



Title	釜淵産スギ材の年輪幅と秋材率と容積密度数
Author(s)	加納, 孟; KANO, Takeshi
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 20(1), 139-151
Issue Date	1959-07
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/20771">https://hdl.handle.net/2115/20771</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	20(1)_P139-151.pdf



# 釜淵産スギ材の年輪幅と 秋材率と容積密度数

加 納 孟

On the Breadth of Annual Rings, the Percentage of Summer-wood and the Bulk-Density of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) Grown at Kamabuchi District

By

Takeshi KANO

## 目 次

供 試 木 .....	139
観察の方法 .....	140
観察の結果 .....	141
(1) 年輪の特徴的な性状とそのあらわれかた .....	141
(2) 年輪構成の特徴 (年輪幅と秋材率の頻度) .....	142
(3) 容積密度数の頻度 .....	143
(4) 年輪幅と容積密度数との関係 .....	145
(5) 秋材率と容積密度数との関係 .....	147
考 察 .....	148
参 考 文 献 .....	149
Summary .....	150

この報告においては釜淵産スギ造林木3本の地上高べつの円板で樹齡階べつに木取つた供試片について測定した年輪幅と秋材率と容積密度数との関係を供試木の辺心材べつと年輪の特徴的な性状ごとに検討しようとしたものである。

## 供 試 木

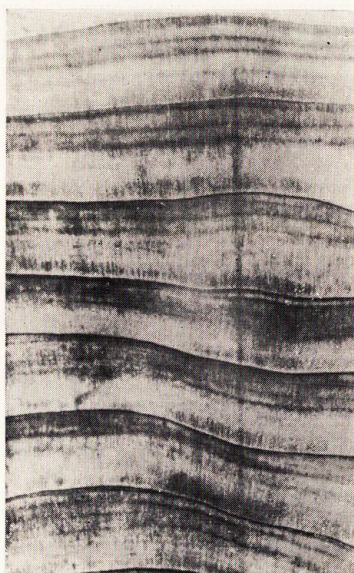
山形県釜淵地方のスギ造林地(南西斜面, 樹齡51年, 植栽本数約3000本/ha 植栽後はとんど無手入れ)から外觀上健全で無キズな3本の立木をえらび, この観察のための供試木とした。供試木の樹高, 胸高直径, 枝下高などは Table 1 にしめた。

**Table 1.** 供試木の樹高, 胸高直径, 枝下高など  
Height, diameter, clear length, etc. of the sample trees.

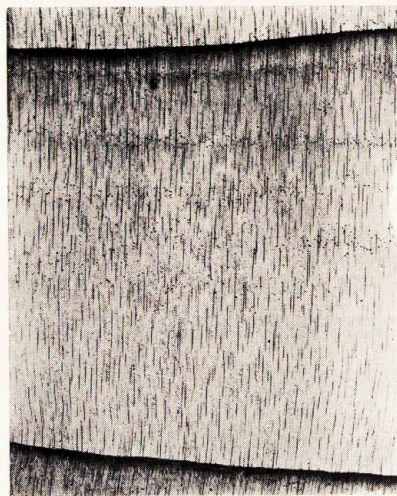
供試木 Sample trees	樹高 Height (m)	胸高直径 B.H.D. (cm)	枝下高 Clear length (m)	皮なし材積 Volume without bark (m <sup>3</sup> )
No. 595	25.2	32	9.3	0.8575
No. 611	22.7	22	13.9	0.3390
No. 815	14.9	14	7.0	0.1062

### 観察の方法

供試木の地上高 0.3 m, 1.3m, 3.3 m……と以下順次 2 m おきに約 10 cm の円板を採取し, この円板について幹の山側 (M) と谷側 (V) およびこれに直角な L, R の方向に年輪幅と秋材幅を測定した。測定の方法はこれまでの報告<sup>7)</sup> にのべてあるものと全くおなじであるが, 年輪の観察にあたって春材部から秋材部にうつるちかくで褐色の秋材に似た着色層のあらわれているものがおおい。(Photo. 1 参照) これは検鏡の結果, 樹脂細胞が年輪にそって切線状に排列していることをたしかめた (Photo. 2 参照) ので, このような年輪における秋材の測定にたいしては観察する木口面をアルコール, ベンゾールなどでよくぬぐい, 樹脂細胞にともなつてあらわれる着色層と, 秋材とのあいだに出来るだけ色調の差をつくって観察するようにした。



**Photo. 1.** 年輪内に樹脂細胞をともなつてあらわれてくる着色層 (年輪の肉眼的な観察)



**Photo. 2.** 年輪内にあらわれてくる樹脂細胞 (年輪の顕微鏡的な観察)

つぎに、各地上高の円板のほぼ中央部から厚さ約 1 cm の円板を木取り、両木口面を鉋削し、年輪構成の測定をおこなった幹の 4 方位 (M, V, L, R の方位) について樹皮側から 5 年輪おきの年輪境界を剥離し、それぞれの樹齢階に属する供試片をつくつて容積密度数を測定した。容積密度数の測定方法はすべてこれまでの報告<sup>8)</sup> にのべたものとおなじである。

また、供試木の幹のなかの年輪構成の状態をあきらかにするために、幹をその節枝の枯れ上る軌跡\* をさかいにして枝下材と樹冠材の部分にわけ、それぞれの部位における特徴的な変化をくらべた。

### 観 察 の 結 果

#### (1) 年輪の特徴的な性状とそのあらわれかた

年輪の観察にさいして、樹脂細胞などのために秋材に類似した着色層の発達が目とめられるものとアテの発達が目とめられるものを区別し、このような異常な構造を呈していない、いわば正常な年輪のものについてそれぞれのあらわれる頻度を供試木の部位べつにもとめて Table 2 にしめた。

Table 2. 幹の部位べつの年輪の性状べつのあらわれかた  
Frequency of annual rings in the parts of stem.

	枝 下 材 Part of stem with clear length				樹 冠 材 Part of stem with tree crown			
	No. 595 (N) (%)	No. 611 (N) (%)	No. 815 (N) (%)	Total (N) (%)	No. 595 (N) (%)	No. 611 (N) (%)	No. 815 (N) (%)	Total (N) (%)
正常なもの Normal annual rings	120 68.6	121 70.3	106 84.1	347 73.4	13 13.3	4 6.8	12 23.1	29 14.4
アテのあるもの Annual rings with compression wood	— —	2 1.2	— —	2 0.4	21 21.4	33 55.9	25 48.1	79 39.4
樹脂細胞のあるもの Annual rings with resin cells	55 31.4	49 28.5	20 15.9	124 26.2	64 65.3	22 37.3	15 28.8	101 50.2
Total	175	172	126	473	98	59	52	201

これからあきらかなように、樹脂細胞にともなつてあらわれる着色層のある年輪やアテの年輪などは幹の枝下材の部分に比べて、樹冠材にその頻度がいちじるしくたかくなつており (着色層のある年輪の頻度は樹冠材の材部で 50.2%、枝下材では 26.2% であり、

\* 供試木の各地上高べつの円板を採取した後の丸太について、その両木口の樹心を通して放射方向に挽き割り (中心角約 10°)、これらの挽材面にあらわれてくる節枝の縦断面について、生節枝と死節枝の境界をもとめ、これを幹の山 (M)、谷 (V) 側に析解した樹幹成長図のうえに投影し、図上から各地上高の生節と死節の境界を追跡して節枝の枯れ上る軌跡をつくつた。この軌跡をさかいにして幹の内側の部分を樹冠材、外側の部分を枝下材として区別した。

また、アテの年輪の頻度は樹冠材に39.4%、枝下材で0.4%である、これにたいして正常な年輪とみなされるものの頻度は、枝下材の材部が樹冠材の材部に比べてあきらかにたかくなっている。(正常な年輪の頻度は枝下材で73.4%、樹冠材で14.4%である)。

(2) 年輪構成の特徴 (年輪幅と秋材率の頻度)

地上高べつの円板についてもとめた年輪幅と秋材率の測定値を幹の枝下材と樹冠材の材部のものにわけ、それぞれの材部でそれらの頻度分布をくらべて Fig. 1 と Fig. 2 にしめた。

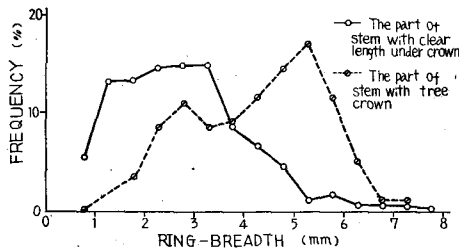


Fig. 1. 幹の部位べつにおける年輪幅の頻度  
Frequencies of ring-breadth in the parts of stem.

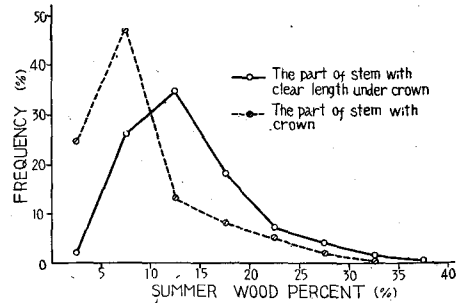


Fig. 2. 幹の部位べつにおける秋材率の頻度  
Frequencies of summerwood percentage in the parts of stem.

これからあきらかなように約4mm ぐらゐの年輪幅をさかいにして、これより広い年輪幅のものは樹冠材の材部に、これよりせまい年輪幅のものは枝下材の材部にその頻度がたかくなっている。また、約10% ぐらゐの秋材率をさかいにして、これより大きい秋材率のものは枝下材の材部に、これより小さい秋材率のものは樹冠材の材部にそれぞれその頻度がたかくなっている。これらの材部について年輪幅と秋材率の算術平均、モードなどをくらべてみると Table 3 にしめすように、枝下材のものは樹冠材のものにくらべて年輪幅がせまく、秋材率の大きい材部で構成されていることはあきらかである。

Table 3. 幹の部位べつ年の年輪幅と秋材率

Value of ring-breadth and summerwood percent grouped in the parts of stem.

	年輪幅 Ring-breadth (mm)			秋材率 Summerwood percent (%)			観 察 数 Number of measurement
	モード Mode	算術平均 Arithmetic mean	標準偏差 Standard deviation	モード Mode	算術平均 Arithmetic mean	標準偏差 Standard deviation	
枝 下 材 In the part of stem with clear length under crown	2.5~3.0	2.8	1.3	10~15	14	7	473
樹 冠 材 In the part of stem with crown	5.0~5.5	4.3	1.3	5~10	10	8	209

また、年輪の性状べつこのあらわれかたを年輪幅と秋材率についてくらべて Fig. 3 と Fig. 4 にしめた。

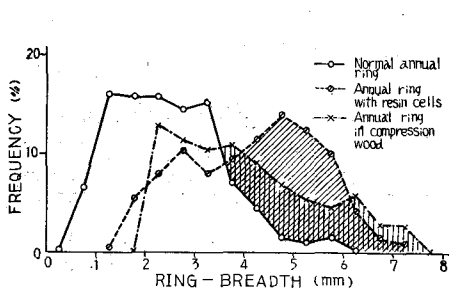


Fig. 3. 年輪の性状べつこのあらわれかたを年輪幅と秋材率についてくらべて Fig. 3 と Fig. 4 にしめた。  
Frequencies of ring-breadth grouped by the characteristic properties of annual ring.

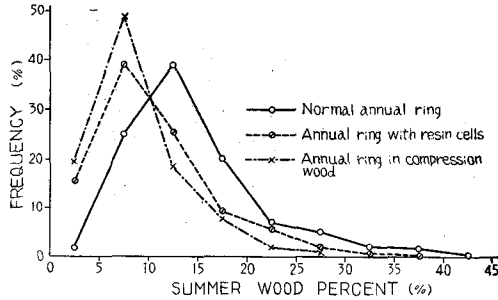


Fig. 4. 年輪の性状べつこのあらわれかたを年輪幅と秋材率についてくらべて Fig. 3 と Fig. 4 にしめた。  
Frequencies of summerwood percentage grouped by the characteristic properties of annual rings.

これから約 4 mm より広い年輪幅の領域では、樹脂細胞にともなつてあらわれてくる着色層のある年輪の出現が最もおおく、正常な年輪の出現はかなりすくなくなつてゐることはあきらかである。さらに秋材率についてみれば約 10% より大きい秋材率の範囲では正常な年輪の出現が最もたかく、アテの年輪が最もすくなくなつてゐる。

(3) 容積密度数の頻度

各供試木の地上高ごとに木取られた供試片について測定した容積密度数の値を、それぞれの供試木ごとに集計してそのモード、算術平均、標準偏差をもとめて Table 4 にしめた。

Table 4. 各供試木の容積密度数のモード、算術平均、標準偏差  
Values of bulk-density grouped by the sample trees.

No. of sample trees	モード Mode	算術平均 Arithmetic mean	標準偏差 Standard deviation	測定数 Number of measurement
No. 595	270	300	57	273
No. 611	310	317	52	231
No. 815	330	359	53	178
Total	290	321	59	682

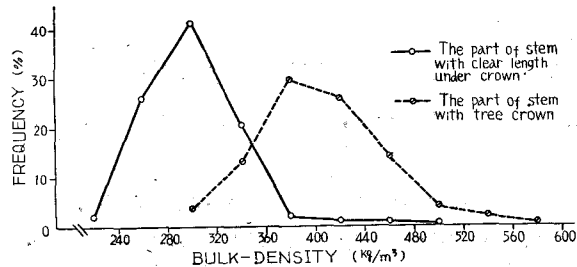
これからあきらかなように、容積密度数のモードおよび算術平均は成長のよい供試木 No. 595 におけるより、成長の悪い供試木 No. 815 のほうが大きくなつており、成長の中庸な供試木 No. 611 のものはこれらの中間の値をしめしている。これらの測定値をそれぞれの幹の枝下材と樹冠材の材部にわけて、それぞれの材部べつこの算術平均、モード、標準偏差をもとめると Table 5 にしめすと、容積密度数の算術平均は枝下材の材部で

278~302~343 kg/m<sup>3</sup>, 樹冠材の材部で 341~365~395 kg/m<sup>3</sup> をしめし, 樹冠材の容積密度数は枝下材のものにくらべて約 20% ぐらい大きくなっている。

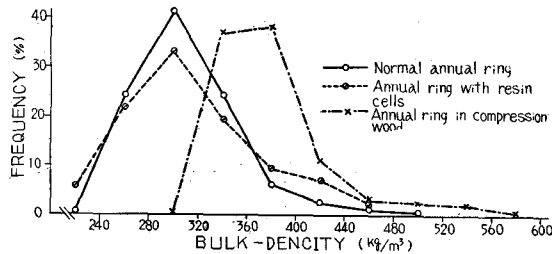
**Table 5.** 幹の部位べつ々の容積密度数  
Values of bulk-density grouped by the parts of stem.

No. of sample trees	枝下材 In the part of stem with clear length under crown				樹冠材 In the part of stem with crown			
	モード Mode	算術平均 Arithmetic mean	標準偏差 Standard deviation	測定数 Number of measurement	モード Mode	算術平均 Arithmetic mean	標準偏差 Standard deviation	測定数 Number of measurement
No. 595	270	278	33	175	290	341	162	98
No. 611	290	296	31	172	350	378	56	59
No. 815	330	343	41	126	350	395	62	52
Total	290	302	43	473	350	365	65	209

また, 容積密度数の頻度を枝下材と樹冠材にわけてく比べると Fig. 5 にしめすように容積密度数が約 340 kg/m<sup>3</sup> をさかいにして, これより小さい容積密度数の領域には枝下材これより大きい領域には樹冠材のもの頻度がたかくなつており, これらの供試木においては樹冠材の材部が枝下材にくらべて容積密度数が大きくなっていることは一般的であるようにみられる。



**Fig. 5.** 幹の部位べつにおける容積密度数の頻度  
Frequencies of bulk-density in the parts of stem.



**Fig. 6.** 年輪の性状べつにくらべた容積密度数の頻度  
Frequencies of bulk-density grouped by the characteristic properties of annual rings.

また、容積密度数の頻度をその年輪の性状べつにくらべて Fig. 6 にしめし、この年輪の性状べつに容積密度数のモード、算術平均を Table 6 にしめした。

Table 6. 年輪の性状べつの容積密度数  
Values of bulk-density grouped by the characters of annual ring.

	モード Mode	算術平均 Arithmetic mean	標準偏差 Standard deviation	測定数 Number of measurement
Normal annual ring	290	309	48	376
Annual ring with resin cells	290	318	61	225
Annual ring in compression wood	370	385	55	81

これから**アテ**の年輪をのぞいて着色層のある年輪と正常な年輪とでは、その容積密度数のあらわれかたはかなり近似し、そのモードも全く一致してあらわれている。

#### (4) 年輪幅と容積密度数との関係

各供試片についてえられた容積密度数と、その供試片の平均年輪幅との関係をそれぞれの供試木の辺心材の材部べつにくらべて Fig. 7 にしめした。これからあきらかなように約 4 mm 以下の年輪幅の範囲で年輪幅が広がると、これに逆比例して容積密度数は減少している。これにたいして、年輪幅が約 4~6 mm のあいだでは、年輪幅が広がると容積密度数はかえって増加し、約 6 mm より広い年輪幅では観察数はすくないが、年輪幅の増加にたいして再び容積密度数の減少する傾向をしめしている。

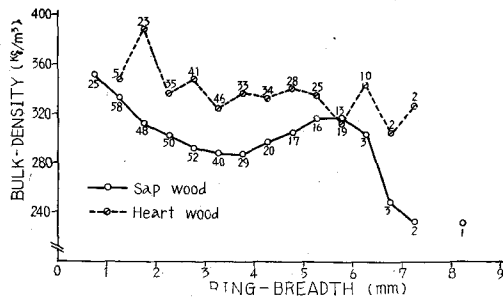


Fig. 7. 年輪幅と容積密度数との関係  
The relations between bulk density and ring-breadth.

また、心材における年輪幅と容積密度数との関係は辺材のものにくらべるとやや不規則であるが、この両者の関係はほぼ平行しており、辺心材べつの容積密度数の大きさをくらべてみると、出現するほとんどすべての年輪幅の範囲で心材の容積密度数が辺材の材部のものよりかなり大きくなっている。(辺材における容積密度数の平均は 307 kg/m<sup>3</sup>、心材の平均は 337 kg/m<sup>3</sup> で、心材の容積密度数は辺材のものにくらべて平均約 30 kg/m<sup>3</sup> だけ大きい)

このような辺心材の材部における年輪幅と容積密度数の関係を、それらの年輪の特徴的な性状べつにくらべて Fig. 8 にしめした。これから着色層のある年輪では約 4 mm より広い年輪幅の領域で、年輪幅と容積密度数とのあいだにみとめられる関係は Fig. 7 にしめ

されている辺材部の約4mm以上の年輪にみとめられている年輪幅と容積密度数との関係にきわめて類似している。

このような関係は各年輪幅についてその年輪の性状べつの頻度をくらべた Fig. 3 で約4mmより広い年輪幅の領域には着色層のある年輪の出現が最もおおく、正常な年輪とみなされるものの出現が最もすくなくなっていることから、この約4mm以上の年輪幅にみられる年輪幅と容積密度数とのあいだの関係はおそらく樹脂細胞にともなつてあらわれてくる着色層のある年輪がしめすものであらうとかがえられる。

また、アテの年輪については年輪幅と容積密度数との関係は辺心材ともまつたく不規則で一様な傾向をみとめることはできないようである。これらの異常な年輪をのぞいた、いわば正常な年輪についてえられ

る年輪幅と容積密度数との関係にはその辺材部においては、出現する年輪幅のほぼ全領域にわたつて年輪幅の増加にたいして容積密度数が低減する傾向がみとめられているが、心材部においてはこの関係はかなり不規則に変化しており一様な傾向はみとめられない。こ

のようなことは心材の容積密度数が心材着色の程度によつて不規則に変化しているものであるか、あるいは心材部においては正常な年輪とみとめたもののなかにも樹脂細胞にともなう着色層の発達した年輪がなおかなり含まれて観察されたことによるかもしれない。いずれにしても、心材の年輪幅と容積密度数との関係はこの観察資料からはなお一定の傾向をみとめることは出来なかつた。

これらの辺心材べつちがいを

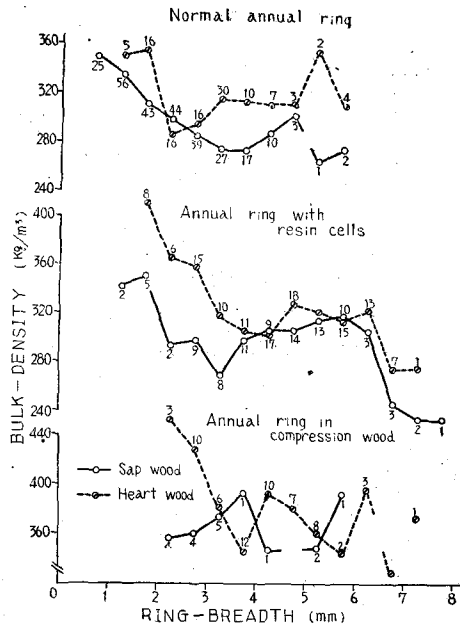


Fig. 8. 年輪幅と容積密度数 (辺心材における年輪の性状べつちがいを)

Influence of the characteristic properties in annual rings grouped by sap or heartwood to the relation between bulk-density and ring-breadth.

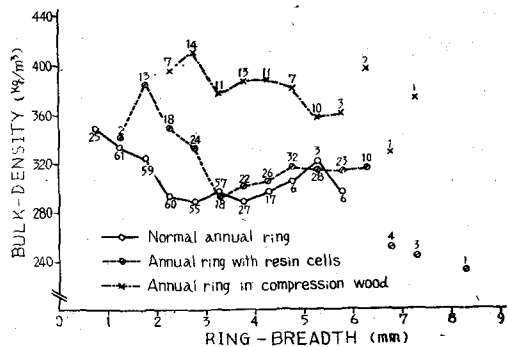


Fig. 9. 年輪の性状べつちくらべた年輪幅と容積密度数との関係

The relations between bulk-density and ring-breadth grouped by the characteristic properties of annual rings.

無視して年輪幅と容積密度数との関係を、それらの年輪の性状べつにくらべて Fig. 9 にしめした。

これからあきらかなように、いずれの年輪幅においてもその容積密度数は**アテ**の年輪、着色層のある年輪、正常な年輪の順に大きく、**アテ**の年輪をのぞけば正常な年輪と着色層のある年輪とで約 3 mm 以上の年輪幅の領域で、その容積密度数の大きさは  $280 \sim 320 \text{ kg/m}^3$  にかなり近接している。

(5) 秋材率と容積密度数との関係

容積密度数の測定値をその供試片の平均秋材率のくみにわけて、辺心材の材部べつに秋材率と容積密度数との関係をもとめて Fig. 10 にしめした。

これからみられるように約 30%

以下の秋材率の範囲では秋材率と容積密度数とはほぼ比例的であり、この範囲の秋材率では辺心材の容積密度数はほとんど平行的に変化しており、心材の容積密度数は辺心材のものにくらべて約  $30 \sim 40 \text{ kg/m}^3$  ぐらい大きくなっている。これを年輪の性状べつにくらべて Fig. 11 にしめした。

これから正常な年輪については秋材率が約 10~35% ぐらいの範囲で秋材率と容積密度数とのあいだにはほぼ一次的な比例関係がみとめられているが、秋材率が約 10% 以下ではその秋材率と容積密度数とのあいだには、辺心材ともむしろ逆比例的な関係がみとめられている。

このような傾向は辺心材における着色層のある年輪に最もいちじるしく、その秋材率が約 20% 以下の範囲までは秋材率の増加にたいして容積密度数が直線的に低減

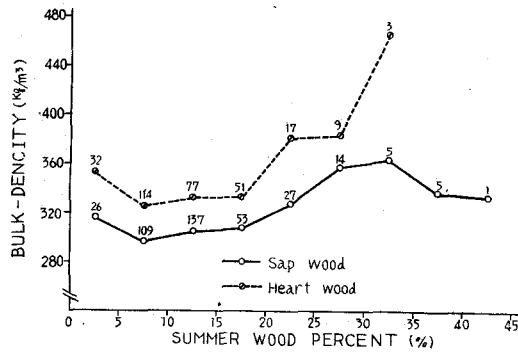


Fig. 10. 辺心材べつの秋材率と容積密度数との関係

The relations between bulk-density and summerwood percentage grouped by sap or heartwood.

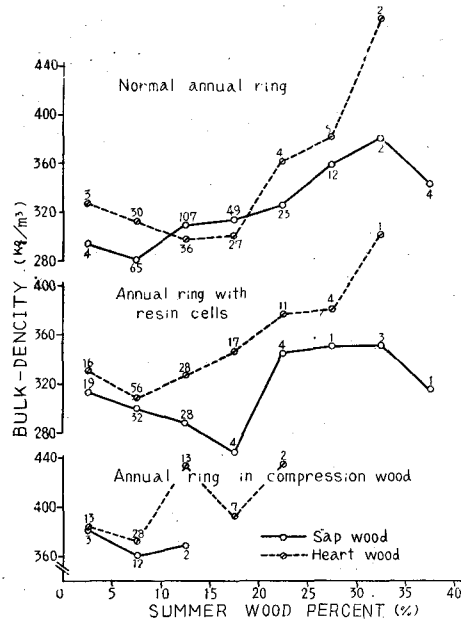


Fig. 11. 秋材率と容積密度数 (辺心材における年輪の性状べつのちがい)

Influence of the characteristic properties in summerwood percentage grouped by sap or heartwood to the relation between bulk-density and summerwood percent.

している。

また、正常な年輪の約10~20%の秋材率の範囲においては辺心材の容積密度数はいずれもかなり近接している。この秋材率の範囲は年輪の性状べつにその秋材率の頻度をくらべた Fig. 4 にみられるように正常な年輪の頻度が最もたかくなつており、秋材率と容積密度数とのあいだに逆比例的な関係がみとめられる約10%以下の秋材率の範囲はアテの年輪、着色層のある年輪などの頻度が正常な年輪よりあきらかにたかくなつていているところにあたつている。

また、これらの辺心材べつのうちがい無視して秋材率と容積密度数との関係を年輪の性状べつにくらべると Fig. 12 にしめすように、秋材率が約30%以下の範囲では容積密度数の大きさはアテの年輪、着色層のある年輪、正常な年輪の順に大きく、正常な年輪と着色層のある年輪とでは約10~15%の秋材率の範囲でその容積密度数の大きさがかなり近接している。

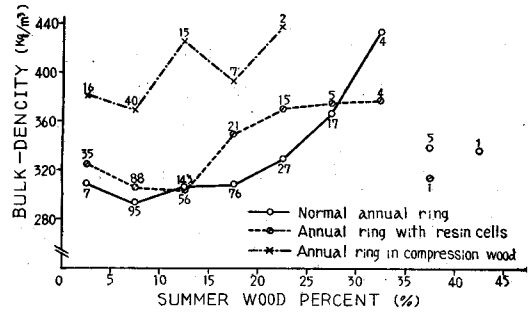


Fig. 12. 年輪の性状べつにくらべた秋材率と容積密度数との関係  
The relations between bulk-density and summerwood percentage grouped by the characteristic properties of annual rings.

## 考 察

人工植栽スギ材の年輪幅、秋材率、容積密度数などの大きさやそれらの関係についてはすでに2, 3の研究があるが、このうち、平井<sup>1, 2)</sup>は大子産スギおよび千葉県産スギについて年輪幅と容積密度数との相関関係が供試木によつて正または負の符号をとり、これらのあいだに簡単な一次的な比例関係がないことを報告した。矢沢・深沢<sup>3, 4)</sup>等は中部地方スギ材について年輪幅と秋材率、年輪幅と容積密度数とのあいだの相関関係をその辺心材の材部べつにもとめ、前者においてはあきらかな相関がみとめられるのに、後者の場合にはその相関はあまりあきらかでなく、年輪幅と容積密度数とのあいだにはたんに秋材率の影響のみでなく、偽年輪の出現やその他の因子がいちじるしい影響を与えているものとかんがえた。また、酒田・佐伯<sup>5)</sup>は智頭産スギについて年輪幅、秋材率、容積密度数のあいだの相関関係をもとめ、これらの相関はいずれの場合もかなり軽度であるが、平均年輪幅と容積密度数、秋材率と容積密度数とのあいだには相反する二つの傾向のあることをあきらかにした。また、川名・川口<sup>6)</sup>は施肥をした植栽スギの成長のよい年輪には樹脂細胞をとまなうおおくの着色帯があらわれていることをみとめ、このような着色帯のある年輪は

かなり広い年輪幅にもかかわらず、その比重や硬度がかなりたかいことを報告している。

この報告で観察した釜淵産スギについては、幹の樹冠材の部分には年輪幅が約4mmより広く、秋材率が約10%より小さい材部の出現がおおく (Fig. 1, Fig. 2) この広い年輪幅で秋材率の小さい材部には、年輪に樹脂細胞をともなつた着色層の発達がとくにおおくなつていた。(Fig. 3)

また、容積密度数の頻度分布をみるとこのような幹の枝下材と樹冠材とではまつたことなつた度数分布をしめし、年輪に着色層をおおく含んでいる樹冠材のものは枝下材のものにくらべていちじるしく大きい容積密度数の値をしめた。(Fig. 5, Fig. 6) このような結果から幹の枝下材と樹冠材の材部はその材質的にかなり異質なものとかがえられ、年輪幅と容積密度数、秋材率と容積密度数との関係はこの年輪幅約4mm、秋材率約10%の範囲をさかいにしていちじるしくことなつた傾向をあたえている。(Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12)

したがつて、このようなスギ材についてたんに年輪幅と秋材率だけを材質の指標として、たとえばこれらと容積密度数とのあいだに統計的な関係をもとめても従来の研究がしめすように、簡単な関係をみちびくことはできないようにおもわれる。このようなことからスギ材については、この報告で試みたような枝下材と樹冠材といつた幹の区分をおこない、年輪構造の異常なものをまず区別しておくことが、この材料の材質を分類するうえの一つの方法になりうるとかがえられる。

#### 参 考 文 献

- 1) 平井信二： 林木の重量生長に関する研究 (第3報) 茨城県大子産スギ, 東大演習林報告 39, 219, 1951.
- 2) 同 上： 同上 (第4報) 千葉県演習林スギ, 東大演習林報告 45, 203, 1953.
- 3) 矢沢亀吉・深沢和三： 中部地方における人工植栽スギ材の生長状況と理学的性質との関係 (第3報) 容積密度数, 生材比重及び絶乾比重について, 岐阜大学農学部研究報告 8, 75, 1957.
- 4) 矢沢亀吉・深沢和三・梅村節夫： 同上 (第4報) 年輪幅及び秋材率について, 日本木材学会誌 3, 3, 91, 1957.
- 5) 川名 明・川口正夫： 九十九里海岸における低地過湿林の状況 (第3報) 生長のよいスギ植栽木にみられる着色生長帯, 日本林学会誌 39, 9, 323, 1957.
- 6) 酒田金治・佐伯 浩： 智頭スギの材質 (第1報) 容積密度数, 年輪幅および秋材率, 日本木材学会誌 4, 6, 231, 1958.
- 7) 加納 孟： 木材材質の森林生物学的研究 (第5報) 北海道厚田産トドマツ材の年輪幅と秋材率, 林業試験場研究報告 61, 1, 1953.
- 8) 同 上： 同上 (第14報) トドマツ材の容積密度数の大きさと幹のなかの分布, 林業試験場研究報告 101, 1, 1957.
- 9) 加納 孟・枝松信之・蕪木自輔： 製材原木の品質に関する研究 (第1報) 釜淵産スギ造林木の節, 林業試験場研究報告 112, 49, 1959.

### Summary

The present paper discusses the measurement values of breadth of annual rings, percentage of summerwood and bulk-density of wood for the sample trees. Samples were prepared in the form of disks taken at intervals of every 2 m height from the ground. The sample materials were firstly classified as sap and heartwood; the characteristic properties of the annual rings of each disk were observed. Then investigation was conducted resulting in the classification of the stems into two parts: those of the live and dead knots by the boundary line. The outside part from the boundary line was considered as the stem with clear length, whilst the inside part was the stem with tree crown.

The general tendencies considered from these characteristic variations are as follows:

1) Appearance of the characteristic properties of annual rings: it can be discerned that almost all annual rings with colored layers have resin cells as shown in photo 1-2. As compared with the values of developing frequency on annual rings with colored layers among the parts of stem, the value of stem with crown is higher than that of stem with clear length as shown in Table 2.

2) Appearance of the ring breadth and percentage of summerwood: as compared with the values of developing frequency on ring breadth and its percentage of summerwood between these two parts of stem, the high values appear at the parts of stem with tree crown in cases when the ring breadth is more than 4 mm and the percentage of summerwood is less than 10%; such high values appear at the parts of stem with clear length in cases when the ring breadth is less than 4 mm and the percentage of summerwood is more than 10% as shown in Figs. 1-2.

3) On the bulk-density and its distribution in the parts of stem: as compared with the values of developing frequency on the bulk-density among these two parts of stem, the high values appear in the parts of stem with crown where the bulk-density ( $R$ ) ranges as  $R \geq (340-360) \text{ kg/m}^3$  and in the parts of stem with clear length where the bulk-density is ranged as  $R \leq (340-360) \text{ kg/m}^3$ . On the arithmetic mean of bulk-density, the value is about 20% higher at the parts of stem with crown than that of the parts of stem with clear length, as shown in Fig. 5.

4) The relations between ring breadth and bulk-density of wood at sap and heart wood are shown in Fig. 7. In this Figure, it is noticed that the bulk-density in sapwood is in inverse proportion to the ring breadth range of R. B.  $\leq 4$  mm, but is nearly proportional to the ring breadth range of R. B.  $\geq 4$  mm. In heartwood the relation between the ring breadth and the bulk-density shows irregularly as compared with the case of sapwood. These tendencies are due to the result that the developing frequencies on the annual rings with colored layers accompanied with the resin cells are distinctively higher in the range of ring breadth as R. B.  $\geq 4$  mm than in the range of R. B.  $\leq 4$  mm (Fig. 3).

5) The relation between the percentage of summerwood and the bulk-density of

wood: The bulk-density in both sap and heartwood is nearly proportional to the percentage of summerwood in the range of s. p. 10-30%, but is somewhat inversely proportional in the range of s. p.  $\leq 10\%$ , as shown in Fig. 10. It is assumed that the results described above are due to the annual rings of compression wood and colored layers accompanied by resin cells in the range of s. p.  $\leq 10\%$ , as shown in Fig. 4.