

ポ プ ラ ー 類 の 研 究 (第 2 報)

—ヤマナラシの纖維長と比重について—

教 授 猪 熊 泰 三*
文 部 教 官 島 地 謙*
古 谷 正 人*

Taizo INOKUMA, Ken SHIMAJI and Masato FURUYA:

Studies on Poplars (2)

Measurement on Fiber-length and Specific Gravity of Yamanarashi
(*Populus Sieboldii* MIQUEL)

目 次

I 緒 言	315	IV 摘 要	329
II 材料及び測定法	316	V 文 献	330
III 測定結果及び考察	317		

I 緒 言

近年になって木材がパルプ資材その他工業原料として重視され、その需要量が急速に伸びている。ここに短期間に最大量の木材を生産しようとする短伐期施業の樹種としてポプラー類が注目され、主にイタリアからポプラーの改良品種が盛んに導入され、今まであまり考慮されなかったポプラー類の造林が真剣に考えられるに至った。日本において天然生ハコヤナギ属(*Populus*) 樹木は現在 3 種知られ、これらの諸性質を知ることは導入された改良品種の諸性質を知る手がかりになると共に、それ自身林木利用上、又林木育種上必要なことと思われる。ここでは日本の野生種であるヤマナラシ(*Populus Sieboldii* MIQUEL) についてその纖維長と絶乾比重を測定した結果を報告する。

林木の纖維長測定の報告は SANIO²⁵⁾ が 1872 年いわゆる SANIO の法則を発表して以来数多く出ている。しかしポプラー類については、その報告は少い。我国では猪熊・島地・浜谷¹⁸⁾ が 3 年生巨大ポプラーについてその纖維長と比重について報告している。著者らは天然生ヤマナラシの樹幹内においてその纖維長が SANIO の法則及びその他の報告に対比し如何なる変異変化を示すかを知ろうとし、又比重についても同様に樹幹内における変異・分布状態について調べ、その性質の一部を明らかにせんとした。

* 東京大学農学部森林植物学教室

なお、繊維長測定の際御協力いただいた阿部良規氏、小島且子氏に厚く感謝の意を表したい。

II 材料及び測定法

供試木としたヤマナラシは1956年11月に栃木県栗山村国有林39林班内で伐採し、樹高17.30m・胸高直径26.55cm・材積0.4375m³であった。地上0.3mより1.0m間隔で厚さ約6cmの円板を14.30mまで15個とり各円板を上下2分し上方を繊維長測定用に、下方を比重測定用に供した。

繊維長測定に関しては各円板につき東西南北4方向について外側より1年輪おきに年輪巾及び繊維長を測定した。又1年輪内における繊維長の変化については BISSET & DADSWELL³⁾を始めとして従来多くの発表^{4) 5) 13) 20)}があるが、ここでは便宜上1年輪内で最長の長さを有すると思われる最も外側約1mmから試料をとり SCHULZ 液で木繊維を分離し、顕微鏡下で micrometer により測定した。試料の総数は560個で1試料の繊維測定本数は200本とし、算術平均をもって表わした。

絶乾比重の測定に関しては繊維長測定の際と同様に、15個の円板につき東西南北4方向について外側の年輪より4年輪目ごとに1ブロックをとった。1年輪内で春材部と秋材部ではその比重は異なり、一般に秋材部は春材部に比べてその比重は大きいものであるが、この測定では春材と秋材を含めて1年輪で1ブロックを取った。測定ブロック総数は300個であり、その大きさはほぼ0.5cm³—1.0cm³である。絶乾比重は絶乾重量/絶乾容積で示されるものであるが、絶乾容積は測定でき難いため、気乾容積(気温約14°C)で代用し絶乾重量/気乾容積として求めた。なお各ブロックの容積を求めるには化学天秤を利用した水銀測容器を用いた。容積密度数(絶乾重量/生材容積)は試料がすでに伐採後約2ヶ年程経ているため、直接その値を知ることができなかったが絶乾比重測定後13個のブロックをほぼ2昼夜水中に浸し、これより容積密度数を推定し、絶乾比重との関係をみた。

円板番号は0 I II …… XIVで表わし、地上高との関係は第1表の如くである。

第1表 円板番号と地上高の関係

Table 1. The relation between the disc-number and the height above ground

disc-number	0	I	II	……	XIV
height above ground (m)	0.3	1.3	2.3	……	14.3

年輪番号は1 2 3 …… 28で表わし、それぞれ1は生育後1年目に形成された年輪、2は2年目に形成された年輪を示す。又方位は東西南北をEWSNで表わす。即ちII—6—Sとは地上高2.3mにおいて供試木が6年目に形成した年輪の南側の試料を表わす。

III 測定結果及び考察

1. 繊維長の測定結果及び考察

年輪巾及び繊維長の測定結果は、4方位の平均の数値を第2表及び第3表に示した。又方位別の数値に関しては1例を第4表に示した。

560個の試料の総平均繊維長は 967.1μ であり最大値 1370μ (III-28-S) 最小値 410μ (XI-16-W) であった。

後述する如く樹幹内各部位における繊維長の変異は極めて大きいものであり、平井⁹⁾の示したヤマナラシの測定値は 1164μ で著者らの平均値は 967.1μ でかなりの差があるが一方は材鑑を試

第2表 年輪幅 (単位 mm 各数値は S, N, E, W, 4方向の算術平均をもって示す)

Table 2. Ring-width in mm (arithmetic mean of 4 directions)

disc-number	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	
height (m)	0.3	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.3	10.3	11.3	12.3	13.3	14.3	
ring-number	2	1.3														
	4	2.9	4.0													
	6	5.0	3.5	4.4	1.2											
	8	6.6	5.3	6.0	5.1	3.8	1.1									
	10	8.0	6.6	6.2	6.7	6.1	5.1	3.2								
	12	6.8	7.3	6.1	5.8	6.9	6.9	7.0	5.6	4.4						
	14	4.6	4.7	5.2	5.6	5.6	6.5	6.4	7.0	6.5	5.0	1.7				
	16	6.2	5.5	5.5	6.1	5.3	5.8	5.8	6.0	6.1	5.4	4.7	4.6			
	18	6.8	5.4	5.1	4.9	5.2	5.5	5.2	5.1	5.1	4.9	4.5	4.6	4.2		
	20	7.7	5.4	5.1	5.4	5.8	5.1	5.3	6.2	6.6	6.6	6.5	6.1	6.3	4.6	2.8
22	5.2	4.7	4.6	5.1	5.2	4.0	3.4	3.1	3.6	3.4	3.3	2.6	2.9	4.5	1.3	
24	6.7	5.3	4.9	4.3	4.3	4.6	4.8	4.7	5.3	4.9	4.5	4.0	4.1	3.0	2.3	
26	4.1	3.4	3.1	3.0	3.1	3.1	3.2	2.9	3.3	4.3	4.0	3.6	4.5	3.4	3.3	
28	5.9	4.7	4.6	4.3	4.6	4.1	4.4	4.7	4.7	4.8	4.3	4.3	4.5	4.3	4.0	

第3表 繊維長 (単位 10μ 各数値は S, N, E, W 4方向の算術平均をもって示す)

Table 3. Fiber-length in 10μ (arithmetic mean of 4 directions)

disc-number	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
height (m)	0.3	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.3	10.3	11.3	12.3	13.3	14.3
ring-number	2	69													
	4	80	69												
	6	89	85	69	49										
	8	97	91	88	81	58	48								
	10	97	94	97	94	83	74	63							
	12	104	98	99	96	97	95	87	59	48					
	14	110	104	106	103	106	106	98	85	78	60	43			
	16	115	100	108	103	103	107	103	93	93	80	68	48		
	18	113	108	115	108	109	107	108	95	96	89	85	75	65	
	20	110	112	115	110	109	110	106	106	105	99	98	86	87	56
22	108	117	117	111	109	104	106	103	100	97	97	92	89	76	67
24	115	111	122	119	119	110	110	104	103	99	94	94	95	87	82
26	119	115	119	119	119	113	113	109	110	99	103	102	98	90	82
28	123	120	124	126	119	119	115	111	111	102	105	101	100	95	86

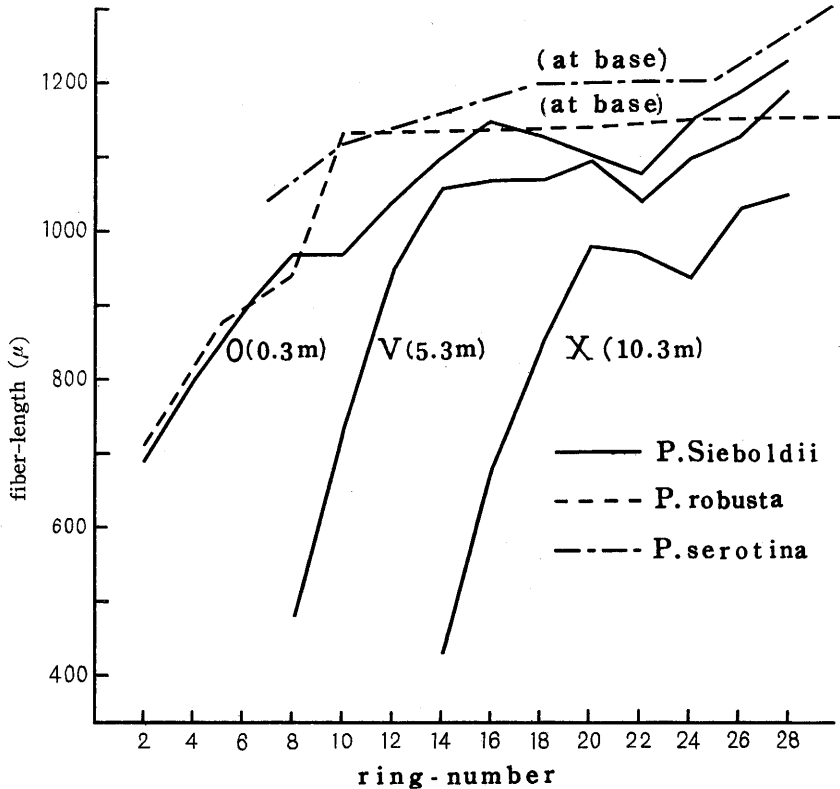


Fig. 1. Radial variation of fiber length at given heights

料としたためであり、著者らの示した値は樹幹全体としての平均値のためと見られる。供試木とした28年生のヤマナラシが更に肥大生長すれば後述する如く繊維長は概して外周に向うにつれ増大する傾向を有するから、繊維長の平均値も大きくなるものと予想される。なおハコヤナギ属樹木の繊維長の大きさについては今見¹²⁾ (ヤマナラシ 701 μ)、北尾・東郷¹⁸⁾ (ドロノキ 710 μ 、ギンドロ 670 μ)、森岡・山近²²⁾ (チョウセンヤマナラシ辺材部 1280 μ) 等の報告がある。

(a) 水平方向における年令による繊維長の変化

円板 O, V, X について髓より樹皮に向かって東西南北 4 方向の平均繊維長の変化を示せば第 1 図の如くである。どの円板についても繊維長は髓より樹皮の方に向うにつれ増加している。円板 O (地上高 0.3m) について見れば年輪番号が 2, 4, 6 と増すにつれ繊維長は大きくなり、第 16 年輪で一応ピークに至り第 18, 20, 22 年輪と減少するが、更に第 24, 26, 28 年輪と外方に向うにつれ又増加している。その最大値は第 28 年輪で 1230 μ を示している。他の円板についても一時的に多少の増減があるが概して一様に増加している。

SANIO²⁵⁾ は *Pinus silvestris* (欧州アカマツ) の仮導管長について或る年輪に至れば一定の長さ (constant final length) を保ち、その一定の長さに至る年令は幹の途中で最も遅く、地

際部と梢部において早く達するという。彼が第1法則として、この関係を発表して以来、constant final length の存在及びこれの出現年数について賛否両論の数多くの発表がある。兼次¹⁶⁾ はアカマツについて、平井⁸⁾ はアオトドマツについて SANIO の第1法則をほぼ認めるのに対し BAILEY & SHEPARD¹⁾ は *Pinus Strobus* その他について constant final length は存在しないと、25—60年までは急速に増加するが、この期間の終りにあって明らかに減少し、その減少は10年あるいはそれ以上つづき突然再び増加すると述べている。小倉²³⁾ もスギについて同様な観察を述べている。

広葉樹に対するこれらの研究は、DESCH⁷⁾ が beech (*Fagus sylvatica*) で129年、poplar (*Populus serotina*), alder (*Alnus glutinosa*) では102年、sycamore (*Acer pseudoplatanus*) birch (*Betula pubescens*, *B. alba*) では56年までは増加すると述べ、兼次¹⁷⁾ 梶田・小倉¹⁵⁾ 島地²³⁾ はブナについてその繊維長の変化について報告している。

ポプラ類については前述の如く DESCH⁷⁾ が *Populus serotina* (102年生) について最終年輪まで総じて増加していると述べているが、その地際部断面の測定結果をみるにほぼ40年からの増加は極めて少なく、その値は1400 μ —1500 μ である。又 NILSSON によればポプラの繊維長は髓の次が最も短く、それが一定の値に達するまで最初の30—40年輪を通じて増加するという。LIESE & AMMER²⁰⁾ は *P. robusta* (34年生) について繊維長は年令と共に増加するが、最大の増加を示すのは最初の10年内であると述べている。DESCH の測定した *P. serotina*, LIESE & AMMER の測定した *P. robusta* の地際部断面における繊維長変化を、著者らの測定した *P. Sieboldii* (ヤマナラシ) の変化と比較して第1図に加えた。

上述の如く、樹種、生育条件の違い、更に同樹種であっても個体差によって、constant final length 又は最長に達する年令はかなり差があるものと見られるが、DESCH, NILSSON, LIESE & AMMER, 著者等の測定結果からポプラ類においては少くとも30年あるいはそれ以上繊維長の増加を続け、その値は少くとも1000 μ を越えることは明らかである。

(b) 同一年生年輪内における地上高による繊維長の変化

最終年輪である第28年輪、第14年輪及び第8年輪について地上高に従って東西南北4方向の平均繊維長の変化を示せば第2図の如くなる。

第28年輪の地上高による繊維長変化を見るに円板Ⅲ即ち地上3.3mまではほぼ増加し、それ以上となると次第に減少している。最大値は地上3.3mの位置において1260 μ を有する。同様に第26年輪から第18年輪までは、その最大値が円板Ⅰ又はⅡ即ち地上1.3—2.3mの位置にある。しかし第14年輪になると第2図の第14年輪で示される様に、多少増減はあるが地上より高さが増すにつれ、その繊維長はほぼ一様に減少している。更に年輪番号が少なくなればなる程、地上高につれ繊維長は急速に減少する。即ち第16年輪までの髓に近い年輪にあっては、その最大値が地際部にあるものと見られ、それ以上年輪番号が増せば増す程最大値を示す位置は高くなるものと見ら

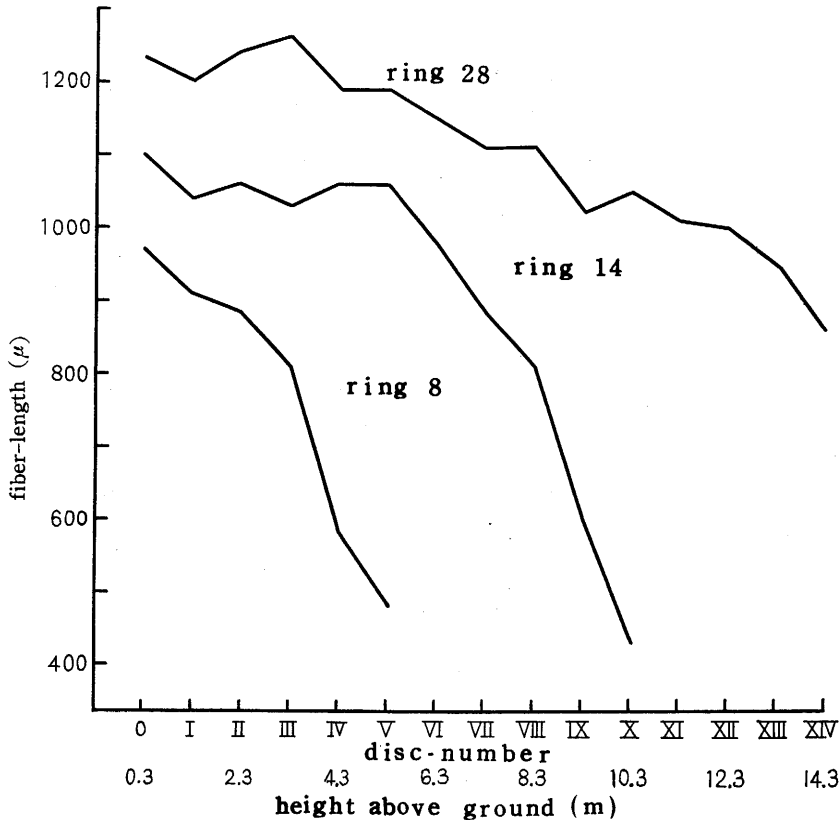


Fig. 2. Vertical variation of fiber-length within each annual ring

れる。

針葉樹の仮導管長の地上高による変化に関しては SANIO²⁶⁾ が第2法則として下方より上方に向かって増大し、ある高さに至つて最大となり、それ以上は再び減少すると述べて以来、最大値の位置について地上何m又は樹高の何分の一あるいは地際部等数多くの報告がある。即ち小倉²⁸⁾ はスギ・ヒノキについて、兼次¹⁶⁾ はアカマツについて、平井⁸⁾ はアオトドマツについて報告し、広葉樹については重松²⁷⁾ がシイについて、DESCH⁷⁾ が前述した数種の広葉樹について、兼次¹⁷⁾ はブナについて梶田・小倉¹⁵⁾ もブナについてそれぞれ報告している。

ポプラ類については DESCH⁷⁾ の *Populus canescens* (約60年生) の最終年輪についての測定結果をみると11ftの値が最大値を示している。又 LIESE & AMMER²⁰⁾ は *P. robusta* の5年生年輪について地上高に従つて繊維長が減少する結果を得ている。

多くの人々の報告及び著者らの測定結果からみると、概して広葉樹は針葉樹に比べて最大値の位置が低いものと見られ、又同一年生年輪内で繊維長が最大となる位置を地上何m又は樹高の何分の1等ということは一定したものでなく、幼年期に形成された髓に近い年輪では最大値を示す

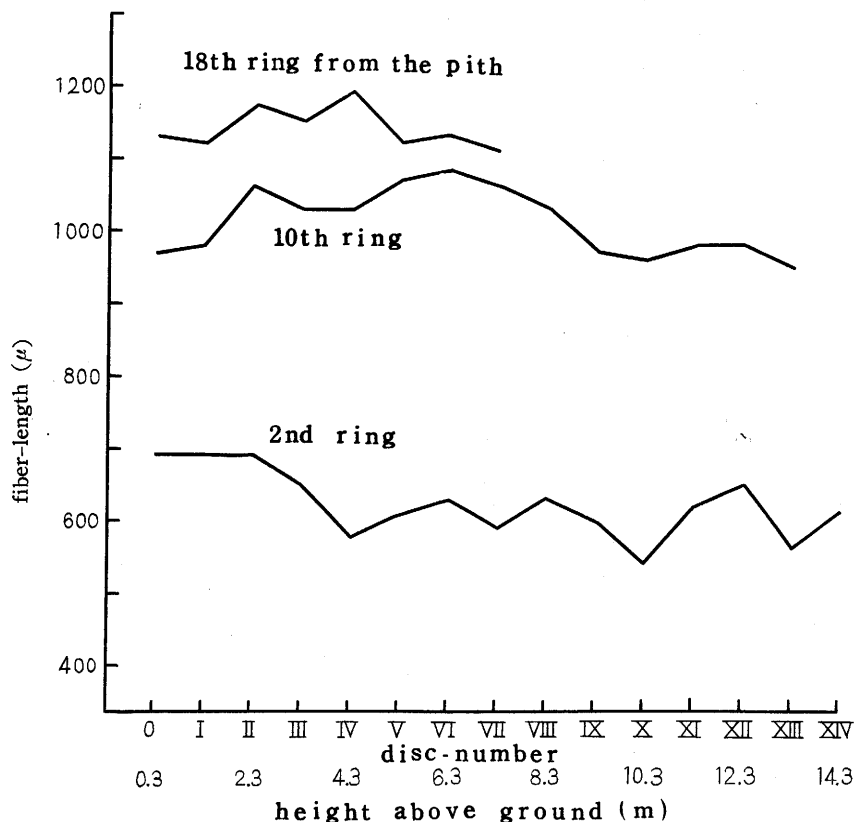


Fig.3. Vertical variations of fiber-length in the rings of the same number from the pith

位置は根際部にあり、後年に形成された樹皮に近い年輪程高い位置に最大値があるものと見られる。しかしある年数以後に形成された年輪においては繊維長の最大の位置はほぼ一定するものと思われるが用いた28年生の供試木ではその位置を知ることが出来ない。

(c) 髓より同今年輪内における地上高による繊維長の変化

髓より数えて2番目、10番目及び18番目の年輪について地上高に従って東西南北4方向の平均繊維長の変化を示せば第3図の如くである。

髓に極めて近い年輪では第3図のグラフで示される如く、規則的な増減の傾向はみられず、むしろほぼ同一の長さを有するものと見られるが、しかし髓より6番目以上の年輪においては第3図のグラフで示される如く地上高が増すにつれ、その繊維長は増加し、円板IV、V(地上高4.3—5.3m)附近で最大となり、更に地上高が増すにつれ繊維長は減少する傾向が見られる。しかし、その増減の差は同一年生年輪内における変化程大きいものではなく、例えば髓より10番目の年輪では950—1150 μ の間での増減である。

この方向への繊維長の変化についての研究は少なく、LIESE & AMMER²⁰⁾は *Populus robusta*

の髓より2及び3番目の年輪内の繊維長を測定し、地上高が増すにつれ、その繊維長も増加すると述べているが、少なくとも今回用いたヤマナラシでは髓より数えて等番号の年輪内の繊維長の変化は地上高4—5mまでは、その長さは増加するが、それ以上地上高が増すにつれ、長さは減少するものと思われる。ただ髓に近い年輪内ではその関係は明瞭でなく、むしろほぼ等しい繊維長を有するものと見られる。

(d) 繊維長の樹幹内における分布

以上述べた樹幹内各方向についての繊維長の変化を考慮し樹幹内における繊維長の分布を模式的に示せば第4図の如くなるものとみられる。第4図より28年生ヤマナラシの繊維長分布の傾向を掲げれば、

- 1) 樹幹中心部即ち髓にそって繊維の短い材が形成されている。
- 2) 樹幹下部外周に繊維の長い材が形成されている。
- 3) 樹幹中心部より外周に向うにつれ、概して繊維の長い材が形成される傾向がある。

梶田・小倉¹⁵⁾はブナについて、BETHEL²⁾はテーダマツ (*Pinus Taeda*) についてその繊維長の

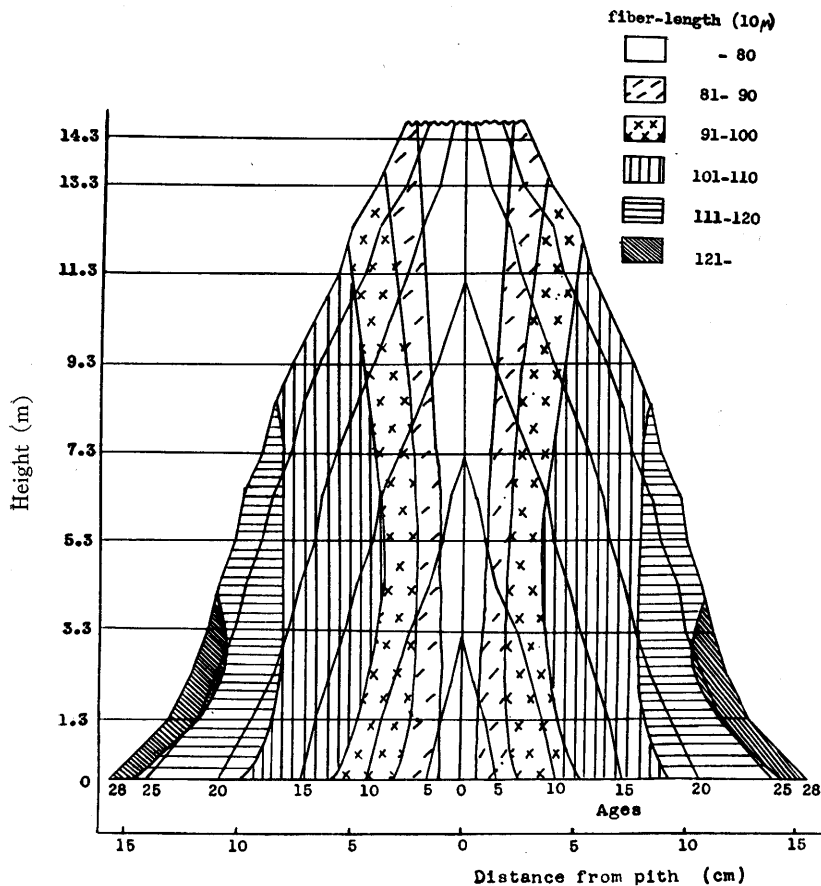


Fig. 4. Distribution of the fiber-length in stem

第4表 円板 I (地上高1.3m) の各方位における年輪幅及び繊維長

Table 4. Annual ring-width and fiber-length in 4 directions on the disc I (1.3m)

direction ring -number	S		N		E		W		Mean	
	ring -width	fiber -length	ring -width	fiber -length	ring -width	fiber -length	ring -width	fiber -length	ring -width	fiber -length
4	3.4	64	3.0	65	3.0	79	2.6	69	4.0	69
6	5.2	89	3.8	82	4.8	84	5.0	84	3.5	85
8	4.8	97	7.2	85	4.2	93	4.8	90	5.3	91
10	6.2	99	8.0	87	6.2	90	5.8	98	6.6	94
12	7.0	106	7.4	93	7.6	93	7.2	99	7.3	98
14	4.0	116	6.4	93	4.2	100	4.0	107	4.7	104
16	6.4	107	6.2	92	5.0	92	4.4	107	5.5	100
18	5.4	110	6.8	106	4.6	105	4.8	110	5.4	108
20	5.4	110	6.2	108	5.0	114	4.8	116	5.4	112
22	4.4	119	7.4	112	3.4	114	3.4	121	4.7	117
24	5.6	116	6.2	114	4.2	104	5.0	111	5.3	111
26	4.0	118	3.8	122	2.8	100	3.0	118	3.4	115
28	4.8	117	4.6	117	4.2	115	5.2	129	4.7	120
Mean	5.1	105	6.3	98	4.6	99	4.6	105	5.1	102

分布図を示しているが、BETHEL の示した分布図は著者らの示した分布図とかなり類似し、針葉樹・広葉樹共に似た繊維長の分布を示すものと思われるが、前にも述べた如く同一年生年輪内において繊維長が最大となる位置が針葉樹の方が広葉樹に比べて高いものと見られる。

(e) 方位及び年輪巾と繊維長の関係

円板 I (地上高1.3m) について、方位及び年輪巾と繊維長の測定結果を示せば、第4表の如くである。

各方位の平均年輪巾と平均繊維長を比べると北側の年輪巾が最大で、その繊維長は最小である。又西及び東側の年輪巾は狭く、西及び南側において繊維長は長い。即ち概していえば地上高1.3m の位置においては、北側において年輪巾広く繊維長は短い。西測において年輪巾狭く繊維長は長い。しかし各年輪ごとについてみれば、この関係は必ずしも一定したものではない。

方位と繊維長の関係については Mc MILLAN²¹⁾ が *Picea rubens* について、重松²⁷⁾ がシイについて、LIESE & AMMER²⁰⁾ が *Populus robnsta* について、又梶田・小倉¹⁵⁾ はブナについて報告しているが、その関係は一定せず、むしろ傾斜の方向、更に年輪巾との間に関係を有するものと思われる。

年輪巾と繊維長の関係を円板 I の南及び北側について図示すれば第5図の如くである。第5図南側における第14, 22, 26年輪、北側における第26年輪においては、その年輪の前後に比べて年輪巾が狭く、繊維長は長い。即ち繊維長の増加が小なる樹皮に近い方の年輪では、年輪巾の狭いところで繊維長は長い様に見られる。しかし、繊維長が急速に増大している時期では、両者の関係は不規則である。

年輪巾と繊維長との関係については、兼次¹⁶⁾¹⁷⁾ がアカマツ及びブナについて、平井⁸⁾ はアオト

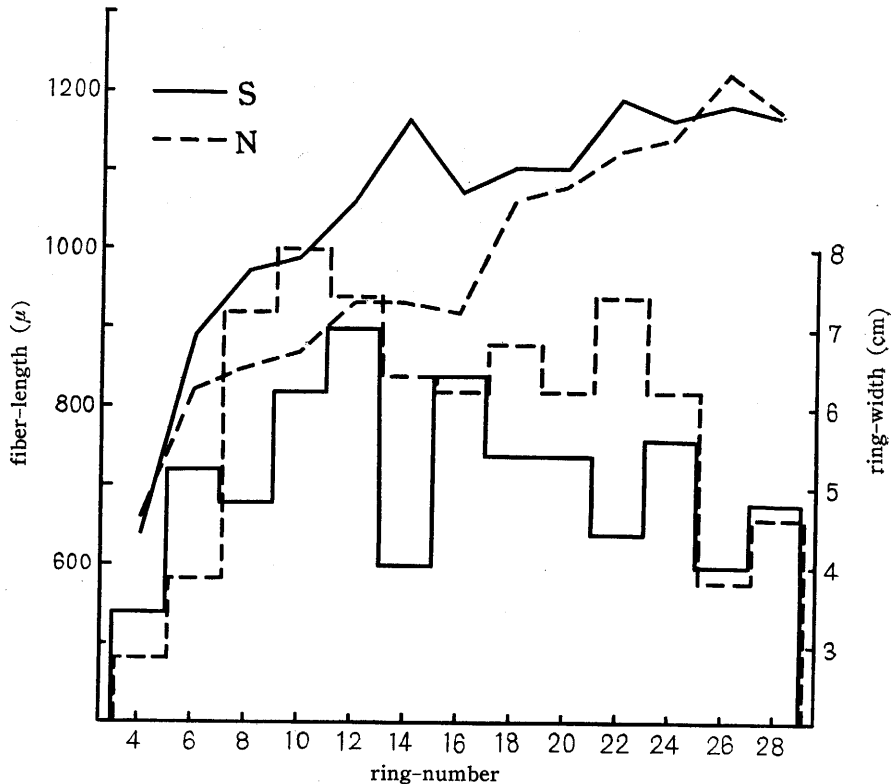


Fig. 5. Radial variations of fiber-length and ring-width on the south side and the north side in disc I (1.3m)

ドマツについて、LIANG¹⁹⁾はカラマツ属について報告しているが、繊維長と年輪巾との関係を論ずる場合、SANIOのいうほぼ一定の値をとる範囲において両者の関係は明瞭となるものと見られ、又一般に針葉樹においては年輪巾と繊維長との逆相関関係が認められるのに対し、広葉樹においてはあまり明確でない様に思われる。著者らが用いたヤマナラシは28年生であり、その繊維長はいまだ増大しつつある時期と考えられるため、この測定結果からは両者の間に明瞭な関係を見ることができない。ただ10—15年生年輪までの繊維長の増加率が極めて大きい幼令期とみなされる部分では、年輪巾に無関係に繊維長が増加する傾向があり、それ以後次第に壮令期に入るとつれて、繊維長の増加率は減少し、同時に年輪巾との逆相関関係も次第に明瞭となってくるものと考えられる。

2. 比重の測定結果及び考察

絶乾比重の測定結果は第5表の如くである。ブロック300個の平均比重は0.422であり、最大値0.617 (XI—16—W)、最小値0.293 (VI—24—S)であった。その頻度状態を階級巾0.01として示せば第6図の如くである。その頻度曲線は比重の小さい方に偏よっている。即ち左偏形である。矢沢・楯・岩田⁸¹⁾、平井⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾、加納¹⁴⁾等が示した比重又は容積密度数の頻度曲線の多くは左偏形である。又著者らの示した曲線は、2つ山があり双峯形をなしているが、少なくとも今回

第5表 絶乾比重 (各数値はS, N, E, W 4方向の算術平均をもって示す)

Table 5. Specific gravity in oven dry (arithmetic mean of 4 directions)

disc-number	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	
height (m)	0.3	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.3	10.3	11.3	12.3	13.3	14.3	
ring-number	4	0.455	.466													
	8	.419	.400	.416	.454	.409	.491									
	12	.420	.436	.478	.448	.423	.431	.425	.474	.439						
	16	.423	.404	.416	.428	.398	.403	.407	.411	.406	.471	.531	.545	.541		
	20	.384	.400	.375	.381	.363	.375	.383	.405	.387	.419	.441	.431	.432	.433	.529
	24	.387	.368	.387	.379	.379	.391	.369	.414	.389	.462	.445	.492	.467	.435	.421
	28	.374	.374	.375	.376	.376	.372	.401	.416	.378	.438	.433	.468	.454	.433	.447

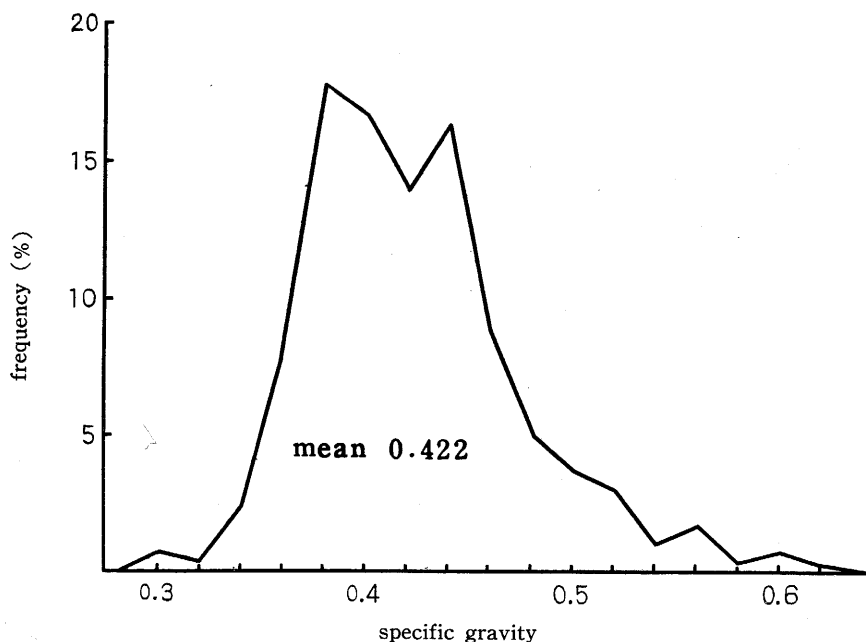


Fig. 6. The frequency curve of specific gravity in oven dry

用いた28年生のヤマナラシにおいては絶乾比重は0.36—0.46程度のもつと見られる。

田中²⁹⁾は本邦産の有用材について絶乾比重及び空隙率について測定しているが、その数値と比べて著者らの測定によるヤマナラシの比重(平均0.422)は広葉樹としては比較的軽い方に属し針葉樹の比重とほぼ等しい値である。

(a) 絶乾比重*と容積密度**との関係

13個のブロックにつき絶乾比重及び前述の如くして測定した容積密度数を示せば第6表の如くである。その関係は厳密には曲線で示されるものと見られるが、絶乾比重の頻度の多い0.36—0.46においてはほぼ直線的と考えられ、一般に容積密度数(g/cm^3) $=0.9 \times$ 絶乾比重で表わされ

* (絶乾比重 = 絶乾重量 / 気乾容積) による

** (容積密度数 = 絶乾重量 / 十分に水分を含ませた容積) による

るものとみられる。

以下樹幹内における絶乾比重の変異及び分布について述べるものであるが絶乾比重と容積密度数はほぼ一次的関係にあるものとすれば、容積密度数についてもその変異及び分布状態はほぼ絶乾比重のそれと類似しているものと思われる。

(b) 水平方向における年令による比重の変化

円板 0, V, X について樹幹中心よ

り樹皮に向かって4年輪目ごとに東西南北4方向の平均絶乾比重の変化を示せば第7図の如くである。試料をとった間隔が4年輪目ごとであったためその変化を正確につかむことができないが、どの円板についても随より第12年輪までの変化は不規則で第12年輪より第20年輪に至るところで

第6表 絶乾比重と容積密度数

Table 6. The specific gravity and the bulk-density

sample number	specific gravity in oven dry (r_o)	bulk density (R)	R/ r_o
0-1-W	0.297	0.284	0.956
III-5-W	0.378	0.345	0.913
IV-9-N	0.348	0.320	0.920
IV-13-N	0.409	0.387	0.946
VIII-13-N	0.380	0.342	0.900
IX-9-W	0.436	0.386	0.885
XI-9-W	0.427	0.389	0.911
VIII-13-E	0.472	0.425	0.900
XI-5-N	0.471	0.439	0.932
IX-5-E	0.494	0.453	0.917
III-17-S	0.503	0.430	0.855
II-17-W	0.567	0.475	0.838
V-21-S	0.577	0.472	0.818
平均			0.900

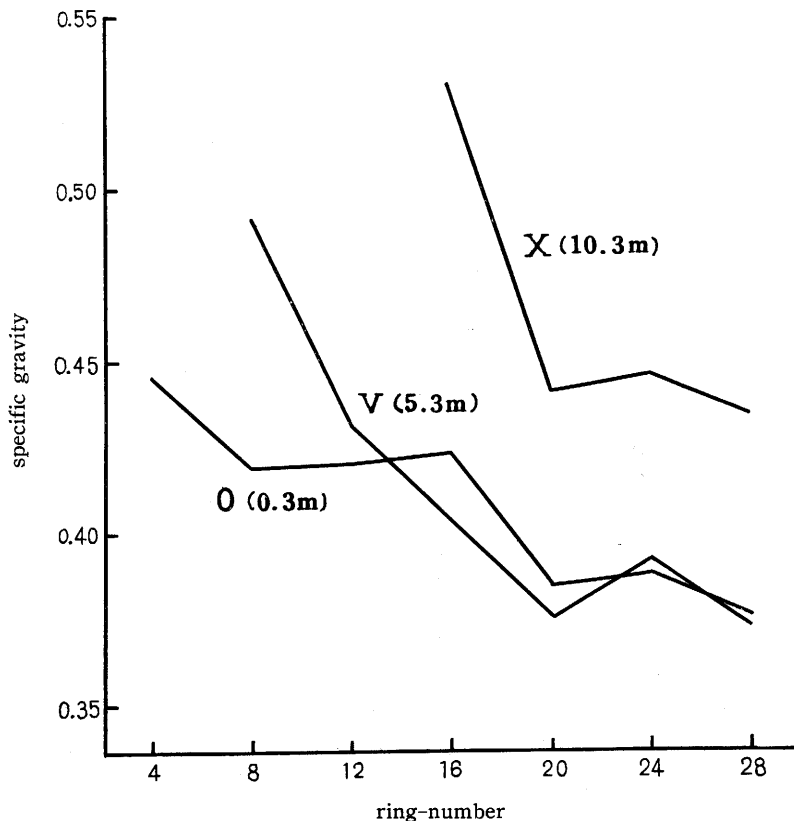


Fig. 7. Radial variations of specific gravity at given heights

急激な減少がみられ、更に外周に向うと又その変化は不規則になっている。ただ概していえば、比重は樹幹中心より外周に向うにつれて減少する。繊維長が外周に向うにつれ増大するのと逆の関係にあるが、比重における変化は繊維長における変化程規則的でない。

渡辺⁸⁰⁾は人工杉林の樹幹における容積重の分布について報告し、水平方向への変化に対しては実生杉、挿木杉共に容積重は概括的にいって樹心から外方に向かって漸減し、更に外周に近づくに従って再び増大する傾向があると述べているのに対し、SPURR & HSIUNG⁸⁶⁾は針葉樹材は一般にほぼ100年まで比重は髓より次第に増加し、更に年令を増すと比重は減少するかもしれないと述べている。又 DESCH⁷⁾は散孔材である alder, birch, sycamore, poplar について比重は樹幹中心において小さく、ある年令まで外側に向って増加し、そして最後に減少するが但し例外があると述べ、その poplar (*Populus canescens*) 地際部断面における測定では概して外周に向うにつれ比重は増加している。即ち著者らの測定とほぼ逆の関係にある。このことは針葉樹における渡辺⁸⁰⁾と SPURR & HSIUNG の結果が相反する如く、樹種、天然生木と造林木、立地条件、気象条件、成長の良否等によって比重はかなり変化するものではなからうか。

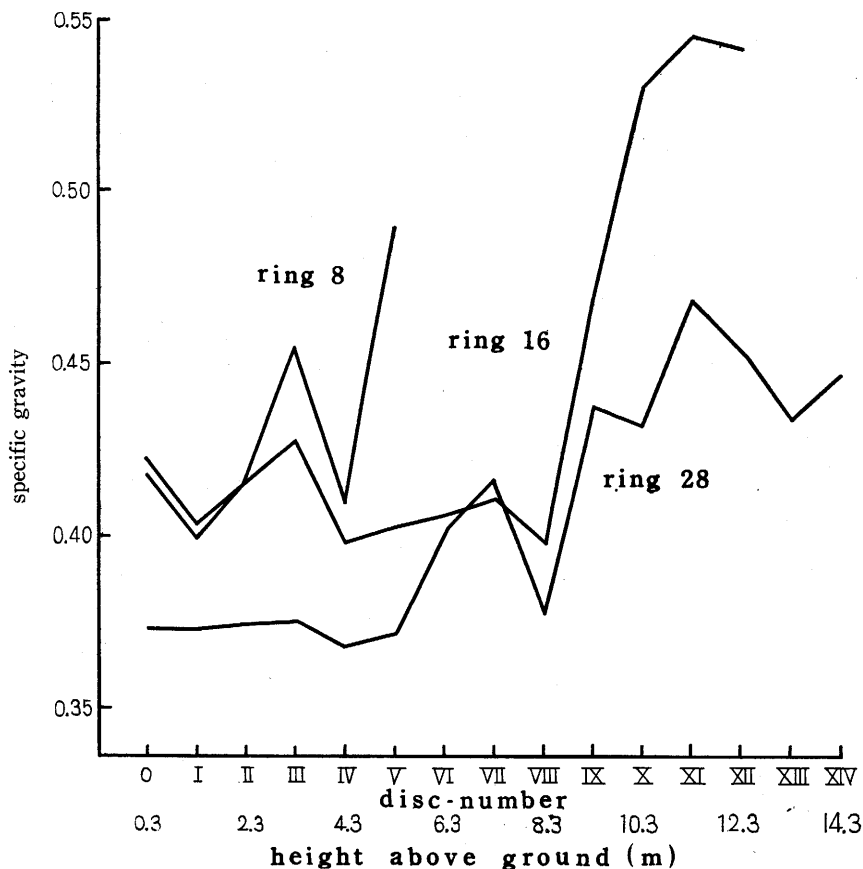


Fig. 8. Vertical variations of specific gravity within each annual ring

(c) 同一年生年輪内における地上高による比重の変化

第8, 16, 28年輪について、地上高に従って東西南北4方向の平均絶乾比重の変化を示せば第8図の如くである。

この変化も水平方向における変化と同様、規則的な増減の傾向はみられないが、概していえば地上高を増すにつれ比重も増加するものと見られ、水平方向における変化と同様、繊維長の変化とほぼ逆の関係がある様に見られる。

この方向に対する変化に対しては渡辺³⁰⁾がスギについて、平井¹⁰⁾がアオトドマツ・カラマツについて、大沢²⁴⁾もカラマツについて、矢沢・楯・岩田³¹⁾はアカマツについてそれぞれ報告し、その結果はまちまちである。DESCH⁷⁾の *Populus canescens* (約60年生) についての測定では、最外部10年輪について地際部より 11ft までは比重は減少し、23.5ft の測定で又増加している。

上方への変化は水平方向への変化と同様、非常に複雑なものと思われ、このことは、樹幹内において比重はかなり不規則に分布しているものと考えられる。

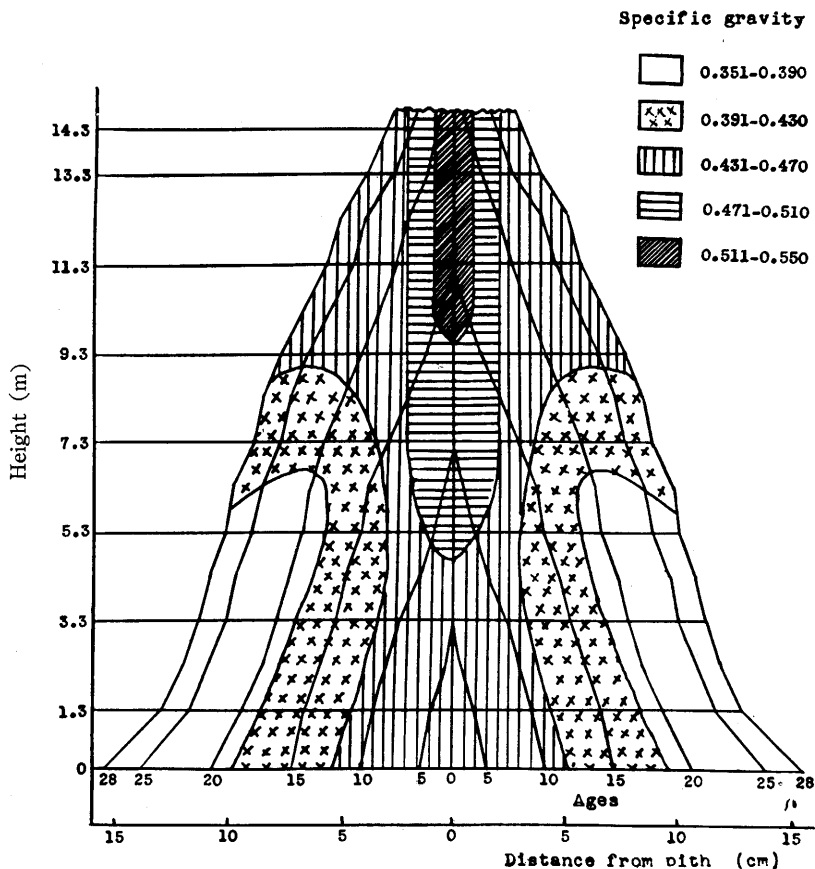


Fig. 9. Distribution of the specific gravity in oven dry in stem

(d) 絶乾比重の樹幹内における分布

供試木の樹幹内における絶乾比重の分布を模式的に示せば第9図の如くなるものと見られる。

第9図より28年生ヤマナラシの比重の樹幹内における分布の傾向を掲げれば

- 1) 樹幹梢部中心において重い材が形成されている。
- 2) 樹幹下部の外周に軽い材が形成されている。
- 3) 概して樹幹中心より外周に向うにつれ軽い材が形成される傾向がある。

これらの傾向を繊維長の分布の傾向と比べてみると、重い材が形成されている髓に近い部分では概してその繊維は短かく、軽い材の形成されている外周において概して繊維が長い傾向がみられ、この供試木では比重と繊維長の間にはかなりのばらつきを有するが、ほぼ逆相関の関係があるものとみられる。

平井¹³⁾はカラマツ、欧州トウヒ、スギ、ストロブマツについて、加納¹⁴⁾はトドマツについて容積密度数の大きさと幹のなかの分布について報告しているが、平井の千葉県東京大学演習林産のスギについての報告において容積密度数の分布状態を模式的に図示したものと著者らが示した第9図とはかなり類似していることは偶然であるが興味深い。

IV 摘 要

- 1) 供試木とした28年生ヤマナラシより得た560個の試料の平均繊維長は967.1 μ であった。
- 2) この供試木においてははまだその繊維長は増加しつつある。各任意断面について髓より10—15年輪まではその増加は急激で、それ以後は緩となっている。地上高0.3mにおける断面ではその最大値は最終年輪において1230 μ を示した。
- 3) 同一年生年輪内において地上高による繊維長の変化は第1年輪より第16年輪までは最大値は地際部にあり、それ以上年輪番号が増し樹皮に近づく程最大値を示す位置は高くなる。最終年輪においては地上高3.3mにおいて最大値1260 μ を示す。
- 4) 髓より数えて同令の年輪内において地上高による繊維長の変化は概していえば地上高が増すにつれその繊維長も増加し一定の高さ(4—5m)より高くなると繊維長は減少する。
- 5) 繊維長の樹幹内における分布は、樹幹中心部髓にそって繊維の短い材が形成され、樹幹下部外周に繊維の長い材が形成されている。
- 6) 地上高1.3mの断面では北及び東側の繊維が短く、南及び西側の繊維が長かった。
- 7) 年輪巾と繊維長の関係ははまだ繊維長が増加しているため明瞭でないが概していけば10—15年生年輪までの繊維長の増加率が極めて大きい部分では年輪巾と無関係に繊維長は増加し、それ以後繊維長の増加率が減少するにつれ、年輪巾との逆相関の関係も次第に明瞭になってくるものと見られた。
- 8) 供試木より得た300個のブロックの平均比重は0.422であった。その頻度曲線は左偏形で

双峯形であり、ヤマナラシの絶乾比重は0.36—0.46程度とみられる。

9) 絶乾比重の頻度の大きい0.36—0.46においては容積密度数 (g/cm^3) = $0.9 \times$ 絶乾比重の関係がみられる。

10) 水平方向における年令による絶乾比重の変化は概して樹幹中心より外周に向うにつれ減少する傾向がみられる。

11) 同一年生年輪内における絶乾比重の地上高による変化は、概して地際部より地上高を増すにつれ比重は増大する傾向がみられる。

12) 絶乾比重の樹幹内における分布は樹梢部中心において重い材が形成され樹幹下部の外周において軽い材が形成されている。

13) 繊維長と絶乾比重の間にはほぼ逆相関の関係がみられる、即ち重い材の部分で繊維は短く軽い材の部分で繊維が長い傾向がみられる。

V 文 献

- 1) BAILEY, I.W. & SHEPARD, H.B.: Sanio's law for the variation in size of coniferous tracheids, Bot. Gaz., **60**: 66—71 (1915)
- 2) BETHEL, J. S.: The effect of position within the bole upon fiber length of Loblolly pine (*Pinus Taeda* L.), Jour. For., **39**: 30—33 (1941)
- 3) BISSET, I. J. & DADSWELL, H. E.: The variation in cell length within one growth ring of certain angiosperms and gymnosperms, Aust. For., **14**: 17—29 (1950)
- 4) —, — & AMOS, G.L.: Changes in fiber-length within one growth ring of certain angiosperms, Nature, **165**: 348—351 (1950)
- 5) —, — & WARDROP, A. B.: Factors influencing tracheid length in conifer stems, Aust. For., **15**: 17—30 (1951)
- 6) CHALK, L., MARSTRANG, E. B. & WALSH, G.: Fiber length in storied hardwoods, Acta Bot. Neerland., **4**: 339—347 (1955)
- 7) DESCH, H. E.: Anatomical variation in the wood of some dicotyledonous tree, New Phytol., **31**: 73—118 (1932)
- 8) 平井信二: パルプ資材としての北海道産樹種の研究並に其の育林的考察 (第1報) アオトドマツ仮導管長の年令及び地上高による変化, 日本林学会講演集 (昭13), : 573—585 (1939)
- 9) —: 同上 (第2報) 主要樹種の繊維長及び繊維巾, 北海道林試時報, **38**: 1—14 (1941)
- 10) —: 同上 (第4報) アオトドマツ及びカラマツの重量生産成果, 日本林学会会員研究論文集 (昭17), 257—296 (1943)
- 11) —: 林木の重量生長に関する研究 (第1報) 東大演報, **35**: 91—105 (1947)
(第2報) 同上 **38**: 139—152 (1950) (第3報) 同上, **39**: 219—234 (1951)
(第4報) 同上 **45**: 203—219 (1953) (第5報) 同上, **48**: 221—235 (1955)
- 12) 今見 昇: 北海道潤葉樹繊維の大きさ, 森林家必携
- 13) 猪熊泰三, 島地謙, 浜谷稔夫: ポプラー類の研究 (第1報) 巨大ポプラー材の繊維長と比重, (東大)演習林, **11**: 77—86 (1956)
- 14) 加納 孟: 木材材質の生物学的研究 (第3報), 林試報告, **46**: 37—70 (1950)

- (第4報), 同上, **101**: 1—99 (1957)
- 15) 梶田 茂・小倉武夫: プナ材の研究(第1報)用材部に於ける木繊維長及巾の変異に就いて, 京大演報, **15**: 1—60 (1943)
 - 16) 兼次忠蔵: 赤松樹幹の仮導管長に就いて, 日林誌, **17**: 53—55 (1935)
 - 17) —: プナ材の木繊維について (I), 日林誌, **20**: 264—273 (1938)
(II) 同上, **22**: 146—154 (1940)
 - 18) 北尾弘一・東郷和夫: 北海道産広葉樹のバルブ原木的研究, 木材研究, **17**: 43—49 (1957)
 - 19) LIANG, S. C.: Variation in tracheid length from the pith outwards in the wood of the genus *Larix*, Forestry, **22**: 222—237 (1948)
 - 20) LIESE, W. & AMMER, V.: Untersuchungen über die Länge der Holzfasern bei Pappel, Holzforschung, **11**: 169—174 (1958)
 - 21) McMILLAN, W. B.: A study of comparative length of tracheids of red spruce grown under free and suppressed conditions, Jour. For., **23**: 34—42 (1925)
 - 22) 森岡勇・山近進: 朝鮮満州及び樺太産製紙用木材の繊維, 林雑, **9**: 1—6 (1921)
 - 23) 小倉謙: 杉其他の樹木の肥大成長に関する 2, 3 の観察, 植雑, **34**: 146—162, 167—180, 185—193 (1920)
 - 24) 大沢正之: 人工植栽落葉松材の強度, 北大演報, **7**: 51—97 (1922)
 - 25) SANIO, K.: Über die Grösse der Holzzellen bei der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*), Jahrb. wissensch. Bot., **8**: 401—402 (1872)
 - 26) SPURR, S. H. & HSIUNG, W.: Growth rate and specific gravity in conifers, Jour. For., **52**: 191—200 (1954)
 - 27) 重松義則: 樅樹各部における繊維長及び灰分量殊にサニオの法則に関する研究, 林雑, **7**(32): 12—32 (1925)
 - 28) 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)
 - 29) 田中勝吉: 木材の空隙率について, 林雑, **11**: 173—175 (1929)
 - 30) 渡辺治人: 人工杉林の樹幹に於ける容積重の分布に就いて, 日林誌, **21**: 549—558 (1939)
 - 31) 矢沢亀吉・榎茂・岩田広俊: アカマツの樹幹・枝条に於ける生材含水率・比重・体積・収縮率及春秋材別の比重・生材含水率等について, 日林誌, **33**: 34—49 (1951)

Résumé

The length of fibers and the specific gravity of wood (in oven dry) were measured on a 28 years old plant of Yamanarashi (*Populus Sieboldii* MIQUEL), which was obtained from a natural site which slightly inclines to the SW, in Kawamata, Tochigi Prefecture.

A) The length of fibers

Materials were obtained from the outermost part of every other ring along the four geographical directions on the 15 discs taken at every 1 meter from 0.3m above ground upwards.

1. The mean fiber-length of 560 samples was 967.1 μ .

2. In the radial variations of the fiber-length from the pith outwards at given heights, the length was observed to be still increasing in this tree. In the first 10—15 rings, the increase was rapid. At the base of the trunk, the maximum was in the 28th ring with the length of 1230 μ .

3. In the vertical variations of the fiber-length within one annual ring, the maximum in each ring was at the base of the trunk in the first 16 rings. From the 18th ring outwards, the position of the maximum ascends gradually. Thus, the maximum (1260 μ) occurred at the height of 3.3m (the 4th disc) in the last ring (the 28th ring).

4. In the vertical variations of the fiber-length in the rings of the same number from the pith, the length generally increased upwards to a constant height (4—5m), and then decreased upwards to the top of the tree.

5. The general variation of the fiber-length in the trunk was as shown in Fig. 4, i. e. fibers were shorter in the inner and upper part, and longer in the outer and lower part of the trunk.

6. The fiber-length and the ring-width at breast height (1.3m) were shorter and wider respectively in the direction of the north and the east, while longer and narrower respectively in the direction of the south and the west (These conditions look to be more related to the direction of the inclination of the site rather than to the geographical directions).

In the first 10—15 rings, the fiber-length increased rapidly from the pith outwards without any relation to the ring-width, but as the increase became slow, a reciprocal correlation between the ring-width and the fiber-length seemed to become a little clear, suggesting that when the wood become adult enough to show more or less constant fiber-length the reciprocal correlation may be more clearly established.

B) Specific gravity

Materials were obtained from every 4th ring along the four geographical directions on the same discs as mentioned above on the length of fibers. Every sample covered the whole width of the ring.

1. The mean specific gravity of 300 samples was 0.422. The frequency curve of the specific gravity indicated a slightly left-inclined type.

2. The radial and vertical variation of the specific gravity was irregular, but it generally tended to be decreased from the pith outwards and increased from the base upwards.

3. The general variation of the specific gravity in the trunk was as shown in Fig. 9, i. e. specific gravity was greater in the inner and upper part, and smaller in the outer and lower part of the trunk.

4. Between the fiber-length and the specific gravity, a nearly reciprocal correlation was observed in this tree, that is, longer fibers were related to lighter wood while shorter to heavier.