

奄美大島に生育する広葉樹材の材質特性と用途(2)*¹

シラツグおよびムツナラビ材について*²

藤 田 晋 輔
(森林利用学研究室)

Some Mechanical Properties and Utilization in Shiratsugu-Wood and Mutsunarabi-Wood grown in Amami-Ohoshima

Shinsuke FUJITA
(Laboratory of Wood Utilization)

はじめに

これまで鹿児島県内の木材加工業に供給されてきた広葉樹材は、東南アジア産材、宮崎県、北海道および東北地方を主とする県外産材とわずかな量の地場産材であった。しかし、輸入または県外移入の広葉樹材の品質低下、価格高騰などの理由から、これらの入手は困難となりつつある。このような状況にあるとき、南九州地域の森林資源の有効利用をめざすには、地場の有用広葉樹材あるいは用途未知の小径材、低質材の高度な利用技術の開発が必要となる。

これまで南九州地域の広葉樹林の更新は萌芽だけに依存してきた。これは、この地域の広葉樹の加工用材としての利用が少なく、その用途は主として薪炭材、パルプ用材に向けられていたので、広葉樹材の高度利用に対する姿勢は弱く、良質、大径材を必要としなかったことに原因している¹⁾。したがって、南九州地域は国内の他地域に比べて、利用可能な未利用広葉樹資源は比較的多く残っていることになる。

本研究では、今後の広葉樹材の高度利用をはかる基礎資料を得るために、南九州地域に生育している有用広葉樹を含めた未利用および用途未知のそれを順次とりあげ、それぞれの樹種の組織、物理的および機械的性質の特徴を明らかにし、用途に対する指標の作成と製品開発を目指している。

本報では前報⁴⁾に続いて奄美大島に生育している2樹種(シラツグおよびムツナラビ)の物理的および機械的性質の特徴と用途を検討した。

実験材料と実験方法

1. 実験材料

実験に供したシラツグ (*Elaeocarpus japonica* S. et Z.) およびムツナラビ (*Ilex goshiensis* Hayata)

*¹ (1)は鹿大農学術報告、第38号、211-221 (1988)

本報告を「南九州地域に生育する広葉樹材の利用開発(IX)」とする。

*² 本報告は第38回日本木材学会大会(旭川市、1988、7)において発表した。

は鹿児島県大島郡住用村および大和村に位置する岩崎産業（株）社有林から採取した。シラツグは和名「コバンモチ」²⁾で、通常樹高10~15m、直径70cmに達する常緑高木で、奄美大島に生育する広葉樹の約2.6%（毎木調査にもとづく材積比）を占める。木材は散孔材で、辺材と心材はほぼ同色、淡黄白色—淡紅黄色を呈する。年輪はやや不明瞭で、肌目はやや粗い。耐久性はあまり高くない。なお、本実験の供試材の胸高位置における年輪数は49、直径29cm、心材率は38%を示した。

他方、ムツナラビは和名「ツゲモチ」²⁾で、樹高は5~10m、直径20~30cm、大きいものは樹高30m、直径2mに達する常緑高木である。これは奄美大島に生育する広葉樹の約1.3%（毎木調査に基づく材積比）を占める。木材は散孔材で、辺材と心材は同色、帯緑白色を呈する。この材の加工性はやや堅硬で、肌目と木理は光沢美があり、表面仕上げは良好である。なお、本実験の供試材の胸高位置の年輪数は126、直径35cm、心材率は71%である。

2. 実験方法

本実験に供したシラツグおよびムツナラビの丸太は、長さ4mの元玉各1本であり、この丸太の元口から3mの部分は機械的性質を、それ以上の部分は組織および物理的性質を求め、また製品の試作に利用した。丸太の製材、試験片の作製、調湿および実験方法は既報³⁾と同様である。強度試験はオートグラフDSS-5000（島津製作所製）を利用、強度試験における荷重はロードセル（最大容量5000および500kg）で検出した。ただし、衝撃曲げ吸収エネルギーはシャルピー型衝撃試験機で求めた。本報告でまとめた物理的、機械的性質はつぎの通りである。

1. 物理的性質：生材含水率および気乾比重

2. 機械的性質：

曲げ試験（JIS・Z 2113-1977）：曲げ破壊係数、曲げ弾性係数

圧縮試験（JIS・Z 2111-1977）：縦圧縮強さ

衝撃曲げ試験（JIS・Z 2116-1977）：衝撃曲げ吸収エネルギー

せん断試験（JIS・Z 2114-1977）：板目面および柁目面のせん断強さ

割裂試験（JIS・Z 2115-1977）：板目面および柁目面の割裂抵抗

結果と考察

1. シラツグおよびムツナラビの物理的性質の横断面半径方向の分布について

Fig. 1は生材含水率（昭和62年9月伐採）の横断面半径方向の樹幹内の変動を示す。この図に見られるように、シラツグの生材含水率は樹心付近でやや低く、樹皮側に向かって高くなるが、極大値を示したあと曲線状に低下している。他方、ムツナラビのそれは樹心部分より、心、辺材の境界付近までほとんど変化しないが、ここより樹皮側へ向って曲線状に低下する。なお、図中の●および○印は、それぞれ横断面の長径（a）および短径（b）側の分布を示している。シラツグの生材含水率の平均値は61%（最大値72%、最小値26%）、ムツナラビのそれは72%（最大値111%、最小値21%）を示した。

気乾比重の横断面半径方向の分布は、Fig. 2に見られるように、両樹種ともに樹心部分（髓付近）から樹皮側に向かって比較的安定している。Fig. 3はそれぞれの樹種の機械的性質を求めた全供試片に得られた気乾比重のヒストグラムを示した。この図より明らかなようにシラツグの比重は、0.50~0.65が全体の約95%を、ムツナラビのそれは0.60~0.70が全体の約78%を占めた。それぞれの樹種の全供試片の気乾比重の全平均値はそれぞれ0.54、0.68であった。この2樹種の比重の平均値を本

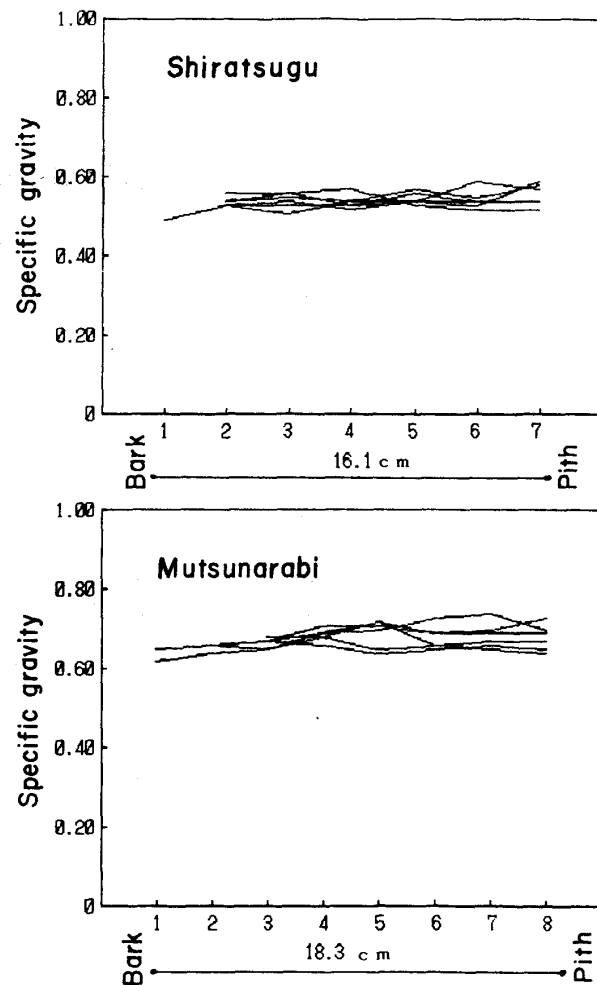
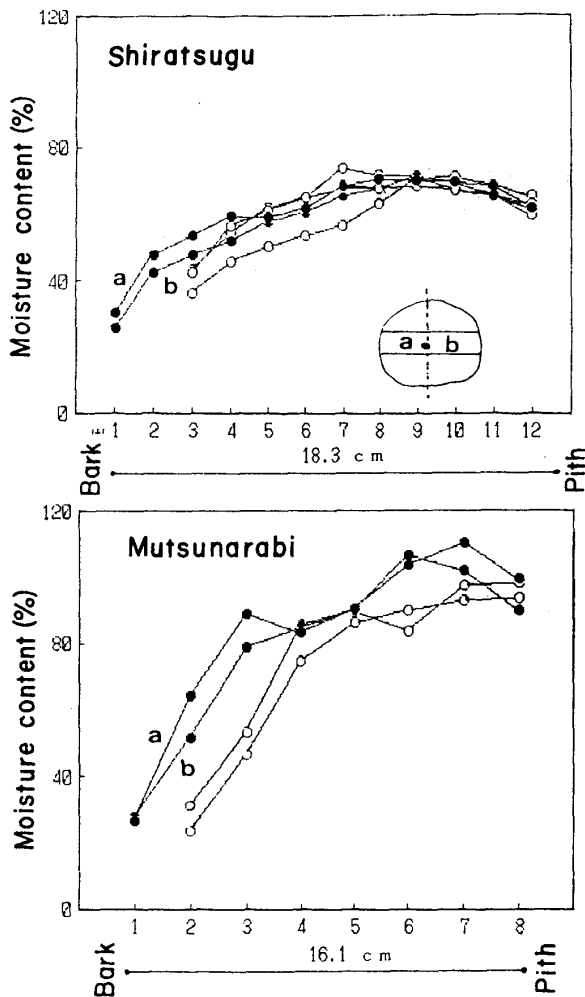


Fig. 1 Variation of moisture content in green condition along the stem-radius from pith to bark.
side (a): ○ ; side (b): ●

Fig. 2 Variation of specific gravity in air dry condition along the stem-radius from pith to bark.

土地域の広葉樹⁵⁾と比較すれば、それぞれヤチダモ・シオジ・シナノキなど、ブナ・マカンバ・ミズナラ・ケヤキなどに近似している樹種と言える。

2. シラツグおよびムツナラビの機械的性質の樹幹内半径方向の変動について

それぞれの樹種の曲げ破壊係数、曲げ弾性係数および衝撃曲げ吸収エネルギーの横断面半径方向の変動は、樹心部近接でやや低い値をとるが、樹心部より樹皮側への横断面半径方向全体を通じて変化が少ない。一方、縦圧縮強さのそれは樹心部付近で高く、樹皮側へ向かって曲線的に低下する傾向を示す。

板目面のせん断強さおよび割裂抵抗の横断面半径方向の変動は、両樹種ともに樹心部付近で樹皮側よりわずかに低い値を示す程度で、ともにほとんど変化しない。他方、柾目面のそれらは両樹種ともに樹心部付近でわずかに低く、樹皮側に向かってわずかに増大したあとほとんど変化しない。

3. シラツグおよびムツナラビの気乾比重と機械的諸性質の関係について

Table 1 はそれぞれの供試樹種の気乾比重、平均年輪幅および機械的性質の平均値、最大値、最小値、標準偏差、変動係数および試験に供した試験片個数を示した。以下、それぞれの結果について

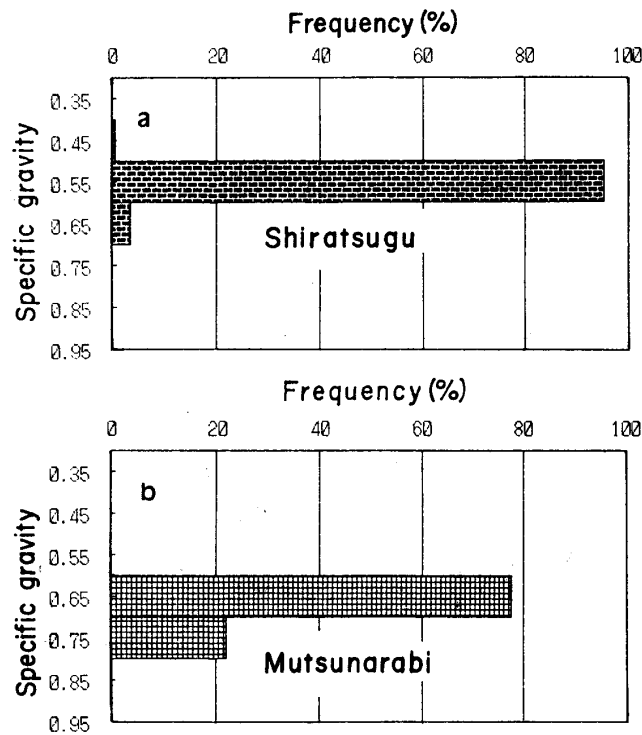


Fig. 3 Frequency of specific gravity of all the test-specimens.

述べる。

Table 1 に示したそれぞれの供試樹種とはほぼ近似の平均比重を示すヤチダモ、ブナなどの機械的性質と比較する。シラツグの材質のうち縦圧縮強さ、せん断強さはヤチダモより高い値を示しているが、その他の性質はヤチダモの約85%程度を示す。一方、ムツナラビの圧縮強さおよびせん断強さはブナのそれより高い値を、その他の性質はブナの約90%程度の値を示している。

このような機械的性質の面から本土に生育している同程度の平均比重を持つ広葉樹材⁵⁾と比較すれば、シラツグはヤチダモの他、シオジ、シナノキ、カツラ、クスノキなど、ムツナラビはブナの他、マカンバ、ミズナラ、ケヤキ、クリなどに相当する樹種と思われる。

今、それぞれの供試樹種の気乾比重と曲げ破壊係数および気乾比重と曲げ弾性係数の関係をそれぞれ Fig. 4 - a, b に示した。これらの図に見られるように、2 供試樹種ともにこれまで報告した4樹種（イタジイ、アベマキ、ケヤキおよびイジュ）と同様、気乾比重の増大にしたがって増大する傾向が見られるが、相関係数は低い。

次にそれぞれの供試樹種の気乾比重と縦圧縮強さの関係を Fig. 4 - c に示した。この図から明らかのように縦圧縮強さは2 樹種ともに気乾比重の増大にしたがって増大する傾向が見られるが、99% 信頼限界における相関係数はきわめて低い（シラツグ： $r=0.28$ 、ムツナラビ： $r=0.38$ ）。

Fig. 4 - d はそれぞれの樹種の気乾比重と衝撃曲げ吸収エネルギーの関係を示した。この図に見られるように衝撃曲げ吸収エネルギーのバラツキは大きく、99%の信頼限界において相関は得られなかった。

一方、板目面および柾目面のそれぞれの断面のせん断強さの平均値を比較すると、Table 1 に明らかのように、従来から報告されている結果^{3,4)}と同様に、板目面のせん断強さは柾目面のそれよりも高い値を示した。また、Fig. 5 はそれぞれの断面の気乾比重とせん断強さの関係を示した。いずれ

Table 1. Variation of physical and mechanical properties.

Specimen	Item	Mechanical properties				Specific gravity		ARW.	M.C.	Number of Specimen		
		Ave.	Max.	Min.	S.D.	C.V.(%)	Ave.				Max.	Min.
Shiratsugu	Bending strength (kgf/cm ²)	777	965	372	122	16						
	Modulus of elasticity in Bending (x10 ³ kgf/cm ²)						0.54	0.59	0.49	13	37	
	Absorbed energy in impact bending (kgf·m/cm ²)											
	Compressive strength (kgf/cm ²)	0.76	1.13	0.51	0.13	17	0.55	0.59	0.51	16	33	
	Shearing strength	tangential plane (kgf/cm ²)	782	909	607	69	9	0.56	0.61	0.51	14	68
		radial plane (kgf/cm ²)	150	168	132	10	7	0.54	0.57	0.50	11	30
	Cleavage resistance	tangential plane (kgf/cm)	142	160	92	9	31					
		radial plane (kgf/cm)	31	45	20	8	28	0.55	0.61	0.49	14	30
	Bending strength (kgf/cm ²)		30	39	13	9	30					
	Modulus of elasticity in Bending (x10 ³ kgf/cm ²)		964	1099	425	161	16	0.68	0.76	0.62	14	41
Mutsunarabi	Absorbed energy in impact bending (kgf·m/cm ²)	101	111	79	14	12						
	Compressive strength (kgf/cm ²)	0.65	0.92	0.31	0.11	17	0.67	0.76	0.62	14	46	
	Shearing strength	tangential plane (kgf/cm ²)	909	1099	746	78	9	0.67	0.76	0.60	15	111
		radial plane (kgf/cm ²)	199	232	178	22	42	0.66	0.73	0.61	12	53
	Cleavage resistance	tangential plane (kgf/cm)	179	223	128	14	26					
		radial plane (kgf/cm)	72	97	54	10	18	0.69	0.75	0.61	14	37

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

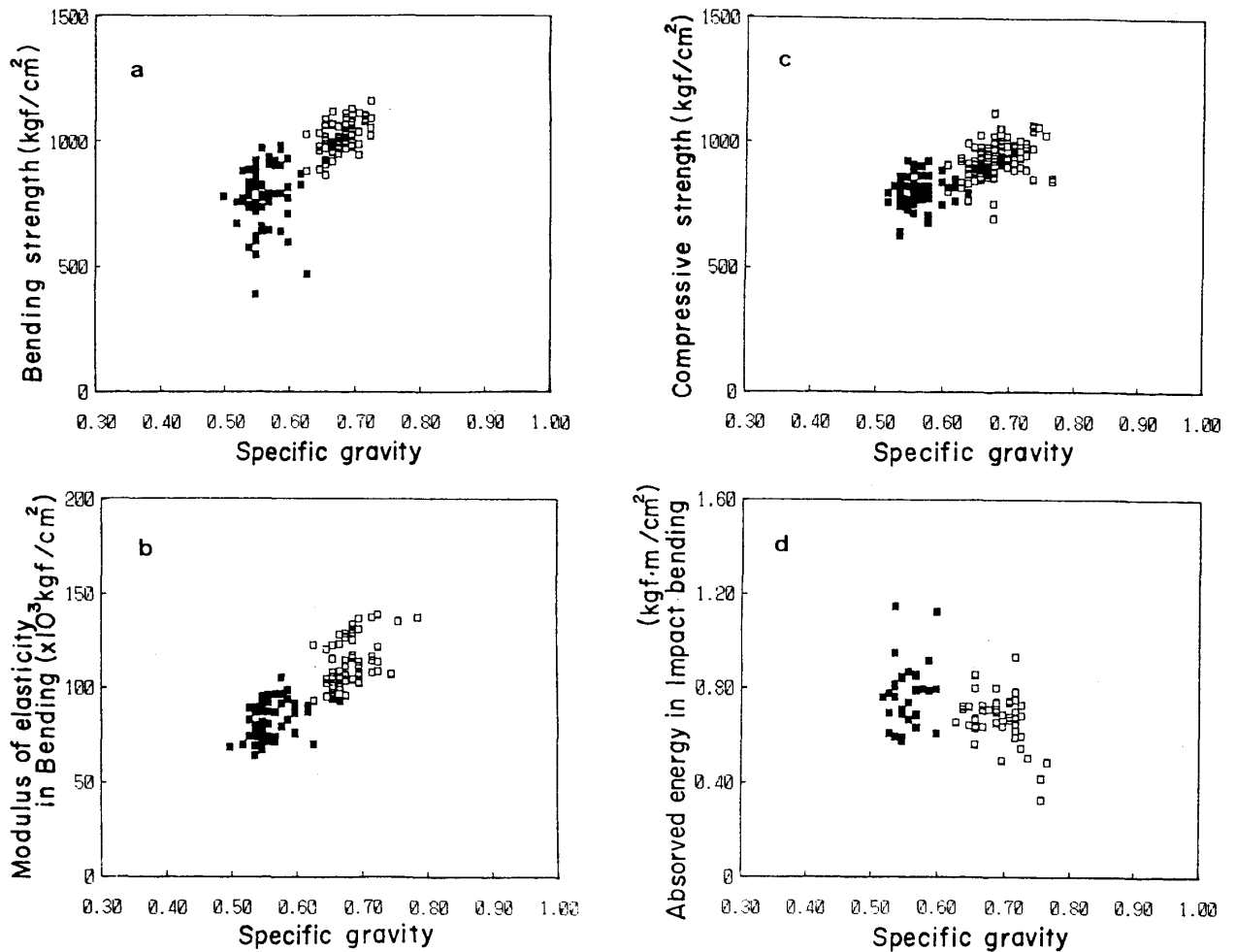


Fig. 4-a Relations between specific gravity and bending strength in stem.

□ : Mutsunarabi, ■ : Shiratsugu

Fig. 4-b Relations between specific gravity and modulus of elasticity in bending in stem.

□ : Mutsunarabi, ■ : Shiratsugu

Fig. 4-c Relations between specific gravity and compressive strength in stem.

□ : Mutsunarabi, ■ : Shiratsugu

Fig. 4-d Relations between specific gravity and absorbed energy in impact bending in stem.

□ : Mutsunarabi, ■ : Shiratsugu

の樹種、断面ともに気乾比重とせん断強さの間には99%の信頼限界において非常に低い相関を示した。

板目面の割裂抵抗はいずれの樹種も従来から言われているように柾目面のそれよりも高い値を示した (Table 1)。いま、それぞれの樹種の各断面の気乾比重と割裂抵抗の関係は Fig. 6 に見られるように両樹種、両断面ともに単一の樹種では、99%の信頼限界において相関が得られなかった。

以上、見てきたように単一樹種の胸高付近だけを実験材料とすれば、気乾比重の幅が小さく、それぞれの機械的性質は団塊状態をとることが多い。ゆえに、当然のことながら、気乾比重と機械的性質の間の相関を得ることは非常に難しい。今後、同一樹種内に得られたそれぞれの機械的性質の普遍性を高めるためには、固体数はもちろん、樹幹内の採取位置 (高さ方向) も含めて供試材料を選定する必要がある。

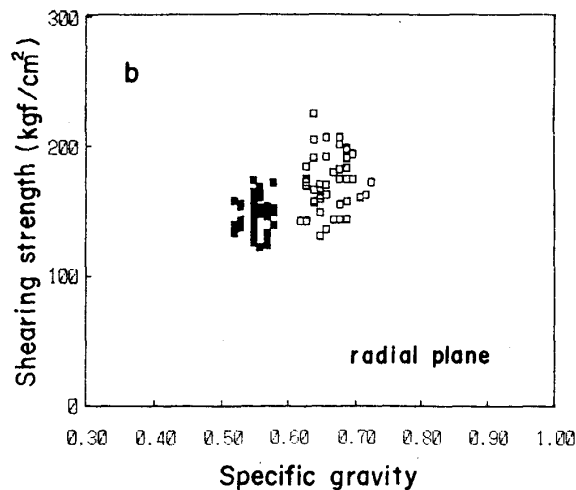
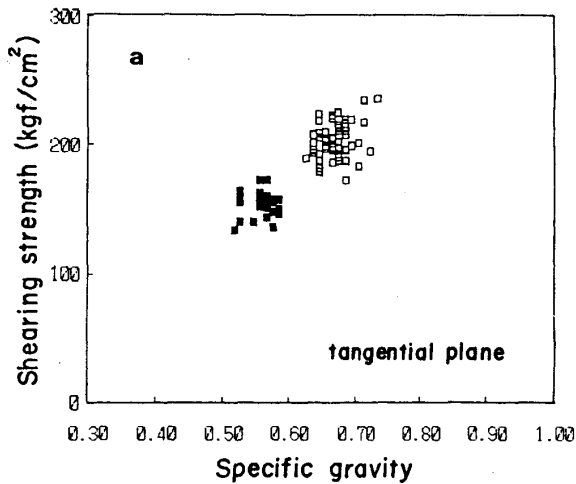


Fig. 5 Relations between specific gravity and shearing strength in the tangential and radial plane in stem.

□ : Mutsunarabi, ■ : Shiratsugu

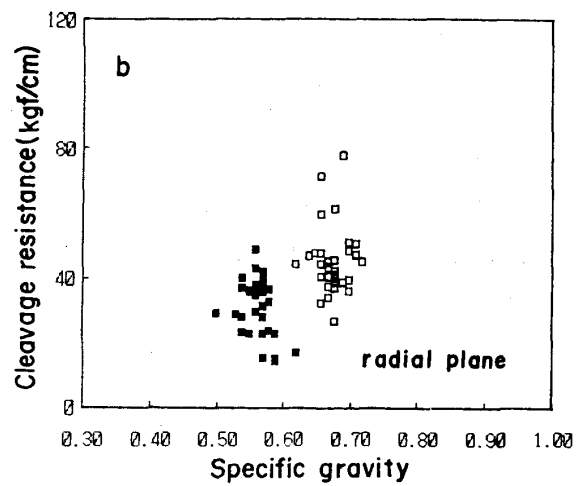
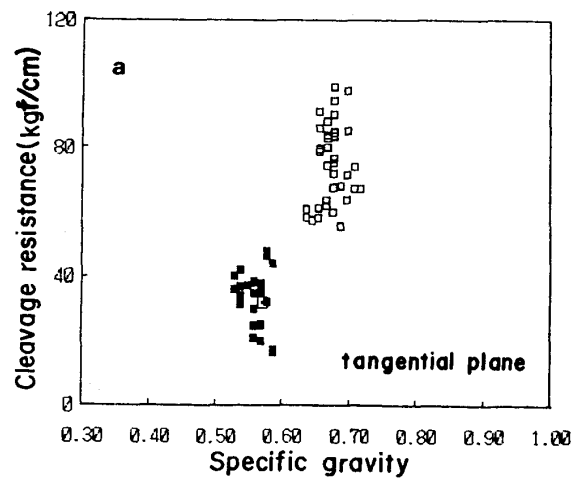


Fig. 6 Relations between specific gravity and cleavage resistance in the tangential and radial plane in the stem.

□ : Mutsunarabi, ■ : Shiratsugu

4. シラツグおよびムツナラビの用途について

前節において述べたシラツグおよびムツナラビの物理的、機械的性質の測定結果および供試材の表面状態(肌目)から見て、両樹種はわが国に生育する広葉樹の中庸の材質を持つ。すなわち、近似の気乾比重をもつ内地材のうち、前述したヤチダモ、ブナをはじめ、ミズメザクラ、カバ、シナノキ、カツラ、クスなどと同様な使用ができると思われる。試作品の紹介は別の機会に譲るが、両樹種の利用可能と考えられる用途は工芸品、器具類(仏壇の部材なども含む)、造作材を含む建築用材、化粧品単板、家具向けの集成材などがあげられる。

要 約

シラツグ(*Elaeocarpus japonica* S. et Z.) およびムツナラビ(*Ilex goshiensis* Hayata) はそれぞれ近畿地方南部以西より中国、台湾の暖帯ならびに亜熱帯にわたり、広く分布している常緑高木である。

本報告では奄美大島にある岩崎産業(株)社有林より伐採したシラツグ(樹齢49)およびムツナ

ラビ(樹齢126)の基礎材質とこれに基づいた今後に期待される有効利用について検討した。供試木はそれぞれ地上20cmのところでは採した長さ4mの元玉1本である。この丸太の元口から3mの部分は機械的性質を、それ以上の部分は組織的性質および物理的性質を求め、また製品の試作に利用した。

本報告では主に両樹種の機械的性質(曲げ破壊係数、曲げ弾性係数、衝撃曲げ吸収エネルギー、縦圧縮強さ、板目面および柃目面のせん断強さおよび割裂抵抗)を求め、あわせて、これらの値の樹幹内の横断面半径方向の変動を検討した。結果の要約はつぎの通りである。

1. シラツグの樹幹内横断面半径方向の生材含水率の変動は髓に近い部分で約64%、樹皮に向かってやや低下し、最も樹皮に近い部分で25%程度を示した。なお、樹幹内の生材含水率の平均値は61%であった。

一方、ムツナラビのそれは樹心部分(約89%)より樹皮側へ向かって曲線状に低下する。最も樹皮に近い部分の生材含水率は、約26%であった。なお、樹幹内の生材含水率の平均値は71%であった。

2. 気乾比重はシラツグでは0.50~0.65の範囲が全体の約95%、ムツナラビでは、0.60~0.70の範囲が全体の約78%を示した。気乾比重の全平均はそれぞれ0.54、0.68であった。

3. 本実験で得られた機械的性質は、シラツグと同じ程度の気乾比重を持つヤチダモ、ブナの機械的性質の約80~90%程度の値を示し、一方、ムツナラビのそれらはシオジ、ケヤキ、クリなどと同程度の値を示す。

4. シラツグおよびムツナラビの用途はこれらの蓄積量から見て工芸品および器具類(仏壇等の部材)に最適と考えられる。

謝 辞

本研究の試験材であるシラツグおよびムツナラビの採材にあたってお骨折りいただいた岩崎産業株式会社 西園靖彦木材部長および田淵秀樹木材部次長に謝意を表す。

なお、本研究の経費は昭和62年度文部省科学研究費(一般研究C)により行われた一部である。ここに記してあわせて謝意を表す。

引 用 文 献

- 1) 藤田晋輔: 南九州地域に生育する広葉樹材の現状と利用, 森林文化研究, 5, 177-188 (1988)
- 2) 林 弥生: 有用樹木図説, p.358, 376 (東京), 誠文堂新光社 (1969)
- 3) 藤田晋輔: 南九州地域に生育する広葉樹材の利用開発(III), ケヤキ樹幹内における機械的性質の変動, 鹿大農学術報告, No.37, 225-235 (1987)
- 4) 藤田晋輔・遠矢良太郎: 南九州地域に生育する広葉樹材の利用開発(VIII), イジュ材の材質特性と用途について, 鹿大農学術報告, No.38, 211-221 (1988)
- 5) 日本木材加工技術協会: 日本の木材, 日本木材加工技術協会(東京)(1966)

Summary

In this paper, investigations were carried out on to a few fundamental properties of the following hardwoods: Shiratsugu-wood (*Elaeocarpus japonica* S. et Z.), and Mutsunarabi-wood (*Ilex goshienis* Hayata) growing in Amami-Ohoshima, Kagoshima pref.

These specimens were obtained in the stems measuring from 0.2 m to 4 m in heights above the

ground, along the stem diameter, through pith from one sapwood to another. In the handlings, the following physical and mechanical properties were examined.

1. Physical properties (moisture contents in green condition and specific gravity in air-drying condition).
2. Bending-strength test (a test carried out to ascertain the bending strength and modulus of elasticity in bending).
3. Impact-bending test (a test to ascertain the absorbed energy in impact bending).
4. Compressive-test (a test to ascertain the compressive strength parallel to grain).
5. Shearing-test (a test to ascertain the shearing-strength in the tangential and radial planes).
6. Cleavage test (a test to ascertain the cleavage-resistance in the tangential and radial planes).

The experimental results obtained concerning the physical and mechanical properties are summarized in Table 1 and Figs. 1-6.

1. The moisture contents in green condition ranged from 72% to 26% (average 61%) in Shiratsugu-wood, from 111% to 21% (average 72%) in Mutsunarabi-wood.

2. The specific gravities in air dry condition in Shiratsugu-, and Mutsunarabi-woods ranged from 0.49 to 0.61 (average 0.54), from 0.60 to 0.76 (average 0.68), respectively.

3. The value of specific gravity of Shiratsugu-wood was equivalent to Yachidamo-, Shioji-, and Shinanoki-woods; Mutsunarabi-wood, to Buna-, Makanba-, Mizunara- and Keyaki-woods, respectively.