

〈論文〉

## 小径広葉樹の材質 (第2報)

### 小径広葉樹71種の繊維長および 道管要素長の水平変動<sup>※1</sup>

古川 郁夫<sup>※2</sup>・世古口昌子<sup>※2</sup>・松田雅子<sup>※2</sup>

作野友康<sup>※2</sup>・岸本 潤<sup>※2</sup>

### Wood Quality of Small Hardwoods (II) Horizontal Variations in the Length of Fibers and Vessel Elements in Seventy-one Species of Small Hardwoods<sup>※1</sup>

Ikuo FURUKAWA<sup>※2</sup>, Masako SEKOGUCHI<sup>※2</sup>, Masako MATSUDA<sup>※2</sup>,  
Tomoyasu SAKUNO<sup>※2</sup> and Jun KISHIMOTO<sup>※2</sup>

#### Summary

The horizontal variations in the length of fibers, which contained both libriform wood fibers and fiber tracheids, and in the length of vessel elements within seventy-one hardwoods, taken from Hiruzen Experimental Forest of Tottori University, were examined. The relationship between the length of the structural elements in these woods and the ring width was also investigated.

The patterns of variation in length of fibers and vessel elements were able to be classified into three types, which are named type I, type II and type III, respectively, in this paper. In the case of type I, the length of vessel elements was almost constant, but the fiber length increased from the pith outwards. In type II, the fiber length also increased outwards from the pith, but the increase of vessel element length was small away from the pith. In type III, both the length of fibers and vessel elements considerably increased from the pith outwards, and the fluctuations showed an intimate correlation between them.

※1 本研究の一部は第32回日本木材学会大会(1982年4月,福岡)において発表した。

※2 鳥取大学農学部木材工学及び林産化学研究室: *Laboratory of Wood Technology and Forest Products Chemistry, Faculty of Agriculture, Tottori University*

Thus it was found that the increase of fiber length in hardwoods was under the control of two mechanisms. One is, as demonstrated in the type III species, due to an increase of the average length of fusiform initials, because it is already known that the length of vessel element is approximately the same as that of fusiform initials. The other is due to the high degree of intrusive growth of differentiating fibers, as shown in the species of type I.

In the case of the type I species, there was no significant correlation between the fiber length and the ring width. However, some species of the type III showed significant correlation between them. Presumably the pattern of increase in fiber length outwards from the pith will be modified by both environmental and genetic factors.

## I 緒 言

最近、木材工業原料の安定的供給を図る林業施策の一環として、国内の未利用木材資源をチップ用原料として有効利用することが検討されている。このような社会的情勢を背景に未利用広葉樹資源が見直されつつある。

ところが、このような未利用広葉樹、とくにこれまであまり利用されなかった小径広葉樹の材質に関する知見はほとんど報告されていない。そこで筆者らは、これら小径広葉樹の材質特性のうち、とくにパルプ用材の材質指標として重要な繊維長に着目し、これの樹幹内での半径方向の変動（水平変動）について調査することにした。前報<sup>2)</sup>では、小径広葉樹のなかでは比較的有効に利用されているコナラとクヌギの繊維長の樹体内変動について調べ、これらの変動パターンがサニオの法則にほぼ合致することを報告した。今回は、さらにできるだけ多くの樹種について、それらの繊維長だけでなく道管要素長の水平変動についても調べることにした。

そこで本報では、まず広葉樹の主要構成要素長の水平変動パターンにおいて広葉樹に特有な規則性が存在するのかどうかを明らかにし、次に針葉樹仮道管長の変動パターンとの比較から繊維長の水平変動のメカニズムを推定する。

なお、ここに言う繊維とは真正木繊維と繊維状仮道管の両者を含めたものを指す。また小径広葉樹とは、試料伐採時点で胸高直径10～15cmのものすべてを指し、これには幼令なため小径であったもの、被圧されて小径であったもの、もともと大径木にならないものなどすべてを含んでいる。

## II 材 料 と 方 法

測定用試料としては33科55属71種を供試した。そのうちクサギとユリノキは鳥取大学構内より、その他はすべて鳥取大学蒜山演習林内およびその周辺から採取した。

各樹種1個体、これの胸高部付近から厚さ約3cmの円板をとる。これの髓から外側(樹皮側)に向けて半径方向に沿って1ないし2方向に所定の年輪の晩材中央部から小片をとる。これをJeffrey氏液に室温下で1昼夜浸漬した後、水洗し、解繊する。解繊後、繊維けん濁液を一時プレパラートにして万能投影器で50倍に拡大する。投影器のスクリーン上で1年輪につき、繊維50本、道管要素20~30本を測定した。それぞれの算術平均値を各年輪の繊維長および道管要素長とした。なお、偏心生長している試料は最大半径方向(あて材側)と最小半径方向(あて材の反対側)の2方向について測定した。また、道管要素の長さは、要素の端から端までの長さで示すこととした。

さらに、肥大生長の良否と主要構成要素長との関係を見るため繊維長を測定した年輪部の幅(年輪幅)も測定した。

### III 結 果

#### 1. 変動パターンの類別

全測定樹種の繊維長、道管要素長および年輪幅の水平変動を付図1~71に示す。

繊維長の変動パターンの典型的な例を図1に示す。繊維長の変動パターンは、髓からの年輪数とともに繊維長が飽和曲線的に増加する点で、すべて同じであった。ただし、繊維長が一定となる年輪数については、須川<sup>5)</sup>が指摘しているように、2つの型が存在するようである。1つの型は、トチノキやケヤキにみられるように、髓から50年ないしはそれ以上かかってゆっくりと増加を続けた後一定となるものである。もう1つの型は、ブナやコナラにみられるように、髓から15年ないしは25年まで急激に増加した後一定となるものである。今回調査した樹種のほとんどが後者に属していたことから、広葉樹の繊維長変動パターンは針葉樹仮道管のそれと形のうえではよく似ていると言える。ただし、本研究に供試した樹種はすべて小径木であったため、樹令の小さなものが多く、繊維長の変動パターンを類別するまでには至らなかった。この点については、さらに年輪数の大きなもので繊維長の長期的変動について調査したうえで、もう一度検討する必要がある。

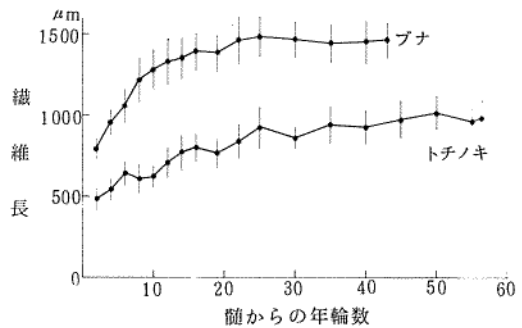


図1 代表的な繊維長変動パターン  
(各点のひげは各点の標準偏差を示す)

一方、道管要素長の水平変動においては特徴的

な変動パターンが存在し、それらは3つの型に大別することができた(図2)。第1の型はケヤキ、ハルニレ、ヤマグワ、ニセアカシア、ネムノキ、カエデ類、シナノキ、カキノキなどにみられるパターンである。この型の変動パターンでは、各測定点は、ばらつき(標準偏差値)が小さく、ほぼ一定で、しかもその値は500 $\mu$ m以下と小さいのが特徴である。第2の型は、ヤマハンノキ、カツラ、ソヨゴ、ツリバナなどに代表されるように、各測定点は、第1の型のものよりはばらつきが大きく、しか

もそのばらつきの範囲以上に大きく変化し、変化は髄からの年輪数とともに飽和曲線的であるのが特徴である。この型の道管要素長は500~1,400  $\mu\text{m}$ と、第1の型に比べてかなり長い。第3の型はブナ、コナラ、クヌギなどにみられるように第1の型と第2の型の間中間的なパターンを示すものである。この型のものは髄からの年輪数とともに道管要素長は第2の型程大きく変化しないが、変化の範囲が各測定点のばらつきの範囲を越えていることから第1の型とも異ると考えられる。

以上、繊維長および道管要素長の変動パターンを基準にして全測定樹種の変動パターンを図3に示すような3つの型に類別することができた。本報では、これらをそれぞれI型、II型、III型と呼ぶことにする。すなわち、I型とは道管要素長はほぼ一定で繊維長のみが飽和曲線的に増加するタイプ、II型とはI型とIII型の間中間型で、道管要素長は漸増し、繊維長は飽和曲線的に増加するタイプ、III型とは道管要素長、繊維長ともに飽和曲線的に増加するタイプである。今回測定した全樹種をこれら3つの型に類別すれば表1のようになる。

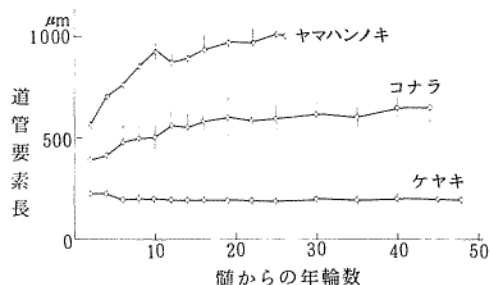


図2 代表的な道管要素長変動パターン (各点のひげは標準偏差を示す)

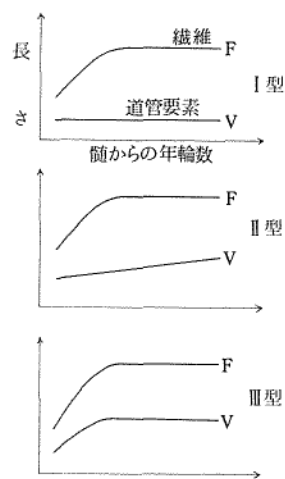


図3 繊維長および道管要素長の水平変動パターンの模式図

表1 供試樹種の変動パターン別分類表

I	ネコヤナギ	ケヤキ	ハルニレ	ヤマグワ	ネムノキ	ニセアカシア	ノダフジ
	イヌザンショウ	イタヤカエデ	テツカエデ	ウリハダカエデ	コハウチワカエデ	クロウメモドキ	イソノキ
	シナノキ	カキノキ	アオダモ	クサギ	キリ	キササゲ	
II	ヤマナラシ	オニグルミ	ノグルミ	サワグルミ	ヒメヤシャブシ	イヌシデ	アカシデ
	クマシデ	ブナ	クヌギ	コナラ	ミズナラ	ナラガシワ	カシワ
	クリ	ホオノキ	コブシ	タムシバ	ユリノキ	ヤマザクラ	ウワミズザクラ
	ウラジロノキ	アズキナシ	ツシマナナカマド	キハダ	ヌルデ	トチノキ	ハリギリ
III	ハンノキ	ヤマハンノキ	ミズメ	フサザクラ	カツラ	ダンコウバイ	クロモジ
	エゾユズリハ	アワブキ	ソヨゴ	アオハダ	ツリバナ	ツバキ	ナツツバキ
	コシアブラ	タラノキ	ミズキ	ヤマボウシ	リュウブ	エゴノキ	ハクウンボク
	オオバアサガラ						

## 2. 同一科内、同一属内での変動パターンの類似性

図4はAcer属4種の繊維長と道管要素長の水平変動パターンを示したものである。このように同属内では構成要素の長さおよび変動パターンに類似性が認められた。同様の類似性は、*Quercus*属、*Magnolia*属、*Prunus*属、*Sorbus*属、*Cornus*属、*Styrax*属などにおいても認められた。

図5はバラ科2属4種の繊維長と道管要素長の水平変動パターンを示したものである。この場合両属とも変動パターンはよく似ているが、道管要素の長さが両属間で異っている。またカバノキ科では、ハンノキ、ヤマハンノキ（いずれも *Alnus*属）、ミズメ (*Betula*属)はIII型のパターンを示すのに対してヒメヤシャブシ (*Alnus*属)、アカシデ、イヌシデ、クマシデ (*Carpinus*属)はII型を示し、同科内で変動パターンに相違がみられる。ところが、ブナ科の *Fagus*属、*Quercus*属両属間では長さ、変動パターンともに類似性が認められる。クルミ科、ニレ科、モクレン科、マメ科、ツバキ科、ウコギ科などにおいてもブナ科と同様の傾向をみる事ができた。

このように同一科内においては、類似性の認められる場合と認められない場合の両者があり、今回の調査結果だけで類似性に関する結論を引き出すことは困難であった。この点については、今後さらに同一科内、同一属内の多数の樹種について比較検討する必要がある。

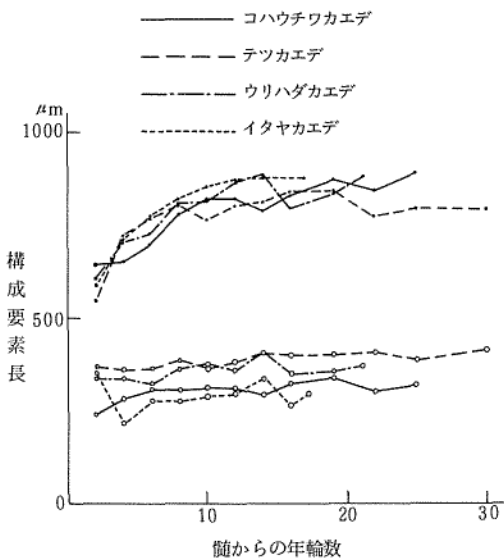


図4 カエデ属4種の繊維長および道管要素長の水平変動

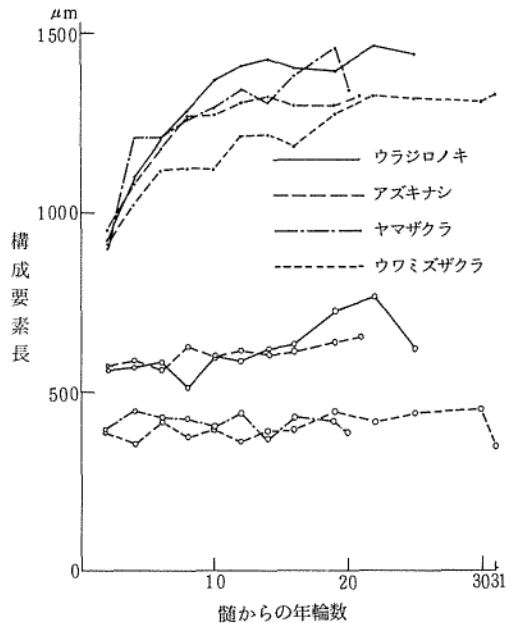


図5 バラ科2属4種の繊維長および道管要素長の水平変動

## 3. 偏心生長をした樹種の変動パターン

本研究に供試した樹種のうち、アカシデ、ヤマグワ、コブシ、エゴノキは表2に示すように著しく偏心生長していた。

これらの樹種の引張あて材側とその反対側の繊維長、道管要素長、年輪幅の水平変動パターンを付図9, 22, 25, 65に示す。これらからも明らかのように、構成要素の長さおよび変動のパターンは、あて材側とその反対側でほとんど差は認められなかった。

表2 あて材をもつ樹種の偏心率

樹種	最大半径 (L)cm	最小半径 (S)cm	偏心率 (L/S)
アカシデ	6.0	3.3	1.82
ヤマグワ	6.9	4.1	1.68
コブシ	9.9	4.2	2.36
エゴノキ	5.5	3.2	1.72

#### 4. 年輪幅と繊維長の関連性

繊維長および道管要素長の変動パターンと年輪幅の変動パターンとの間には、相互に対応関係のあるものもないものの両者が認められた。すなわち、Ⅲ型の樹種ではかなり明瞭にこれらの間に正もしくは負の関係が認められた。例えばミズメ、フサザクラ、ソヨゴ、ナツツバキなどでは正の関係が認められる。すなわち生長の良かったところでは繊維も長く、逆に生長の悪かったところでは繊維も短い。ヤマハノキ、カツラなどでは両者の間に負の関係、すなわち生長の良かったところでは繊維が短く、悪かったところで長いというような関係が認められる。ところがⅠ型の樹種では、これら両者の間に全く関連性は認められず、これらの樹種の繊維の長さは生長の良否とは関係なく決定されているように思えた。Ⅱ型に属する樹種は、Ⅲ型の樹種程明瞭ではないが、両者の間に若干の対応関係が認められた(例えば、ホオノキ、ツシマナナカマドなど)。

#### 5. 繊維および道管要素の長さ別クラス分け

各樹種の繊維および道管要素を長さ別にクラス分けしたものが表3である。繊維長は300 $\mu$ m毎に、道管要素長は250 $\mu$ m毎に5段階に区分してある。この表からも分るように、Ⅲ型の樹種は繊維、道管要素ともに長いのに対して、Ⅰ型の樹種は両者とも短いのが特徴である。しかし両者の比率、すなわち繊維長(F)と道管要素長(V)の比(F/V)をとってみると、Ⅲ型の樹種ではその値が2以下であるのに対し、Ⅰ型の樹種では3~8と大きく、Ⅱ型はその中間の値をとることが分る。

なお、クラス分けに際して各構成要素の長さが一定に達している樹種ではその値を、まだ一定に達していない樹種では最大値(最終形成年輪部の値のことが多い)をそれぞれの樹種の構成要素の長さとしてクラス分けを行った。

## Ⅳ 考 察

近年、広葉樹の繊維長の樹体内変動に関する研究報告は多いが、道管要素長の変動と関連させて調べた研究はほとんどない。広葉樹の繊維長変動をその変動のパターンだけからみれば、針葉樹の仮道管変動のそれとよく似ている。ところが、これを道管要素長の変動パターンと比較すると、広葉樹の繊維長変動のメカニズムは針葉樹のそれと異なっていることが分る。

表3 供試樹種の繊維および道管要素の長さ別分類表

級	1800μm以上	1800未満～1500μm	1500未満～1200μm	1200未満～900μm	900μm未満
繊維樹種 (F)	<u>ノダフジ</u>	<u>ヤマハンノキ</u> <u>イヌシデ</u>	<u>ヤマナラシ</u> <u>オニグルミ</u>	<u>サワグルミ</u> <u>ヒメヤシャブシ</u>	<u>ネコヤナギ</u>
	<u>ソヨゴ</u>	<u>クマシデ</u> <u>ミズメ</u>	<u>ノグルミ</u> <u>ハンノキ</u>	<u>ク</u> <u>リ</u> <u>ヤマグワ</u>	<u>ヌルデ</u>
	<u>ツバキ</u>	<u>コナラ</u> <u>クヌギ</u>	<u>アカシデ</u> <u>ブ</u> <u>ナ</u>	<u>ダシコウバイ</u> <u>クロモジ</u>	<u>コウチワカエデ</u>
	<u>ナツツバキ</u>	<u>カシワ</u> <u>ケヤキ</u>	<u>ナラガシワ</u> <u>ミズナラ</u>	<u>ニセアカシア</u> <u>ネムノキ</u>	<u>イタヤカエデ</u>
	<u>ヤマボウシ</u>	<u>フサザクラ</u> <u>カツラ</u>	<u>ハルニレ</u> <u>ユリノキ</u>	<u>トチノキ</u> <u>クロウメモドキ</u>	<u>ウリハダカエデ</u>
	<u>リュウブ</u>	<u>ホオノキ</u> <u>エゾズリハ</u>	<u>タムシバ</u> <u>コブシ</u>	<u>イソノキ</u> <u>コシアブラ</u>	<u>テツカエデ</u>
		<u>アワブキ</u> <u>アオダモ</u>	<u>ヤマザクラ</u> <u>ウハミズザクラ</u>	<u>ネジキ</u> <u>クサギ</u>	<u>タラノキ</u>
		<u>ミズキ</u> <u>エゴノキ</u>	<u>ツシマナカマド</u> <u>アズキナシ</u>	<u>キ</u> <u>リ</u> <u>キササゲ</u>	
		<u>ハクウンボク</u>	<u>ウラジロノキ</u> <u>イヌザンショ</u>		
			<u>キノダ</u> <u>ツリハサ</u>		
		<u>シナノキ</u> <u>ハリギリ</u>			
		<u>オオバサガラ</u> <u>カキノキ</u>			
		<u>アオダモ</u>			
級	1000μm以上	1000未満～750μm	750未満～500μm	500未満～250μm	250μm未満
道管要素長種 (V)	<u>ヤマハンノキ</u>	<u>クマシデ</u> <u>ミズメ</u>	<u>ヤマナラシ</u> <u>ハンノキ</u>	<u>ネコヤナギ</u> <u>オニグルミ</u>	<u>ケヤキ</u>
	<u>フサザクラ</u>	<u>アワブキ</u> <u>アオダモ</u>	<u>ヒメヤシャブシ</u> <u>アカシデ</u>	<u>ノグルミ</u> <u>サワグルミ</u>	<u>ヤマグワ</u>
	<u>カツラ</u>	<u>ソヨゴ</u> <u>ツリハサ</u>	<u>イヌシデ</u> <u>ブ</u> <u>ナ</u>	<u>ミズナラ</u> <u>カシワ</u>	<u>ニセアカシア</u>
	<u>エゾズリハ</u>	<u>ツバキ</u> <u>ナツツバキ</u>	<u>コナラ</u> <u>クヌギ</u>	<u>ナラガシワ</u> <u>ク</u> <u>リ</u>	<u>ノダフジ</u>
	<u>ヤマボウシ</u>	<u>ミズキ</u> <u>オオバサガラ</u>	<u>ホオノキ</u> <u>コブシ</u>	<u>ハルニレ</u> <u>ダシコウバイ</u>	<u>キノダ</u>
	<u>リュウブ</u>	<u>エゴノキ</u> <u>ハクウンボク</u>	<u>タムシバ</u> <u>ユリノキ</u>	<u>ヤマザクラ</u> <u>ウハミズザクラ</u>	
			<u>ツシマナカマド</u> <u>アズキナシ</u>	<u>ネムノキ</u> <u>イヌザンショ</u>	
			<u>ウラジロノキ</u> <u>クロモジ</u>	<u>ヌルデ</u> <u>コウチワカエデ</u>	
			<u>コシアブラ</u> <u>ハリギリ</u>	<u>イタヤカエデ</u> <u>ウリハダカエデ</u>	
			<u>タラノキ</u> <u>ネジキ</u>	<u>テツカエデ</u> <u>トチノキ</u>	
			<u>クロウメモドキ</u> <u>イソノキ</u>		
			<u>シナノキ</u> <u>カキノキ</u>		
			<u>アオダモ</u> <u>クサギ</u>		
			<u>キ</u> <u>リ</u> <u>キササゲ</u>		

—— : I型 (F/V=3~8)      - - - - - : III型 (F/V ≤ 2)

針葉樹の仮道管長の水平変動、すなわち髄から外側に向って仮道管長が飽和曲線的に増加する現象については、形成層での紡錘形始原細胞の偽横分裂の頻度が形成層の年令(髄からの年輪数)によって異なることからうまく説明されている<sup>4)</sup>。すなわち、径の小さい若令木では直径および円周長を増大させるために偽横分裂の頻度が高くなければならず、そのため紡錘形始原細胞の長さは比較的短い。ところが径が大きくなるにしたがって分裂頻度も減少し、それだけ紡錘形始原細胞の長さも長くなるというのがその理由である。しかも仮道管の場合は分裂後の軸方向の伸長生長が5~10%と小さいことも分っている<sup>4)</sup>。このことから、仮道管長の水平変動はほとんど紡錘形始原細胞の長さそのものに依存していると考えられる。

ところで広葉樹の場合、道管要素長は分裂後の軸方向への伸長生長が小さいことから、道管要素長

を近似的に紡錘形始原細胞の長さとしなす<sup>4)</sup>。Ⅲ型の樹種の繊維長の変動パターンは完全に道管要素長のそれと対応して変動している。このことは、Ⅲ型の樹種の繊維長が道管要素の長さ、すなわち紡錘形始原細胞の長さに強く依存していることを示唆するものである。ただし、この場合の繊維の軸方向の伸長生長量は50～100%と針葉樹仮道管に比べてかなり大きい。これに対してⅠ型の樹種の繊維長は、道管要素長とは全く関係なく、髄からの年輪数とともに飽和曲線的に増加している。したがってこの場合の繊維長は、紡錘形始原細胞の長さとは関係なく、むしろ細胞分裂後の軸方向の伸長生長量が異常に大きいことによるものであろう(300～800%と推定される)。またこの場合の生長様式は、細胞の先端部のみが周囲の細胞の間に侵入するように生長する、いわゆる割り込み生長によって伸長するものと推定されている<sup>3,4)</sup>。

したがって、広葉樹の繊維長の変動メカニズムには、針葉樹の場合のような紡錘形始原細胞長依存型と分裂後の異常伸長型の2つのタイプが存在するものと思われる。

次に、広葉樹の主要構成要素長の3つの変動パターンに属する樹種についてみると、マメ科、カエデ科、シナノキ科など層階状構造をもつ樹種とか、合弁花の樹種の多くがⅠ型に属するのに対して、Ⅲ型にはフサザクラ、カツラ、クスノキなど比較的原始的な樹種と少数の合弁花の樹種が含まれていることが分る。これらのことおよびⅢ型の変動パターンが針葉樹のそれと類似していることなどから、広葉樹のなかでも系統分類学的に比較的高等な樹種はⅠ型の変動パターンを描く傾向があるのに対して、Ⅲ型は比較的原始的な樹種の変動パターンであろうと推定される。Ⅱ型は、道管要素長の増加が少ないことからややⅠ型的とも言えるが、反面、繊維長と道管要素長の変動の間に弱いながらも対応関係が認められることや繊維の伸長生長量がⅠ型とⅢ型の中間的な値を示すことなどから、中間型もしくはⅢ型からⅠ型への移行型と考えられる。

さらに、肥大生長の良否と繊維長との関係についても、Ⅲ型の樹種では相互に関連性が認められるが、Ⅰ型の樹種では全く関係が認められない。この点についても前述の繊維長変動のメカニズムを考慮すればある程度理解できる。すなわち、Ⅲ型の樹種では肥大生長の大きい場合は細胞分裂頻度も高く、繊維長と年輪幅の間には負の関係が存在すると予想される。しかしながら、ミズメ、フサザクラなどにみられる正の関係については、分裂様式だけでなく、分裂後の伸長生長様式とも関連させて今後さらに研究する必要がある。

また、偏心生長した広葉樹の引張あて材側で繊維がやや長くなるという報告例<sup>1)</sup>もあるが、本実験の範囲内ではそのような相違は認められなかった。したがって、引張あて材部の繊維は、材質的にはその長さよりもむしろ構造的的特異性の方が問題であろう。

同一科内、同一属内での構成要素長の変動パターンの類似性については、広葉樹の系統分類学的観点から興味ある問題であるが、繊維長の変動には遺伝的因子と環境要因の両者が関与しているため、繊維長変動パターンを分類学的に位置づけることは難しいと予想される。この点についてはさらに多くの樹種について調査したうえで結論を引き出すのが望ましいと考える。



## V 結 論

鳥取大学蒜山演習林産の小径広葉樹33科55属71種の主要構成要素長(繊維長および道管要素長)の水平変動について調べた結果、次のような結論を得た。

主要構成要素の変動パターンは3つに大別することができる。すなわち、道管要素長は髄からの年輪数に関係なくほぼ一定で、繊維長だけが飽和曲線的に増加するI型、道管要素長は髄からの年輪数とともに若干増加し、繊維長は飽和曲線的に増加するII型および繊維長と道管要素が互に関連性を保ちつつ髄からの年輪数とともに両者が飽和曲線的に増加するIII型の3つである。

広葉樹の繊維長の変動メカニズムには、針葉樹の仮道管長の変動メカニズムのように紡錘形始原細胞の長さそのものに依存するものと、形成層で細胞分裂後の軸方向への大きな伸長生長に依るものと2つの場合があると推定される。とくにI型の樹種は後者の、III型の樹種は前者のメカニズムによって繊維の長さが決定されていると考えられる。

I型には比較的高等な樹種が、III型には比較的原始的な樹種が多く含まれていることおよびIII型の樹種は肥大生長の良否と関係の深いことなどから、I型の変動パターンは主に遺伝的因子によって、III型の変動パターンは遺伝的因子と環境因子の両者によって支配されていると推定される。

引張あて材部もその反対側の材部も繊維や道管要素の長さおよび変動パターンはほとんど同じである。

なお、本研究を通して、今後は、同一科内、同一属内の多数の樹種の変動パターンの比較とか主要構成要素長の長期的変動、さらに曲型的なI型やIII型の樹種の年輪内部での詳細な変動パターンとか形成層での紡錘形始原細胞の分裂様式、分裂後の伸長生長の仕方などについてさらに研究を行う必要があることが分った。これらは今後の研究課題としたい。





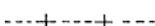
## 文 献

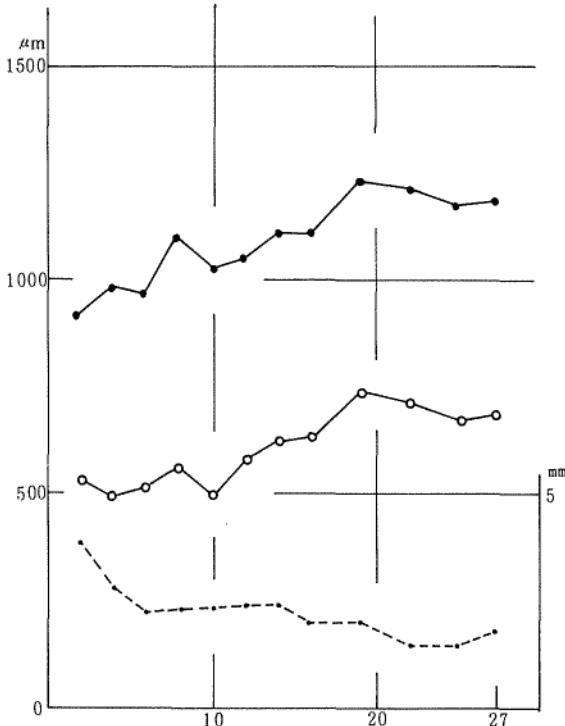
- 1) Chow, P. : *Forest Sci.*, **17** (2), 186-189 (1971)
- 2) 古川郁夫・松本恵美子・作野友康・岸本潤 : 木材学会誌, **27** (6), 507-511 (1981)
- 3) Hejnowicz, A. and Hejnowicz, Z. : *Acta Soc. Bot. Pol.*, **28** (3), 453-460 (1959)
- 4) Philipson, W. R., Ward, J. M. and Butterfield, B. G. : 'The Vascular Cambium its Development and Activity', Chap. 4, 5, P. 60~84, Chapman & Hall Ltd. (1971)
- 5) 須川豊伸 : 第22回日本木材学会大会研究発表要旨, p. 43 (1972)

## 付 図

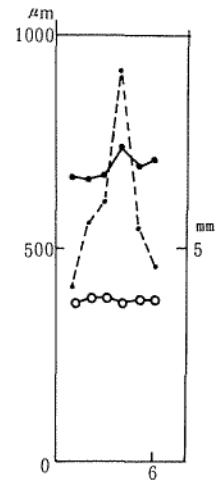
付図 1 ～ 7 1 に各樹種の繊維長，道管要素長および年輪幅の水平変動パターンを示す。各図の横軸，左右縦軸および記号は下に示す通りである。

### 付 図 の 説 明

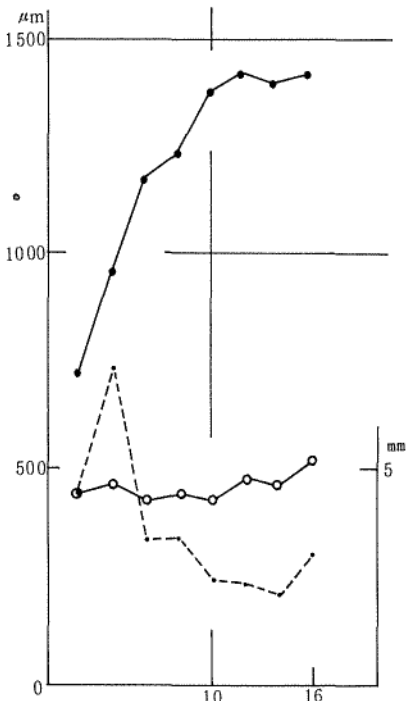
横 軸	：	髓からの年輪数	
左 縦 軸	：	構成要素長 ( $\mu\text{m}$ )	
右 縦 軸	：	年 輪 幅 (mm)	
	：	繊 維 長	
	：	道管要素長	
	：	年 輪 幅	
	：	あて材部の繊維長と道管要素長	
	：	あて材部の年輪幅	



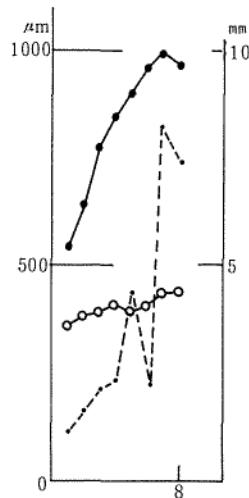
付図1 ヤマナラシ (*Populus sieboldii* Mig.)



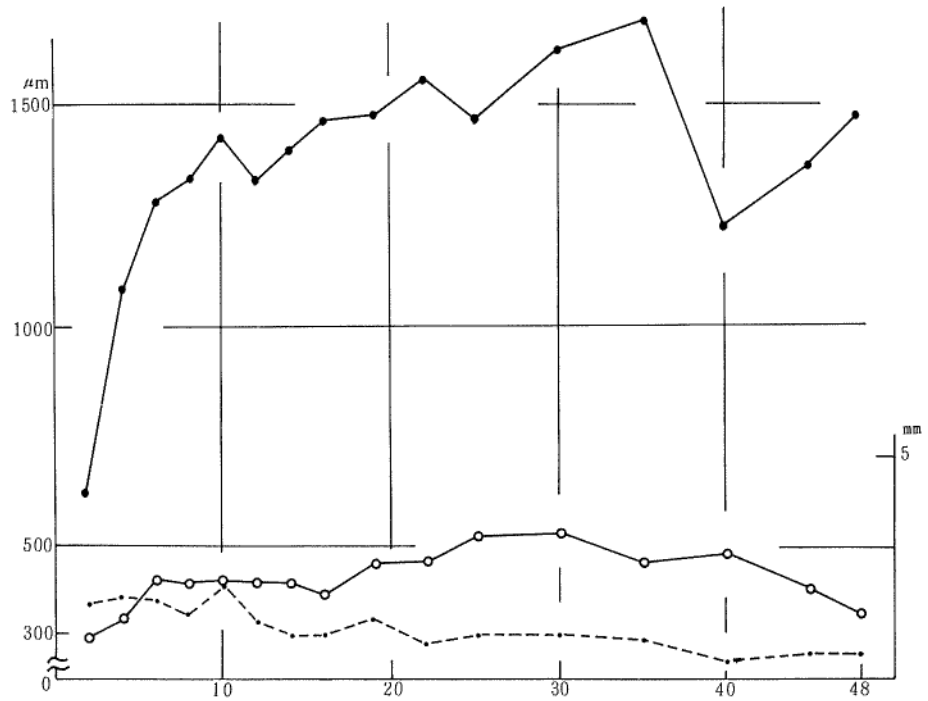
付図2 ネコヤナギ (*Salix gracilistyla* Mig.)



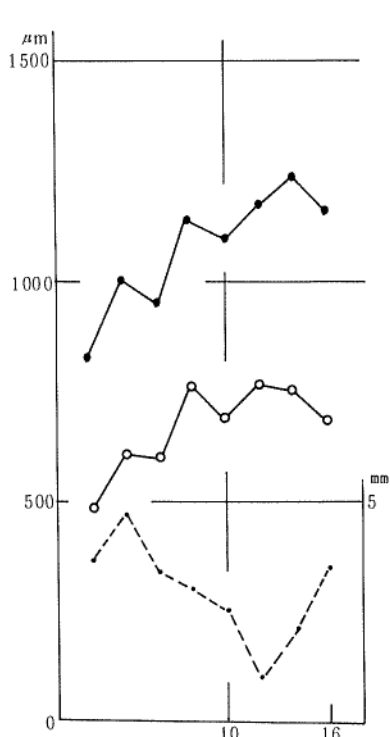
付図3 オニグルミ (*Juglans mandschurica* Maxim.)



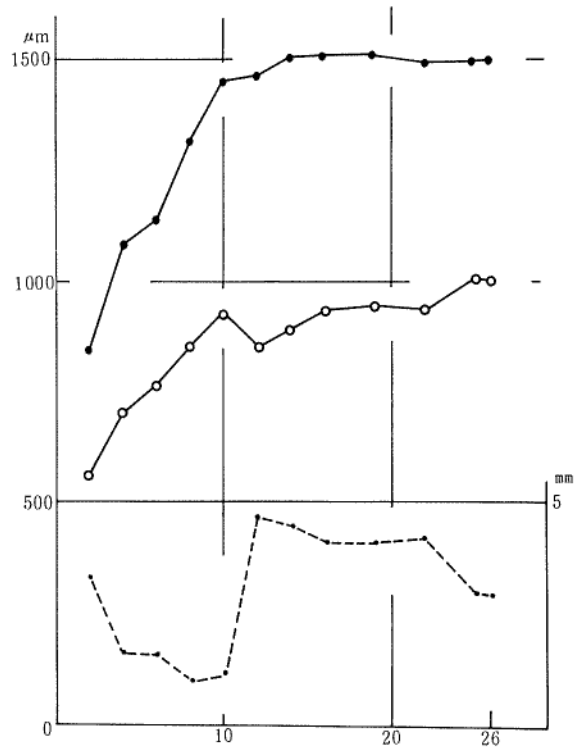
付図4 サワグルミ (*Pterocarya rhoifolia* Sieb. et Zucc.)



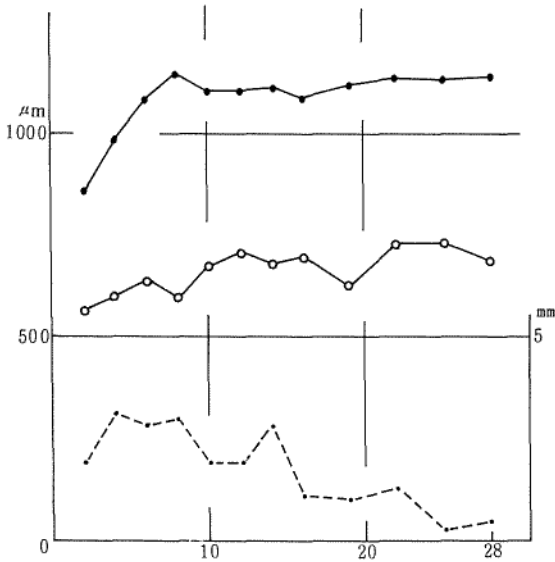
付図5 ノダグミ (*Platycarya strobilifera* Sieb. et Zucc.)



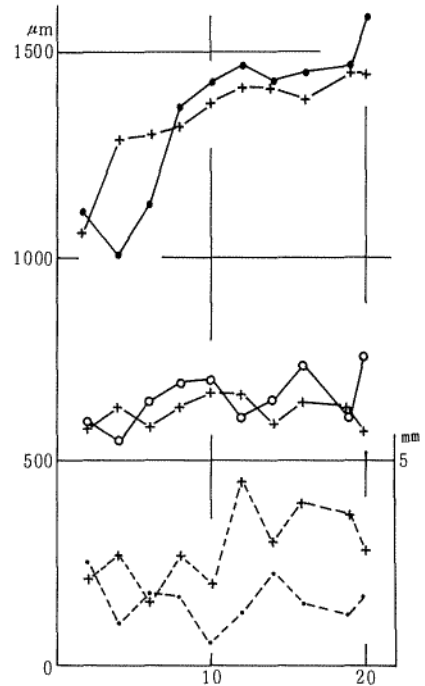
付図6 ハンノキ (*Alnus japonica* Steud.)



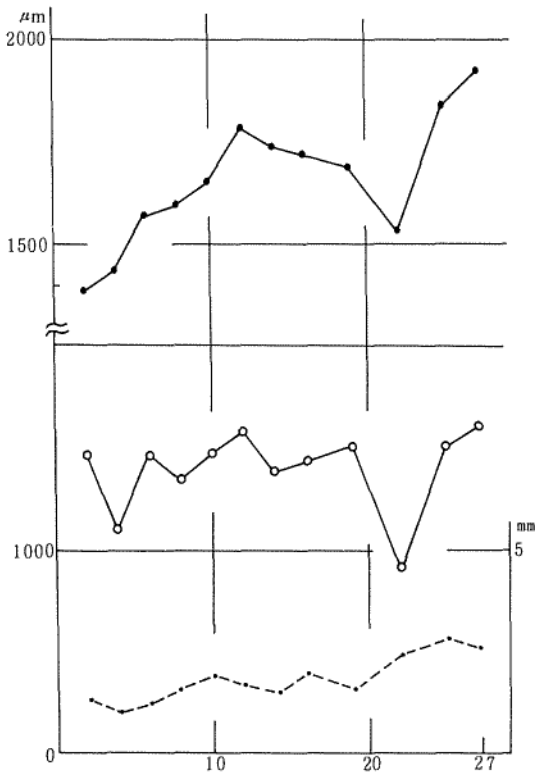
付図7 ヤマハンノキ (*A. hirsuta* Turcz.)



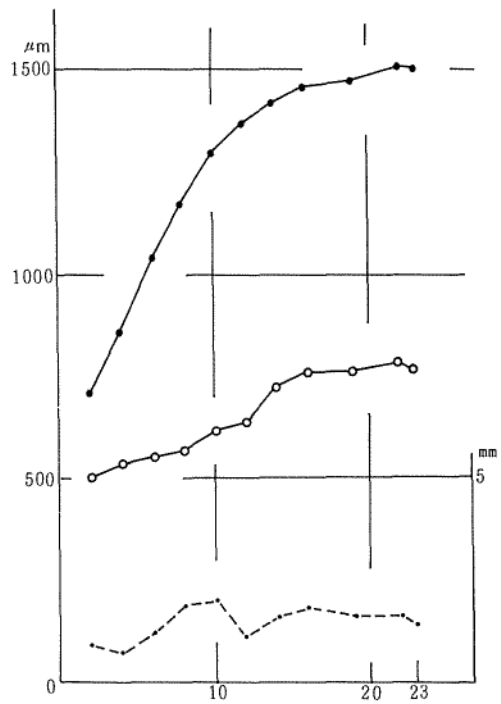
付図8 ヒメヤシャブシ (*A. pendula* Matsum.)



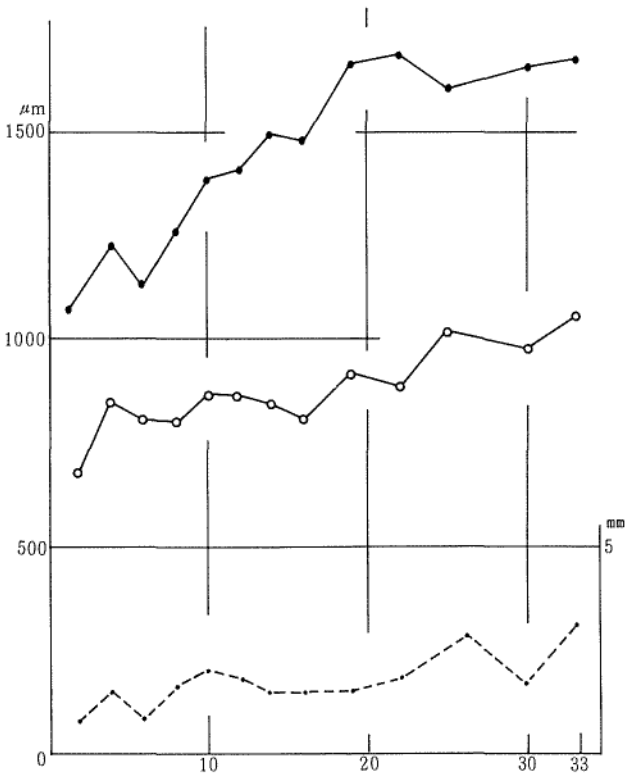
付図9 アカシデ (*Carpinus laxiflora* Blume)



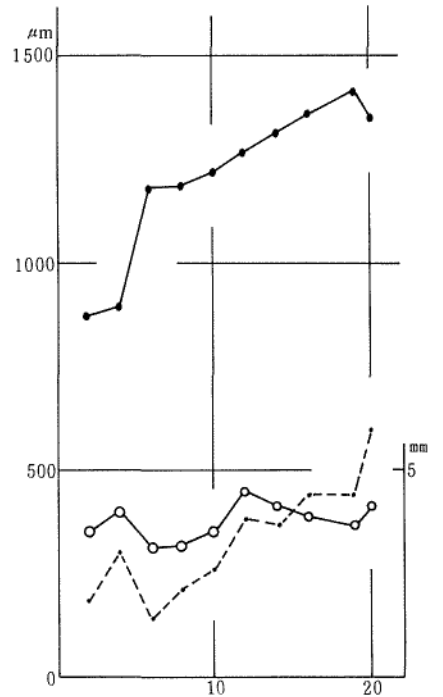
付図10 イヌシデ (*C. tschonoskii* Maxim.)



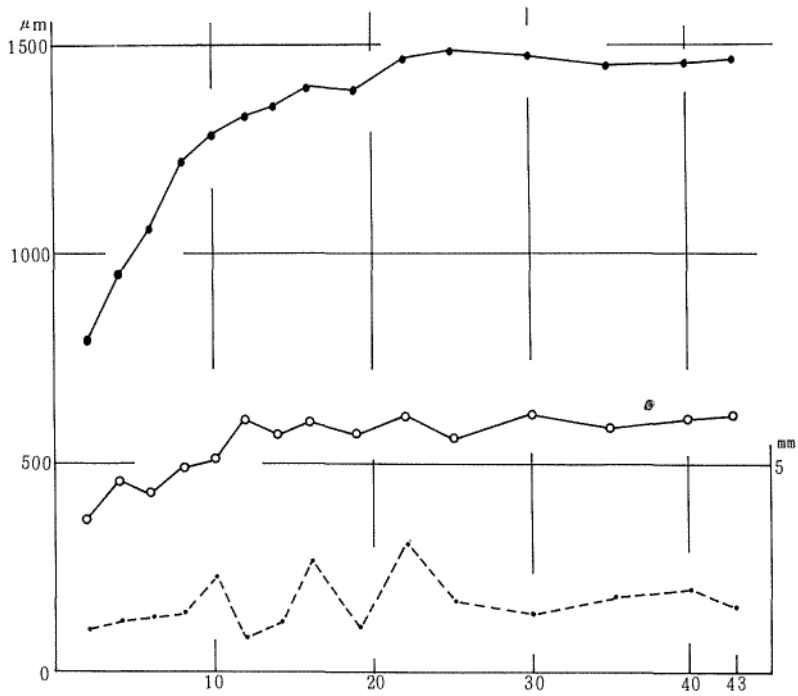
付図11 クマンデ (*C. japonica* Blume)



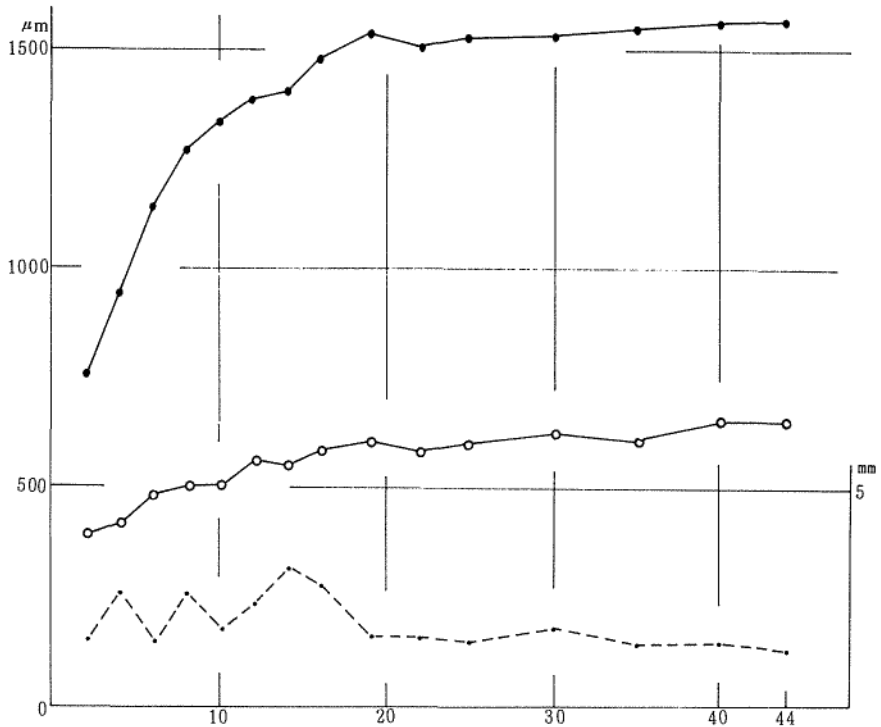
付図12 ミズメ (*Betula grossa* Sieb. et Zucc.)



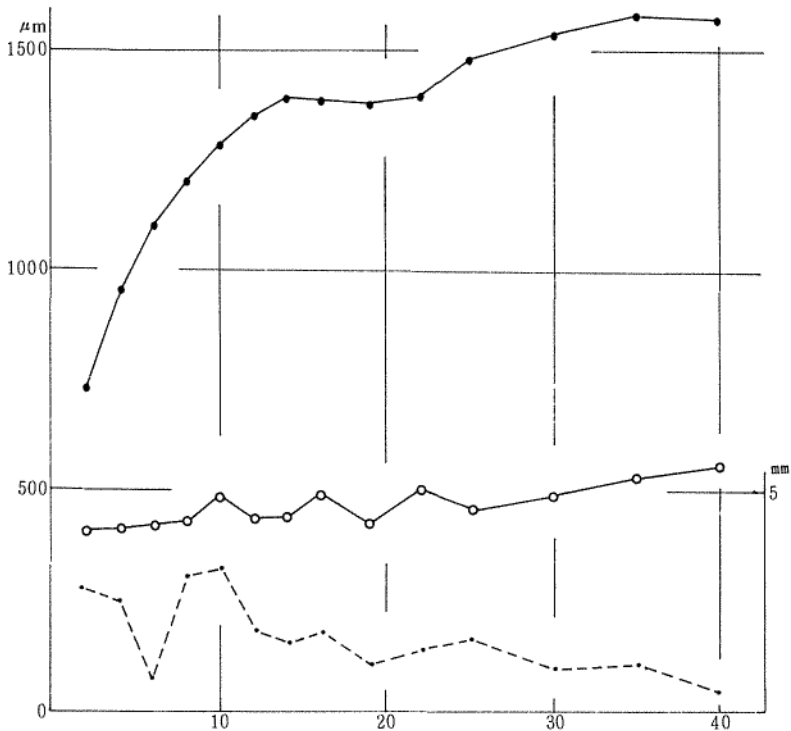
付図14 ミズナラ (*Quercus crispula* Blume)



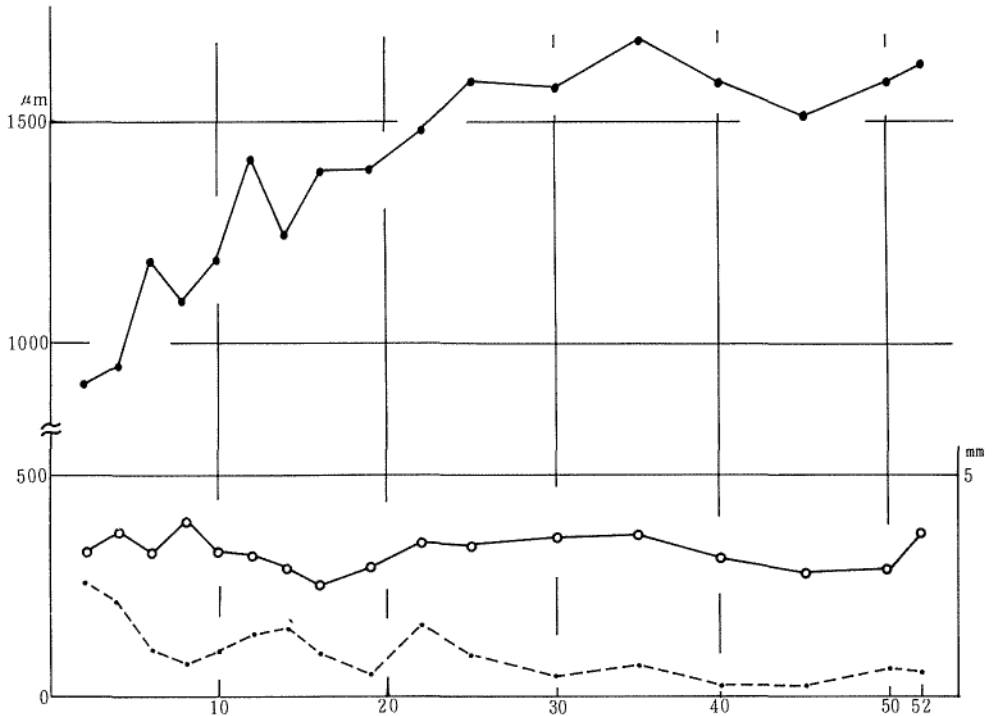
付図13 ブナ (*Fagus crenata* Blume)



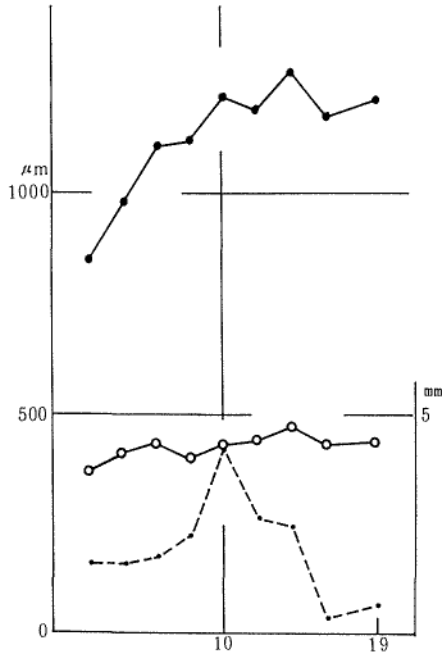
付図15 コナラ (*Q. serrata* Thunb.)



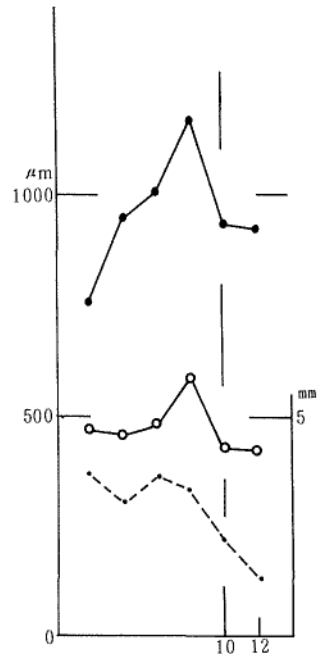
付図16 クヌギ (*Q. acutissima* Carr.)



付図17 カシワ (*Q. dentata* Thunb.)

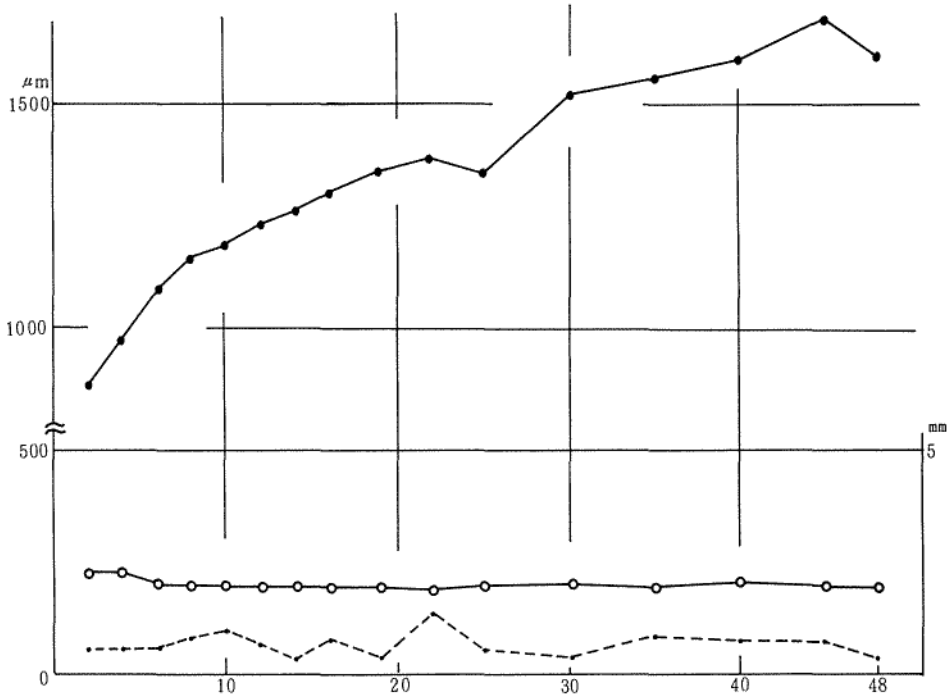


付図18 ナラガシワ (*Q. aliena* Blume)

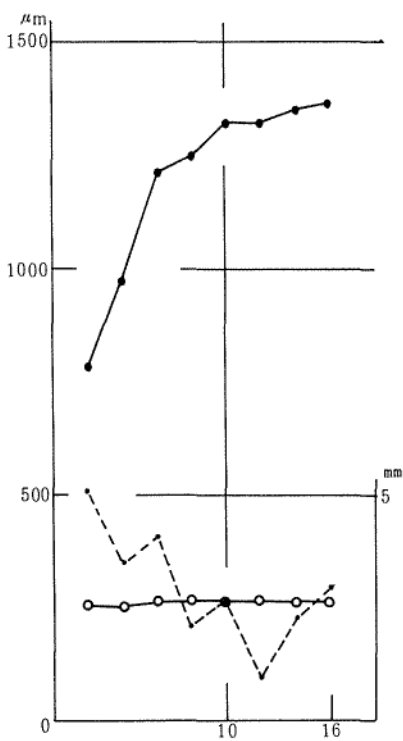


付図19 クリ (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.)

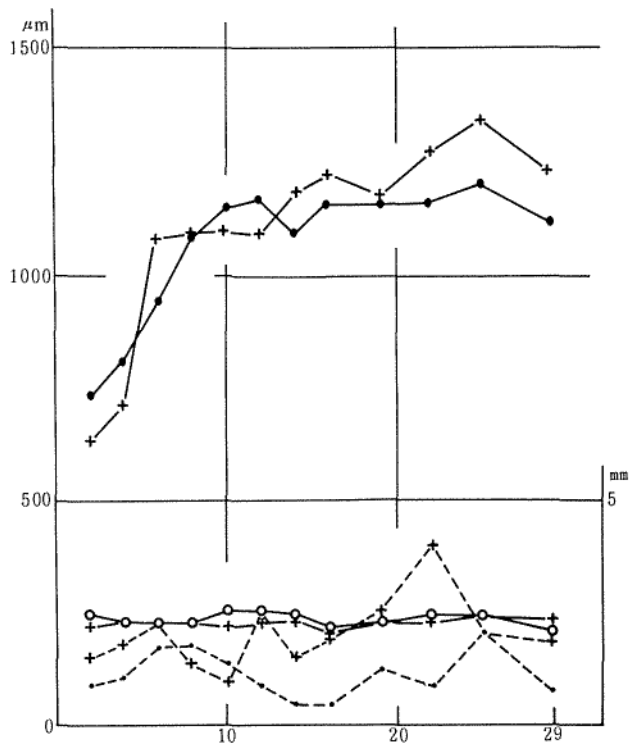




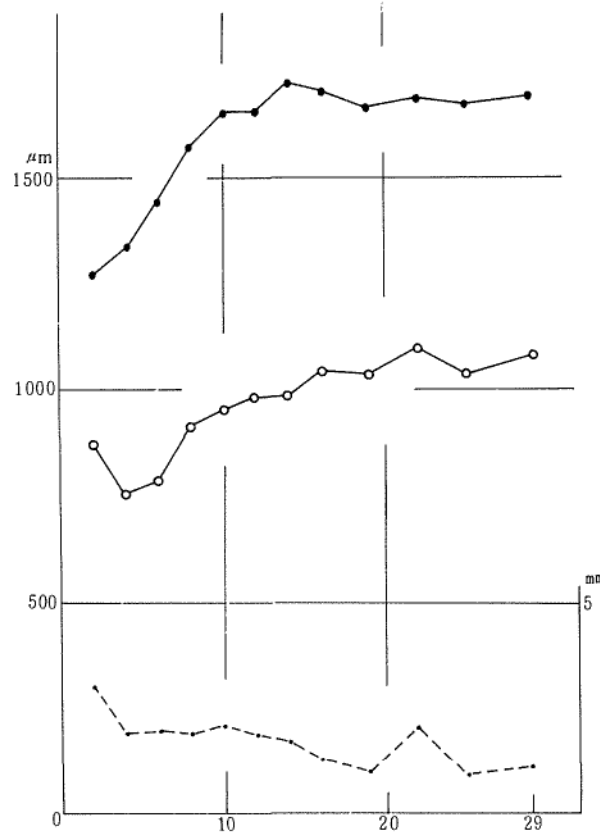
付図20 ケヤキ (*Zelkova serrata* Mak.)



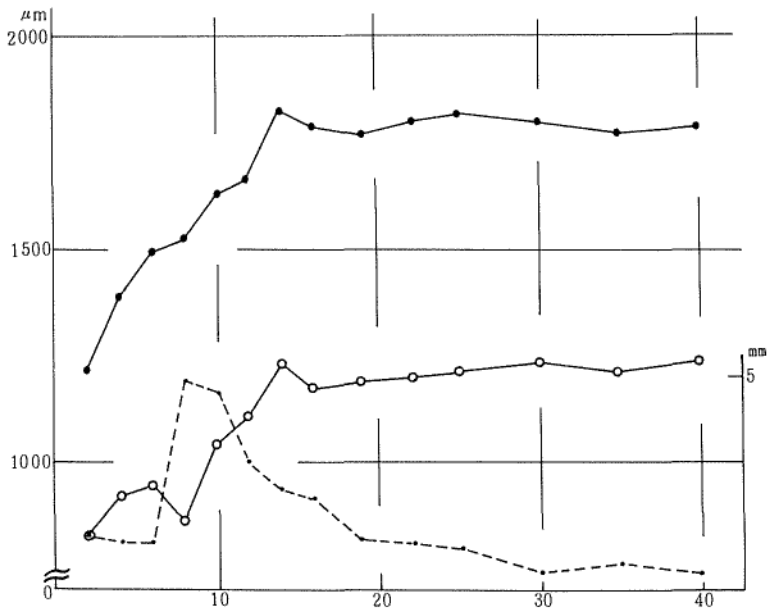
付図21 ハルニレ (*Ulmus Davidiana* Planch.)



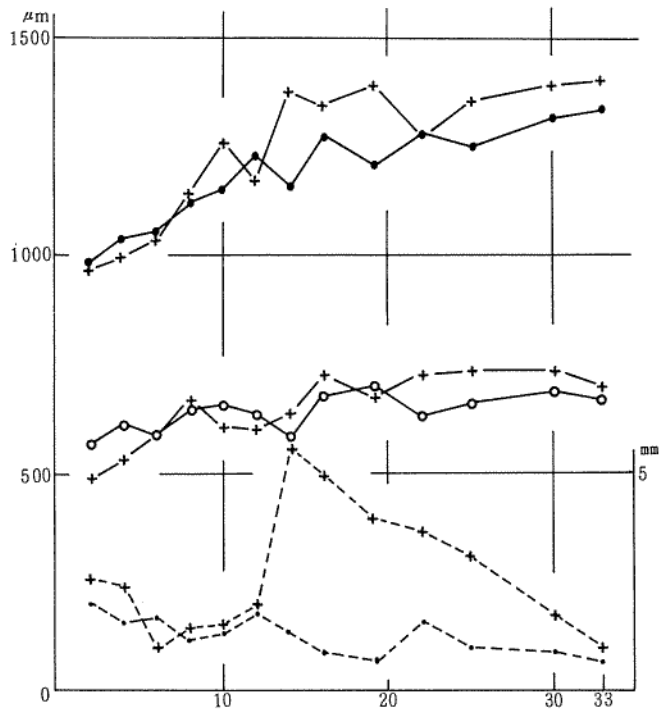
付図22 ヤマダワ (*Morus bombycis* Koidz.)



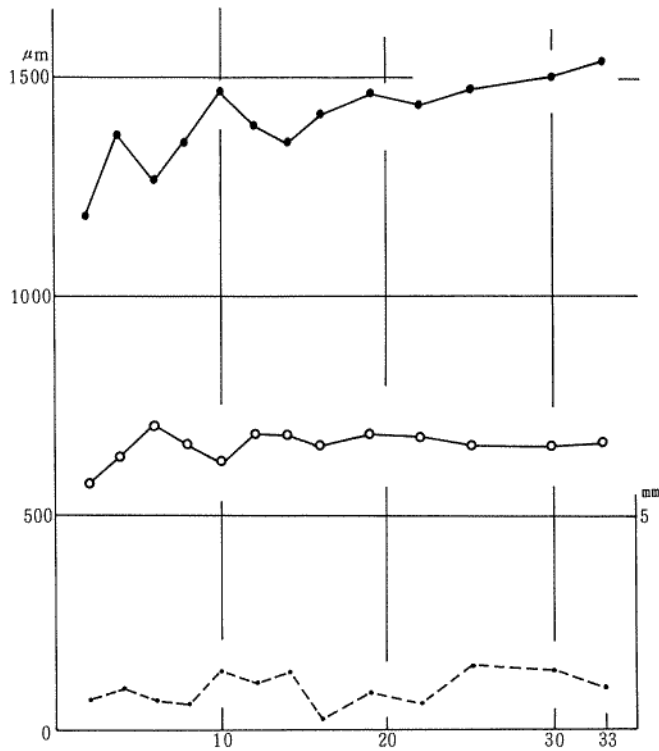
付図23 フサザクラ (*Euptelea polyandara* Sieb. et Zucc.)



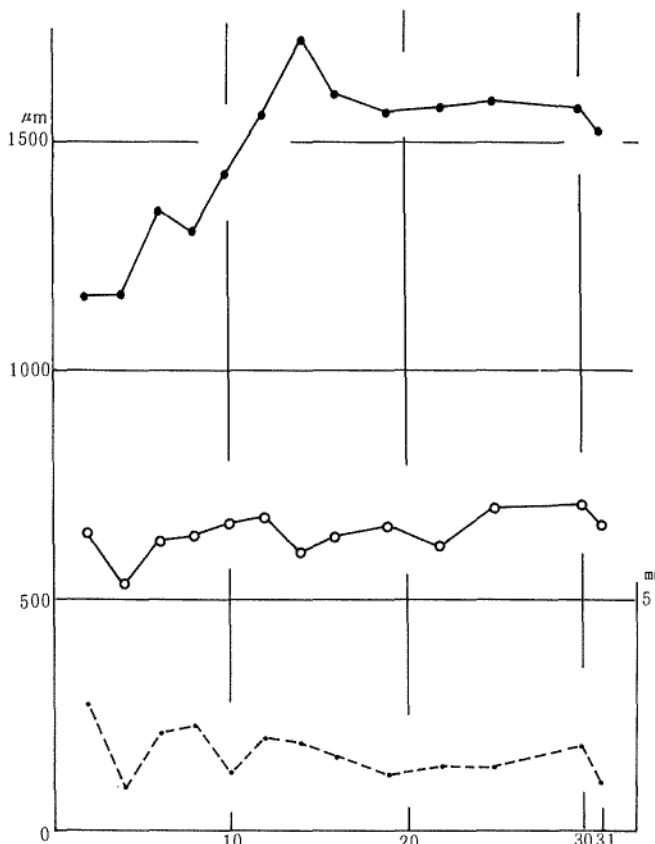
付図24 カツラ (*Cercidiphyllum japonicum* Sieb. et Zucc.)



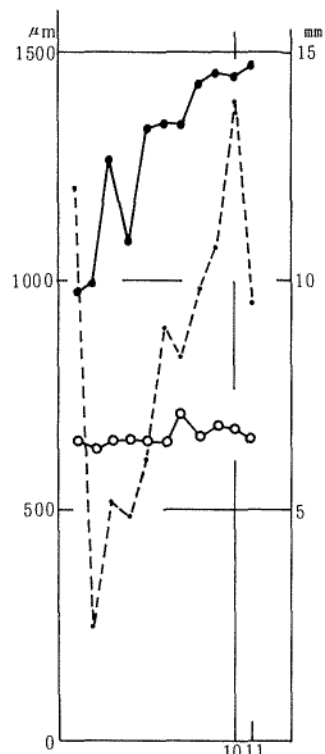
付図25 コブシ (*Magnolia kobus* Dc.)



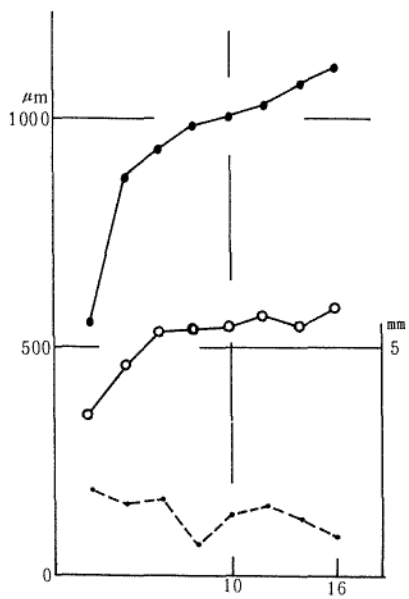
付図26 タムシバ (*M. salicifolia* Maxim.)



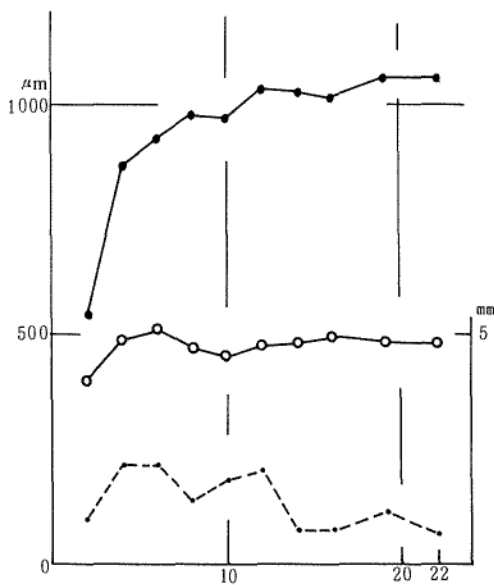
付図27 ホオノキ (*M. obovata* Thub.)



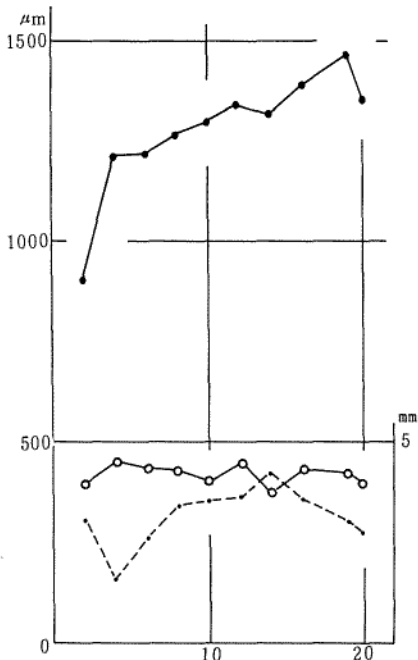
付図28 ユリノキ (*Liriodendron tulipifera* L.)



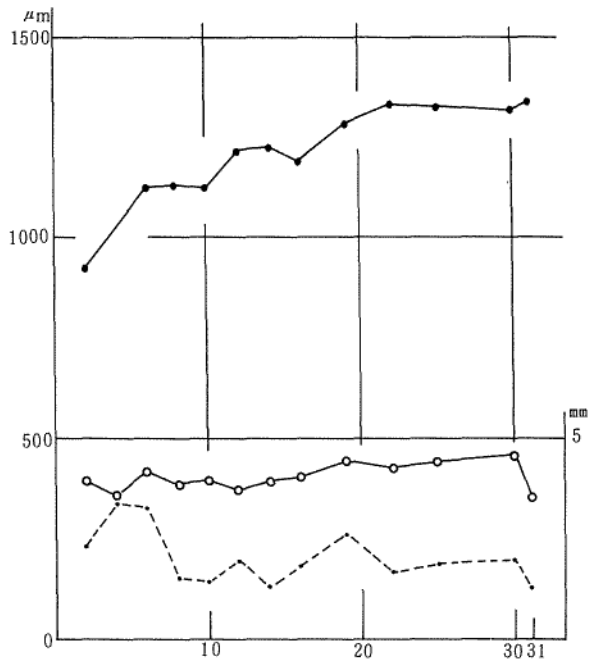
付図29 クロモジ (*Benzoin umbellatum* Rehd.)



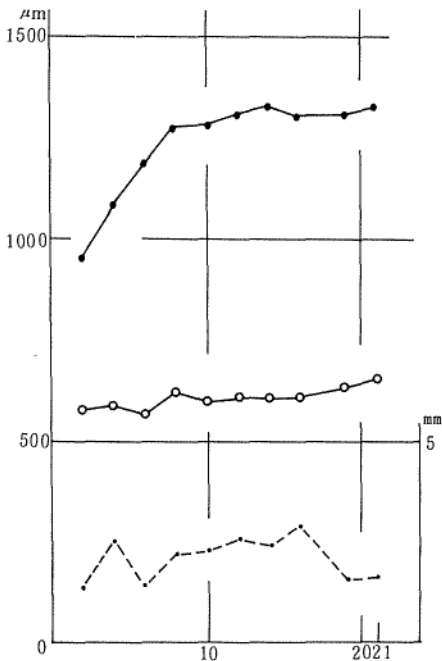
付図30 ダンコウバイ (*B. obtusilobum* O. Kuntze)



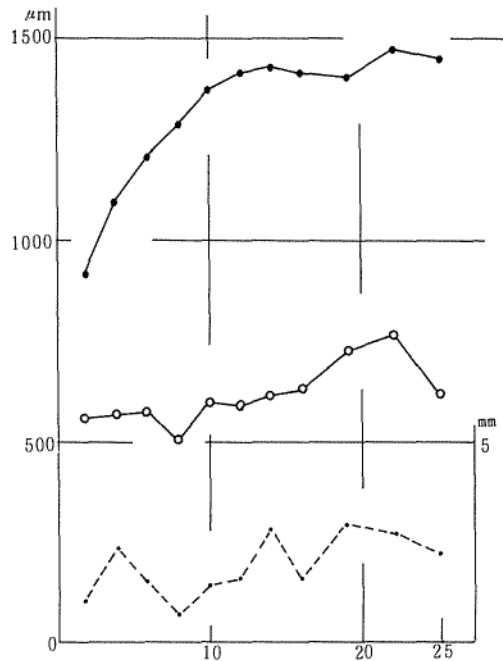
付図31 ヤマザクラ (*Prunus sargentii* Rehd.)



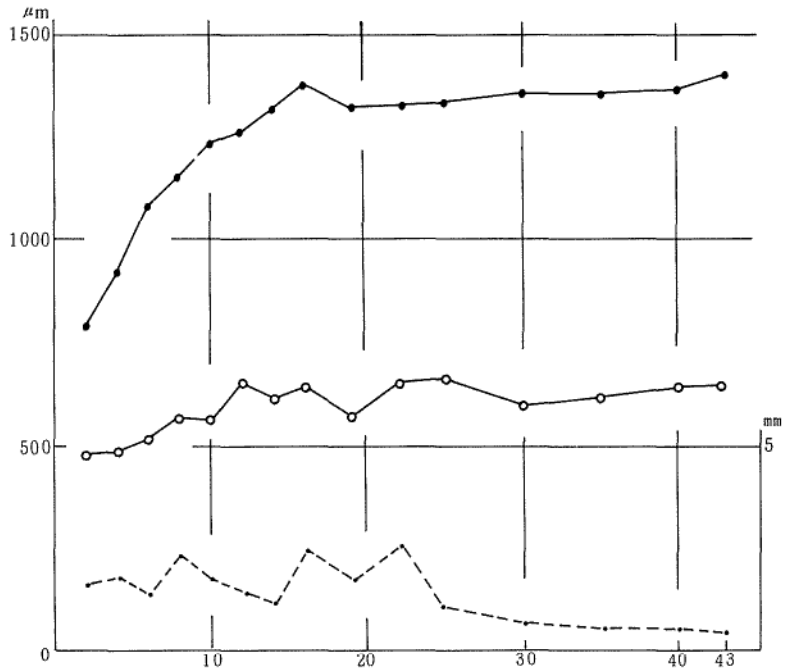
付図32 ウワミズザクラ (*P. grayana* Maxim.)



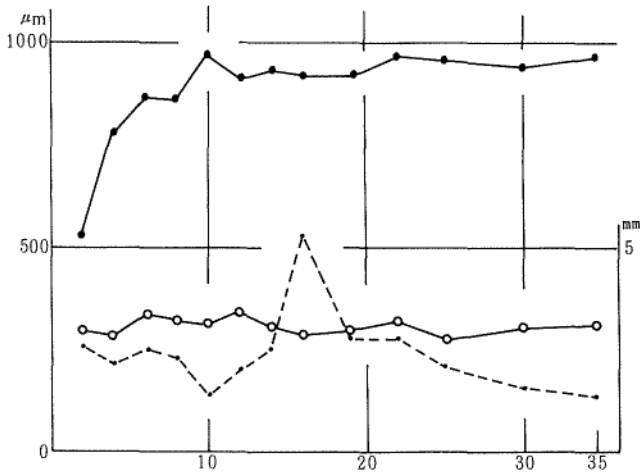
付図33 アズキナシ (*Sorbus alinifolia* K. Koch)



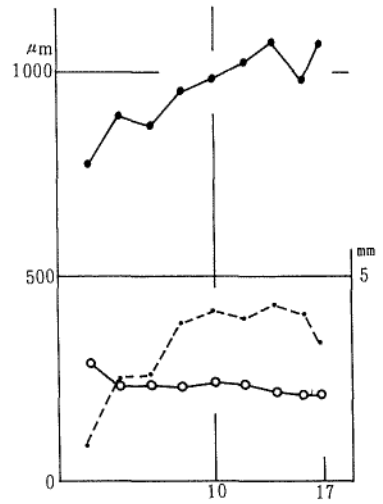
付図34 ウラジロノキ (*S. japonica* Sieb.)



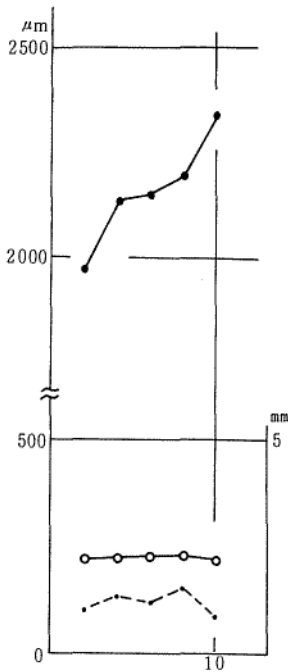
付図35 ツシマナナカマド (*S. wilfordii* Koehne)



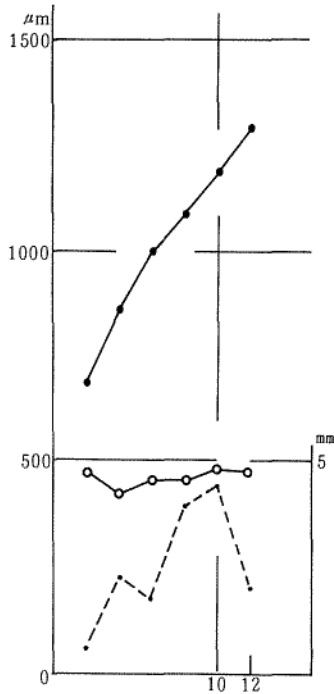
付図36 ネムノキ (*Albizzia julibrissin* Durazz.)



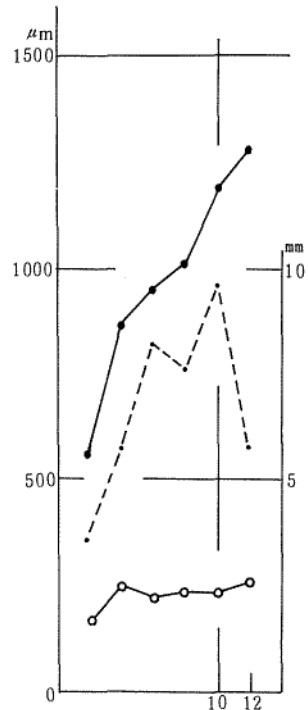
付図37 ニセアカシア (*Robinia pseudoacacia* L.)



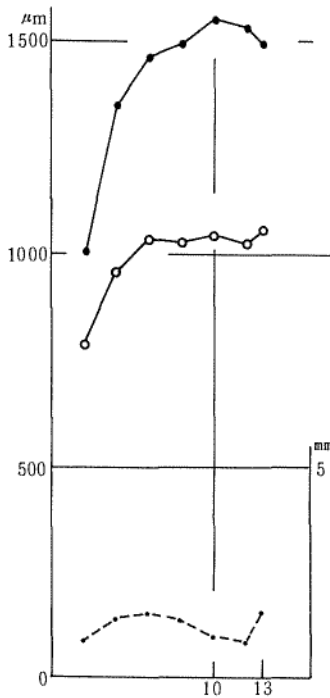
付図38 ノダフジ (*Wistaria floribunda* Dc.)



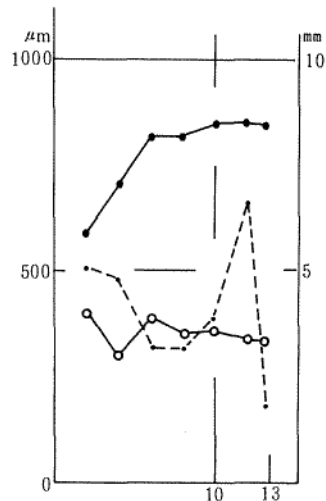
付図39 イヌサンショウ (*Fagara mantchurica* Honda)



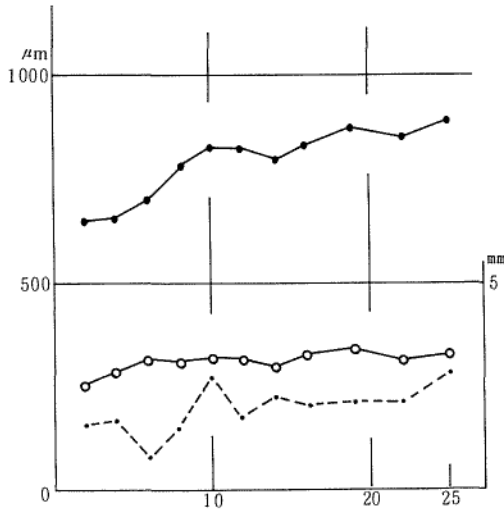
付図40 キハダ (*Phellodendron amurense* Rupr.)



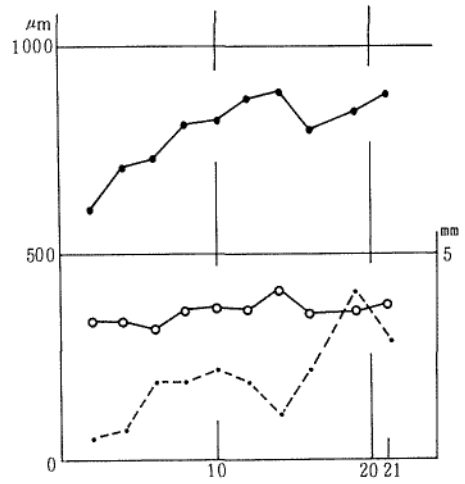
付図41 エゾユズリハ (*Daphniphyllum* var. *humile* K, Rosenth)



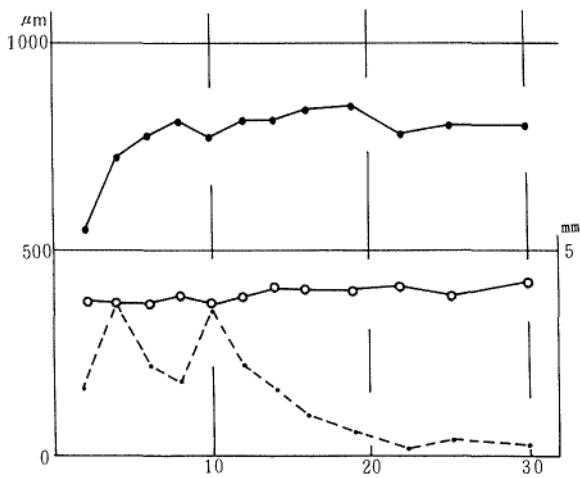
付図42 ヌルデ (*Rhus javanica* L.)



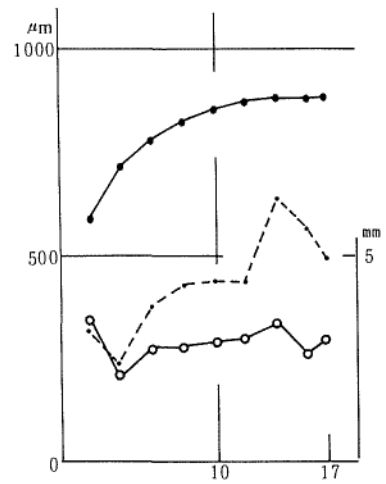
付図43 コハウチワカエデ (*Acer sieboldianum* Mig.)



付図44 ウリハダカエデ (*A. rufinerve* Sieb. et Zucc.)

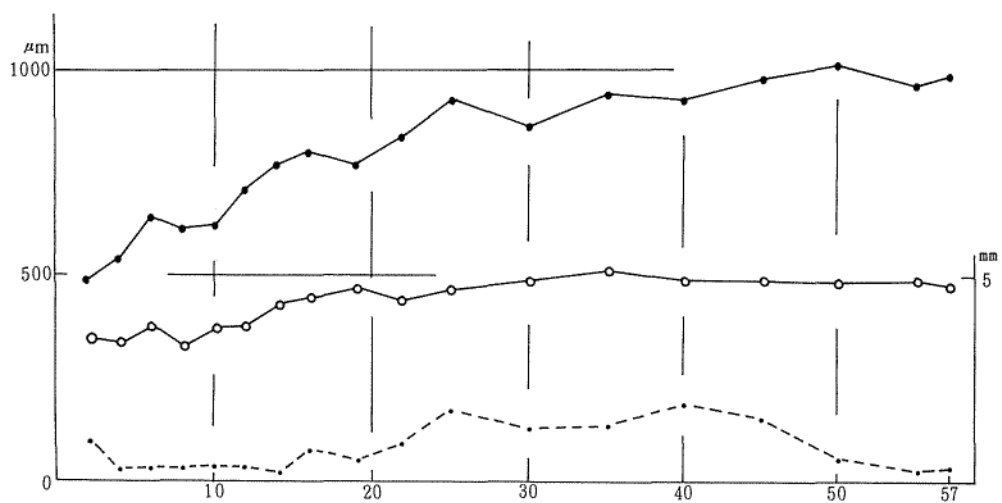


付図45 テツカエデ (*A. nipponicum* Hara)

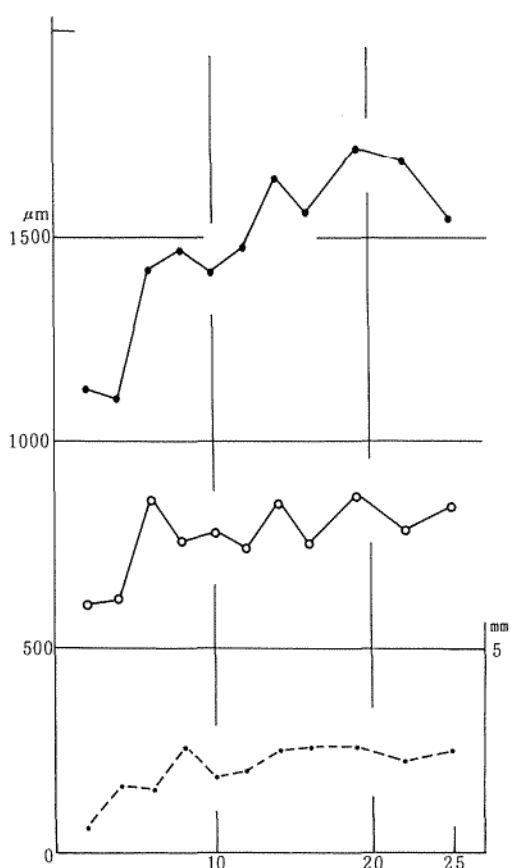


付図46 イタヤカエデ (*A. mono* Maxim.)

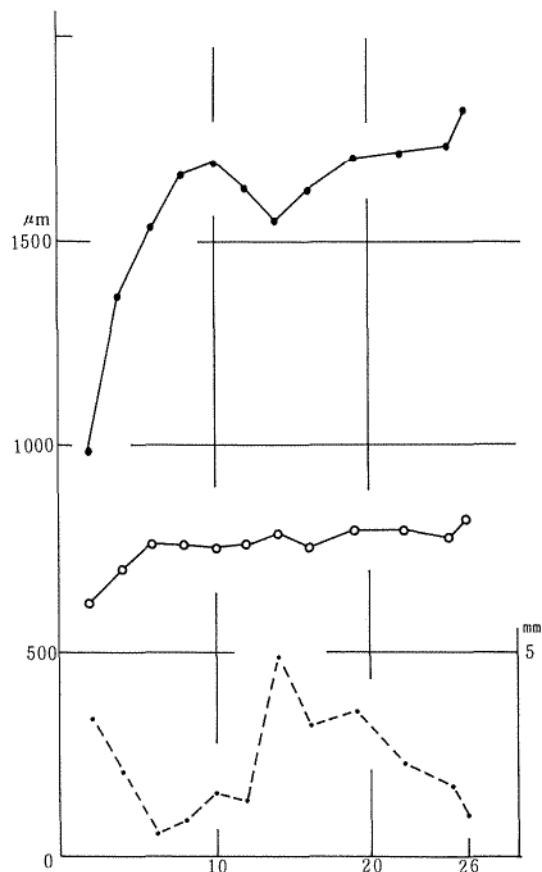




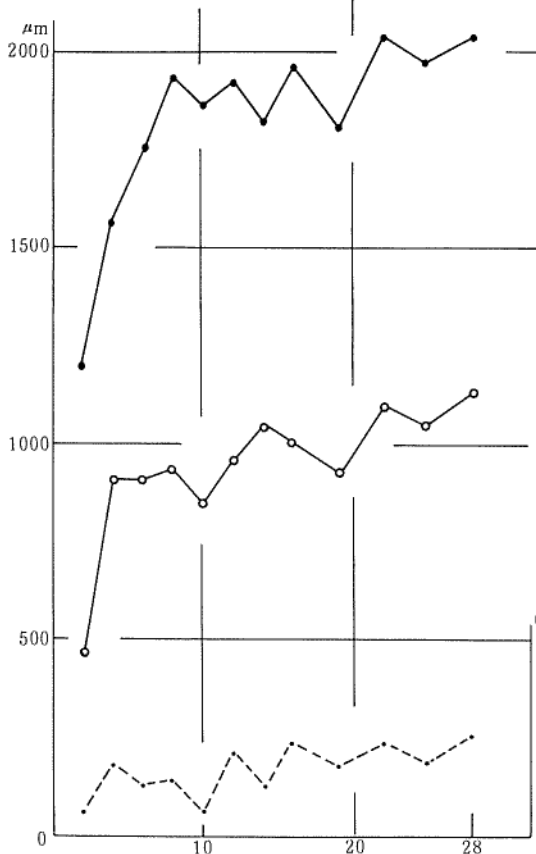
付図47 トチノキ (*Aesculus turbinata* Blume)



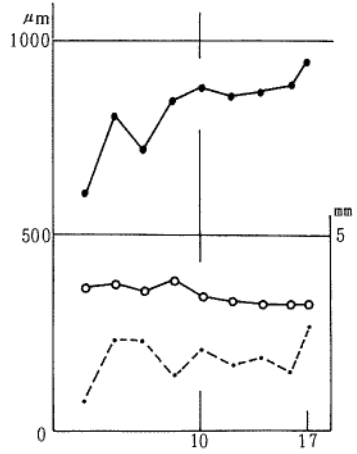
付図49 アオハダ (*Ilex macropoda* Mig.)



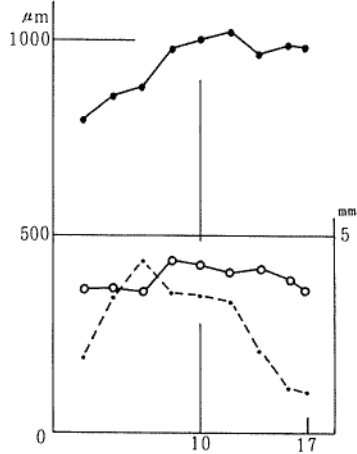
付図48 アワブキ (*Meliosma myriantha* Sieb. et Zucc.)



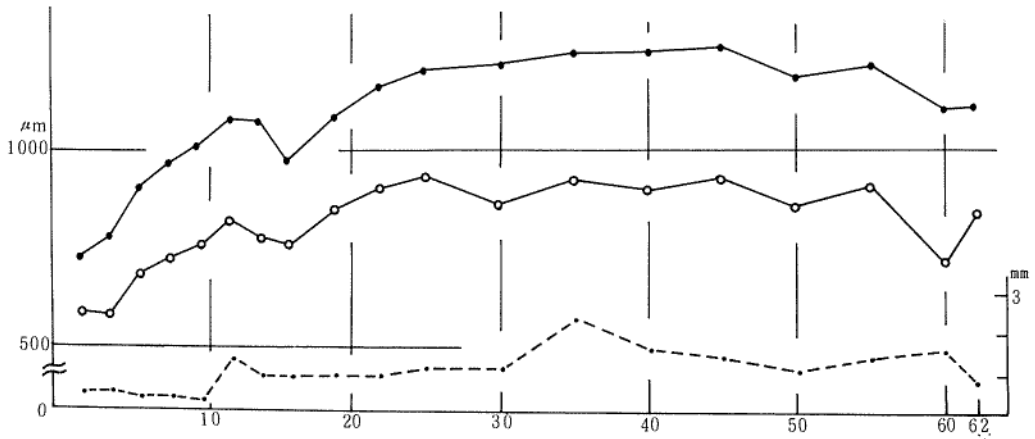
付図50 ソヨゴ (*I. pedunculosa* Miq.)



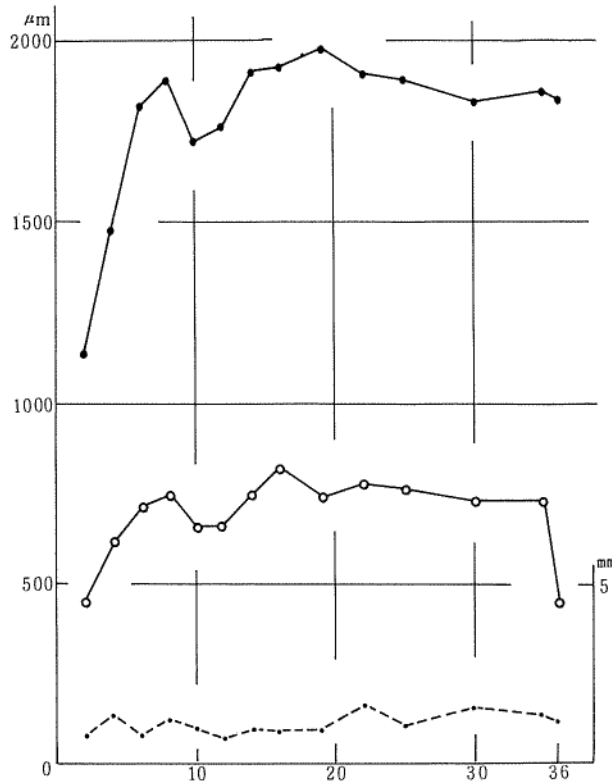
付図52 クロウメモドキ (*Rhamus japonica* Maxim.)



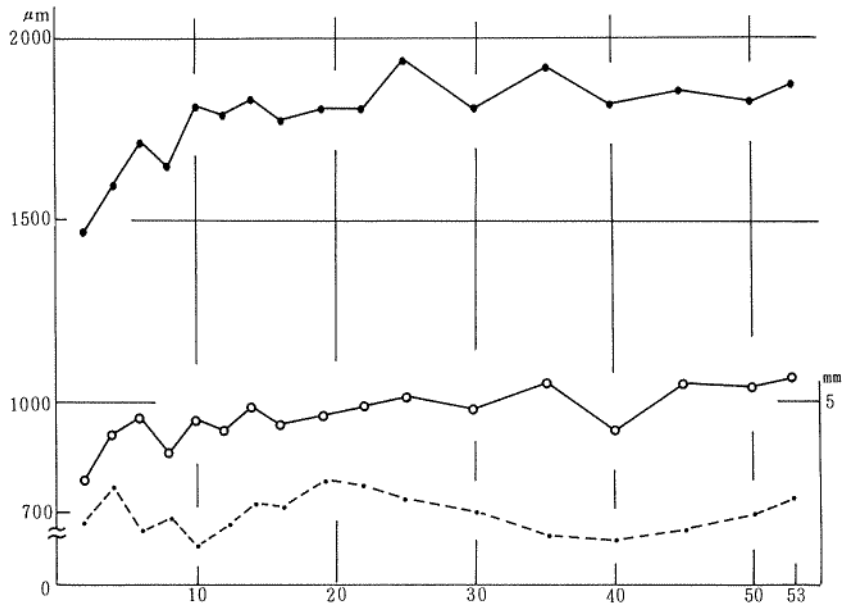
付図53 イソノキ (*R. crenata* Sieb. et Zucc.)



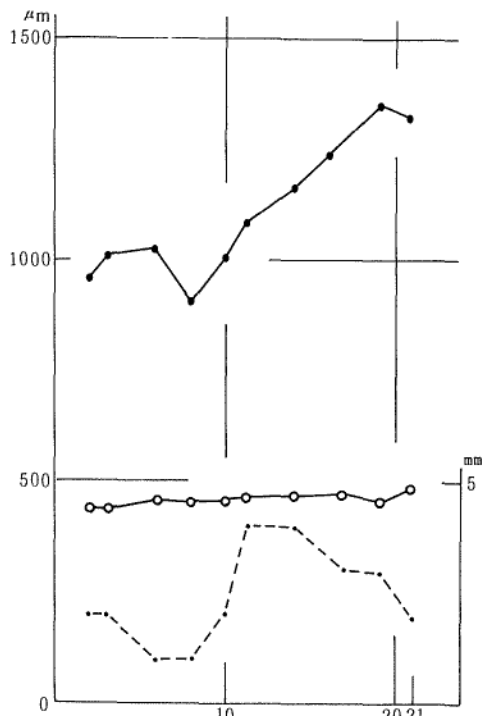
付図51 ツリバナ (*Euonymus oxyphylla* Miq.)



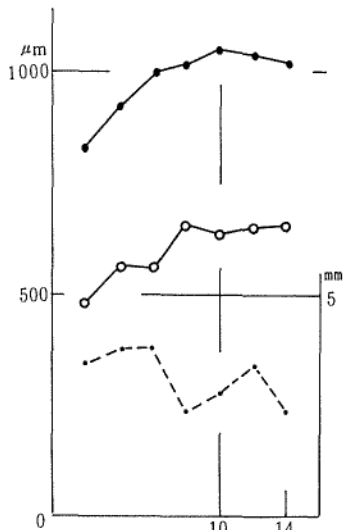
付図 54 ツバキ (*Camellia japonica* L.)



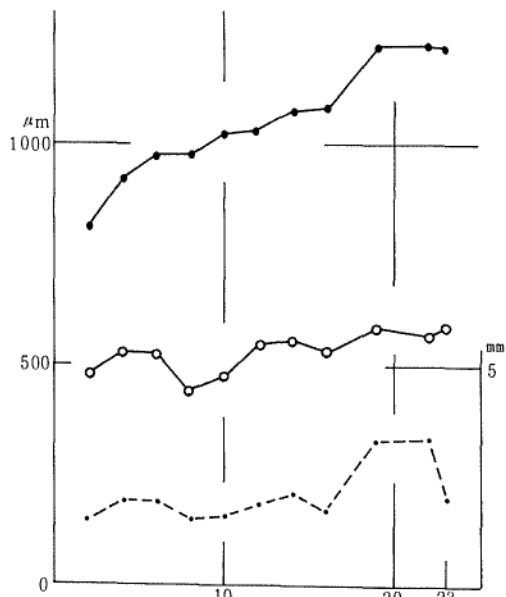
付図 55 ナツツバキ (*Stewartia pseudocamellia* Maxim.)



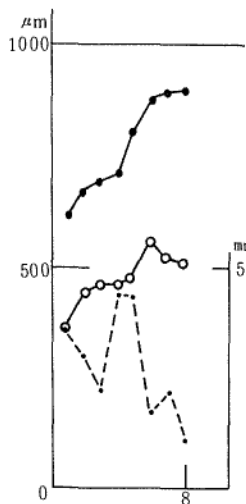
付図56 シナノキ (*Tilia japonica* Simk.)



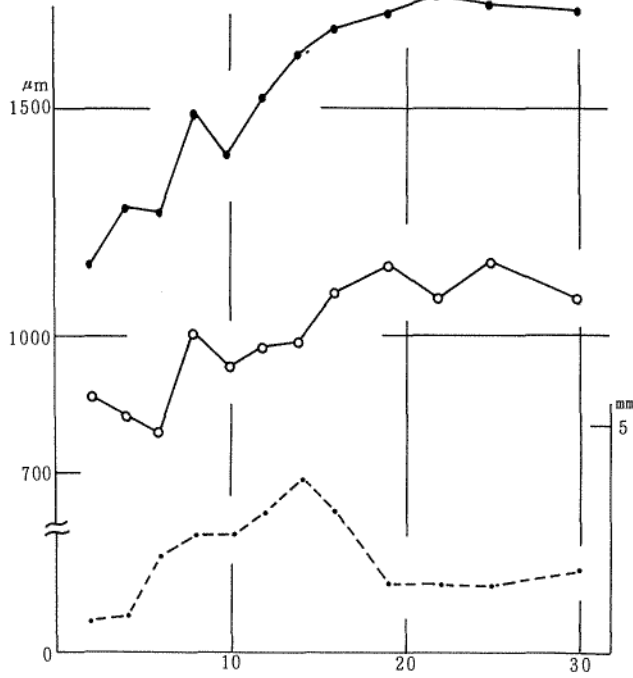
付図57 コシアブラ (*Acanthopanax sciadophylloides* Fr. & Sav.)



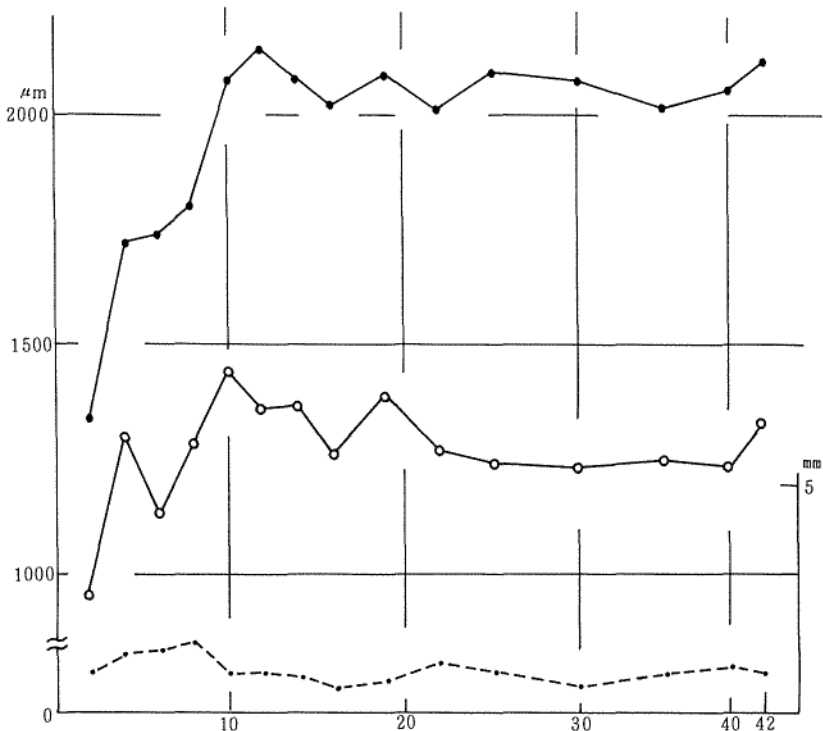
付図58 ハリギリ (*Kolopanax septemlobus* Koidz.)



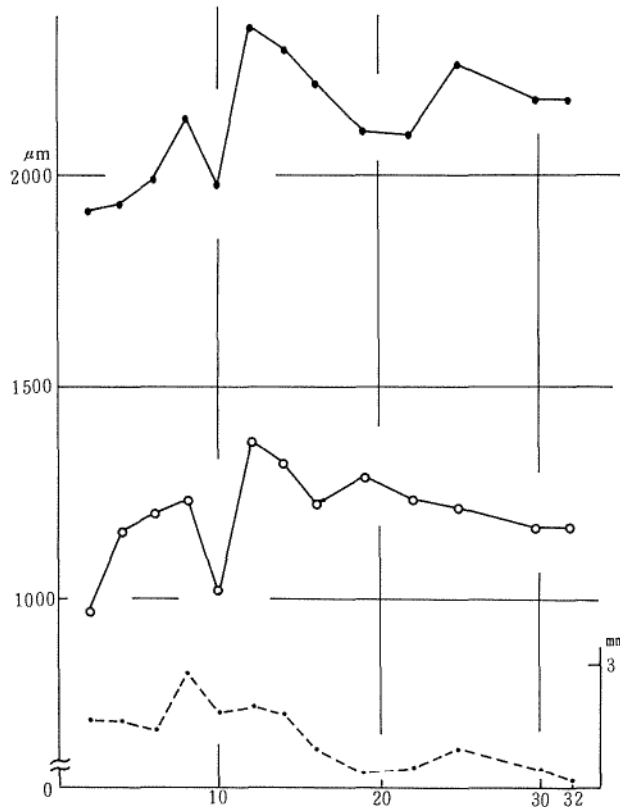
付図59 タラノキ (*Aralis elata* Seem.)



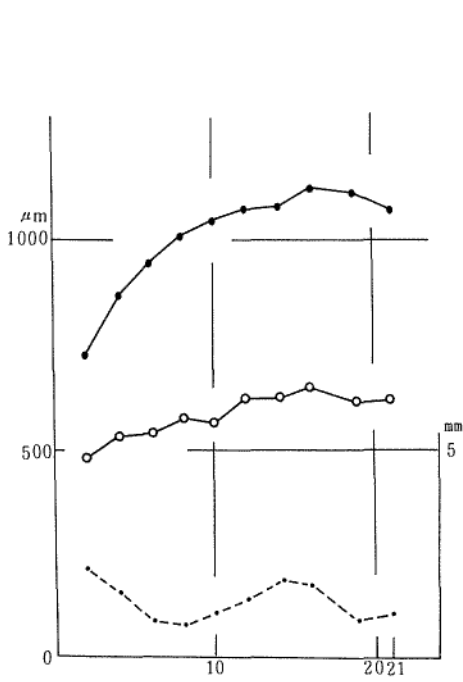
付図60 ミズキ (*Cornus controversa* Hemsl.)



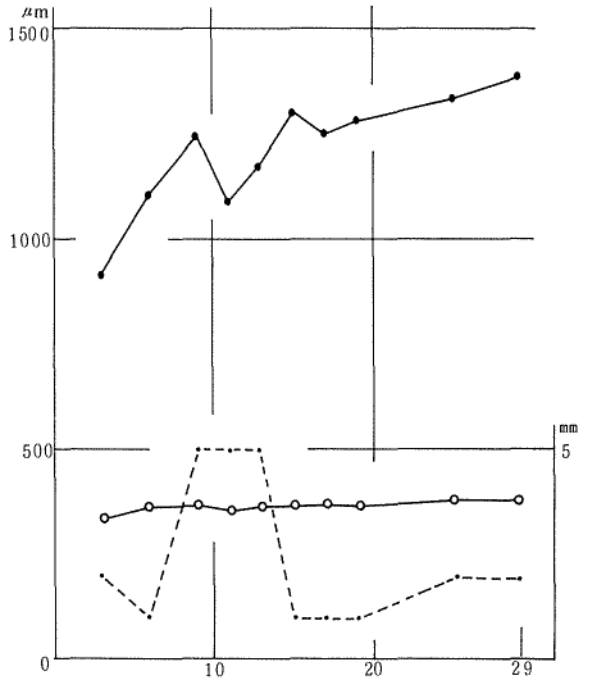
付図61 ヤマボウシ (*C. Kousa* Buerg.)



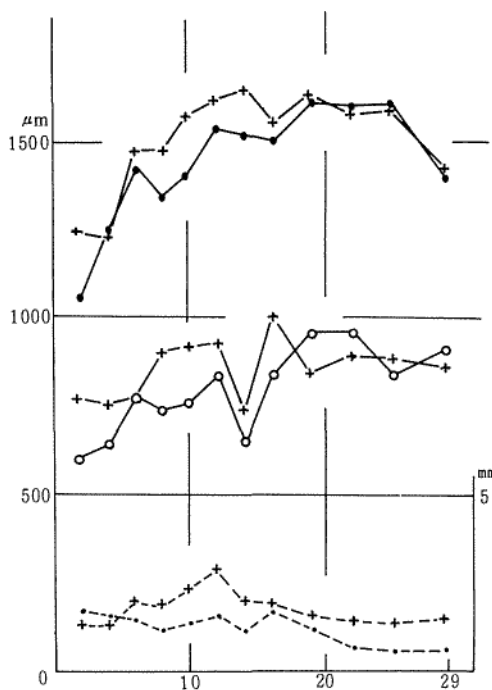
付図62 リョウブ (*Clethra barbinervis* Sieb. et Zucc.)



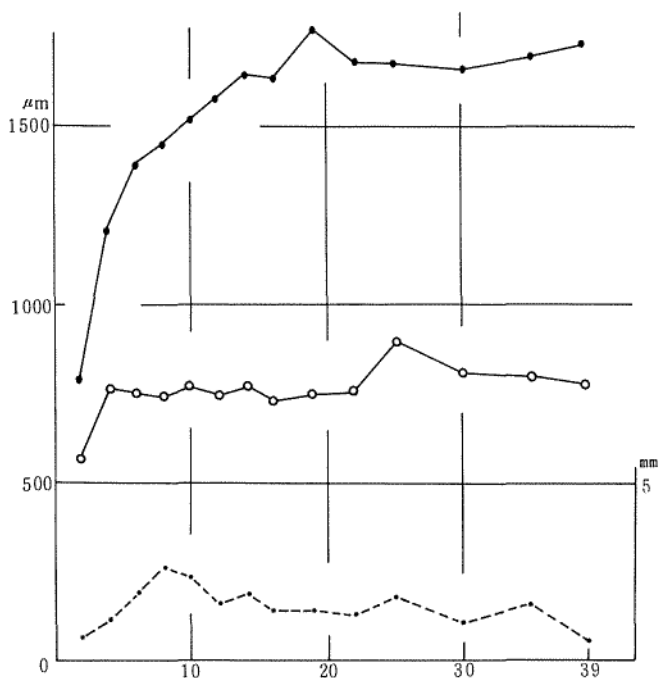
付図63 ネジキ (*Lyonia neziki* Nakai et Hara)



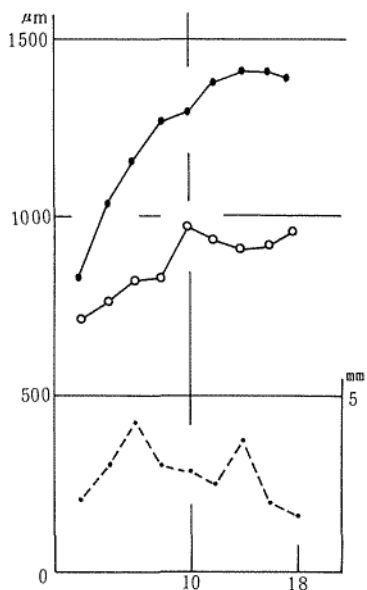
付図64 カキノキ (*Diospyros kaki* Thunb.)



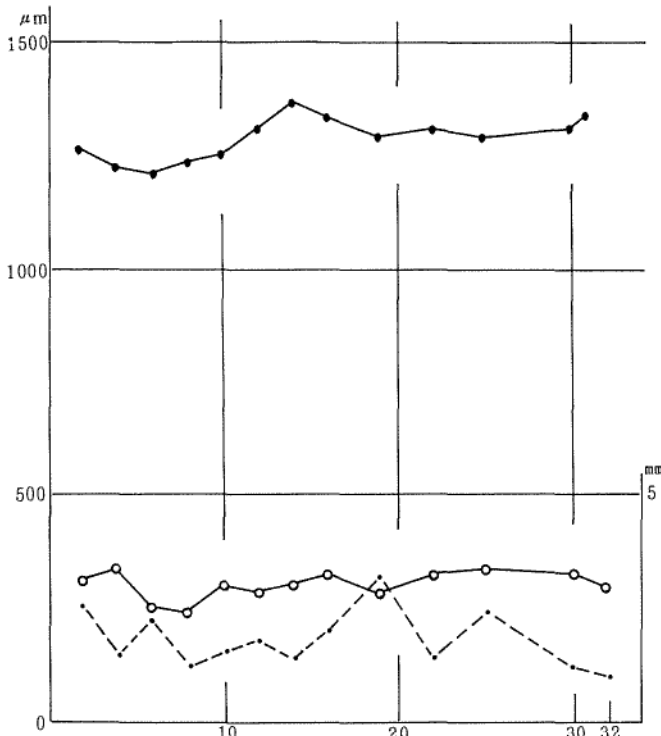
付図65 エゴノキ (*Styrox japonica* Sieb. et Zucc.)



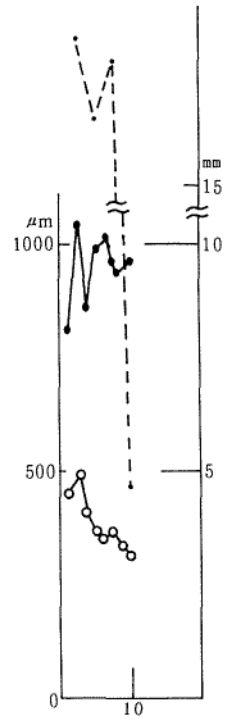
付図66 ハクウンボク (*S. Obassia* Sieb. et Zucc.)



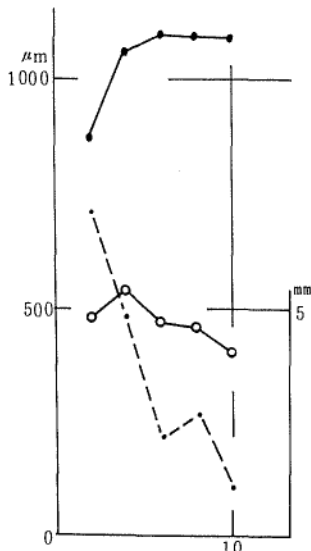
付図67 オオバアサガラ  
(*Pterostyrax hispida*  
Sieb. et Zucc.)



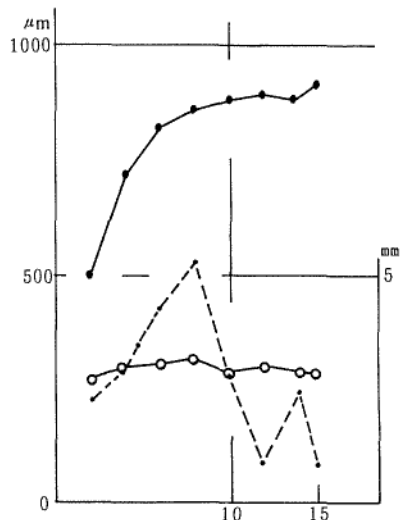
付図68 アオダモ (*Fraxinus lanuginosa* Koidz.)



付図70 キリ (*Paulownia tomentosa* Steud.)



付図69 クサギ (*Clerodendron Trichotomum* Thunb.)



付図71 キササゲ (*Catalpa ovata* G. Don)