

奄美大島に生育する広葉樹材の材質特性と用途 (3)

キルキ, イノスギおよびオキナワウラジロガシ材について

藤田 晋 輔

(森林利用学研究室)

平成元年 8月10日 受理

Some Mechanical Properties and Utilization in Kiruki-, Inosugi-and Okinawa-urajirogashi-Wood

Shinsuke FUJITA

(Laboratory of Wood Utilization)

緒 言

南九州地域の森林資源の有効利用をめざすには、地場の有用あるいは用途未知の小径、低質の広葉樹材の高度な利用技術の開発が必要となる。これまで、この地域の広葉樹材は加工用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¹⁾、したがって、この地域に生育する広葉樹材の高度利用に対する姿勢は弱かったため、これに関する調査不足はいなめない。

このようなことから、本研究はこの地域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標としている。

本報では前報²⁾に続いて、奄美大島に生育している3樹種(キルキ, イノスギおよびオキナワウラジロガシ)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

実験に供したキルキ (*Idesia polycarpa* Maxim.) イ

ノスギ (*Actinodaphne logifolia* (Blume) Nakai) およびオキナワウラジロガシ (*Quercus salicia* Blume) は鹿児島県大島郡住用村および大和村に位置するI産業(株)社有林から採取した。

キルキは和名「イイギリ」³⁾で、通常樹高10~15m, 胸高直径40~50cm, 大きいもので樹高20m, 胸高直径70cmに達する落葉高木である。奄美大島に生育する広葉樹林の中で点在する。木材は散孔材で、辺材と心材はほぼ同色、帯淡黄白色~白色を呈する。木理は比較的通直で、肌目は軽軟で緻密である。なお、本実験の供試材の胸高位置における年輪数は139, 直径36cm, 心材率は69%を示した。

イノスギは和名「バリバリノキ」³⁾で、樹高は5~10m, 胸高直径30~40cmに達する常緑高木である。木材は散孔材で、辺材と心材は同色、帯淡黄色を呈する。この材はやや堅硬であるが、割裂は比較的容易である。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125, 直径30cm, 心材率は73%である。奄美大島に生育する広葉樹林の中で点在する。

オキナワウラジロガシは和名「ウラジロガシ」³⁾で、樹幹は通直で、枝葉は良く繁り、樹高は15~20m, 胸高直径60~70cmに達し、大きいものは、樹高20m, 胸高直径2mに達する常緑高木である。木材は放射孔材で、辺材と心材は同色、灰白色を呈する。この材は堅硬、緻密で、粘靱があり弾力性に富む。割裂はやや困難である。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148, 直径30cm, 心材率

(2)は鹿大農演報, 第18号, 印刷中 (1990)

本報告を「南九州地域に生育する広葉樹材の利用開発 (第X報)」とする。

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

は73%である。奄美大島に生育する広葉樹の約3% (毎木調査にもとづく材積比) を占める。

2. 実験方法

本実験に供したキルキ、イノスギおよびオキナワウラジログシの丸太は、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。供試材の製材、試験片の作製、調湿および実験方法は既報^{4,5)}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) を使用、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とおりである。

- ① 物理的性質：生材含水率および気乾比重
- ② 機械的性質：
 - ・ 曲げ破壊係数、曲げ弾性係数：(JIS・Z 2113-1977)
 - ・ 衝撃曲げ吸収エネルギー：(JIS・Z 2116-1977)
 - ・ 縦圧縮強さ：(JIS・Z 2111-1977)
 - ・ 板目面および柾目面のせん断強さ：(JIS・Z 2114-1977)
 - ・ 板目面および柾目面の割裂抵抗：(JIS・Z 2115-1977)

結果と考察

1. キルキ、イノスギおよびオキナワウラジログシの物理的性質の横断面半径方向の分布について

第1図は生材含水率 (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、キルキの生材含水率は樹心部より心材の約1/2付近までは変化しないが、それ以降、樹皮側に向かって曲線状に低下している。他方、イノスギおよびオキナワウラジログシのそれは樹心部分より樹皮側へ向かって直線状に低下する。キルキ、イノスギおよびオキナワウラジログシの生材含水率の平均値は、それぞれ91% (最大値126%, 最小値29%), 66% (最大値113%, 最小値23%) および63% (最大値96%, 最小値27%) を示した。

気乾比重の横断面半径方向の分布は、第2図に見られるように、キルキの気乾比重の変動は樹心部分 (髓付近) でやや低い値を示すが、その後樹皮へ向けてわずかな凸状を呈しながら減少傾向の変動を示

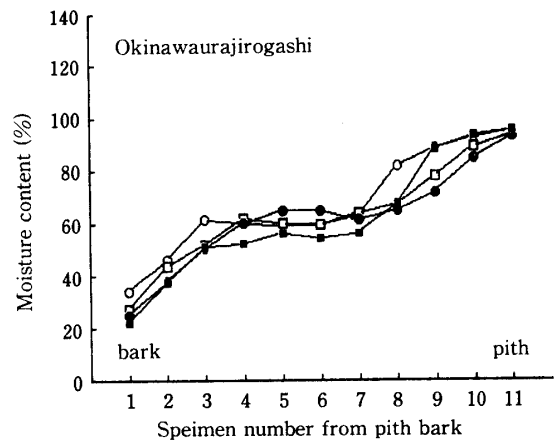
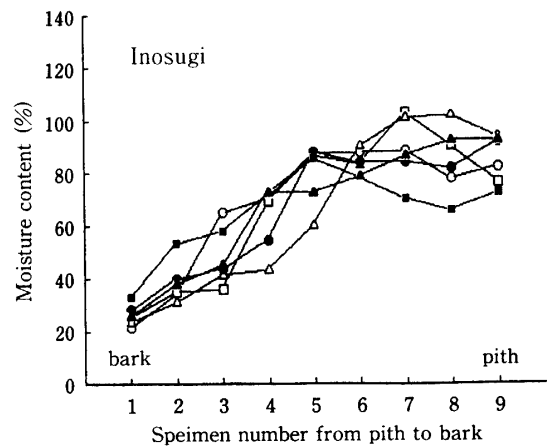
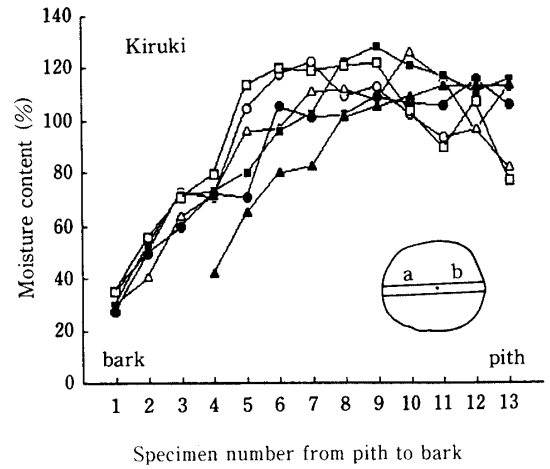


Fig. 1. Variation of moisture content in green condition along the stem-radius from pith to bark. side (a): ○, □, △; side (b): ●, ■, ▲

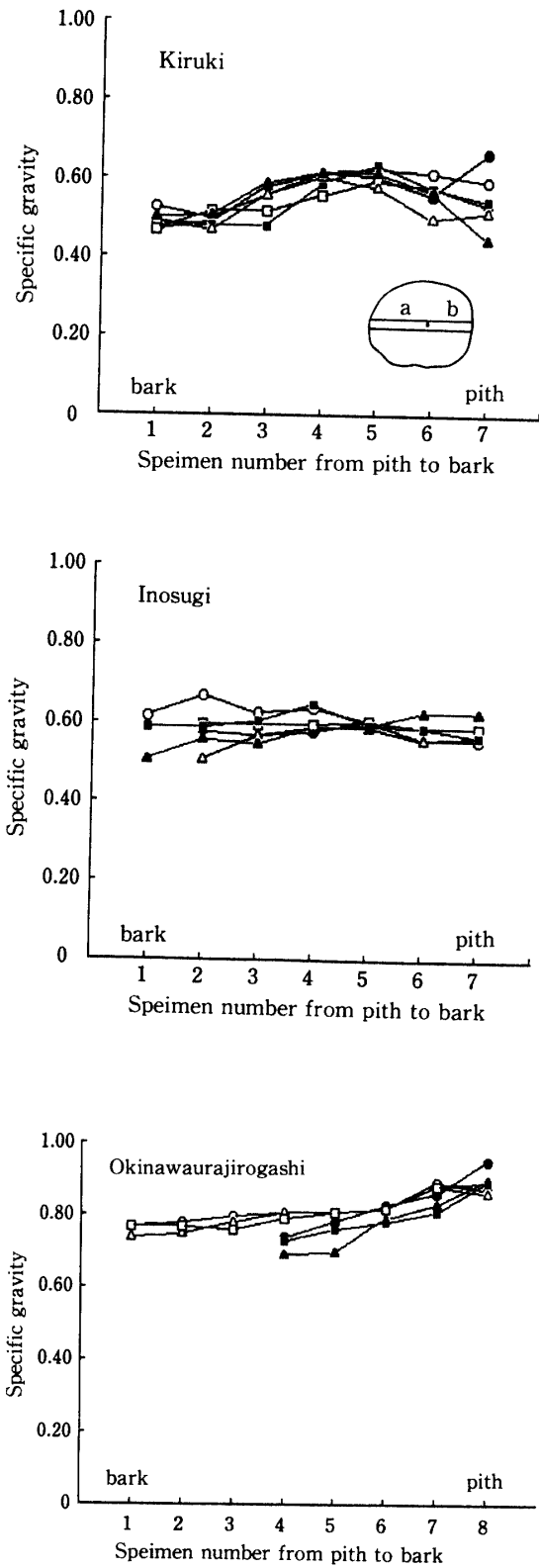


Fig. 2. Variation of specific gravity in air dry condition along the stem-radius from pith to bark. side (a): ○, □, △; side (b): ●, ■, ▲

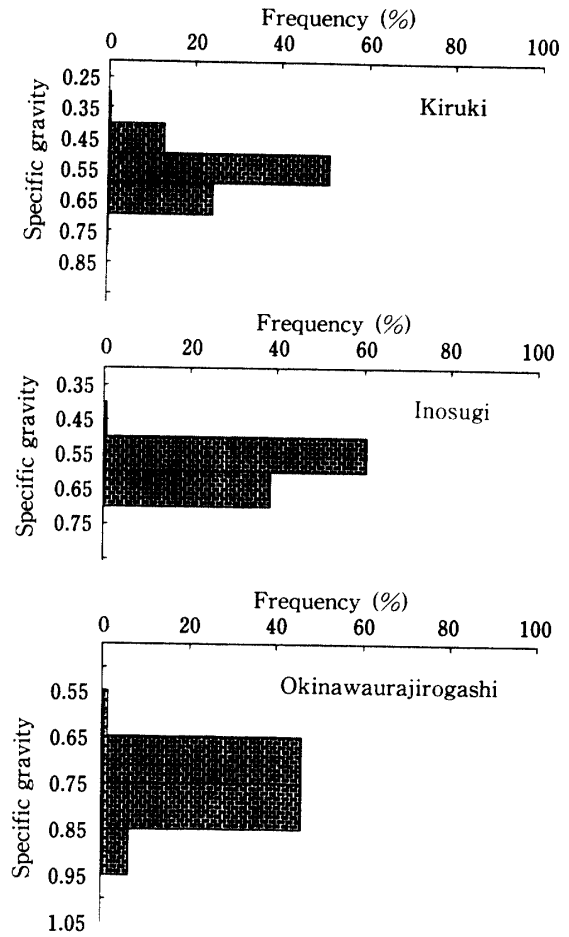


Fig. 3. Frequency of specific gravity of all the test-specimens. (a) Kiruki, (b) Inosugi, (c) Okinawaurajirogashi

すが、イノスギは樹心付近から樹皮に向かって安定している。他方、オキナワウラジログシは樹心付近で最も高く、樹皮側へ向かって直線状に減少する変動を示した。なお、図中の○、□、△および●、■、▲印は、それぞれ横断面の (a) および (b) 側の分布を示している。

第3図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頻度分布を示した。この図より明らかなようにキルキの比重は、0.50~0.60が全体の約52%を、イノスギのそれは0.50~0.60が全体の約61%を、オキナワウラジログシのそれは、0.70~0.90が全体の92%を占めた。それぞれの樹種の気乾比重の全平均値はそれぞれ0.55、0.59および0.81であった。この3種類の比重の平均値を

本土地域の広葉樹⁶⁾と比較すれば、キルキはシオジ・ヤチダモ・シナノキなど、イノスギはクリ・シイノキなど、オキナワウラジログASHはシラカシ・イスノキなどに近似している。

2. キルキ, イノスギおよびオキナワウラジログASHの機械的性質の樹幹内半径方向の変動について

キルキおよびオキナワウラジログASHの曲げ破壊係数, 曲げ弾性係数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, 樹心部より樹皮への

横断面半径方向全体を通して変化が少ない。しかし, イノスギのそれらは樹心部で高く, 樹皮側へ移るにしたがって曲線的に低下する傾向を示す。

一方, キルキおよびイノスギの衝撃曲げ吸収エネルギーは樹心部から樹皮まで横断面半径方向全体を通じて変化がない。オキナワウラジログASHのそれは樹心部で低いが, 樹心部より辺材と心材の境界付近まで上向きを示し, その後この付近から樹皮側に向かって曲線的に下降する傾向を示している。また,

Table 1. Variation of mechanical properties

Species	Item		Mechanical properties					ARW (Ave.)	Number of specimen
			Ave.	Max.	Min.	S. D.	C. V.(%)		
Kiruki	Bending strength (kgf/cm ²)		783	897	540	89	12	0.38	43
	Modulus of elasticity in bending (× 10 ³ kg/cm ²)		77	96	54	9	12	0.38	43
	Absorbed energy in impact bending (kg · m/cm ²)		0.63	0.89	0.40	0.06	10	0.42	46
	Compressive strength (kgf/cm ²)		712	89	474	54	8	0.38	124
	Shearing strength	tangential plane (kgf/cm ²)	149	190	109	20	14	0.41	54
		radial plane (kgf/cm ²)	137	212	108	22	16	0.41	54
	Cleavage resistance	tangential plane (kgf/cm)	45	90	21	15	33	0.42	38
radial plane (kgf/cm)		35	79	18	12	35	0.42	38	
Inosugi	Bending strength (kgf/cm ²)		1042	1259	768	120	12	0.29	39
	Modulus of elasticity in bending (× 10 ³ kg/cm ²)		104	121	75	14	12	0.29	39
	Absorbed energy in impact bending (kg · m/cm ²)		0.81	1.15	0.38	0.13	10	0.24	39
	Compressive strength (kgf/cm ²)		980	1246	787	107	11	0.25	65
	Shearing strength	tangential plane (kgf/cm ²)	172	230	121	14	8	0.41	39
		radial plane (kgf/cm ²)	159	181	125	14	9	0.41	39
	Cleavage resistance	tangential plane (kg/cm)	42	72	18	12	29	0.23	37
radial plane (kgf/cm)		39	79	18	10	26	0.23	37	
Okinawa-urajiro-gashi	Bending strength (kgf/cm ²)		931	1343	574	180	19	0.34	41
	Modulus of elasticity in bending (× 10 ³ kg/cm ²)		99	131	60	17	18	0.34	41
	Absorbed energy in impact bending (kg · m/cm ²)		1.60	2.3	0.78	0.44	28	0.26	43
	Compressive strength (kgf/cm ²)		222	261	184	141	64	0.29	78
	Shearing strength	tangential plane (kgf/cm ²)	69	109	32	20	29	0.39	56
		radial plane (kgf/cm ²)	65	94	35	19	29	0.39	56
	Cleavage resistance	tangential plane (kgf/cm)	45	90	21	20	44	0.27	28
radial plane (kgf/cm)		35	79	18	14	40	0.27	28	

縦圧縮強さは供試した3樹種ともに樹心部付近で高く、樹皮側へ向かって曲線的に低下する傾向を示す。

キルキのせん断強さは板目面および柾目面ともに樹心部付近で低く、樹皮側へ向けて上昇した後ほとんど変化しない。板目面の割裂抵抗の横断面半径方向の変動は、3供試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、ともに横断面半径方向にわたってほとんど変化しない。他方、柾目面のそれらは3樹種ともに樹心部付近でわずかに低いが、樹皮側に向かって増大したあと安定する。

3. キルキ、イノスギおよびオキナワウラジロガシの気乾比重と機械的諸性質の関係について

第1表はそれぞれの供試樹種の機械的性質の平均値、最大値、最小値、標準偏差、変動係数、平均年輪幅および試験に供した試験片個数を示した。以下、結果について述べる。それぞれの供試樹種の比重と近似のそれを示す内地産広葉樹の機械的性質⁶⁾と比較する。キルキの材質のうち、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、イノスギの圧縮強さおよびせん断強さはシイノキのそれより高い値を、その他の性質はシイノキの約90%程度の値を示している。オキナワウラジロガシは日本本土のシラカシとほぼ類似の値を示している。

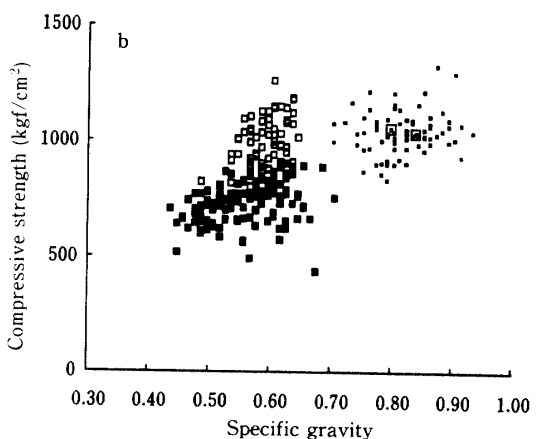
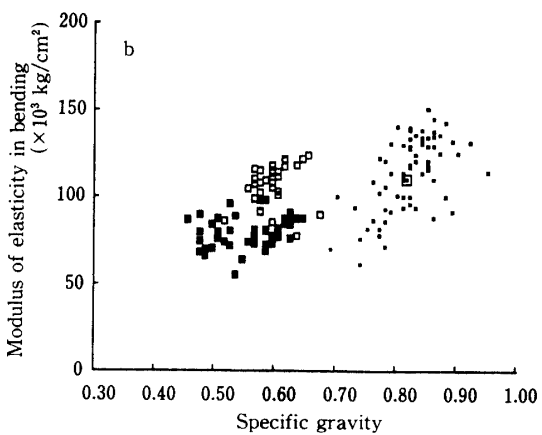
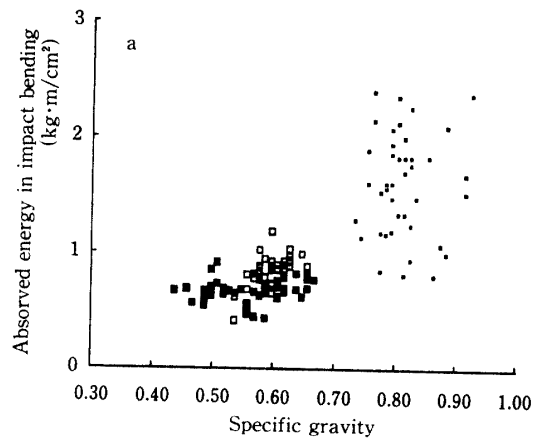
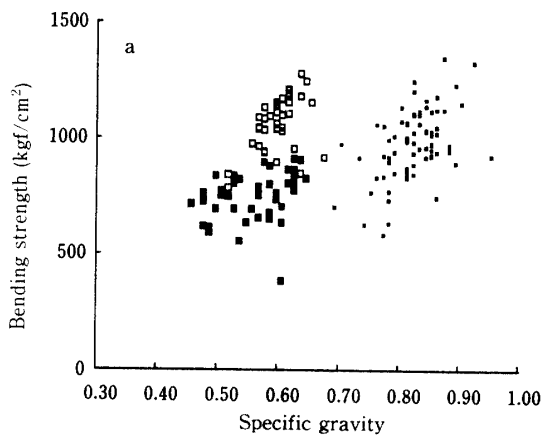


Fig. 4-a. Relation between specific gravity and bending strength in stem.
□: Kiruki, ■: Inosugi, ■: Okinawaurajiro-gashi

Fig. 4-b. Relation between specific gravity and modulus of elasticity in bending in stem.
□: Kiruki, ■: Inosugi, ■: Okinawaurajiro-gashi

Fig. 5-a. Relation between specific gravity and absorbed energy in impact bending in stem.
□: Kiruki, ■: Inosugi, ■: Okinawaurajiro-gashi

Fig. 5-b. Relation between specific gravity and compressive strength in stem.
□: Kiruki, ■: Inosugi, ■: Okinawaurajiro-gashi

このように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⁾を挙げれば、キルキはヤチダモの他、シオジ、シナノキなど、イノスギはカツラ、クスノキの他、マカンバ、ミズナラ、ケヤキ、クリなどに対応する樹種と思われる。オキナワウラジロガシは日本本土のウラジロガシと同様な取扱いをしても良いと思われる。

今、供試3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第4-a, b図に示した。これらの図に見られるように、3供試樹種ともにこれまで報告した6樹種（イタジイ、アベマキ、ケヤキ、イジュ、シラツグおよびムツナラビ）と同様、気乾比重の増大にしたがって増大する傾向を示すが、単一樹種ごとの相関係数は低い。

第5-a図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いずれの樹種でも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。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第5-b図に示した。この図から明らかなように縦圧縮強さは3樹種ともに気乾比重の増大にしたがって増大する傾向を見るが、特にオキナワウラジロガシにおいては団塊状を示した。

一方、板目面および柾目面のそれぞれのせん断強さの平均値は、第1表に明らかなように、従来から報告されている結果^{3,4)}と同様で、板目面のせん断強さの平均値は柾目面のそれよりも高い値を示した。また、第6図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。

板目面の割裂抵抗の平均値は、第1表に見られるように、いずれの樹種も柾目面のそれより高い値を示した。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第7図に見られるように3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。

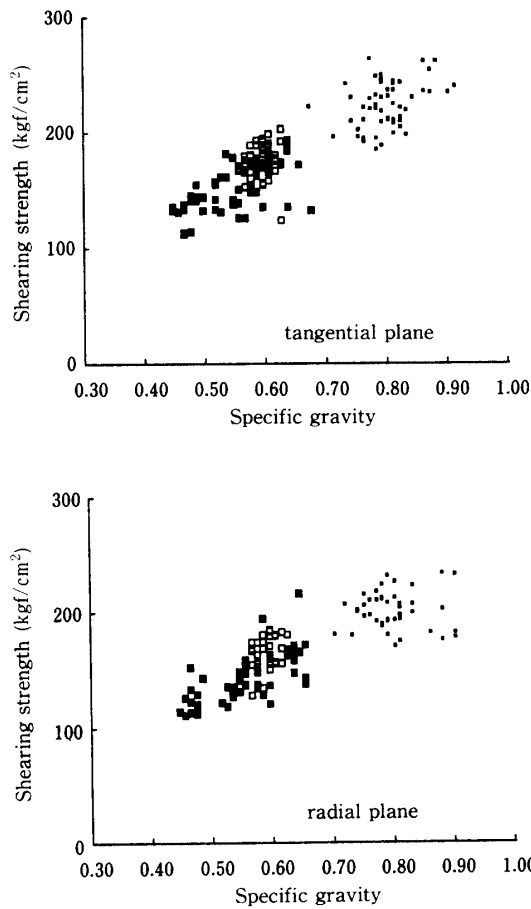


Fig. 6. Relation between specific gravity and shearing strength in stem.
□: Kiruki, ■: Inosugi, ●: Okinawaurajirogashi

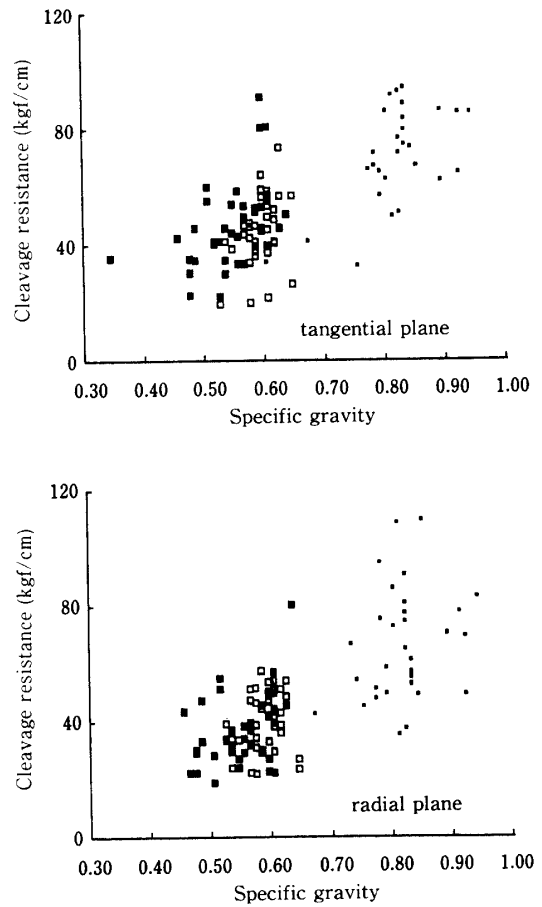


Fig. 7. Relation between specific gravity and cleavage resistance in stem.
□: Kiruki, ■: Inosugi, ●: Okinawaurajirogashi

4. キルキ, イノスギおよびオキナワウラジロガシの用途について

前節において述べたキルキ, イノスギの物理的, 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軽軟の材質に, オキナワウラジロガシは硬堅な材質に位置する. すなわち, キルキおよびイノスギは, 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, クスなどと同様な用途が, オキナワウラジロガシはシラカシヤアカガシ, イチイガシ等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, キルキおよびイノスギ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) などの小物用木工品に, オキナワウラジロガシは, 工芸品をはじめ, 工具等の柄, また建築構造用材, 家具向けの集成材などがあげられる.

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. ここに記して謝意を表する.

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) 藤田晋輔: 奄美大島に生育する広葉樹材の材質特性と用途 (2), 鹿大農演報, 第18号, 印刷中 (1990)
- 3) 林 弥生: 有用樹木図説, p. 358, 376, 誠文堂新光社, (東京) (1969)
- 4) 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)
- 5) 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)
- 6) 日本木材加工技術協会編: 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: Kiruki-wood (*Idesia polycarpa* Maxim.), Inosugi-wood (*Actiondapnne logiforia* (Blume) Nakai) and Okinawaurajirogashi-wood (*Quercus salicia* Blume) grown in Amamiooshima, 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 sapwood to another. In the handlings, the following physical and mechanical properties were examined.

1. Physical properties (moisture content 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 about the physical and mechanical properties are summerized in Table 1 and Figs. 1-7.

1. A moisture content in green condition ranged from 113% to 23% (average 66%) in kiruki-wood, from 126% to 29% (average 91%) in Inosugi-wood, and from 113% to 23% (average 66%) in Okinawaurajirogashi-wood.

2. A specific gravity in air condition in Kiruki-, Inosugi and Okinawaurajirogashi-wood ranged from 0.34 to 0.74 (average 0.55), from 0.51 to 0.67 (average 0.59) and from 0.60 to 0.95 (average 0.81), respectively.

3. A value of specific gravity of Kiruki-wood was equivalent to Yachidamo-, Shinanoki-, and Shioji-wood; Inosugi-wood, to Kusu-, Kuri-, and Kuwa-wood; Okinawaurajirogashi-wood, to Shirakashi-, and Isunoki-wood, respectively.