

## 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。

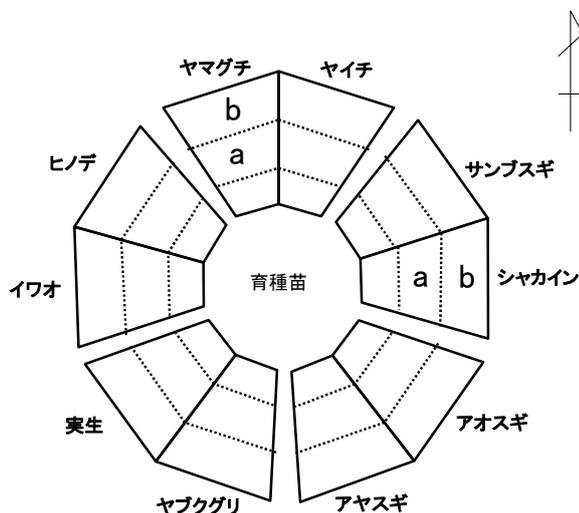


図-1 地蔵原試験林配置図  
(a : 3000 本区、b : 1500 本区)

#### 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)

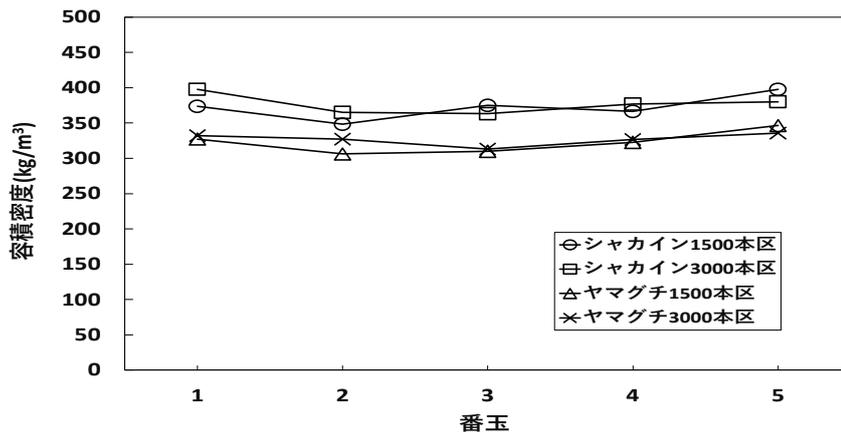


図-2 容積密度の樹高方向変動

### 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。

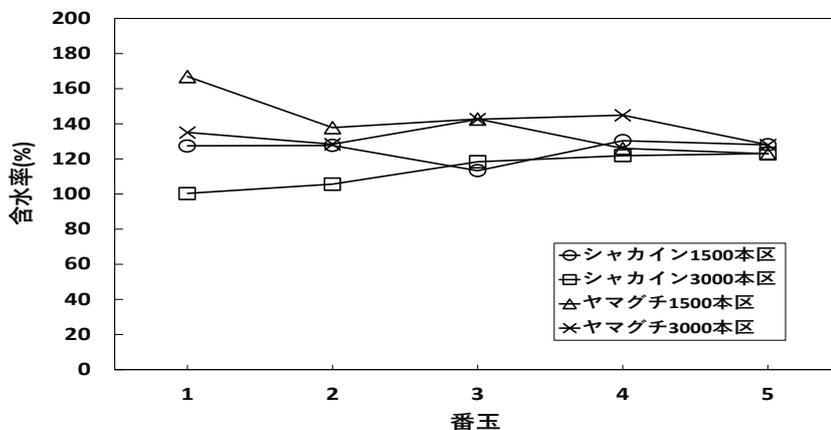


図-3 生材含水率の樹高方向変動

#### 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)

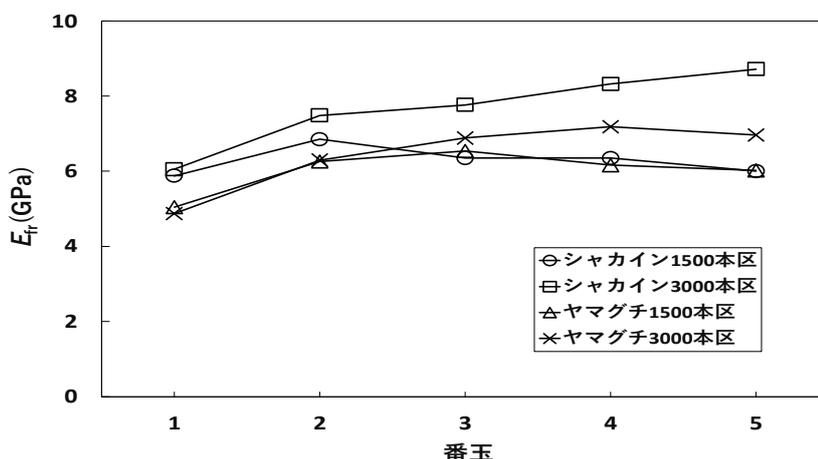


図-4  $E_{fr}$  の樹高方向変動

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、等級外のものはなかった。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、等級毎の本数に差は生じるものの、建築材としての利用は可能であることが示唆された。

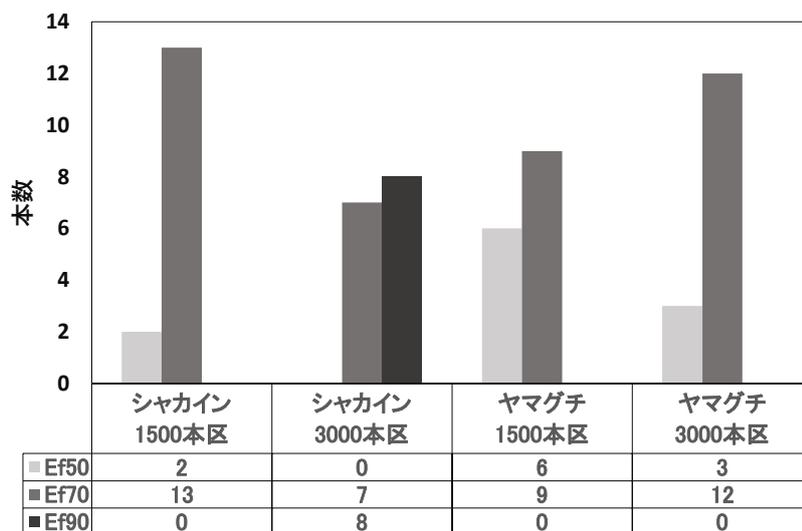


図-5  $E_{fr}$  の等級区分

#### 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