

鹿児島大学農学部高隈演習林に植林されたスギ材の材質と利用(第5報)*¹

オビアラカワスギ材の機械的性質と比重の関係*²

藤 田 晋 輔
(森林利用学研究室)

Quality and Utilization of Sugi-Wood in Takakuma University Forest (V)*¹ The Relations between Specific Gravity and Mechanical Properties of Obiarakawa-Sugi-Wood*²

Shinsuke FUJITA
(Laboratory of Wood Utilization)

緒 言

これまで鹿児島大学農学部高隈演習林に植林されているヤクスギ(樹齢52年)¹⁾、サツマメアサスギ(樹齢27年)²⁾、クモトオシスギ(樹齢29年)³⁾およびヨシノスギ(樹齢30年)⁴⁾を供試材とし、それぞれの機械的性質と比重の関係について報告した。これらに続き、本報告ではオビアラカワスギの生長経過とこれの気乾比重と JIS 規格に基づいた機械的性質の関係について検討した。

オビスギ^{5,6)}は、宮崎県南部の旧飫肥藩内で約300年前から、造船用の弁甲用材を目標に植林されてきた。本研究で取り扱ったこのオビアラカワスギは、この地方で現在もさし木増殖により植林されているオビスギの代表品種である。オビスギにはオビアラカワをはじめ、オビアカ、ガリン、トサアカ、トサグロ、クロ、タノアカなどの品種がある。今回取り上げたオビアラカワスギの生長はオビスギの中で最も速く、ついでトサアカ、トサグロの順と言われている。

材料および実験方法

1. 供試木の選定と採材

供試木は鹿児島大学農学部高隈演習林(鹿児島県垂水市海潟)の7林班(ふ小班)に植林(昭和37年植栽)されたオビアラカワスギである。この林分内において、平均的な胸高直径を持つ供試木3本を伐採した。(供試木伐採日:昭和57年11月9日,小雨)

この林分の地位および林況は次の通りである(昭和57年10月調査)。

地 位 ○ 地位 : 2 (1)
○ 方位傾斜 : SE (緩)

*¹ (第4報): 鹿児島大学農学部演習林報告, 第16号, p.13-23 (1988)

*² 本報告は第36回日本木材学会大会(静岡)(1986)で発表した。

- 基岩 : 粘板岩, 砂壤土
- 土性結合度 : 適, 深, 軟
- 林況 ○ haあたりの蓄積量 35m³
- 連年生長量 2.4m³ (生長率6.8%)

それぞれの供試験木は地上高0.2mの位置で伐採した。採材および実験に供するまでの手順は既報¹⁻⁴⁾と同様である。

2. 実験方法

オビアラカワスギの機械的性質を求める試験は JIS 規格に準拠した。強度試験機は島津製作所製 DSS -5000を、荷重の検出は5000および500kgのロードセルを、衝撃曲げ試験はシャルピー型衝撃曲げ試験機を使用した。この報告で実施した試験項目と取りまとめた機械的性質を示した。

1. 曲げ試験 : JIS Z -2113-1977 (曲げ破壊係数, 曲げ弾性係数)
2. 衝撃曲げ試験 : JIS Z -2116-1977 (衝撃曲げ吸収エネルギー)
3. 圧縮試験 : JIS Z -2111-1977 (縦圧縮強さ)
4. せん断試験 : JIS Z -2114-1977 (板目および柃目面のせん断強さ)
5. 割裂試験 : JIS Z -2115-1977 (板目および柃目面の割裂抵抗)

実験結果と考察

1. 供試木の概要

供試木オビアラカワスギの概要は Table 1 に示す。供試木は胸高直径23.2~27.2m, 樹高16~18m, 完満度 (H/D × 100%) は67~68をとり, 中庸の樹体を示している。樹齢は地上高0.20mの切株上で, 28年輪を数え, 胸高位置における心材の平均年輪幅の平均値は1.05cm, 辺材のそれは0.39cm, 心, 辺材を含めた全平均年輪幅の平均値は0.98cmを示した。心材における生長が他の4品種に比べると遥かに広い。しかし, 辺材における平均年輪幅はヤクスギ (0.22cm) より広いが, サツマメアサスギ (0.41cm), クモトオシスギ (0.36cm), ヨシノスギ (0.32cm) と近似の値を示した。一方, 心, 辺材をとおしての平均年輪幅の平均値を比較すると, オビアラカワスギは4品種に比較して, かなり広く, 生長の速い品種であると言える。しかしながら, Table 2に見られるように, オビアラカワスギの気乾比重の全平均値は0.37 (最大値0.67, 最小値0.28) を示し, これまで取り扱った高隈演習林に植林してあるスギの気乾比重の平均値, ヤクスギ0.44, サツマメアサスギ0.38, クモトオシスギ0.38, ヨシノスギ0.38と比較すれば, ヤクスギより低い値を示すが, 他の3品種と近似の値を示している。

一方, これらの値を文献値³⁾ (0.56~0.39~0.32) と比較する。比重から見れば, このスギはほぼ

Table 1. Characteristics of sugi-sample tree handled, "Obiarakawasugi (*Cryptomeria japonica*)."

| Number of Specimen | Age (years) | Height (m) | D.B.H (cm) | H/D (%) | Clear Length (cm) | Annual Ring Width (cm) | | |
|--------------------|-------------|------------|------------|---------|-------------------|------------------------|----------|------|
| | | | | | | Heart Wood | Sap Wood | Ave. |
| No. 1 | 28 | 15.7 | 23 | 68 | 13 | 0.83 | 0.41 | 0.62 |
| No. 2 | 28 | 16.0 | 24 | 67 | 13 | 1.40 | 0.40 | 0.90 |
| No. 3 | 28 | 18.3 | 27 | 68 | 14 | 0.92 | 0.36 | 0.64 |

Table 2. Variation of physical and mechanical properties.

| Specimen | Item | Mechanical properties | | | Specific gravity | | ARW. (cm) | M.C. (%) | Number of Specimen | |
|----------------|---|---|------|------|------------------|---------|--------------|-------------|-----------------------|------|
| | | Ave. | Max. | Min. | S.D. | C.V.(%) | | | | Ave. |
| Obiarakawasugi | Bending strength (kgf/cm ²) | 470 | 604 | 276 | 64 | 14 | | | | |
| | Modulus of elasticity in bending ($\times 10^3$ kgf/cm ²) | 43 | 76 | 23 | 11 | 26 | | | 121 | |
| | Absorbed energy in impact bending (kgf·m/cm ²) | 0.57 | 1.21 | 0.24 | 0.13 | 23 | | | 122 | |
| | Compressive strength (kgf/cm ²) | 261 | 322 | 193 | 25 | 10 | | | 197 | |
| | Shearing strength | tangential plane (kgf/cm ²) | 76 | 130 | 42 | 57 | 71 | | | 232 |
| | | radial plane (kgf/cm ²) | 87 | 134 | 34 | 14 | 16 | | | 232 |
| | Cleavage resistance | tangential plane (kgf/cm) | 16 | 33 | 5 | 5 | 30 | | | 175 |
| | | radial plane (kgf/cm) | 15 | 34 | 8 | 4 | 24 | | | 157 |

Ave. : Average ; Max. : Maximum ; Min. : Minimum ; S.D. : Standard deviation ; C.V. : Coefficient of variation ; ARW : Annual ring width ; M.C. : Moisture content.

日本の標準的スギであると考えられる。

2. 機械的性質と気乾比重の関係

Table 2 はそれぞれの試験項目の機械的性質の平均値, 最大値, 最小値, 標準偏差と変動係数, およびそれぞれの試験項目に供した全試験片の気乾比重, 平均年輪幅, 含水率の平均値を示した。Fig. 1～5には供試木オビアラカワスギ3本に得られたそれぞれの機械的性質と気乾比重の関係をプロットした。今, それぞれの性質について述べる。

1) 曲げ試験 (曲げ破壊係数, 曲げ弾性係数)

曲げ試験に供した試験片の個数は110, これらの全試験片に得られた平均年輪幅の平均値は1.17cm, 含水率17%, 気乾比重は0.30～0.47の間にあり, これの平均値は0.36であった。曲げ破壊係数は276～470～604kgf/cm²を示し, これらの値をスギの曲げ破壊係数の文献値⁷⁾ (350～470～600kgf/cm²) や高隈演習林に植林されている4品種¹⁻⁴⁾と比較すれば, 平均値は近似した値を, 最大値は5品種の中で最も低い値を示すが, 文献値⁷⁾に近似している。曲げ弾性係数の平均値は(40×10³kgf/cm²)を示す。これはスギの曲げ弾性係数の文献値⁷⁾ (54×10³kgf/cm²) および高隈演習林に植林されているヤクスギ, サツマメアサスギ, クモトオシスギおよびヨシノスギなどに得られている値(それぞれ60×10³, 45×10³, 52×10³, 43×10³kgf/cm²), ¹⁻⁴⁾より低い値を示した。

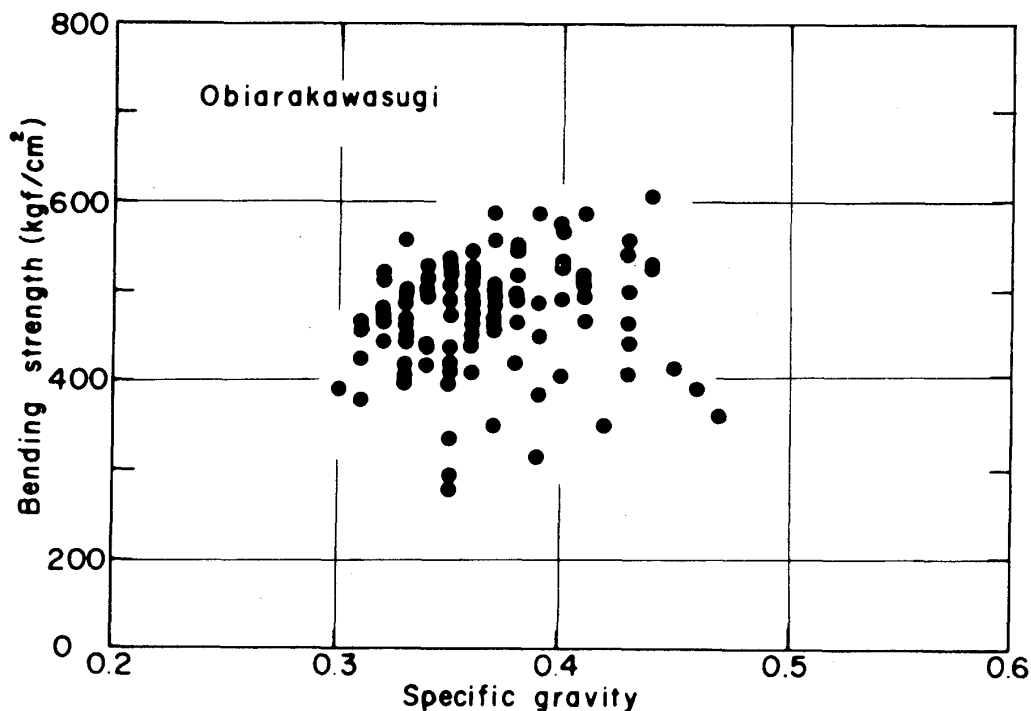


Fig. 1-a Relations between specific gravity and bending strength in Obiarakawasugi-wood.

Fig. 1 - a, bに見られるように気乾比重と曲げ破壊係数の間の相関係数は低く ($r=0.11$), 気乾比重と曲げ弾性係数の間は負の相関 ($r=-0.26$) となった。

2) 衝撃曲げ試験 (衝撃曲げ吸収エネルギー)

衝撃曲げ試験に供した試験片の個数は122, 平均年輪幅の平均値は, 1.24cm, 平均含水率は17%,

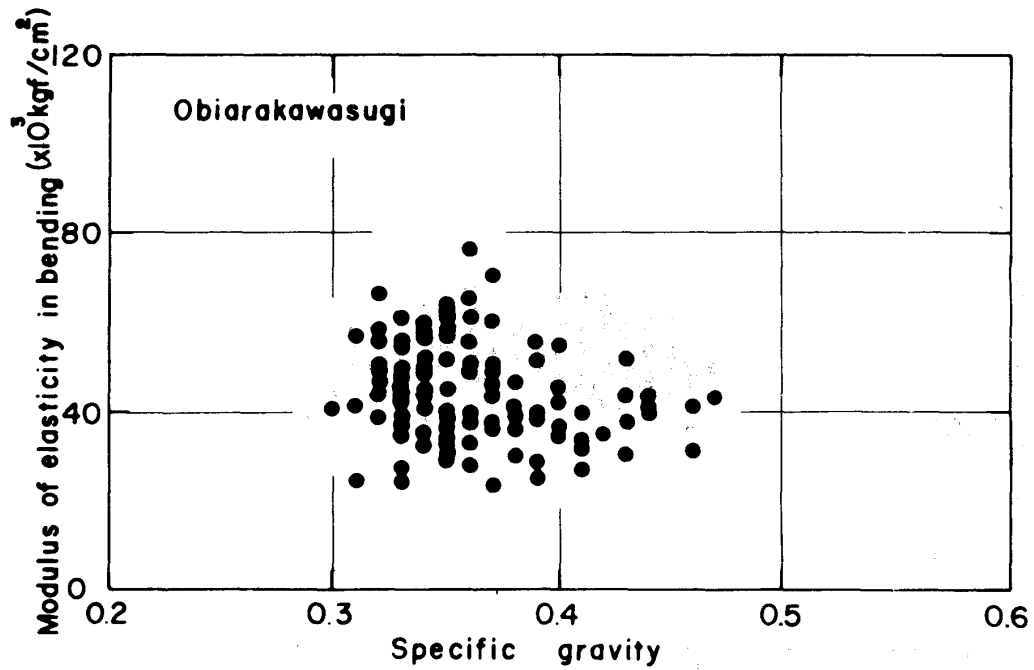


Fig. 1-b Relations between specific gravity and modulus of elasticity in bending in Obiarakawasugi-wood.

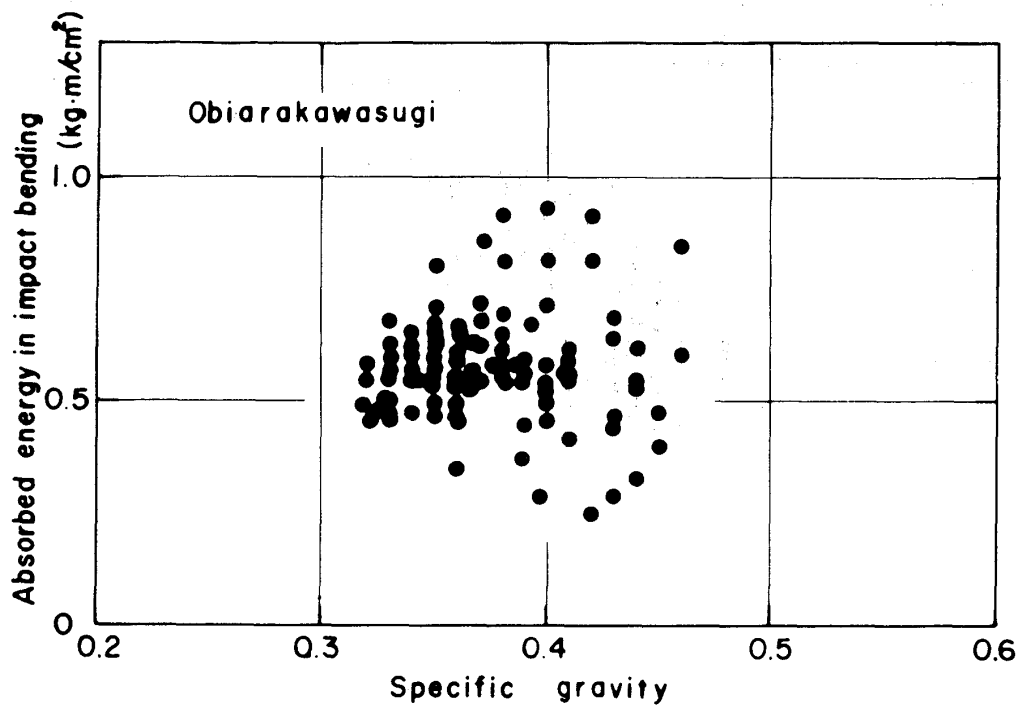


Fig. 2 Relations between specific gravity and absorbed energy in impact bending in Obiarakawasugi-wood.

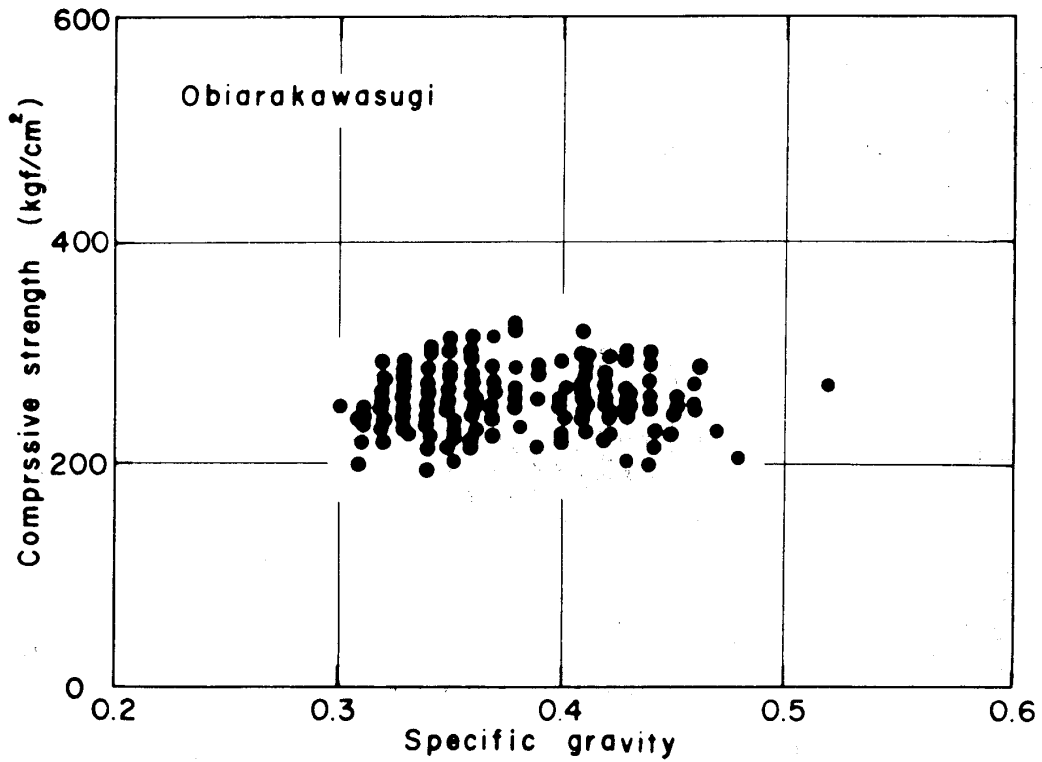


Fig. 3 Relations between specific gravity and compressive strength in Obiarakawasugi-wood.

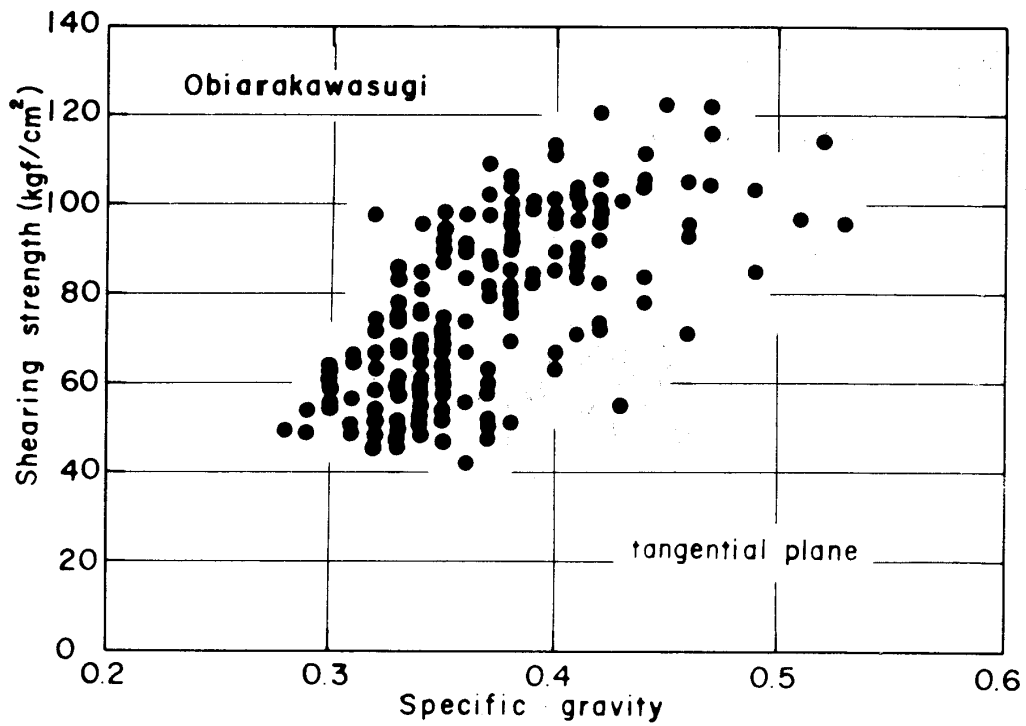


Fig. 4-a Relations between specific gravity and shearing strength in tangential plane in Obiarakawasugi-wood.

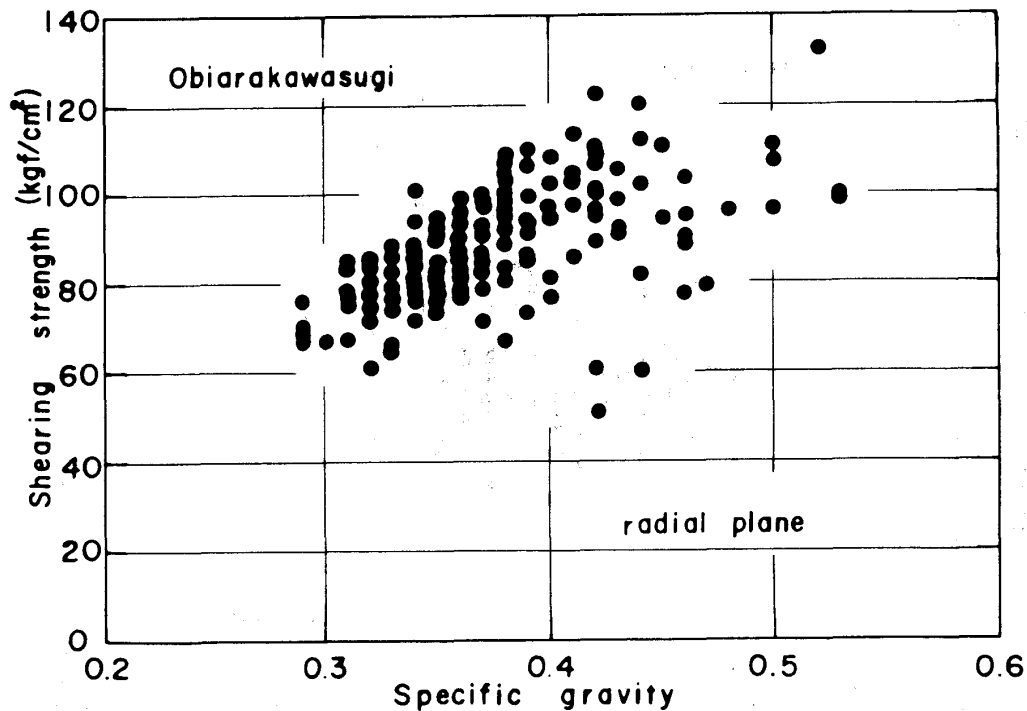


Fig. 4-b Relations between specific gravity and shearing strength in radial plane in Obiarakawasugi-wood.

気乾比重の平均値は0.37 (最大値0.46, 最小値0.32)であった。Table 2に見られるように衝撃曲げ吸収エネルギーの平均値は $0.57\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ (最大値 $1.21\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$, 最小値 $0.24\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$)を得た。この平均値はスギの文献値⁷⁾($0.35\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$)、高隈演習林内に植林されているヨシノスギと近似した値を示したが、他の3品種より低い値である。

Fig. 2に気乾比重と衝撃曲げ吸収エネルギーの関係を示した。この図から明らかのように、本報告で取り扱ったオビアラカワスギは集団状を示した。

3) 縦圧縮試験 (縦圧縮強さ)

縦圧縮試験に供した試験片の個数は197, 全試験片の気乾比重の平均値は0.37 (最大値0.52, 最小値0.30), 平均年輪幅は0.89cm, 含水率は18%を示した。Table 2に示したように縦圧縮強さの平均値は $261\text{kgf}/\text{cm}^2$ (最大値 $322\text{kgf}/\text{cm}^2$, 最小値 $193\text{kgf}/\text{cm}^2$)を示した。この値は高隈演習林内に植林されているヨシノスギと近似した値であるが、他の3品種より低く、スギの文献値⁷⁾($350\text{kgf}/\text{cm}^2$)の75%であった。Fig. 3に示したように気乾比重と縦圧縮強さの相関係数は非常に弱く ($r=0.09$), オビアラカワスギの縦圧縮強さはこの気乾比重の範囲内では明確な差を論じられない。

4) せん断試験 (板目面および柾目面のせん断強さ)

板目面および柾目面のせん断試験に供した試験片の個数はそれぞれ232, 全供試片の平均年輪幅の平均値はそれぞれ1.21, 1.14, 含水率の平均値は15%, 気乾比重の平均値はそれぞれ0.37であった。板目面および柾目面のせん断強さの平均値はそれぞれ76, $87\text{kgf}/\text{cm}^2$ が得られた (Table 2)。これらの両断面のせん断強さは、高隈演習林内に植林されている5品種の中で最も低い値を示したが、文献

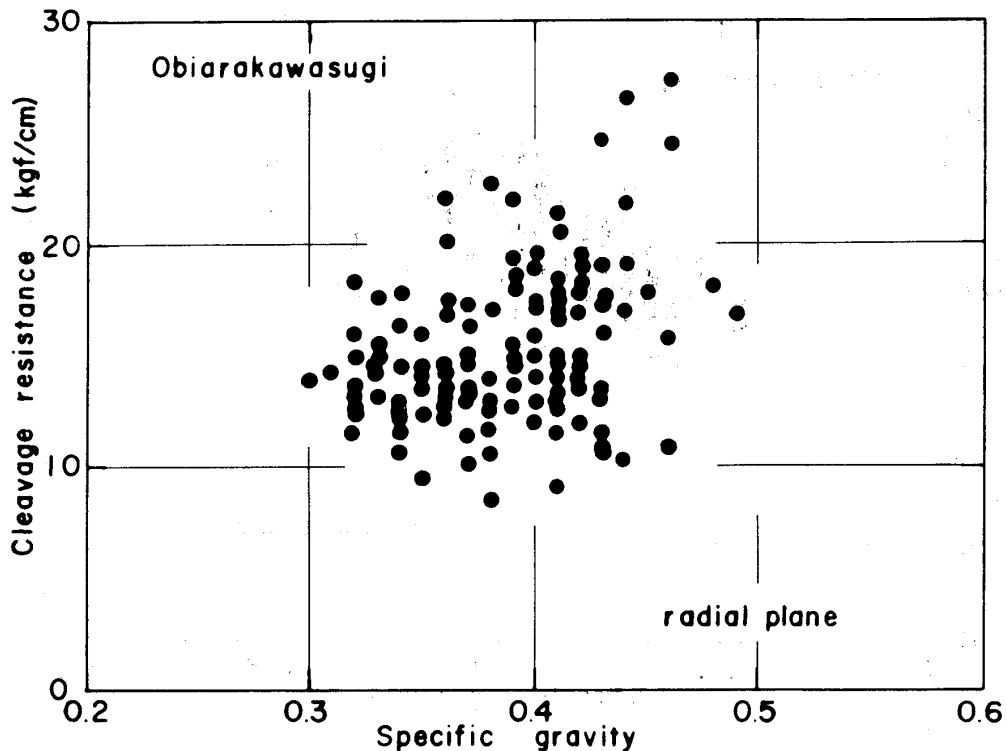


Fig. 5-a Relations between specific gravity and cleavage resistance in tangential plane in Obiarakawasugi-wood.

値⁷⁾ (60kgf/cm²) より高い。Fig. 4 - a, bは板目面および柁目面のせん断強さと気乾比重の関係を示した。これまでの多くの報告に見られるように、気乾比重の増大とともにせん断強さは増大する傾向を得た。板目面および柁目面のせん断強さの気乾比重の間の相関係数は、それぞれ $r = 0.69$ ($\tau_t = 298\rho - 33$), $r = 0.56$ ($\tau_r = 145\rho + 33$) を得た。

5) 割裂試験 (割裂抵抗)

板目面および柁目面の割裂試験に供した試験片数はそれぞれ175, これらの全供試片の平均年輪幅はそれぞれ1.0cm, 含水率は15%, 気乾比重の平均値はそれぞれ0.38を示した。板目面および柁目面の割裂抵抗は, Table 2に見られるように, それぞれ16, 15kgf/cmであった。これらの値と高隈演習林内に植林されているヤクスギ, サツマメアサスギ, クモトオシスギおよびヨシノスギに得られた値と比較すると, 板目面では, ヤクスギ (21kgf/cm), サツマメアサスギ (18kgf/cm) よりやや低く, クモトオシスギ, ヨシノスギと近似している。柁目面では, ヤクスギ, サツマメアサスギ, クモトオシスギおよびヨシノスギ (それぞれ16, 15, 16および14kgf/cm) に近似した値を示した。Fig. 5 - a, bは板目面および柁目面の割裂抵抗と気乾比重の関係を示した。板目面および柁目面の割裂抵抗と気乾比重の間の相関係数は, それぞれ $r = 0.58$ ($Cl_t = 72\rho - 4$), $r = 0.28$ ($Cl_r = 26\rho + 5$) を得た。板目面の割裂抵抗が柁目面のそれよりやや高い位置に分布していることが多いが, オビアラカワスギではほとんど差がなかった。

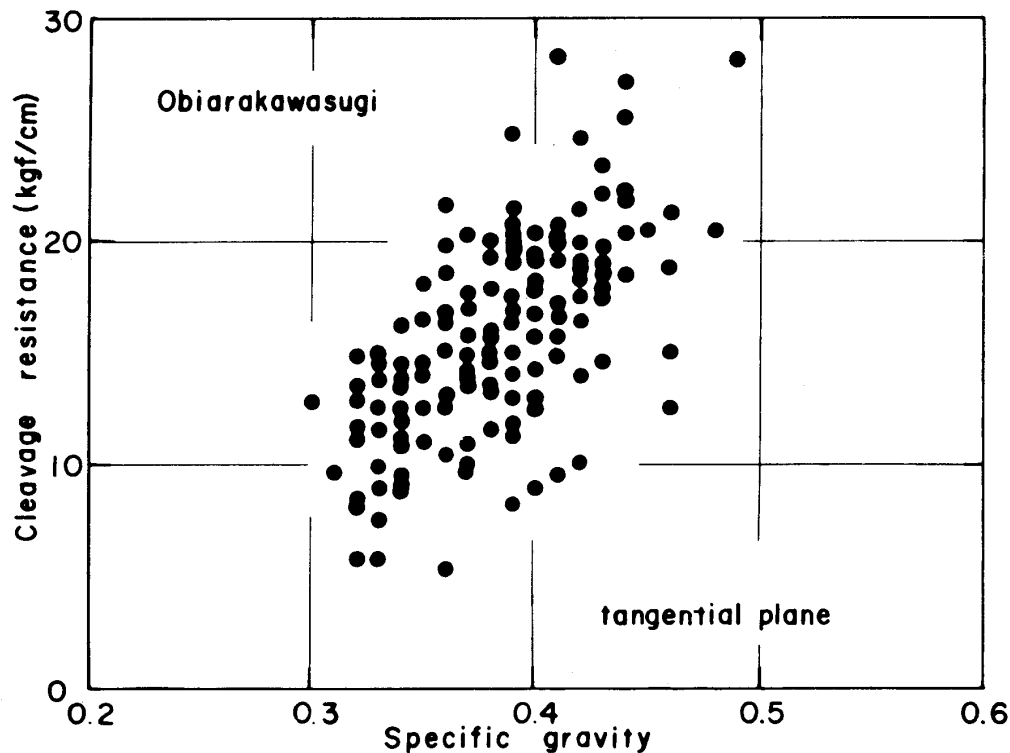


Fig. 5-b Relations between specific gravity and cleavage resistance in radial plane in Obiarakawasugi-wood.

要 約

鹿児島大学農学部高限演習林（鹿児島県垂水市海瀨）に植林されている樹齢28年生のオビアラカワスギ（胸高直径23.2–27.2cm）3本の供試木から、あらかじめ設定した地上高位置の円盤を採取後、円盤間にある各地上高の幹材について、JIS規格に基づいた強度試験を行った。これらの結果は次のように要約される。

- 1) 強度試験に使用した全試験片の気乾比重の平均値は、0.37（最大値0.67，最小値0.28）を示し、平均年輪幅の平均値は0.98（最大値2.81cm，最小値0.15cm），含水率の平均値は15%であった。
- 2) 胸高部位における心材部および辺材部の平均年輪幅は、それぞれ1.05，0.39cmを示した。
- 3) それぞれの機械的性質はこれまでに求めたヤクスギより低い値を示したが、他の3品種（サツマメアサスギ，クモトオシスギおよびヨシノスギ）とほぼ近似した値を示し、また、文献値とも大差ない。

以上の結果から、鹿児島県大隅半島に生産されるスギ材の機械的性質は、一般に言われているほど劣るものではないと考えられる。

謝 辞

本実験を実施するにあたり、鹿児島大学農学部附属演習林 黒木晴輝助教授，同高限演習林主任 馬田英隆助手に大変お世話になった。また、高限演習林 前田利盛，日高安美，港 虎熊，岡山 光秀および田中 勇の各技官，また従業員の各位に供試木の伐採，搬出など多岐にわたってご援

助いただいた。記して感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 藤田晋輔：鹿児島大学農学部高隈演習林に植林されたスギ材の材質と利用（第1報）ヤクスギ材の機械的性質と比重の関係，鹿大農演報，No.12，57-66（1984）
- 2) ——：鹿児島大学農学部高隈演習林に植林されたスギ材の材質と利用（第2報）サツマメアサスギ材の機械的性質と比重の関係，鹿大農演報，No.13，123-133（1985）
- 3) ——：鹿児島大学農学部高隈演習林に植林されたスギ材の材質と利用（第3報）クモトオシスギ材の機械的性質と比重の関係，鹿大農演報，No.16，1-11（1988）
- 4) ——：鹿児島大学農学部高隈演習林に植林されたスギ材の材質と利用（第4報）ヨシノスギ材の機械的性質と比重の関係，鹿大農演報，No.16，13-23（1988）
- 5) 石崎厚美：スギ品種目録，その性質—九州地方のさし木品種；最近の林業，No.15，日本林業技術協会（1968）
- 6) 日本林業技術協会編：林業百科辞典，457-466（1961）
- 7) 林業試験場編：木材工業ハンドブック，p.132，丸善（東京）（1982）

Summary

In this paper, some fundamental properties of plantation growing in "Obiarakawa-sugi-wood (Cryptomeria japonica)" were investigated. Three representative "Obiarakawa-sugi-wood" tree having 23 cm to 27 cm diameter breast height (28 year old) were selected as the materials for analyzing the stem and for investigating some physical and mechanical properties.

The measurements of mechanical properties were performed, based on Japanese Industrial Standard (JIS); specimens were obtained continuous along the direction of stem diameter from one sap-wood to another. The following mechanical properties were put under testings.

- 1) Bending test (a test carried out for the ascertainment of the bending strength and modulus of elasticity in bending).
- 2) Impact bending test (a test to ascertain the absorbed energy in impact bending).
- 3) Compressive test (a test to ascertain the compressive strength parallel to grain).
- 4) Shearing test (a test to ascertain the shearing strength in tangential and radial planes).
- 5) Cleavage test (a test to ascertain the cleavage resistance in tangential and radial planes).

Table 1 shows the characteristics of samples treated in this investigation. The experimental results are summarized in Tables 1-2 and Figs. 1-5.

The main results are as follows :

1. The specific gravity and average ring width ranged from 0.28 to 0.67 (Ave. 0.37), from 0.15 cm to 2.81 cm (Ave. 0.98 cm), respectively.

2. The mechanical properties of plantation-grown Obiarakawa-sugi-wood growing in the form of plantation at Takakuma field in Kagoshima University Forest was almost the same as that Satsumameasa-sugi-, Kumotoushi-sugi- and Yoshino-sugi-woods in the same field.