に差は認められなかった（ $p=0.05$ ）が、1d の 5% 下限値が 14.7MPa に対し 3d のそれは 22.9MPa と 1.5 倍高い値を示した。そこで、以降の FJ たて継ぎ製材ラミナでは、FJ と節との間隔が 3 倍になるようにした。

表-1 たて継ぎ製材ラミナの引張試験結果

FJ と節 の間隔	密度 (kg/m <sup>3</sup> )		$E_{fr}$ (GPa)		引張強さ (MPa)		
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	5% 下限値
1d	471	39.2	8.2	1.2	29.2	6.20	14.7
3d	472	54.9	8.6	1.1	31.7	3.77	22.9

## 2) FJ たて継ぎ製材ラミナを用いた接着重ね材の試作と曲げ試験

試作した接着重ね材の強度等級、 $E_{fr}$ 、最大荷重、 $\sigma_b$ 、 $E_b$ 、 $E_bI$ 、 $EI_e$ を表-2に示す。

$\sigma_b$ について、すべての試験体でJASの基準値を上回った。図-2に、JASに規定される $\sigma_b$ の基準値と $\sigma_b$ の関係を示す。

JASの $E_b$ の基準値と、 $E_{fr}$ 、 $E_b$ の関係を図-3に示す。JASの $E_b$ の基準値と、 $E_{fr}$ 及び $E_b$ の間には強い正の相関がみられた。

$EI_e$ と $E_bI$ の関係を図-4に示す。 $EI_e$ と $E_bI$ の間には強い正の相関があることが分かったが、 $E_bI$ は $EI_e$ の0.94倍程度という結果になった。これは $E_b$ を求める際、支持点のめり込み変形を考慮しなかったためと考えられる。

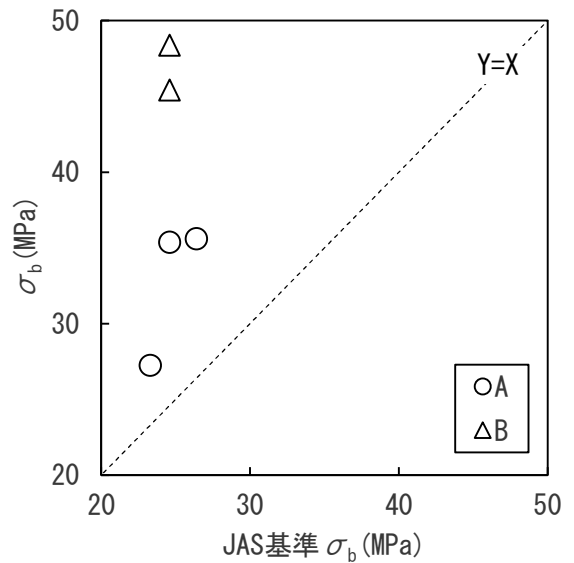


図-2  $\sigma_b$ の関係

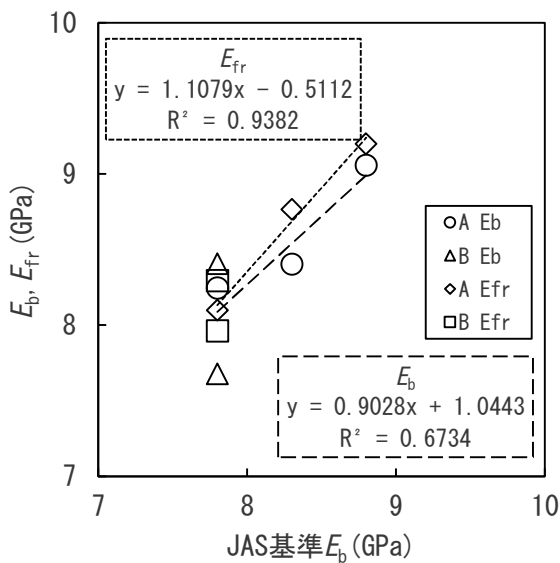


図-3 ヤング係数の関係

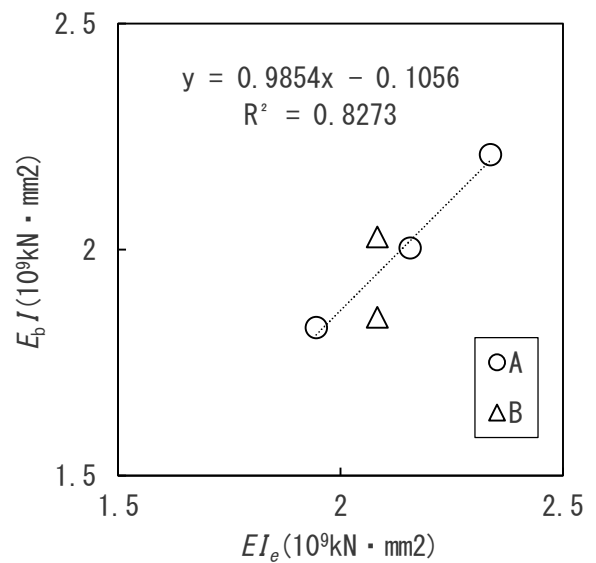


図-4  $EI_e$ と $E_bI$ の関係

表-2 試作した接着重ね材の性状

種類	番号	強度等級	$E_{fr}$ (GPa)	最大荷重 (kN)	$\sigma_b$ (MPa)	$E_{fr}$ (GPa)	$E_bI$ ( $10^9\text{kN}\cdot\text{mm}^2$ )	$EI_e$ ( $10^9\text{kN}\cdot\text{mm}^2$ )
A	1	E80-F240	8.1	51.01	35.4	8.2	1.83	1.95
	2	E85-F230	8.8	41.29	27.3	8.4	2.00	2.16
	3	E90-F260	9.2	54.71	35.6	9.1	2.21	2.34
B	1	E80-F240	8.3	69.22	45.4	7.7	1.85	2.08
	2	E80-F240	8.0	73.72	48.4	8.4	2.03	2.08

#### 4. まとめ

大分県内で製材されたスギ FJ 製材ラミナを用いた接着重ね材を JAS に準じ試作し、曲げ試験を行った結果、以下のことが分かった。

- ・FJ でたて継ぎした製材ラミナについて、FJ と節との間隔は節径の 3 倍必要。
- ・試作した接着重ね材は、JAS の基準値を満足した。

#### 謝辞

今回の試験では、大分大学理工学部創生工学科/建築学コース 木質構造研究室准教授 田中 圭氏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 (JAS 0006) , 平成31年1月
- 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 183-192, 2015年
- 3) 財団法人日本建築学会編：木質構造設計基準・同解説 ー許容応力度・許容耐力設計法ー 153, 2006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 －

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、大径材の価値向上につながる部材開発等の取り組みとして、これまで平角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、大断面材やそ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が必要となっている。

また、県内の製材業者から付加価値のある大断面材（300mm角以上）の乾燥技術の開発が要望されているが、既存の方法では技術的に難しい。早急に取り組む必要がある。さらに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うえで、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、大断面製材や心去り材などの大径材部材に適した乾燥法の検討を行った。今回は大径材から製材される心去り平角材（2丁取り）と4丁取り心去り正角材について高周波減圧複合乾燥（以下、高周波減圧乾燥と記す）と大分方式乾燥を実施した。

### 2. 試験方法

#### 1) 心去り平角材の乾燥試験

##### (1) 試験材及び乾燥試験

試験材は、大分県県内の製材工場で製材されたスギ心去り平角材 255mm×135mm×4m（以下、255材と記す）、スギ心去り平角材 165mm×135mm×4m（以下、165材と記す）で、各寸法4本ずつ使用した。製材前の原木の末口径及び元口径を表-1に示す。製材状況を写真-1に示す。製材後、中央部で2mに切断して、含水率（全乾法）及び重量を測定した（図-1）。試験材は、心去り材及び心持ち材それぞれ4本ずつ高周波減圧乾燥グループと大分方式乾燥グループに分け、表-2に示す方法で乾燥試験を実施した。

表-1 使用原木の末口径及び元口径 (cm)

	255材		165材	
	原木①	原木②	原木③	原木④
末口径	46.2	46.8	43.4	49.2
元口径	57.8	52.9	49.7	56.1

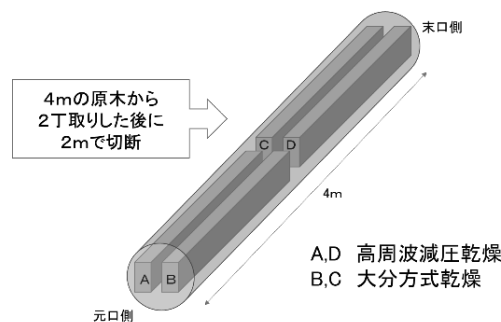


図-1 原木の製材（2丁取り）

高周波減圧乾燥は、熊本県林業研究・研修センターの多機能木材乾燥機 HTD-1 型（株式会社ヤスジマ製、写真-2）を使用した。高温セット処理は、林業研究部の蒸気式高温乾燥機 78H/KR8H 型（ヒルデブランド製）を使用した。その後、天然乾燥 5 か月、促進乾燥 21 日間行い、目標含水率 15% 以下まで乾燥させた。



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-2 乾燥条件

試験区分	試験材 (製材寸法)	本数 (本)	乾燥方法	
			高温セット処理	乾燥処理
高周波減圧乾燥	スギ心去り平角材 (2丁取り) (255mm × 135mm × 2m)	4	乾球90~65°C 湿球73~50°C	乾球63°C 湿球48°C
	スギ心去り平角材 (2丁取り) (165mm × 135mm × 2m)	4	真空設定328~275torr 時間20h	真空設定140~120torr 時間336h
天然乾燥 (大分方式乾燥)	スギ心去り平角材 (2丁取り) (255mm × 135mm × 2m)	4	蒸煮95°C、6h セット120°C、6h	天然乾燥
	スギ心去り平角材 (2丁取り) (165mm × 135mm × 2m)	4		中温乾燥 (60~70°C)

(2) 材質試験

試験材は、製材直後、高周波減圧乾燥後、天然乾燥後、促進乾燥後に材質測定を行った。測定項目は、重量、寸法、 $E_r$ 、含水率（含水率計 moco2 を使用）で、さらに乾燥終了時は、前の項目に加えて、表面割れ、中央部矢高、全乾含水率、内部割れの測定を行った。なお、測定面は図-2 のとおりとし、a 面を上にして乾燥した。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。全乾含水率及び内部割れは、図-3 に示す位置で試験片を採取した測定した。内部割れは、切断面に現れた割れの最大幅と長さを測定して面積を算出し、断面ごとに集計した。

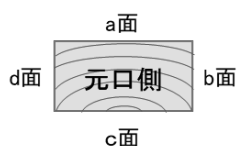


図-2 材質測定面の定義

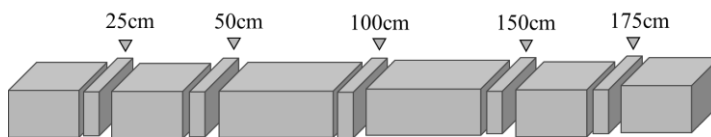


図-3 試験片の採取位置

## 2) 4丁取り正角材の乾燥試験

### (1) 試験材及び乾燥試験

試験材は、大分県内の製材工場で製材されたスギ4丁取り正角材 165mm×165mm×4 m、スギ心持ち正角材 165mm×165mm×4 mで、各4本ずつ使用した。製材前の4丁取り原木の末口径は62.4cm、元口径は70.0cm、材長は423.2cmであった。4mの試験材は、中央部で2mに切断して、含水率（全乾法）及び重量を測定した（図-3）。試験材は心去り材、心持ち材それぞれ4本ずつ高周波減圧乾燥グループと高温乾燥グループに分け、表-3に示す方法で乾燥試験を実施した。

高周波減圧乾燥は、1)の(1)と同様に熊本県林業研究・研修センターの多機能木材乾燥機を使用し、乾燥スケジュールも同一とした。高温乾燥は、林業研究部の蒸気式高温乾燥機を使用して乾燥を行った。

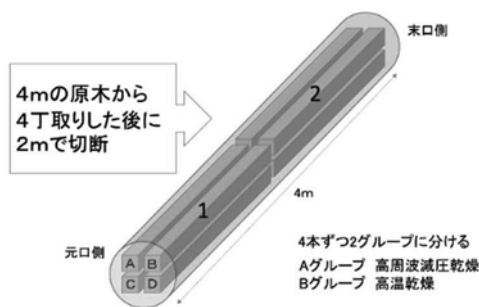


図-4 原木の製材（4丁取り）

表-3 乾燥条件

試験区分	試験材 (製材寸法)	本数 (本)	乾燥方法	
			高温セット処理	乾燥処理
高周波減圧乾燥	スギ心去り正角材(4丁取り) (165mm×165mm×2m)	4	乾球90~65°C 湿球73~50°C	乾球63°C 湿球48°C
	スギ心持ち材 (165mm×165mm×2m)	4	真空設定328~275torr 時間20h	真空設定140~120torr 時間336h
高温乾燥	スギ心去り正角材(4丁取り) (165mm×165mm×2m)	4	蒸蒸95°C、18h	120°C~90°C、54h
	スギ心持ち材 (165mm×165mm×2m)	4		

### (2) 材質試験

測定方法は1)の(2)と同様に行い、乾燥前、乾燥後に実施した。また、乾燥後の試験片採取と全乾含水率、内部割れ測定も1)の(2)と同様に実施した。なお、測定面は図-5のとおりとし、a面を上にして乾燥した。

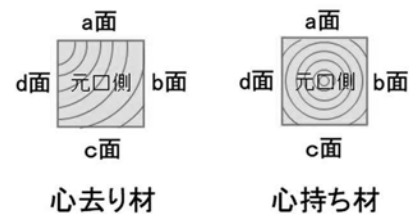


図-5 材質測定面の定義

## 3. 結果及び考察

### 1) 心去り平角材の乾燥試験

表-4に材質試験の結果を示す。高周波減圧乾燥は、乾燥前の含水率が、255材105.7%、165材61.1%で、乾燥後は、255材8.2%、165材6.6%であった。一方、大分方式乾燥は、乾燥前の含水率が、255材103.1%、165材66.8%で、乾燥後は255材13.7%、165材9.9%であった。また図-6に乾燥期間中の含水率を示す。大分方式乾燥では、天然乾燥5か月後の時点で含水率20%を上回る試験材がある一方、高周波減圧乾燥では、12日間で含水率20%以下まで乾燥ができた。促進乾燥後は、高周波減圧乾燥、大分方式乾燥ともに15%以下まで乾燥することができた。

図-7に表面割れの測定結果を示す。高周波減圧乾燥の表面割れは、255材、165材共に大分方式乾燥材よりも少なかった。写真-3、4に乾燥後の断面写真と含水率を示す。全ての試験材で内部割れは

なかった。分割した内部の含水率も20%以下まで乾燥していることが分かった。

表-4 材質測定結果 (平均±標準偏差)

乾燥条件	本数	含水率(%)			促進後矢高 (最大)(mm)	促進後収縮率(%)		$E_s$ (GPa)			
		乾燥前	ac面	bd面		長辺(ac面)	短辺(bd面)	乾燥前	乾燥後(天乾燥)	乾燥後(促進後)	
高周波減圧乾燥	255×135	4	105.7±47.9	15.6±4.0	8.2±1.9	2.9±1.3	3.0±0.7	3.8±0.9	5.5±0.8	6.6±1.0	6.9±0.9
	165×135	4	61.1±21.5	13.2±0.9	6.6±0.3	1.6±1.3	3.9±0.3	3.4±0.3	5.9±0.4	7.1±0.4	7.4±0.4
大分方式乾燥	255×135	4	103.1±52.1	29.6±14.1	13.7±5.4	0.8±1.0	2.2±1.1	2.1±0.8	5.5±0.4	6.2±0.5	6.6±0.7
	165×135	4	66.8±25.0	21.5±2.8	9.9±1.0	0.4±0.8	3.1±0.3	1.7±0.2	6.3±0.5	7.0±0.7	7.6±0.7

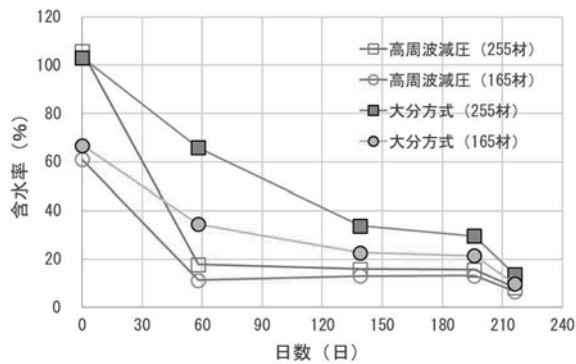


図-6 含水率測定結果

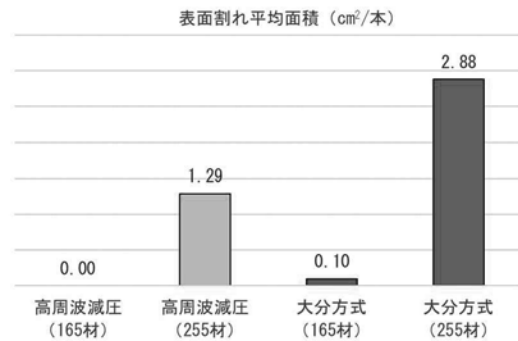


図-7 表面割れ測定結果

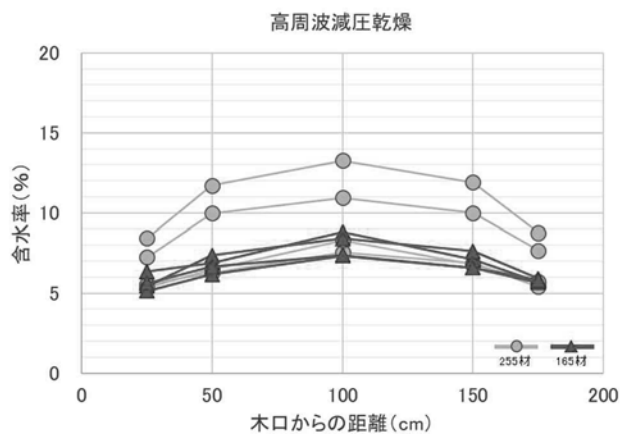


図-8 含水率測定結果 (材長方向)  
(高周波減圧乾燥)

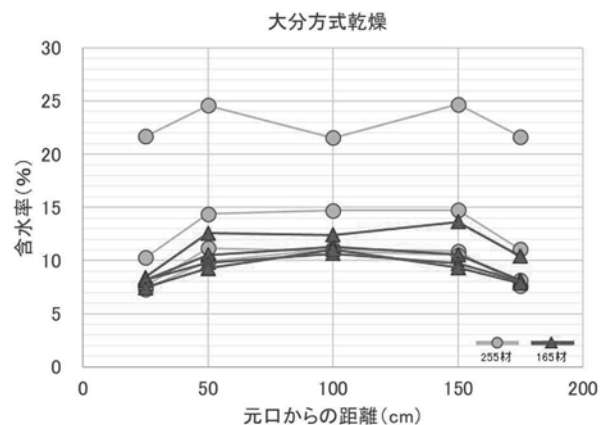
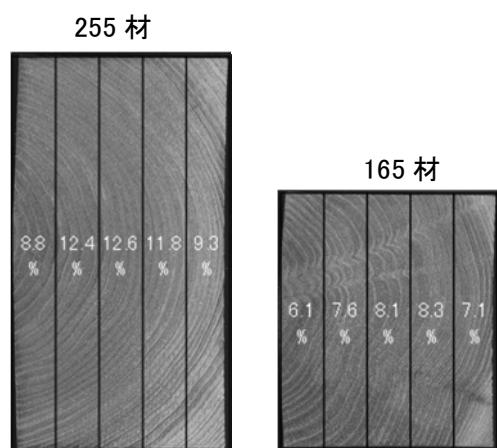
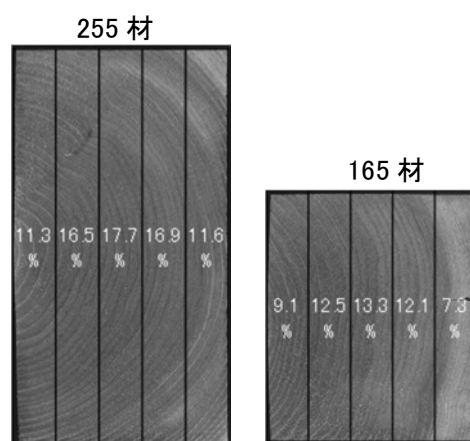


図-9 含水率測定結果 (材長方向)  
(大分方式乾燥)

写真-3 乾燥後の断面及び含水率  
(高周波減圧乾燥)写真-4 乾燥後の断面及び含水率  
(大分方式乾燥)

## 2) 4丁取り正角材の乾燥試験

表-5 に材質試験の結果を示す。高周波減圧乾燥は、乾燥前の含水率が心去り材 144.0%、心持ち材 57.5%で、乾燥後は、心去り材 13.0%、心持ち材 16.0%であった。一方、高温乾燥は、乾燥前の含水率が、心去り材 144.4%、心持ち材 60.2%で、乾燥後は心去り材 30.5%、心持ち材 22.5%であった。

図-10 に高周波減圧乾燥試験中の含水率の測定結果を示す。乾燥前の含水率は、心去り材は心持ち材の倍以上の含水率だったが、乾燥終了時には逆転して心去り材が 13.0%、心持ち材が 16.0%で乾燥することができた。

乾燥後の材長方向の含水率分布を図-11、12 に示す。高周波減圧乾燥材は、平均含水率は 15%以下で、心持ち材の 1 本を除いて全て含水率 20%以下まで乾燥できていた。このことから、乾燥前の含水率が高かった心去り材においても高速乾燥が可能であることが分かった。一方、高温乾燥は、心去り材、心持ち材共に含水率が大きくばらついた状態であった。今回は、平均的な重量の心持ち材が含水率 20%以下になるように乾燥を行ったが、さらに長い時間の高温乾燥をすると内部割れの危険が大きくなるため、出荷時の含水率検査を行って、十分な含水率管理を行い、必要に応じて天然乾燥や促進乾燥を組み合わせる方法を検討する必要があることが示唆された。

表-5 材質測定結果 (平均±標準偏差)

乾燥条件	本数 (本)	含水率 (%)		最大矢高 (mm)	収縮率 (%)		密度 (kg/m <sup>3</sup> )		E <sub>r</sub> (GPa)		
		乾燥前	乾燥後		乾燥後	ac面	bd面	乾燥前	乾燥後	乾燥前	乾燥後
高周波 減圧乾燥	心去り	4	144.0±29.7	13.0±2.0	3.9±0.3	1.8±0.3	3.2±0.6	665±75	325±6	4.0±0.1	4.7±0.2
	心持ち	4	57.5±20.1	16.0±7.6	2.5±0.8	2.1±0.5	2.3±1.1	578±74	447±45	7.0±0.5	8.2±0.3
高温乾燥	心去り	4	144.4±39.1	30.5±11.1	1.5±0.7	2.0±0.5	1.9±0.5	662±105	368±29	3.9±0.5	4.3±0.6
	心持ち	4	60.2±22.4	22.6±11.0	1.3±0.3	2.5±0.6	2.4±0.5	583±72	470±50	7.0±0.3	7.9±0.5



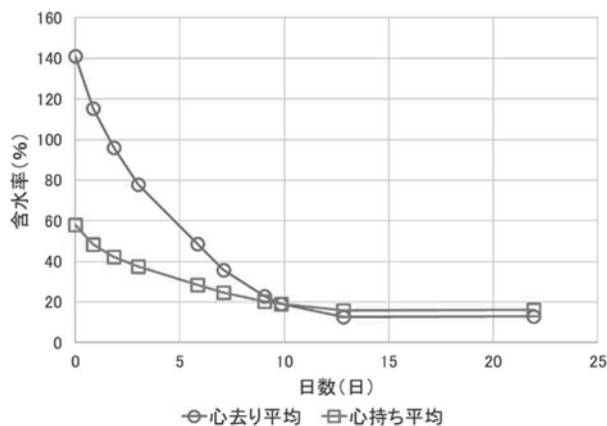


図-10 乾燥中の含水率  
(高周波減圧乾燥)

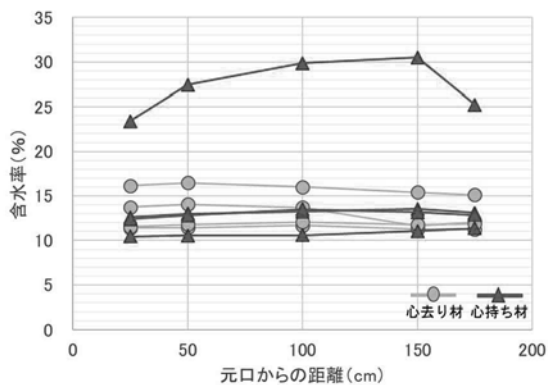


図-11 含水率測定結果 (材長方向)  
(高周波減圧乾燥)

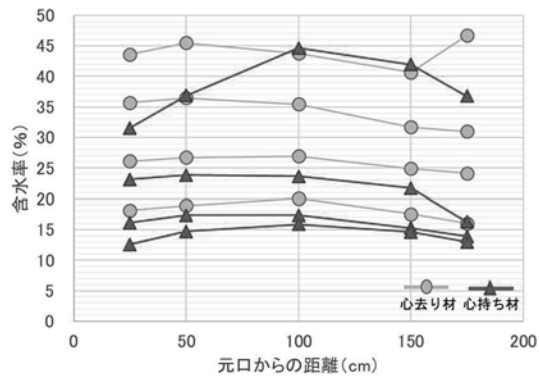


図-12 含水率測定結果 (材長方向)  
(高温乾燥)

乾燥後に材中央部を切断した断面写真及び含水率測定結果を写真-5、6に示す。心去り材は、高周波減圧乾燥と高温乾燥どちらも表面割れは発生しなかった。内部割れは、断面ごとに集計した面積の平均で、高周波減圧乾燥は、心去り材 0.00mm<sup>2</sup>、心持ち材 0.21mm<sup>2</sup>、高温乾燥は、心去り材 6.77mm<sup>2</sup>、心持ち材で 109.51mm<sup>2</sup> で、高周波減圧乾燥、高温乾燥ともに心持ち材で多く発生した。含水率は、高周波減圧乾燥は、ほとんどの材で中心付近まで均一に乾燥していたのに対して、高温乾燥では乾燥している材と中心付近の含水率が高い材の差が目立った。目標含水率まで下げるには、乾燥時間の延長が必要だが、これ以上高温乾燥の時間を長くすると内部割れがさらに大きくなる危険性もあるため、中温乾燥あるいは天然乾燥を追加で行うなどの対策が必要であると考えられる。

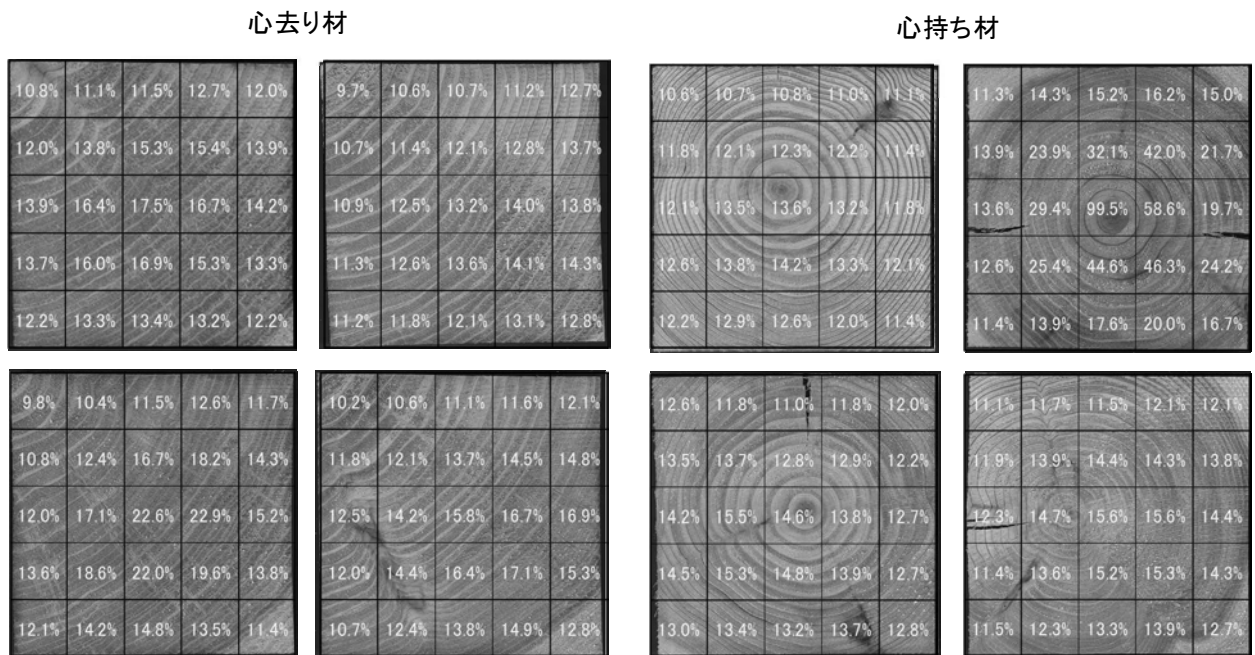


写真-5 乾燥後の断面及び含水率  
(高周波減圧乾燥)

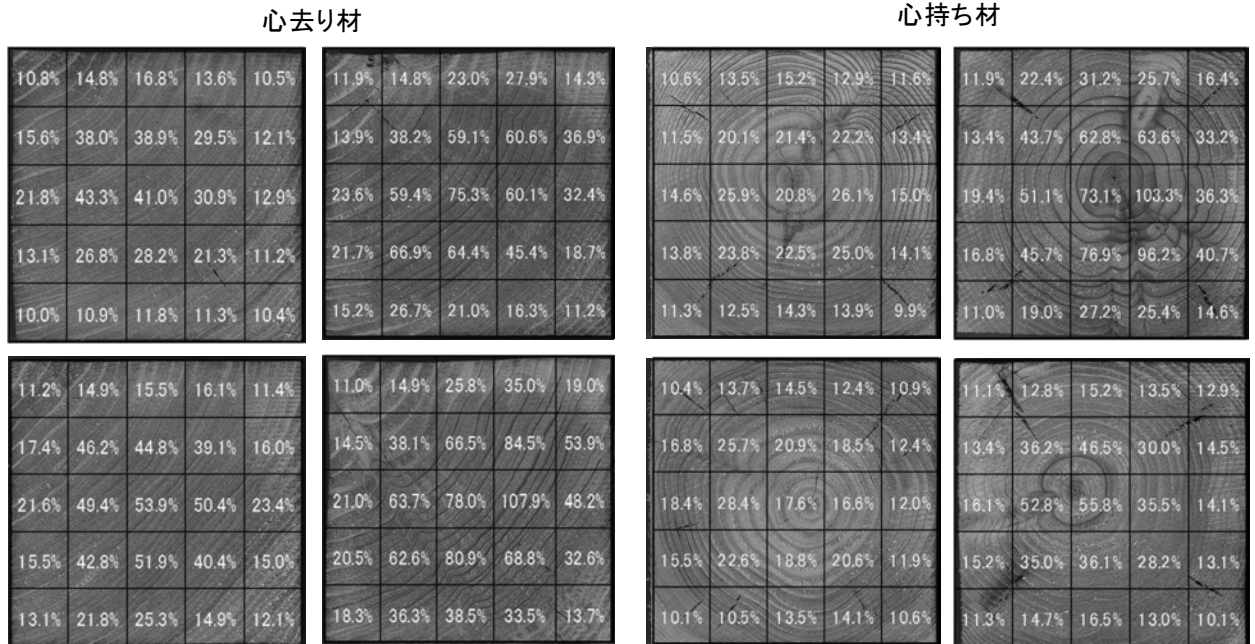


写真-6 乾燥後の断面及び含水率  
(高温乾燥)

#### 4. まとめ

今回の心去り材の高周波減圧乾燥試験の結果、心去り平角材、4丁取り正角材、いずれの場合も良好な状態で乾燥できることが明らかとなった。一方、心去り材は心持ち材と同様に、大分方式乾燥や高温乾燥を選択することも可能である。ただし、高温乾燥の場合は、乾燥が進みすぎると内部割れが発生することがあるので、安易に高温乾燥の時間を延長するべきではない。最も含水率が低い材が、15%を下回る前に高温乾燥から中温乾燥に移行するなどの温度管理が必要である。また、天然乾燥の場合は、心持ち材よりも乾燥スピードは速いと思われるが、心去り平角材では5か月後も含水率20%以上であったため、中温乾燥等の促進乾燥を行う必要がある。

いずれにせよ、含水率管理をしっかり行い、必要に応じて促進乾燥を実施して目標含水率まで乾燥させる点では心去り材も心持ち材と変わらないことから、生産現場にあった乾燥スケジュールを選択することが重要である。その中で、大径材の製材で多く生産されることが見込まれる心去り材について、大分方式乾燥（高温セット乾燥）や高周波減圧乾燥が有力な選択肢になると思われるので、今後はさらに詳細な試験を行って心去り材の効率的な乾燥システムの構築を行っていく予定である。

#### 謝辞

今回の乾燥試験では、熊本県林業研究・研修センター並びに同センター林産加工部の池田元吉氏、中村圭子氏をはじめ研究員の方々には同センター所有の高周波減圧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) 河津 渉：大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報 No. 58, 34-37 (平成 27 年)
- 2) 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. 63, 33-39 (令和 2 年)

# 大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発

－ スギ心去り平割材の乾燥条件の検討 －

令和3年度～令和5年度

木材チーム 豆田 俊治

## 1. 目的

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。そこで、大径材部材の品質向上のため、大径材の木取りに合わせた乾燥技術の開発が必要となっている。

本年度は、大断面製材や心去り材などの大径材部材に適した乾燥法の検討を行った。今回は、大径材から製材される製材を乾燥させて小割にする場合、残留応力が小さく、曲がりが発生しにくい乾燥条件を検討するため、高温乾燥、高周波蒸気複合乾燥(以下、高周波乾燥と記す)、大分方式乾燥、天然乾燥を実施して、スギ心去り平割材の乾燥条件の検討を行ったので報告する。

## 2. 試験方法

### 1) 試験材及び乾燥試験

試験材は、大分県内の製材工場から購入したスギ心去り平割材 55mm×220mm×4 mを 32 枚使用した。製材した原木8本の末口径は、最小42.4cm、最大47.7cm、平均44.5cmで、図-1に示すとおり原木1本から4枚製材した。試験材は8枚ずつ4つのグループに分け、製材後速やかに両端50cmで切断して、含水率(全乾法)及び重量測定を実施した。その後、表-1に示す方法で乾燥試験を実施した。乾燥試験は、大分県立日田林工高等学校の高周波蒸気複合乾燥機(MDW-2SD、山本ビニター株式会社製)を使用した。

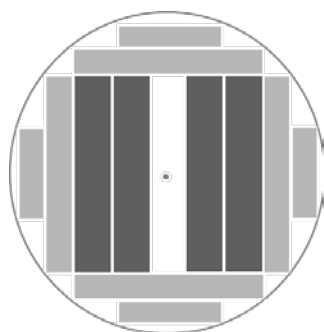


図-1 製材木取り

表-1 乾燥方法

試験区分	本数 (本)	乾燥方法	
		高温セット処理	乾燥処理
高温乾燥	8	蒸煮95℃、6h 高温セット 120℃-90℃ 6h	高温乾燥 乾球90℃、湿球60℃ 24h
高周波蒸気複合乾燥	8	-	高周波(中温)乾燥 70~80℃、56h
大分方式乾燥 (高温セット乾燥)	8	蒸煮95℃、6h 高温セット 120℃-90℃ 6h	天然乾燥(5ヵ月)
天然乾燥	8	なし	

### 2) 材質試験

製材直後、人工乾燥終了後、養生後に材質測定を行った。測定項目は、重量、寸法、 $E_{fr}$ 、含水率(高周波木材水分計 HM-520 型、(株)ケツト科学研究所製)を測定した。寸法は、木口から50cm、150cm、250cmの3か所で4材面全て測定した。測定面は図-2のとおりとした。乾燥前後の寸法測定結果から a、c 面(長辺)と b、d 面(短辺)の収縮率を算出した。養生後、プレーナ仕上げを行ってから、色差計で材色を測定した。測定箇所は a 面3か所、c 面3か所の計6か所とした。その後、リップソーで繊維方向に2分割し、分割した直後と15日後に中央矢高を測定した。測定結果は、図-3に示す

とおり、切断面側に曲がったものを「圧縮」、切断面と逆方向に曲がったものを「引張り」として集計し、乾燥方法別に比較した。

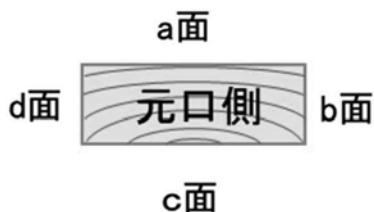


図-2 材質測定面の定義

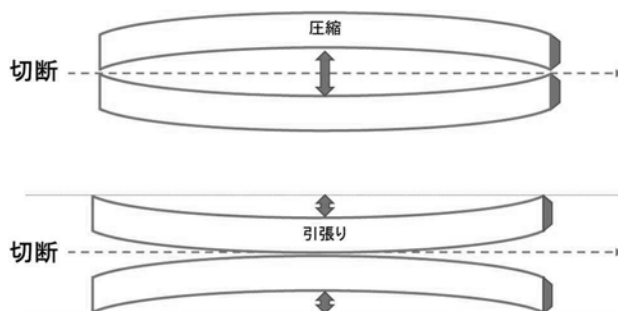


図-3 二分割後の矢高測定

### 3. 結果及び考察

表-2に材質測定試験の結果を示す。養生後の平均含水率は、高温乾燥 15.5%、高周波乾燥 16.0%、大分方式乾燥 16.7%、天然乾燥 19.3%であった。重量から換算した乾燥期間中の含水率を図-4に示す。天然乾燥がやや高いが、どの乾燥条件も同じような傾向を示しており、人工乾燥後（製材後 39 日後）までに含水率は 20~25%程度まで下がり、それから 62 日後にかけて 4~5%含水率が下がったが、それ以降はほとんど下がらなかった。また、乾燥後の中央矢高の測定結果から、曲がり（反り）は a 面に集中して発生しており、最大 5mm 程度でどの乾燥方法も大きな差はなかった。

プレーナ仕上げ後に 2 分割した後の様子を写真-1 に示す。切断した部分に隙間ができていたため、曲がりが生じていると分かる。次に 2 分割後の切断面と同じ面に出た矢高を「圧縮」、切断面と反対側の面に出た矢高を「引張り」として、中央部矢高を測定結果から、切断によって生じた曲がり（反り）を比較した結果を図-5 に示す。高温乾燥は主に圧縮方向に曲がり、天然乾燥は逆に引張り方向に曲がる傾向が見られ、高周波乾燥、大分方式乾燥は両者の中間であった。ただし、いずれも最大 4~5mm 程度で a 面に生じた反りの方が大きい材もあった。また、切断直後と 15 日後を比較したがほとんど変化しなかった。以上のことから、今回の試験を行った乾燥方法は、いずれの方法も乾燥後の加工による変形は小さいことが分かった。

### 4. まとめ

大径材の製材から高温乾燥、高周波乾燥、大分方式乾燥、天然乾燥を比較したところ、天然乾燥と他の人工乾燥において含水率、材色でわずかに差が生じたものの、ほかは大きな差は認められなかった。今回のスケジュールは、人工乾燥の時間をできるだけ短くして、より天然乾燥に近い状態を目指したことで、加工による曲がりの少ない高品質な乾燥が実現できることが分かった。

一方、天然乾燥（養生期間）を 5 か月間行ったが、含水率 15%以下まで下げることはできなかった。今回の結果から、製材後 62 日後以降の養生期間中は、重量変化がほとんどなかったことから、含水率 15%を目標含水率とする場合は、2 か月程度の天然乾燥とその後促進乾燥（中温乾燥）を行って 15%以下まで下げるのが合理的であると推測された。

## 謝辞

今回の乾燥試験では、大分県立日田林工高等学校並びに同校の林業科教諭 後藤英次郎氏、江田雅之氏ほか職員の皆様には、お忙しい中、同校所有の高周波蒸気複合乾燥機を使用させていただく際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。

表-2 材質測定結果 (平均±標準偏差)

乾燥条件	本数	含水率(%)			密度(kg/m <sup>3</sup> )		
		乾燥前	乾燥後	養生後	乾燥前	乾燥後	養生後
高温乾燥	8	67.4±15.5	19.7±2.4	15.5±2.1	486.2±46.4	361.1±16.4	352.7±14.2
高周波乾燥	8	69.0±17.1	20.9±3.8	16.0±2.7	489.6±36.0	365.5±8.2	354.3±13.3
大分方式乾燥	8	68.1±14.7	24.3±2.4	16.7±1.8	484.6±38.8	368.6±15.7	353.1±13.6
天然乾燥	8	72.8±18.8	25.3±5.2	19.3±2.9	492.1±44.8	364.4±11.1	351.7±10.2

乾燥条件	本数	E <sub>r</sub> (GPa)			矢高(最大)(mm)		
		乾燥前	乾燥後	養生後	乾燥前	乾燥後	養生後
高温乾燥	8	5.8±0.8	6.1±0.8	6.4±0.9	4.0±2.7	1.9±1.1	3.2±0.9
高周波乾燥	8	6.0±0.7	6.3±0.7	6.7±0.7	4.4±3.2	3.0±2.0	2.3±1.4
大分方式乾燥	8	5.9±0.9	6.0±0.9	6.6±1.0	4.3±2.4	2.2±1.1	2.5±1.1
天然乾燥	8	5.9±0.5	6.1±0.5	6.5±0.6	3.0±1.1	4.1±0.9	3.2±0.8

乾燥条件	本数	乾燥前寸法		乾燥後寸法		養生後寸法	
		長辺(ac面)	短辺(bd面)	長辺(ac面)	短辺(bd面)	長辺(ac面)	短辺(bd面)
高温乾燥	8	220.70±0.11	55.94±0.47	217.46±0.77	54.69±0.50	216.17±0.56	54.36±0.48
高周波乾燥	8	220.79±0.29	56.28±0.66	217.11±1.18	54.98±0.84	215.63±0.55	54.82±0.76
大分方式乾燥	8	220.79±0.16	56.04±0.45	218.56±0.76	55.08±0.49	216.09±0.39	54.61±0.46
天然乾燥	8	220.78±0.28	55.99±0.36	219.06±0.77	55.33±0.45	217±0.45	55.07±0.46

乾燥条件	本数	乾燥後収縮率(%)		養生後収縮率(%)		材色(L* プレーナ後)
		長辺(ac面)	短辺(bd面)	長辺(ac面)	短辺(bd面)	
高温乾燥	8	1.5±0.3	2.2±0.5	2.1±0.2	2.8±0.4	67.57±1.28
高周波乾燥	8	1.7±0.5	2.3±0.6	2.3±0.2	2.6±0.6	66.74±1.93
大分方式乾燥	8	1.0±0.3	1.7±0.2	2.1±0.1	2.6±0.2	68.84±0.83
天然乾燥	8	0.8±0.3	1.2±0.4	1.6±0.1	1.6±0.4	70.99±2.28

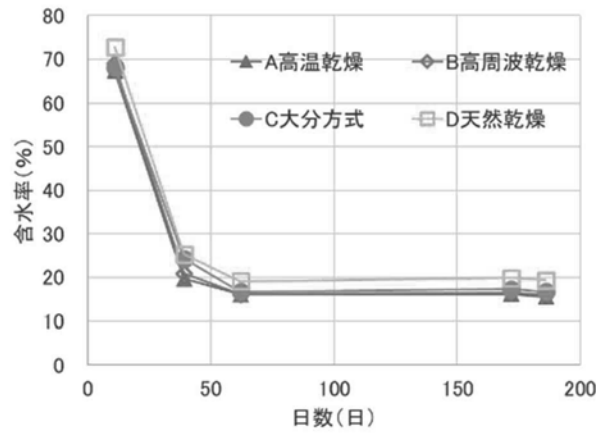


図-4 含水率測定結果



高温 高周波 大分方式 天然乾燥

写真-1 分割後の状況

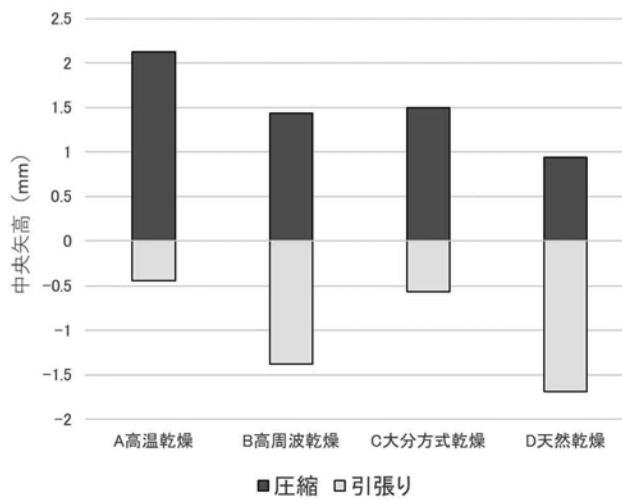


図-5 二分後矢高測定結果 (15日後)

## 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 豆田 俊治

## 1. 目的

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。そこで、大径材部材の品質向上のため、大径材の木取りに合わせた乾燥技術の開発が必要となっている。

本年度は、大断面製材や心去り材などの大径材部材に適した乾燥法の検討を行った。今回は、スギ大断面正角材を使った天然乾燥試験を実施した。

## 2. 試験方法

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）で、各寸法4本ずつ使用した。製材前の原木の末口径及び元口径を表-1に示す。製材後、表-2に示すとおり、大分方式乾燥と天然乾燥の2条件に分けて乾燥を行った。

製材直後に重量、寸法、 $E_{fr}$ 、含水率（含水率計 moco2 を使用）を行い、寸法及び含水率は木口から50cm、200cm、350cmの位置で測定し、寸法は4面、含水率はA面（乾燥時の上面）及びC面（下面）3箇所ずつ計6箇所を測定して平均値を算出した。天然乾燥期間中は定期的に重量測定を行った。さらに製材から250日経過した時点で重量、寸法、 $E_{fr}$ 、含水率（高周波木材水分計 HM-520 型、（株）ケツト科学研究所製）を測定した。測定状況を写真-1に示す。

表-1 使用原木の末口径及び元口径

		原木①	原木②	原木③	原木④
315角	末口径	41.6	50.2	52.3	50.3
	元口径	47.1	56.3	63.0	58.9
		原木⑤	原木⑥	原木⑦	原木⑧
255角	末口径	43.0	40.4	41.1	43.0
	元口径	50.9	43.9	45.7	47.7



写真-1 測定状況

表-2 乾燥条件

試験区分	試験材 (製材寸法)	本数 (本)	乾燥方法	
			高温セット処理	乾燥処理
大分方式乾燥	スギ心持ち正角材(315角) (315mm×315mm×4m)	2	蒸煮95°C、18h 高温セット 120°C-90°C、6h	天然乾燥 (8ヵ月)※
	スギ心持ち正角材(255角) (255mm×255mm×4m)	2		
天然乾燥	スギ心持ち正角材(315角) (315mm×315mm×4m)	2	なし	
	スギ心持ち正角材(255角) (255mm×255mm×4m)	2		

※令和4年2月末現在(継続中)



### 3. 結果及び考察

製材直後（乾燥前）と製材から 250 日経過後の測定データを表-3 に示す。また、乾燥期間中の重量を乾燥 250 日後の含水率データから換算した乾燥期間中の推定含水率を図-1 に示す。250 日後の含水率は、大分方式乾燥の 315 角と 255 角で 22.5%と 22.4%、天然乾燥の 315 角と 255 角で 31.1%、30.6%であった。150 日を越えたあたりから含水率の下がり方も緩やかになっており、含水率 15%あるいは 20%以下まで乾燥させるためには、さらに時間がかかると推測された。このため、目標含水率まで効率的に乾燥するためには、乾燥後期に促進乾燥の実施を検討する必要がある。

表-3 測定データ（平均値）

乾燥条件	本数	重量(kg)		密度(kg/m <sup>3</sup> )		含水率(%)		E <sub>r</sub> (GPa)			
		乾燥前	乾燥250日後	乾燥前	乾燥250日後	乾燥前 (含水率計)	乾燥250日後 (含水率計)	乾燥前	乾燥250日後		
大分方式 乾燥	315角	2	222.3	155.1	542.5	382.0	67.5	75.5	22.5	5.7	5.9
	255角	2	153.6	101.4	564.6	380.8	75.2	85.4	22.4	6.9	7.2
天然乾燥	315角	2	283.0	193.2	689.7	472.0	88.0	93.0	31.1	4.9	5.2
	255角	2	170.5	120.9	629.9	450.4	79.1	83.9	30.6	6.6	6.9

※乾燥 250 日後の含水率から重量換算したもの

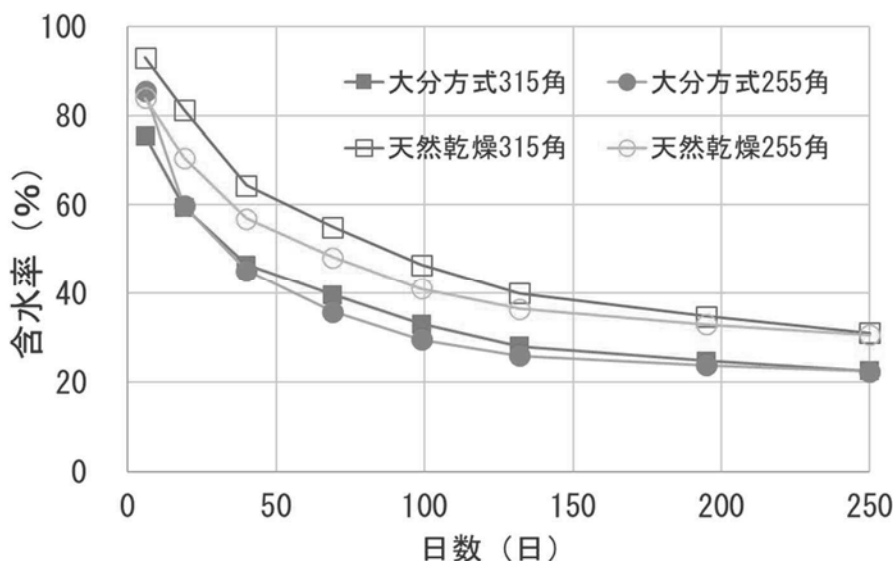


図-1 含水率の推移

### 4. 今後の予定

今後は、天然乾燥を継続して含水率の推移を確認しながら、最終的に含水率 15%以下まで中温乾燥等による促進乾燥を実施したのち、表面割れ、内部割れ、全乾含水率（内部分布）などの材質試験を実施する予定である。

## 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

令和3年度～令和5年度  
木材チーム 前原 礼明

### 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業の1つとして疎植造林(植栽密度 2,000 本/ha 以下の造林)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、まだ明らかにされていない。本研究は、低コスト造林施業を推進するため、スギ優良品種の材質特性を解明することを目的に、今年度は、疎植造林地から伐採した立木を用いて、植栽密度が材質に与える影響について調査したので報告する。

### 2. 試験方法

#### 1) 供試材

供試材は、現在県の推奨品種に指定されているシャカイン及びヤマグチを大分県玖珠郡九重町の地蔵原試験林(図-1)から伐採した。地蔵原試験林は1976年に設定され、試験林内に実生スギと在来品種9品種が1ヘクタールあたり1,500本、3,000本、5,000本の3つの植栽密度毎(以下、1500本区、3000本区、5000本区と記す)に植栽されている。この試験地は、過去に津島<sup>1)</sup>、佐藤<sup>2)</sup>によって同様の試験が実施されており、今回は、林齢46年生時の材質を調べた。各品種1500本区及び3000本区において、毎木調査を実施し、直径巻尺(株式会社ムラテック KDS 製)で胸高直径を、Vertex(ハグロフ社製)で樹高を測定した後、胸高直径の平均値に近い各3本計12本を用いた。

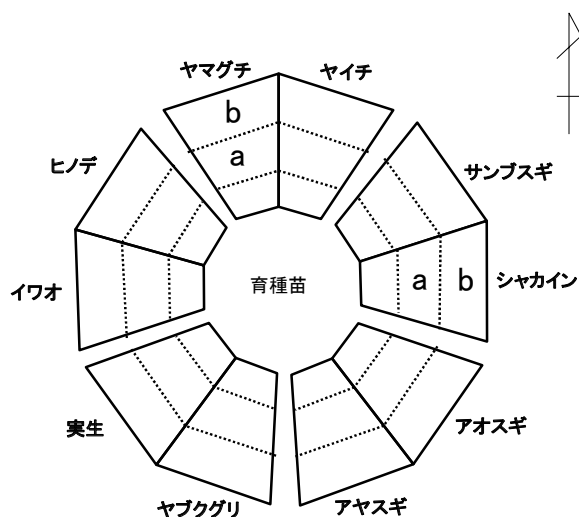


図-1 地蔵原試験林配置図  
(a : 3000 本区、b : 1500 本区)

#### 2) 丸太の材質試験

供試材12本(4試験区×3本)は、それぞれ立木の状態で地上高0.3m位置から切り出し伐倒後、3m毎に玉切りした(1番玉(0.3~3.3m部位)、2番玉(3.3~6.3m部位)、3番玉(6.3~9.3m部位)、

4番玉(9.3~12.3m部位)、5番玉(12.3~15.3m部位))。各試験区15本、計60本の丸太は、林業研究部に搬入した後に、材長、円周(元口末口)、年輪数、重量、固有振動数を測定し、縦振動ヤング係数(以下、 $E_{fr}$ と記す。)、平均年輪幅を求めた。 $E_{fr}$ 算出に必要な固有振動数は、シングルアナライザーSA-77(株式会社リオン社製)を用いて測定した。平均年輪幅は、円周から各玉元口の半径を求め、半径を年輪数で除して算出した。丸太の測定終了後、各玉の元口側から3cmの円盤を切りだし、円盤から扇形の試験片を採取した。試験片を髓から5年輪毎に分割し、次代検定林の材質調査要領<sup>3)</sup>に基づいて、容積密度を浮力法、生材含水率を全乾法で求めた。

### 3. 結果及び考察

#### 1) 毎木調査

表-1に各品種の胸高直径及び樹高の平均値(標準偏差)を示す。胸高直径は、2品種ともに1500本区が3000本区に比べ大きな値となり、有意水準5%で有意差があった。植栽密度が低くなると密な場合に比べて植栽木間での競争が緩和され、肥大成長しやすいことが要因と考えられた。樹高に関しては、2品種ともに20m前後であり、植栽密度間での明確な差は見られなかった。

表-1 胸高直径と樹高 (樹高は供試材3本の平均値)

試験区	本数(本)	胸高直径(cm)	樹高(m)
シャカイン1500本区	44	27.9(1.8)	19.8(0.3)
シャカイン3000本区	50	23.5(2.9)	20.6(0.4)
ヤマグチ1500本区	42	30.2(3.3)	19.4(0.2)
ヤマグチ3000本区	37	26.4(2.7)	20.1(0.2)

平均値(標準偏差)

#### 2) 容積密度

表-2に番玉別の容積密度の平均値(標準偏差)を示す。また、表-2に基づき作成した容積密度の樹高方向変動を図-2に示す。1~5番玉の平均値は、シャカイン1500本区で372 kg/m<sup>3</sup>、3000本区で376 kg/m<sup>3</sup>、ヤマグチでそれぞれ323 kg/m<sup>3</sup>、327kg/m<sup>3</sup>であり、2品種ともに植栽密度間での差は小さかった。樹高方向については、2品種ともに1500本区及び3000本区で明確な変動はなく、1~5番玉で同様の値を示した。

表-2 番玉別の容積密度(kg/m<sup>3</sup>)

番玉	シャカイン		ヤマグチ	
	1500本区	3000本区	1500本区	3000本区
1	374(8.5)	398(9.0)	327(6.5)	332(17.9)
2	348(2.8)	365(11.0)	306(6.8)	327(12.2)
3	375(17.7)	363(12.8)	310(7.1)	313(1.7)
4	366(11.5)	377(9.9)	323(9.0)	327(4.8)
5	398(7.5)	380(9.1)	346(4.2)	336(6.5)
平均	372(5.5)	376(1.6)	323(1.7)	327(6.4)

平均値(標準偏差)

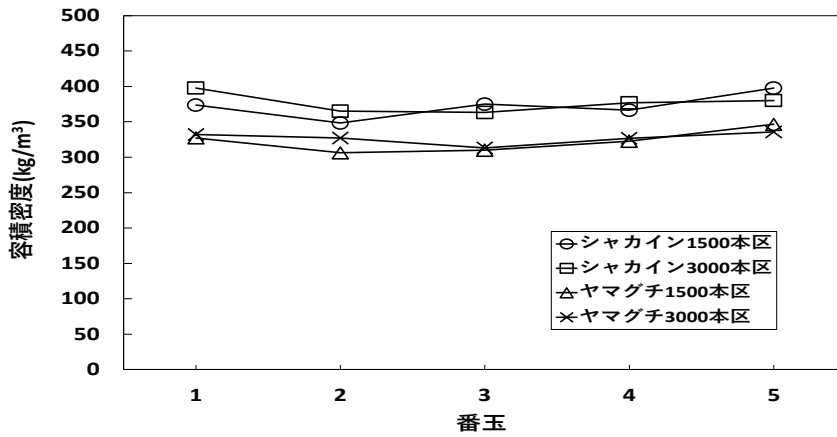


図-2 容積密度の樹高方向変動

### 3) 生材含水率

表-3 に番玉別の生材含水率の平均値(標準偏差)を示す。また、表-3 に基づき作成した生材含水率の樹高方向変動を図-3 に示す。生材含水率は、1～5番玉の平均値について比較すると、シャカイン1500本区で125.2%、3000本区で113.8%、ヤマグチでそれぞれ139.2%、135.7%であり2品種ともに1500本区で含水率が少し高かった。

表-3 番玉別の生材含水率(%)

番玉	シャカイン		ヤマグチ	
	1500本区	3000本区	1500本区	3000本区
1	127.3(13.5)	100.2(6.2)	166.8(4.1)	134.9(12.1)
2	127.7(18.8)	105.5(3.3)	137.7(13.1)	128.4(9.5)
3	113.3(13.9)	118.3(4.4)	142.7(5.9)	142.5(5.7)
4	130.3(5.4)	121.8(13.4)	125.9(8.1)	144.8(18.6)
5	128.0(3.0)	123.1(16.0)	122.8(4.7)	127.8(13.9)
平均	125.2(6.5)	113.8(5.7)	139.2(3.7)	135.7(4.8)

平均値(標準偏差)

樹高方向の変動については、2品種ともに植栽密度間で明確な傾向が見られなかった。シャカインは、1、2番玉では1500本区の含水率が高く3～5番玉では同様の値となり、ヤマグチは1番玉で1500本区、4番玉で3000本区の含水率が高く、2、3、5番玉で同様の値を示した。

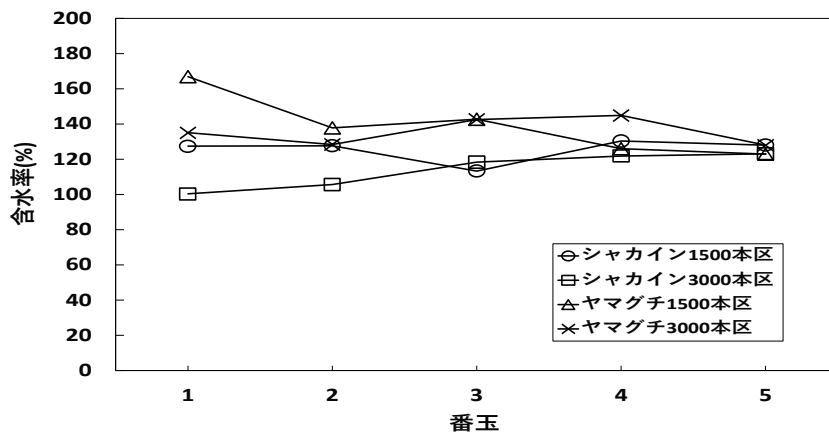


図-3 生材含水率の樹高方向変動

#### 4) $E_{fr}$ の測定結果

表-4に番玉別の  $E_{fr}$  の平均値(標準偏差)を示す。また、表-4に基づき作成した  $E_{fr}$  の樹高方向変動を図-4に示す。シャカインは、1番玉は1500本区及び3000本区でほとんど同じ値を示したが、2番玉から5番玉になっていくにつれて1500本区と3000本区との間で差が見られた。すなわち、3000本区では樹高が高くなるにつれて、 $E_{fr}$  も高い値を示したが、1500本区は、2番玉で6.9 GPaを示した後、樹高が高くなるにしたがって、徐々に低い値を示した。ヤマグチも3番玉以降で同様の傾向が見られた。

表-4 番玉別の  $E_{fr}$  (GPa)

番玉	シャカイン		ヤマグチ	
	1500本区	3000本区	1500本区	3000本区
1	5.9(0.2)	6.1(0.2)	5.0(0.0)	4.9(0.2)
2	6.9(0.2)	7.5(0.4)	6.3(0.4)	6.3(0.1)
3	6.4(0.2)	7.8(0.3)	6.5(0.3)	6.9(0.2)
4	6.3(0.2)	8.3(0.4)	6.2(0.5)	7.2(0.3)
5	6.0(0.3)	8.7(0.4)	6.0(0.6)	7.0(0.1)
平均	6.3(0.2)	7.7(0.1)	6.0(0.2)	6.4(0.1)

平均値(標準偏差)

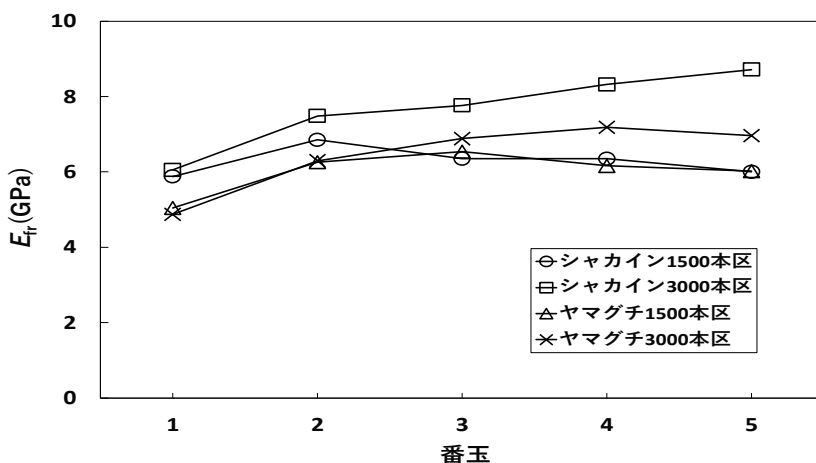


図-4  $E_{fr}$  の樹高方向変動

表-5に番玉別の平均年輪幅の平均値(標準偏差)を示す。2品種ともに全玉で、1500本区の年輪幅が3000本区のものに比べて大きな値であった。丸太のヤング率は、平均年輪幅と相関を持っており、年輪幅の大きな丸太は、ヤング率が低い傾向にある<sup>4)</sup>ことから、今回1500本区と3000本区の材の間で  $E_{fr}$  の差が生じた原因の1つと考えられた。

表-5 番玉別の平均年輪幅(mm)

番玉	シャカイン		ヤマグチ	
	1500本区	3000本区	1500本区	3000本区
1	3.6(0.1)	3.0(0.0)	3.6(0.1)	3.3(0.1)
2	3.2(0.2)	2.7(0.2)	3.2(0.1)	2.9(0.1)
3	3.2(0.1)	2.8(0.1)	3.2(0.2)	2.7(0.2)
4	3.5(0.2)	3.0(0.2)	3.3(0.5)	2.7(0.1)
5	3.7(0.5)	3.2(0.2)	3.6(0.4)	2.9(0.2)
平均	3.4(0.2)	2.9(0.1)	3.4(0.2)	2.9(0.1)

平均値(標準偏差)

次に素材の日本農林規格<sup>5)</sup> (以下、素材 JAS と記す) に基づき、4 試験区の丸太 60 本の  $E_{fr}$  を等級区分したグラフを図-5 に示す。シャカインは、1500 本区で Ef70 に該当する丸太が最も多く見られたが、等級外のものはない。また、3000 本区で Ef90 に該当するものが多かった。ヤマグチでは、1500 本区、3000 本区ともに Ef70 に該当する丸太が多く、1500 本区では、Ef50 に該当する丸太が多かったものの、等級外の丸太は無かった。このことから、1500 本区の木は 3000 本区に比較して、等級毎の本数に差が生じるものの、建築材としての利用は可能であることが示唆された。

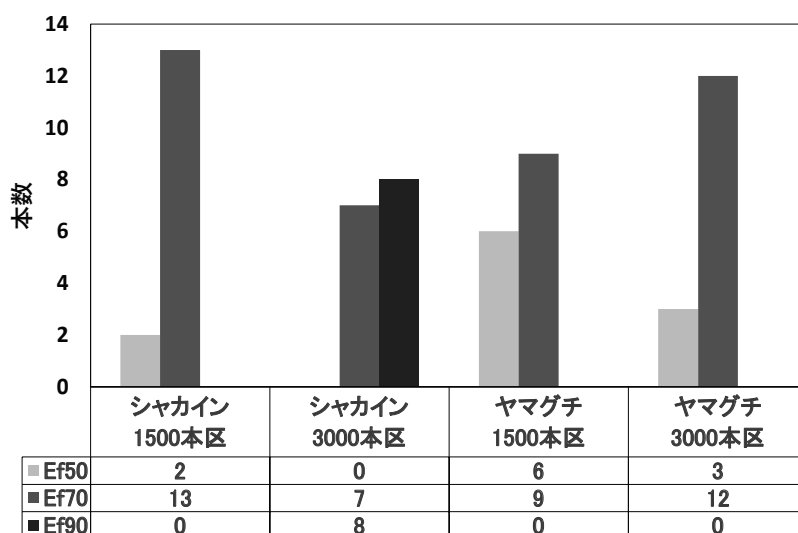


図-5  $E_{fr}$  の等級区分

#### 4. まとめ

地蔵原試験林で伐採したシャカイン、ヤマグチを用いて試験を行った結果、以下のことが分かった。

- (1) 胸高直径は、2 品種ともに 1500 本区が 3000 本区に比べ大きく、有意水準 5% で有意差があった。
- (2) 容積密度は、1～5 番玉の平均値について比較すると、シャカイン 1500 本区で 372kg/m<sup>3</sup>、3000 本区で 376kg/m<sup>3</sup>、ヤマグチでそれぞれ 323kg/m<sup>3</sup>、327kg/m<sup>3</sup> であり、2 品種ともに植栽密度間での差は小さかった。
- (3) 生材含水率は、1～5 番玉の平均値について比較すると、シャカイン 1500 本区で 125.2%、3000 本区で 113.8%、ヤマグチでそれぞれ 139.2%、135.7% であり、2 品種ともに 1500 本で含水率が少し高かった。
- (4)  $E_{fr}$  は、シャカインで 1 番玉は、1500 本区及び 3000 本区でほとんど同じ値を示したが、2 番玉から 5 番玉になっていくにつれて 1500 本区と 3000 本区との間で差が見られた。ヤマグチも 3 番玉以降で同様であった。また、素材 JAS に基づく等級区分では、2 品種ともに 1500 本区の丸太が 3000 本区に比べて  $E_{fr}$  が低い等級に区分されることが多かったものの、等級外の丸太はなかった。

#### 謝辞

今回の植栽密度試験では、九重町に供試材の提供等において多大なご協力をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 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)
- 2) 佐藤嘉彦：大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報 No. 55, 18-19(平成 25 年)
- 3) 材木育種センター：次代検定林の材質調査要領, 7-8 (平成 8 年)
- 4) 富山県林業技術センター：富山県産スギの材質と強度, 15-16(平成 12 年)
- 5) 素材の日本農林規格：平成 19 年 8 月 21 日農林水産省告示第 1052 号

## 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)

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食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月に林業研究部試験林(以下、部内と記す)及び当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。試験地の概要は表-1のとおりである。植栽配置は、部内では各品種5本×4反復、天瀬では本数の少ない品種を除き5～10本×5反復とした。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。各品種の平均樹高について比較を行い、同じ場所に植栽した品種間について有意差の有無を検討した(Tukey-Kramerによる多重比較)。

表-1 調査地及び調査結果の概要

場所	樹種	品種	測定本数 (本)	平均樹高±SD (cm)	平均根元径±SD (mm)	平均 形状比
部内	スギ	佐伯13号	20	337.8 ± 17.9 a	62.3 ± 5.8	54.5
		佐伯6号	18	305.1 ± 22.0 b	61.3 ± 8.3	50.2
		日田15号	18	351.5 ± 30.7 a	57.9 ± 6.8	61.0
	コウヨウザン	吉安	5	165.6 ± 17.5	25.7 ± 3.7	65.0
		天峨	6	166.5 ± 23.8	25.3 ± 4.7	66.8
		風山	4	182.3 ± 22.6	29.2 ± 4.3	62.7
天瀬	スギ	竹田10号	3	115.3 ± 46.0	10.8 ± 4.0	105.1
		日出3号	3	128.7 ± 4.0	15.4 ± 1.1	83.6
		佐伯13号	40	177.3 ± 24.7 ab	24.7 ± 3.6	72.1
		佐伯6号	37	168.7 ± 23.8 b	25.1 ± 5.1	68.4
		日田15号	40	164.3 ± 39.5 ab	21.4 ± 4.6	76.5
		タノアカ	39	191.5 ± 28.8 a	21.8 ± 4.4	89.0

※SDは標準偏差を示す。

※平均樹高±SD内のアルファベットは検定による有意差の有無を示す。

なお、アルファベットの無い品種は測定本数が少ないため有意差検定を行っていない。

### 3. 結果及び考察

試験地における各品種の平均樹高を図-1に示す。部内に植栽したスギの樹高は、天瀬に植栽した同じ品種と比較して2倍程度だったことから、地位が大きく異なると考えられた。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、日田15号が最も樹高が高かった。また、佐伯6号は、日田15号及び佐伯13号との間で5%有意水準による有意差が認められた(表-1)。天瀬では在来品種であるタノアカが最も成長が良く、佐伯6号との有意差も認められた(表-1)。部内では日田15号の成長が良かったが、天瀬では平均樹高が佐伯6号を下回った。これは林縁部に植栽された日田15号の成長が著しく悪かったことが原因だと考えられた。なお、林縁部の個体を棄却した場合は佐伯13号と同程度となり、部内と同様の結果になった。竹田10号、日出3号は他品種及び樹種と比べて成長が悪かったが、植栽本数が各3本と少ないため詳細は不明である。コウヨウザン3品種の樹高は、佐伯13号、佐伯6号、日田15号と同程度だったが、植栽本数が少なく品種間の差は確認できなかった。

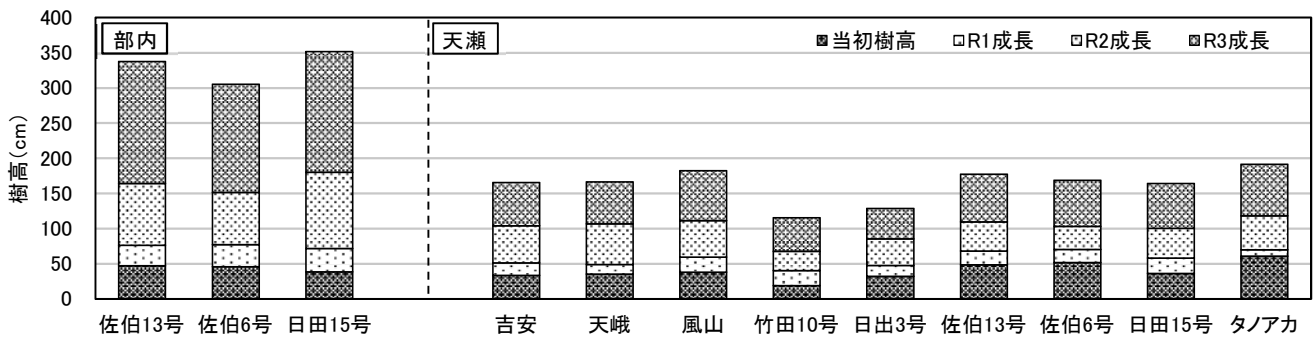


図-1 樹種・品種別の樹高及び年別成長量

試験地における各品種の形状比を図-2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。当林分は3年生のため、ほとんどの品種ではその傾向が認められたが、樹高が低い品種(竹田10号、日出3号)及びタノアカは形状比80を上回っていた。タノアカは天瀬において最も成長が良かった一方で、形状比も高かったため徒長の可能性が考えられた。

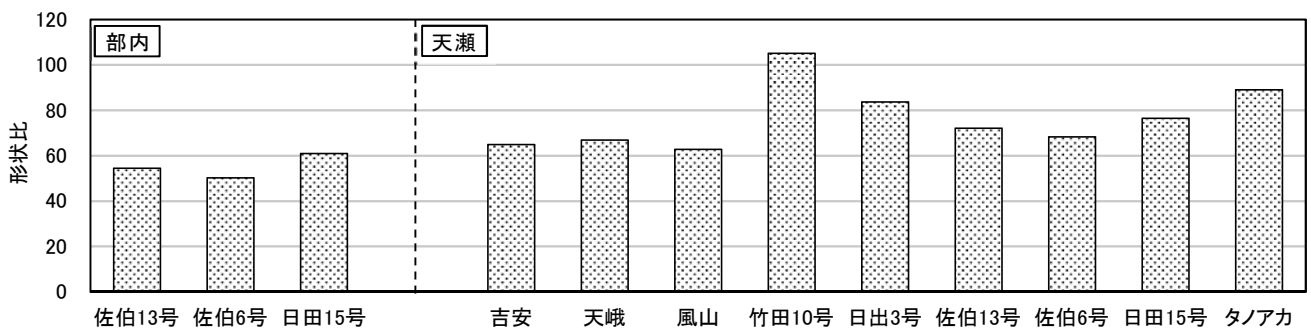


図-2 樹種・品種別の形状比

今回で調査も3年目となり、品種別の傾向が見え始めた。令和4年度も調査を継続して品種別の成長を追跡していくほか、他県の情報も収集しながら品種の評価を行いたい。

## 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3年度

森林チーム 加藤 小梅

### 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10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4年1月6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3年7月14日、16日に、雌花用は令和3年7月30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4年1月17日・24日に表-1の評価方法にて調査を行った。

表-1 評価方法

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

### 3. 結果

#### 1) 種子生産特性調査

種子生産特性調査の結果を表-2に示す。精選前の球果あたりの種子数は精英樹A(♀)×精英樹G(♂)が77.3粒と最も多く、精選後は精英樹A(♀)×在来品種I(♂)が52.6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(♂)×エリートツリーH(♀)が0.15gと最も多かった。発芽率は、精英樹A(♀)×精英樹D(♂)が62.8%と最も高かった。

表-2 種子生産特性調査結果

交配家系		種子数/球果 (粒) (精選前)	種子数/球果 (粒) (精選後)	種子重量/球果 (g) (精選後)	発芽率 (%) (精選後)
精英樹A ♀	× 精英樹G	77.30	33.53	0.10	53.18
	× 精英樹D	67.00	39.97	0.12	62.79
	× エリートツリーH	72.90	34.94	0.09	45.51
	× 在来品種I	54.60	52.60	0.14	41.83
精英樹A ♂	× 精英樹D	45.40	30.82	0.11	45.33
	× エリートツリーH	70.80	39.97	0.15	37.33
	× エリートツリーJ	49.70	31.12	0.11	46.16
	× 在来品種I	43.80	11.74	0.04	44.83
	× 在来品種K	52.10	-	0.06	-
	× 精英樹L	-	-	-	-

#### 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、自然着花共に1.0であった。雌花着花量の平均評価値は、人工着花で1.0、自然着花で1.4を示した。

系統毎にバラツキはあるものの、今年の花粉量は全体的に少なかった。要因としては、精英樹Aに関しては昨年ジベレリン処理を行った個体と同じ個体を用いたことにより樹勢が悪くなったこと、その他の精英樹に関してはジベレリン処理を行った翌日の降雨によりジベレリンがうまく吸収されなかった可能性があることが考えられる。

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	1.0	1.0	1.0	1.4
精英樹D	1.0	2.8	1.8	2.6
精英樹C	1.3	2.0	1.3	1.0
精英樹B	1.0	2.0	1.5	2.2
精英樹M	1.7	2.6	1.0	2.0
精英樹N	2.0	1.0	1.7	1.0
精英樹O	1.0	1.0	1.0	1.0

#### 参考文献

- 1) 林野庁, 特定母樹指定基準, 5 (令和2年)

## スギ花粉発生源地域推定事業（受託）

令和3年度

森林チーム 青田 勝、加藤 小梅

### 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、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する。

本事業は（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3年 11 月中旬～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 1.3%（令和2年 2.1%）、B判定が 17.6%（同 15.1%）、C判定が 43.1%（同 45.9%）、D判定が 38.0%（同 36.9%）であり、B判定（ほぼ全面に着生）とD判定（雄花着生無し）の割合が昨年より高く、C判定（雄花が疎らに着生又は樹冠の限られた部分に着生）の割合が低くなった。

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3年度は 2,221 個/m<sup>2</sup> となり、令和2年度の 2,312 個/m<sup>2</sup> に比べて少なくなると推定された。

表-1 令和3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 3	R 2
1	三光村-1	ヤブクグリ	0	0	1	39	40	10	0.00	10	38	483
2	耶馬溪-1	ヤマグチ	0	5	35	0	40	600	0.00	600	2,208	1,256
3	山国-2	ヤマグチ	0	4	36	0	40	560	0.00	560	2,062	1,109
4	宇佐-1	ヤブクグリ	0	0	0	40	40	0	0.00	0	0	187
5	安心院-1	実生	10	30	0	0	40	2,500	0.25	3,125	11,376	14,758
6	院内-2	ヤマグチ	0	9	28	3	40	730	0.00	730	2,683	1,256
7	日田-1	アヤスギ	0	0	23	17	40	230	0.00	230	852	224
8	日田-3	ヒノデ	0	39	1	0	40	1,960	0.00	1,960	7,157	7,302
9	日田-6	ウラセバル	0	0	32	8	40	320	0.00	320	1,182	815
10	天瀬-1	ヤブクグリ	0	0	30	10	40	300	0.00	300	1,109	1,476
11	大山-3	ヒノデ	0	29	11	0	40	1,560	0.00	1,560	5,705	6,141
12	前津江-2	コバノウラセバル	0	23	17	0	40	1,320	0.00	1,320	4,832	5,269
13	中津江-1	アヤスギ	0	0	12	28	40	120	0.00	120	446	261
14	上津江-3	リュウノヒゲ	0	0	23	17	40	230	0.00	230	852	1,476
15	玖珠-4	ヤブクグリ	0	0	16	24	40	160	0.00	160	594	815
16	中津江-3	ウラセバル	0	1	35	4	40	400	0.00	400	1,476	1,366
17	九重-4	イワオ	0	0	1	39	40	10	0.00	10	38	150
18	九重-7	ヤブクグリ	0	0	6	34	40	60	0.00	60	224	224
19	湯布院-1	ヤブクグリ	0	1	20	19	40	250	0.00	250	925	261
20	直川-2	ナオミアオ	0	0	18	22	40	180	0.00	180	668	1,403
計			10	141	345	304	800			総計	44,427	46,232
割合			1.3%	17.6%	43.1%	38.0%	100.0%			平均	2,221	2,312

※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3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、平成30年～令和3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。なお、この調査は大分県森林整備室から大分県樹苗生産農業協同組合への委託により行われ、林業研究部も調査協力を行った。

### 2. 試験方法

令和3年度の発芽鑑定は、ヒノキ4件、クロマツ5件の計9件について調査を行った(表-1、表-2)。発芽鑑定は、令和4年1月13日から開始し、ヒノキ及びクロマツは21日後まで調査を行った。なお、令和3年度のクロマツについては、自然乾燥によるクロマツ種子の採取量が十分ではなかったため、自然乾燥処理後球果が開かなかったものに対し人工乾燥(50℃、48時間)を行い、種子採取を行った。

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。

種子培養終了後、発芽しなかった残種子を切開し、未発芽、シブ、シイナ、腐敗の4種類に区分し、それぞれの粒数を調べた。

- 1) 未発芽：胚と胚乳が確認された種子
- 2) シブ：樹脂が詰まった種子
- 3) シイナ：内種皮のみの種子
- 4) 腐敗：胚と胚乳が確認できず、内部が液状に腐っていた種子

### 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、ヒノキでは5.0～29.5%、クロマツでは76.0～86.3%であった。

ヒノキは採種年の違いによって差異が認められ、平成30年度及び令和2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。

発芽しなかった残種子の切開調査の結果を表-3に示す。残種子の切開調査の結果、ヒノキはシイナ及びシブの種子が多かったため、発芽率が低下したものと考えられる。

また、令和3年度のクロマツについては、人工乾燥区(50℃・48時間)の方が自然乾燥区で乾燥をしたものと比較して発芽の時期が早く、発芽率も高い傾向にあった。

表-1 令和3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	H30	ヒノキ	採取年別	竹田市荻町柏原 (県営採種園)
2	R1	ヒノキ	採取年別	〃
3	R2	ヒノキ	採取年別	〃
4	R3	ヒノキ	採取年別	〃
5	H29	抵抗性クロマツ	採取年別	日田市大字有田林業研究部内 (県営採種園)
6	H30	抵抗性クロマツ	採取年別	〃
7	R1	抵抗性クロマツ	採取年別	〃
8	R3	抵抗性クロマツ	自然乾燥	〃
9	R3	抵抗性クロマツ (乾燥)	自然乾燥+人工乾燥 (50℃, 48時間)	〃

表-2 令和3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	H30	5.090	98.8	479	5.0	0.5	4.9
2	ヒノキ	R1	5.285	96.8	467	28.0	10.0	27.1
3	ヒノキ	R2	5.309	96.4	688	5.5	2.5	5.3
4	ヒノキ	R3	5.285	98.8	450	29.5	9.5	28.9
5	抵抗性クロマツ	H29	10.145	99.7	590	94.0	86.3	93.7
6	抵抗性クロマツ	H30	10.173	100.0	551	86.8	86.0	86.7
7	抵抗性クロマツ	R1	10.167	100.0	542	87.5	84.0	87.5
8	抵抗性クロマツ	R3	10.190	96.2	560	76.8	76.0	73.8
9	抵抗性クロマツ (乾燥)	R3	10.205	99.5	532	82.3	82.3	81.9

※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の種子を用いた。

表-3 令和3年度種子発芽鑑定後の残種子切開調査の結果

番号	樹種	採取年	発芽 (%)	未発芽 (%)	シブ (%)	シイナ (%)	腐敗 (%)
1	ヒノキ	H30	5.0	2.0	33.3	56.0	3.8
2	ヒノキ	R1	28.0	1.3	22.8	39.5	8.5
3	ヒノキ	R2	5.5	0.0	4.5	89.0	1.0
4	ヒノキ	R3	29.5	1.5	29.5	37.3	2.5
5	抵抗性クロマツ	H29	94.0	1.5	0.0	4.5	0.0
6	抵抗性クロマツ	H30	86.8	0.0	0.0	13.3	0.0
7	抵抗性クロマツ	R1	87.5	0.5	0.0	11.5	0.5
8	抵抗性クロマツ	R3	76.8	0.5	0.0	20.8	2.0
9	抵抗性クロマツ (乾燥)	R3	82.3	0.8	0.5	15.5	1.0



## 県営採種園・採穂園管理事業

令和3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3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、方針に基づき現採穂園の見直しを行った。

## 標本見本園並びに構内維持管理事業

令和3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 (㎡)	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

### 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. 3. 15	スギ製材品の縦圧縮強度における寸法効果	前原 礼明 山本 幸雄 城井 秀幸	第72回日本木材学会大会	WEB

#### 2) ポスター発表

年月日	題目	発表者	発表会名	会場
R3. 10. 29 ～11. 5	スギ在来品種, 特定母樹, エリートツリーの初期成長	松本 純 青田 勝	第77回九州森林学会大会	WEB
R4. 3. 27 ～3. 29	ツリーシェルターを途中で外したコウヨウザンの成長動態	青田 勝 松本 純	第133回日本森林学会大会	WEB
R4. 3. 27 ～3. 29	14年生スギ密度試験区における樹冠の状況	松本 純 青田 勝	第133回日本森林学会大会	WEB

#### 3) 学会誌及び専門誌への投稿

号 項	題目	執筆者	発表誌名又は投稿誌名
2021年11月 (2021)	知識ゼロから学ぶ国産材まるごと超入門《後編》 「5 大径材活用に不可欠な心去り材の乾燥 Q&A」	豆田 俊治	新建ハウジング別冊付録 (ワンテーママガジン)
令和4年2月	「品質・性能の確かな人工乾燥材の安定供給に向けた適正乾燥条件の検討」報告書 (令和2年度 合板・製材・集成材国際競争力強化・輸出促進対策のうち 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)	山本 幸雄 末光 良一 前原 礼明	一般社団法人全国木材組合連合会

### 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3年度（第50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4年2月17日に開催しました（WEB視聴90名）。

#### 【研究発表】

植栽密度と成長について -大分県版ミステリーサークルの調査結果より-	森林チーム	研究員 松本 純
県産スギ大径材の活用に向けて -4丁取り、9丁取りした正角材の品質調査-	木材チーム	上席主幹研究員 古曳 博也
大径材の高品質乾燥技術の開発 -心去り材の高周波減圧乾燥について-	木材チーム	主任研究員 豆田 俊治

#### 【講演】「資源循環型林業の実現に向けて - 森林保護の見地からの課題と対策 -」

企画指導担当 上席主幹研究員（総括） 高宮 立身

### 3. 刊行物等の発行

名 称	配付先	発行部数
令和2年度林業研究部 年報（第63号）	県内外の試験研究機関等	200部
林研だより（第83号）	林業研究部ホームページ公開	-
研究報告第17号「スギ推奨品種さし木苗の増産に関する研究」	林業研究部ホームページ公開	-
研究報告第18号「ヒノキ第一世代精英樹クローン林分の特性 - 次世代の森林づくりに向けたヒノキ精英樹の選抜 -」	林業研究部ホームページ公開	-

## IV 研修・普及等

### 1. 研修会の開催

#### 1)関係団体への研修

該当なし

#### 2)一般県民等への研修

年月日	研修内容	対象者	場所	人数
R3. 8. 4	大分をつむぎ、つなぐキャリアフォーラム	高校生	県庁新館	14
R3. 11. 13	第21回豊かな国の森づくり大会 「炭のはなし、花炭づくり」 「森の働き・木の素材を知る」	一般 小学生	県民の森「平成森林公園」	一般 47 小学生 50

### 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
R3. 5. 17	おおいた林業アカデミー 「木材の活用について」	末光 良一	(公財)森林ネットおおいた/大分県林業研修所	7
R3. 6. 4	おおいた林業アカデミー 「林業研究部の概要及び森林林業・木材利用に関する研究について」	蔵原 正秀 高宮 立身 青田 勝 安部 暖美 加藤 小梅 末光 良一 古曳 博也 山本 幸雄 前原 礼明	(公財)森林ネットおおいた/林業研究部	9
R3. 10. 13	日本木材学会 地域木材産業研究会/木材強度・木質構造研究会 2021 秋季合同講演会 「大分県の中・大規模木造建築」	城井 秀幸	(一社)日本木材学会 地域木材産業研究会/WEB	92
R3. 10. 25	フォレストワーカー集合研修(3年目) 「木材の特性」	末光 良一	(公財)森林ネットおおいた/大分県林業研修所	12
R3. 10. 27	苗木生産初心者研修	安部 暖美	(公財)森林ネットおおいた/大分県林業研修所	6
R4. 3. 16	地域材需要拡大研修会	青田 勝	北部地区森林・林業活性化協議会/林業研究部	9

#### 2)普及員への講義

派遣日	内容	講師名	主催/場所	人数
R3. 6. 11	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	4
R3. 7. 12 R3. 7. 19	試験研究機関における実践研修	蔵原 正秀 高宮 立身 松本 純 安部 暖美 末光 良一 古曳 博也 山本 幸雄 豆田 俊治 前原 礼明	大分県/林業研究部	11
R3. 12. 13	広域普及指導員プロジェクト研修 「木造枠組壁工法における JAS について」	山本 幸雄	大分県/株式会社オーダーウッド(中津市)	16

## 3) 学生への講義

派遣日	内容	講師名	主催/場所	人数
R3. 5. 25 R3. 6. 1 R3. 6. 8	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
R2. 10. 14	日田林工高等学校インターンシップ研修	高宮 立身 青田 勝 安部 暖美 加藤 小梅	大分県立日田林工高等学校/天瀬試験地及び林業研究部	2

## 4) その他への講義

派遣日	内容	講師名	主催/場所	人数
R3. 7. 14	林業全般基礎研修Ⅱ (前期)	蔵原 正秀 高宮 立身 飯田 和彦 青田 勝 古曳 博也 前原 礼明	大分県/林業研究部	9
R3. 11. 11	林業全般高度化研修	飯田 和彦	大分県/大分県庁舎	15
R3. 11. 26	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	27

## 3. 視察受け入れ

視察日	内容	視察者・団体	人数
R3. 6. 4	森林林業・木材利用の研究について	おおいた林業アカデミー	9
R3. 10. 20	森林林業・木材利用の研究について	大分県立日田林工高等学校	2
R3. 11. 12	森林林業・木材利用の研究について	若手研究員研修	20
R4. 3. 16	コウヨウザン試験林について	北部地区森林・林業活性化協議会	9

・年度別視察 (平成 24 年度～令和 3 年度)

年度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	累計
件数	2	6	5	6	13	10	6	7	5	4	64
人数	22	16	74	39	125	137	52	69	43	40	617

## 4. 講座の開催

開催日	内容	場所	対象
R3. 10. 16 ～ 10. 17	県農林水産祭「おおいたみのりフェスタ」 早生樹等の木の種類や特長を紹介する、①8種の早生樹を用いた「風のシロフォン」、②県産ユリノキ材を用いた「ドラゴンパズル」等の の工作教室を開催した。	別府公園	一般 75名
R3. 12. 5	日田の木と暮らしのフェア 早生樹の種類や特長を紹介し、木材の活用についての相談コーナーと ①試験林の材料を活用した「松ぼっくりのモビール」、②県産ユリノ キ材を用いた「ドラゴンパズル」等の工作教室を開催した。	パトリア日田	一般 40名

## 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	H29	H30	R1	R2	R3	令和3年度の主要な指導内容
林家	58	56	50	35	19	病虫害・苗木生産・集成材加工・乾燥技術・製材技術
関係団体等	445	315	350	270	263	依頼試験・講師派遣・栈木痕・製材乾燥技術・木材強度・技能検定
普及指導員	35	43	10	46	31	林業全般基礎・種子貯蔵・種苗生産技術・木造枠組壁工法
学生	93	92	86	58	56	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	347	260	204	130	338	コンテナ苗生産・病虫害対策・製材・木材強度試験
計(人)	978	766	700	539	707	

### 2. 研究成果の主要な現地移転

研究の成果	スギ推奨品種さし木苗の増産に関する研究
移転の内容	スギさし木苗増産に向けた採穂・育苗方法(ミニ穂活用による採穂量調査・育苗試験)の普及・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	研修会、研究報告書、パンフレット等

### 3. 企業支援

#### 1)技術相談・技術指導

年度	H29	H30	R1	R2	R3	主要な指導内容
件数	160	173	131	156	131	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	H29	H30	R1	R2	R3	主要な訪問先
件数	48	46	37	54	44	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	H29	H30	R1	R2	R3	主要な試験内容
件数	94	44	22	29	28	・木構造接合部の各種強度試験 ・木製家具等の各種強度試験
試験金額(円)	2,712,975	850,095	741,479	1,620,401	1,742,138	

#### 4)機械貸付

年度	H29	H30	R1	R2	R3	主要な貸付機械
件数	577	593	569	396	298	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)	305,660	658,950	354,660	316,240	208,100	

## 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)	担当者
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	630	研究員 松本 純
	新規	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	346	研究員 安部 暖美
	新規	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	522	主任研究員 青田 勝
	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	431	研究員 松本 純
	新規	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	R3	外部資金	236	研究員 加藤 小梅
	継続	スギ花粉発生源地域推定事業	R3	受託事業 [全林協]	49	主任研究員 青田 勝
	試験研究費(1)					2,214
木材 チーム	継続	県産スギ大径材の有効利用技術の開発	R元～R3	県単	688	上席主幹研究員 古曳 博也
	継続	長大スパンに対応する接着重ね材の開発	R2～R4	県単	1,006	主幹研究員 山本 幸雄
	新規	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	947	主任研究員 豆田 俊治
	新規	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	1,046	研究員 前原 礼明
	試験研究費(2)					3,687
1. 試験研究費(1)+(2)					5,901	
2. 企画指導費等					645	
3. 見本園管理費等					696	
4. 管理運営費等					23,934	
合計					31,176	

## VII 職員配置

役職等	氏名	研究(業務)分野
部長	蔵原 正秀	部の総括
管理担当		
課長補佐(総括)	河津 真由美	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		
上席主幹研究員(総括)	高宮 立身	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	河津 温子	林木経営、低コスト施業
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、発芽鑑定
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	前原 礼明	木材強度、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.64 2022

---

令和4年8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 <http://www.pref.oita.jp/soshiki/15088/>

---

印刷 株式会社援ジョイワーク大分