

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

須川 豊 伸[Ⓐ]

Toyonobu SUGAWA: Properties of the Important Japanese Woods
Anatomical Properties (I)
Fiber length of the important Japanese hardwoods

要 旨：日本産主要広葉樹22科40種の繊維長を測定し、髄から外側へむかう変動の経過を示した。さらに一部については繊維長に影響を及ぼすことが考えられる生長の良否（年輪幅の広狭）と、繊維長の水平方向の変動とを対応して示した。

繊維長が安定し始める髄からの年輪数を樹種ごとに示した。

各樹種の繊維長の安定している部分の平均値を成熟材の繊維長、それより内側の年輪の繊維長を未成熟材の繊維長として、それぞれ表に示した。

各樹種の第1年輪の繊維長と成熟材の繊維長の比を求め、伸長率として表に示した。

目 次

1. ま え が き	135
2. 供試材および測定方法	136
3. 測 定 結 果	136
4. 考 察	136
(1) 繊維長の樹心から外側への変動の経過	136
(2) 繊維長の伸長率	137
(3) 繊維長の級分け	145
5. ま と め	145
文 献	166
Summary	167

1. ま え が き

この報告は日本産主要樹種の組織構造的性質の観察結果の一部として、主要広葉樹の繊維長について述べたものである。

繊維（真正木繊維および繊維状仮道管を含めて）は広葉樹材を構成する主要な要素の一つであり、木材の多くの性質に影響を及ぼしている。したがって、その形態について、正確な資料を提出することは、木材の用材あるいは繊維原料などとしての利用、さらにはそれらの研究のためにも有意義なことであると考えられる。

ここでは繊維の寸度のうち長さを取り上げて測定し、また、その水平方向の変動についての資料を提出した。さらに部分的には繊維長に影響を及ぼすことが予想される肥大生長の良否（年輪幅の広狭）を取上げ、繊維長の水平方向の変動と対応できるよう図示した。木材利用を考慮した場合、しばしば未成熟材と成熟材の性質が異なることが指摘され、その区分の拠点として繊維長の安定し始める時期が取り上げられているので、ここでは両者の区分の基準を設け、その区分に基づいて、それぞれの値を提出した。

SANIO¹⁸⁾ がオウシュウアカマツ (*Pinus sylvestris*) の仮道管長の変動について報告して以来、針葉樹および広葉樹について、それぞれ仮道管および繊維などの長さおよびその変動に関する研究報告は DINWOODIE⁴⁾ も紹介しているように非常に多い。日本産広葉樹についても報告が出されているが^{9)~10)12)14)~17)20)23)} これらの報告では、その対象樹種が少数の樹種に限られている。またその測定個所についても一様でなく、髄からの年輪数、繊維の測定本数、さらには年輪幅に関する記載の欠除などがあり、測定結果を同じ条件で比較することは容易でない。したがって、これらを考慮した測定値の提出は有意義なことである。

ここでは、日本産の広葉樹 40 種について、上述した項目を考慮していくつかの繊維長を一覧表に示した。

2. 供試材および測定方法

(1) 供試材

供試材は Table 1 に示した日本産主要広葉樹 22 科 40 種からのもので、「日本産主要樹種の性質」²¹⁾ にしたがって選ばれたものである。

各樹種の供試材本数は原則として 2 本とした。これらの供試材の胸高部位 1.2 m から厚さ 5 cm の円板を採取し、その円板の髄を通る幅 2 cm の試料を採取した。

(2) 測定方法

樹心から 1, 3, 5, 7, 10, 13, 15, 17, 20 年輪、それより外は 10 年輪ごとに、それらの晩材部から測定用の細片を採取し、JEFFREY 氏液によって解離した。

なお晩材部を測定個所と定めたことは、BISSET & DADSWELL²⁾ も報告しているように、晩材で繊維長が最も長く、かつ年輪内で最も安定した値を示しているからである。解離した繊維の長さを、投影器（100 倍）を用いて、各年輪ごとに 100 本ずつを測定し、その平均値を求めた。

3. 測定結果

40 樹種の第 1 年輪、未成熟材および成熟材などの繊維長を Table 1 に示した。また各樹種の繊維長の樹心から外側へむかう各測定年輪ごとの値の変動を Fig. 1~40 に示した。なお同時にその試料の年輪幅も測定して対応させた。

4. 考 察

(1) 繊維長の樹心から外側への変動の経過

各樹種の胸高部位における樹心から外側への変動を示した Fig. 1~40 からわかるように、繊維長はどの樹種も樹心付近で最小値を示し、それより外側へ最初は急激に増加し、ある一定の年輪から緩やかに増加するようになる。その後はほとんど一定の長さになるものと、波状を示すものがある。このような傾向

は多くの研究結果とほぼ一致している。しかしながら、繊維長増加の経過を詳細に各樹種ごとに比較してみると、かなりの違いがあることがわかる。

上述した繊維長の髓から外側へむかう変動の経過のうち、髓に近い急激に増加する部分と、その後何らかの原因による変動はあるにしてもほぼ安定するようになる部分とを区別して取扱うことが多く、前者を未成熟な始原細胞から形成されるとして未成熟材、後者を成熟した始原細胞からのものとして成熟材とそれぞれ呼んでいる¹⁸⁾²²⁾。各樹種の繊維長の代表値を比較する場合は、須藤¹⁹⁾もアカマツの繊維長で述べているように、ほぼ安定している成熟材の繊維長をもとにすべきであり、一方未成熟材の繊維長を対比させて論議する時には、未成熟材の繊維長をもとにすべきである。両者を区別せずに同一に論議することは適切ではない。そのような考え方に基づいて本報では繊維長が安定するまでの年輪数を求め Table 1 に示した。また安定するまでの材部の全年輪の繊維長の平均値を未成熟材の繊維長、安定してからのそれを成熟材の繊維長として同表に示した。なお、個々の樹種ごとに未成熟材と成熟材の繊維長の比を求め Table 1 に示した。その値は 1.1~1.8 の範囲にあり、平均は 1.27 であり成熟材の繊維長がおおよそ 27% 長いことがわかった。また未成熟材、成熟材別に繊維長の変動を知るため 標準偏差と変動係数を Table 1 に示した。これによれば未成熟材では変動係数が、どの樹種もおおむね 20% 付近であるが、成熟材では 10% 前後であって未成熟材より変動が少なく安定していることがわかる。

各樹種のうち、髓から最も少ない年輪番号で繊維長が安定するようになるのはキリで、第 5 年輪付近である。一方最も多い年輪番号で安定するようになるのはミズナラ、ミズメなどで第 50 年輪付近である。しかし、他の大多数の樹種は、ほぼ第 15~25 年輪で安定するようになる。

調べた樹種のうちでトチノキ、シナノキ、オオバボダイジュは要素が層階状配列をしている。トチノキの場合、樹心から外側への繊維の伸長が他の樹種にくらべて比較的少なく、これは BAILEY²⁾ や CHALK³⁾ が層階状配列をする樹種について調べた結果とほぼ一致している。しかし、シナノキ、オオバボダイジュなどは Fig. 32, 33 から明らかなように、その他の樹種とほぼ同じような変動の経過を示している。またイタヤカエデの場合、層階状配列があると記載されていることもあるが²⁴⁾、一般には非常に不顕著で、肉眼的には認められないし、顕微鏡下でも確認できないことが多いが繊維長の増加の割合は低く、また成熟材の平均値も低い (Fig. 30)。

なお同一樹種の 2 個体の間の変動の経過をみると、年輪幅や樹心からの距離に差があっても繊維長の増加の経過が、髓からの年輪数でみると、ほぼ等しくなるものが多い。

(2) 繊維長の伸長率

前述したように繊維長は髓から外側へむかって増加していくが、図でも明らかなように、その増加の仕方は樹種による特徴を示す可能性が高い。ここでは第 1 年輪の繊維長と成熟材の繊維長との比率を求め伸長率として各樹種の比較を行なった (Table 1)。各樹種を比較すると、その値の小さな樹種として、ブナ、ホオノキ、イスノキ、トチノキ、イタヤカエデ、セン、キリなどで、その値はせいぜい 1.2~1.6 の範囲にとどまっている。これに対して値の大きな樹種としてドロノキ、オオバヤナギ、オニグルミ、イチイガシ、クスギ、ケヤキ、クスノキ、ヒメシヤラなどで 2.0~3.1 の範囲におよんでいる。なお 40 樹種の平均伸長率は 1.8 であることがわかった。

以上のことから考えると各樹種ごとの伸長率による分類については、ここでは試料の数が少ないため無理であるが、伸長率によりいくつかのグループに分類することは可能である。将来、樹種ごとに多数の試

Table 1. 日本産広葉
Fiber length of the

樹種名 Common & scientific name	供試材*1 記号 Sample tree no.	供試材の形状 Description of sample tree			未成熟材			
		樹高 Tree height (m)	枝下高 Clear length (m)	胸高直径 B. H. D. (cm)	髓からの年輪数 Range of ring no. from pith	樹心からの距離 Distance from pith (cm)	繊維長	
							第1年輪(平均) First ring (Average)	平均繊維長*2 Average
ドロノキ DORONOKI <i>Populus maximowiczii</i> A. HENRY	25C 2	29.0	17.0	38.0	1~19	9.0	558	1,140
	25C 5	27.0	13.0	46.0	1~15	9.0	697	1,081 (1,111)
オオバヤナギ ŌBAYANAGI <i>Toisusu urbaniana</i> KIMURA	71C 1	26.6	13.4	48.0	1~20	10.6	509	876
	71C 4	23.3	15.7	42.0	1~17	4.4	530	914 (895)
オニグルミ ONIGURUMI <i>Juglans sieboldiana</i> MAXIM.	28F 1	17.5	4.6	33.0	1~15	6.2	615	1,261
	28F 3	15.5	10.7	34.0	1~15	7.4	646	1,247 (1,254)
サワグルミ SAWAGURUMI <i>Pterocarya rhoifolia</i> SIEB. et ZUCC.	29H 1	34.0	13.5	40.0	1~15	6.4	610	914
	29H 3	33.0	19.4	34.0	1~15	5.8	519	807 (861)
ヤマハンノキ YAMAHANNOKI <i>Alnus hirsuta</i> TURCZ. var. <i>sibirica</i> C. K. SCHNEID.	74I 1	—	—	24.0	1~17	6.1	831	1,092
	74I 4	—	—	28.0	1~15	4.4	766	1,086 (1,089)
ミズメ MIZUME <i>Betula grossa</i> SIEB. et ZUCC.	31H 4	25.0	13.6	46.0	1~40	6.1	930	1,393
	31H 8	26.0	12.4	—	1~50	12.2	1,230	1,629 (1,511)
シラカンバ SHIRAKANBA <i>Betula platyphylla</i> SUKATCHEV	32B 6	19.7	8.5	23.5	1~20	5.7	581	1,050
	32B 7	19.1	8.0	26.0	1~20	4.7	767	1,170 (1,110)
アカシデ AKASHIDE <i>Carpinus laxiflora</i> BLUME	34H 1	17.0	7.1	22.0	1~20	1.3	765	1,046
	34H 4	21.0	9.5	34.0	1~20	2.5	1,033	1,460 (1,253)
アサダ ASADA <i>Ostrya japonica</i> SARGENT	35D 3	20.4	9.3	30.0	1~25	4.9	845	1,249
	35D 5	22.0	9.8	34.0	1~25	3.0	880	1,171 (1,210)
ク リ KURI <i>Castanea crenata</i> SIEB. et ZUCC.	36F 4	19.0	—	34.0	1~17	4.4	692	981
	36F 8	22.0	—	24.0	1~20	6.3	744	1,067 (1,024)
イタジイ ITAJII <i>Shiia sieboldii</i> MAKINO	37N 2	16.0	3.5	54.0	1~20	11.5	718	1,030
	37N 3	14.5	5.5	45.0	1~20	5.3	751	933 (982)
ブ ナ BUNA <i>Fagus crenata</i> BLUME	38E 16	20.4	6.4	30.0	1~30	1.7	1,000	1,088
	38E 114	21.5	8.0	38.0	1~25	2.6	1,088	1,146 (1,117)
アカガシ AKAGASHI <i>Cyclobalanopsis acuta</i> OERSTEDT	40N 6	17.5	5.5	46.0	1~17	2.4	802	1,082
	40N 23	17.0	12.0	32.0	1~17	3.8	697	1,078 (1,080)
シラカシ SHIRAKASHI <i>Cyclobalanopsis myrsinaefolia</i> OERSTEDT	41N 5	18.0	6.0	50.0	1~15	3.7	1,007	1,265
	41N 6	12.0	5.0	30.0	1~17	2.6	769	1,116 (1,191)
イチイガシ ICHIIGASHI <i>Cyclobalanopsis gilva</i> OERSTEDT	43N 5	21.0	9.5	32.0	1~25	5.9	685	1,114
クヌギ KUNUGI <i>Quercus acutissima</i> CARR.	44H 3	24.2	10.5	28.6	1~20	6.0	596	1,081
	44H 6	21.6	8.2	21.6	1~25	8.1	569	1,162 (1,122)

樹 の 織 維 長
Japanese hardwoods

Juvenile wood				成 熟 材 Adult wood							比 Ratio		
Fiber length (μm)				年輪番号 の 範 囲 Range of ring no. from pith	織 維 長 Fiber length (μm)							伸長率*4 Elonga- tion ratio	未・成熟 材織維長 比*5 Ratio of juvenile & adult wood fiber length
最 大 Max.	最 小 Min.	標準偏差 Stand- ard devia- tion	変動係数 Coeffi- cient of varia- tion (%)		平均織 維長*3 Aver- age	最 大 Max.	最 小 Min.	標準偏差 Stand- ard devia- tion	変動係数 Coeffi- cient of varia- tion (%)				
2,100	380	264	23.16	20~47	1,435	2,100	1,025	168	11.71	2.6	1.3		
1,675	440	215	19.89	16~50	1,317 (1,376)	1,825	875	169	12.83	1.9	1.2		
1,610	410	215	24.54	21~65	1,209	1,800	800	160	13.23	2.4	1.4		
1,700	410	225	24.62	18~120	1,276 (1,243)	1,800	820	145	11.36	2.4	1.4		
1,940	500	347	27.53	16~40	1,554	2,100	1,120	171	11.00	2.5	1.2		
2,010	530	347	27.83	16~45	1,590 (1,572)	2,080	1,180	162	10.19	2.5	1.3		
1,370	500	168	18.38	16~60	1,142	1,880	680	203	17.78	1.9	1.3		
1,300	330	205	25.40	16~55	1,089 (1,116)	1,800	680	194	17.81	2.1	1.4		
1,600	660	199	18.22	18~50	1,401	1,860	1,010	158	11.28	1.7	1.3		
1,770	610	232	21.36	16~70	1,338 (1,370)	1,900	940	147	10.99	1.8	1.2		
2,180	730	280	20.10	41~175	1,914	2,480	1,230	219	11.44	2.1	1.4		
2,350	880	264	16.21	51~160	2,165 (2,040)	3,075	1,450	261	12.06	1.8	1.3		
1,840	480	287	27.33	21~45	1,437	1,960	770	154	10.72	2.5	1.4		
1,830	600	244	20.85	21~48	1,461 (1,449)	1,920	970	162	11.09	1.9	1.3		
1,740	600	212	20.27	21~160	1,474	2,110	980	207	14.04	2.0	1.4		
2,280	780	285	19.52	21~135	1,793 (1,634)	2,660	1,090	233	12.99	1.7	1.2		
1,910	680	240	19.22	26~140	1,492	2,460	1,000	199	13.34	1.8	1.2		
1,760	620	185	15.80	26~150	1,419 (1,456)	1,960	900	174	12.26	1.6	1.2		
1,630	530	190	19.37	18~50	1,225	1,590	830	149	12.16	1.8	1.3		
1,560	530	222	20.81	21~50	1,247 (1,236)	1,610	810	144	11.55	1.7	1.2		
1,570	450	220	21.37	21~50	1,205	1,820	520	193	16.00	1.7	1.2		
1,580	540	188	20.15	21~50	1,213 (1,209)	1,800	750	181	14.93	1.6	1.3		
1,710	530	209	19.21	31~240	1,225	1,930	630	150	12.24	1.2	1.1		
1,610	600	188	16.40	26~220	1,286 (1,256)	1,900	750	197	15.32	1.2	1.1		
1,600	480	193	17.87	18~120	1,286	1,850	840	150	11.65	1.6	1.2		
1,720	500	249	23.09	18~60	1,390 (1,338)	2,080	900	247	17.74	2.0	1.3		
1,740	710	187	14.78	16~80	1,439	1,890	1,040	151	10.49	1.4	1.1		
1,660	560	236	21.15	18~80	1,467 (1,453)	1,860	1,030	142	9.68	1.9	1.3		
1,760	500	278	24.96	26~90	1,487	2,000	1,030	169	11.37	2.2	1.3		
1,740	480	303	28.03	21~30	1,341	1,710	1,000	147	10.96	2.3	1.2		
2,010	450	352	30.29	26~30	1,508 (1,425)	2,100	1,210	212	14.06	2.7	1.3		

Table 1. (つづき) (Continued)

樹種名 Common & scientific name	供試材*1 記号 Sample tree no.	供試材の形状 Description of sample tree			未成熟材			
		樹高 Tree height (m)	枝下高 Clear length (m)	胸高直径 B. H. D. (cm)	髓からの年輪数 Range of ring no. from pith	樹心のあたり Distance from pith (cm)	繊維長	
							第1年輪(平均) First ring (Average)	平均繊維長*2 Average
ミズナラ MIZUNARA <i>Quercus crispula</i> BLUME	45C11	20.0	7.3	34.0	1~50	3.9	965	1,021
	45C14	23.5	14.0	40.0	1~50	4.7	782	1,084 (1,053)
ハルニレ HARUNIRE <i>Ulmus propinqua</i> KOIDZUMI	47C 1	29.6	13.3	46.0	1~20	3.7	715	1,039
	47C 2	28.5	9.5	48.0	1~20	2.7	611	880 (960)
ケヤキ KEYAKI <i>Zelkova serrata</i> MAKINO	48H 2	24.5	13.8	30.0	1~30	3.2	746	1,319
	48H 5	26.5	9.8	60.0	1~25	3.1	592	1,327 (1,323)
ヤマグワ YAMAGUWA <i>Morus bombycis</i> KOIDZUMI	49N 2	15.3	4.4	34.0	1~20	7.2	576	912
	49N 3	16.8	3.5	44.0	1~17	8.4	581	948 (930)
カツラ KATSURA <i>Cercidiphyllum japonicum</i> SIEB. et ZUCC.	50D 1	26.0	13.6	64.0	3~20	2.9	—	1,477
	50D 2	24.0	15.0	42.0	4~20	3.6	—	1,481 (1,479)
ホオノキ HŌNOKI <i>Magnolia obovata</i> THUNBERG	51D 5	23.5	9.4	50.0	1~15	2.6	849	1,026
	51D 7	18.5	4.5	44.0	1~15	2.3	900	1,033 (1,055)
クスノキ KUSUNOKI <i>Cinnamomum camphora</i> SIEB.	52N 1	24.9	6.8	45.0	1~20	3.5	505	956
タブノキ TABUNOKI <i>Machilus thunbergii</i> SIEB. et ZUCC.	53N 1	18.4	13.8	55.0	1~15	1.2	656	938
	53N 3	18.0	15.0	30.0	1~15	3.8	682	963 (951)
イスノキ ISUNOKI <i>Distylium racemosum</i> SIEB. et ZUCC.	54N 1	18.6	5.8	47.0	1~10	1.3	1,323	1,648
	54N 4	14.0	6.5	35.0	1~13	2.0	1,188	1,588 (1,618)
ヤマザクラ YAMAZAKURA <i>Prunus donarium</i> SIEB.	55 I 2	—	—	26.0	1~30	4.6	558	880
	55 I 3	—	—	24.0	1~30	3.6	634	905 (893)
イヌエンジュ INUENJU <i>Maackia amurensis</i> RUPR. et MAXIM. var. <i>buergeri</i> C. K. SCHNEIDER	56F 2	18.0	6.8	47.0	1~17	1.8	759	908
	56F 6	18.0	1.6	44.0	1~15	3.6	687	937 (923)
キハダ KIHADA <i>Phellodendron sachalinense</i> SARGENT	57H 2	27.0	7.1	40.0	1~20	8.6	760	1,117
	57H 4	—	—	34.0	1~25	10.0	794	1,156 (1,137)
モチノキ MOCHINOKI <i>Ilex integra</i> THUNB.	58N 1	13.0	—	22.0	1~13	1.6	1,296	1,625
イタヤカエデ ITAYAKAEDE <i>Acer mono</i> MAXIM.	59D 4	24.0	8.2	50.0	1~17	2.1	518	600
	59D 5	24.5	12.0	44.0	1~20	2.7	499	643 (622)
トチノキ TOCHINOKI <i>Aesculus turbinata</i> BLUME	60 I 1	—	—	60.0	1~13	3.7	558	716
	60 I 2	—	—	70.0	1~25	5.9	657	745 (731)
シナノキ SHINANOKI <i>Tilia japonica</i> SIMONKAI	61C 2	25.0	13.2	58.0	1~40	5.6	669	878
	61C 5	27.5	11.2	64.0	1~50	6.3	831	953 (916)

Juvenile wood				成 熟 材 Adult wood						比 Ratio		
Fiber length (μm)				年輪番号 の 範 囲 Range of ring no. from pith	纖 維 長		Fiber length (μm)				伸長率*4 Elonga- tion ratio	未・成熟 材纖維長 比*5 Ratio of juvenile & adult wood fiber length
最 大 Max.	最 小 Min.	標準偏差 Stan- dard devia- tion	変動係数 Coeffi- cient of varia- tion (%)		平均纖 維長*3 Aver- age	最 大 Max.	最 小 Min.	標準偏差 Stan- dard devia- tion	変動係数 Coeffi- cient of varia- tion (%)			
1,560	530	164	16.06	51~160	1,360	1,850	800	183	13.46	1.4	1.3	
1,800	430	222	20.48	51~165	1,410 (1,385)	1,825	950	151	10.71	1.8	1.3	
1,510	540	205	19.73	21~70	1,488	2,260	950	167	11.22	2.1	1.4	
1,390	450	184	20.90	21~160	1,272 (1,380)	1,810	760	168	13.21	2.1	1.5	
1,980	540	248	21.53	31~150	1,729	2,270	1,390	157	9.08	2.3	1.3	
1,960	400	380	28.64	26~160	1,840 (1,785)	2,520	1,160	210	11.41	3.1	1.4	
1,440	460	199	21.82	21~60	1,165	1,540	800	135	11.59	2.0	1.3	
1,410	450	203	21.41	18~50	1,185 (1,175)	1,660	840	127	10.72	2.0	1.3	
2,225	950	229	15.50	21~170	1,757	2,380	1,125	217	12.35	—	1.2	
2,000	975	376	25.39	21~170	1,869 (1,813)	2,575	1,225	228	12.20	—	1.3	
1,580	410	204	19.88	16~200	1,226	1,990	700	240	19.58	1.4	1.2	
1,690	520	214	19.76	16~205	1,248 (1,237)	2,140	630	247	19.79	1.4	1.2	
1,550	350	226	23.64	21~125	1,292	1,890	740	214	16.56	2.6	1.4	
1,480	450	194	20.68	16~125	1,216	1,950	700	203	16.69	1.9	1.3	
1,530	520	208	21.60	16~80	1,277 (1,247)	1,860	810	205	16.05	1.9	1.3	
2,640	750	359	21.78	11~140	1,778	2,760	930	330	18.56	1.3	1.1	
2,490	750	332	20.91	14~95	1,674 (1,726)	2,580	970	278	16.61	1.4	1.1	
1,340	440	193	21.93	31~68	1,256	1,680	810	159	12.66	2.3	1.4	
1,460	480	184	20.33	31~110	1,164 (1,210)	1,700	750	144	12.37	1.8	1.3	
1,330	610	141	15.53	18~120	1,165	2,040	690	188	16.13	1.5	1.3	
1,430	510	183	19.53	16~70	1,182 (1,174)	1,930	740	142	12.01	1.7	1.3	
1,610	610	227	20.32	21~55	1,381	1,810	900	161	11.66	1.8	1.2	
1,740	600	254	21.97	26~55	1,498 (1,440)	2,000	1,010	173	11.55	1.9	1.3	
2,280	1,000	287	17.66	14~90	1,899	2,540	1,300	222	11.69	1.5	1.2	
990	380	78	13.00	18~155	715	980	480	82	11.47	1.4	1.2	
930	390	92	14.30	21~160	795 (755)	1,160	550	87	10.94	1.6	1.2	
1,100	410	102	14.25	14~200	823	1,200	540	94	11.42	1.5	1.2	
1,170	420	120	16.11	26~250	939 (881)	1,290	550	133	14.16	1.4	1.3	
1,320	510	235	26.77	41~290	1,560	2,150	675	203	13.01	2.3	1.8	
1,970	440	233	24.45	51~230	1,490 (1,525)	2,200	820	237	15.91	1.8	1.6	

Table 1. (つづき) (Continued)

樹種名 Common & scientific name	供試材*1 記号 Sample tree no.	供試材の形状 Description of sample tree			未成熟材			
		樹高 Tree height (m)	枝下高 Clear length (m)	胸高直径 B. H. D. (cm)	髓からの年輪数 Range of ring no. from pith	樹心からの距離 Distance from pith (cm)	繊維長	
							第1年輪(平均) First ring (Average)	平均繊維長*2 Average
オオバボダイジュ <i>Tilia maximowicziana</i> SHIRASAWA	62C 4	26.2	10.8	34.0	1~35	6.3	688	1,062
	62C 5	22.9	9.2	30.0	1~30	6.5	842	1,180 (1,121)
ヒメシャラ <i>Stewartia monadelphæ</i> SIEB. et ZUCC.	63M 1	19.0	7.0	39.0	1~20	0.9	882	1,445
	63M 2	18.0	6.0	36.0	1~17	1.2	934	1,291 (1,368)
セン <i>Kalopanax ricinifolium</i> MIQUEL	64D 2	22.0	14.0	44.0	1~17	4.3	748	889
	64D 3	23.2	11.7	60.0	1~20	5.0	721	875 (882)
ミズキ <i>Cornus controversa</i> HEMSLEY	65 I 1	—	—	32.0	1~20	6.3	912	1,251
	65 I 5	—	—	32.0	1~17	4.3	954	1,300 (1,256)
シオジ <i>Fraxinus commemoralis</i> KOIDZUMI	66H 1	27.3	13.6	38.0	1~10	1.4	804	895
	66H 3	35.0	14.3	56.0	1~10	1.6	803	873 (884)
ヤチダモ <i>Fraxinus mandshurica</i> RUPRECHT	67D 7	27.0	15.0	65.3	1~10	2.8	738	1,170
	67D 10	23.0	11.1	28.3	1~10	2.9	648	956 (1,063)
アオダモ <i>Fraxinus sieboldiana</i> BLUME var. <i>serrata</i> NAKAI	68C 3	14.0	4.0	24.0	1~15	1.0	612	1,026
キリ <i>Paulownia tomentosa</i> STEUDEL	69H 4	22.0	5.4	48.0	1~5	7.7	637	859
	69H 8	14.0	5.7	28.0	1~5	12.4	774	902 (881)

注 Notes *1 供試材の産地 Locality of the wood samples

- | | | | |
|----|------|-----------|-----------|
| 記号 | 採材地区 | 営林局 | |
| B | 北見 | Kitami, | —Hokkaido |
| C | 帯広 | Obihiro, | |
| D | 札幌 | Sapporo, | |
| E | 函館 | Hakodate, | |
| F | 青森 | Aomori, | —Honshu |
| H | 前橋 | Maebashi, | |
| I | 東京 | Tokyo, | |
| M | 高知 | Kochi, | Shikoku |
| N | 熊本 | Kumamoto, | Kyushu |

Juvenile wood				成 熟 材 Adult wood						比 Ratio		
Fiber length (μm)				年輪番号 の 範 囲 Range of ring no. from pith	織 維 長 Fiber length (μm)						伸長率*4 Elongation ratio	未・成熟 材纖維長 比*5 Ratio of juvenile & adult wood fiber length
最 大 Max.	最 小 Min.	標準偏差 Standard devia- tion	変動係数 Coefficient of varia- tion (%)		平均織 維長*3 Aver- age	最 大 Max.	最 小 Min.	標準偏差 Stan- dard devia- tion	変動係数 Coeffi- cient of varia- tion (%)			
1,610 1,880	540 640	256 236	24.11 20.00	36~90 31~80	1,309 1,388 (1,349)	1,900 1,880	840 880	150 179	11.46 12.90	1.9 1.7	1.2 1.2	
2,230 2,340	700 560	346 314	23.94 24.32	21~240 19~210	1,879 1,842 (1,861)	2,830 2,660	1,140 1,160	240 240	12.77 13.03	2.1 2.0	1.3 1.4	
1,150 1,225	550 520	123 126	13.84 14.40	18~200 21~170	1,067 1,095 (1,031)	1,525 1,700	750 650	154 160	14.43 14.61	1.4 1.5	1.2 1.3	
2,050 2,050	570 590	268 259	21.42 19.23	21~65 18~60	1,548 1,559 (1,554)	2,400 2,510	840 880	248 239	16.02 15.33	1.7 1.6	1.2 1.2	
1,580 1,240	450 580	194 136	21.68 15.58	11~176 11~150	1,094 1,016 (1,055)	1,760 1,680	560 560	204 211	18.65 20.77	1.4 1.3	1.2 1.2	
1,825 1,680	530 400	292 251	24.96 26.26	11~165 11~48	1,321 1,185 (1,253)	1,975 1,670	750 720	249 189	18.85 15.95	1.8 1.8	1.1 1.2	
1,540	440	219	21.35	16~75	1,252	1,680	960	130	10.38	2.1	1.2	
1,225 1,275	530 630	148 120	17.23 13.30	6~27 6~23	958 966 (962)	1,400 1,550	600 500	114 155	11.90 16.05	1.5 1.3	1.1 1.1	

*2, *3 () は 2 本の平均値, (): Average for fiber length of two sample trees.

*4 伸長率 = $\frac{\text{成熟材纖維長}}{\text{第1年輪纖維長}}$, Elongation ratio = $\frac{\text{Fiber length for adult wood}}{\text{Fiber length for first ring}}$

*5 未・成熟材纖維長比 = $\frac{\text{成熟材纖維長}}{\text{未成熟材纖維長}}$, Ratio of juvenile & adult wood fiber length = $\frac{\text{Fiber length for adult wood}}{\text{Fiber length for juvenile wood}}$

Table 2. 主要広葉樹の成熟材部の平均繊維長
Fiber length of adult wood of important hardwoods

繊維長の範囲 Range of fiber length	一般名と学名 Common & scientific name	樹種数 No.
$<1,000\mu\text{m}$ 以下	イタヤカエデ <i>Acer mono</i> トチノキ <i>Aesculus turbinata</i> セン <i>Kalopanax ricinifolium</i> キリ <i>Paulownia tomentosa</i>	4
$1,001\sim 1,400\mu\text{m}$	オオバヤナギ <i>Toisusu urbaniana</i> サワグルミ <i>Pterocarya rhoifolia</i> ヤマハンノキ <i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i> クリ <i>Castanea crenata</i> イタジイ <i>Shiia sieboldii</i> ブナ <i>Fagus crenata</i> ミズナラ <i>Quercus crispula</i> ヤマグワ <i>Morus bombycis</i> ホオノキ <i>Magnolia obovata</i> クスノキ <i>Cinnamomun camphora</i> タブノキ <i>Machilus thunbergii</i> ヤマザクラ <i>Prunus donarium</i> イヌエンジュ <i>Maackia amurensis</i> var. <i>buergeri</i> オオバボダイジュ <i>Tilia maximowicziana</i> シオジ <i>Fraxinus commemoralis</i> ヤチダモ <i>Fraxinus mandshurica</i> アオダモ <i>Fraxinus sieboldiana</i> var. <i>serrata</i>	17
$1,401\sim 1,800\mu\text{m}$	ドロノキ <i>Populus maximowiczii</i> オニグルミ <i>Juglans sieboldiana</i> シラカンバ <i>Betula platyphylla</i> アカシデ <i>Carpinus laxiflora</i> アサダ <i>Ostrya japonica</i> アカガシ <i>Cyclobalanopsis acuta</i> シラカシ <i>Cyclobalanopsis myrsinaefolia</i> イチイガシ <i>Cyclobalanopsis gilva</i> クヌギ <i>Quercus acutissima</i> ケヤキ <i>Zelkova serrata</i> ハルニレ <i>Ulmus propinqua</i> キハダ <i>Phellodendron sachalinense</i> シナノキ <i>Tilia japonica</i> ミズキ <i>Cornus controversa</i>	14
$>1,800\mu\text{m}$ 以上	ミズメ <i>Betula grossa</i> カツラ <i>Cercidiphyllum japonicum</i> イスノキ <i>Distylium racemosum</i> モチノキ <i>Ilex integra</i> ヒメシャラ <i>Stewartia monadelphica</i>	5

料について伸長率が求められれば、より細分化されたグループ分け、あるいは各樹種ごとの区分も可能であろう。

(3) 繊維長の級分け

すでに述べたように、繊維長の比較をする場合には、同一部位の値によって行なうべきである。

今回の40樹種の結果によれば未成熟材の繊維長が最も短い樹種はイタヤカエデ、トチノキで、それぞれ622 μm 、731 μm であり、反対に長いものはモチノキ 1,625 μm 、イスノキ 1,618 μm 、ミズメ 1,511 μm などである。40樹種の平均では1,090 μm となる。一方、成熟材で繊維長が短い樹種は、未成熟材と同様にイタヤカエデ 755 μm 、トチノキ 881 μm であり、これに対して長いものはミズメ 2,040 μm 、モチノキ 1,899 μm 、ヒメシャラ 1,861 μm などで、40樹種の平均値では1,374 μm である。

40樹種の広葉樹の繊維長を成熟材で代表させ、級分けを行ない Table 2 に示した。繊維長を4段階に級分けして、各級ごとの樹種数をあげると次のように

1,000 μm 以下	4 樹種
1,001~1,400 μm	17 "
1,401~1,800 μm	14 "
1,801 μm 以上	5 "

であることがわかった。最も頻度の高いのは1,000 μm ~1,800 μm の間で、40樹種のうち31樹種がこれに属する。世界の広葉樹の繊維長の頻度分布の高いとされている900~1,900 μm の範囲¹³⁾とはほぼ一致している。

5. ま と め

(1) 日本産主要広葉樹22科40種の繊維長を測定し、髓から外側へむかう変動の経過を示した。その結果は、多くの研究者によって示されたものとほぼ一致している。

(2) 未成熟材と成熟材の範囲を繊維長が安定し始める年輪番号(樹心からの年輪数)によって樹種ごとに示した。例外的に早い時期あるいは、遅い時期に安定し始める樹種を除いては、大多数は第15年輪ないし第25年輪の間で安定し始める。

(3) 各樹種の繊維長の安定している部分の平均値を成熟材の繊維長、それより内側の年輪の繊維長の平均値を未成熟材の繊維長として、それぞれ表に示した。また、それらの比を求め表にした。その値は1.1~1.8の範囲にあり、その平均は1.27であった。さらに成熟材の繊維長によって40種の級分けをして Table 2 に示した。

(4) 各樹種の第1年輪の繊維長と成熟材の繊維長の比を求め、伸長率としたが、その範囲は1.2~3.1の間であった。

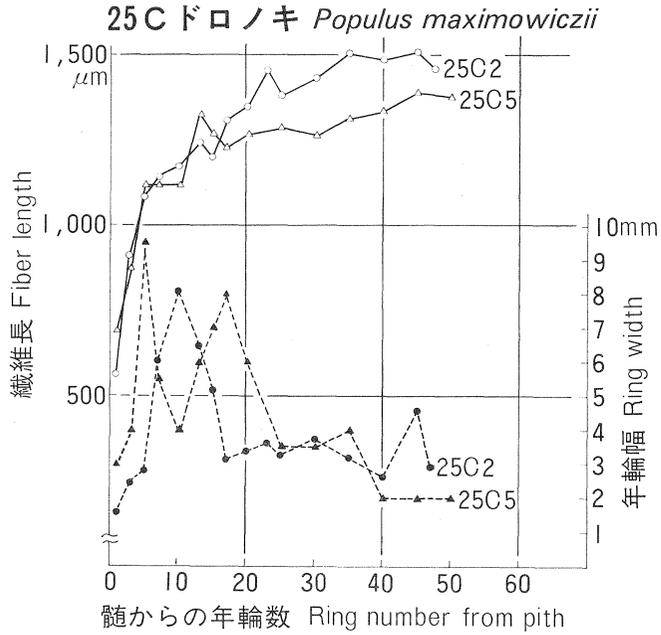


Fig. 1 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

注 Notes : ○—○=Fiber length, ●—●=Ring width

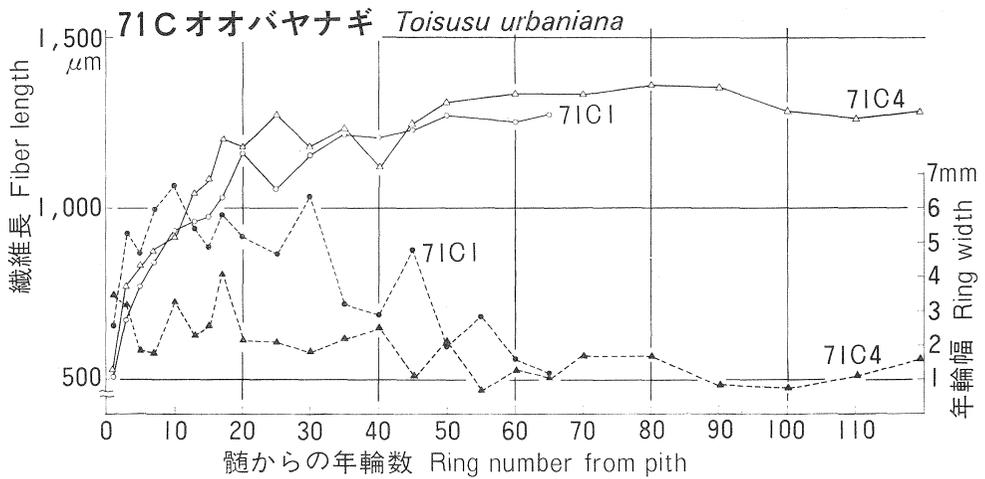


Fig. 2 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

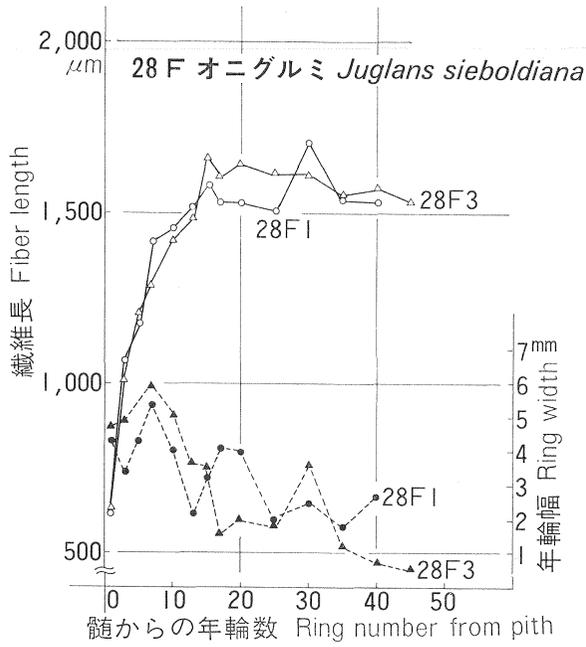


Fig. 3 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

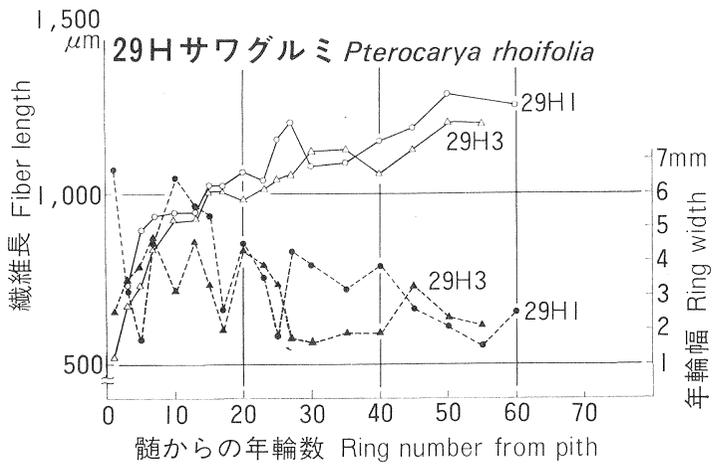


Fig. 4 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

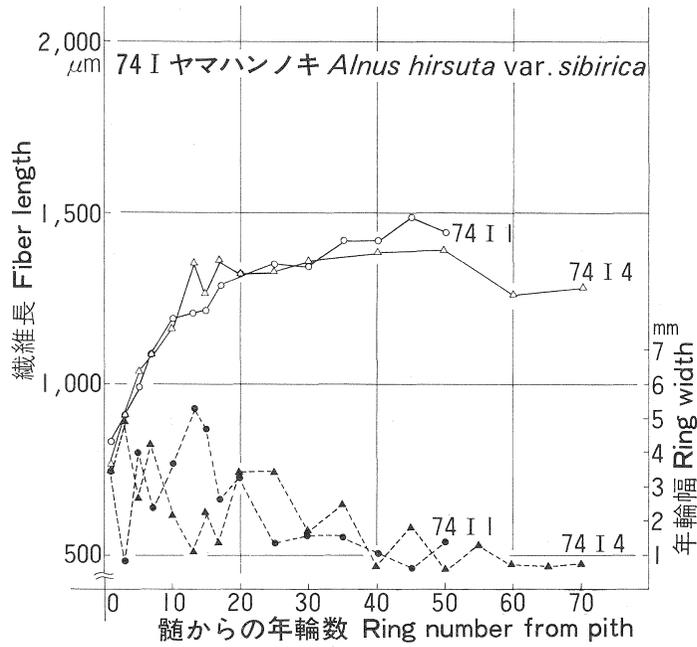


Fig. 5 繊維長と年輪幅の髄からの変動

Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

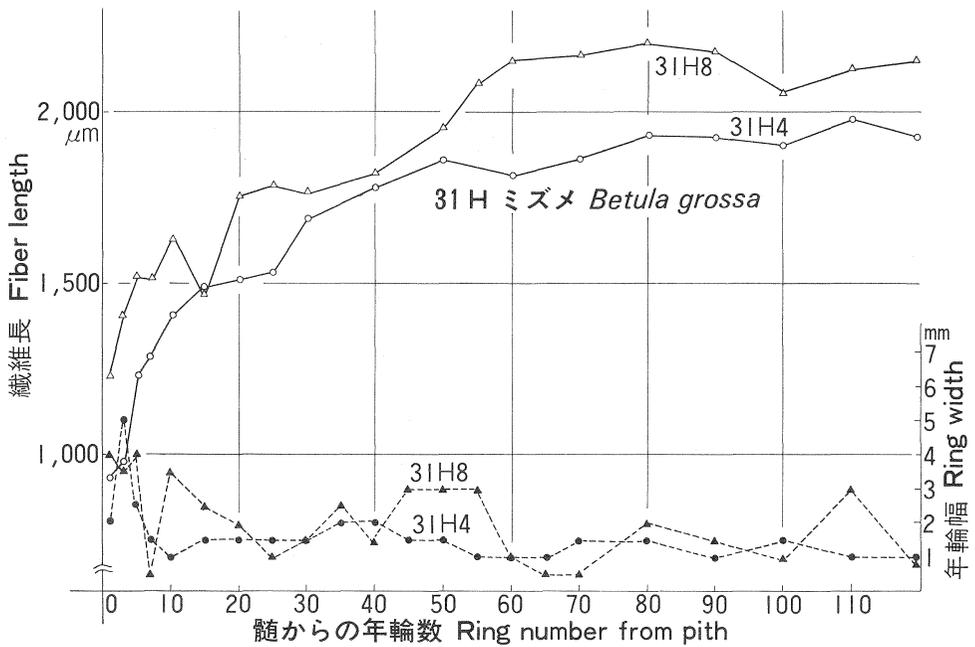


Fig. 6 繊維長と年輪幅の髄からの変動

Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

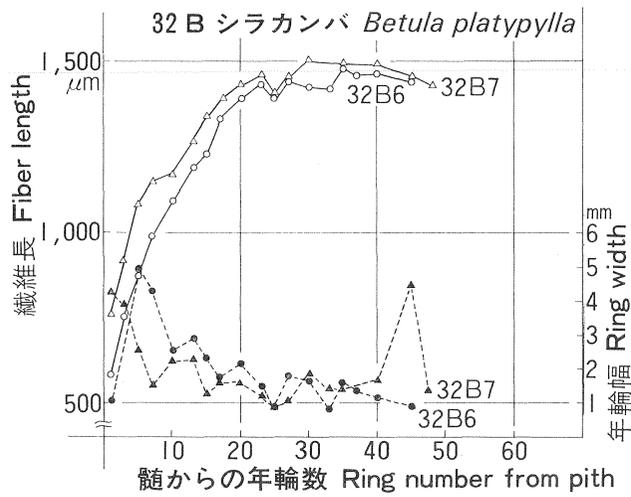


Fig. 7 繊維長と年輪幅の髄からの変動

Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

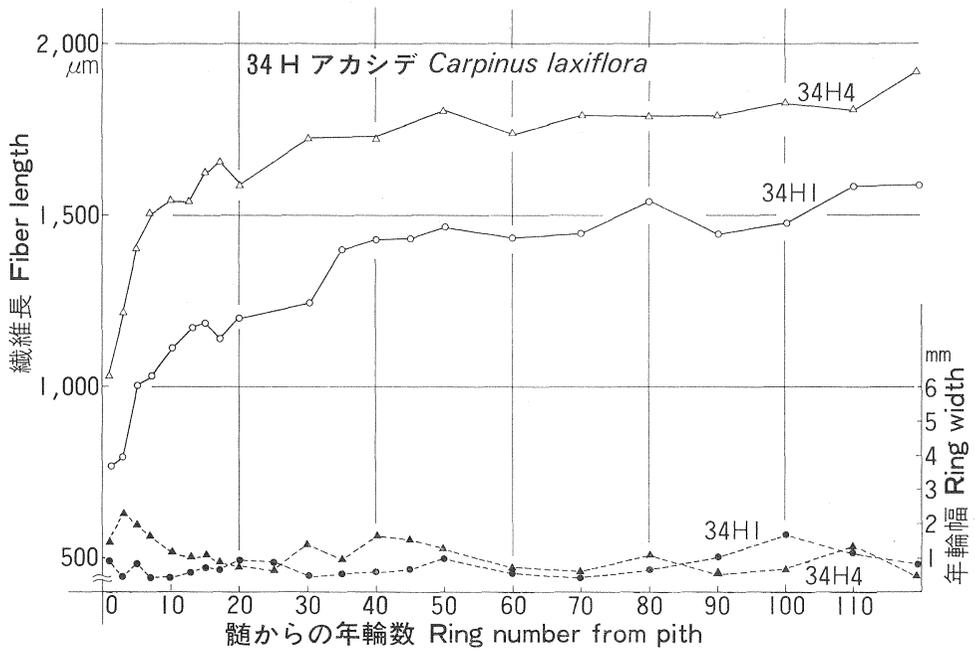


Fig. 8 繊維長と年輪幅の髄からの変動

Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

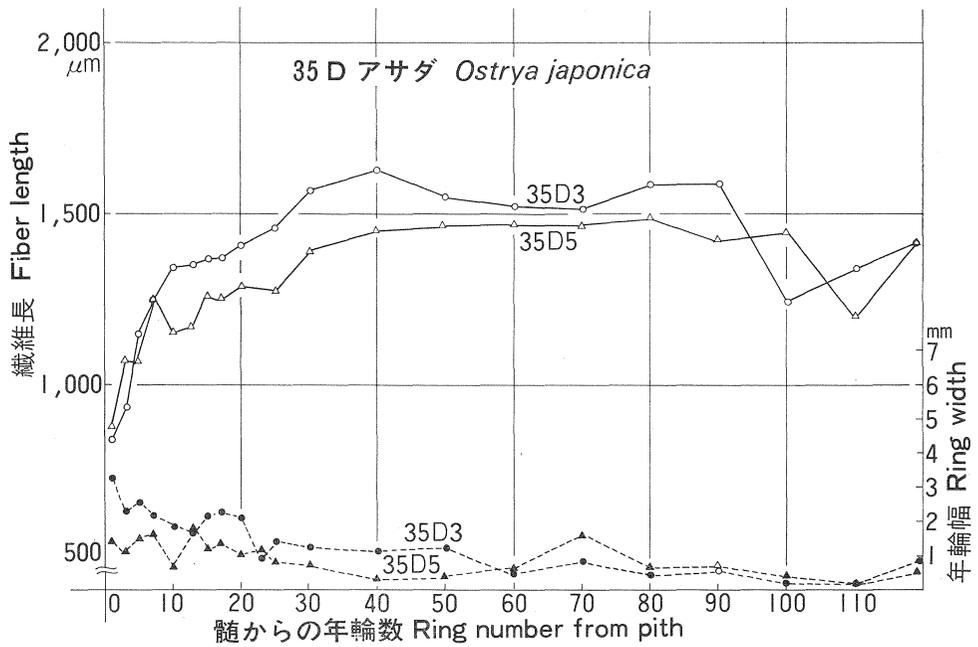


Fig. 9 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

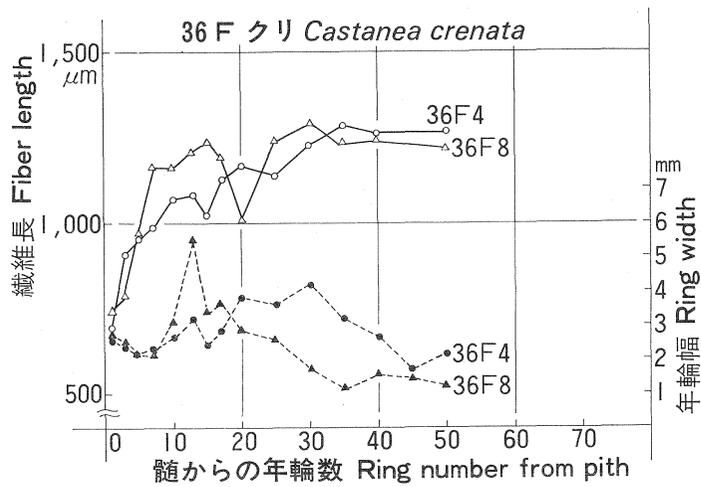


Fig. 10 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

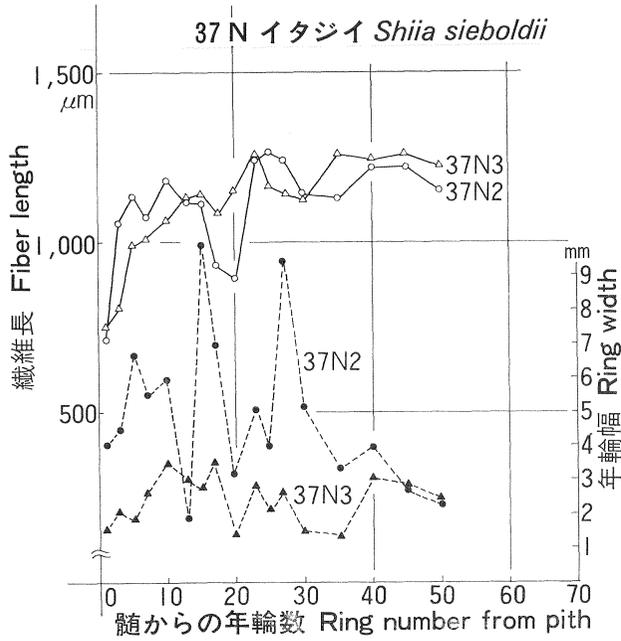


Fig. 11 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

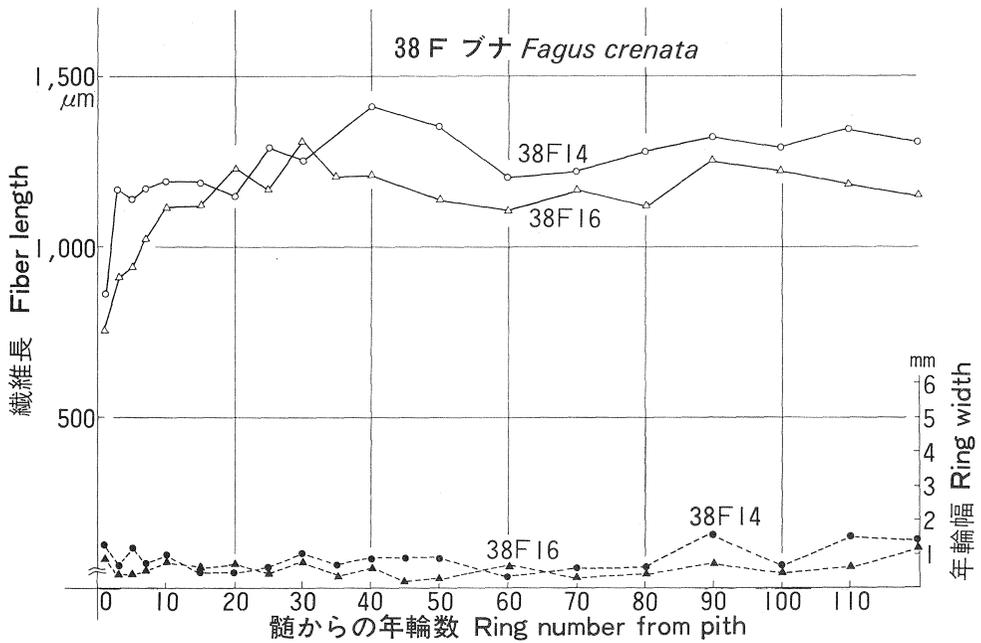


Fig. 12 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

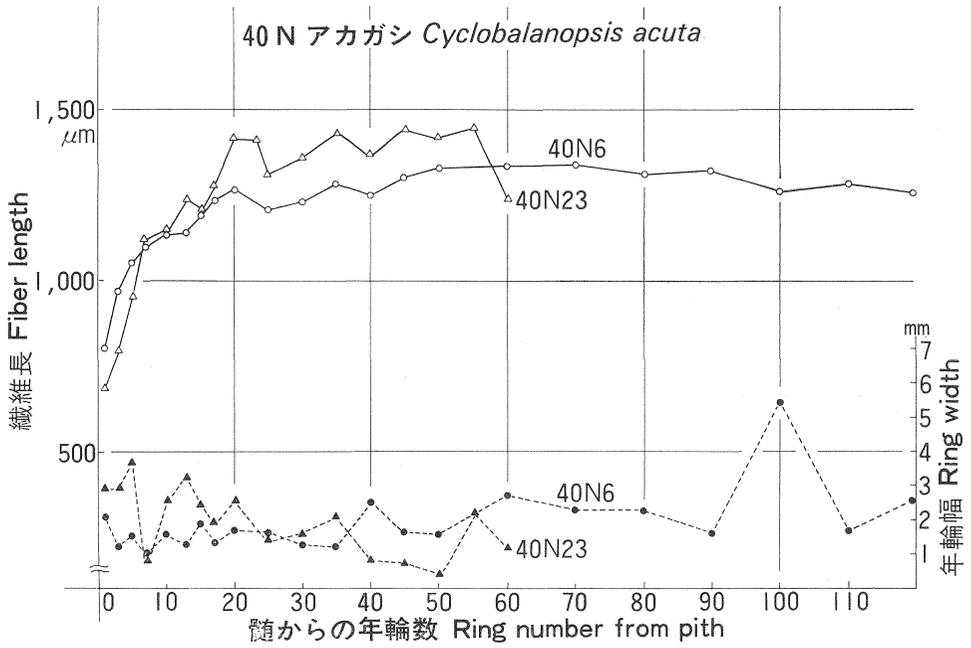


Fig. 13 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

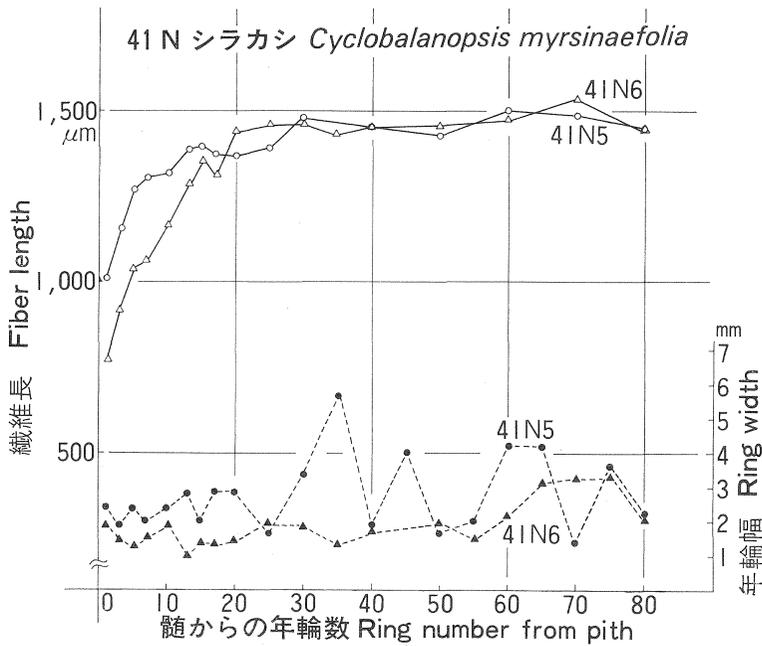


Fig. 14 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

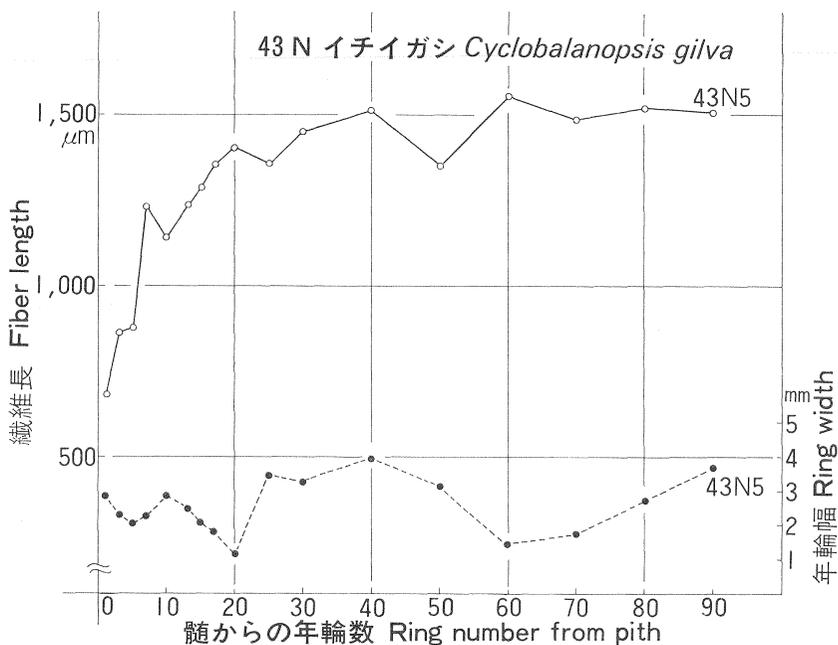


Fig. 15 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

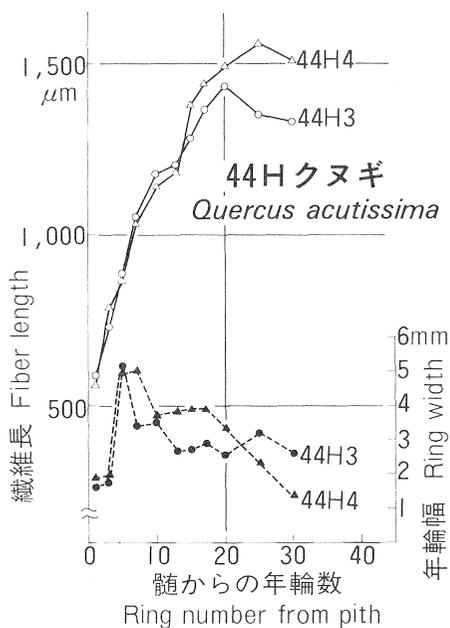


Fig. 16 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

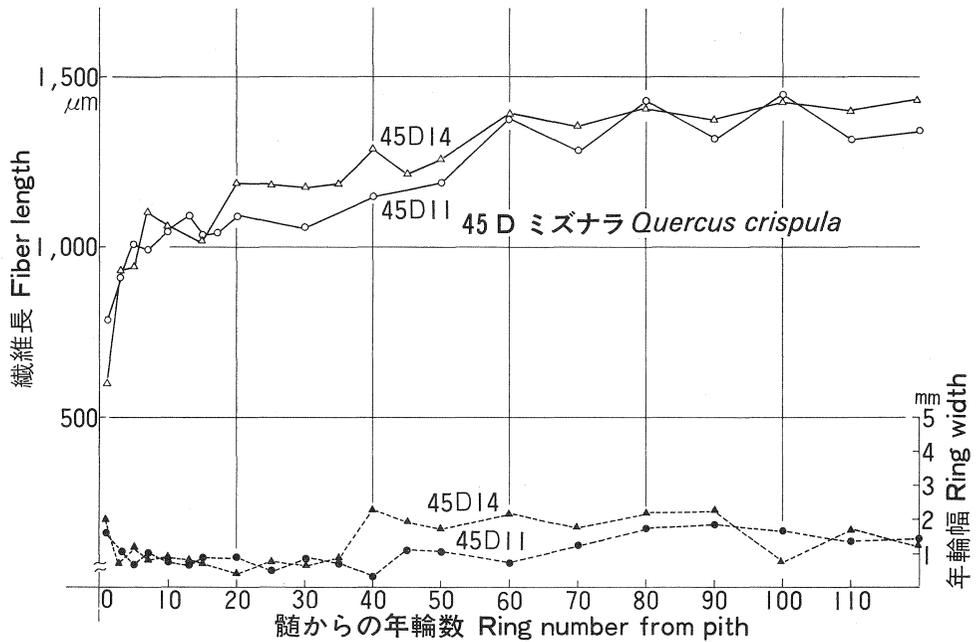


Fig. 17 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

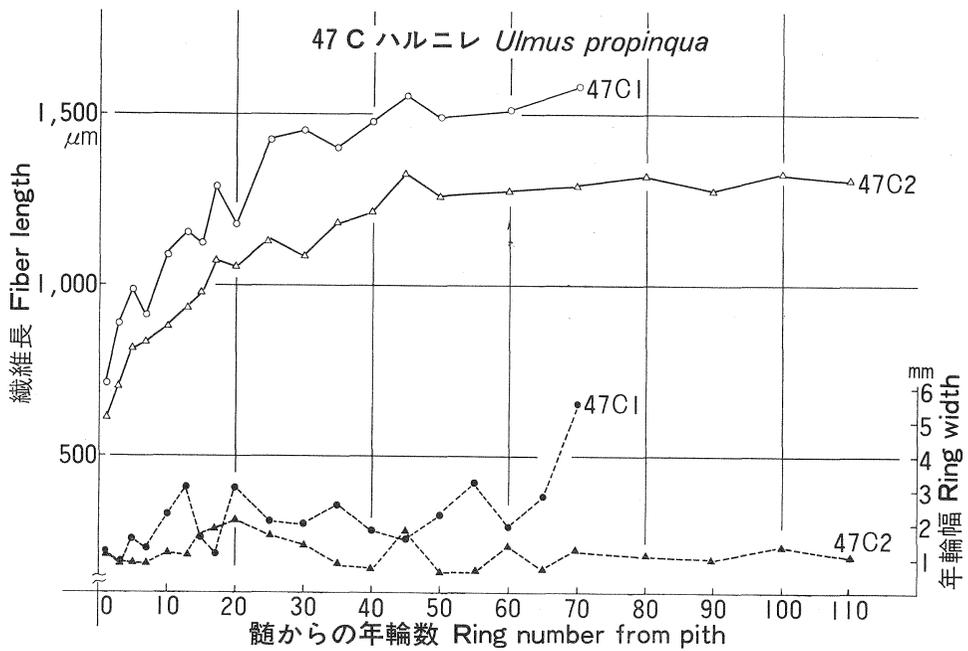


Fig. 18 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

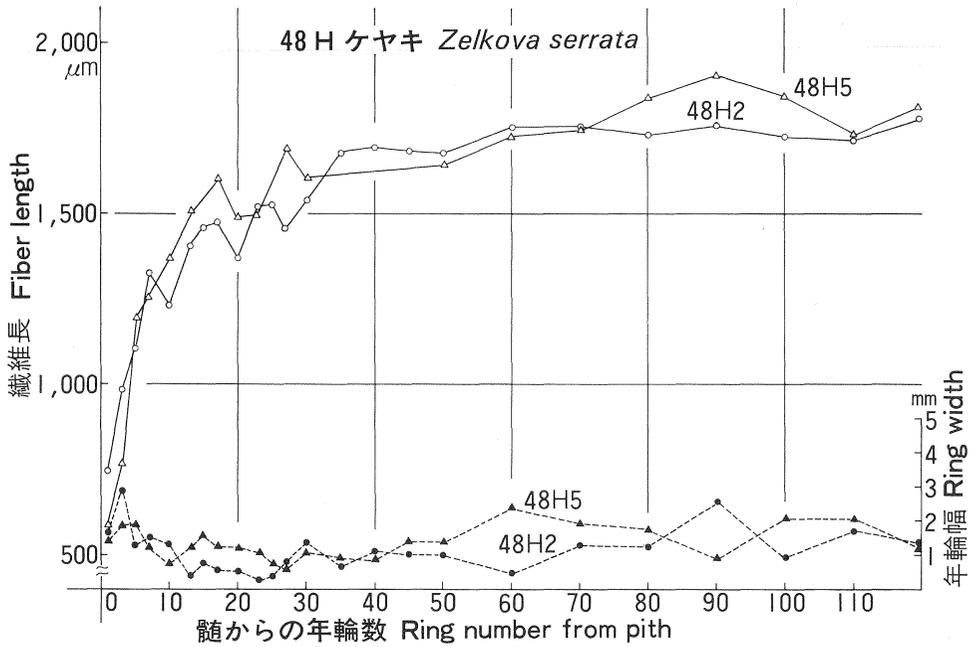


Fig. 19 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

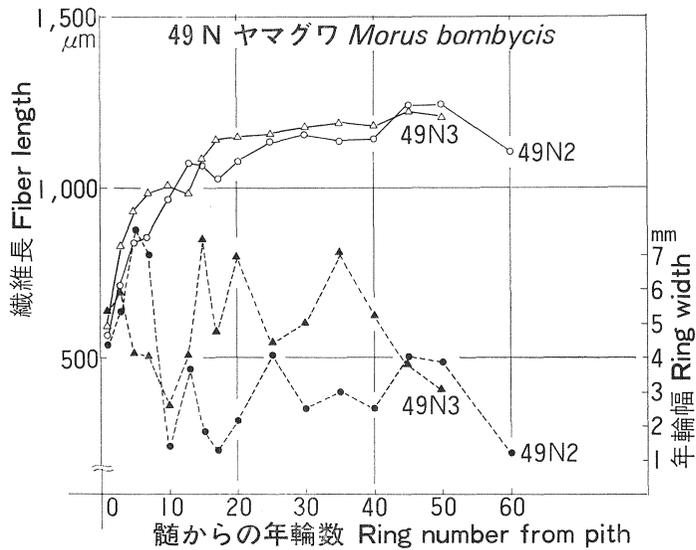


Fig. 20 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

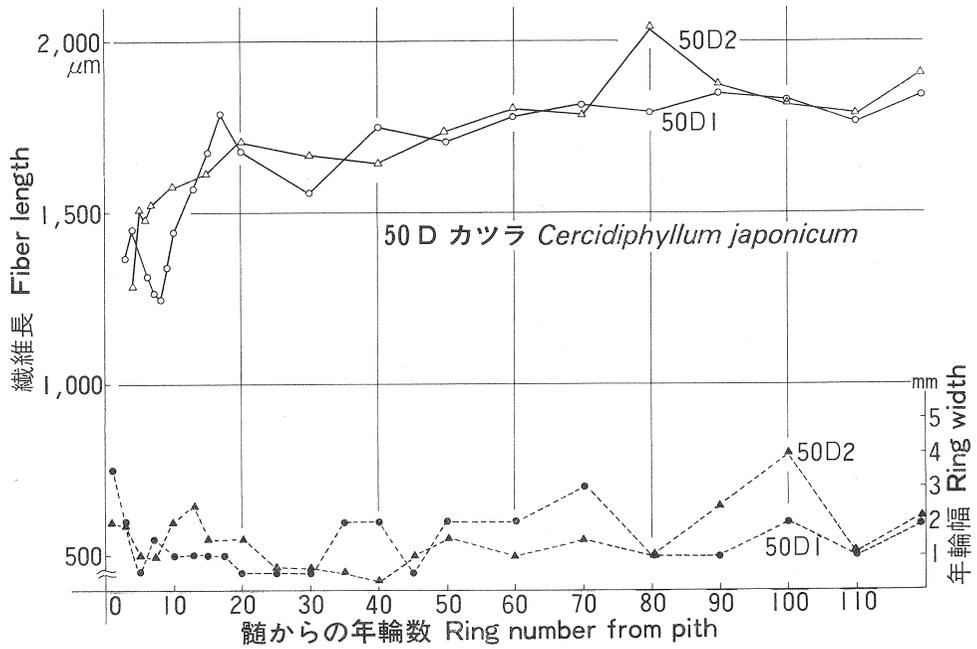


Fig. 21 繊維長と年輪幅の髄からの変動

Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

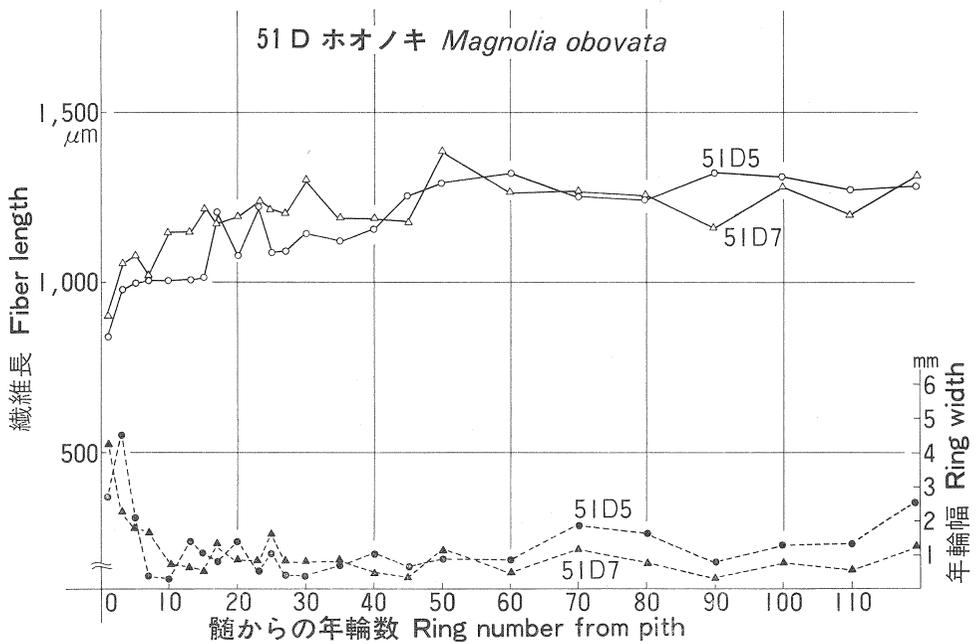


Fig. 22 繊維長と年輪幅の髄からの変動

Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

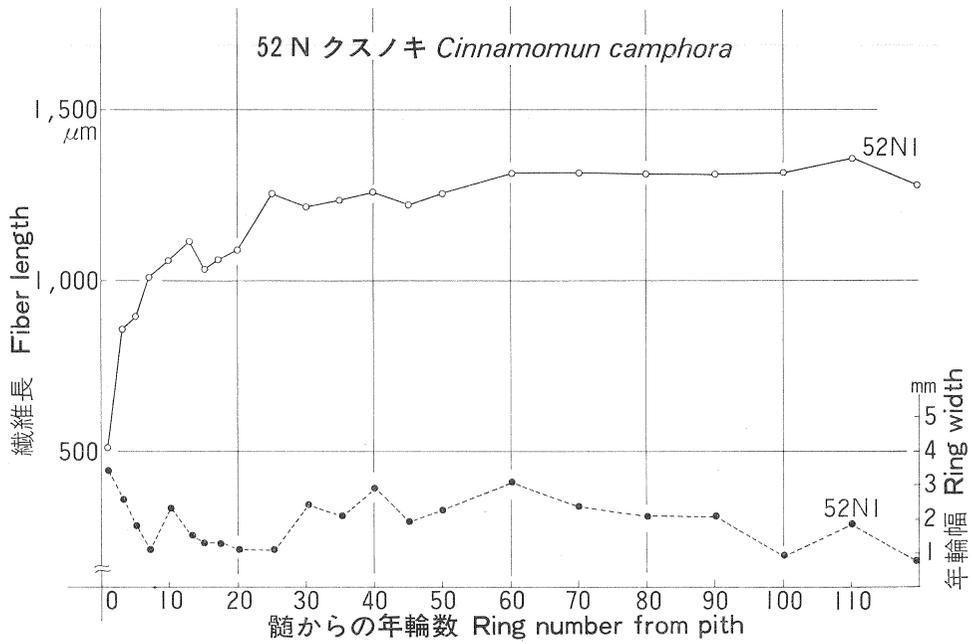


Fig. 23 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

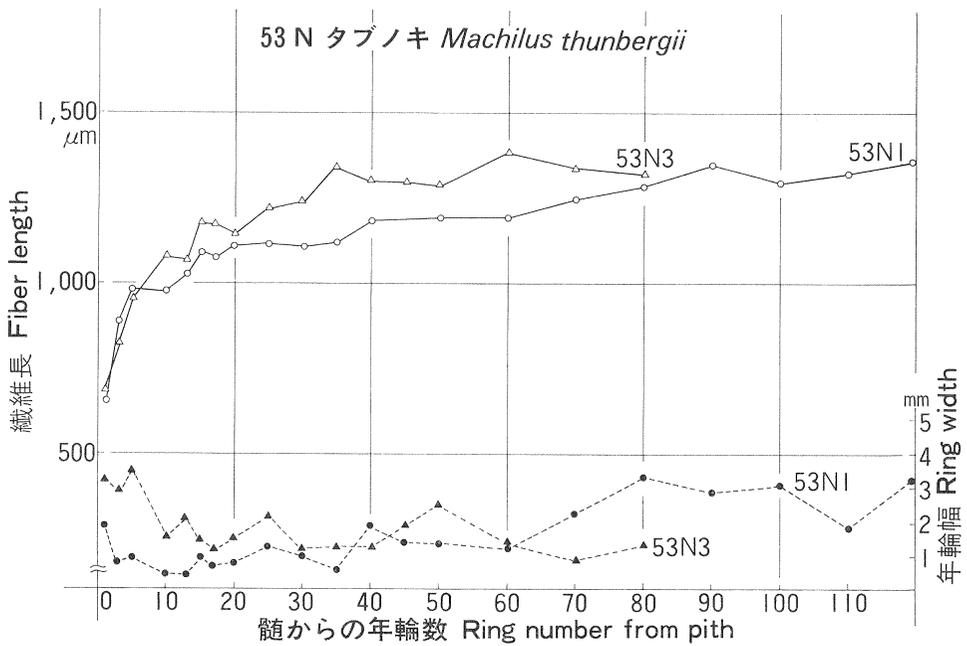


Fig. 24 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

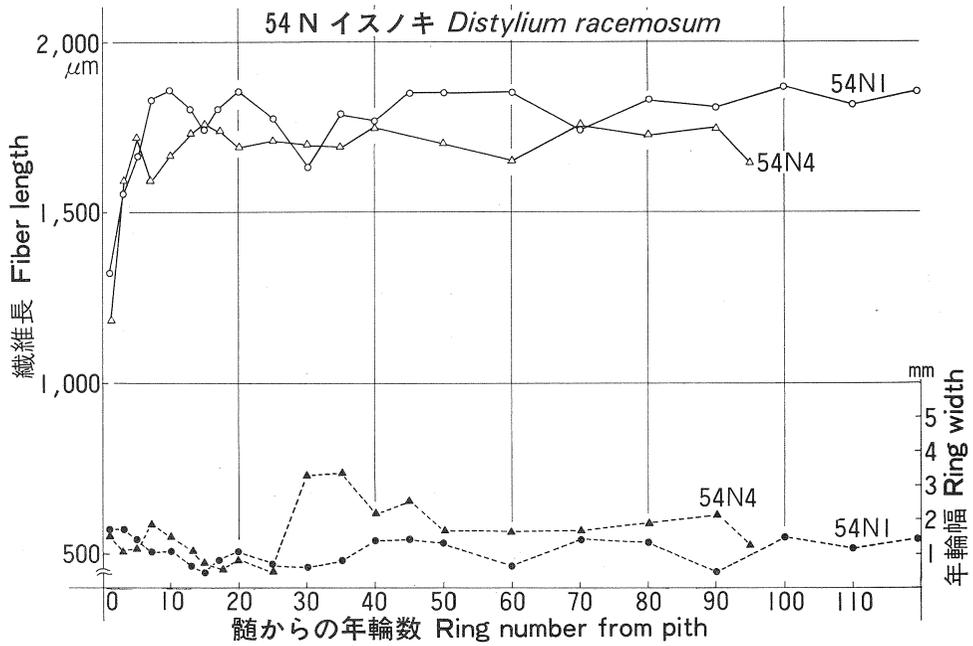


Fig. 25 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

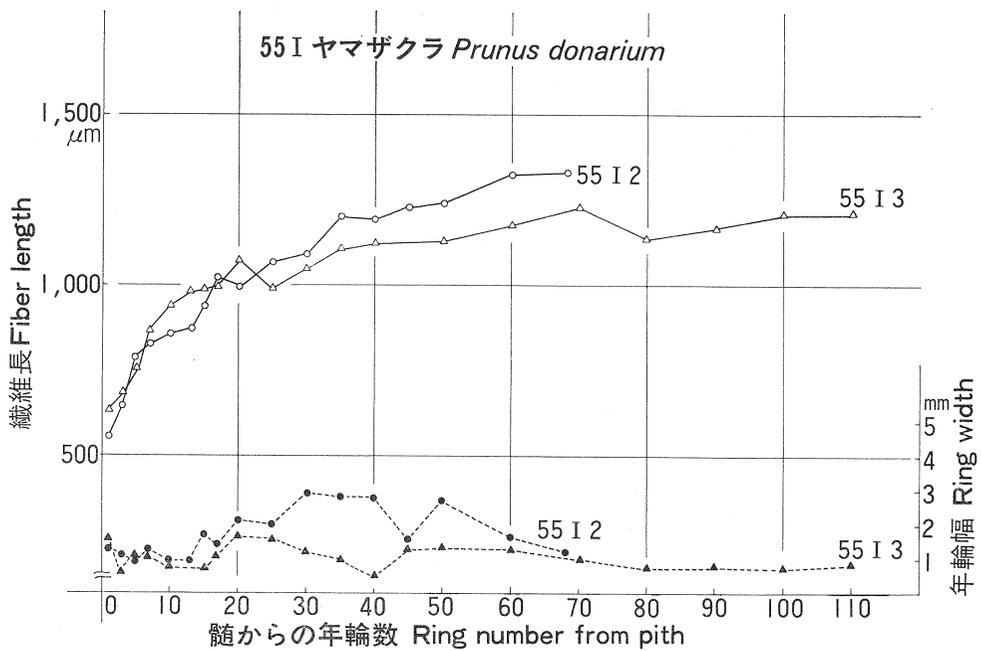


Fig. 26 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

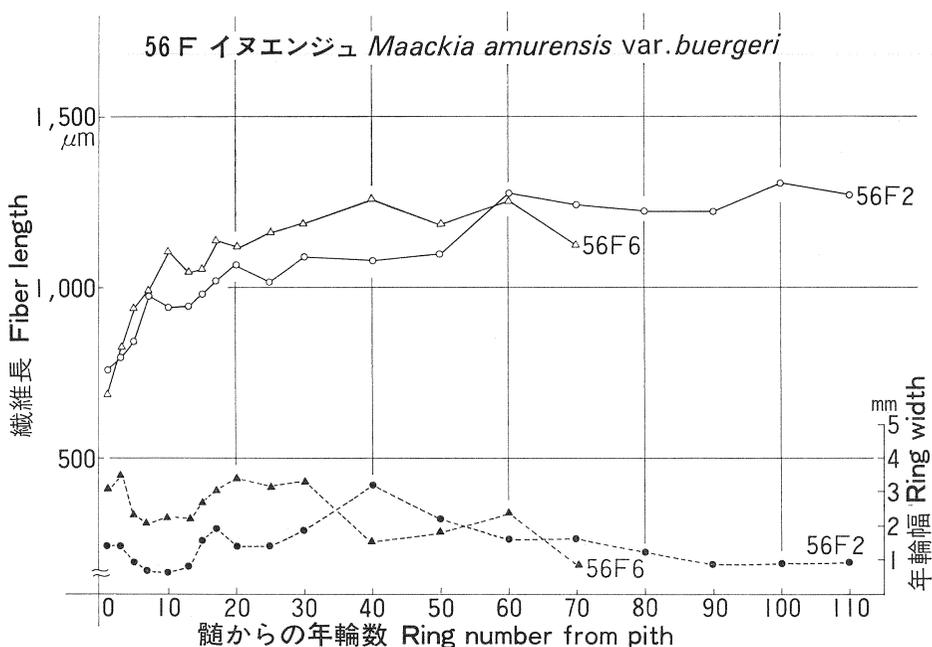


Fig. 27 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

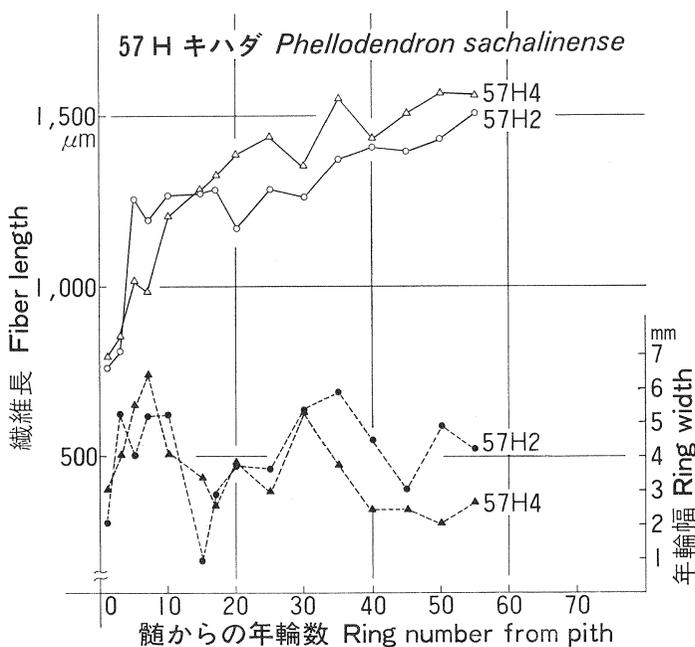


Fig. 28 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

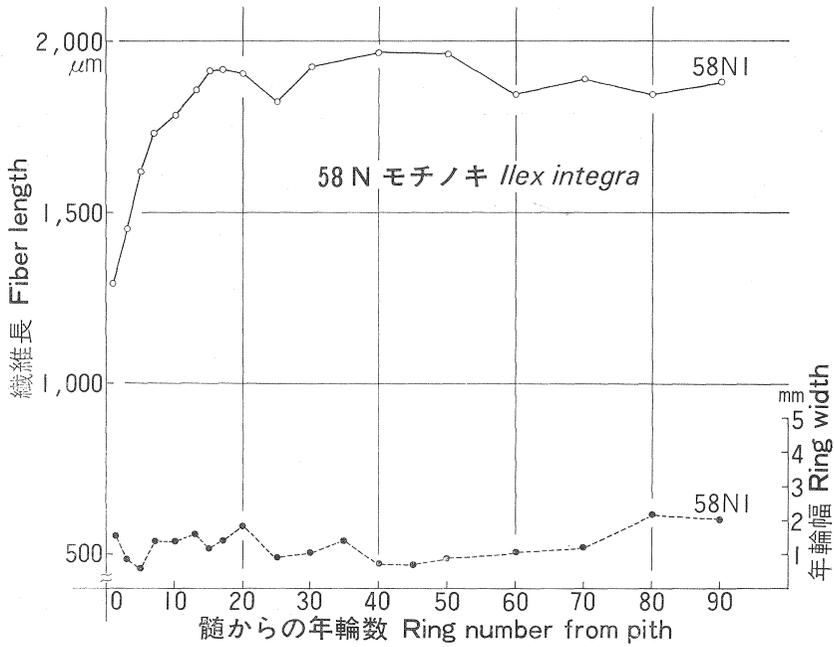


Fig. 29 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

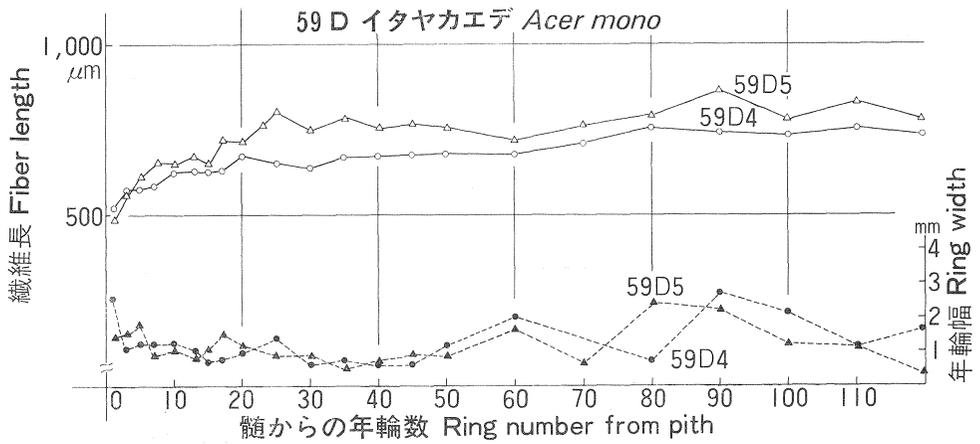


Fig. 30 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

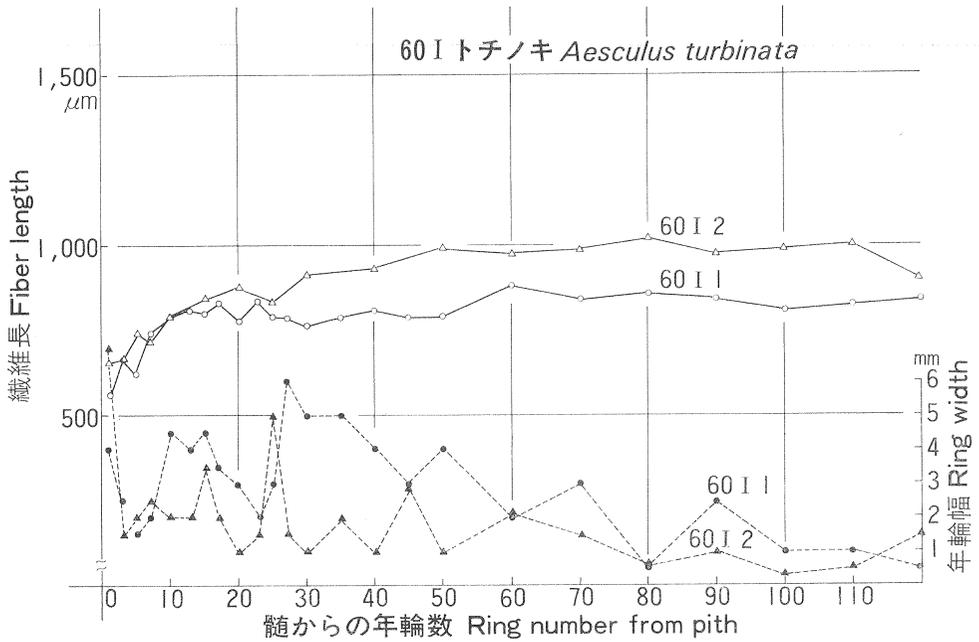


Fig. 31 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

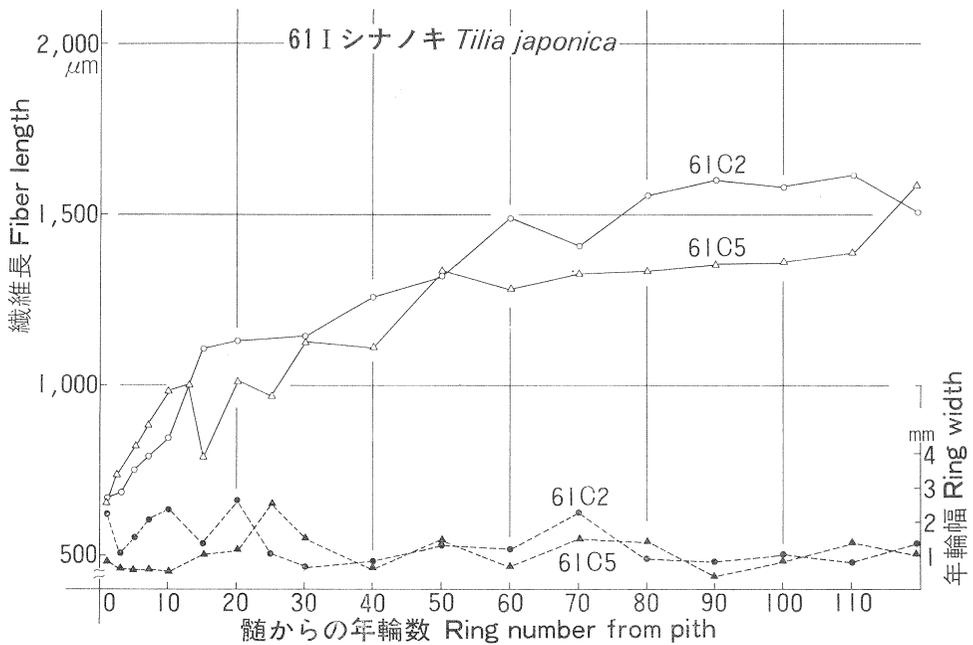


Fig. 32 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

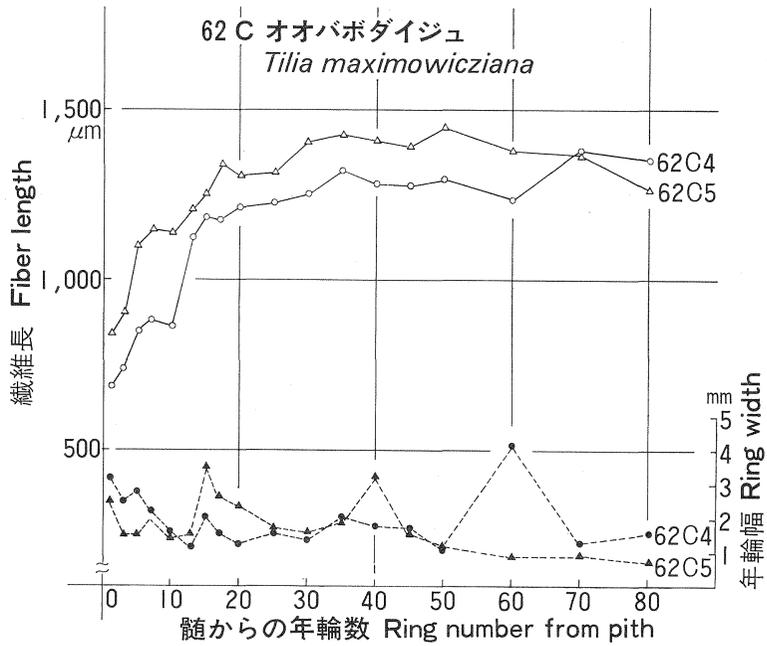


Fig. 33 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

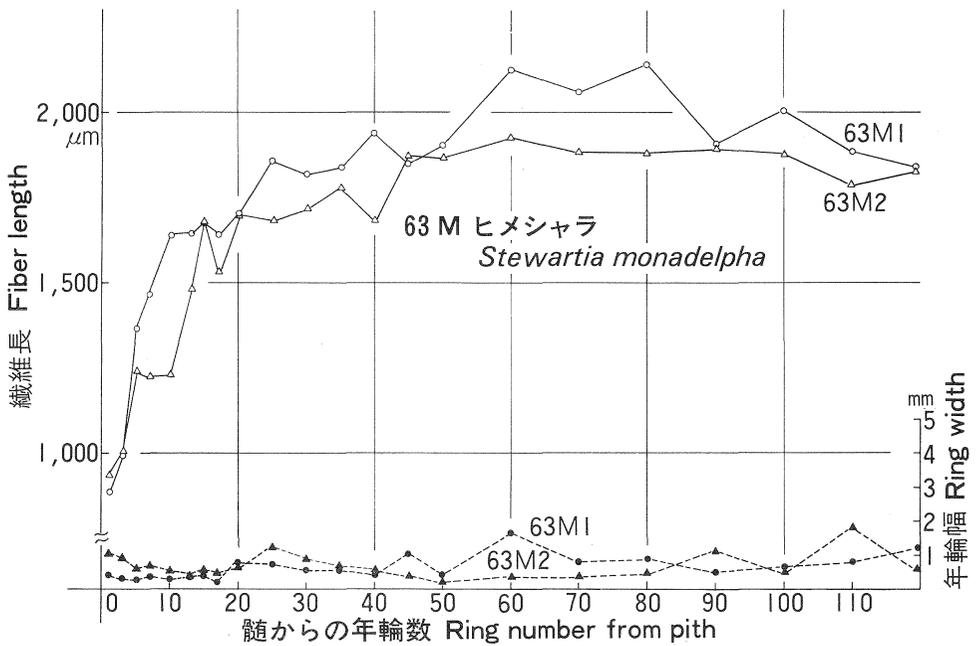


Fig. 34 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

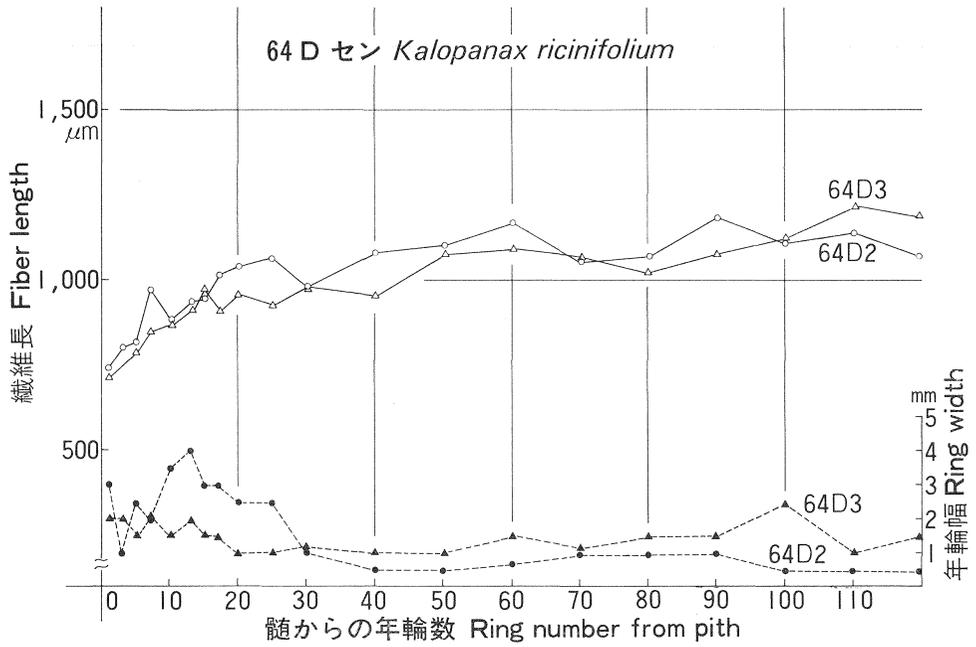


Fig. 35 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

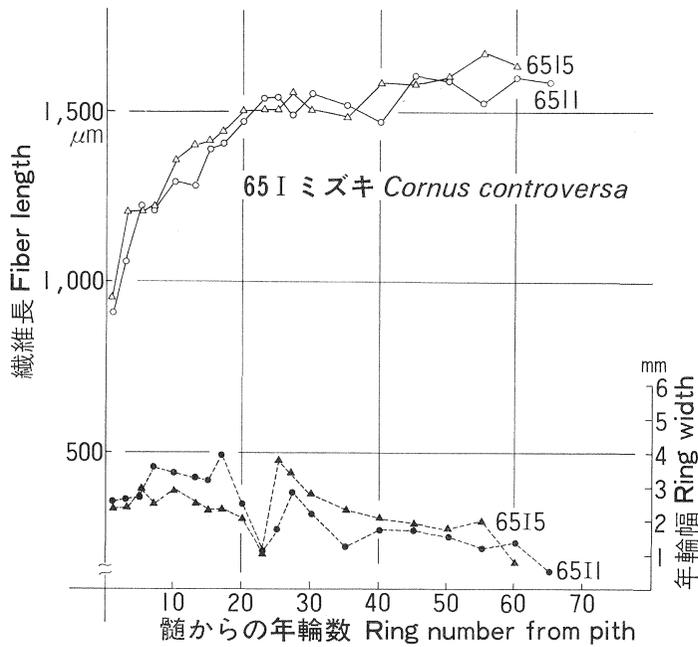


Fig. 36 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

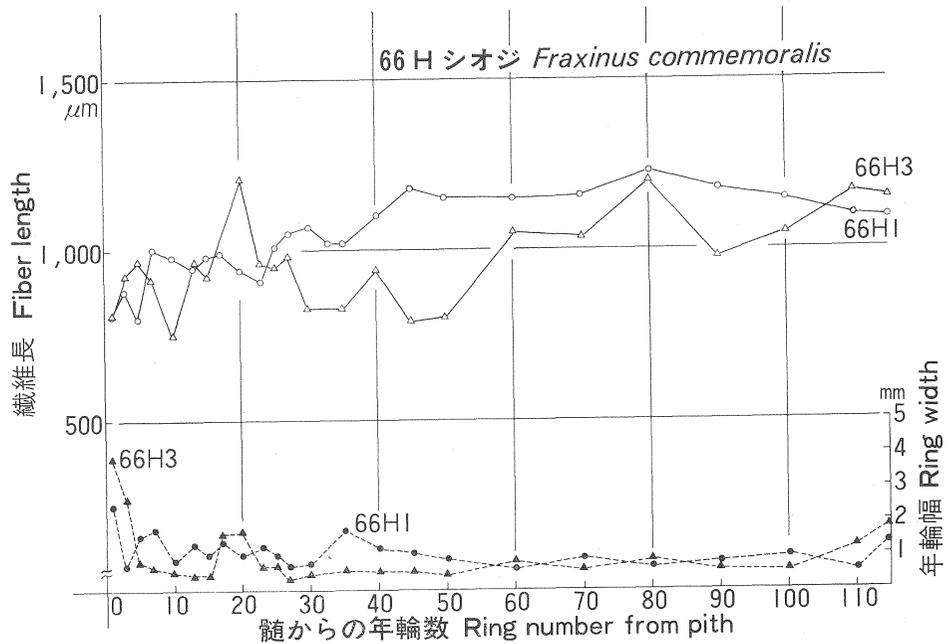


Fig. 37 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

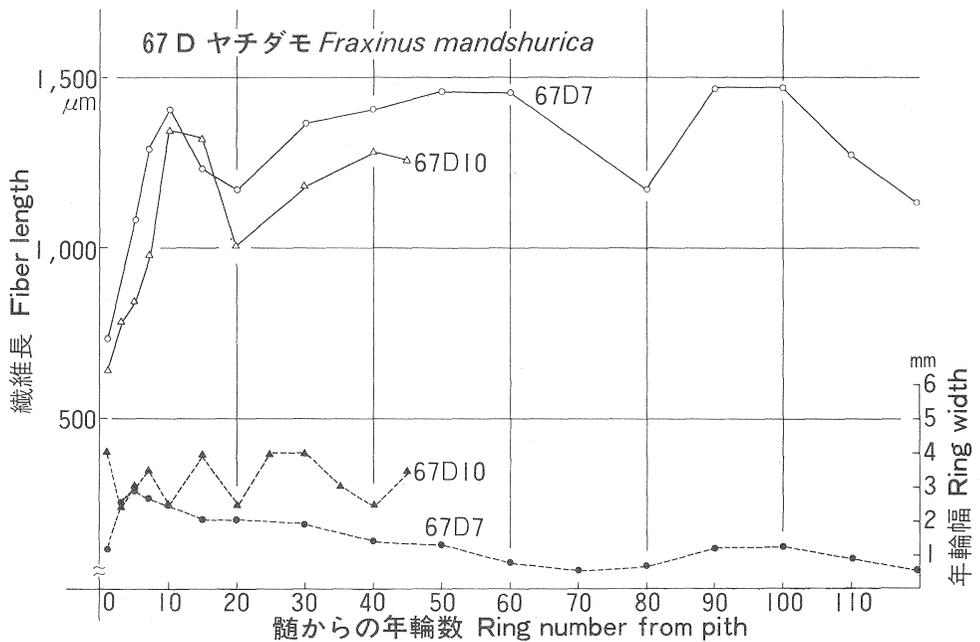


Fig. 38 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

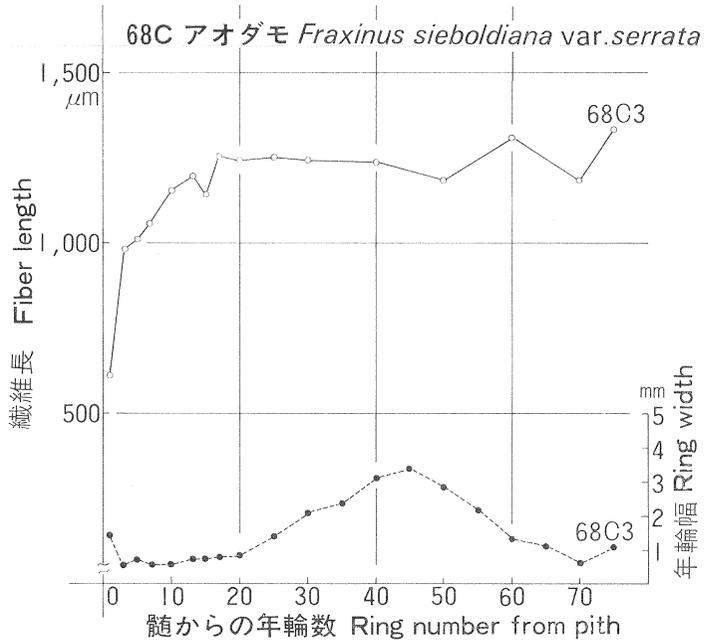


Fig. 39 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

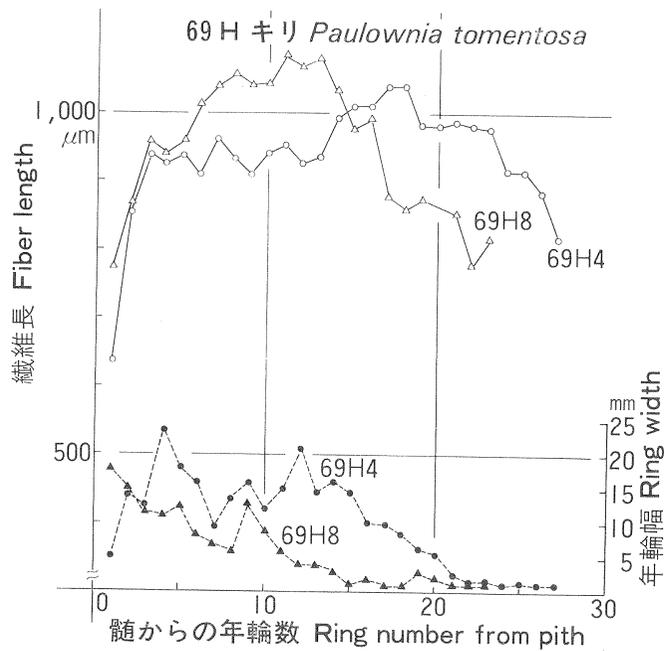


Fig. 40 繊維長と年輪幅の髄からの変動
Variation in fiber length and ring width with ring number from pith.

文 献

- 1) BAILEY, I. W. : The cambium and its derivative tissues. IV The increase in girth of the cambium. Amer. J. Bot., 10, 499~509, (1923)
- 2) BISSET, I. J. W. and H. E. DADSWELL : The variation in cell length within one growth ring of certain angiosperms and gymnosperms. Aust. For., 14, 17~29, (1950)
- 3) CHALK, L., E. B. MARSTRAND and J. P. DE C. WALSH : Fiber length in storeyed hardwoods. ACTA Bot. Neerlandica, 4, 339~347, (1955)
- 4) DINWOODIE, J. E. : Tracheid and fiber length in timber. A review of literature. Forestry, 34, 125~144, (1961)
- 5) 平井信二 : パルプ資材としての北海道樹種の研究, 並に其の育林的考察 (第三報), 主要樹種の繊維長及び繊維幅, 北海道林試時報, 38, 1~14, (1941)
- 6) 猪熊泰三・島地 謙・浜谷稔夫 : ポプラー類の研究 (第一報), 巨大ポプラー材の繊維長と比重, 東大演報, 11, 77~86, (1956)
- 7) ———— : ポプラー類の研究 (第二報), ヤマナラシの繊維長と比重について, 東大演報, 56, 315~332, (1956)
- 8) 金平亮三 : 大日本産重要木材の解剖学的識別, 台湾中央研究所林業部報告, No. 4, (1926)
- 9) 兼沢忠藏 : ブナ材の繊維長について, 日林誌, 20, 264~273, (1938)
- 10) 梶田 茂・小倉武夫 : ブナ材の研究, (第一報), 用材部に於ける木繊維長及び幅の変異について, 京大演報, 15, 1~16, (1943)
- 11) METCALFE, C. R. and L. CHALK : Anatomy of the Dicotyledons. Oxford, 2, 1361, (1950)
- 12) 木材工業編集委員会編 : 日本の木材, 東京, 1~101, (1966)
- 13) SANIO, K. : Über die Grösse der Holzzellen bei der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*). Jahrb. Wiss. Bot., 8, 401~420, (1872)
- 14) 重松義則 : 椎樹各部に於ける繊維長及灰分量の比較殊にサニオの法則に関する研究, 日林誌, 32, 13~32, (1924)
- 15) 島地 謙 : 2, 3 潤葉樹の繊維長と形成層に働く張力との関係について, 日林誌, 32, 371~372, (1940)
- 16) SHIMAJI, K. : Anatomical studies on the wood of some Fagus species. Bull. Tokyo univ. Forests, No. 42, 181~192, (1952)
- 17) 島地 謙・須藤彰司・原田 浩 : 木材の組織, 東京, 28~46, (1976)
- 18) 須藤彰司 : アカマツ仮道管長の変異について, 木材誌, 15, 2, 67~70, (1969)
- 19) ———— : 東北地方アカマツ, 林試研報, 222, 40~47, (1969)
- 20) 辻 行雄 : 木材の化学的成分及繊維の形態と強さの関係, 林試研報, 27, 83~115 (1928)
- 21) 上村 武・梅原 誠 : 日本産主要樹種の性質, 林試研報, 153, 1~14, (1963)
- 22) 渡辺治人・松本 勲・林 弘也 : 未成熟材に関する研究 (第3報), 広葉樹材についての実験, 木材誌, 12, 259~265, (1966)
- 23) 山林 暹 : 朝鮮産木材の識別, 朝鮮林業試験場, (1938)
- 24) ———— : 木材組織学, 東京, (1962)

Properties of the Important Japanese Woods**Anatomical Properties (1)****Fiber length of the important Japanese hardwoods**Toyonobu SUGAWA⁽¹⁾

Summary

The fiber length variation in radial direction within stem at breast height was investigated in 40 important Japanese hardwoods belonging to 22 families listed in Table 1. Two sample trees were selected for each species, and sample pieces for measurement of fiber length were taken from the late wood at every second to third ring from the first to twentieth ring from the pith, that is, 1st, 3rd, 5th, 7th, 10th, 13th, 15th, 17th, and 20th, and thereafter at every tenth ring to the periphery.

The results are summarized as follows :

1. The fiber length-on-age curves shown in Figs. 1~40 coincide in the pattern with those presented by many investigators since SANIO. The fiber length increases rapidly for a period of years and subsequently becomes more or less constant at a certain level. The wood in the former stage can be determined as juvenile wood and that in latter stage as adult wood.

2. The ring number from the pith at which the fiber length becomes constant is between 15 to 25 in most species, with such exceptions as *Paulownia tomentosa* in which it is only 5 and as *Quercus crispula* and *Betula grossa* in which it is even 50 (Table 1).

3. The average fiber length in the juvenile wood and that in the adult wood are shown in Table 1.

All the species examined are divided into 4 classes as shown in Table 2, according to the average fiber length in the adult wood.

4. The ratio of the average fiber length in the adult wood to the fiber length in the first ring from the pith is calculated in Table 1.

The range of the value is between 1.3 to 2.7.