

スギの材質(第2報)

西川産スギ

加 納 孟⁽¹⁾

スギ材の材質分類の方法を検討するため、すでに第1報¹⁾において釜淵産スギの年輪幅、秋材率、容積密度数の特徴とこれらの相互関係を調査したが、さらに資料を集積する意味で、本報においては西川産スギについての同様な観察結果を取りまとめた。この研究の実施にご便宜を与えられた斎藤美鷺場長、小倉武夫木材部長に感謝するとともに、試料の採取、測定および計算に協力された木材部材質第二研究室の方々に謝意を表する。

1. 供試木とその調査法

西川スギについては、すでに製材原木としての品質の実態を調査し、その結果を報告したが²⁾、この調査の対象とした合計44本の供試木のうち、供試丸太をみかん割りして、節枝の縦断面について観察した10本の供試木については、伐倒後、地上高 0.2~0.3 m, 1.2~1.3 m, 3.2~3.3 m……と以下順次 2 m おきの位置から厚さ約 10 cm の円板を樹梢まで採取し、この円板の 0.2 m, 1.2 m, 3.2 m の断面について樹幹析解をおこない、さらに、これらの円板から一定の様式によつて年輪構成と容積密度数を測定するための供試片を木取つた。

Table 1. 造林地の概要
Sampling plot.

位 置	Situation	埼 玉 県 飯 能 市 南 (西川地方) Nishikawa district, Saitama pref.
所 属	Proprietor	本橋九藏氏私有林 Private forest of Kyuzo Motohashi
斜 面	Slope of stand	北 斜 面 約 30° North slope, about 30°
林 齢	Tree age	35 ~ 45 年 生 35~45 years of age
植 栽 本 数	Number of establishment	約 4000 本 About 4000 trees per hectare
伐 期 立 木 数	Number of trees at the final cutting	約 1,500 本 About 1,500 trees per hectare
枝 打 ち	Pruning	地上高 8~9m までの枝打ちを樹齢 20 年までに繰返えして実行 Repeated pruning is practiced over the stem height of 8~9m before about 20 years of tree age.
間 伐, 手 入 れ	Releasing cutting and other tending treatment	間伐はほとんど行わず、枯損木を伐採する程度である。植栽後、下刈り、掘つかけ(根元の土をゆるめて成長を促進させる作業)等、きわめて集約な手入れを実行する。 Thinning is not almost practiced, weeding and some other treatment to increase the young growth are intensively practiced.

(1) 木材部材料材質第二研究室長・林学博士

供試木を採取した林分は別報²⁾に記載されているとおり、西川スギのほぼ代表的な造林地の1つであつて、その概要はTable 1 にしめた。また、調査の対象とした10本の供試木はその成長の状況からそれぞれ、上, 中, 下層木群に層別し*, その概要はTable 2 にしめた。

Table 2. 供 試 木 の 概 要
Sample trees.

供試木の層別 Classification of Sample trees	供試木番号 No. of Sample tree	胸 高 径 B. H. D. (cm)	樹 高 Height (m)	樹 齢 Years of age (年)	枝 下 高 Clear length (m)
上 層 木 群 Dominant trees	5	21	19.5	44	12.8
	13	23	20.0	43	12.2
	21	23	20.0	43	9.6
中 層 木 群 Intermediate trees	26	18	17.8	36	12.3
	39	19	19.2	35	11.9
	43	19	18.1	36	13.2
	45	16	17.3	35	11.8
下 層 木 群 Codominant trees	6	14	16.3	39	13.8
	19	15	17.5	42	11.3
	40	16	17.0	38	10.8

なお、各円板についておこなつた年輪構成の観察と容積密度数の測定の方法は、これまでの報告に記載しているものと全くおなじである。

2. 観 察 の 結 果

2.1 枝下材と樹冠材

各供試木について調査した節枝のあらわれかたの特徴は別報²⁾にとりまとめたが、この調査資料から、生節枝および死節枝の部分の長さ（または年輪数）をそれぞれの供試木の地上高べつに平均してまとめた（10本の供試木を総括した平均値は別報²⁾ Fig. 38, 39 にしめされている）。幹の各地上高におけるこの生節枝と死節枝の部分の長さ（または年輪数）の変化から、供試木の幹のなかにおける節枝の生死の境界と幹のなかにまきこまれている節枝の先端の位置をもとめ、供試木の樹幹析解図のそれぞれ相応する地上高にその変化をプロットして、幹のなかで枝が枯れ上がった経過と幹にまきこまれている節枝の位置をかきいれた (Fig. 12参照)。

これから、幹を枝下材と樹冠材の材部に区分し、枝下材をさらに無節材と死節材にわけ、それぞれの材部べつの大きさをもとめた（枝下材、樹冠材の材積計算の方法は前報¹⁾と全く同様である）。この枝下材、樹冠材の大きさを、それぞれの供試木の幹材積にたいする比率としてもとめ、供試木の層別に平均してTable 3にしめた。

これから、あきらかなように、無節材、死節材の大きさの比率は林分の上層木群のものに大きく、これにたいして、樹冠材の大きさは下層木群のものに大きくなっている。階層べつの供試木群を総括してみれば、枝下材の大きさは幹材積の63.0%、樹冠材は36.8%であり、これらの供試木より老齢な釜淵スギにかなり近似していることになる。また、枝下材のうちの無節材は42.9%で釜淵スギより約10%大きく、死節材は20.1%で約14%だけ小さい。しかし、これらの材部べつの大きさの比率は樹齢によつて変化するも

* 林分の平均樹高 H_1 , 平均枝下高 H_2 とし, $\frac{H_1 - H_2}{3}$ から林分の樹冠層を3分し, 各供試木の樹高がこの区分のいずれの層に属するかによつて供試木を上, 中, 下層木に層別した。

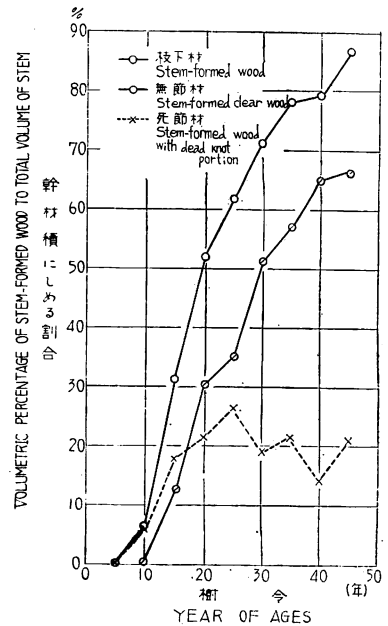
Table 3. 枝下材と樹冠材の材積
Volume of stem-and Crown-formed wood.

供試木の 層 別 Classification of Sample trees	供試木番号 No. of Sample trees	枝 下 材 Stem-formed wood						樹 冠 材 Crown-formed wood		全 樹 幹 Volume of stem
		無 節 材 Stem-formed clear wood		死 節 材 Stem-formed wood with dead knot portion		合 計 Total				
		m^3	%	m^3	%	m^3	%	m^3	%	m^3
上層木群 Dominant trees	No. 5	0.1472		0.0747		0.2219		0.0936		0.3155
	No. 13	0.1913		0.0721		0.2634		0.1260		0.3894
	No. 21	0.1878		0.0731		0.2609		0.1022		0.3631
	Average	0.1754	49.2	0.0733	20.8	0.2487	69.9	0.1072	29.7	0.3560
中層木群 Intermedi- ate trees	No. 26	0.0902		0.0382		0.1284		0.0789		0.2073
	No. 39	0.1250		0.0245		0.1495		0.1144		0.2639
	No. 43	0.0918		0.0522		0.1440		0.0833		0.2273
	No. 45	0.0447		0.0505		0.0952		0.0628		0.1580
	Average	0.0879	39.9	0.0413	20.7	0.1292	60.5	0.0848	39.4	0.2141
下層木群 Codomina- nt trees	No. 6	0.0418		0.0371		0.0789		0.0419		0.1208
	No. 19	0.0619		0.0114		0.0733		0.0695		0.1428
	No. 40	0.0649		0.0236		0.0935		0.0649		0.1584
	Average	0.0562	39.6	0.0257	18.9	0.0819	58.6	0.0587	41.4	0.1406
全供試木 Total trees			42.9		20.1		63.0		36.8	

ので、樹齢の異なる釜淵スギと同率に比較できないことは当然である。また、本報における供試木群についてもその樹齢に若干の差異があるので、まず、各供試木の5年おきの樹齢階ごとにその幹に形成されているこれらの材部ごとの区分材積をその樹齢時の幹材積にたいする比率としてもとめ、ほぼ同一の樹齢階に属するものを平均して、その変化をFig. 1 にしめた。

これから、枝下材のうちの死節材は樹齢約5年ごろからその形成がはじまり、約25年の樹齢階までは樹齢に比例してほぼ直線的に増大しているが、この樹齢をすぎると、その変化は不規則で幹材積のおよそ15~25%の範囲に変動している。これにたいして、無節材の材部は樹齢10年をこえて漸くあらわれているが、樹齢の増加にたいしてはほぼ直線的に増大しており、したがって、これら両材部の合計である枝下材の大きさは樹齢約25年ぐらまではその樹齢にたいしてほぼ直線的に増加し、この樹齢をこえるとその増加はやや緩慢になり、全体としては樹齢にたいしてほぼ放物線的な増加の傾向をしめしていることになる。

このような枝下材の形成の経過を釜淵スギと比較すれば Fig. 2 にしめすように、無節材の形成がはじまる樹齢は西川スギで約10年、釜淵スギで約25年で、西川スギは釜淵スギにくらべて約15年だけ早く無節材の形成がはじまっていることになるが、樹齢とこの無節材の材積比率の関係をしめす直線の勾配は西川ス

Fig. 1 枝下材の樹齢による変化
Relation of tree ages to volumetric
percentage of stem-formed wood.

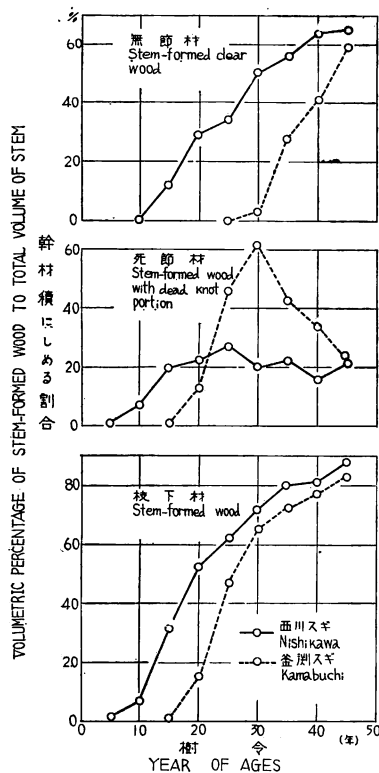


Fig. 2 枝下材の樹齢による変化

(西川スギと釜淵スギ)

Comparison of the relations between tree ages and volumetric percentage of stem-formed wood (Nishikawa and Kamabuchi).

(樹幹析解の5年輪おきの齢階) べつに集計され、年輪幅と秋材率についてはその平均値をもとめた。また、正常な年輪として表示したものは、この集計された5年輪の総てに樹脂細胞、もしくはアテの年輪がみとめられないものであり、樹脂細胞もしくはアテの年輪として表示したものはこの年輪のうちの1年輪以上に樹脂細胞またはアテが発達しているものである。

2.2.1 年輪の性状べつのあらわれかた

観察した年輪を正常な年輪、樹脂細胞のある年輪およびアテの年輪にわけ、各供試木群についてその頻度をくらべて Table 4 にしめた。

合計 1,755組の年輪(年輪の観察数はこれの約5倍にあたっている)のうち、正常な年輪として表示したものはその74.6%, 樹脂細胞のある年輪は24.1%, アテの年輪は1.3%であつた。この結果を釜淵スギの年輪の性状べつの出現頻度とくらべてみると、西川スギは釜淵スギより正常な年輪の頻度がかなりたく、樹脂細胞のある年輪とアテの年輪の頻度はいずれもかなりひくくなっている。また、年輪の性状べつのあらわれかたを幹の部位と供試木群の層別に集計してみると、正常な年輪の頻度は枝下材に88.0%, 樹冠材に58.1%, 樹脂細胞のある年輪は枝下材に11.4%, 樹冠材に39.7%, アテの年輪は枝下材に0.6%, 樹冠材に2.2%であつた。これを釜淵スギのそれぞれ対応する部位の年輪の頻度とくらべてみると、正常な年

ギが釜淵スギにくらべてかなり緩やかであり、樹齢を増すにつれて両者の差はしだいに近接している。これに対して、死節材の形成は西川スギでは樹齢約5年ごろからはじまり、約25年の樹齢まではほとんど直線的に増加し、その後、幹材積の約20%前後に変動しているが、釜淵スギでは、これから約10年おけて樹齢約15年からその形成がはじまり、樹齢約30年までは急激に増加して幹材積のおよそ60%に達し、その後伐倒時の樹齢45年までに急減して、西川スギの場合とはほぼ近似した比率をしめしている。また、この両材部の合計である枝下材はいずれもその樹齢にたいして放物線的な変化をしめしており、西川スギでは約5年、釜淵スギでは約15年の樹齢からその形成がはじまっているが、樹齢が増加するにつれてこの両産地のものの差異はしだいに小さくなっている。

2.2 材の年輪構成の特徴

供試木の地上高べつの円板について年輪幅と秋材率の測定をおこなつたが、この観察においても第1報¹⁾と同様に年輪をその外観のうえで正常な年輪、樹脂細胞のある年輪(偽年輪および着色層の発達している年輪もこれに含める)およびアテの年輪にわけた。観察された年輪は各円板の樹皮側から5年輪おきの齢階

Table 4. 年輪の性状べつのあらわれかた
Frequencies of the characteristics of annual rings.

幹の部位 Parts of stem	供試木の層別 Classification of Sample trees	年輪の性状 Characteristics of annual rings	正常な年輪 Normal annual rings		樹脂細胞のある年輪 Annual rings accompanied by resin cells		アテの年輪 Annual rings in compression wood		合計 Total rings N
			N	%	N	%	N	%	
枝下材 Stem- formed wood	上層木群	Dominant trees	297	80.5	72	19.5			369
	中層木群	Intermediate trees	335	92.8	25	6.9	1	0.3	361
	下層木群	Codominant trees	222	92.5	14	5.8	4	1.7	240
	全供試木	Total trees	854	88.0	111	11.4	5	0.6	970
樹冠材 Crown- formed wood	上層木群	Dominant trees	149	51.5	140	48.5			289
	中層木群	Intermediate trees	176	61.1	109	37.8	3	1.1	288
	下層木群	Codominant trees	131	63.0	63	30.3	14	6.7	208
	全供試木	Total trees	456	58.1	312	39.7	17	2.2	785
全樹幹材 Stems as a whole	上層木群	Dominant trees	446	67.8	212	32.2			658
	中層木群	Intermediate trees	511	78.7	134	20.6	4	0.7	649
	下層木群	Codominant trees	353	78.7	77	17.1	18	4.2	448
	全供試木	Total trees	1,310	74.6	423	24.1	22	1.3	1,755

輪は枝下材においてはいずれも80%以上で、その頻度はほぼ近似しているが、樹冠材においては西川スギの頻度がいちじるしくたかくなっている（樹冠材における正常な年輪の頻度は西川スギで58.1%、釜淵スギで25.1%）。これにたいして、樹脂細胞のある年輪の頻度は枝下材の材部においては西川スギが11.4%、釜淵スギで17.8%でかなり近似しているが、樹冠材においては西川スギで39.7%、釜淵スギ66.9%で、その頻度は西川スギにいちじるしくひくくあらわれている。したがって、この両産地のスギにおいてはその枝下材の材部について、年輪の性状べつのあらわれかたにいちじるしい差異はないが、樹冠材の材部では西川スギに樹脂細胞のあらわれてくる頻度が比較的にひくく、正常な年輪とみとめられるものの出現が多くなっていたことになる。

また、枝下材のうちで無節材の材部は死節材の材部にくらべて、正常な年輪の頻度がややたかく、樹脂細胞のある年輪があらわれる頻度はひくくなっており、この傾向は釜淵スギの場合と全くおなじであった。さらに、供試木群の階層べつには、枝下材、樹冠材とも上層木群のものに樹脂細胞のある年輪の頻度がたかく、正常な年輪の頻度がひくい傾向がみられ、この傾向も釜淵スギの場合と全くおなじであった。

2.2.2 年輪幅のあらわれかた

年輪幅の測定値（5年輪ごとの平均年輪幅）を供試木群の階別に集計し、その頻度をくらべてFig. 3にしめた。

これから、約 1.5 mmよりせまい年輪幅の頻度が下層木群にたかくなっているほかは、供試木群の階別による差異はあまりあきらかでない。

また、これらの階別にもとめた年輪幅の算術平均、標準偏差も Table 5にしめすように、いずれもかなり近似している。

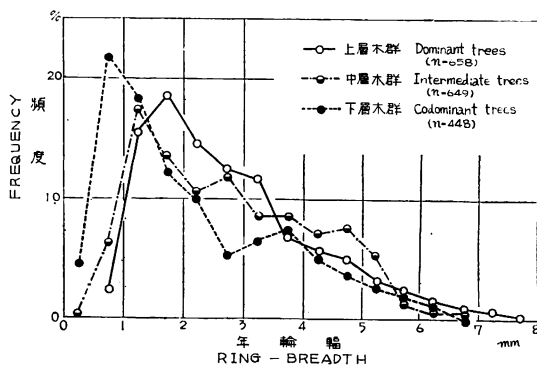


Fig. 3 供試木の層別における年輪幅の頻度
Frequencies on annual ring-breadth in every sample tree group.

Table 5. 各供試木群における年輪幅のモード, 算術平均, 標準偏差
Statistical values of ring-breadth in every sample tree group.

供試木の層別 Classification of Sample trees	モ ー ド Mode (mm)	算 術 平 均 Arithmetic mean (mm)	標 準 偏 差 Standard deviation (mm)	測 定 数 Number of measurment N
上層木群 Dominant trees	1.6~ 2.0	2.8	1.3	658
中層木群 Intermediate trees	1.1~ 1.5	2.8	1.4	649
下層木群 Codominant trees	0.6~ 1.0	2.2	1.4	648
全供試木 Total trees	1.1~ 1.5	2.6	1.4	1,755

Table 6. 枝下材と樹冠材における年輪幅のモード, 算術平均, 標準偏差
Statistical values of ring-breadth in stem-and crown-formed wood.

幹 の 部 位 Parts of stem	モ ー ド Mode (mm)	算 術 平 均 Arithmetic mean (mm)	標 準 偏 差 Standard deviation (mm)	測 定 数 Number of measurment N
枝 下 材 Stem-formed wood	1.1~ 1.5	1.8	0.98	970
樹 冠 材 Crown-formed wood	3.1~ 3.5	3.6	1.22	785

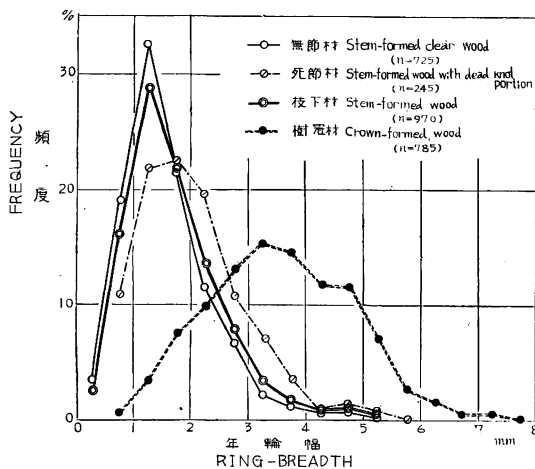


Fig. 4 枝下材と樹冠材における年輪幅の頻度
Frequencies on annual ring-breadth in stem-
formed and crown-formed wood.

たかく, これより広い年輪幅は死節材にその頻度がややたかくなっている。

枝下材と樹冠材における年輪幅のモード, 算術平均, 標準偏差は Table 6 にしめすように, 年輪幅の算術平均と標準偏差は枝下材の材部で 1.8 mm と 0.98 mm, 樹冠材の材部で 3.6 mm と 1.22 mm であり, 年輪幅の算術平均は樹冠材のものが枝下材の約 1.9 倍, 変化係数は 0.6 倍になっている。また, 観察した年輪を正常なものと樹脂細胞のあるものに区分し (アテの年輪は出現数がすくないのでこの集計から除外した), 年輪幅の頻度をくらべて Fig. 5 にしめた。

これから, 正常な年輪と樹脂細胞のある年輪とでは年輪幅 2.5~ 3.0 mm をさかいにして, これよりせまい年輪では正常な年輪の頻度がたかく, これより広い年輪幅は樹脂細胞のある年輪にその頻度がたかく

また, 1,755 組の平均年輪幅をそれぞれの幹の枝下材と樹冠材のものに区分し, 枝下材のものをさらに無節材と死節材の材部にわけ, これらの区分について年輪幅の頻度分布をくらべて Fig. 4 にしめた。

これから, 年輪幅 2.0~ 2.5 mm をさかいにして, これよりせまい年輪幅は枝下材にその頻度がたかく, これより広い年輪幅は樹冠材にその頻度がたかくなっている。また, 枝下材のうちで, 無節材のものは死節材の材部にくらべて 1.5~ 2.0 mm よりせまい年輪幅の頻度がやや

なっている。この結果は幹の部位べつにもとめた年輪幅の頻度分布 (Fig. 4) ときわめて類似しており、これは枝下材に正常な年輪の頻度がたかく、樹冠材に樹脂細胞のある年輪の頻度がたかい (Table 4) ことによることはあきらかである。

2.2.3 秋材率のあらわれかた

秋材率の測定値（5年輪ごとの平均秋材率）を供試木の層別に集計して、その頻度分布を Fig. 6 にしめたが、供試木の層別による秋材率の頻度分布はいずれもかなり近似しており、あきらかな差異はみとめられない。各供試木群の秋材率のモード、算術平均、標準偏差は Table 7 にしめたが、観察した全年輪について秋材率のモードは6~10%、算術平均は19%、標準偏差は11.2%で、釜淵スギとくらべてその算術平均と標準偏差はいずれもやや大きい。また、上層木群より下層木群のものに、その秋材率の算術平均と標準偏差がやや大きくあらわ

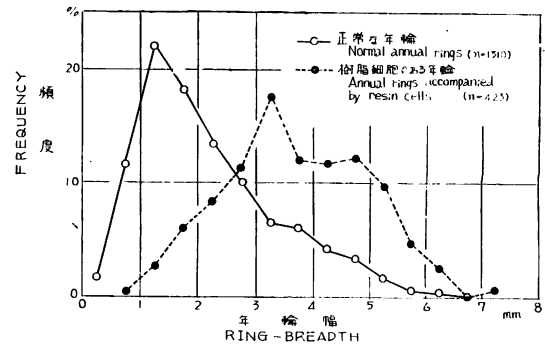


Fig. 5 年輪の性状べつの頻度
Frequencies on ring-breadth classified by the characteristics of annual rings.

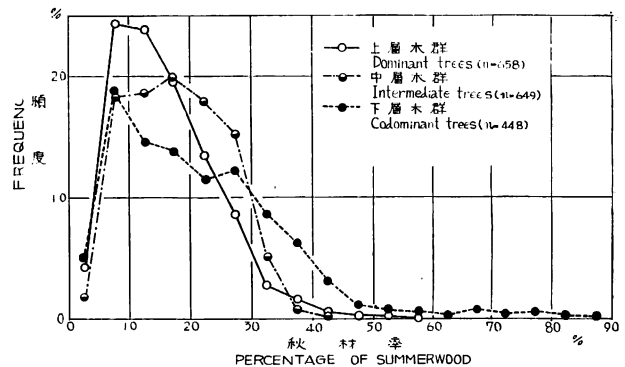


Fig. 6 供試木の層別における秋材率の頻度
Frequencies on summerwood percentage in every sample tree group.

Table 7. 各供試木群における秋材率のモード、算術平均、標準偏差
Statistical values of summerwood percentage in every sample tree group.

供試木の層別 Classification of sample trees	モ ー ド Mode (mm)	算 術 平 均 Arithmetic mean (mm)	標 準 偏 差 Standard deviation (mm)	測 定 数 Number of measurement N
上層木群 Dominant trees	6~10	16	8.8	658
中層木群 Intermediate trees	11~15	19	8.9	649
下層木群 Codominant trees	6~10	22	14.4	448
全供試木 Total trees	6~10	19	11.2	1,755

Table 8. 枝下材と樹冠材における秋材率のモード、算術平均、標準偏差
Statistical values of summerwood percentage in stem- and crown-formed wood.

幹の部位 Parts of stem	モ ー ド Mode (mm)	算 術 平 均 Arithmetic mean (mm)	標 準 偏 差 Standard deviation (mm)	測 定 数 Number of measurement N
枝 下 材 Stem-formed wood	21~25	23	8.7	970
樹 冠 材 Crown-formed wood	6~10	12	11.6	785

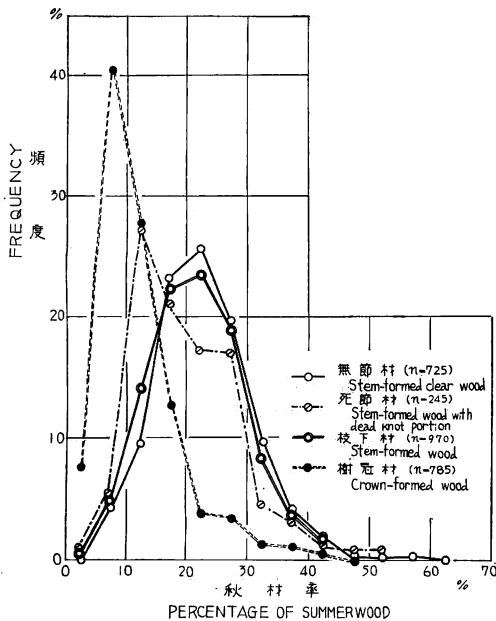


Fig. 7 枝下材と樹冠材における秋材率の頻度
Frequencies on summerwood percentage
in stem-and crown-formed wood.

れており、この傾向は釜淵スギの場合とおなじであった。

つぎに、秋材率の頻度分布を枝下材と樹冠材の材部でくらべるとFig. 7にしめすように、秋材率約15%をさかいにして、これより小さい秋材率のものが樹冠材にその頻度がたかく、これより大きい秋材率のものは枝下材に頻度がたかくなっている。この結果を釜淵スギとくらべると樹冠材における秋材率の頻度分布はほぼ近似しているが、枝下材における秋材率の頻度分布は西川スギのものが、いちじるしく右偏していることになる。全供試木についてもとめた平均秋材率を枝下材と樹冠材の材部べつに集計して、そのモード、算術平均、標準偏差をもとめると Table 8にしめすように、秋材率の算術平均と標準偏差は枝下材の材部で23%と 8.7%，樹冠材の材部で12%と11.6%であり、枝下材における秋材率の算術平均は樹冠材の約 1.9倍をしめし、釜淵スギにくらべて枝下材の秋材率はかなり大きい。また、これらの材部における秋材率の標準偏差も釜淵スギにくらべてやや大きくなっており、両産地のものとも、樹冠材における秋材率の標準偏差と変化係数は枝下材のものにくらべてやや大きな値をしめしていることになる。また、正常な年輪と樹脂細胞のある年輪について、それらの年輪の秋材率の頻度をくらべてFig. 8にしめた。

これから、秋材率が約15%をさかいにして、これより小さい秋材率のものは樹脂細胞のある年輪にその頻度がたかく、これより大きい秋材率のものは正常な年輪にその頻度がたかい。このような関係は、枝下材と樹冠材の材部べつにもとめた秋材率の頻度分布にきわめて類似しており、年輪幅の場合と同様にこれらの材部における年輪の性状べつの出現状態にもとづいていることはあきらかである。

2.2.4 年輪幅と秋材率の関係

年輪幅の一定範囲（0.5 mm おき）における秋材率の測定値を平均して、年輪幅にたいする平均秋材率

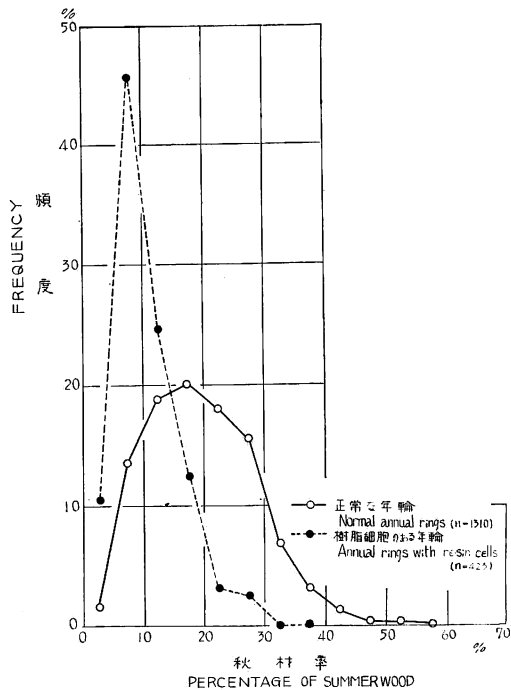


Fig. 8 年輪の性状べつの秋材率の頻度
Frequencies on summerwood percentage
classified by the characteristics of annual
rings.

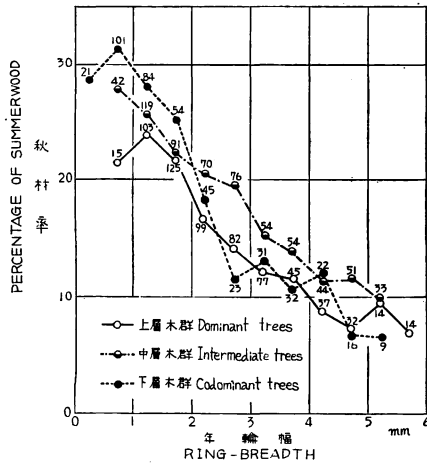


Fig. 9 供試木の層別による年輪幅と秋材率の関係

Relations between ring-breadth and summerwood percentage in every sample tree group.

の関係を供試木群の層別にくらべてFig. 9にしめした。これから、各供試木群とも年輪幅と平均秋材率とのあいだにはほぼ反比例的な関係がみつめられている。また、年輪幅が 2.0mm よりせまい範囲ではその平均秋材率は下層木群のものほど大きな値をとり、 2.0mm より広い年輪幅の範囲にはこのような供試木群による差異は不規則で一定の傾向をしめしていない。この傾向も釜淵スギの結果と同様であつた。

また、この年輪幅と秋材率の関係を枝下材と樹冠材についてとめてFig. 10にしめしたが、これらの関係はいずれの材部においてもほぼ反比例的な関係としてみつめられるほかはその材部べつ々の差異はあきらかでない。しかし、この関係を年輪の性状べつにくらべるとFig. 11にしめすように、正常な年輪は樹脂細胞のある年輪にくらべて、同一の年輪幅においてもやや高い秋材率をしめし、釜淵スギの場合と全く対照的であつた。これは、年輪の性状べつにくらべた平均秋材率が樹脂細胞のある年輪においては、この両産地のものにはほぼ近似的であつたのにたいし、正常な年輪においては西川スギが釜淵スギにくらべてやや高い平均秋材率をしめしており、さらに、西川スギの枝下材における年輪が釜淵スギの同じ材部の年輪にくらべてやや高い秋材率をしめす結果（本報および第1報¹⁾のFig. 7参照）によるものとおもわれる。

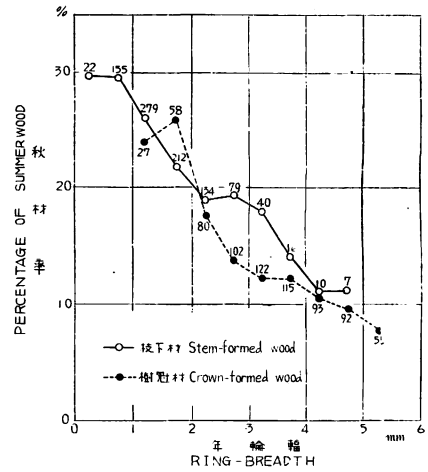


Fig. 10 枝下材と樹冠材における年輪幅と秋材率の関係

Relations between ring-breadth and summerwood percentage in stem- and crown-formed wood.

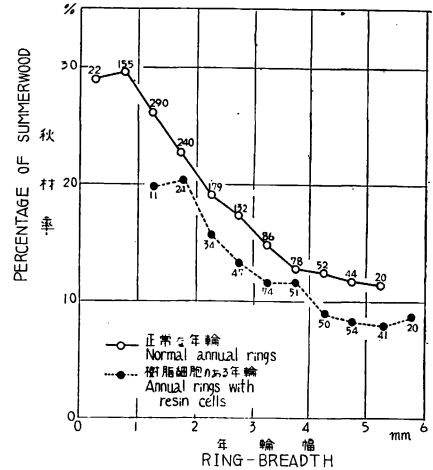


Fig. 11 年輪の性状べつ々の年輪幅と秋材率の関係

Relations between ring-breadth and summerwood percentage classified by the characteristics of annual rings.

2.3 容積密度数の特徴

2.3.1 幹のなかの分布

各円板の齢階べつに木取った供試片についてもとめた容積密度数の測定値のうち、同一の地上高で同一の齢階に属する4方位のものを平均し、この平均値をさらに容積密度数の一定の階級に区分して幹のなかの容積密度数の分布図をつくった。この分布図に供試木の幹のなかで枝が枯れ上がった軌跡をかきいれてFig. 12—(1~10)にしめた(図中の()の数字は観察した地上高べつの節枝数をしめす)。

このようにしてもとめた容積密度数の分布は、いずれの供試木についてもかなり複雑に変化しており、釜淵スギについてはあきらかにみられたような枝の枯れ上がる軌跡をさかいにした容積密度数の限界的な分布の様式は全くみとめられていない。この容積密度数の分布図のうちで、上層木群 No. 5, No. 13, No. 21の3本の供試木では樹冠の着生部にあたる幹の材部はほぼ $361 \sim 400 \text{ kg/m}^3$ の容積密度数をもつ材部で構成され、幹の枝下部位はこれよりその容積密度数がやや小さい材部で構成されている。さらに、これらの供試木群については樹齢10~25年の時期に容積密度数 $281 \sim 320 \text{ kg/m}^3$ のきわめて軽い材部が幹の下底部に発達していることが特徴的であつた。これにたいして中層木群 No. 26, No. 39, No. 43, No. 45 の樹幹ではおおむね幹の樹梢部が重く、下底部がしだいに軽くなるような容積密度数の階段的な分布の様相がみとめられるようであり、下層木

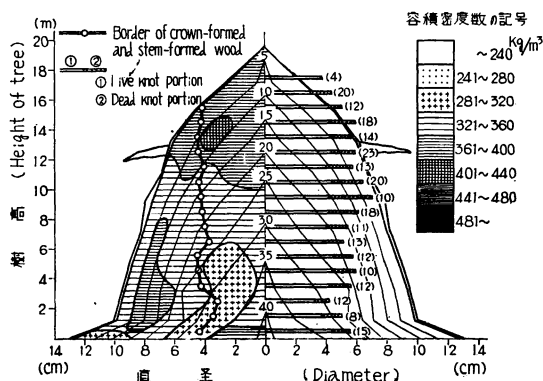


Fig. 12-(1) 幹のなかの容積密度数の分布(上層木No.5)
Distribution of bulk density of sample dominant tree (No. 5).

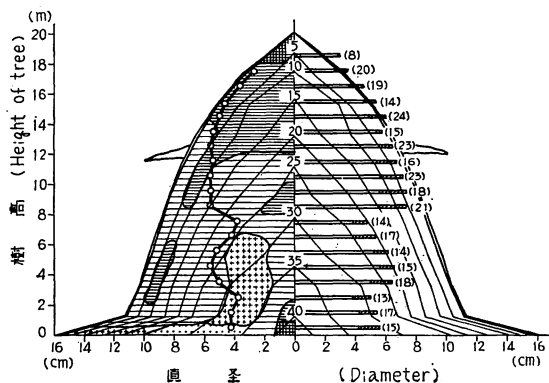


Fig. 12-(2) 幹のなかの容積密度数の分布(上層木No.13)
Distribution of bulk density of sample dominant tree (No.13).

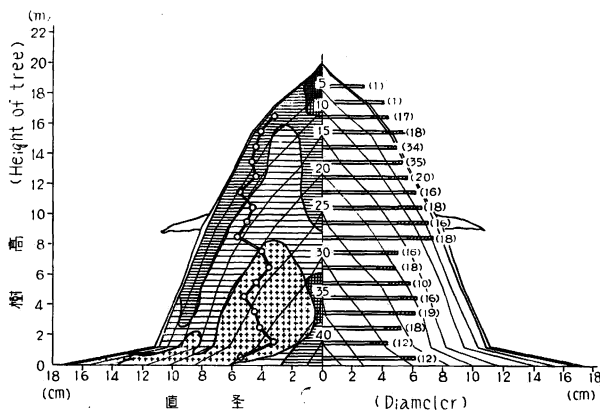


Fig. 12-(3) 幹のなかの容積密度数の分布(上層木No.21)
Distribution of bulk density of sample dominant tree (No.21).

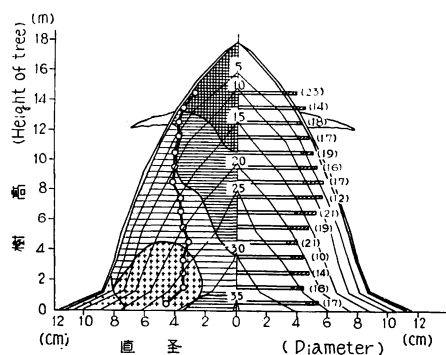


Fig. 12-(4) 幹のなかの容積密度数の分布
(中層木No. 26)
Distribution of bulk density of sample
intermediate tree (No. 26).

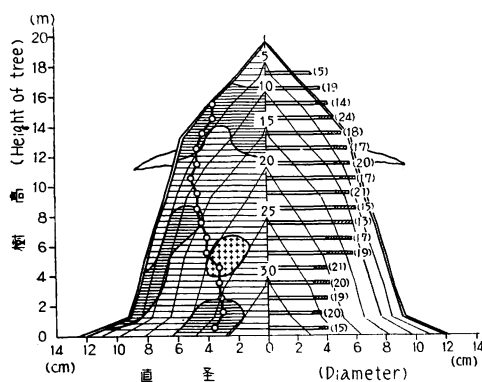


Fig. 12-(5) 幹のなかの容積密度数の分布
(中層木No. 39)
Distribution of bulk density of sample
intermediate tree (No. 39).

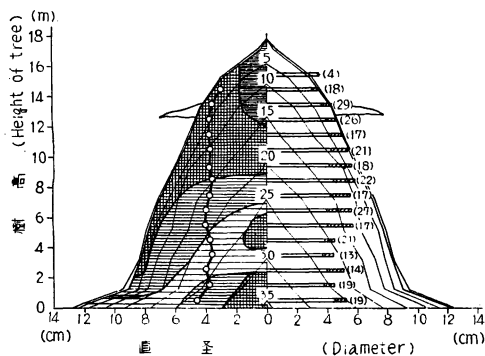


Fig. 12-(6) 幹のなかの容積密度数の分布 (中層
木No. 43)
Distribution of bulk density of sample
intermediate tree (No. 43).

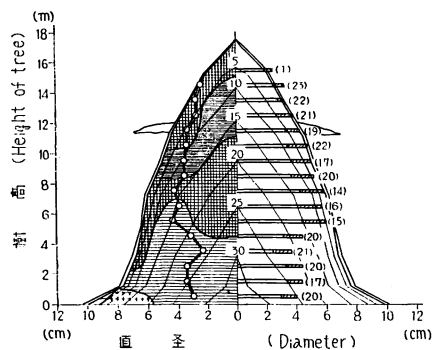


Fig. 12-(7) 幹のなかの容積密度数の分布
(中層木No. 45)
Distribution of bulk density of sample
intermediate tree (No. 45).

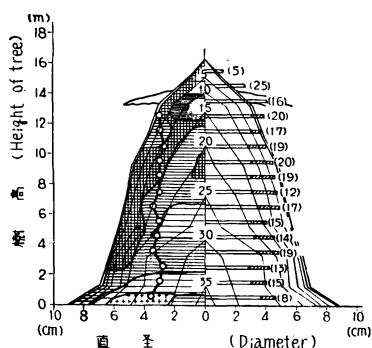


Fig. 12-(8) 幹のなかの容積密度数の分
布 (下層木No. 6)
Distribution of bulk density of
sample codominant tree (No. 6).

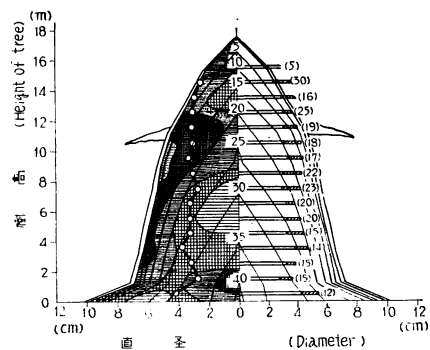


Fig. 12-(9) 幹のなかの容積密度数の分布 (下
層木No. 19)
Distribution of bulk density of sample
codominant tree (No. 19).

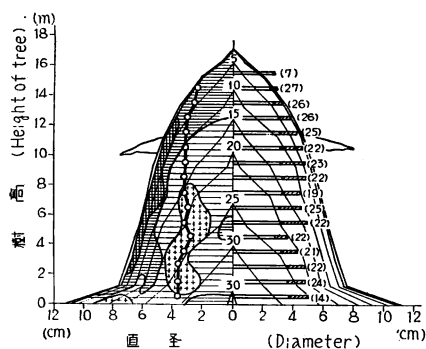


Fig. 12-10 幹のなかの容積密度数の分布
(下層木No. 40)

Distribution of bulk density of sample codominant tree (No. 40).

来、さらに資料の集積をまつて検討する予定であり、本報では、たんに、その結果を図示するにとどめた。

2.3.2 容積密度数のあらわれかた

容積密度数の測定値をその属するそれぞれの供試木群の層別に集計して、その頻度分布を Fig. 13 に示した。

これから、上層木群のものはその容積密度数が 380 kg/m^3 より小さい範囲におおきく、下層木群のものはその容積密度数が 380 kg/m^3 より大きい範囲にその頻度がたかいことがあきらかである。

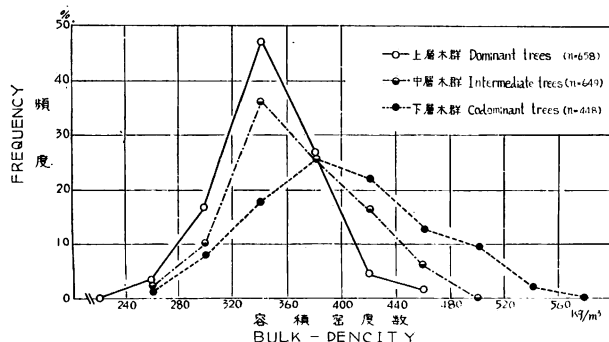


Fig. 13 供試木の層別における容積密度数の頻度
Frequencies on bulk density in every sample tree group.

Table 9. 各供試木群における容積密度数のモード、算術平均、標準偏差
Statistical values of bulk density in every sample tree group.

供試木の層別 Classification of sample tree	モ ー ド Mode kg/m^3	算 術 平 均 Arithmetic mean kg/m^3	標 準 偏 差 Standard deviation kg/m^3	測 定 値 Number of measurement N
上層木群 Dominant trees	350	346	34	658
中層木群 Intermediate trees	350	366	47	649
下層木群 Codominant trees	370	398	57	448
全供試木 Total trees	350	367	51	1,755

群No. 6, No. 19, No. 40 の樹幹については、概して、幹の外側の材部が重く、内側の材部が軽い、いわゆる鞘状構造をしめす容積密度数の分布層が特徴的であつた。

しかし、いずれの供試木群についても、節枝の枯れ上がる軌跡をさかいにした容積密度数の限界的な分布は全くみとめられず、この点では釜淵スギにおける容積密度数の分布の特徴といちじるしく異なっている。

このような容積密度数の分布型式をそれぞれの立木の成長経過や保育形式とむすびつけて解析することは、これらの結果からはなお不十分であり、将

この供試木群の層別に容積密度数のモード、算術平均、標準偏差をしめすと Table 9 のように、その算術平均と標準偏差は上層木群で 346 kg/m^3 と 34 kg/m^3 、中層木群で 366 kg/m^3 と 47 kg/m^3 、下層木群で 398 kg/m^3 と 57 kg/m^3 をしめし、下層木群のものは容積密度数の算術平均は大きく、また、その標準偏差や変化係数も大

きくなっている。また、全供試木についてもとめた容積密度数の算術平均は、 367 kg/m^3 、標準偏差は 51 kg/m^3 、変化係数は38%で、釜淵スギにくらべてその算術平均はやや大きいが、標準偏差と変化係数はわずかながら小さくなっている。つぎに、この容積密度数の測定値を枝下材と樹冠材の材部べつと容積密度数が測定された供試片を構成している年輪の性状べつに集計して、その頻度分布をそれぞれ Fig. 14 と Fig. 15 にしめた。

この材部べつと年輪の性状べつにくらべた容積密度数の頻度分布はいずれもかなり近似し、これらのあいだの差異はきわめて小さい。このうち、幹の部位べつにもとめた容積密度数のモード、算術

平均、標準偏差は Table 10 にしめすように、その算術平均は枝下材で 362 kg/m^3 、樹冠材で 373 kg/m^3 、その標準偏差はいずれの材部においても 51 kg/m^3 であり、釜淵スギとくらべて、その樹冠材における容積密度数の算術平均はきわめて近似しているが、枝下材の容積密度数は西川スギが約20%ぐらいいきな値をあたえている。

また、年輪の性状べつにもとめた容積密度数のモード、算術平均、標準偏差は Table 11 にしめすように、その算術平均は正常な年輪については 368 kg/m^3 、樹脂細胞のある年輪では 359 kg/m^3 、標準偏差はこれらの材部で $49 \sim 51 \text{ kg/m}^3$ で、正常な年輪の容積密度数が樹脂細胞のある年輪にくらべてわずかながら大きい値をしめした(釜淵スギでは容積密度数の算術平均は正常な年輪では 309 kg/m^3 、樹脂細胞のある年輪では 318 kg/m^3 で、正常な年輪の容積密度数が樹脂細胞のある年輪にくらべてやや小さい値をしめし

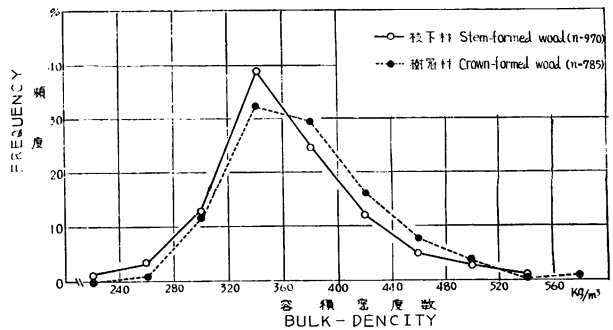


Fig. 14 枝下材と樹冠材における容積密度数の頻度
Frequencies on bulk density of wood classified by the characteristics of annual rings.

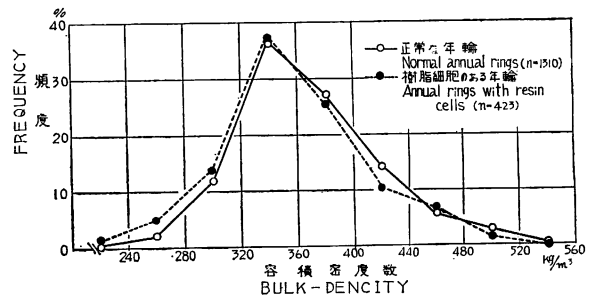


Fig. 15 年輪の性状べつの容積密度数の頻度
Frequencies on bulk density of wood classified by the characteristics of annual rings.

Table 10. 枝下材と樹冠材における容積密度数のモード、算術平均、標準偏差
Statistical values of bulk density in stem-and crown-formed wood.

幹の部位 Parts of stem	モード Mode kg/m^3	算術平均 Arithmetic mean kg/m^3	標準偏差 Standard deviation kg/m^3	測定数 Number of measurement N
枝下材 Stem-formed wood	350	362	51	970
樹冠材 Crown-formed wood	370	373	51	785

Table 11. 年輪の性状べつの容積密度数のモード, 算術平均, 標準偏差
Statistical values of bulk density in characteristics of annual rings.

年輪の性状 Characteristics of annual rings	モ ー ド Mode kg/m ³	算 術 平 均 Arithmetic mean kg/m ³	標 準 偏 差 Standard deviation kg/m ³	測 定 数 Number of measurment N
正 常 な 年 輪 Normal annual rings	350	368	49	1,310
樹脂細胞のある年輪 Annual rings with resin cells	350	359	51	423
ア テ の 年 輪 Annual rings in compression wood	—	463	68	22

ている)。したがって、この年輪の性状べつの容積密度数の算術平均を釜淵スギにおけるそれぞれ同じ種類の年輪とくらべると、西川スギでは正常な年輪で約16%, 樹脂細胞のある年輪で約12%だけその容積密度数の値が釜淵スギより大きいことになる。

2.4 年輪構成と容積密度数の関係

2.4.1 年輪幅と容積密度数の関係

年輪幅と容積密度数との関係を測定した全供試片の合計についてもとめて Fig. 16 にしめた。これから、年輪幅が 1.5 mm よりせまい範囲では、年輪幅の減少にたいして、容積密度数は急増しているが、年輪幅が 1.5~5.0 mm の範囲ではその容積密度数の平均値はほぼ 360 kg/m³ 付近に変動しており、年輪幅が 5.0 mm をこえると容積密度数は年輪幅の増加にたいして急減しているようである。Fig. 16 には比較のために釜淵スギでもとめた年輪幅と容積密度数の関係を第 1 報¹⁾ から再掲したが、年輪幅が 5.0 mm よりせまい範囲では同一の年輪幅の範囲における容積密度数は西川スギが釜淵スギより、つねに大きな値をしめしながら変化しており、年輪幅が 5.0 mm をこえる範囲では両産地の容積密度数はほぼ近似してくる。

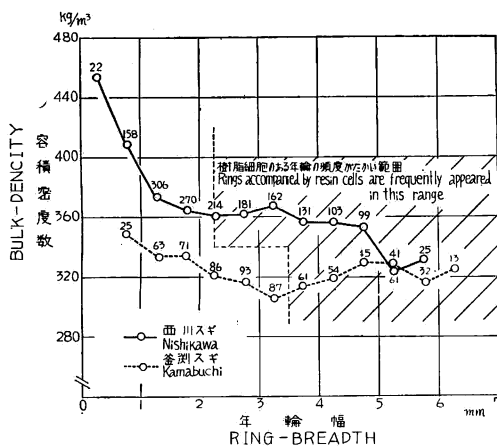


Fig. 16 年輪幅と容積密度数との関係 (西川スギと釜淵スギ)
Comparison of the relations between ring-breadth and bulk density of wood (Nishikawa and Kamabuchi).

この年輪幅と容積密度数の関係をあきらかにするために、これらのあいだの相関関係を供試木群の層別、幹の部位べつおよび年輪の性状べつにもとめて Table 12 にしめた。これからあきらかなように、年輪幅と容積密度数の相関は上記したいずれの分類においてもつねに(-)の相関をあたえ、その相関係数は供試木群の層別には -0.043~-0.389、枝下材と樹冠材の材部べつには -0.411~-0.472、年輪の性状べつには -0.063~-0.309 であり、この幹の部位と年輪の性状べつの組合せのうちで、枝下材における正常な年輪についてもとめた相関係数は、-0.496 でこれらの系列のなかで最もたかい相関をしめた。

Table 12. 年輪幅と容積密度数の相関関係
Correlation coefficient between ring-breadth and bulk density.

供試木の層別 Classification of sample tree	幹の部位 Ports of stem	年輪の性状 Characteristics of annual rings	相関係数 Correlation coefficient (γ)	測定数 Number of measurment
上層木群 Dominant trees			- 0.304	658
中層木群 Intermediate trees			- 0.043	649
下層木群 Codominant trees			- 0.389	448
全供試木 All sample trees	枝下材 Stem-formed wood		- 0.472	970
		樹冠材 Crown-formed wood	- 0.411	785
	枝下材と樹冠材 Stem- and crown-for- med wood	正常な年輪 Normal annual rings	- 0.309	1,310
		樹脂細胞のある年輪 Annual rings accompa- nied by resin cells	- 0.053	423
	枝下材 Stem-formed wood	正常な年輪 Normal annual rings	- 0.496	854
		樹脂細胞のある年輪 Annual rings accompa- nied by resin cells	- 0.254	111
	樹冠材 Crown-formed wood	正常な年輪 Normal annual rings	- 0.465	456
		樹脂細胞のある年輪 Annual rings accompa- nied by resin cells	- 0.334	312

この結果を釜淵スギの場合とくらべてみると、年輪幅と容積密度数の関係は釜淵スギでは供試木の層別にいずれも（+）の相関をしめたが、西川スギではその供試木群の層別には（-）の相関をしめし、この関係が必ずしも一定した傾向をしめさない。しかし、幹の部位、年輪の性状およびこれらの組合せの系列のなかでは、つねに（-）の相関係数をしめし、このうち、枝下材の材部のものは樹冠材にくらべてその相関はかなりたく、枝下材の正常な年輪についてもとめた関係が最もたかい相関をしめす結果については釜淵スギの場合と全く同様であつた。これらの相関はその有意性がきわめてたかいので、供試木群の層別、幹の部位および年輪の性状べつに年輪幅と容積密度数との関係をくらべた。

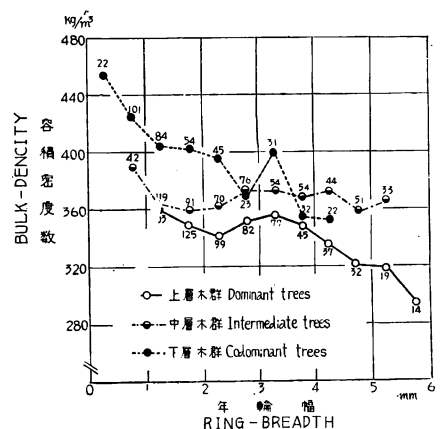


Fig. 17 供試木の層別における年輪幅と容積密度数の関係

Comparison of the relations between ring-breadth and bulk density of wood at every sample tree group.

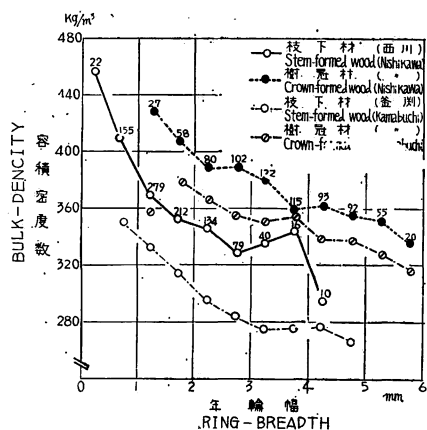


Fig. 18 枝下材と樹冠材における年輪幅と容積密度数
Comparison of the relations between ring-breadth and bulk density of wood at stem and crown-formed wood.

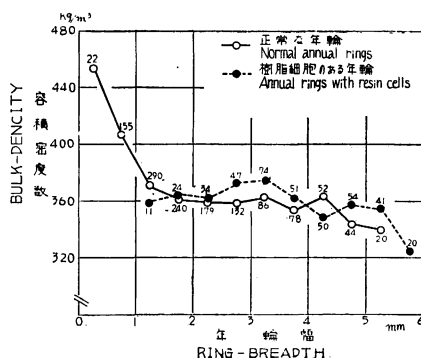


Fig. 19 年輪の性状べつ年輪幅と容積密度数
Comparison of the relations between ring-breadth and bulk density of wood classified by the characteristics of annual rings.

まず、供試木群の層別にはFig. 17にしめすように、上層木と下層木の供試木群については、これらのあいだにはほぼ反比例的な関係がみとめられるが、中層木群のものについては年輪幅の増減に関係なく、その容積密度数の平均値はほぼ $360 \sim 380 \text{ kg/m}^3$ のあいだに変動している。同一の年輪幅の範囲について平均した容積密度数は下層木群のものが上層木群のものより、やや大きい値をしめし、中層木群のものはこれらのほぼ中間的な値をとり、その変化は不規則である。つぎに、この年輪幅と容積密度数の関係を枝下材と樹冠材の材部べつにくらべると、Fig. 18 にしめすように、いずれの材部においてもこれらのあいだにあきらかに反比例的な傾向がみとめられ、同一の年輪幅の範囲における容積密度数の平均値は樹冠材の材部のものが枝下材にくらべてつねに大きい値をとりながら変化している。この傾向は釜淵スギについても全く同様であり、Fig. 18 には比較のために釜淵スギの枝下材と樹冠材がしめす関係を第1報¹⁾から再掲したが、同一の年輪幅の範囲における容積密度数の平均値は樹冠材の材部のものが枝下材のものよりつねに大きく、また、西川スギは釜淵スギにくらべて、いずれの材部においてもつねに大きな値をしめしている。

また、年輪幅と、容積密度数との関係を年輪の性状べつにくらべると Fig. 19 にしめすように、正常な年輪の 1.5 mm 以下の年輪幅の範囲においては、容積密度数がその年輪幅にたいして反比例的に増減しているが、これより広い年輪幅の範囲においては正常な年輪においても樹脂細胞のある年輪においてもその容積密度数は年輪幅の変化にかかわらずほぼ 360 kg/m^3 付近に変動し、この年輪の性状べつの差異はほとんどみとめられない。

2.4.2 秋材率と容積密度数の関係

秋材率と容積密度数の相関関係は Table 13 にしめすように、前述したいずれの区分においても、その相関はつねに (+) の符号をとり、これらのあいだに比例的な関係があることをしめしている。この相関係数は供試木群の層別には $+0.156 \sim +0.429$ であるが、幹の部位べつには枝下材で $+0.549$ 、樹冠材で $+0.319$ 、年輪の性状べつには正常な年輪で $+0.382$ 、樹脂細胞のある年輪で $+0.112$ であり、さらに、幹の

Table 13. 秋材率と容積密度数の相関関係
Correlation coefficient between summer wood percentage and bulk density.

供試木の層別 Classification of sample tree	幹の部位 Parts of stem	年輪の性状 Characteristics of annual rings	相関係数 Correlation coefficient (γ)	測定数 Number of measurement
上層木群 Dominant trees			+ 0.236	658
中層木群 Intermediate trees			+ 0.156	649
下層木群 Codominant trees			+ 0.429	448
	枝下材 Stem-formed wood		+ 0.549	970
	樹冠材 Crown-formed wood		+ 0.319	785
全供試木 All sample trees	枝下材と樹冠材 Stem-and crown- formed wood	正常な年輪 Normal annual rings	+ 0.382	1,310
		樹脂細胞のある年輪 Annual rings accompa- nied by resin cells	+ 0.112	423
	枝下材 Stem-formed wood	正常な年輪 Normal annual rings	+ 0.540	854
		樹脂細胞のある年輪 Annual rings accompa- nied by resin cells	+ 0.056	111
	樹冠材 Crown-formed wood	正常な年輪 Normal annual rings	+ 0.324	456
		樹脂細胞のある年輪 Annual rings accompa- nied by resin cells	+ 0.196	312

部位と年輪の性状との関係を組み合わせた系列のなかで、枝下材における正常な年輪では +0.540、枝下材における樹脂細胞のある年輪では + 0.056、樹冠材における正常な年輪では +0.324、樹脂細胞のある年輪では +0.196で、これらの系列のなかでは枝下材におけるものが最もたかい相関をしめていることになる。

これを釜淵スギの場合とくらべてみると、この相関関係は釜淵ス

ギにおいては、その供試木の層別に（+）または（-）の符号をとり、必ずしも一定の傾向をしめさなかつたのにならして、本報の結果はより画一的であり、また、これらのあいだの相関係数が枝下材の材部で最大になることは、この両産地のものを通じて全く同様であつた。つぎに、秋材率とその一定範囲についてとめた容積密度数の平均値との関係をくらべてみると、まず、供試木群の層別にはFig. 20にしめすように、同一の秋材率の範囲についてとめた容積密度数の平均値は下層木群のものが上層木群よりつねに

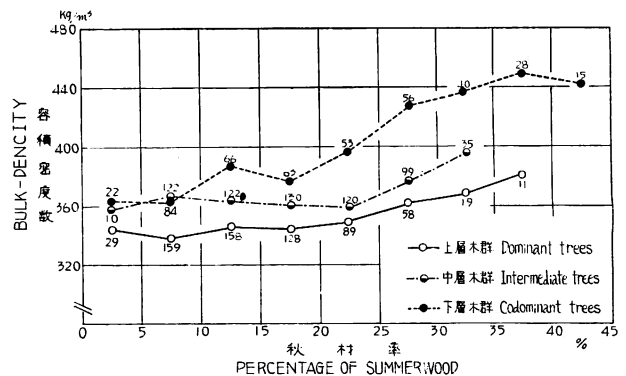


Fig. 20 供試木の層別における秋材率と容積密度数
Comparison of the relations between summerwood percentage and bulk density of wood in every sample tree group.

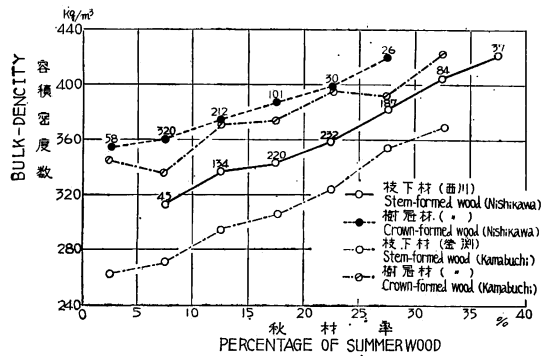


Fig. 21 枝下材と樹冠材における秋材率と容積密度数
Comparison of the relations between summerwood percentage and bulk density of wood in stem-and crown-formed wood.

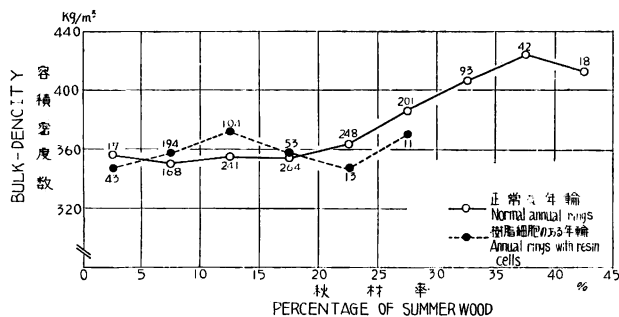


Fig. 22 年輪の性状べつ秋材率と容積密度数
Comparison of the relations between summerwood percentage and bulk density of wood classified by the characteristics of annual rings.

秋材率における容積密度数の大きさは樹冠材の材部のものが枝下材にくらべてつねに大きく、また、西川スギは釜淵スギにくらべて、そのいずれの材部においてもつねにやや大きな値をしめした。

また、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て Fig. 22 にしめしたが、正常な年輪については、秋材率が約20%以下の範囲ではその容積密度数はほぼ 360 kg/m^3 付近に変動し、秋材率がこれより大きい範囲でのみこれらのあいだに比例的な関係があらわれている。これにたいして、樹脂細胞のある年輪については、いずれの秋材率の範囲においてもその容積密度数は 360 kg/m^3 前後に変動しているにすぎない。

このような年輪幅および秋材率と容積密度数の関係を第1報¹⁾の結果と総括すると、幹の枝下材と樹冠材の材部べつには、これらのあいだの相関はつねに一定の符号をしめしていることになり、また、年輪幅と秋材率の一定範囲についてもとめた容積密度数の平均値の変化はこの両産地とも、それぞれの材部べつにいちじるしい差異をしめすが、これにくらべて、同一の材部における産地べつの差異はむしろかなり小さく、このよう幹の区分が材質分類の方法としてあきらかな意味をもつことをしめした。

3. 摘 要

第1報にひき続いて、スギ材についてその材質の特徴と材質分類の方法を検討するために、いわゆる、

やや大きな値をしめし、中層木群のものはこれらのほぼ中間的な値をとりながら変化しており、秋材率が20%以下の範囲においてはその容積密度数の変化は各層別とも概して小さく、ほぼ 360 kg/m^3 前後に変動しているが、これより大きな秋材率の範囲においてはその容積密度数は秋材率に比例して増加している。また、この関係を幹の部位べつにみると Fig. 21 にしめすように、いずれの材部においてもこれらのあいだに比例的な変化がみとめられ、同一の秋材率の範囲についてもとめた容積密度数は樹冠材の材部のものが枝下材にくらべて大きくなっている。この Fig. 21 には比較のために釜淵スギの枝下材と樹冠材の材部べつにもとめた秋材率と容積密度数の関係を第1報¹⁾から再掲したが、この両産地のものについて、同一の

西川スギとして知られている埼玉県西川地方のはぼ伐期にあたるスギ造林地から、10本の供試木をえらび調査の対象とした。

観察の方法、測定値の集計の方法などは、すでに第1報の釜淵スギについておこなったものと全く同様であり、一連の観察の結果から、材の年輪構成の特徴、容積密度数の大きさと幹のなかの分布の特徴および年輪構成と容積密度数との関係などを検討した。

また、供試木の幹の部位べつの区分と年輪の外観的な性状による区分をおこない、これらの区分による材質的な特徴の変動をあきらかにし、これらの区分が材質分類の方法としてもつ意義を検討した。

この研究からえられた結果を要約すれば、次のとおりである。

枝下材と樹冠材

(1) 各供試木群(樹齢35~45年)を平均して、枝下材の材積は全樹幹の63.0%、樹冠材は36.8%であり、この比率はより老齢な釜淵スギ(樹齢51年)の結果とくらべて大差がない(Table 3)。

(2) 枝下材の大きさ(幹材積にたいする比率)は林分の上層木群に大きく、樹冠材の大きさは下層木群に大きくなっている(Table 3)。

(3) 枝下材をさらに無節材と死節材にわけると、死節材の形成は樹齢約5年ごろからはじまり、樹齢約25年でその最大値(幹材積の約25%)に達している。これにたいして、無節材の形成は樹齢約10年ごろからはじまり、樹齢の増加とともにほぼ比例的に増加している(Fig. 1)。

(4) 無節材、死節材の形成を釜淵スギとくらべてみるとその形成は西川スギがいずれも約10~15年だけ早い、約45年の樹齢でほとんど近接している(Fig. 2)。

(5) 枝下材を構成する年輪には正常な年輪の頻度がたかく(88.0%)、樹脂細胞のある年輪の頻度がひくい(11.4%)。これにくらべて、樹冠材を構成する年輪では正常な年輪の頻度がややひくく(58.1%)、樹脂細胞のある年輪の頻度がややたかく(39.7%)なっている。しかし、このいずれの材部においても、正常な年輪の頻度がたかく、樹冠材における樹脂細胞のある年輪の頻度が釜淵スギにくらべてかなりひくいのが特徴的であつた(Table 4)。

年輪構成の特徴

(6) 年輪幅の算術平均は上層木群 2.8 mm, 中層木群 2.8 mm, 下層木群 2.2 mm, 平均 2.6 mmであり、秋材率の算術平均は、上層木群16%, 中層木群19%, 下層木群22%, 平均19%であつた(Table 5, Table 7)。

(7) 枝下材においては年輪幅が約 2.5 mmよりせまいものの頻度がたかく、樹冠材においては年輪幅が約 2.5 mmより広いものの頻度がたかい。その算術平均は各供試木群を平均して、枝下材の材部で 1.8 mm, 樹冠材の材部で 3.6 mmであつた(Fig 4, Table 6)。

(8) 枝下材においては秋材率が約15%より大きいものの頻度がたかく、樹冠材では秋材率が15%より小さいものの頻度がたかい。その算術平均は各供試木群を平均して、枝下材の材部で23%, 樹冠材の材部で12%であつた(Fig. 7, Table 8)。

(9) 正常な年輪では、その年輪幅が 2.5~3.0 mmよりせまく、秋材率が15%より大きいものの頻度がたかく、樹脂細胞のある年輪では、その年輪幅が 2.5~3.0 mmより広く、秋材率が15%より小さいもの

の頻度がたかい。この年輪幅と秋材率の出現の状態は枝下材と樹冠材の材部における年輪幅と秋材率のあらわれかたに類似している (Fig. 5, Fig. 8)。

(10) 年輪幅と秋材率には反比例的な関係がみとめられ、供試木群の層別や幹の部位べつによるちがいはあまりあきらかでないが、樹脂細胞のある年輪が正常な年輪にくらべて同一の年輪幅の範囲に平均した秋材率がやや小さくなつており、この傾向は釜淵スギの場合と対照的であつた。これは樹脂細胞のある年輪における平均秋材率がこれらの産地べつにはほぼ近似的であつたのにたいして、正常な年輪の平均秋材率が西川スギにおいては釜淵スギにくらべてかなりたかいことによるものとおもわれる (Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11)。

容積密度数の特徴

(11) 容積密度数の頻度分布を供試木群の層別に比べると、容積密度数が 380 kg/m^3 より小さい範囲のものは上層木群にその頻度がたかく、これより大きい範囲のものは下層木群にその頻度がたかい。中層木群の頻度はこのいずれの範囲においても上層木群と下層木群の中間的な値をとりながら変化している。容積密度数の算術平均と標準偏差は上層木群で 346 kg/m^3 と 34 kg/m^3 、中層木群で 366 kg/m^3 と 47 kg/m^3 、下層木群で 398 kg/m^3 と 57 kg/m^3 、各供試木群を平均して 367 kg/m^3 と 51 kg/m^3 である (Fig. 13, Table 9)。

(12) 容積密度数の頻度分布は枝下材、樹冠材の材部および年輪の性状べつにはきわめて近似しており、供試木群を総括したその算術平均は枝下材 362 kg/m^3 、樹冠材 373 kg/m^3 、標準偏差はいずれの材部においても 51 kg/m^3 であつた。また、年輪の性状べつにもとめた容積密度数の算術平均と標準偏差は正常な年輪で 368 kg/m^3 と 49 kg/m^3 、樹脂細胞のある年輪では 359 kg/m^3 と 51 kg/m^3 であつた (Table 11, Fig. 14, Fig. 15)。

(13) 幹のなかの容積密度数の分布はいずれの供試木についてもかなり複雑で、釜淵スギにみとめられたような枝の枯れ上がる軌跡をさかいにした容積密度数の限界的な分布の様相はみとめられなかつた。この容積密度数の分布については供試木によつてかなり特徴的なものもあつたが、その類型を成長条件とむすびつけて解析することはなお困難であつた (Fig. 12—(1~10))。

年輪構成と容積密度数の関係

(14) 年輪幅と容積密度数、秋材率と容積密度数の関係は供試木群の層別、幹の部位べつ、年輪の性状べつおよびこれらを組み合わせた系列のなかで、前者についてはつねに (−)、後者については (+) の相関をしめた (Table 13, Table 14)。

(15) 年輪幅と容積密度数の相関係数は供試木群の層別には $-0.043 \sim -0.389$ 、秋材率と容積密度数との相関係数は $+0.156 \sim +0.429$ であるが、この関係を各供試木群を集計してその幹の部位べつに区分してみると、枝下材の材部については前者の相関係数は -0.472 、後者の相関係数は $+0.549$ で、供試木群の層別におけるよりいずれもかなりたかい相関をしめた。また、枝下材の材部で正常な年輪についてもとめた相関係数は前者では -0.496 、後者では $+0.540$ であり、幹の部位と年輪の性状べつの組合せの系列のなかで、年輪幅と容積密度数の関係については、この枝下材における正常な年輪のものが最もたかい相関をあたえ、秋材率と容積密度数の関係については樹脂細胞のある年輪を含めた枝下材の材部のものが最もたかい相関をしめた (Table 13, Table 14)。

(16) これらの相関を釜淵スギとくらべると供試木の層別にはこの相関係数は必ずしも一定の符号をとらないが、幹の部位と年輪の性状については、年輪幅と容積密度数の関係ではつねに(−)、秋材率と容積密度数の関係では(+)の相関をしめした。

(17) 年輪幅と容積密度数の平均値との関係を供試木群の層別にみると、上層木群と下層木群のものではこれらのあいだにはほぼ反比例的な関係がみとめられてくるが、中層木群のものでは年輪幅に関係なく、その容積密度数の平均値は $360 \sim 380 \text{ kg/m}^3$ のあいだに変動しており、これは釜淵スギについてえられた結果と全く対照的であつた。また、同一の年輪幅の範囲について平均した容積密度数は下層木群のものが上層木群のものより大きな値をしめし、中層木群のものはこれらのほぼ中間的な値をとりながら変化しているが、この傾向は釜淵スギの場合と全く同様であつた (Fig. 17)。

(18) 枝下材と樹冠材の材部についても年輪幅と容積密度数の平均値は反比例的な関係をしめし、同一の年輪幅の範囲について平均した容積密度数は樹冠材におけるものが枝下材のものにくらべてつねに大きくあらわれている (Fig. 18)。

(19) 正常な年輪では、年輪幅が約 1.5 mm よりせまい範囲で年輪幅と容積密度数とのあいだに反比例的な関係がみとめられるが、これより広い年輪幅では、年輪の性状にかかわらず、その容積密度数は $340 \sim 380 \text{ kg/m}^3$ のあいだに変動しており、同一の年輪幅における年輪の性状べつのはきはきらかでない (Fig. 19)。

(20) 秋材率が約20%以上の範囲では、各供試木群とも秋材率と容積密度数の平均値はいずれも比例的な関係をしめすが、秋材率が約20%以下では容積密度数はその秋材率の変化にかかわらず、それぞれほぼ一定した値をしめしている。同一の秋材率の範囲における容積密度数の平均値は下層木群のものが上層木群より、つねに大きな値をしめし、中層木群のものはこれらのほぼ中間的な値をとっている (Fig. 20)。

(21) 枝下材と樹冠材の材部についても年輪幅と容積密度数の平均値はいずれもほぼ比例的な関係をしめし、同一の秋材率の範囲における容積密度数は樹冠材のものが枝下材のものにくらべて、つねにかなり大きな値をしめし、この傾向も釜淵スギの場合と全く同じであつた (Fig. 21)。

(22) 秋材率と容積密度数の関係を年輪の性状べつにみると約20%以下の秋材率の範囲では正常な年輪と樹脂細胞のある年輪のいずれにおいても、その容積密度数は秋材率の変化にかかわらず、ほぼ $340 \sim 380 \text{ kg/m}^3$ のあいだに変化しており、この年輪の性状べつのはきはきらかでない。しかし、正常な年輪の秋材率が約20%以上の範囲については、秋材率と容積密度数とのあいだに比例的な関係がみとめられてくる (Fig. 22)。

(23) 年輪幅と容積密度数、または秋材率と容積密度数の関係には、釜淵、西川スギともその枝下材と樹冠材の材部べつにかなりの差異があらわれているが、これにくらべて、それぞれの材部べつには、これらの産地べつのはきはきらかでない。この点からもこのような幹の区分が材質分類の方法としてもつ意味はあきらかであつた (Fig. 18, Fig. 21)。

文 献

- 1) 加納 孟: スギの材質(第1報)釜淵産スギ, 林試研報, 125, (1960), p. 95~119
- 2) 加納 孟: 枝松信之: 蕪木自輔: 製材原木としてのスギ造林木の品質(第2報)西川産材, 林試研報 134, (1961), p. 59~114

On the Wood Quality of Sugi (Report 2)

Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) grown at Nishikawa district.

Takeshi KANO

(Résumé)

Following the former work, 10 sample *Cryptomeria* trees for this investigation were selected at a timber stand 35~45 years of age grown in Nishikawa district, Saitama Prefecture in which is a famous private forest in Japan. In this paper is described the result of the observations made on visual characteristics such as ring-breadth, percentage of summerwood, variation of bulk density, and its distribution in the stem of sample trees, as compared with the information given in the former report. The result of this study is as follows :

Stem- and crown-formed wood

(1) The volumetric percentage of the stem-formed wood is 63.0% and that of crown-formed wood 36.8% to the averaged stem volume of sample trees. The values of these volumetric percentages are approximately similar to those of sample trees grown at Kamabuchi and described in the former report (Table 3).

(2) The volumetric percentage of the stem-formed wood is biggest at the dominant sample trees, and that of crown-formed wood at the codominant (Table 3).

(3) Among the stem-formed wood, the stem parts with dead knot portion began to be produced at about 5 years of age and appear to have been at their maximum value when about 25 years of age. On the other hand, the stem parts with clear wood free from knots began to be produced at about 10 years of age and increased proportionally to tree ages (Fig. 1).

(4) Both the stem-formed clear wood and that with dead knot portion in this district were produced at 10~15 years younger than those in Kamabuchi, but the values of volumetric percentages of these parts in both districts were apparently almost similar at 45 years of age of the sample trees (Fig. 2).

(5) The normal annual rings are very frequent on the stem-formed wood (the value of frequencies on normal annual rings is 88.0%), and the rings accompanied by resin cells are less frequent on this part (the value of frequencies on rings with resin cells is 11.4%).

On the other hand, the normal annual rings are rather rare on the crown-formed wood (the value of frequencies is 58.1%) and the rings with resin cells are frequent on this part (the value of frequencies is 39.7%). Thus in both parts of stem-and crown-formed wood the normal annual rings are always frequent, but the rings accompanied by resin cells on the crown-formed wood are rather less frequent than those of sample trees in Kamabuchi district.

Characteristics of annual rings

(6) The arithmetical mean values of ring-breadth and percentage of summerwood are respectively 2.8 mm and 16% on the dominant trees, 2.8 mm and 19% on the intermediate, 2.2 mm and 22% on the codominant and averaged 2.6 mm and 19% on all sample trees (Table 5, 7; Fig. 3, 6).

(7) As compared with the values of frequencies on the ring-breadth between stem- and crown-formed wood, the high values appear on the stem-formed wood in cases in which the ring-breadth is less than 2.5 mm and the percentage of summerwood is more than 15%; such high values appear on the crown-formed wood in cases in which the ring-breadth is more than 2.5 mm and the percentage of summerwood is less than 15% (Fig. 4.7).

(8) The arithmetical mean values of ring-breadth and the percentage of summerwood are respectively 1.8 mm and 23% on stem-formed wood but they are 3.6 mm and 12% on crown-formed wood (Table 6, 8).

(9) As compared with the values of frequencies on the ring-breadth and percentage of summerwood between normal annual rings and rings accompanied by resin cells, the high values of these frequencies appear in normal annual rings in cases in which the ring-breadth is less than 2.5~3.0 mm and the percentage of summerwood is more than 15%, and on the contrary, such high values appear in rings accompanied by resin cells in cases in which the ring-breadth is more than 2.5~3.0 mm and the percentage of summerwood is less than 15%. The frequency curves of ring-breadth and percentage of summerwood between normal rings and rings accompanied by resin cells are also similar to those between stem- and crown-formed wood.

(10) The relations between ring-breadth and percentage of summerwood are generally in inverse proportion, and their differences among tree groups and parts of stem are indistinct, but the percentage of summerwood in normal annual rings indicate comparatively higher values than those of rings accompanied by resin cells at the same range of ring-breadth (Fig. 9, 10, 11). This tendency is different from the result obtained on the sample trees at Kamabuchi described in the former report. It is considered that the values of averaged percentage of summerwood in rings accompanied by resin cells are almost similar among these two districts, but the values in normal annual rings obtained at Nishikawa are apparently high as compared with those in Kamabuchi.

Characteristic appearance of bulk density

(11) As compared with the values of frequencies on bulk density among the sample tree groups, the high values appear on dominant trees where the bulk density ranges are $R \leq 380 \text{ kg/m}^3$, and on codominant trees where the bulk density ranges are $R \geq 380 \text{ kg/m}^3$. The arithmetical mean values and standard deviation of bulk density are respectively 346 kg/m^3 and 34 kg/m^3 on the dominant trees, 366 kg/m^3 and 47 kg/m^3 on the intermediate, 398 kg/m^3 and 57

kg/m^3 on the codominant, and averaged $367 kg/m^3$ $51 kg/m^3$ on all sample trees (Table 9).

(12) In the frequency curves of bulk density, there are no considerable differences between stem- and crown-formed wood, and also between normal annual rings and rings accompanied by resin cells (Fig. 14, 15). The arithmetical mean values of bulk density are $362 kg/m^3$ in stem-formed wood and $373 kg/m^3$ in crown-formed wood, and the values of standard deviation are $51 kg/m^3$ in both parts of stem (Table 10). The arithmetical mean values and standard deviation are respectively $368 kg/m^3$ and $49 kg/m^3$ in normal annual rings and $359 kg/m^3$ and $51 kg/m^3$ in rings accompanied by resin cells (Table 11).

(13) As shown in Fig. 12, there are no patterns for boundary distribution of bulk density against the border line of stem- and crown-formed wood. And yet we could not analyze the patterns in relation to the growing conditions of sample trees, though they have some distinctive individuality among the sample tree groups.

Relation between the construction of annual rings and bulk density of wood

(14) The correlation coefficient between the ring-breadth and the bulk density are always negative, and those between the percentage of summerwood and the bulk density are always positive when the specimens are classified by the groups of sample trees, the part of stem, and the characteristics of annual rings.

(15) The correlation coefficient (γ) between the ring-breadth and the bulk density is $-0.043 \sim -0.389$, and the coefficient between the percentage of summerwood and the bulk density is $+0.156 \sim +0.499$ when the specimens are classified by the groups of sample trees, but in stem-formed wood the former coefficient is -0.472 and the latter is $+0.549$ when the specimens are classified by the parts of stem. And then, in all combinations of these classification, the coefficient (γ) between ring-breadth and the bulk density shows the highest value (-0.496) in the normal annual rings of stem-formed wood, but the coefficient (γ) between the percentage of summerwood and the bulk density is $+0.540$ in the normal rings of stem-formed wood, which is rather less than the value ($+0.549$) of the coefficient in total rings of stem-formed wood.

(16) As compared with the result of the former report, these correlations are negative or positive value in the classification of sample tree groups, but these are always negative with ring-breadth and positive with percentage of summerwood when the specimens are classified by the stem parts or the characteristics of annual rings.

(17) The average bulk density is nearly inverse proportional to the ring-breadth on the dominant and codominant groups of sample trees, but on the intermediate groups it varies irregularly in the range of bulk density $R=360 \sim 380 kg/m^3$ without relation to the values of ring-breadth. And the less increment the groups of sample trees have, the higher the values of bulk density in the same range of ring-breadth.

(18) When the specimens are classified by the parts of stems, the average values of bulk density are related inversely to those of the ring-breadth. In this case, the values of bulk density in crown-formed wood are higher at the same ranges of ring-breadth than those in stem-formed wood (Fig. 21).

(19) In normal annual rings, the bulk density is inverse proportional to the ring-breadth at the range where it is less than 1.5 mm but in the range where it is more than 1.5 mm the average values of bulk density indicate the variations of $R=340\sim380\text{ kg/m}^3$ in respect to both normal annual rings and rings accompanied by resin cells. In this range of ring-breadth, the variations of bulk density among the characteristics of annual rings are negligibly small (Fig. 19).

(20) In all groups of sample trees, the average values of bulk density increase slightly with further increase in summerwood percentage at the region where it is more than about 20%, but where it is less than about 20%, the average values of bulk density are rather stable without reference to those of percentage of summerwood. And the less increment the groups of sample trees have, the higher the values of bulk density in the same range of the percentage of summerwood (Fig. 20).

(21) When the specimens are classified by the wood parts, the bulk density is related directly to the percentage of summerwood, and the average values of bulk density in every range of summerwood percentage are higher in crown-formed wood than those in stem-formed wood. These tendencies are in keeping with the former result (Fig. 21).

(22) In the range where the summerwood percentage is less than about 20%, the average values of bulk density classified by the characteristics of annual rings indicate the variations of bulk density $R=340\sim380\text{ kg/m}^3$ without reference to those of summerwood percentage, but in the region where it is more than about 20%, a proportional relation between bulk density and summerwood percentage is only seen in normal annual rings.

(23) As compared with the result of the former report, it has become evident that the relations between bulk density and ring-breadth or summerwood percentage shows remarkable differences in every stem- and crown-formed wood sampled at both Nishikawa and Kamabuchi districts, but these differences become comparatively small at the definite part of stem (Fig. 18, 21).