

南九州地域に生育する広葉樹材の利用開発

IV. イタジイ材の樹幹内における材質変動(2)

藤田 晋 輔

(森林利用学研究室)

昭和59年8月10日 受理

Available Utilization on Hardwoods growing in Southern Kyushu

IV. Some Variations of Specific Gravity and Mechanical Properties in the Stem of Itajii-Wood (*Castanopsis sieboldii* HATSUSHIMA) (2)

Shinsuke FUJITA

(Laboratory of Wood Utilization)

緒 言

九州には常緑広葉樹林が多く, その代表といえるカシ類の蓄積量は全国の86%を占め, また中でも鹿児島, 宮崎両県の国有林におけるカシ類の蓄積量は九州全体の常緑広葉樹林の73%にも達している¹⁾. 木材利用の立場からみれば, 広葉樹材は特殊なすぐれた材質を持っている樹種が多く, 利用の仕方によっては家具をはじめ, 構造材, 造作材(建具), 器具などの用材として有用であろう. ゆえに, 加工に対して十分な配慮を払えば, 材価の高い有用樹材としての取り引きも可能で, 今後その需要は多いと考える.

このように南九州に生育する有用広葉樹は蓄積量, 樹種ともに多い. しかしながら, 有用広葉樹材の基礎的な材質に関するデータは非常に少ない. この理由から前報²⁾の組織および物理的性質につづいて本報ではイタジイ(スダジイ)の樹幹内の機械的性質の横断面内半径方向および垂直(樹軸)方向の変動(分布)と心, 辺材の機械的性質について検討した.

材 料 と 方 法

機械的性質を得るための実験材料は前報²⁾で使ったイタジイ〔スダジイ(*Castanopsis sieboldii* Hatsushima)〕3個体で, 樹幹解析および繊維長の測定に供した円板間の間材である. これらの間材の髓心を通る厚さ3cmのまさ目板を製材後, 約4カ月屋外に放置, 天然乾燥を行った. その後, つづいてあら木取り供試験体を約2カ月屋内の通風のよい場所に保存したあと, 以下に示すそれぞれの試験項目にしたがって

JIS規格に準拠した試験体を作製した. その後試験体は含水率が15%程度になるよう調湿したのち実験に供した. 供試片個数は以下に示す実験項目により異なるが, おおよそ50~100個である. なお, 使用した試験機はオートグラフDSS-5000(島津製作所)で, 使用したロードセルは5,000kg, 500kgである. 実験は次の4項目について行った. それぞれの試験項目の試験片の形状寸法, 測定方法はすべて日本工業規格(JIS)に準拠した.

1. 曲げ試験(JIS Z 2113-1977): 曲げ強さ, 曲げ弾性係数
2. 圧縮試験(JIS Z 2111-1977): 縦圧縮強さ
3. 衝撃曲げ試験(JIS Z 2116-1977): 衝撃曲げ吸収エネルギー
4. せん断試験(JIS Z 2114-1977): まさ目および板目面のせん断強さ

また, あわせて行った心, 辺材の機械的性質に対する供試片はそれぞれの供試個体の髓を通るまさ目板以外の心, 辺材部分より曲げ試験, 衝撃曲げ試験および縦圧縮試験に供するため, 各地上高別に採取し, 試験片を作製し, それぞれの実験を行った.

結 果 と 考 察

これまでの国内外産針広葉樹材を問わず, 木材の機械的性質は比重に依存することが明らかにされている³⁾. したがって, これまでの多くの報告と比較検討するうえから, 本報でも比重と機械的性質の関係, すなわち, 樹心(髓)から樹皮へ向って半径方向に採取した試験片に得られた比重と機械的性質の関係を明らかにした. Table 1は全試験項目に得た機械的性質の平均値, 各供試個体別の機械的性質の平均値および全供試片の機械的性質の平均値を各地上高別にまとめ

前報: 鹿大農演報第13号(印刷中)(1985)

* 本報告の一部は第32回日本木材学会大会(1982.

4: 九州大学)において発表した.

Table 1. Variation of specific gravity and other mechanical properties

Item Specimen	Specific Gravity (g/cm ³)	Static Bending		Compressive Strength (kg/cm ²)	Absorbed Energy of Imp. bending (kg · m/cm ²)	Shearing Strength (kg/cm ²)		Annual ring Width (cm)	Moisture Content (%)	
		Bending Strength (kg/cm ²)	Modulus of Elasticity (×10 ³ kg/cm ²)			Tengential	Radial			
						Face	Face			
Ave. of All the Specimen	0.69	992	108	527	0.90	139	126	0.41	15.4	
Tree Number	1	0.71	1018	106	481	0.95	143	129	0.42	15.1
	2	0.71	1038	113	551	0.92	142	128	0.36	15.0
	3	0.67	934	103	542	0.86	134	121	0.45	15.7
Height above ground (m)	0.2—2.0	0.70	977	110	529	0.95	125	128	0.44	15.8
	2.0—4.0	0.70	1042	112	519	0.92	143	118	0.38	15.4
	4.0—6.0	0.68	1005	105	519	0.84	135	129	0.37	15.3
	6.0—8.0	0.71	1007	107	522	0.78	148	124	0.39	14.8
	8.0—10.0	0.69	889	99	567	0.98	160	132	0.47	14.8

た. Fig. 1~5 は樹幹内半径方向の比重, 平均年輪幅, 諸機械的性質の変動を图示した. また, 全試験片の比重と機械的性質の関係を各地上高ごとにプロットしたのが Fig. 6~11, 心, 辺材別に得た比重と機械的性質の関係は Fig. 12~16 である.

1. イタジイの機械的性質

南九州産イタジイの機械的性質に関するデータはこれまで報告されていない. したがって, 本実験で得られたイタジイの比重, 平均年輪幅および諸機械的性質を同樹種のそれらと比較検討できない. 本実験で得た全供試片のそれぞれの実験結果について若干検討する. 全供試材の比重の最大値は 0.90, 最小値は 0.52, 平均 0.69 の値を示した. それぞれの機械的性質について述べる. 曲げ試験の結果のうち, 曲げ強さは最大値 1301.3 kg/cm², 最小値 534.18 kg/cm², 平均値 992.82 kg/cm² を示した. 一方, 曲げ弾性係数は最大値 189.99 × 10³ kg/cm², 最小値 79.35 × 10³ kg/cm², 平均値 108.14 × 10³ kg/cm² を示した. これらの平均値と同程度の比重をもつミズナラ, ブナの平均値⁴⁾ を比較すると, 曲げ強さはそれぞれ 1,000 kg/cm² が得られ, イタジイの曲げ強さの平均値はミズナラ, ブナのそれとほとんど変わらないといってもよい. 一方, 曲げヤング係数の平均値はミズナラ, ブナのその平均値⁴⁾ (それぞれ 100 × 10³ kg/cm², 120 × 10³ kg/cm²) と比較すると, ミズナラより大きくブナより低い値を示した. つぎに縦圧縮強さをみる. 縦圧縮強さの最大値は 655.6 kg/cm², 最小値 347.80 kg/cm², 平均値は 527.0 kg/cm² を得た.

この平均値はミズナラ, ブナの平均値⁴⁾ (いずれも 450 kg/cm²) より約 17% 高い値を示した. 衝撃曲げ吸収エネルギーの最大値は 1.59 kg·m/cm², 最小値 0.403 kg·m/cm², 平均値は 0.904 kg·m/cm² を得た. これとミズナラ, ブナの平均値⁴⁾ (それぞれ 1.20 kg·m/cm², 0.90 kg·m/cm²) を比較すると, ミズナラより小さく, ブナとほとんど同程度の値を示した. せん断強さの最大値は接線面で 172.7 kg/cm², 半径面で 173.3 kg/cm², 最小値は接線面で 72.4 kg/cm², 半径面で 67.1 kg/cm² を, 平均値は接線面で 139.6 kg/cm², 半径面で 125.6 kg/cm² を示した. これらの値をみるかぎり, せん断強さのせん断面の差はわずかであるが存在すると思われる. いま, イタジイのせん断強さの平均値 (接線面: 139.63 kg/cm², 半径面: 125.6 kg/cm²) はミズナラ (130 kg/cm²)⁴⁾ とほぼ同程度, ブナ (110 kg/cm²) より低い値を示した.

つづいて, 機械的性質の個体差による影響をみると, 供試木 3 個体のうち, 供試木 No. 3 のそれぞれの値は一部を除いて供試材中で最も小さい機械的性質を得た. しかし, これらの値をミズナラ, ブナの最小値⁴⁾ と比較するといずれの機械的性質でもかなり大きい.

さらに供試木の地上高別に得た機械的性質をみる. まず地上高と比重の関係をみると, 比重の平均値は地上高 0.2~10.0 m の間で 0.68~0.71 を示し, 樹幹基部 (0.2 m) より梢頭部への比重の変動はほとんどみられない. 曲げ強さの平均値は地上高 2.0~4.0 m でやや高い値を, 梢頭に近い部分 (8.0~10.0 m) でやや

低い値を示した。曲げ弾性係数も同様な傾向を示した。縦圧縮強さは地上高 2.0~6.0 m で低く、0.2~2.0 m で 529 kg/cm² と続き、梢頭部に近い地上高 8.0~10.0 m で 567 kg/cm² と高い値を示した。衝撃曲げ吸収エネルギーの平均値と地上高の関係をみると、梢頭部に近い 8.0~10.0 m でやや高い値 0.98 kg·m/cm² を、地上高 4.0~6.0 m で 0.84 kg·m/cm² と最も低い値を示した。せん断強さの平均値と地上高の関係は、接線面、半径面ともに梢頭部においてそれぞれ 160, 132 kg/cm² と大きい値を示し、最も低い値は接線面で地上高 0.2~2.0 m で 125 kg/cm²、半径面で地上高 2.0~4.0 m で 118 kg/cm² を示した。一方、年輪幅の地上高との関係は地上高 4.0~6.0 m で平均年輪幅 0.37 cm と最も低く、梢頭部に近い部分 8.0~10.0 m において 0.47 cm と高い値を示した。しかしながら、最大値と最小値の差は 0.1 cm であり、大きな変動はみられない。

2. イタジイの機械的性質の樹幹内変動

Fig. 1~5 はイタジイの機械的性質の水平方向の樹

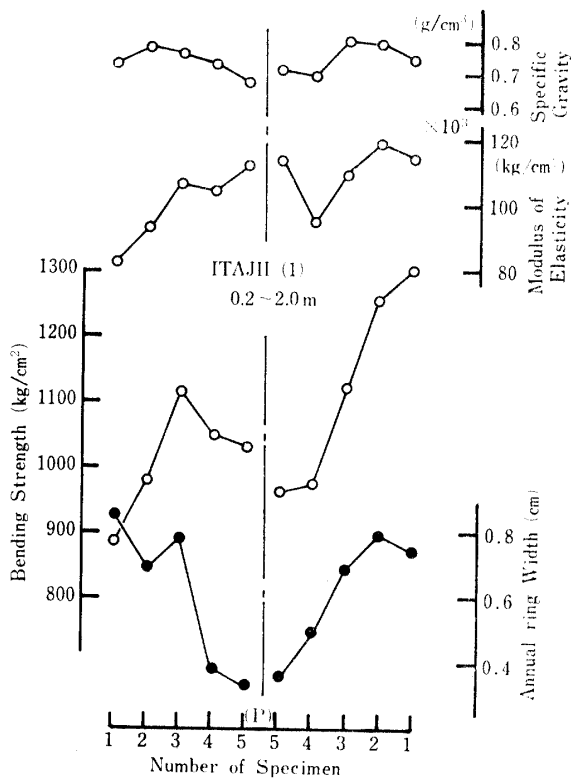


Fig. 1. Variation of specific gravity, bending strength, modulus of elasticity and annual ring-width along the stem-diameter from one sapwood to another through pith. P: Pith

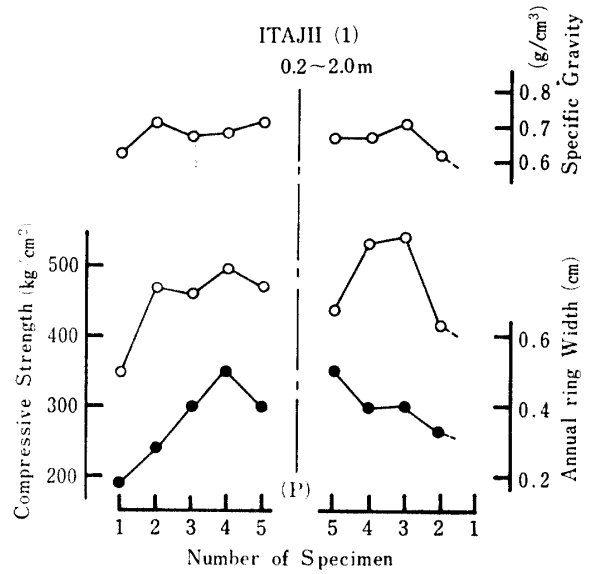


Fig. 2. Variation of specific gravity, compressive strength and annual ring-width along the stem-diameter from one sapwood to another through pith. P: Pith

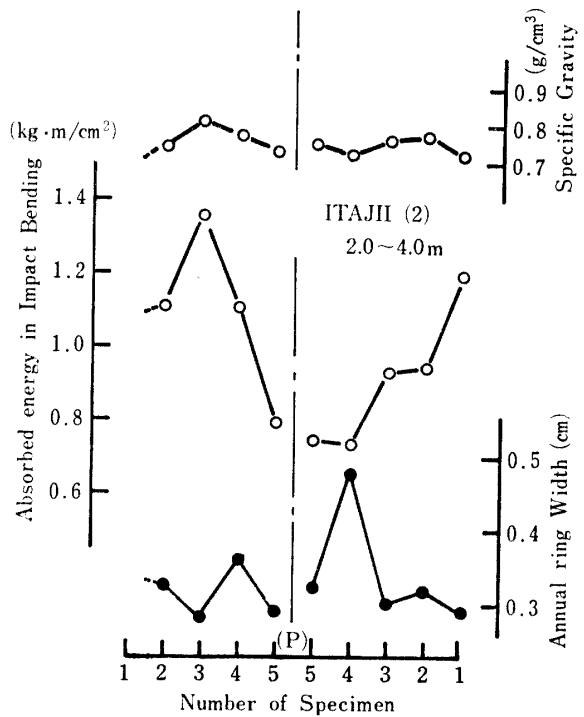


Fig. 3. Variation of specific gravity, absorbed energy in impact-bending and annual ring-width along the stem-diameter from one sapwood to another through pith. P: Pith

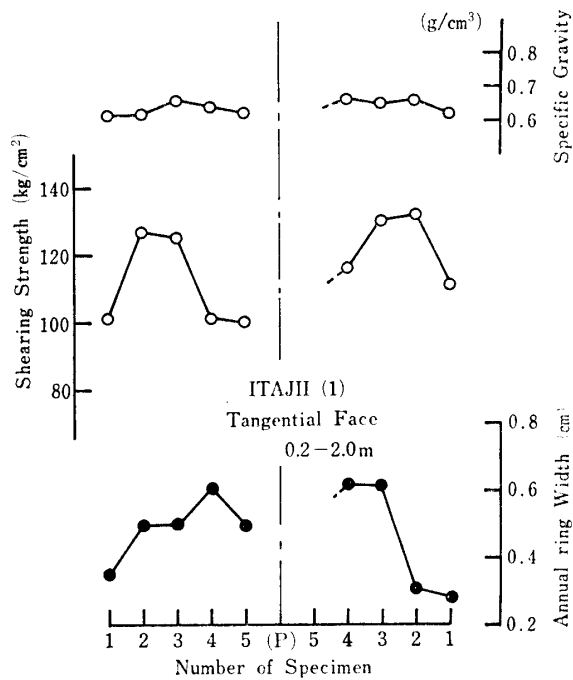


Fig. 4. Variation of specific gravity, shearing strength in tangential face and annual ring-width along the stem-diameter from one sapwood to another through pith.
P: Pith

幹内変動の1例として、供試木 No.1 の地上高 0.2~2.0 m について得たプロットを示した。すなわち、Fig. 1 は曲げ試験に得た比重、曲げ強さ、曲げ弾性係数および平均年輪幅の樹幹内半径方向の変動を示した。いま、それぞれの性質の分布を検討した。その結果、比重は樹心部から外方へ向っての変動は小さく、ほぼ安定している。一方、曲げ強さ、曲げ弾性係数はともに髓付近で低く、樹皮側へ向って上昇するか、下降する。このように曲げ強さと曲げ弾性係数の変動は比較的良く一致しているが、かならずしも髓を中心にして左右対称の変動をとらない³⁾。年輪幅の樹幹内半径方向の変動は髓付近で最小値をとり、樹皮側へ向ってやや増大するが、心材から辺材への移行部分より樹皮側にいたり減少する。

つづいて、Fig. 2 は縦圧縮試験に得られた比重、縦圧縮強さおよび年輪幅の樹幹内半径方向の変動を示した。比重の樹幹内半径方向の変動は前述したように小さく、ほぼ安定している。Fig. 3 は衝撃曲げ試験により得た比重、年輪幅および衝撃曲げ吸収エネルギーの樹幹内の半径方向の変動を示した。比重は髓より樹皮側へ向ってほぼ安定していることがわかる。一方、衝撃曲げ吸収エネルギーは髓付近で低く樹皮側へ向う

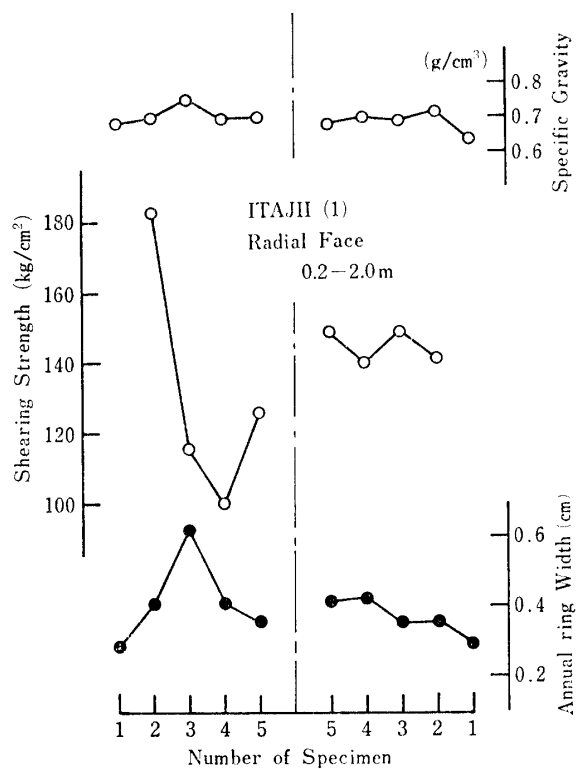


Fig. 5. Variation of specific gravity, shearing strength in radial face and annual ring-width along the stem-diameter from one sapwood to another through pith.
P: Pith

にしたがって増大したのち、樹皮に近い試験片で急に低下したが、この試験片は目切れが原因したものと思われる。

Fig. 4, 5 は板目面およびまさ目面のせん断試験により得た比重、せん断強さおよび年輪幅の樹幹内半径方向の変動を示した。比重はいずれの断面でも安定しているが、せん断強さは板目面では髓(樹心)付近で低く、外方へ向って増大、最外側(樹皮側)の試験片でふたたび低下した。まさ目面のせん断強さは髓(樹心)付近で高い値を示し、片側はやや下向き傾向を示しながらも、安定している。反対側のせん断強さの変動をみると、低下後ふたたび増大した。これはこの試験片に節が存在したことに原因している。平均年輪幅の変動をみると、それは髓(樹心)付近で広く、外側(樹皮側)へ向って減少している。

これまで述べたように比重、平均年輪幅および諸機械的性質の樹幹横断面半径方向の変動は試験片の採取位置によりパターンを異にし、一定の傾向を示すことができない。しかし、既報⁶⁾の4つのパターンのいずれかに分類できる。

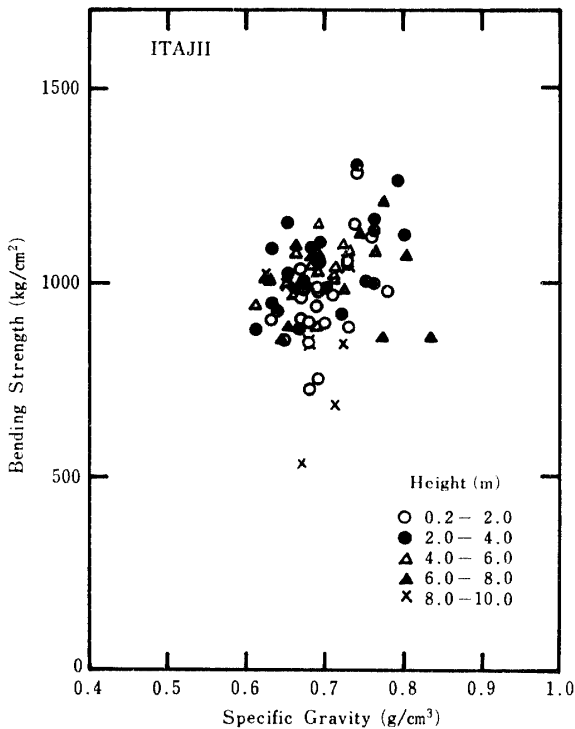


Fig. 6. Relation between specific gravity and bending strength at each height above the ground.

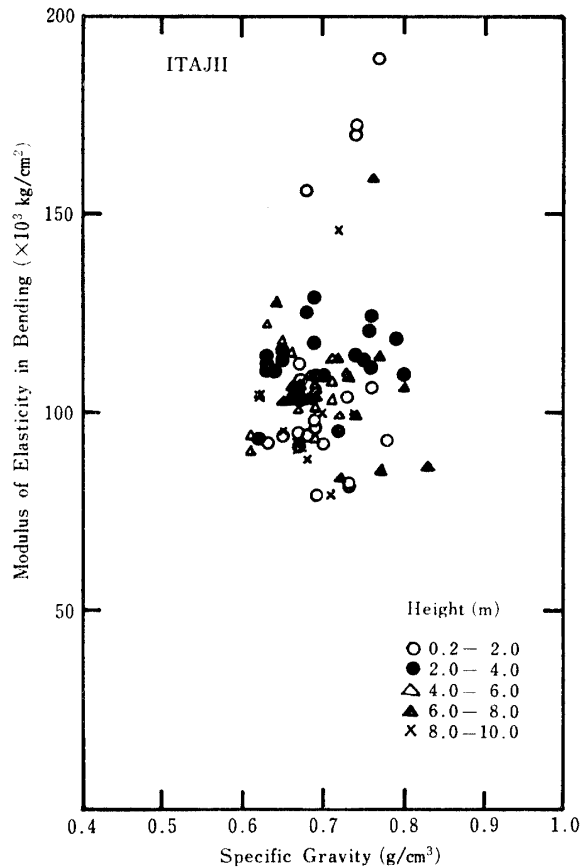


Fig. 7. Relation between specific gravity and modulus of elasticity in bending in stem at each height above the ground.

3. イタジイの比重と機械的性質

Fig. 6～11 は比重と機械的性質の関係を示した。

Fig. 6, 7 は曲げ試験により得られた比重と曲げ強さならびに曲げ弾性係数の関係を示した。図にみられるように比重と曲げ強さの間には正の相関 ($r=0.34$) がある。地上高と曲げ強さの関係は地上高 0.2～2.0 および 8.0～10.0m に得た数個の試験片に低い値がみられるが、地上高 0.2～2.0m の値 (○印) は髓隣接の試験片であり、地上高 8.0～10.0m における値 (×印) は試験片の目切れに原因している。一方、比重と曲げ弾性係数の関係 (Fig. 7) は正の相関 ($r=0.18$) を示した。地上高 0.2～2.0, 6.0～8.0 および 8.0～10.0m からの試験片の内、高い値を示していたのはこれらの試験片内に存在した生節の影響を受けたものと考えられる。

Fig. 8 は比重と縦圧縮強さの関係を示した。この図からみれば、単一の樹種でも比重のバラツキがあるにもかかわらず、縦圧縮強さは集団状の値をとり、その値も非常にバラツキが大きい。一方、地上高と縦圧縮強さの関係は地上高梢端部に近い部分である 8.0～10.0m 間の試験片で高い値を示しているが、8.0m 以下における試験片の縦圧縮強さは明確な差はないと思われる。Fig. 9 は比重と衝撃曲げ吸収エネルギーの関

係を示した。比重と衝撃曲げ吸収エネルギー間の相関関係は $r=0.14$ とかなり小さい値を示した。このデータのバラツキはこれまでに得たほかの多くの樹種でも同様な分布⁵⁾を示し、これは試験片作製時の目切れ、平均年輪幅の影響と考える。

Fig. 10 および 11 はそれぞれまさ目面および板目面のせん断強さと比重の関係を示した。まさ目面および板目面試験片のせん断強さと比重の関係はそれぞれ $r=0.40, 0.42$ と比較的高い相関を示した。せん断強さのせん断面による差はそれぞれの平均値でみるとまさ目面 126 kg/cm^2 、板目面 139 kg/cm^2 が得られ、板目面のせん断強さがまさ目面よりやや高い値を得た。つぎにせん断強さに及ぼす地上高の影響をみる。Fig. 10, 11 よりまさ目面では梢端部に近い地上高 8.0～10.0m で数試験片で低い値を示したが、平均値では地上高 8.0～10.0m で最も高い値を示し、ついで地上高 4.0～6.0m, 0.2～2.0m の順であった。板目面のせん断強さは地上高 0.2～4.0m で最も低い値 (125 kg/cm^2) を示し、梢端部に近い地上高 8.0～10.0m で最

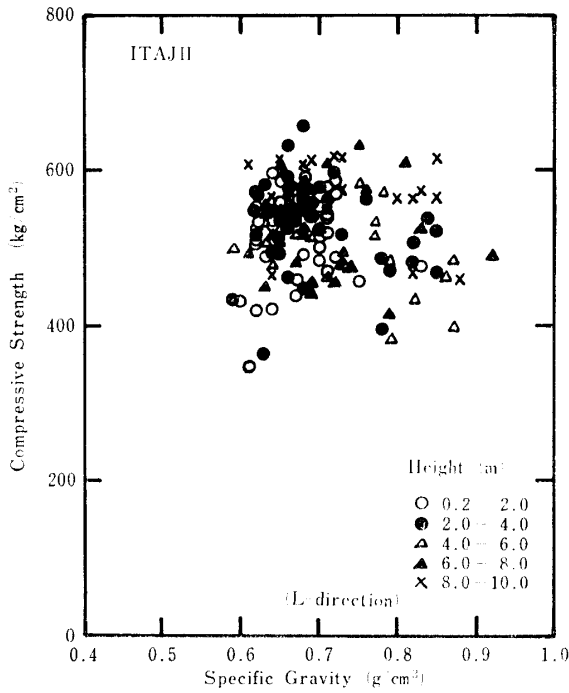


Fig. 8. Relation between specific gravity and compressive strength parallel to grain in stem at each height above the ground.

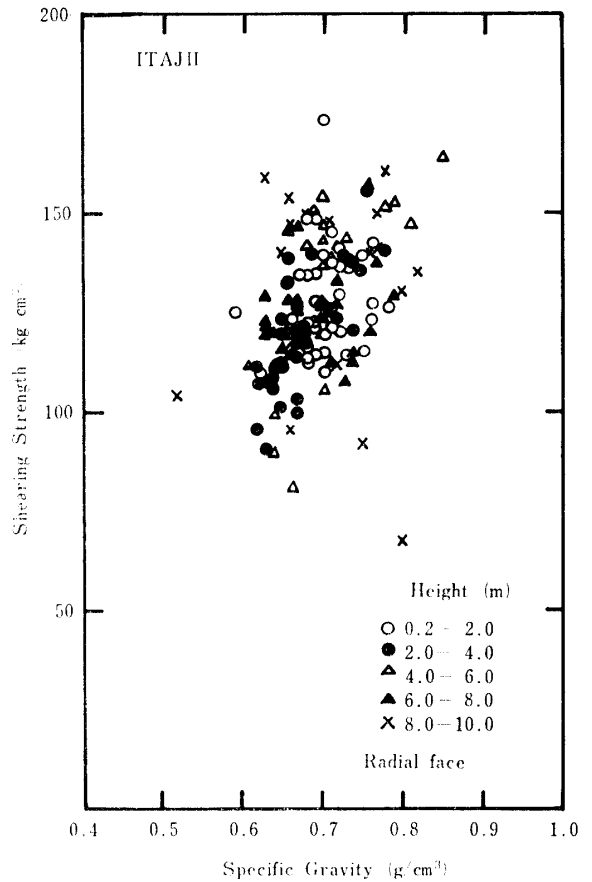


Fig. 10. Relation between specific gravity and shearing strength in radial face in stem at each height above the ground.

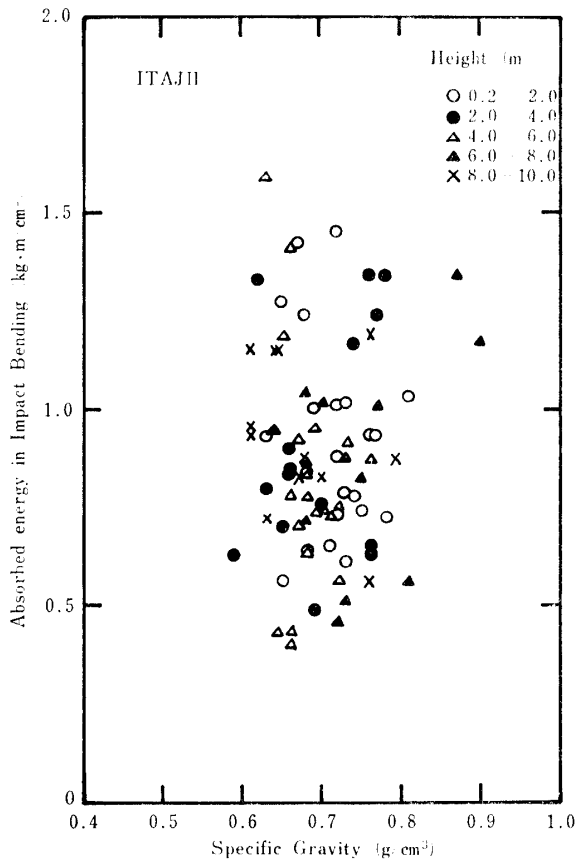


Fig. 9. Relation between specific gravity and absorbed energy in impact bending in stem at each height above the ground.

も高い値 (160 kg/cm²) を示した。

4. イタジイの心、辺材の機械的性質

Fig. 12, 13 はそれぞれ比重と曲げ強さ、曲げ弾性係数の関係を示した。Fig. 12 より比重と曲げ強さの関係は辺材部で相関係数 $r=0.64$ 、心材では $r=0.28$ と低い。それぞれの部位の曲げ強さの平均値は 842.7 kg/cm² (比重 0.62)、心材のそれは 892.8 kg/cm² (比重 0.70) を得た。この差は比重による差とも考えられるが、辺材の試験片で 500 kg/cm² 前後の低い値を示したことによると考える。一方、比重と曲げ弾性係数 (Fig. 13) をみると、辺材の曲げ弾性係数の平均値は 99.38×10^3 kg/cm²、心材のそれは 100.62×10^3 kg/cm² を示し、それぞれの部位の相関係数は $r=0.43$ 、 0.28 の値を得た。

Fig. 14 は曲げ強さと曲げ弾性係数の関係を示した。心、辺材それぞれの相関係数を求めると、それぞれ $r=0.57$ 、 0.66 を示した。この図にみられるように若干のバラツキがみられるが、曲げ強さと曲げ弾性係数の間には正の相関が得られ、これまでの多くの報告と

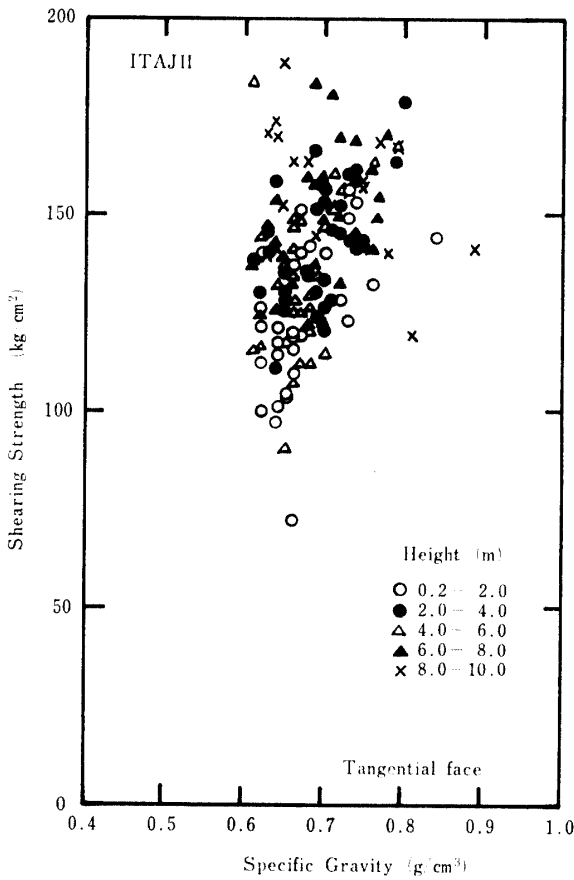


Fig. 11. Relation between specific gravity and shearing strength in tangential face in stem at each height above the ground.

同様な結果が得られた。

つぎに心、辺材別の比重と衝撃曲げ吸収エネルギーの関係を Fig. 15 に示した。それぞれの比重の平均値は 0.72, 0.62 を示し、衝撃曲げ吸収エネルギーの平均値はそれぞれ 1.10, 1.03 kg·m/cm² とわずかに心材が大きい。しかし、Fig. 15 の分散の状態からみると心、辺材の間にはほとんど差がないといっても過言でなからう。また、この図からわかるように心、辺材いずれの部位でも比重に対する衝撃曲げ吸収エネルギーの値はバラツキが大きいことがわかる。これらは従来から得られている結果⁵⁾ と類似した傾向を示した。Fig. 16 は心、辺材別の比重と縦圧縮強さの関係をみたものである。心、辺材の比重の平均値はそれぞれ 0.70, 0.62, 縦圧縮強さのそれは 582.6, 535.4 kg/cm² を示し、いずれの値も心材が辺材より高い値を示した。Fig. 15 にみられるように心、辺材ともに比重が高くなると縦圧縮強さも高い値を示す傾向がある。しかし、心材で数個の試験片が低い値を示したが、

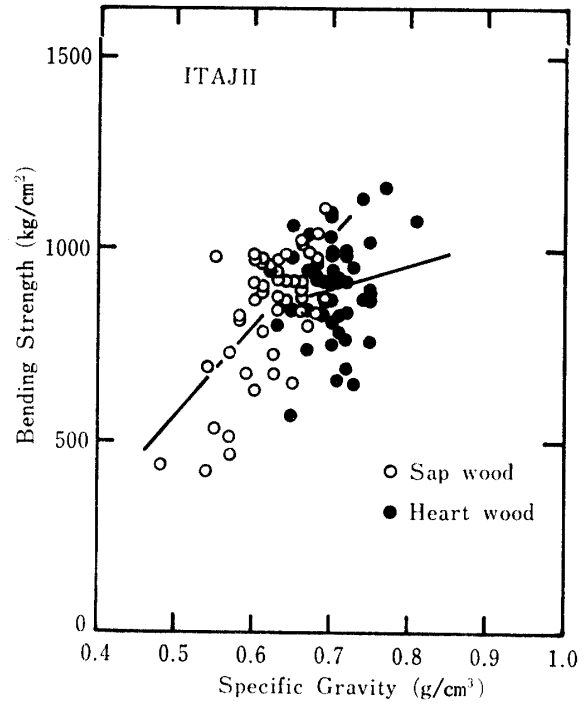


Fig. 12. Relation between specific gravity and bending strength in sap and heart-woods.

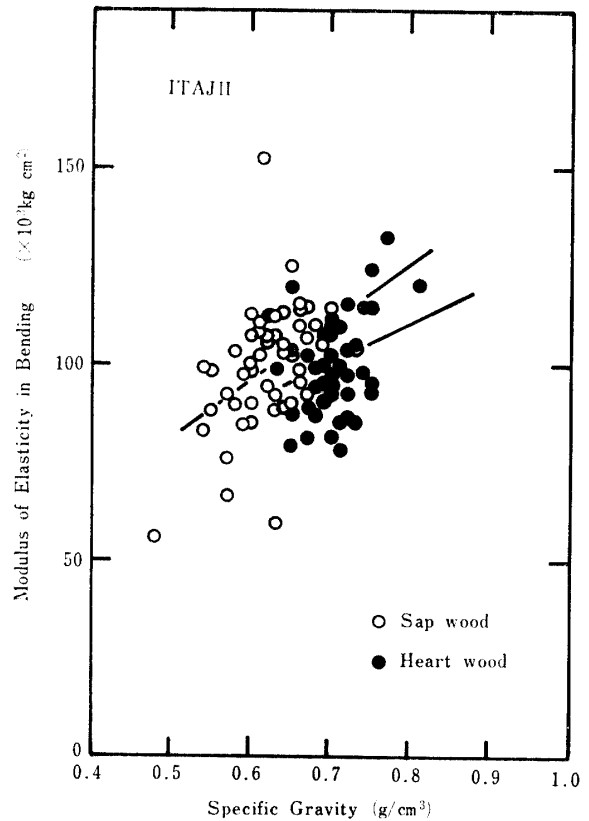


Fig. 13. Relation between specific gravity and modulus of elasticity in bending in sap and heart-woods.

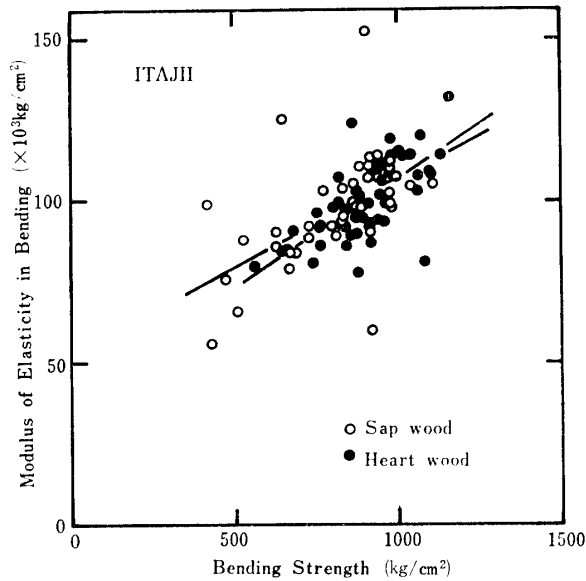


Fig. 14. Relation between bending strength and modulus of elasticity in bending in sap- and heart-woods.

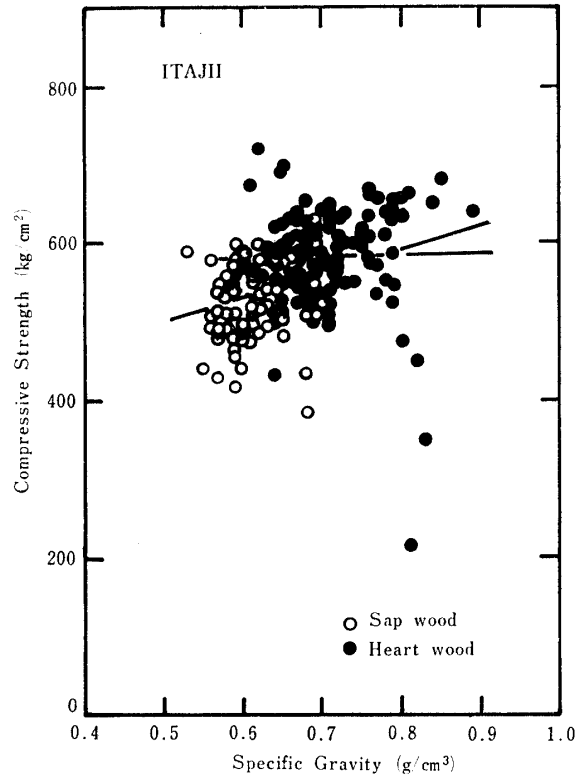


Fig. 16. Relation between specific gravity and compressive strength in sap- and heart-woods.

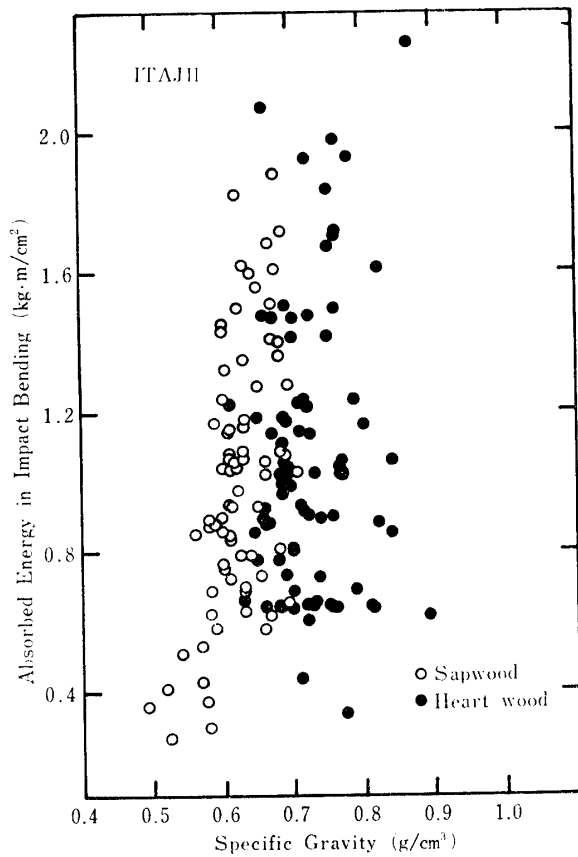


Fig. 15. Relation between specific gravity and absorbed energy in impact bending in sap- and heart-woods.

これは試験片内の節の存在による局所的な腐れに原因している。

要 約

イタジイ (別名 スダジイ *Castanopsis sieboldii* Hatsushima) は南九州地域に生育している常緑広葉樹のうち、多くの蓄積量を持ち、今後の利用が期待されている。本報ではイタジイの基礎的材質のうち、曲げ強さ、曲げ弾性係数、縦圧縮強さ、衝撃曲げ吸収エネルギーおよびせん断強さの水平方向および垂直方向の樹幹内変動を検討した。試験供試木個体数は3本であり、それぞれの地上高における横断面で髄(樹心)を通り、樹皮まで樹幹内半径方向に連続的に試験片を採取し、それぞれの部位の比重、平均年輪幅および機械的性質の水平および垂直方向の変動、さらに心、辺材別に採取した試験片の比重、平均年輪幅および機械的性質について検討した。その結果、わずか3本の供試材料からの結果であるが、イタジイ樹幹内の材質(比重、平均年輪幅および機械的性質)変動がある程度明らかとなった。すなわち、

1. 樹幹基部から梢頭部への樹幹横断面の比重の平均値の変動は0.68~0.71の範囲であり、ほぼ安定し

ている。一方、樹幹内半径方向における比重の変動はどの地上高においても髓(樹心)付近で小さく、外方へ向ってやや増大したのち、心、辺材境界付近で下向する傾向を示した。

2. 樹幹横断面の平均年輪幅の平均値は樹幹基部で大きく、地上高 2.0~6.0 m の間で減少し、それ以後梢端部へ向けて増大した。一方横断面における変動は採取した位置により差があり一定の傾向は得られなかった。

3. 諸機械的性質の平均値は樹幹基部に近い部分で低い値を示し、地上高 4.0~6.0 m でわずかに低下するが、梢端部へと上方へ向って高い値を示す場合(縦圧縮強さ、衝撃曲げ吸収エネルギー、せん断強さ)、その逆の傾向を示す場合(曲げ強さ)があった。樹幹内半径方向の機械的性質の変動は既報⁶⁾の4つのパターンのいずれかに分類できた。しかし、樹幹内の半径方向の変動は必ずしも左右対称となるとはかぎらない。

4. 心材部の比重、諸機械的性質の平均値は辺材のそれらよりも高い。比重と諸機械的性質は正の一次の相関を示すが、衝撃曲げ吸収エネルギーはバラツキが大きく、変動係数は心材 39.8%、辺材 42.1% と曲げ

強さの変動係数(心材 14.2%、辺材 19.2%) に比べて大きい値を示した。

謝辞 本研究は 1983 年度 ウェアーハウザー 研究助成「木材の人工乾燥プロセス制御へのアコースティック・エミッションの適用」に対する助成費の援助によって実施した一部を含んでいる。ここに記して感謝の意を表する。

文 献

- 1) 藤田晋輔: 南九州地域とはどのような広葉樹が生育しているだろうか。木材工業, **36**, 31-35 (1981)
- 2) 藤田晋輔: 南九州に生育する広葉樹材の利用と開発 (III)。イタジイ材の樹幹内における材質変動 (1)。鹿大農演報, 第**13**号 (印刷中) (1985)
- 3) 渡辺治人: 木材理学総論, p. 570, 216, 598, 農林出版, 東京 (1978)
- 4) 林業試験場監修: 木材工業ハンドブック, p. 188-189, 丸善, 東京 (1982)
- 5) 高橋 徹・藤田晋輔: 熱帯産材における衝撃曲げ吸収エネルギーの比重依存性。木材誌, **15**, 140-145 (1969)
- 6) 藤田晋輔・福崎 光・丸山則義: 輸入木材の性質 (第 5 報), 東南アジア産 5 樹種の丸太内の材質変動 (1)。静大農研報, **29**号, 25-34 (1979)

Summary

In this paper, a few fundamental properties of hardwood: Itajii (other botanical name: Sudajii; *Castanopsis sieboldii* HATSUSHIMA) were investigated. Three pieces of stem having respectively 24 to 29 cm in diameter fixed at breast-height (47-49-year-old) were taken as the samples to be used for the ascertainment of the specific gravity as well as the following mechanical properties. The specimens were successively obtained through pith, along the stem diameter from one sapwood to another in the stem at the respective heights above the ground. The following mechanical properties were handled.

1. Bending test (a test carried out for the ascertainment of bending strength and modulus of elasticity in bending).

2. Compressive test (the one for compressive strength parallel to the grain).

3. Impact bending test (the one for the absorbed energy in impact-bending).

4. Shearing test (the one for shearing strength in the radial and tangential faces).

The experimental results concerning mechanical properties are summerized in Table 1 and Figs. 1-16.

1. As already reported⁶⁾, the existence of four typed variations along the stem diameter from one sapwood to another through pith was ascertained through the discussions of variations in the respective mechanical properties, observable along the radial direction from one to another at each height above the ground.

2. Basing on the statistical discussions made about the specific gravity and the mechanical properties under the air drying condition, a relatively high relationship was reasonably ascertained between the specific gravity and the bending strength, with the confirmation that the efficiencies of correlations between the specific gravity and other mechanical properties were not so high.