

## 南九州地域に生育する広葉樹材の利用開発\*<sup>1</sup>

### V. アベマキ材の樹幹内における材質変動 (1)\*<sup>2</sup>

藤 田 晋 輔  
(森林利用学研究室)

## Available Utilization on Hardwoods growing in Southern Kyushu\*<sup>1</sup>

### V. The Variation of Specific Gravity and Some Properties in Stem of Abemaki-wood (*Quercus variabilis* Blume). (1)\*<sup>2</sup>

Shinsuke FUJITA  
(Laboratory of Wood Utilization)

### 緒 言

わが国の常緑広葉樹は本州中部から沖縄までにおよぶきわめて広い範囲に分布している。近年の広葉樹材のみなおしによって、これまであまり利用されてこなかった多くの広葉樹の材質の洗い直しが要求されている。

このような状況の中で、国内に生育している広葉樹の大部分は二次林により構成されているため、これらの理にかなった適切な利用が求められているということであろう。つい先刻までこれらの二次林は主として熱エネルギー源として利用されてきたが、石油系熱エネルギーの出現に伴って、パルプ・チップ用材、その他の比較的低い次元の利用にとどまってしまった。

広葉樹材は木材の色、木理など装飾の点からみても針葉樹に比べて大きな特徴をもち、内装材、家具材など特殊な用途として需要も多くある。しかし、一部の有用広葉樹材を除いてその育林技術の開発のために必要となる生長経過や有効利用に対して必要な材質、加工性などに関する知見は非常に乏しい状況にある<sup>1)</sup>。このような状況の中で南九州地域に生育する広葉樹材の材質に関するデータは特に不足しているので、早急な樹種ごとの材質、利用適性をまとめたデータバンクが必要である。このような理由から、南九州に生育する小径材までを含む常緑、落葉広葉樹材の生長経過、繊維長および基礎材質について、樹種ごとに検討を進めている<sup>2) 3) 4)</sup>。

本報では本地域に天然林としては生育していないが、鹿児島大学農学部高隈演習林内に植栽されているアベマキについて実験研究した結果を取りまとめ、2報に分けて報告する。

### 供試材アベマキの概要

#### (1) 分布

アベマキ (*Quercus variabilis* Blume) は、本州の中部以西、中、四国、九州北部、時に朝鮮半島、中国、台湾の暖帯に分布し、標高800m付近まで見られる。わが国では中国地方に良くみられる

\*1 (第4報) 鹿児島大学農学部学術報告第35号, 195-204 (1985)

\*2 本報告は第31回(東京:1981.4)および第35回(東京:1985.4)日本木材学会大会において発表した。

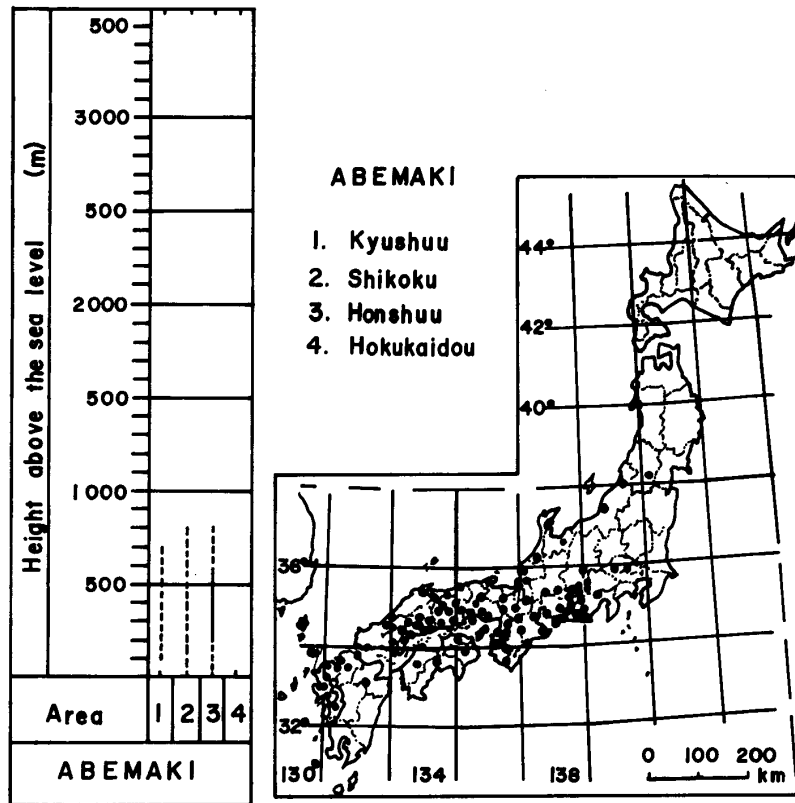


Fig. 1. Distribution for Abemaki (*Quercus variabilis* Blume)

(Fig. 1)。

## (2) 樹木

落葉高木で、雌雄同株。樹高20m、直径70cmくらいまでなる。樹皮は灰黒色で、厚く、コルク層がよく発達し、非常に厚く、ときには厚さ10cmに達することもある。縦に深い裂け目がある。枝は灰褐色、初め有毛であるが、早くから無毛となる (Fig. 2, 3)。

葉はクヌギによく似ているが、下面に灰白色から灰黄色の星状毛が密生しているのですぐ区別できる。葉身は狭い長だ円形、鋭先頭、基部は円形ないし広くさび形、葉縁には波状きょ歯があり、長さ8~15cm、幅2.5~5cm側脈は羽状で9~16対、側脈の先端はとげ状となりきょ歯の先端から突出する。上面は緑色、無毛、下面は淡黄かっ色ないし灰白色で老葉になっても星状毛が密生する。

雄花序は新しい枝または昨年の枝の葉印の上部に生じ、長さ3~6cm、雌花は新しい枝の葉のわきにつく。堅果は球形で、長さ15~20mm、5月に開花し、翌年の10月に堅果は成熟する。



Fig. 2. Gallant figure of Abemaki-wood.



Fig. 3. Texture and bark of Abemaki-wood.

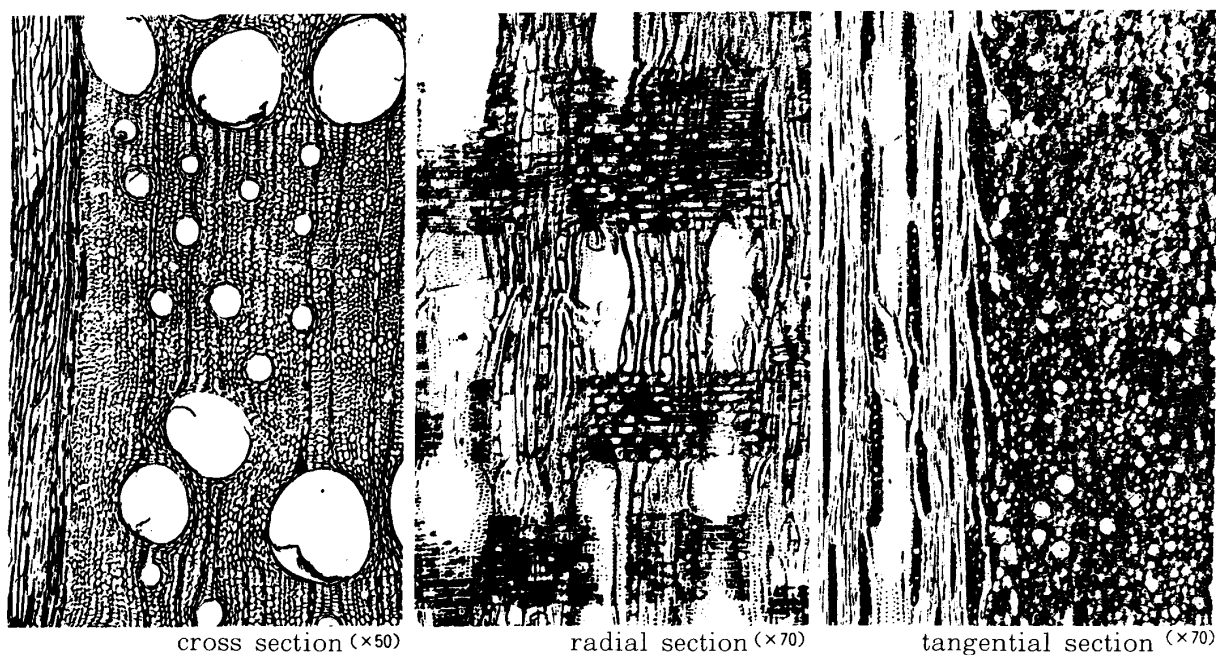


Fig. 4. Microscopic structure of Abemaki-wood.<sup>7)</sup>

### (3) 木材

クヌギに似た有用な環孔材。心辺材の境界はあまり明確でないが、心材は赤褐色、辺材は灰白色～黄褐色を呈する (Fig. 3)。年輪はやや不明瞭で、不規則な波状を呈する。肌目は粗い。道管はFig. 4 にみられるように管孔1～3列が半径方向に多少波状をなして分布しているが、個々の管孔はあまり大きくなく、数もあまり多くない。2個以上接合していることも稀である。その直径は春材から夏

材へと漸減しているが、ときに夏材の終り近くに、大きい管口があらわれる。木口面における柔細胞は大体規則正しく接線状の帯線は著しく1～3細胞層から成っている。この他にも管口を取りまいてるもの、単独で散在するものがわずかに存在している。放射組織は幅の広い複合放射組織が特徴であり、まさ目面では虎斑、板目面では櫟目が著しい。単列の放射組織も存在する。

耐朽、保存性は中庸、水湿に強い。切削、加工は困難。割裂性は中庸。乾燥は困難、表面仕上げはさほど悪くない。狂いは少ない。材中にしばしば穿孔虫やカミキリムシの食害を受けているものを見かける。

#### (4)用途

樹皮からコルクをとるので有名であり、そのタンニンは漁網用染料になる。材は器具（農具、木型、台、柄、漆器木地、下駄の歯、三味線の棹）、船舶（ろ、かじ）、車輛（荷車、車軸、車輪）、機械（油締機、銚床、度器、織機部材）、土木（枕木）、建築（床柱）、鋤作、薪炭、椎茸櫓木など。

### 供試材および実験方法

#### 1) 供試材

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5林班（よ小班）に植林（大正10年）されたアベマキ材である。現在この林分はまれにスギをみかける針広混交林となっている。この林分内の標準的樹形をもつ供試木3本を伐倒した（昭和55年10月22日、快晴）。この林分の地況および林況はつぎのとおりである（高隈演習基本調査簿より転載）。

(地況)	・地位（地利）	2（3）
	・方位：	N（緩）
	・基土：	花崗岩
	・岩性：	砂壤土

供試木は地上より0.2mで伐倒し、1.2m（胸高部位）、2.2m、以後2mごとに5cm厚の円板を採取した。

供試木の樹齢は地上部0.2mにおける年輪数とした。円板はかんな仕上げを行い、樹幹解析を行ったのち、年輪ごとの容積重、繊維長を測定した。

#### 2) 実験方法

(1) 樹幹解析、(2) 比重の測定、(3) 繊維長の測定は、すべて第3報と同様の方法で行った。

### 実験結果と考察

#### (1) 供試木の樹幹解析

Table 1は供試木3本の概要を示す。この表より供試木の樹齢は59年、胸高直径は24～26cm、樹高16.3～18.4mである。平均年輪幅は心材部2.3～2.8mm（平均2.5mm）、辺材部1.1～2.0mm（平均1.7mm）を示し、平均値でみると、心材の平均年輪幅は辺材のそれよりやや大きい値を示している。

各供試木の生長経過をみるために求めた樹幹解析図を Fig. 5 に示した。また Fig. 6 には樹高および半径生長曲線を示した。Fig. 2, 5 から樹体の形状をみると、供試木No.3が胸高部位で、径がやや細くなるが供試木3本ともに全体としてはほとんど類似した形状を示している。すなわち、本供試木の完満度は63～77を示し、比較的かんまんで通直な樹体をしている。

一方、形率（胸高直径に対する樹高の1/2の位置での直径の比）は供試木No.1は0.54、No.2は0.56、No.3は0.59を得た。樹高の差が約2mあるが、3供試木ともに類似した樹形をしている。

Table 1. Characteristics of Sample tree (*Quercus variabilis* Blume)

Species	Sample No.	Ages	Height of Tree (m)	D.B.H. (cm)	Form ratio H/D x 100	Effective Tree L. (m)	Annual ring width (mm)			Note
							Heart wood	Sap wood	Ave.	
ABEMAKI	1	59	16.3	26	62.7	10	2.8	2.0	2.4	Kagoshima
	2	59	17.9	26	68.8	13	2.3	1.9	2.0	
	3	59	18.4	24	76.7	13	2.4	1.1	1.9	

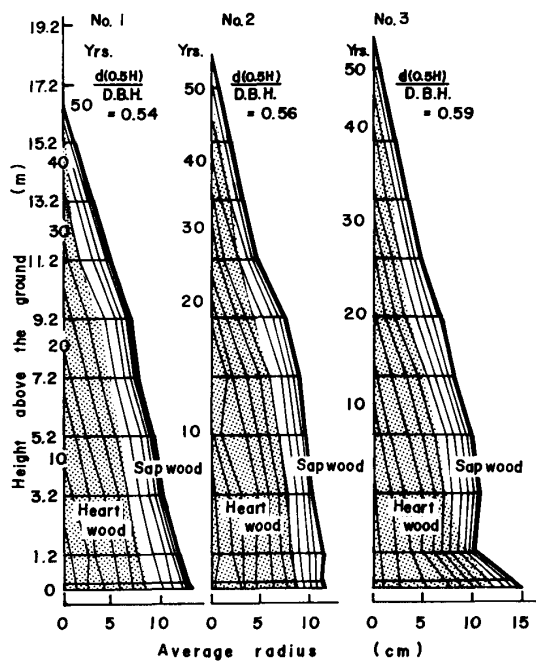


Fig. 5. Basic stem-growth diagrams.

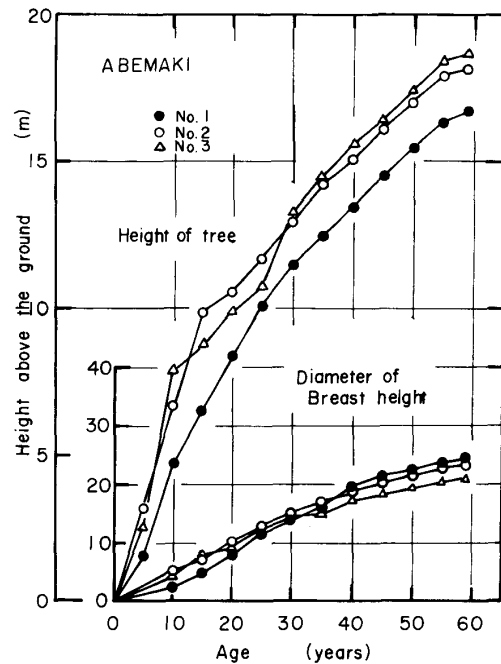


Fig. 6. Growth curves.

Fig. 6 の樹高および半径生長曲線より 3 供試木の樹高および半径生長はともに樹齢30~40年位までは比較的旺盛であるが、以後、それぞれの曲線はやや緩やかとなっている。いま参考のために樹齢35年までの年平均生長量を示すと、樹高で0.35~0.41m/年(平均 0.39m/年)、胸高直径で0.44~0.46cm/年(平均 0.45cm/年)を示した。樹高および胸高直径の年平均生長量は、それぞれ0.31~0.36m/年(平均 0.34m/年)、0.40~0.46cm/年(平均 0.44cm/年)を示した。南九州から奄美大島へかけて、施業改善事業が行われているイタジイ(スダジイ)に得られている平均の樹高および胸高直径の生長量<sup>3)</sup>(それぞれ 0.45m/年、0.39cm/年)と比較すれば、同じ広葉樹人工林施業を行うとすれば、アベマキはイタジイより樹高生長、胸高直径生長ともにやや遅い。

(2) 樹幹内の材質分布

a) 心、辺材の割合について

本シリーズでは樹幹内横断面半径方向の材質の樹幹内変動を検討しているのので、本報でも、まず、心辺材の割合を検討した。心辺材の移行部については、正確な判断がつかねたので、肉眼的な差により区別した。Fig. 7 はそれぞれの供試木の各地上高円板について、心材直径と断面直径の関係を

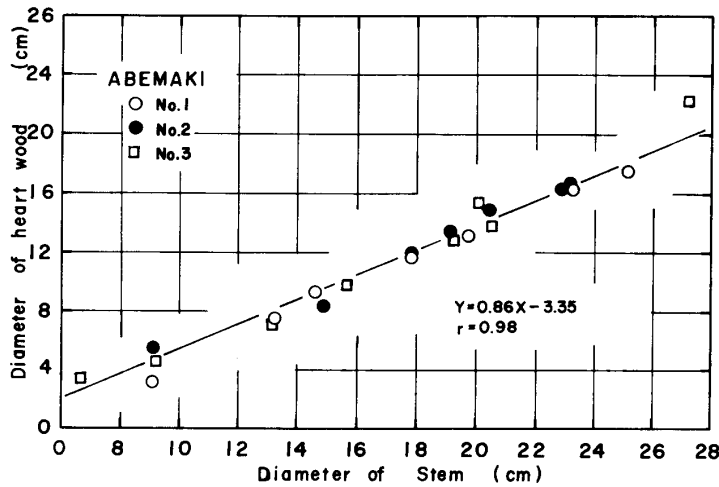


Fig. 7. Relations between diameter of stem and diameter of heartwood.

方向の変動は各供試木の胸高部位における肥大成長を示すことになる。したがって、成長した場所（地位）がその樹木に適しているかどうかを判断する一つの指標となるであろう。年輪幅の水平方向の変動は Fig. 8 から明らかなように、極部的に非常に大きい年輪を示す位置があるが、全体的にみると樹心から外方へ向って減少する傾向にある。心、辺材のそれぞれの平均年輪幅を求めると、Table 1 に明らかなように心材部では2.3~2.8mm（平均 2.5mm）、辺材部では1.1~2.0mm（平均1.7mm）を示す。辺材部の平均年輪幅は心材部のそれよりかなり狭いことがわかる。

一方、比重の水平方向の変動をみると（Fig. 8-1~3）、いずれの供試木でも隣接する年輪の間で、比重は若干の変動を示すが、横断面全体をみると、髓より樹皮側へ向けて安定し、樹皮に近い部分樹齢40~45年以降でやや低下している。つぎに、3供試木の地上高1.2m部位における円板内の年輪幅と比重の出現率をみた。Fig. 9 に示すように年輪幅は0.2~0.3cmがもっとも出現率が高く、

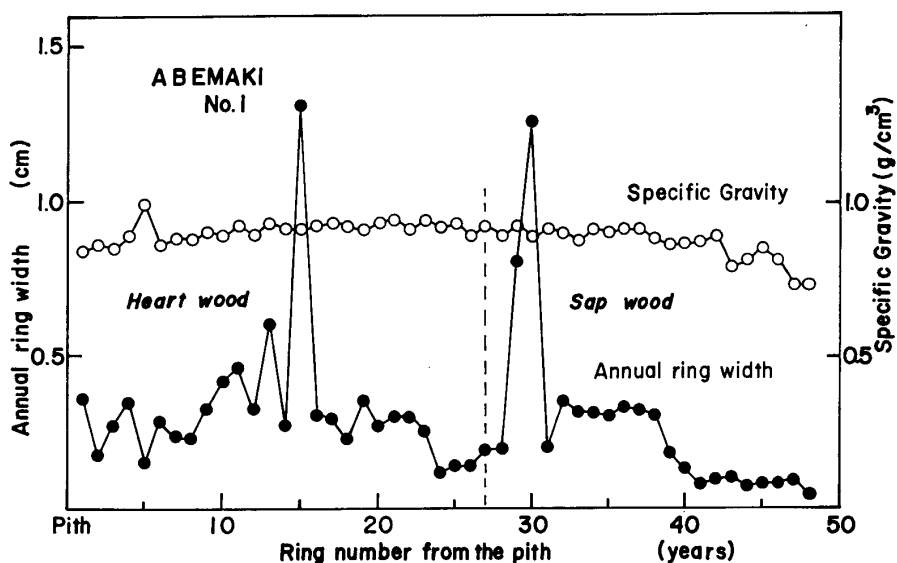


Fig. 8-1. Variation of annual ring width and specific gravity along the stem-diameter from pith to sap-wood.

示した。この図より心材直径（Y）と断面直径（X）との関係を求めると、直線式 $Y=0.86X-3.35$ となり、直線的な正の相関（ $r=0.98$ ）が得られた。この直線式の傾斜はイタジイのそれ<sup>3)</sup>とほとんど類似した値を示していることから、この2樹種の心材直径の割合はほとんど同じであると考えて良いと思われる。

#### b) 樹幹内における年輪幅と比重の変動

地上高1.2mにおいて得た比重と年輪幅の水平方向の変動を各供試木ごとに Fig. 8-1~3 に示した。この水平

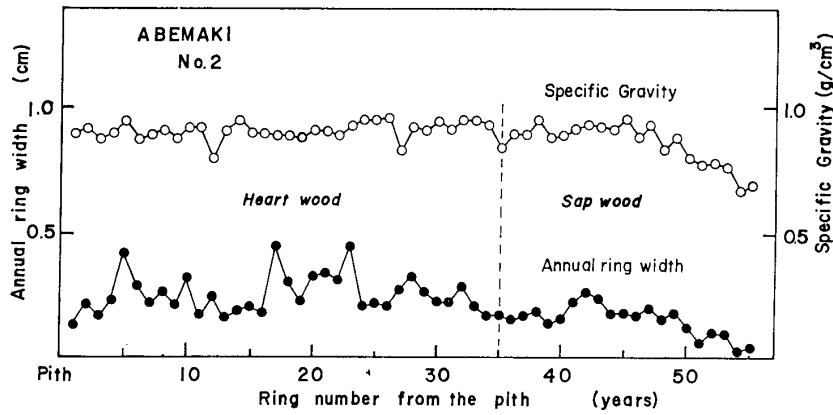


Fig. 8-2. Variation of annual ring width and specific gravity along the stem-diameter from pith to sap-wood.

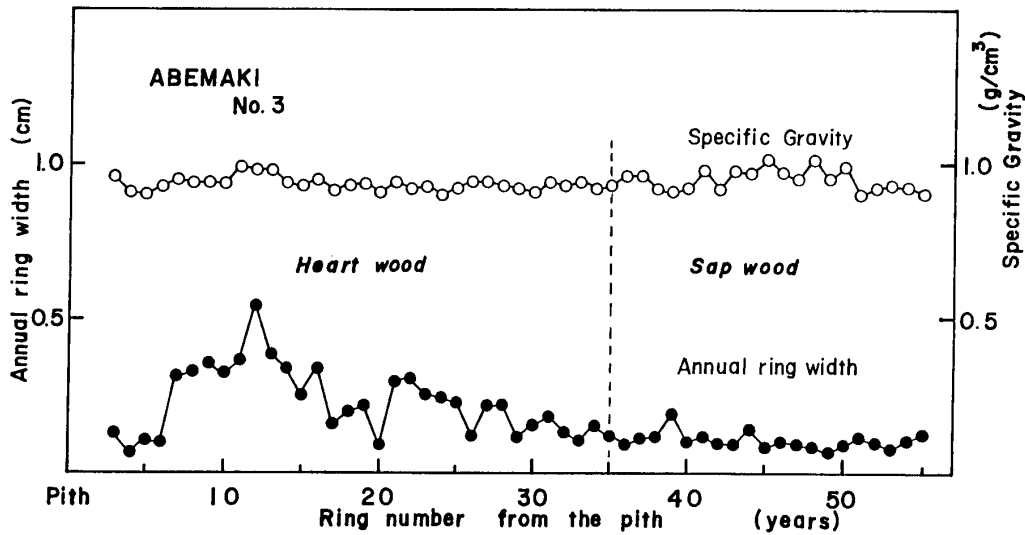


Fig. 8-3. Variation of annual ring width and specific gravity along the stem-diameter from pith to sap-wood.

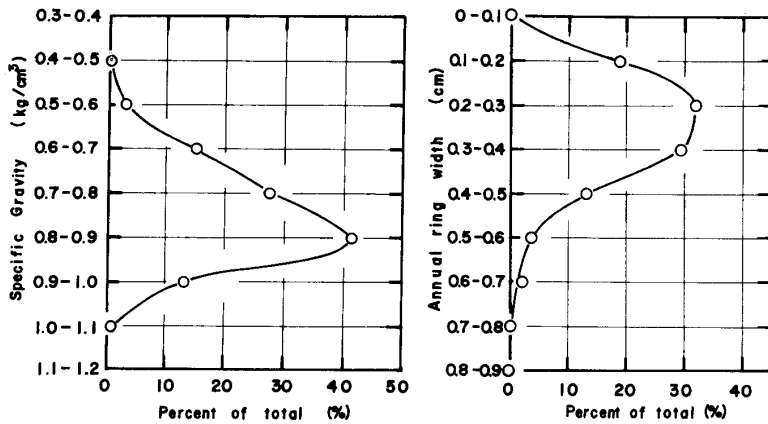


Fig. 9. Frequency curves of average width of annual rings and specific gravity.

全体の約32%を示した。比重は0.8~0.9の範囲が最も多く、全体の約41%であった。

平均年輪幅と比重の関係をFig. 10に示した。この図から明らかなように、成熟材、未成熟材ともに例外的な数点がみられるが、前報のイタジイ<sup>3)</sup>および既往の結果<sup>8)</sup>と同様に比重は年輪幅にほとんど影響されないと考えて良い。

(3) 繊維長の樹体内変動

仮道管長あるいは木部繊維長の

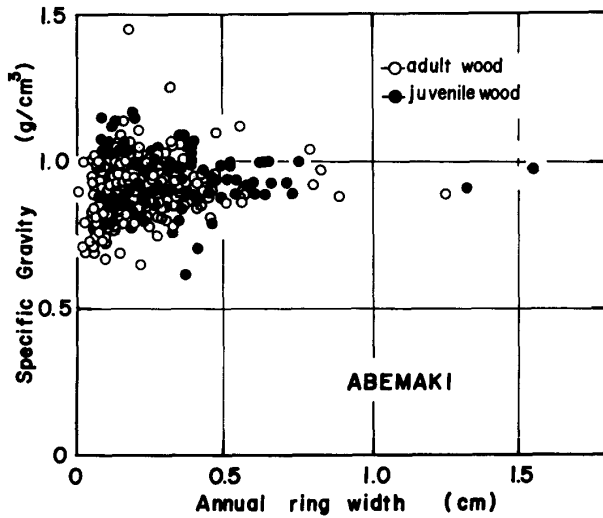


Fig. 10. Relations between annual ring width and specific gravity.

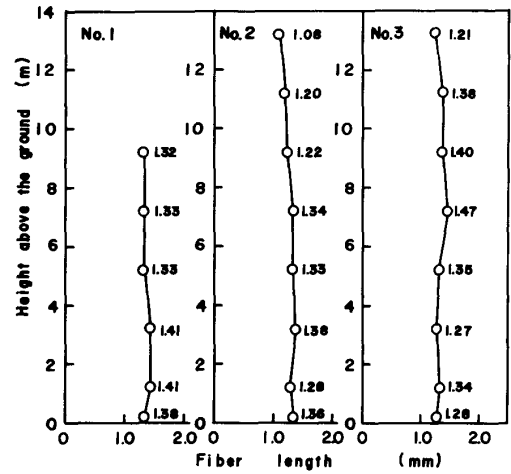


Fig. 11. Variation of fiber length at each heights above the ground.

樹幹内分布の変動については、これまで多くの報告がある。今、アベマキ供試木3本の各地上高の円板について得られた木部繊維長の平均値のパターンをFig. 11に示した。この図よりアベマキの木部繊維長の樹幹内垂直方向の分布をみると、各地上高での木部繊維長の平均値は供試木No.1, 3は地際で、No.2は地上高1.2mで、隣接高さよりもやや低い値を示したが、全体的にみると、木部繊維長は上方へ向うにしたがって、減少する傾向を示す。この結果はこれまでのいくつかの報告<sup>9) 10) 11)</sup>と少し趣きを異にしたが、イタジイ<sup>3)</sup>と同様な結果を得た。

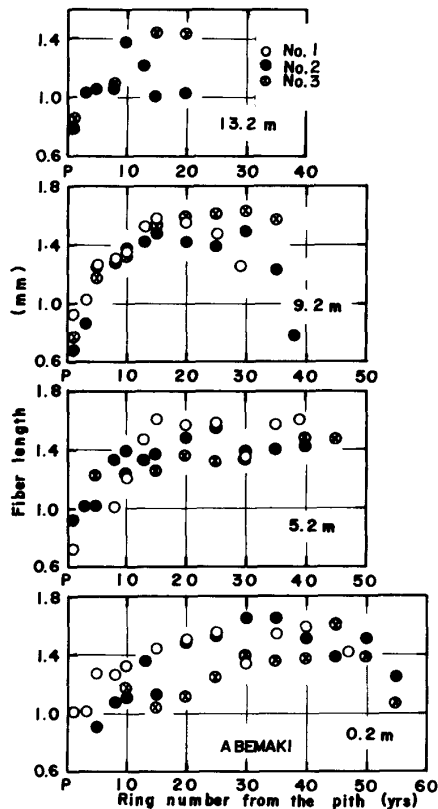


Fig. 12. Relations between ring number from the pith and fiber length.

Fig. 12 はアベマキの3供試木の4地上高の円板に得られた樹心から樹皮側へ向けての木部繊維長の水平方向の変動を示す。それぞれの供試木の各地上高についてみると、地上高0.2mの樹心付近の木部繊維長はおよそ1.0mm程度、地上高5.2m, 9.2mおよび13.2mのそれは0.7~0.9mmの値をとり、それぞれ年輪数の増加とともに徐々に増大する。その後、木部繊維長がほぼ一定(1.4~1.6mm)に達するが、その時の樹心からの年輪数は地上高により異なる。すなわち、地上高0.2mで、およそ30年輪付近、地上高5.2mおよび9.2mで、およそ20年輪付近にあるが、地上高13.2mでは10年輪付近で一定(供試木No.1)もしくは10年輪経過後減少(供試木No.3)しており、この地上高では安定しているといいがたい。そこで木部繊維長が一定に達したあとの変動を、地上高0.2, 5.2および9.2mについてみると、木部繊維長の変動は①そのまま安定する、②測定最終年に近い付近に至り下降する傾向を示す2つのパターンが見られる。

以上のことにもとづいて、供試木アベマキの未成熟材と成熟材の境界樹齢を推定することにする。Fig. 12 から明らかのように地上高0.2mおよび頂端部に近い地上高13.2mのそれぞれの円板に得られている木部繊維長の水平方向の変動は、供試木



により若干の差がある。したがって、Fig. 12 に図示されていないが、地上高1.2mおよび Fig. 12 の5.2mと9.2mの円板について示された木部繊維長-樹齢曲線から判断することにした。その結果、横断面半径方向において樹心から樹皮側へ向って木部繊維長が安定する輪齢は、樹心から15~20年輪目付近にあると判断した。そこで供試木アベマキの未成熟、成熟材の境界輪齢の目安を15年輪目とした。したがって、樹心より15年輪目までを未成熟材、それ以降を成熟材とした。Table 2 はそれぞれの領域に得られた木部繊維長の統計処理の結果を示している。この表より未成熟材部における木部繊維長の最大値は1.9mm、最小値は0.2mm (平均1.1mm)、変動係数32%であった。一方、成熟材部における木部繊維長の最大値は2.8mm、最小値は0.4mm (平均1.4mm)、変動係数25%を示した。

Table 2. Statistical analysis for fiber length of juvenile wood and adult wood.

Species	Fiber length ( $\mu\text{m}$ )											
	No.	Juvenile wood					Adult wood					Ad.w. J.w.
		Ave.	Min.	Max.	S.D.	C.F.	Ave.	Min.	Max.	S.D.	C.F.	
Abemaki	1	1118	530	1700	224	20.02	1497	840	2800	224	20.02	1.25
	2	1080	330	1920	470	43.48	1380	480	2240	387	28.02	1.48
	3	1130	250	1860	380	33.67	1302	420	2700	357	27.52	1.23

以上の結果から、アベマキの未成熟材の木部繊維長は1.1mm、成熟材部のそれはおよそ1.4mmを示した。これらの値は須川<sup>12)</sup>により得られたクヌギの未成熟材の木部繊維長の平均値 1.1mm (最大値2.0mm, 最小値0.5mm, 変動係数29%), 成熟材のそれ 1.4mm (最大値2.1mm, 最小値1.0mm, 変動係数13%) と大差ない値を示している。本供試木の成熟材部繊維長と未成熟材部のそれとの比は、1.23~1.48 (平均値1.32) をとり、クヌギに得ている値 (1.2~1.6) とほぼ類似した値<sup>12) 13)</sup> を得ている。

Fig. 13 は年輪幅と繊維長の関係を示す。この図から明らかなように木部繊維長は年輪幅が広い

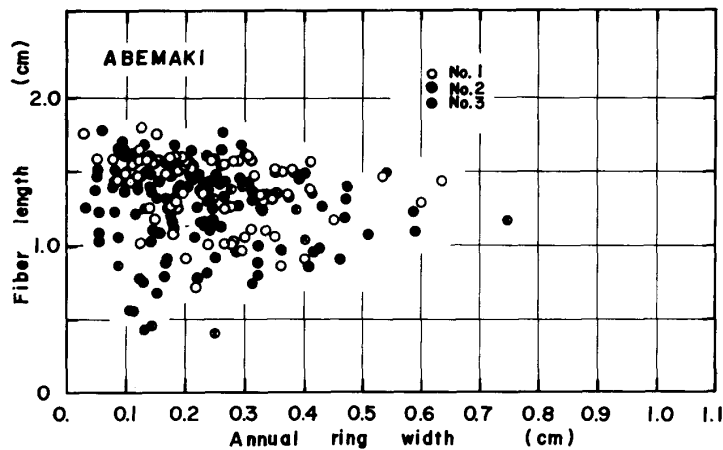


Fig. 13. Relations between annual ring width and fiber length.

ほどやや短くなる傾向を示す。しかし、同一年輪幅における木部繊維長のバラツキは大きくこれまでの報告<sup>13)</sup>と同様に年輪幅は木部繊維長に対して影響を及ぼしていると考えにくい。

### 要 約

アベマキ (*Quercus variabilis* Blume) は本州中部以西、九州北部までに分布しており、特に中国地方に多く生育している落葉広葉樹である。本報に供したアベマキは鹿児島大学農学部高隈演習林 (鹿児島県垂水市海瀨) に1921年 (大正10年) に植林されていたものである。本実験に供試するため伐採したときの切株の樹齢は63年であり (地上高1.2mの樹齢は59年)、3本の供試木 (樹高は16.3~18.4 m, 胸高直径は24~26cm) の生長経過と2, 3の基礎的材質の樹幹内変動を検討し、以下の結果を得た。

1. アベマキは心辺材の境界はあまり明確でないが、心材は赤褐色、辺材は灰白色~黄褐色を呈する。表面の仕上げはさほど悪くない。今後はコルク、器具類だけでなく、建築内装材の原材料としても有用な原材料と考えられる。シイタケのほだ木には、樹皮が厚く不向きであろう。

2. 樹高および胸高直径の生長は、樹齢30~40年位までは比較的旺盛であるが、それ以降はやや衰える傾向にある。

3. 心材の平均年輪幅 (2.5mm) は辺材のそれ (1.7mm) よりやや広く、比重は0.4~1.1の広い範囲に分布するが、出現率は0.8~0.9の範囲で最も高い。

4. 木部繊維長の樹幹内垂直方向の変動についてみると、供試木により地際もしくは地上高1.2mの円板で隣接地上高よりやや低い木部繊維長を示したが、垂直方向全体としてみると、木部繊維長は上方へ向うにしたがって減少する傾向にある。一方、水平方向の変動についてみると、木部繊維長は樹心より樹齢の増加とともに15~20年輪付近まで増加する。その後の経過は、一定長さを保ち安定する場合と、減少する場合が見られた。

5. アベマキの未成熟材、成熟材の境界樹齢の目安を15年輪目と考えた。未成熟材領域の木部繊維長の最大値は1.7~1.9mm、成熟材領域のそれは2.2~2.8mmで、それぞれの平均の木部繊維長は1.1mm, 1.4mmであった。

6. 年輪幅と比重、木部繊維長の間には相関が認められなかった。

### 謝 辞

本研究を実施するにあたって鹿児島大学農学部附属演習林 黒木晴輝助教授、高隈演習林主任 馬田英隆助手、高隈演習林 前田政利事務係長に大変お世話になった。また、高隈演習林 前田利盛、日高安美、港 虎熊、岡山光秀、田中 勇の各技官、および従業員の各位には供試木の伐採、搬出、運搬など多岐にわたって御協力いただいた。ここに記して感謝の意を表する。

### 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 (1984)。
- 2) 藤田晋輔：南九州地域に生育する広葉樹材の利用開発 III，イタジイ材の樹幹内における材質変動 (1)，鹿大農演報，No.13，103-122 (1985)。
- 3) 藤田晋輔：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)，鹿大農学術報告，No.35，195-204 (1985)。
- 4) 藤田晋輔：南九州地域に生育する広葉樹材の利用開発 VI，アベマキ材の樹幹内における材質変動 (2)，鹿大農学術報告，No.36，(1986)。

- 5) 林 弥栄：有用樹木図説，221-222，誠文堂新光社（東京）（1969）。
- 6) 岩田利治：図説樹木学—落葉広葉樹編，77-79，朝倉書店（東京）（1965）。
- 7) 平井信二：木の事典，第1集，第2巻，さかえ書房（東京）（1980）。
- 8) 渡辺治人：木材理学総論，p.219，農林出版（東京）（1978）。
- 9) 上村 武・斎藤寿義：材内部位によるヒノキ材の成長変移（樹高・半径成長と年輪幅および繊維長の関係），林試研報，No.263，43-63（1974）。
- 10) R.W. Wellwood and Turazs, P.E.: Variation in Sapwood Thickness, Specific Gravity and Tracheid Length in Western Red Ceder, For. Prod. J., 18(2), 37-46（1968）。
- 11) L.W. Jackson : Loblolly Pine Tracheid Length in Reaction to Position in Tree, J. of Forestry, 57(3), 366-367（1959）。
- 12) 須川豊伸：日本産主要樹種の性質，組織構造的性質（第1報）主要広葉樹の繊維長，林試研報，No.306，135-167（1979）。
- 13) 古川邦夫・松本恵美子ほか：木材学会誌，27，507-511（1981）。
- 14) 藤田晋輔：広葉樹の材質研究と林業の結びつきを求めて，北方林業，No.7，179-182，（1985）。

### Summary

Abemaki (*Quercus variabilis* Blume) is a tree which is found most commonly growing in a natural forest, in the western districts, especially, in Chugoku, JAPAN.

This is a medium-to over-sized tree with a slightly straight trunk. The wood is reddish brown in color, the sapwood is not separated distinctly from the heartwood. A good Abemaki-wood is heavy, strong, hard and stiff, having a high resistance capacity to shock. Owing to these excellent qualities, Abemaki-wood has been used as the material for wood-structure, shipping, sleeper for New-Trunk-Line (Shinkansen) and so on. In order to get any useful informations concerning the growth and the wood-quality of the hardwood trees growing in the Southern Kyushu districts, a few fundamental qualities of these tree were investigated. Tree individuals having the length 24 to 26 cm in diameter at the breast hight (59 years old) were adopted as the example to be used to ascertain the growth (stem analysis), average annual ring width, specific gravity and fiberlength as well as a few properties treated in this continuous report. The results obtained on some fundamental properties in this experiment are summerized in Table 1 - 2 and Figures 1 - 13. The chief results are as follows :

1) The fiber-length-on-age-curves shown in Fig.12 coincide, in the pattern, with those fixed by a lot of investigators since SANIO. The fiber-length increasing rapidly until a certain fixed period is to be regarded as a juvenile one, while the one increasing thereafter during the later period, as an adult one.

2) The number of the annual rings spreading out away from the pith at which the fiber length comes to be constant is within the range 15-20. The fiber-length in the juvenile wood and that in the adult one are shown in Table 2.

3) The effect of the annual ring-width on the specific gravity and the fiber-length was left unclarified in case of Abemaki-wood, as may be noted in Figs. 10 and 13.