

製材用原木としてのスギ造林木の品質 (第2報)

西 川 産 材

加 納 孟⁽¹⁾
枝 松 信 之⁽²⁾
燕 木 自 輔⁽³⁾

目 次

I	まえがき	60
II	供試木と調査方法	60
	1. 供試木	60
	2. 丸太のかたちの調査	62
	3. 節の調査	63
III	丸太のかたち	64
	1. 幹の細りおよび偏心の程度	64
	2. 根曲りおよび根張り	66
	3. 丸身形数	67
IV	丸太に含まれる節枝	70
	1. 節枝の数	70
	2. 節枝の長さ	76
	3. 節枝の上向角	87
	4. 節枝と丸太外面の状態	88
V	挽材面にあらわれる節	92
	1. 節の数	93
	2. 節のあらわれない挽材面	96
	3. 節の大きさ	97
	4. 節の大きさの分布	101
	5. 節の面積	103
VI	要 約	105
	文 献	109
	Résumé	109

(1) 木材部材料科材質第二研究室長・林学博士

(2) 北海道林業指導所木材部長・元木材部加工科製材研究室長

(3) 木材部材料科材質第二研究室員

I ま え が き

この研究は、スギ造林木の製材用原木としての品質の実態を、林木の保育形式と関連して把握するために企画されたものであつて、その調査の具体的な目的等については、まえの報告²⁾で述べてあるので再掲しない。前報では、ほとんど手入れされていないと考えられる釜淵産のスギ造林木について、調査方法の検討をも含めて、主として節のあらわれ方を中心とした調査結果を記載考察したが、この報告では、集約な撫育手入れによる短伐期林業として知られている、いわゆる西川林業地帯におけるスギ造林木から提供される、製材原木としての丸太のかたちと節について調査した結果をとり扱つた。

西川地方の造林木は、製材品としては、正角、小幅板、平割、板類等が生産され、また、素材として長丸太のまま足場丸太や稲掛丸太として利用されているが、正角材はこの地方の製材総体の約70%を占める主要製材品であつて、辺材に富んで美しく、節は小さくて数も少なく、建築材料として高く評価されているものである⁶⁾。この地方の保育形式の特徴は、他地方のそれとくらべて、当然、製材用原木としての品質にちがいをもたらしうることが予想されるが、本報では、この地方の材の品質の実態を記載するとともに、製材品における材料の欠点としての検討、あるいは、用材規格の適用による比較などについては、調査を予定されている保育形式の異なる他地方の測定結果をまつて、総括的に検討し、あらためて報告することとする。

この報告における調査の企画および実施にあつては、齋藤美鷲場長、小倉武夫木材部長および東大農学部平井信二教授のご指導をえ、現地調査および供試木の採材にあつては、供試林分所有者本橋九藏氏のご厚意にあずかることが多かつた。また、企画実施に共同討議し参加された造林部造林研究室の多くの方々のご援助があり、さらに、供試材の木取り、測定および資料のとりまとめには、木材部製材研究室・大山孫四郎・遠田伝・栗田力・飯塚美代子、材質第二研究室・中川仲策・佐藤義昌・小田正一・齋藤久夫の諸氏の共同作業によるご協力があつた。ここに、これらの方々に対して深く謝意を表したい。

II 供試木と調査方法

1. 供試木

この調査のために伐採した供試木は、埼玉県飯能市南桃ノ木に所在する本橋九藏氏所有の35~45年生スギ造林地の一部であつて、面積約0.031haの林分を選んで、そこに生立する47本の立木を皆伐して試験に供したものである。調査地の地形はFig. 1に示すように、約30°の傾斜をなす北向斜面で、伐採時のha当たりの立木本数は約1,500本であつた。

この林分は、造林部造林研究室がいわゆる西川林業と称される保育形式の典型として選んだもののひとつであつて、くわしくは該研究室資料⁵⁾を参照されたい。概括的には集約な撫育手入れによる短伐期林業としてその特色がうたわれているものであつて、スギ(65%)、ヒノキ(30%)、サワラ(5%)を主要造林樹種として、普通、ha当たり3,000本ないし4,500本程度が植栽され

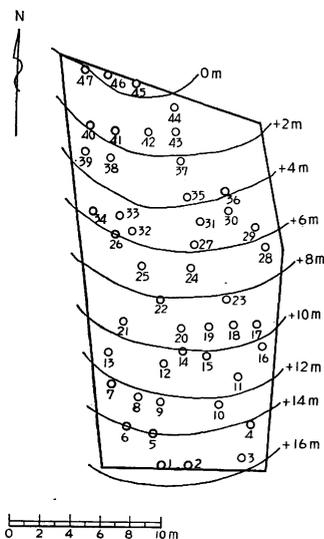


Fig. 1 供試木位置図
Sampling plot.

Table 1. 供試木の概要
Sample trees.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
供試木 番号 Sample tree No.	胸高直径 (cm) Breast- height diameter	樹高 (m) Height	枝下高 (m) Clear length	樹冠幅 (m) Width of crown	枝下高率 (%) Percent- age of clear length	完満度 Degree of full-body	材積 (m ³) Volume	枝条量 (m ³) Volume of branch	枝条率 (%) Percent- age of branch volume

正角木取り調査 (Sawing method I)

1	16.3	16.7	10.8	4.5	65	102	0.204	0.0026	1.3
2	17.8	18.4	10.7	4.5	58	103	0.279	0.0120	4.3
3	25.5	19.3	11.5	6.0	59	76	0.616	0.0144	2.3
4	12.6	15.5	9.7	4.0	63	123	0.123	0.0029	2.4
7	16.3	18.2	10.3	4.0	57	112	0.238	0.0034	1.4
8	17.1	17.6	12.2	4.5	69	103	0.228	0.0061	2.7
9	19.7	18.7	13.3	3.0	71	95	0.344	0.0054	1.6
10	24.8	20.0	14.3	5.0	72	81	0.596	0.0115	1.9
11	18.6	19.5	11.8	4.5	61	105	0.328	0.0050	1.5
12	17.5	20.9	13.7	5.0	66	119	0.324	0.0065	2.0
14	19.8	19.4	12.4	3.0	64	98	0.338	0.0036	0.9
15	16.1	18.1	13.1	3.5	72	112	0.217	0.0034	1.6
16	25.6	21.6	13.6	6.0	63	84	0.651	0.0098	1.5
17	14.2	16.1	11.5	4.0	71	113	0.162	0.0105	6.5
18	15.6	16.7	13.1	3.5	78	107	0.164	0.0016	1.0
20	22.9	20.8	11.4	5.0	55	91	0.480	0.0125	2.6
24	13.3	17.2	13.8	3.5	80	129	0.138	0.0011	0.8
25	20.9	18.4	12.5	4.5	68	88	0.337	0.0043	1.1
27	25.3	20.2	11.0	5.5	54	80	0.636	0.0195	3.1
28	15.9	15.8	11.2	3.0	71	99	0.199	0.0017	0.9
29	18.4	19.7	13.3	5.5	68	107	0.312	0.0038	1.2
30	16.7	17.3	11.6	3.0	67	104	0.230	0.0036	1.6
31	16.6	19.1	13.4	3.5	70	115	0.296	0.0024	0.8
32	23.3	19.0	8.6	5.0	45	82	0.596	0.0143	2.4
33	14.4	15.2	11.0	4.0	72	106	0.161	0.0019	1.2
34	14.7	17.2	12.2	4.5	71	117	0.238	0.0030	1.3
35	23.4	21.3	10.9	6.0	51	91	0.548	0.0124	2.3
36	20.2	18.2	10.3	5.5	56	90	0.381	0.0087	2.3
37	18.7	18.1	9.6	6.5	53	97	0.280	0.0176	6.2
38	18.7	17.5	10.0	5.5	57	94	0.337	0.0073	2.2
42	18.7	17.5	12.8	4.0	73	94	0.300	0.0043	1.5
44	20.3	17.8	11.7	4.0	66	88	0.369	0.0051	1.4
46	19.4	16.9	9.5	5.5	56	87	0.292	0.0136	4.7
47	18.9	16.8	10.7	4.5	64	89	0.304	0.0110	3.6

みかん割り調査 (Sawing method II)

5	20.5	19.5	12.8	4.0	66	95	0.283	0.0126	4.4
6	13.9	16.3	13.8	3.3	85	117	0.103	0.0014	1.4
13	23.3	20.0	12.2	4.0	61	86	0.334	0.0172	5.1
19	15.0	17.5	11.3	4.5	65	117	0.124	0.0062	5.0
21	22.6	20.0	9.6	7.0	48	89	0.321	0.0191	6.0
26	18.1	17.8	12.3	4.5	69	98	0.178	0.0051	2.8
39	19.0	19.2	11.9	4.5	62	101	0.230	0.0099	4.3
40	15.7	17.0	10.8	3.5	64	108	0.133	0.0030	2.3
43	18.6	18.1	13.2	4.5	73	97	0.194	0.0059	3.0
45	16.1	17.3	11.8	3.0	68	108	0.137	0.0027	2.0

注: 枝下高率 = (枝下高 / 樹高) × 100

完満度 = 樹高 / 胸高直径

枝条率 = (枝条材積 / 幹材積) × 100

Note: Percentage of clear length = (Clear length / Tree height) × 100

Degree of full body = Tree height / B. H. D.

Percentage of branch volume = (Volume of branch / Volume of stem) × 100

る。枯損割合は一般に少なく、5～10%前後の補植を植栽翌年および翌々年におこなう。下刈りはいねいにおこなわれ、植栽当年1回、2～7年各2回、8～10年各1回計15回が標準とされている。枝打ちは10～30年生ごろまでに3～4回実行され、10年生内外で地上1mくらい、13～15年生で地上4mくらい、20年生で地上6～7mくらい、25～30年生で地上9mくらいの枝が、それぞれ打たれる。また、間伐はわずかで、被圧木、枯損木を伐採する程度にとどめられていたが、最近では、間伐の程度も漸次つよめられる傾向にある。主伐は、スギの場合、普通30～35年くらいであり、短伐期小径木生産が主目的とされている⁶⁷⁾。

伐採された供試木はちょうど伐期齢に当たるもので、47本のうち供試木として適当でないものとみとめられた3本を調査から除き、概要をTable 1に示す44本の供試木を調査の対象とした。このうち34本は地際から伐倒し、材長4mの丸太を末口径がほぼ10cmに至るまで採材し(3～4番玉まで)、また残りの10本は0.2, 1.2, 3.2, 5.2m……以下2mおきに樹幹析解その他の調査用円板を採取し、残部の材は元から末まで供試丸太として採材した。この前者の供試木群はあとに述べる正角木取りによる調査用にあて、後者の供試木群はみかん割りによる調査用にあてた。これら供試木の上層木、中層木および下層木群の分類による本数配分、平均樹高・枝下高等はTable 2のごとくである。

Table 2. 供試木群による本数および平均樹高と平均枝下高
Number of trees and average tree height, clear length
of classified group of sample trees.

供試木群 Classified group of sample trees	胸高直径の 範囲 Range of breast-height diameter (cm)	供試木本数 Number of sample trees			平均樹高 Average of height of tree (m)	平均枝下高 Average of clear length (m)
		正角木取り Sawing method I	みかん割り Sawing method II	計 Total		
上層木 Upper storey trees	20～25	10	3	13	19.6	11.5
中層木 Middle storey trees	17～19	12	4	16	18.4	11.6
下層木 Lower storey trees	12～16	12	3	15	16.9	11.8
計または平均 Total or average	12～25	34	10	44	18.2	11.6

なお、各供試木については、その生育する傾斜面の山側・谷側方向を調査に際しての幹における基準方位とみなし、これをM-V径とし、これに直交する径をL-R径として、すべての調査にあたってこの方位を基準として検討を加えた(前報²⁾: 供試木の項参照)。

2. 丸太のかたちの調査

丸太のかたちを概括的に把握するために、供試木の幹の細り、偏心の程度、根曲り、根張り、および樹心軸を中心として正角を木取る場合の丸身のでかたを次の方法で調べた。

幹の細り

各供試木について、地際から1mおきの各地上高部位における平均直径を測定して細り曲線を求めた。

偏心の程度

各供試丸太の木口面においてM, V, L, Rの4方向半径を測定し、これらの平均半径に対する比較値

をもつて、各方位の偏心の程度を表現することとした。

根曲り

供試木の根曲りの状態は、Fig. 2 に示す根曲り高さおよび根曲り角度を測定するとともに、根曲りの最大内曲面の方向を記載することによつて表示することとした。すなわち、根曲りの最大内曲面があらわれる樹幹縦断面における根曲り部分および正常部分の樹幹軸直線を想定し、両直線の交点を根曲り位置とし、伐採位置（地際）から根曲り位置までの高さ h_1 を根曲り高さとした。根曲り角度 α は Fig. 2 における x を測定して求めた。

根張り

根張りの状態は、Fig. 2 に示すように最大の根張り高さ h_2 およびその方向を記載することによつて表示した。一般に、根元にちかき部分の幹曲線は、樹幹軸に対して concave をなすので、根張り量が小さい場合には正確に根張り部分を決定することが困難な場合もあつたが、大部分の供試木については、ほぼ明らかに最大根張り高さを測定しえた。

丸身

前述の調査事項と質的に異なる事項ではあるが、丸太のかたちが、製材用原木としての立場から総合的に表現されるものとして、この丸身の測定を、丸太のかたちとしての測定事項のなかに含めた。丸身は後述する正角木取りによる節の調査の際、正角の各方位の各单位材面（材長 1 m、材幅は樹心からの距離の 2 倍となるべき材面）における最小挽面幅（すなわち、正角の幅から丸身の部分を除いた値の各单位材面における最小値）を逐次測定し、この値を後に述べる丸身の形数という概念に導入して、丸身のかたを検討することとした。

3. 節の調査

前報では、丸太に含まれた節枝の状態や挽材面における節のあらわれ方を知るために、調査方法の検討をも含めて 3 種類の異なる方法を実施したが、それらのうち、だら挽きによる調査は調査方法が煩雑で、かつ、結果も他の 2 法による総合から補うことがわかつたので、本報では、正角木取りによる調査とみかん割りによる調査の 2 方法にとどめた。いずれの方法も幹の方位および樹心を基準にして丸太を縦挽きし、丸太の縦断面にあらわれる節の状態を観察する方法で、そのとりまとめ方法（ソート・カードによる）とともに前報でくわしく記載した調査法ⅡおよびⅢと全く同様であるので、ここでは、その 2 法の木取り方とみかん割り調査法における節枝の測定要素について図示するのみにとどめる。なお、この報告では、前報の調査法ⅡおよびⅢを、ⅠおよびⅡと改めて呼称することにする (Fig. 3(a)~(c))。

この正角木取りによる調査に用いた供試木は合計 34 本、供試丸太の数にして 98 本であり、また、みかん

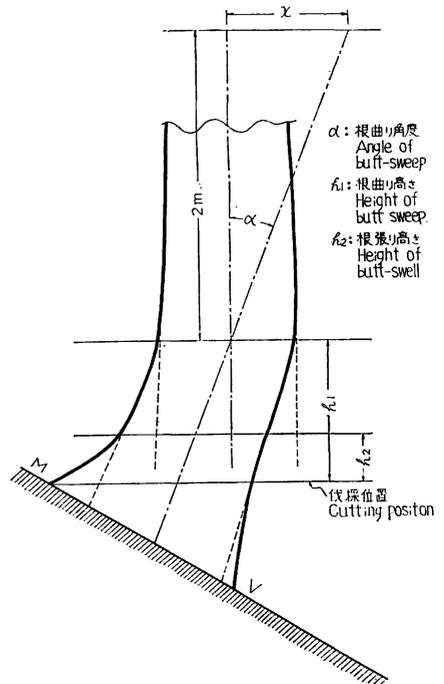


Fig. 2 根曲りおよび根張り状態の測定
Measuring the shape of butt-sweep
and butt-swell.

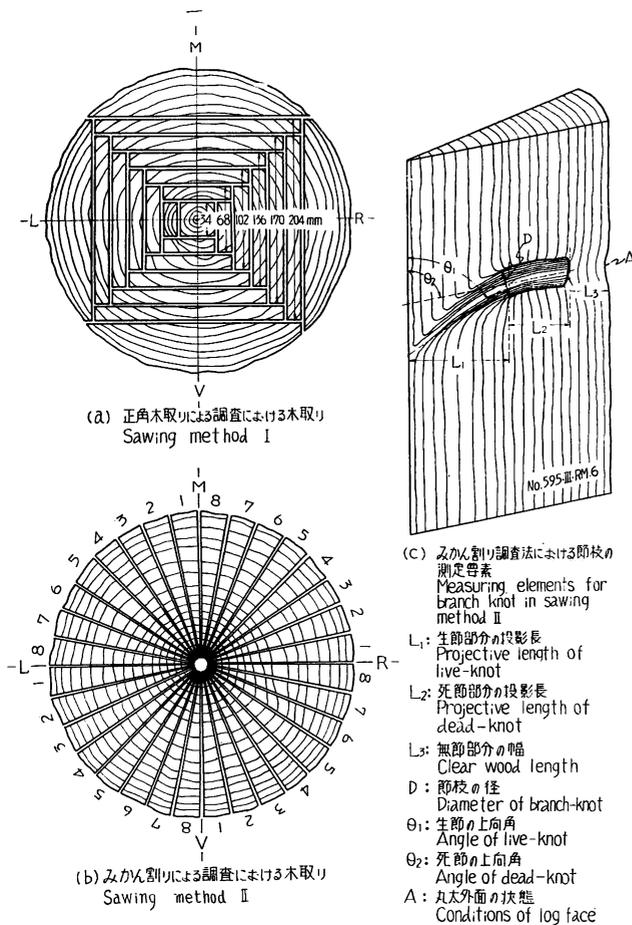


Fig. 3 各調査法における木取りおよび節枝の測定要素
Sawing methods and measuring elements for branch knot.

うで、最近にも、本邦樹種について根張り⁹⁾、根曲り¹⁾、縦断面幹形⁴⁾などについての調査および考察がおこなわれている。しかし、これらはあくまで森林計測学の立場からの検討が主であつて、この研究における立場とかなり異なるようである。

この調査においては、まえに述べたように、供試木の幹の細り、樹心の偏心、根曲りおよび根張り等の程度について検討するとともに、樹心を中心として正角を木取つた場合の丸身のでかたを調査し、これにもとづいて丸身形数を求めた。丸身形数は、丸太の通直性、細り、木口断面における形状、大きさ、樹心のかたよりなどを総合的に示す指標になると考えられるものである。

1. 幹の細りおよび偏心の程度

正角木取りによる調査にあつた34本の供試木について、それらの丸太直径と地上高との関係を、胸高直径階層別の平均値で示せば、Fig. 4 のようになる。丸太直径の細りの程度は、胸高直径階層別に比較した場合、いずれもほぼ平行であるが、前報で検討された釜淵スギの場合にくらべると、わずかながら緩である。地際における根張りや曲りの影響をさけて、地上高1~4mのI番玉と4~7mのII番玉を3m

割りによる調査に用いた供試木は合計10本であつて、樹高や胸高直径階で分類された3つの供試木群にそれぞれほぼ同数の個体が含まれるように配分されている。

III 丸太のかたち

丸太のかたちは、幹の細り、通直性、木口断面の形状および大きさ、肥大成長の偏倚程度などで示され、製材品の丸身、目切れ、反り、曲り、ねじれなどの欠点のあらわれ方に影響するのみでなく、木取りうる製材品の形量および止まりを決定づける。一般に、広葉樹にくらべて針葉樹の幹形は、横断面において円にちかく、幹軸が通直な場合が多いが、この研究の対象としているスギ小丸太のような場合は、一般的な製材木取り方式から考えても、その影響はきわめて大きい。

このような幹のかたちについては、林木の材積測定に関連しての検討はかなりおこなわれてきたよ

丸太(約10尺丸太)として採材する場合、その末口直径は、I番玉で14~21cm、II番玉で12~19cm程度となる。釜淵スギのI番玉15~24cm、II番玉12~22cmにくらべると、さらに小さく、ほとんどの供試丸太はいわゆる小丸太の籠ちゆうに入るものである。このようなスギ小丸太における製材作業にあつては、前報の場合と同様、心もち正角の1本取りがその主製品となるであろうと考えられる。

これらの丸太の樹心軸を軸として心もち正角を木取の場合には、その各部位の偏心成長の状態は製材品の歩止まりと品質に影響をもつ。みかん割りによる調査にあてた10本の供試木について、その樹

幹析解資料から、地上高に対する肥大成長偏倚の状態を例示すると Fig. 5 のようである。偏心度はM, V, L, R 4方位の半径成長量の平均値を100とした場合の方位別比較値で示され、これを供試木の胸高直径階層別に比較してある。これによれば、地上高の低い部分で著しい肥大成長の偏倚がみられることと、胸高直径階層によつて、偏心成長の方向が異なつてあらわれることが顕著な傾向である。つまり、山側・谷側に関していえば、肥大成長状況のよい立木は山側に、肥大成長状況のわるい立木は谷側に肥大偏倚する傾向である。この傾向は、トドマツ材の偏心成長について調査された結果³⁾とほぼ一致するが、部分的な不規則性は、M-V軸が局地的な立地の傾斜方向とかならずしも符合しなかつたものが含まれているためと思われる。各測定地上高の偏心度の平均値を、II番玉末口付近の7mくらいまでと、樹冠の半ば付近にあたる15mくらいまでとについて算出すると、Table 3に示すようになる。平均的に概観された肥

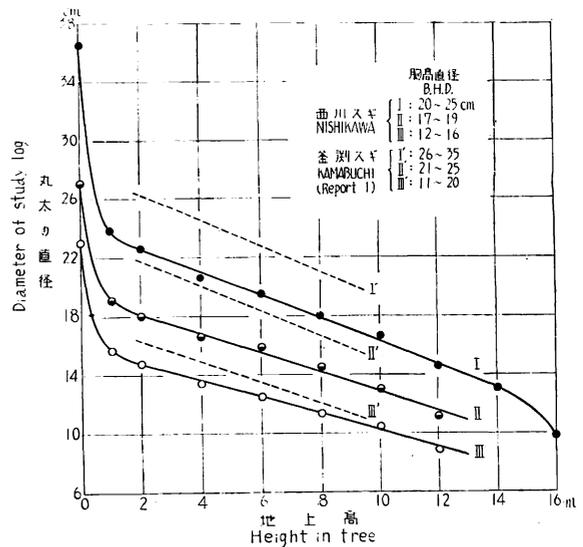


Fig. 4 供試丸太の直径の変化
Diameter of study log.

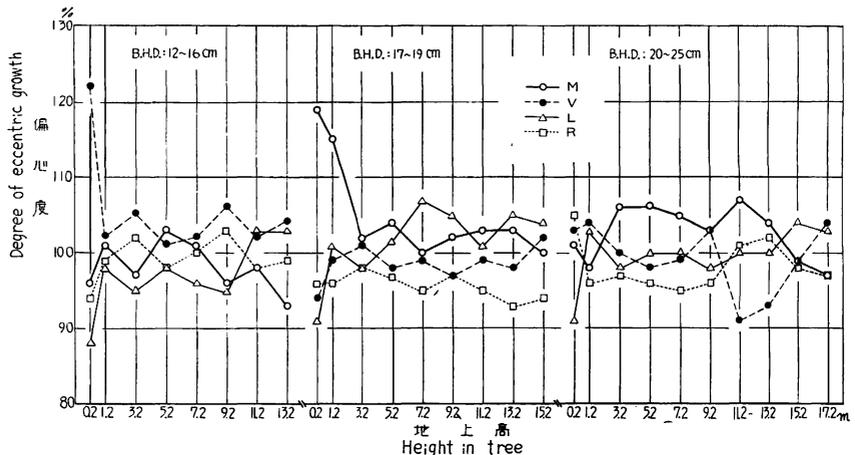


Fig. 5 偏心の度合の地上高による変化
Degree of eccentric growth in relation to height in tree.

Table 3. 幹の方位による偏心の程度のちがい
Degree of eccentric growth in relation to stand side.

地上高の範囲 Range of height in tree (m)	胸高直径の範囲 Range of B. H. D. (cm)	幹の方位 Stand side			
		M	V	L	R
0~7	12~16	100	106	95	99
	17~19	106	98	100	96
	20~25	103	101	98	97
0~15	12~16	98	106	97	99
	17~19	104	98	102	95
	20~25	103	99	99	98

大成長偏倚の方位による数値的差異は、その大きさは区々ではあるが、M-V 軸および L-R 軸に関して、胸高直径階層の小さいものは $V > M$ 、 $R > L$ の関係を示すのに対して、胸高直径階層の大きいものは、全くその逆に、 $M > V$ 、 $L > R$ の関係に転位していることが明らかである。また、樹幹横断面のかたちとしては、M-V 直径が L-R 直径よりもやや大きい楕円形をなしていることがみとめられる。

2. 根曲りおよび根張り

供試木の根曲りおよび根張りの状態について調査された、根曲り高さ、根曲り角度、根張り高さおよび方向などの測定値を、胸高直径階層別にとりまとめると、Table 4 のようになる。これによれば、根曲り高さは、供試木によつてかなりの差異があるけれども、胸高直径階層が大きくなるほど、その最大値は小さくなり、その最小値は大きくなつていて、平均値としては、胸高直径階層の増大にしたがつて減少している傾向がみとめられる。しかし、その平均値の差異はあまり大きくなく、総平均で 80cm 程度になつている。根曲り角度も、供試木による差異はかなり大きい、胸高直径階層別の平均値では、根曲り高さと同様に、直径階層が大きくなるほど小さくなつていく。全体として、根曲り角度の範囲は大体 1°から 14°くらいで、総平均約 7°である。また根曲りの方向は、供試木の 91%におよぶ大部分が山側方向であつ

Table 4. 根曲りおよび根張りの状態
Shape of butt-sweep and butt-swell.

供試木 Sample tree			根曲り Butt-sweep				根張り Butt-swell						
胸高直径 B. H. D. (cm)	本数 Number		高さ Height (cm)	角度 Angle	方向別本数 Number at each stand side				高さ Height (cm)	方向別本数 Number at each stand side			
					M	V	L	R		M	V	L	R
12~16	12	最大Max.	145	14°—20'	11	1	0	0	35	11	1	0	0
		最小Min.	25	1°—10'					5				
		平均Av.	87	7°—30'					21				
17~19	12	最大Max.	106	12°—25'	11	1	0	0	45	10	0	1	1
		最小Min.	30	2°—20'					10				
		平均Av.	78	6°—38'					26				
20~25	10	最大Max.	100	9°—25'	9	1	0	0	55	10	0	0	0
		最小Min.	47	1°—25'					30				
		平均Av.	75	5°—28'					37				
総数 Total	34	最大Max.	145	14°—20'	31	3	0	0	55	31	1	1	1
		最小Min.	25	1°—10'					5				
		平均Av.	80	6°—50'					27				

て、谷側方向のものはわずか9%程度であった。

根張りの最大高さは、胸高直径階層別にみると、その最大値、最小値、平均値とも、直径階層が大きいくほど大きくなる傾向がみとめられる。全供試木の平均根張り高さは27cmで、その範囲は5~55cmであるから、根張りは胸高直径測定に影響していないと考えてよいであろう。根張りの最大高さがあらわれる方向も、根曲り方向とおなじく、全供試木の91%が山側方向であつて、他の方向のものは1割にみたなかつた。なお、根張りによる直径の増大および偏心の度合の変化については、Fig. 4 および5でみたとおりである。一般に根曲りは、通直材としての利用材長の減少をきたすばかりでなく、製材品に目切れなどの欠点を生じさせる。また、根張りは、実材積の増加をもたらすが、実質的には製材品の歩止まりを増大させるものではなく、むしろ材の日切れ、アテ、根もく等の品質的な欠点をともない、さらに、丸太の伐採、運搬、製材木取りなどの作業面でも好ましいものではない。したがつて、根曲り、根張りとも、製材用原木としては形質面における欠点と考えられるものである。

このような欠点としての見方から、上述した調査木の根曲りおよび根張りを考えると、その程度はあまり大きくなく、製材用原木として大した影響をうけないものと思われる。前報の釜淵産材の場合は、林地における採材の都合によつて、これらについての詳細な測定をおこないえなかつたが、調査中における観察結果によれば、根曲りの高さ、角度ともに、本報の西川産材よりかなり大であることがみとめられている。

3. 丸身形数

丸身測定値のとりまとめにあつては、丸太を製材用原木として利用する場合の丸太のかたちに関連する品質指標として、丸身形数なる概念を用いた。すなわち、Fig. 6 (a) に示すように、樹心を中心として正角を採材する場合、丸太横断面が樹心を中心とする正円で、かつ樹幹軸が通直であれば、正角の挽面幅Aと樹心から挽面までの距離rおよび丸太半径Rとの間には $R = \sqrt{r^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2}$ なる関係がある。しかし、一般には、Fig. 6 (b) のように、丸太の曲り、肥大成長偏倚による偏心、横断面の形状などによつて、正角の挽面幅は異なり、 $\sqrt{r^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2}$ の値は変動する。したがつて、この値をRとすれば、R値がわかつていれば、その丸太から木取つた樹心を中心とする正角の丸身(4辺の2r-Aの和)の程度を逆算推定しうる。丸太径が同一であつても、Rの値が大きいほど丸身の少ない正角がえられる。すなわち、Rは製材用原木としての丸太のかたちを総合判断する場合に、ひとつの品質指標となりうるものと考えられる。そこで、本報では、このRの値を丸身形数と規定し、正角木取りによる調査から、正角の各方位の単位材面における最小挽面幅Aとrによつて、丸太の単位長(1m)における各方位の丸身形数Rを算出した。

Rの算出にあつては、Aは原則として $r = 51\text{mm}$ のときの値を基準とした。もちろん、この場合、 $A = 0$ あるいは $A = 2r$ の場合も

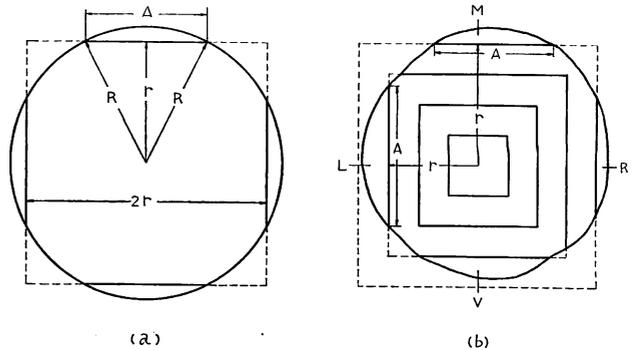


Fig. 6 丸太のかたちと丸身
Shape of logs and wane.

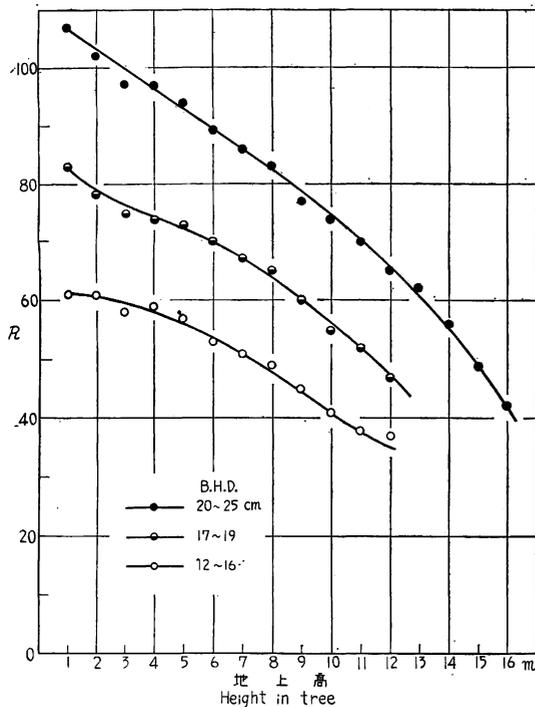


Fig. 7 胸高直径階層別にみた地上高と丸身形数との関係

Relation of form factor of wane (R) to heights in tree, at various breast-height diameter classes.

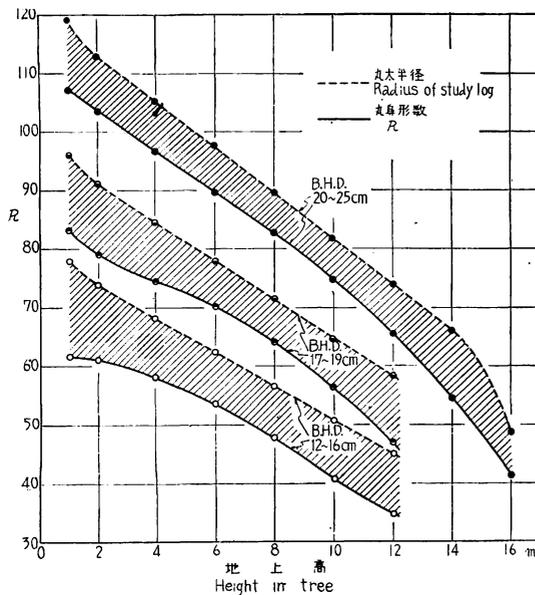


Fig. 8 地上高に対する丸太半径と丸身形数との比較 R in comparison with radius of study log at various heights in tree.

生ずるが、このような場合は、 $2r > A > 0$ となる正角材面のうち、 $r = 51mm$ に最もちかひ大きさの正角から測定した A の値によつて R を算出した。

なお、根曲りおよび根張り部分が含まれる地上高 $0 \sim 1m$ の部分は丸身形数の算出対象から除外した。

(1) 地上高と丸身形数

供試木の各方位別に求めた R の平均値を各供試木の R 値とし、これと地上高との関係を胸高直径階層別に示せば Fig. 7 のようになる。これによれば、胸高直径階層が大きいほど R も大きくなることは当然であるが、各階層とも地上高がたかくなるにつれて R はほとんど直線的に減少し、その減少率もほぼ等しい。まえに述べたように、丸太横断面が樹心を中心とする正円であつて、しかも、樹幹軸が通直であるような丸太であれば、これらの R 値は、各丸太半径の絶対値に一致するはずである。しかし、このような状態は、丸太の形状からいつてほとんどありえないわけで、いま、Fig. 4 からこのような状態を仮定した R 値 (丸太半径の絶対値) を求め、地上高に関して胸高直径階層別に、実測 R 値と比較してみると Fig. 8 のようになる。つまり、丸身形数は、丸太半径の絶対値よりもつねにかなり小さい値を示し、地上高の低い部分と高い部分を除けば、これらの値は、地上高の増加に関してほぼ平行的に減少していることがわかる。また、丸太半径の絶対値と R 値との差は、胸高直径階層が小さくなるほど大きくあらわれる傾向がみとめられ、丸身形数は大径木ほどその半径の絶対値にちかづくこと、いいかえれば、大径木ほど上述のような丸太形状の偏倚の度合が、正角木取りに関して、より有利であることがみ

とめられる。

つぎに、全供試木について、各方位別の R 値の平均値を求め、これと地上高との関係を Fig. 9 に示す。これによれば、地上高の高い部分では、方位による R の差はあまり大きくないが、約3m未満ではその差がやや大きくなり、 R の値はM側で小、V側で大で、L、R側ではその中間値を示す。

しかし、この関係を胸高直径階層別に求めると、Fig. 10 に示すように、V側で大きくM側で小さくあらわれる傾向は、直径階層の小さいものに特に著しくみとめられ、直径階層の最も大きいものでは必ずしもそうでなく、むしろ逆の傾向もみえる。丸身形数は、前に述べたように、幹の通直性や細り、あるいは木口断面の偏心や形状などが複雑に影響しあつて結果される指標であるから、この試料ではどの因子が支配的な役割を果たしていたかは明らかではないが、Fig. 5 に示した偏心の度合のあらわれ方とくらべてみると、

山・谷側に関して、胸高直径階層の最小のものとは最大のものにおいて、ほぼその傾向が一致しており、中間の階層のものでは逆転していることがみとめられる。このことは、前2者においては山・谷側の R 値のあらわれ方に偏心の程度がかなり支配的で、後者においては他の因子のほうがより支配的であつたのかもしれないと考えられる。

(2) 丸太径と丸身形数

丸太の直径と丸身形数 R との関係は、前述した地上高と丸身形数との関係および地上高と丸太直径との関係から類推されるが、地上高と丸太直径との関係がほぼ直線的に変化するので (Fig. 4)、丸太直径と R 値との関係は、地上高と R 値との関係に、傾向的に相似するはずである。各方位別に求めた R 値の平均値をその丸太の R 値として、これと丸太の直径との関係を、供試木の胸高直径階層別に示せば Fig. 11 の

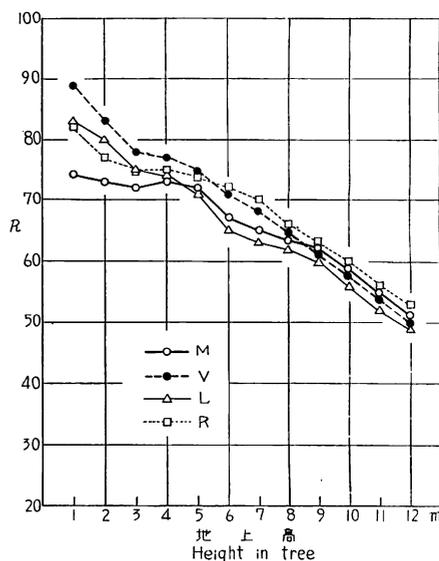


Fig. 9 幹の方位別にみた地上高と丸身形数との関係
Relation of R to heights in tree, at each stand side.

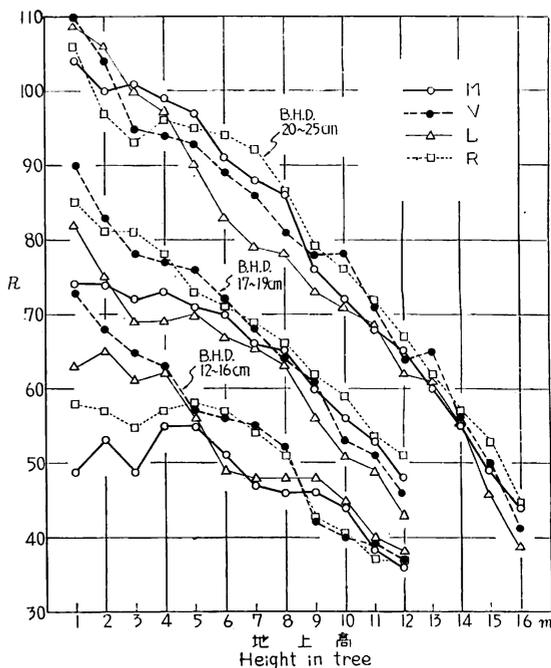


Fig. 10 幹の方位別にみた胸高直径階層別の地上高と丸身形数との関係
Relation of R to heights in tree from various breast-height diameter classes, at each stand side.

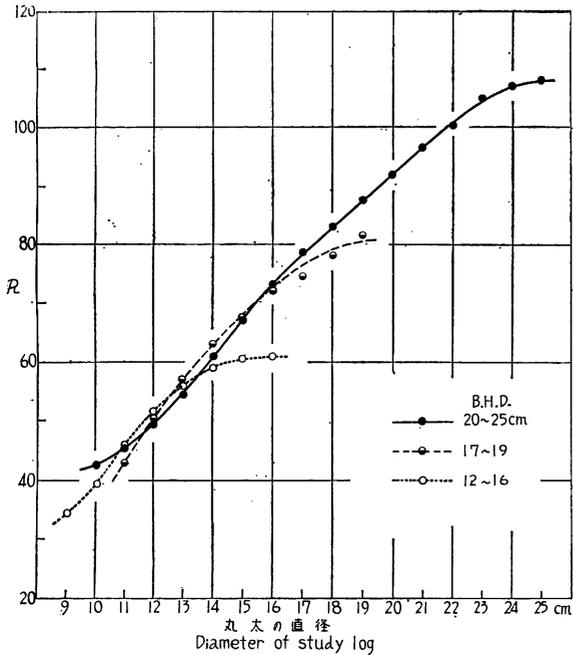


Fig. 11 胸高直径階層別にみた丸太径と丸身形数との関係
Relation of R to diameter of study log, at various breast-height diameter classes.

ようである。

これによれば、 R 値は丸太直径の増加にともなつて当然増大しており、各胸高直径階層ともやや緩なS字型を描くようであるが、上端部分を除けばほぼ直線的に推移し、3階層ともほとんど一直線上にかさなるとみなされる。しかし、胸高直径 12~16cm の階層の供試木においては丸太直径約 14cm 以上で、17~19cm の階層の供試木においては丸太直径約 17cm 以上で、また、20~25 cm の階層の供試木においては丸太直径約 23cm 以上で、それぞれ、丸太直径の増加方向に対して、 R 値の増加率が減少しており、この直線からはずれていく傾向を示す。このことは、同一の直径をもつ丸太であっても、それが採材された供試木群の胸高直径階層によつて、異なる R 値をあたえる丸太直径範囲がありうることを意味

している。

この関係を幹の方位別にみると Fig. 12 のようになる。丸太直径の増加にともなつて、供試木の胸高直径階層のちがひによつて、同一直線関係からはずれていく傾向は、M側において最もはげしく、R・L側がこれにつき、V側では、3階層ともほとんど一致している。すなわち、同一丸太直径に対する供試木の胸高直径階層による R 値の変動は、山側において最も顕著にあらわれ、谷側ではほとんど変化しないことがみとめられる。また、同一胸高直径階層内において方位別にみれば、丸太直径の増加に対する R 値の増加は、胸高直径階層の小さい供試木群にあつては、丸太直径が増すにつれて $V > M$ の関係が著しくなり、L・Rはほぼその中間に位置しているが、胸高直径階層の大きい供試木群においては、方位によるちがひは前者ほど明確ではないことがみとめられ、この関係は Fig. 10 に示した地上高と R 値との関係に相似している。

IV 丸太に含まれる節枝

枝が幹にまきこまれたものを節枝と名づけて、供試丸太に含まれている節枝のあらわれ方について、供試木の地上高、幹の方位、胸高直径階層などに関して前報同様にとりまとめると次のようである。

1. 節枝の数

(1) 地上高および幹の方位と節枝の数

樹心にちかい4材面にあらわれる最大の節数をその丸太に含まれる総節枝数とみなして、正角木取りによる測定結果から供試丸太に含まれる節枝数を求め、これを地上高および幹の方位別に表記すれば、

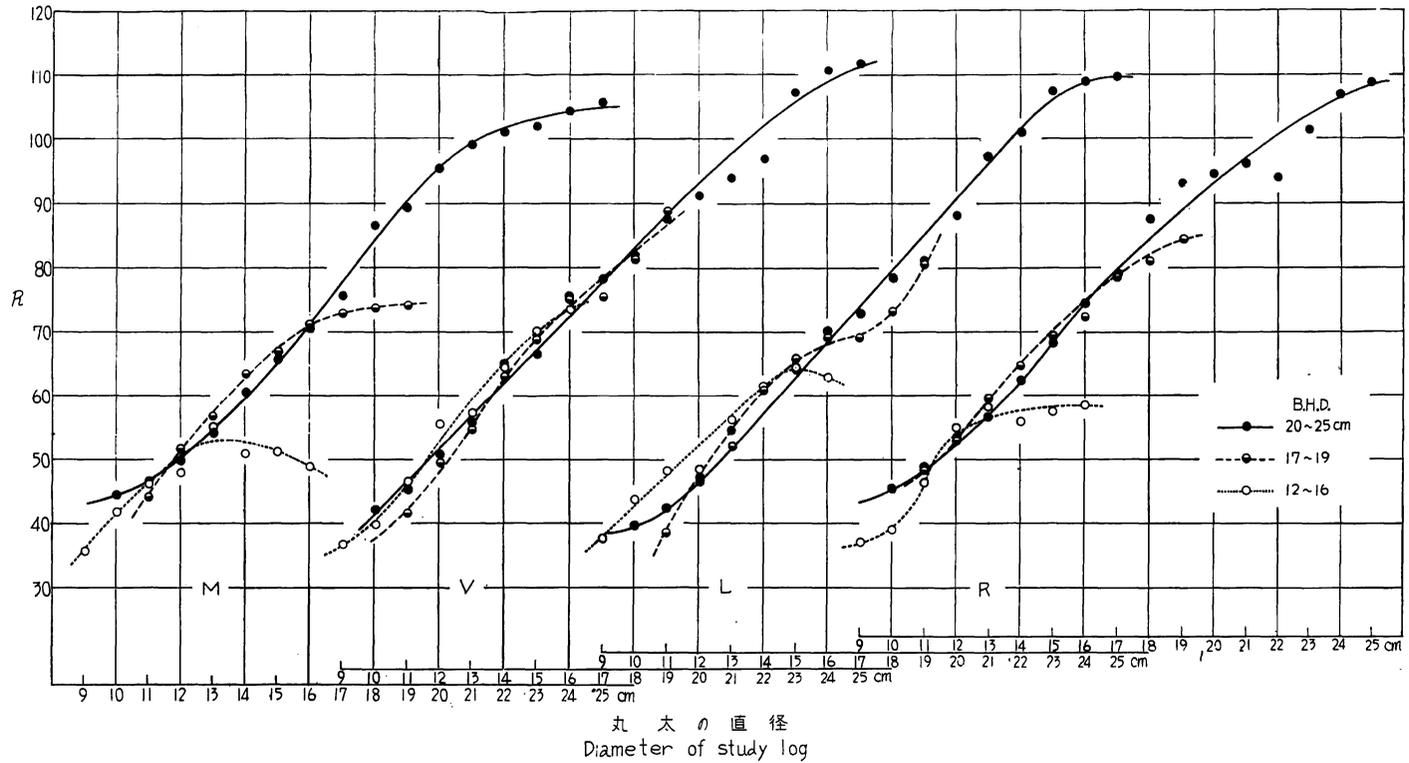


Fig. 12 幹の方位別にみた胸高直径階層別の丸太径と丸身形数との関係
Relation of R to diameter of study log from various breast-height diameter classes,
at each stand side.

Table 5 のようになる。これによれば、供試丸太の単位材長 (1 m) に含まれる節枝の総数は約 15~23 本で、地上高 0~16m 間の平均は 19.69 本である。前報で調査した釜淵スギの場合は、地上高 1~9 m の範囲で平均 20.02 本であったから、節枝数 1 m 長当たり約 20 本という数字はほぼ一致した値である。しかし、各地上高範囲における節枝数を釜淵スギとくらべると、地上高 3 m 以下においては、西川スギのほうが釜淵スギよりもかなり少なく、3 m 以上の地上高では両者はほぼ近似していることがみとめられる (前報 Table 3 参照)。この 3 m 以下の地上高においては、西川スギの枝打ちは樹齢 10~15 年の時期におこなわれるのが普通であり、この時期には林木の胸高直径はすでに約 75 ~ 100 mm (皮なし) に達しているので、この部位における節枝数の少ないことは枝打ちによる結果であるとは考えられない。したがって、この西川スギと釜淵スギとのあいだにみとめられる差異は、この部位における枝の着生程度の差を示すものであると思われるが、それが成長環境によるものか、遺伝的な特質によるものかは不明である。

幹の方位別にみると、節枝数は各地上高範囲とも V 側に最も多く、M 側は地上高 8 m 以下で最も少なく、総平均値としては V 側 5.68 本、M 側 4.38 本で、単位材長あたり 1.3 本も V 側に多い。釜淵スギにくらべて、この傾向がより明りようにあらわれているのは、立地の傾斜が釜淵の場合よりもはつきりした地形であったことも理由のひとつと考えられる。Table 5 から、これらの幹の方位別の節枝数を各地上高範囲における節枝総数に対する比率として求め、また、幹の M、V 方位における地上高 0~16m の節枝総数に対する各地上高範囲の節枝数の比率を求めて、Fig. 13 に示す。幹の各方位にあらわれる節枝数の比率は、各地上高とも M 側にくらべて V 側に大きいですが、この差異は、地上高 3 m 以下では地上高の低い部位ほど著しく、3 m 以上の地上高では節枝総数の 10% 以下の差にとどまっている。L、R 方位においては

Table 5. 供試丸太の単位長に含まれる節枝数
Number of branch knots in unit length of study logs.

地上高の範囲 Height in tree (m)	各方位別の平均節枝数 Number of branch knots at each stand side				節枝総数 Total number of branch knots
	M	V	L	R	
0~1	3.10	6.46	4.46	3.73	17.75
1~2	2.81	4.48	3.54	3.81	14.64
2~3	3.27	4.30	3.84	3.48	14.89
3~4	4.79	6.23	5.38	5.20	21.60
4~5	4.14	5.44	4.94	4.64	19.16
5~6	4.29	5.55	4.79	4.70	19.33
6~7	4.61	6.05	5.20	4.90	20.76
7~8	5.06	6.09	5.63	5.90	22.68
8~9	5.68	6.48	5.00	4.60	21.76
9~10	4.76	5.72	4.92	5.04	20.44
10~11	5.00	5.37	4.87	4.70	19.94
11~12	5.48	5.96	6.16	5.12	22.72
12~13	4.85	6.28	4.85	4.85	20.83
13~14	4.00	6.28	5.57	5.28	21.13
14~15	4.85	5.57	5.14	7.00	22.56
15~16	5.28	6.14	6.28	5.57	23.27
総平均 Average	4.38	5.68	4.91	4.72	19.69

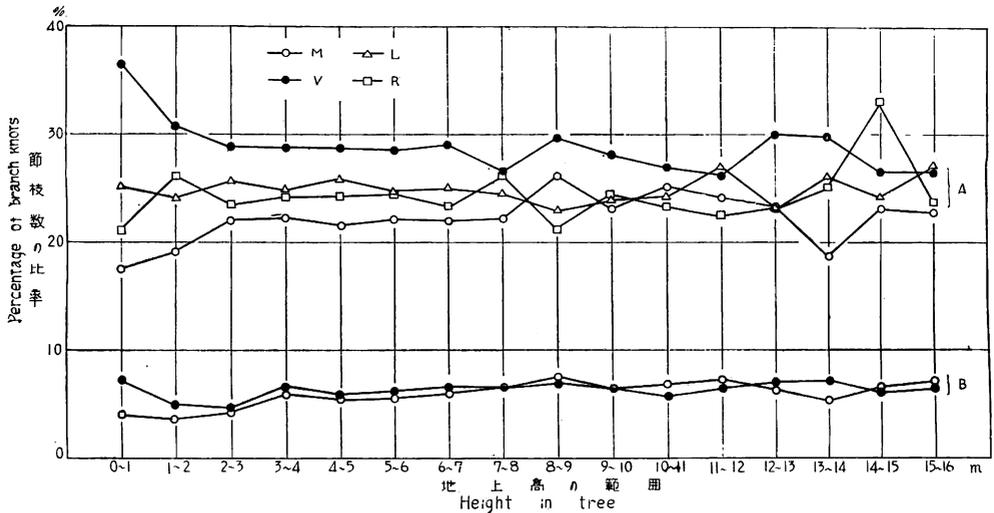


Fig. 13 正角木取り調査法による地上高および幹の方位についての節枝数の比率

A: 幹の各方位にあらわれる節枝数の比率（各地上高範囲の節枝数 = 100%），B: 各地上高範囲にあらわれる節枝数の比率（地上高0~16mの幹の各方位の節枝数 = 100%）

Percentage of branch knots in relation to heights in tree and to stand sides by sawing method I.

A: Percentage of branch knots in each stand side (total number of branch knots in each height range=100%), B: Percentage of branch knots in each height range (total number of branch knots of each stand side in 0~16 m height = 100%).

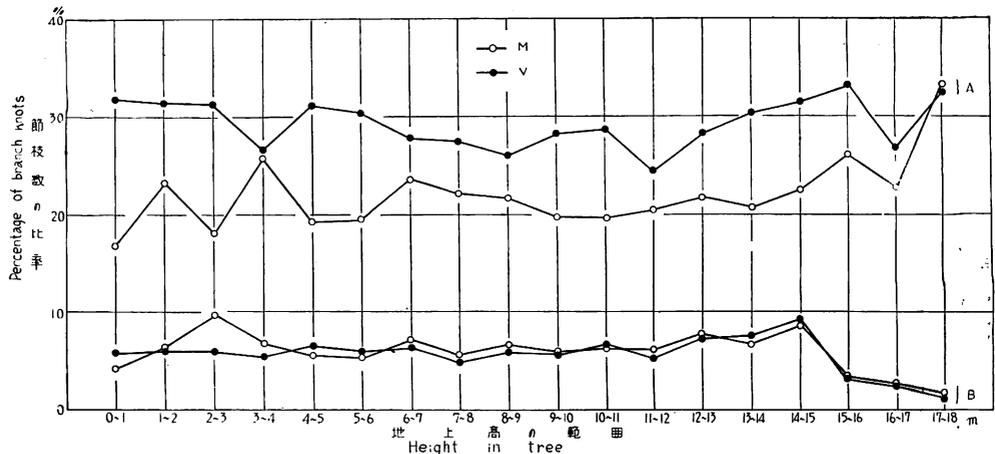


Fig. 14 みかん割り調査法による地上高および幹の方位についての節枝数の比率

A: 幹の各方位にあらわれる節枝数の比率（各地上高範囲の節枝数 = 100%），B: 各地上高範囲にあらわれる節枝数の比率（地上高0~20mの幹の各方位の節枝数 = 100%）

Percentage of branch knots in relation to heights in tree and to stand sides by sawing method II.

A: Percentage of branch knots in each stand side (total number of branch knots in each height range = 100%), B: Percentage of branch knots in each height range (total number of branch knots of each stand side in 0~20 m height = 100%).

M, V 方位における比率のほぼ中間的な値を示している。また、各地上高範囲にあらわれる節枝数の比率は、M側とV側とで顕著な差異はみとめられない。

これらの関係を、みかん割り調査法による測定結果でみれば、地上高 0~16m の範囲における丸太の単位材長に含まれる節枝数は14.9~24.6本であつて、正角木取り調査法による前述の結果とほとんど一致しており、また、節枝数の比率についても、Fig. 14 のようであつて、上述の結果にほぼ類似した傾向を示している。

(2) 胸高直径が異なる供試木の節枝の数

正角木取りによる調査に用いた供試木について、胸高直径の階層別に、それぞれの地上高 0~16m 範囲内の丸太の単位材長に含まれる節枝の平均数を求めて表示すると、Table 6 のようである。これによれば、単位材長に含まれる節枝総数は、胸高直径12~16cmの階層では19.13本、17~19cmの階層では19.50本、20~25cmの階層では20.34本であつて、胸高直径の大きい供試木の階層からの丸太ほど節枝数が多い。

Table 6. 胸高直径が異なる供試木の単位長に含まれる節枝数
Number of branch knots in unit length of study logs cut from different breast-height diameter trees.

胸高直径の階層 Breast-height diameter class (cm)	各方位別の平均節枝数 Number of branch knots at each stand side					節枝総数 Total number of branch knots	供試木本数 Number of sample trees
	M	V	L	R	平均 Average		
12~16	4.17	5.76	4.78	4.42	4.78	19.13	12
17~19	4.30	5.41	4.75	5.04	4.87	19.50	12
20~25	4.63	5.90	5.17	4.64	5.09	20.34	10

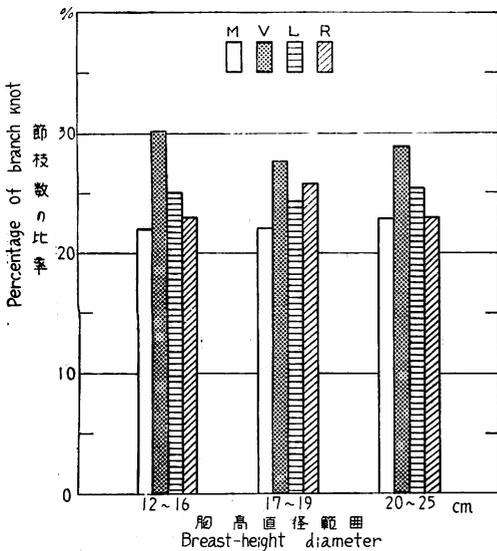


Fig. 15 胸高直径に關しての節枝数の比率
(正角木取りによる調査)
Percentage of branch knots in relation to breast-height diameter (sawing method 1).

くなつており、この傾向は前報の釜淵スギの場合と同様である。幹の方位別の数においては、釜淵スギほど画一的ではないが、おおよそ同様の傾向にある。

また、節枝総数に対する方位別の節枝数の比率を、供試木の胸高直径階層別に比較すると、Fig. 15 のようであつて、各直径階層ともM側の方位で最も小さく、V側の方位で最も大きいことが明らかである。しかし、同一の方位については、胸高直径の階層別に関する一定の傾向はみとめられない。

(3) 節枝の径級別の数

みかん割り調査法で観察したすべての節枝について、5mm径級別節枝径(節枝の径は節枝の縦断面における生節部分の最大の節径であらわす。Fig. 3(c)参照)と節枝数との関係を求めて、Table 7に示す。表に明らかのように、

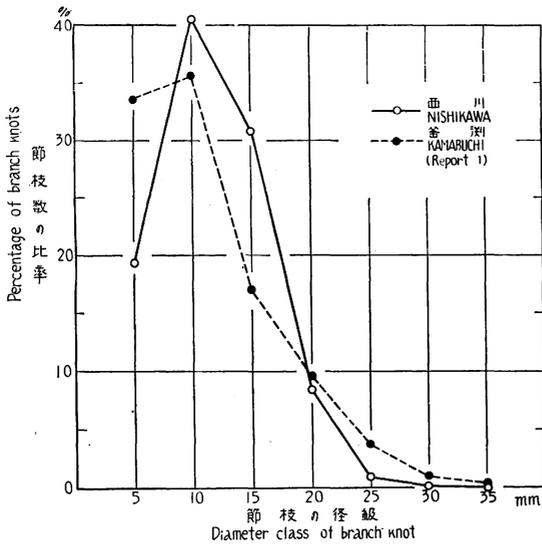


Fig. 16 西川および釜淵スギにおける節枝径級に関する節枝数の比率の比較

Comparison of percentage of branch knots in relation to knot diameter class between the study logs cut from Nishikawa and Kamabuchi district.

節枝の径級15mm以下のものは、全体の90%を占めており、それ以上の径級のものは10%以下にすぎない。釜淵スギでは径級15mm以下のものは約86%であったから、全体として、節枝の太さは西川スギのほうに細いものがやや多いことになる。この節枝の径級別の出現状態を釜淵スギとくらべてみると、Fig. 16 のようになつて、西川スギは釜淵スギにくらべて節枝の径級が約10~20mmの範囲のもの出現が多く、節枝径が10mm以下の範囲と20mm以上の範囲のものは逆にその出現が少なくなつている。この傾向は地上高別にみてもほとんどおなじである。

Table 7の結果を、幹のM側およびV側において比較し、同一節枝径級の節枝総数に対するM、V側の各節枝数の比率およびM、V側別の各径級節枝の出現率を求めて、Fig. 17に示す。これによれば、節枝

Table 7. 節枝の径級別の数
Number of branch knots at various knot diameter classes.

節枝の径級 Diameter class of branch knot mm	節枝数 Number of branch knots	出現率 Relative frequency %
~ 5	566	19.3
6~10	1,183	40.3
11~15	898	30.6
16~20	249	8.5
21~25	26	0.9
26~30	10	0.3
31~35	2	0.1
36~40	1	0.0
合計 Total	2,935	100.0

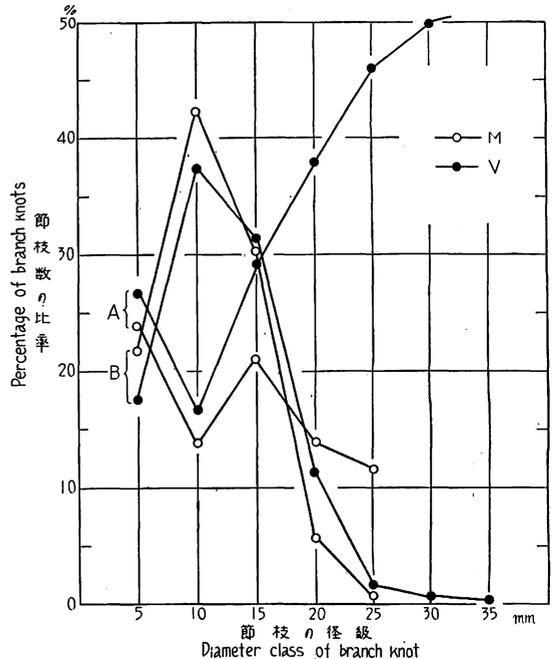


Fig. 17 節枝の径級に関する節枝数の比率

A: 幹の各方位にあらわれる節枝数の比率 (各節枝径級の節枝数 = 100%)

B: 各節枝径級にあらわれる節枝数の比率 (幹の各方位の節枝数 = 100%)

Percentage of branch knots in relation to knot diameter class.

A: Percentage of branch knots in each stand side (total number of branch knots in each diameter class = 100%).

B: Percentage of branch knots in each diameter class (total number of branch knots in each stand side = 100%).

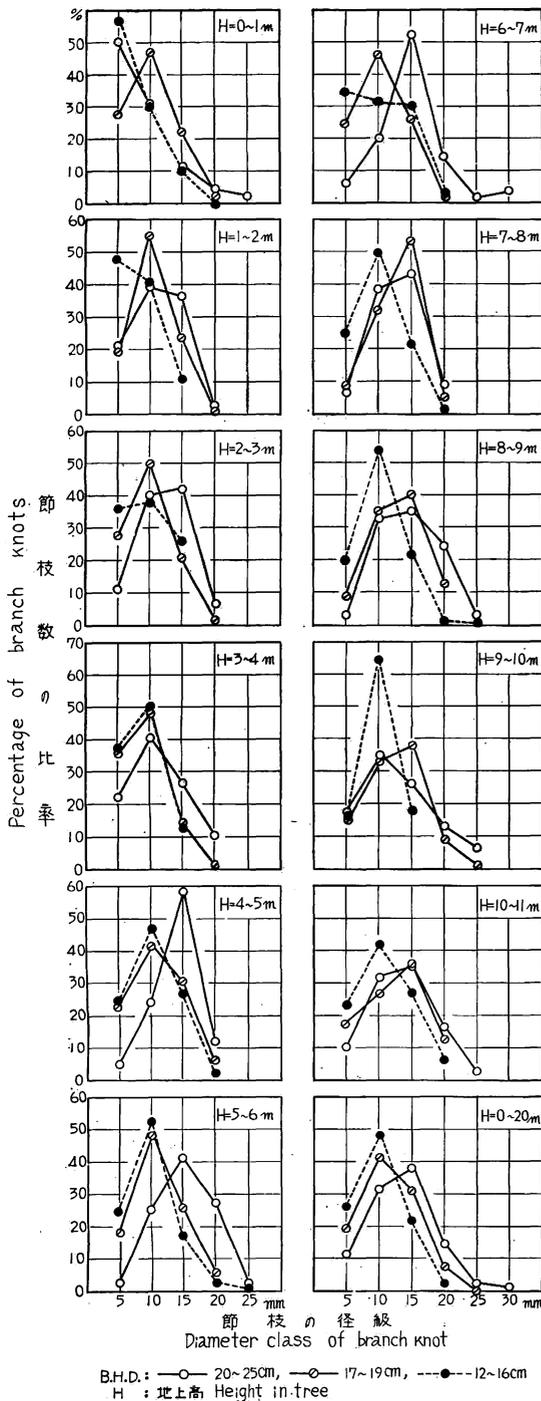


Fig. 18 地上高と胸高直径階層別にみた節枝径級に関する節枝数の比率

Percentage of branch knots in relation to diameter class of knot at various heights and diameters of tree.

径級 10~15mm以上の太い節枝はM側よりもV側にその比率が著しくたかく、両者の差異は節枝の径級が大きくなるほど著しい。また、幹のM、V側それぞれにおける節枝の径級別出現率は、節枝径級 10~15mmより小さい節枝はM側で、これより大きい節枝はV側で、ややより高くあらわれている。これらの傾向は、釜淵スギにおける傾向とよく一致している。

これらの供試木を胸高直径の階層別に区分し、各地上高の範囲ごとに節枝径級別の出現率を求めると、Fig. 18 のようになる。節枝の径級別出現率の変化は、各地上高範囲について若干の差異はあるが、節枝径級 10~15mm以上のものは胸高直径の大きい階層の供試木群に出現率がたかく、節枝径級 10~15mm以下のものは胸高直径の小さい階層の供試木群にその出現率がたかくなる傾向がみとめられる。この傾向も、釜淵スギの場合と同様である。

2. 節枝の長さ

節枝の長さについては、前報と同様に、生節枝の部分、死節枝の部分および節枝の先端から幹の外面までの節枝のない部分の3つの部分について検討することとし、それぞれの部分の長さは、幹の半径方向の水平投影長と、その部分に対応する幹の年輪数であらわしてある (Fig. 3(c)参照)。この項の調査結果は、みかん割り木取りの調査法によるもので、観察した節枝は総数 2,935である。

(1) 生節枝の長さ

i) 地上高および節枝径と生節枝の長さ
地上高の範囲とその範囲に含まれている生節枝の部分の長さ、およびそれに対応する幹の年輪数の平均値との関係を Fig. 19 に示す。これには前報で観察した釜淵スギ

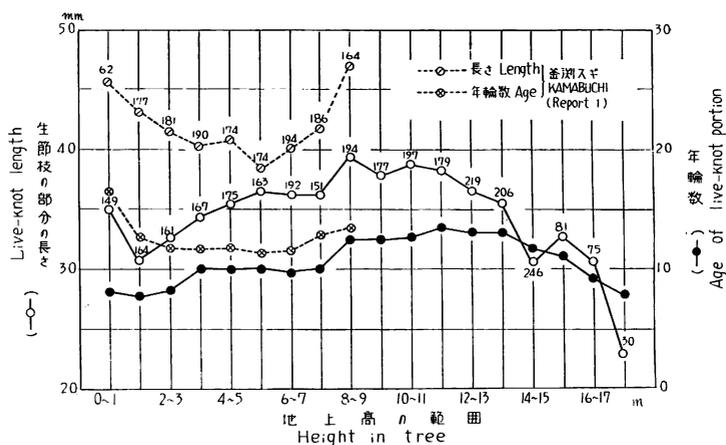


Fig. 19 地上高と生節枝の部分の長さおよび年輪数
Length and age of live-knot portion at various heights in tree.

のものも比較のためにプロットしてある。これによれば、西川スギの生節枝の長さは、地上高9m以下の範囲では、地上高の増加に対して30.9~39.5mmのあいだをほぼ比例的に漸増する変化がみとめられ、地上高9m以上の範囲では、これと逆に、地上高の上昇に対して減少する経過がみとめられる。この生節枝の長さの最大値があらわれる地上高は、調査された10本の供試木の平均枝下高(9.2m)にあたっており、したがって、生節枝の長さが地上高の上昇とともに比例的に増大している範囲は幹の枝下の部位に相当し、逆に地上高の上昇によつて減少している範囲は樹冠の着生部位に該当していることになる。

これを釜淵スギとくらべると、釜淵スギでは地上高5~6m以下の範囲では、地上高の上昇にともなつて生節枝の長さは短くなつており、この範囲の地上高では生節枝の長さが地上高について変化する傾向は西川スギと全く異なつてゐる。この地上高はまた枝下高に対応する高さでもない。地上高5~6m以上の範囲では、釜淵スギの生節枝の長さは地上高に対してほぼ比例的に変化しており、この範囲では西川スギの場合と同様な傾向がみとめられる。また西川スギの枝下部位における各地上高範囲の生節枝の長さの平均は34.9mm(30.9~39.5mm)で、釜淵スギの平均41.7mm(38.4~47.0mm)よりやや小さい。

生節枝の年輪数は、地上高によつて著しい変化はなく、枝下部位の平均は9.7年(7.8~12.8年)であり、釜淵スギにおけるこの部分の平均12.2年(11.4~13.7年)にくらべて、平均で2.5年だけ小さい。しかし、この地上高範囲をこえた樹冠の着生部位では、生節枝の年輪数はやや大きくなり、地上高9~14mの範囲(これ以上の地上高では、節枝の60%以上のものがなお成

Table 8. 枝打ちされた生枝の比率
Percentage of pruned live-branch.

地上高の範囲 Height in tree m	節枝総数 Total number of branch knots	枝打ちされた生枝 Pruned live-branch	
		本数 Number	比率 %
0~1	149	18	12.1
1~2	164	16	9.8
2~3	161	13	8.1
3~4	167	9	5.4
4~5	175	23	13.1
5~6	163	5	3.1
6~7	192	13	6.8
7~8	151	8	5.3
8~9	194	17	8.8
0~9	1,516	122	8.0

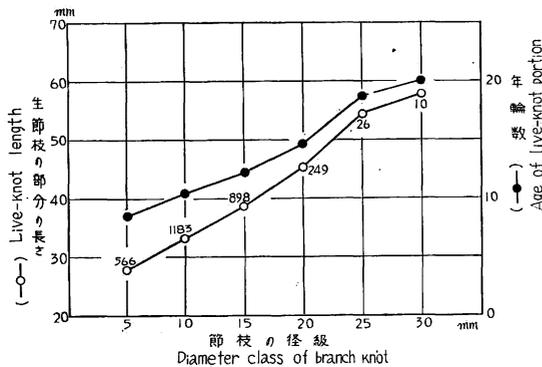


Fig. 20 節枝径と生節枝の部分の長さおよび年輪数

Length and age of live-knot portion at various diameter classes of branch knots.

8%を占めていることがわかる。このような生枝が枝打ちされたと思われるものを除いた節枝について、生節枝の部分の長さ年輪数を各地上高範囲ごとに集計し、地上高に対するその平均値の変化をみると、Fig. 19 で観察した結果とほとんど変わらない結果をあたえた。

生節枝の年輪数は一定の成長条件のもとでの生存年数を示すものであり、釜淵スギの地上高1~9mにおける枝と西川スギの地上高8~14mにおける枝は、この枝の生存条件についてはほぼ類似していたものと考えられる。また、西川スギの地上高9m以下の部位においては、これらの条件にくらべて、枝の生存し

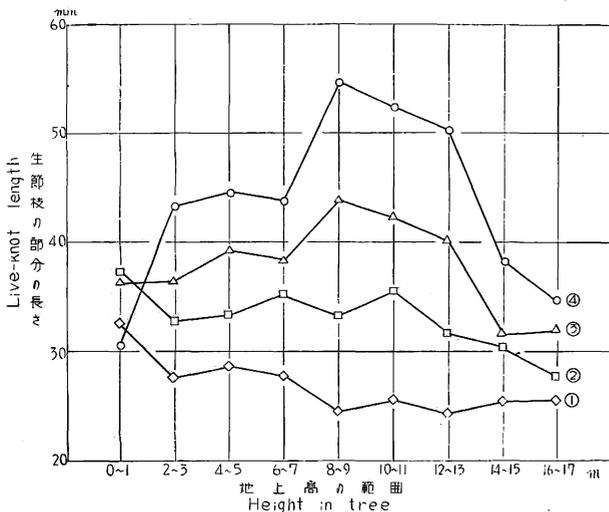


Fig. 21 節枝径別にみた地上高と生節枝部分の長さ
節枝の径級：① 5~10mm, ② 6~10mm,
③ 11~15mm, ④ 16~20mm

Relation of heights in tree to live-knot length at various knot diameters.

Diameter class of branch knot: ① 5mm, ② 6~10mm, ③ 11~15mm, ④ 16~20mm.

長をつづけている生枝であつた)では平均12.9年(12.6~13.5年)で、前記の釜淵スギの枝下部位における生節枝の年輪数12.2年とはほぼ一致している。西川スギの撫育過程においては、よく枝打ちが実施されているから、その節枝の縦断面の調査で、死節枝の部分の年輪数が0として測定された節枝を、生枝が枝打ちされたものと考え、枝打ちがおこなわれた地上高0~9mの範囲でその本数比率を求めると、Table 8のようになって、このような節枝は各地上高範囲で3.1~13.1%の本数比率を示しており、地上高0~9mの範囲では総節枝数の

うる年数はより短かかつたことになり、これは地上高の低い部位ほど著しくあらわれている。したがって、上述の結果から、生節の枝打ちによる影響はほとんど無視されるので、釜淵スギと西川スギにおけるこのような差異は、主としてそれぞれの植栽密度の差異にもづくものと推察される。

つぎに、節枝の径級別に生節枝の部分の長さおよび年輪数の平均値を求め、これと節枝の径級との関係を図示すると Fig. 20 のようである。これによれば、生節枝の長さおよび年輪数は節枝の径級とほぼ比例的な関係を示し、節枝径5mm以下では、それぞれ27.4mmおよび8.4年で、釜淵スギの27.7mmおよび9.2年に

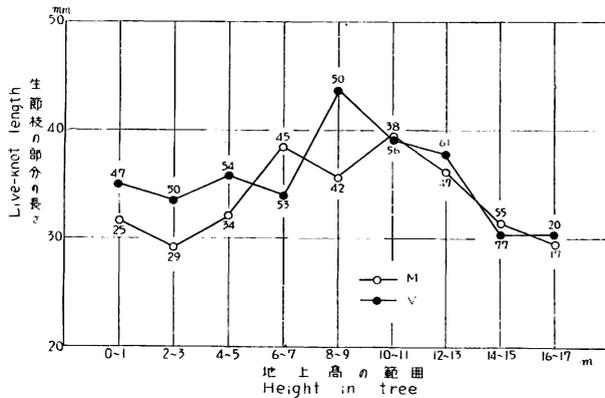


Fig. 22 幹の山・谷側における生節枝部分の長さとの関係

Comparison of the relations between heights in tree and live-knot length at two stand sides.

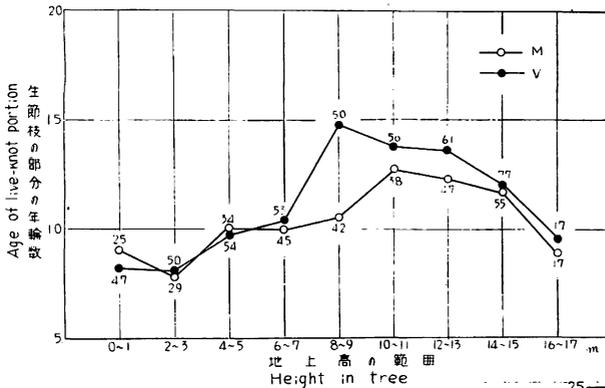


Fig. 23 幹の山・谷側における生節枝部分の年輪数との関係

Comparison of the relations between heights in tree and age of live-knot portion at two stand sides.

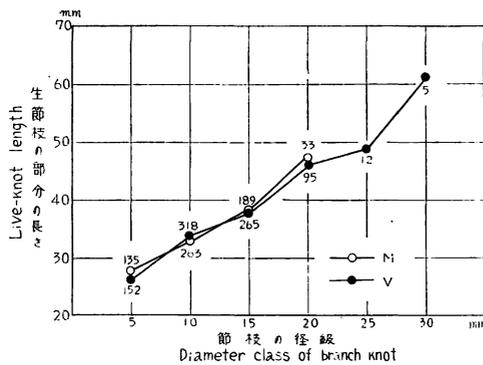


Fig. 24 幹の山・谷側における生節枝部分の長さとの関係

Comparison of the relations between knot diameter and live-knot length at two stand sides.

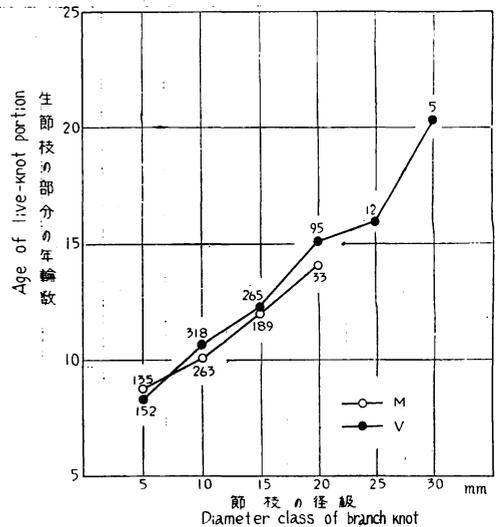


Fig. 25 幹の山・谷側における生節枝部分の年輪数との関係

Comparison of the relations between knot diameter and age of live-knot portion at two stand sides.

くらべて、わずかに小さくあらわれているにすぎないが、節枝径級が大きくなるにしたがってこの差異は大きくなり、節枝径 16~20mm では 45.3mm および14.6年で、釜淵スギのおなじ節枝径のものが示す 66.8 mm および17.6年にくらべて、長さでは 21.5mm、年輪数では3年も小さくなっている。

さらに、生節枝の部分の長さとの地上高との関係を、節枝の径級別に求めると、Fig. 21 に示すように、節枝径15mm 以下のもの（この径級のものは全節枝の90%以上を占める）では、生節枝の長さは地上高による変化が小さく、節枝径別にはほぼ平行的な関係がみとめられる。しかし、節枝径 16~20mmのものでは地上高 9m以下の範囲（枝下部位にあつては、生節枝の長さは地上高とほぼ比例して増加し、この範囲

をすぎれば減少していく経過がみとめられる。

ii) 幹の方位と生節枝の長さ

地上高と生節枝の長さおよび年輪数との関係を、幹の山側・谷側別に比べて Fig. 22 および 23 に示す。幹の枝下部位にあたる地上高 9 m 以下では、生節枝部分の長さは方位別に一定の傾向を示さず、また、生節枝部分の年輪数も方位別にほとんど差異がみとめられない。この傾向は、釜淵スギでこの部分における生節枝部分の長さおよび年輪数がつねに幹の山側より谷側に大きくあらわれたことと全く異なるものである。地上高 9 m 以上の樹冠の着生部では、生節枝部分の長さの方位別差異はみとめられないが、生

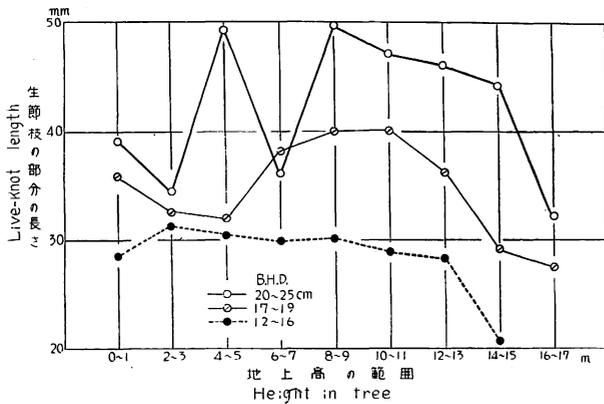


Fig. 26 胸高直径階層別にみた生節枝部分の長さ
地上高との関係
Relation of heights in tree to live-knot length, at various breast-height diameter classes.

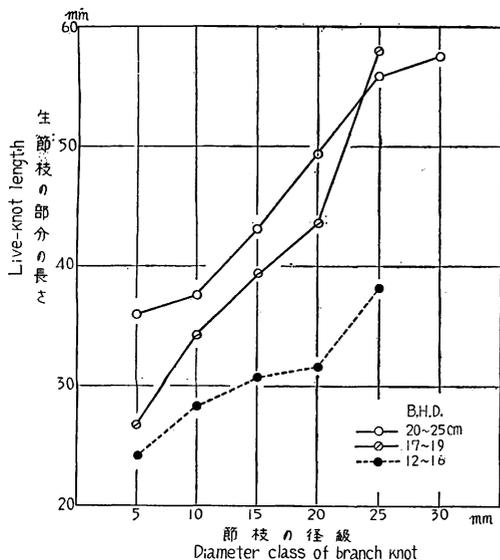


Fig. 27 胸高直径階層別にみた生節枝部分の
長さ
Relation of knot diameter to live-knot length, at various breast-height diameter classes.

節枝部分の年輪数は幹の山側におけるより谷側におけるもののほうがより大きな値を示し、この部分では幹の谷側における枝が山側における枝よりもより長く生存していたことを示している。

節枝の径級と生節枝の長さおよび年輪数との関係を、幹の山・谷側でくらべてみると、Fig. 24 および 25 のようになるが、これらの関係についても、幹の方位別の差異はほとんどみとめられず、釜淵スギにおいてつねに谷側のものの値が大きくあ

らわれた結果と異なつた傾向を示している。

したがつて、釜淵スギについてえられた幹の方位別の結果は、西川スギに関しては、樹冠着生部分の枝の生存年数に関してのみ共通であるということになる。

iii) 胸高直径が異なる供試木の生節枝の

長さ

地上高と生節枝部分の長さとの関係を、胸高直径の異なる階層の供試木群別に比較して Fig. 26 に示す。胸高直径 12~16 cm の階層の供試木群では、その生節枝の長さはほぼ 30 mm 前後に一定しているが、これに対して、胸高直径 17~19 cm, 20~25 cm の階層のものでは、生節枝の長さの地上高に対する変化の傾向はかなり異なつており、いずれも地上高 8~9 m の枝下部位のちかくでその最大値があらわれ、その後、地上高の上昇に対して生節枝の長さは各階層とも減

少していく経過を示している。このような傾向を釜淵スギの場合とくらべてみると、胸高直径の階層の大きいものほど生節枝の長さが大きくなることは同様であるが、その地上高に対する変化の傾向は著しく異なっている。

また、節枝の径級と生節枝部分の長さとの関係を、胸高直径の階層別供試木群でくらべると (Fig. 27)、いずれの胸高直径の階層においても、生節枝の長さは節枝径とほぼ比例的な関係を示し、同一節枝径級のものでは、胸高直径階層の大きいものほど生節枝部分の長さが大きく、この傾向は釜淵スギの場合と全く同様である。

(2) 死節枝の長さ

i) 地上高および節枝径と死節枝の長さ

地上高の範囲とその範囲に含まれる死節枝の部分の長さ、またはそれに対応する幹の年輪数の平均値との関係を Fig. 28 に示す。この図には比較のため前報からの釜淵スギの場合もプロットしてある。これによれば、西川スギにおいては、幹の枝下部位にあたる地上高 9 m 以下にあつては、死節枝の部分の長さ（または幹の年輪数）は、地上高の上昇にはほぼ比例して、長さでは 7.1~13.3 mm、年輪数では 2.8~ 8.1 年の範囲で漸増する傾向がみとめられる。この地上高の範囲は樹齢10~15年の期間に枝打ちがおこなわれており、枝打ちにあつて、生枝が枝打ちされた比率は各地上高の範囲で明らかな差異を示さなかつたので (Table 8)、死枝に対する枝打ちの時期が地上高の低い部位ほど早期におこなわれ、死節枝部分の長さとして幹にまきこまれる量も小さくなつたことによると考えられる。

この傾向を釜淵スギにおける死節枝部分の長さ（または幹の年輪数）の変化とくらべると、釜淵スギでは地上高の低い部位ではそれぞれやや大きく、地上高が増すにつれてわずかではあるが漸減しているから、西川スギの傾向と対蹠的である。地上高 0~9 m の範囲における平均では、死節枝部分の長さは、西川スギでは 9.8 mm、釜淵スギでは 20.6 mm であり、また、その部分の幹の年輪数は、西川スギでは 5.1 年、釜淵スギでは 9.9 年であつて、西川スギは釜淵スギにくらべて、長さでは 10.8 mm、年輪数では 4.8 年も小さい。

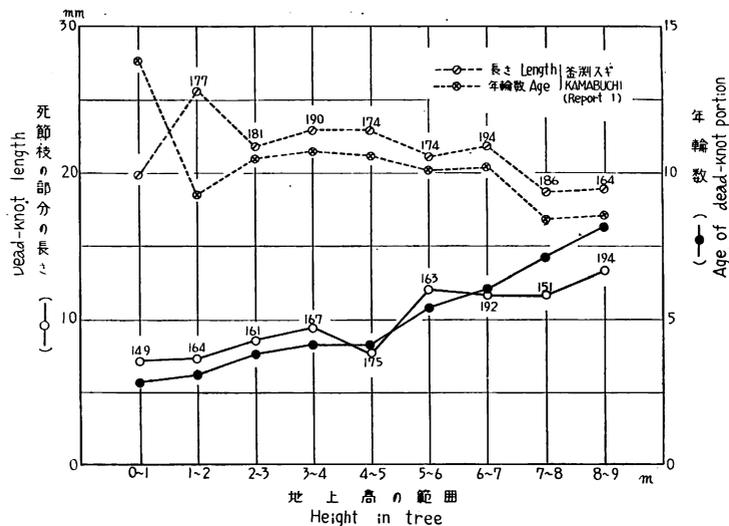


Fig. 28 地上高と死節枝の部分の長さおよび年輪数
Length and age of dead-knot portion at various heights in tree.

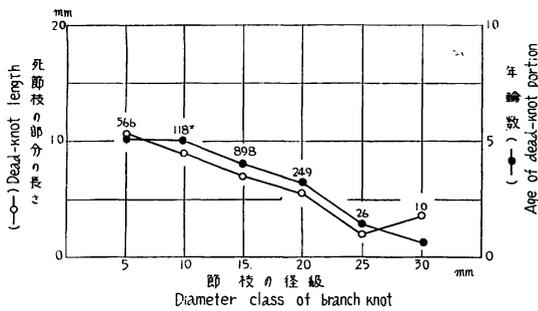


Fig. 29 節枝径と死節枝の部分の長さおよび年輪数
Length and age of dead-knot portion at various diameter classes of branch knots.

これらの測定値から、節枝の径級と死節枝の部分の長さおよびその幹の年輪数との関係を求めると、Fig. 29 のようになる。死節枝部分の長さ(または幹の年輪数)は、生節枝部分の場合と反対に、節枝径と逆比例的な関係にあり、節枝径 5 mm 以下のもものでは長さ 10.7mm, 年輪数 5.1年であるが、節枝径 16~20mmのものではそれぞれ 5.5mm, 3.2年に減少している。このような結果は、釜淵スギにおける同一の節枝径級のものの死節枝部分の長さ(または幹の年輪数)にくらべて著しく小さく、また、釜淵スギの場合に節枝径 20mm前後までは節枝径にほぼ比例して死節枝の長さ(または幹の年輪数)が漸増した結果と全く異なっている。

ii) 幹の方位および供試木の胸高直径と死節枝の長さ

地上高および節枝径と死節枝部分の長さ(または年輪数)との関係を、幹の方位および供試木の胸高直径階層別に比較したが、ほとんど一定の傾向はみとめられない。ただ、胸高直径の異なる供試木の階層ごとに、節枝径と死節枝の部分の長さとの関係を求めると、Fig. 30 に示すようになって、同一節枝径級における死節枝の部分の長さは、胸高直径の大きい階層のものほど大きくなる傾向がみとめられ、各階層とも節枝径に対して死節枝部分の長さはほぼ反比例的に減少しており、生節枝部分のこの場合 (Fig. 27) と対照される。

(3) 節枝のない部分の長さ

i) 地上高および節枝径と節枝のない部分の長さ

節枝の先端からこれを延長して幹の外面に至るまでの距離を節枝のない部分とし、その

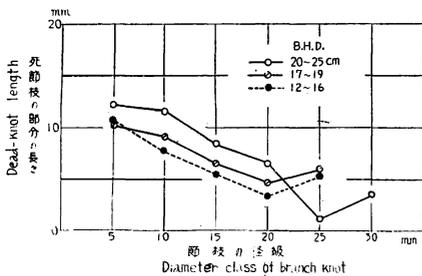


Fig. 30 胸高直径階層別にみた死節枝の部分の長さ

と節枝径との関係
Relation of knot diameter to dead-knot length, at various breast-height diameter classes.

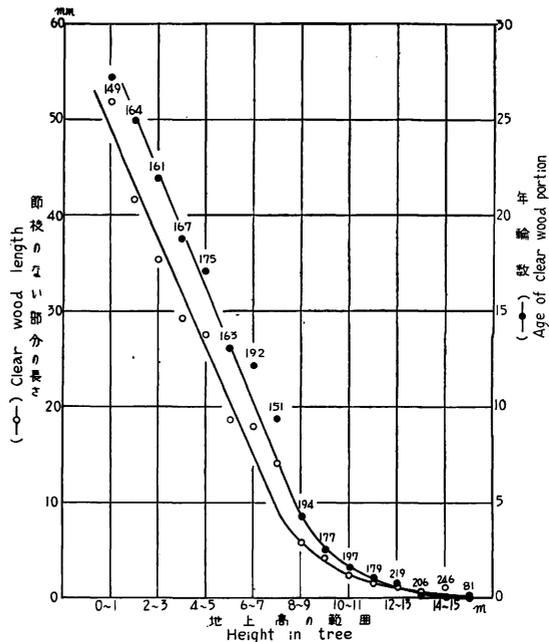


Fig. 31 地上高と節枝のない部分の長さおよび年輪数

Length and age of clear wood portion at various heights in tree.

長さおよび年輪数を各地上高範囲ごとに平均してその変化を求めると、Fig. 31のように示される。この節枝のない部分の長さ(または年輪数)は、幹の枝下部位においては、地上高を増すにつれて全く直線的に減少し、供試木の平均枝下高にあたる地上高約9mの位置から横軸に漸近してくる。また、枝下部位において、この節枝のない部分の長さ(または年輪数)と地上高との関係を示す直線を釜淵スギの場合とくらべると(前報の Fig. 29 参照)、地上高の低い位置においては西川スギの節枝のない部分の長さ(または年輪数)が釜淵スギのそれよりも大きい、地上高が増すにつれてこの差異はしだいに小さくなり、地上高8~9mの枝下部位ちかくで両者はほとんど一致している。また、釜淵スギでは地上高1m以下の部位にこの節枝のない部分の長さ(または年輪数)の値が異常に小さくあらわれていたが、西川スギについてはこのような傾向は全くみとめられない。

つぎに、節枝の径級別にこれらの測定値の平均値を求めて、Fig. 32に示す。節枝のない部分の長さおよび年輪数は、節枝径20mm以下のものでは、節枝径の増大とともにほとんど直線的に減少するが、節枝径が20mm以上になると、節枝のない部分の長さは5.6~7.4mm、年輪数は3.2~4.6年で、その変化がかなり小さくなっている。このような変化の傾向は釜淵スギの場合と類似しており、同一節枝径級に対する節枝のない部分の長さ(または年輪数)の平均値は、供試木の樹齢およ

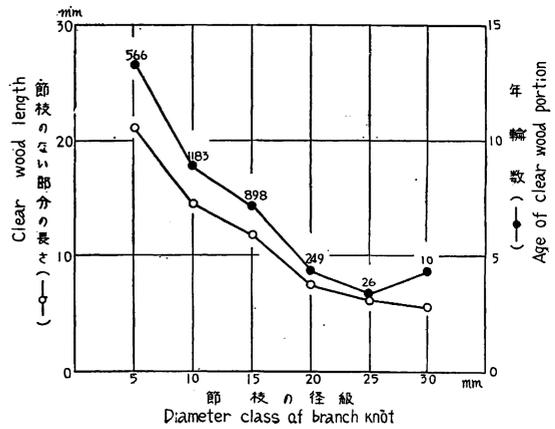


Fig. 32 節枝径と節枝のない部分の長さおよび年輪数

Length and age of clear wood portion at various diameter classes of branch knots.

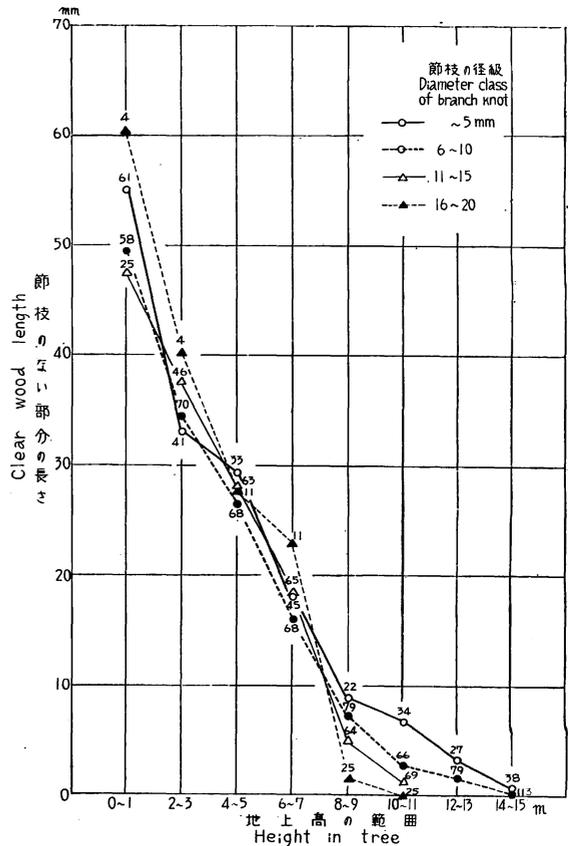


Fig. 33 節枝径別にみた地上高と節枝のない部分の長さ

Relation of heights in tree to length of clear wood portion, at various knot diameters.

び半径成長量の大きい釜淵スギのほうが西川スギにくらべてやや大きい値を示している。

さらに、地上高と節枝のない部分の長さとの関係を節枝の径級別にみると、Fig. 33 のようになる。こ

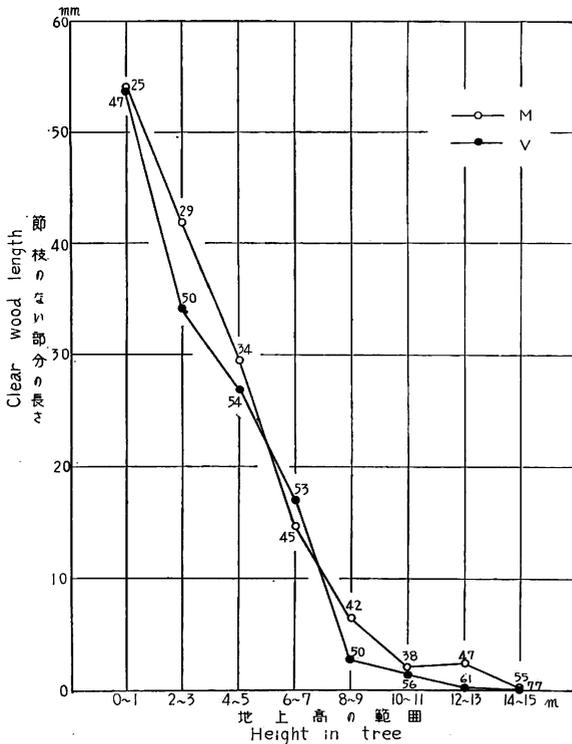


Fig. 34 幹の山・谷側における節枝のない部分の長さとの地上高との関係

Comparison of the relations between heights in tree and clear wood length at two stand sides.

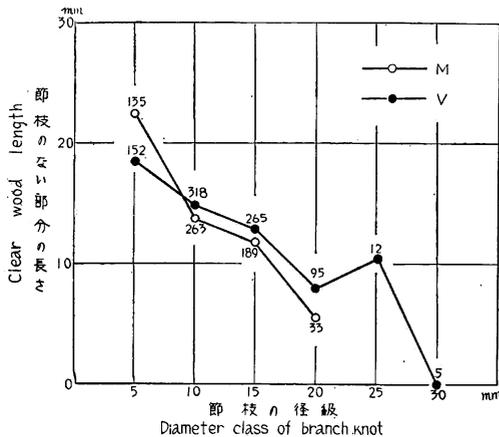


Fig. 35 幹の山・谷側における節枝のない部分の長さとの節枝径との関係

Comparison of the relations between knot diameter and clear wood length at two stand sides.

れによれば、地上高と節枝のない部分の長さとの関係は、各節枝径級ともかなり近似しており、釜淵スギの場合にみとめられたような節枝径級による明らかな差異（節枝径 15mm 以下では節枝径級の小さいものほど節枝のない部分の長さが大きくなる）は全くみとめられない。しかし、地上高 9m 以上の樹冠内にあたる部位においては、僅差ながら、各地上高範囲とも節枝径級の小さいものほど節枝のない部分の長さは大きくあらわれる傾向を示している。西川スギおよび釜淵スギについて、各地上高範囲における節枝径級の本数比率は、かなり近似的であるとみなすことができるので、西川スギにあつては、一定年次にくりかえておこなわれた枝打ちによつて、節枝径級の大小にかかわらず、その先端に成長した節枝のない部分の長さがほぼ等しくなったものと考えられる。

ii) 幹の方位と節枝のない部分の長さ

地上高と節枝のない部分の長さとの関係を、幹の山・谷側別に比較して Fig. 34 に示す。幹の枝下部位においては、山・谷側による差異には一定の傾向がみとめられず、両者の差もかなり小さく、釜淵スギの場合に山側のものの値が明確に大きくあらわれた結果と全く相違している。樹冠内の部位では、山・谷側による差は同様にかなり小さいが、山側における平均値が谷側におけるそれよりもやや大きくあらわれており、釜淵スギの枝下部位における傾向とわずかながら類似している。

節枝の径級別にこの関係をみると (Fig. 35)、いずれの節枝径級においても、山・谷側のもの

の値はかなり近似していて、釜淵スギの場合と同様に特定の傾向はみとめられない。

iii) 胸高直径が異なる供試木の節枝のない部分の長さ

地上高および節枝の径級と節枝のない部分の長さとの関係を、供試木の胸高直径の階層別に比べると、Fig. 36 および37のようになる。これらによれば、いずれの場合も、胸高直径の大きい階層のものほど節枝のない部分の長さは大きく、各階層別の変化は、地上高に関しては地上高の低い部位ほどその差異が大きくなり、節枝径級に関してはほぼ平行的な関係を示している。

(4) 節枝の全長

丸太に含まれる節枝について、これまでに観察された生節枝の部分、死節枝の部分および節枝のない部分の各長さ、または、それぞれに対応する幹の各年輪数を、供試木の各地上高の範囲ごとに総合して、おのおの地上高範囲に含まれる節枝の状態についてその平均値で図示すると、Fig. 38 および39のようになる。

すでに Fig. 19 および28の結果から明らかのように、幹の枝下部位の地上高9 m以下では、生節枝の部分の長さ（または年輪数）は30.9~39.5mm（7.8~12.8年）、死節枝の部分の長さ（または年輪数）は7.1~13.3mm（2.8~8.1年）の範囲で変化し、いずれの値もわずかながら地上高の低い部位ほど小さくなる傾向を示すから、したがって、これらの合計値として得られる節枝の全長またはその年輪数は、38.1~52.8mm（平均44.7mm）、10.9~20.9年（平均14.8年）の範囲で地上高の低い部位ほどその節枝の全長または年輪数が小さくなる傾向を示している。地上高による節枝全長または年輪数のこのような変化に加えて、地上高の低い部位では丸太半径およ

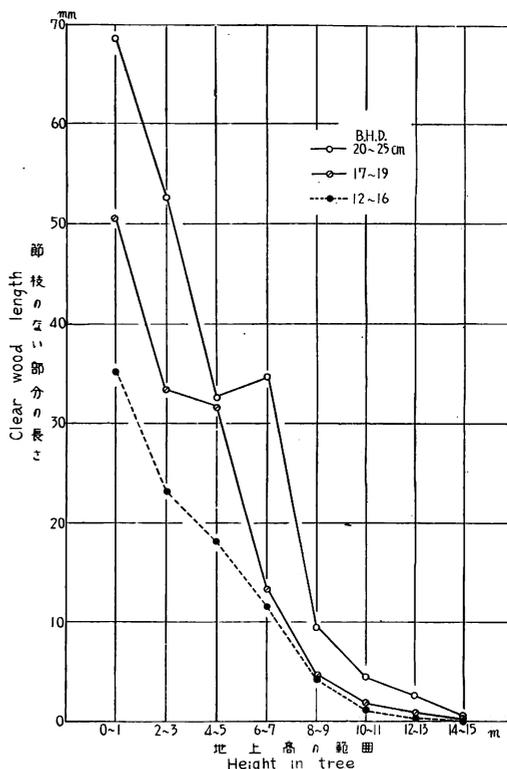


Fig. 36 胸高直径階層別にみた節枝のない部分の長さとの関係

Relation of heights in tree to clear wood length, at various breast-height diameter classes.

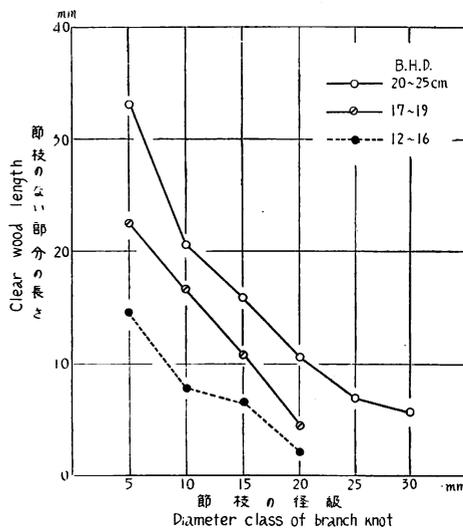


Fig. 37 胸高直径階層別にみた節枝のない部分の長さとの関係

Relation of knot diameter to clear wood length, at various breast-height diameter classes.

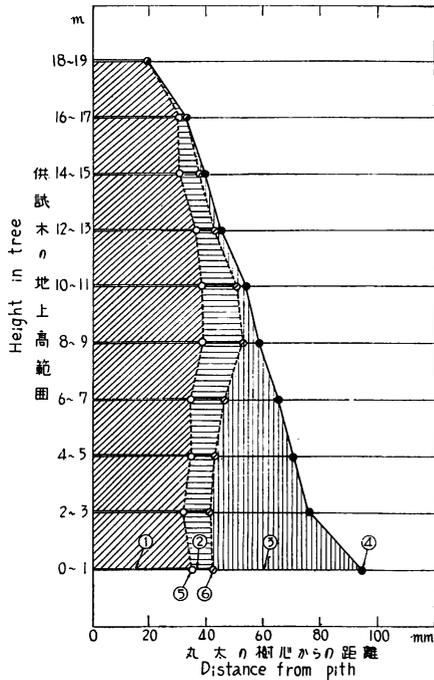


Fig. 38 地上高と節枝の全長

- ①: 生節枝の部分, ②: 死節枝の部分,
- ③: 節枝のない部分, ④: 丸太の外面,
- ⑤: 節枝の生死の境, ⑥: 節枝の先端

Relation of heights in tree to total length of branch knot.

- ①: Live-knot portion, ②: Dead-knot portion,
- ③: Clear wood portion, ④: External face of log,
- ⑤: Border of live- and dead-knot, ⑥: Outer end of branch knot.

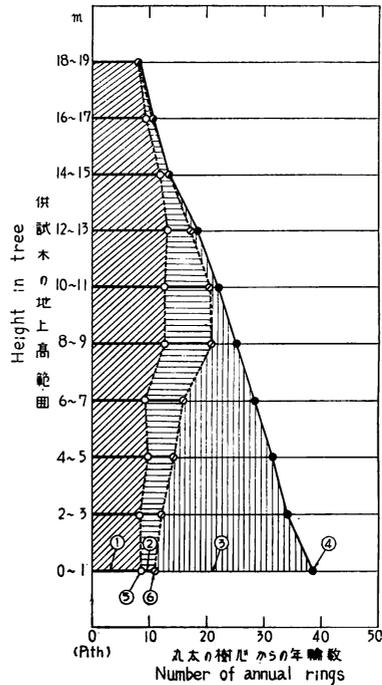


Fig. 39 地上高と節枝全長の年輪数

- ①: 生節枝の部分, ②: 死節枝の部分,
- ③: 節枝のない部分, ④: 丸太の外面,
- ⑤: 節枝の生死の境, ⑥: 節枝の先端

Relation of heights in tree to age of branch knot.

- ①: Live-knot portion, ②: Dead-knot portion,
- ③: Clear wood portion, ④: External face of log,
- ⑤: Border of live- and dead-knot, ⑥: Outer end of branch knot.

びその年輪数が大きいので、節枝のない部分の長さまたは年輪数は、地上高が低くなるにつれて全く直線的に増大するという Fig. 31 に示される結果を与えることになる。

また、節枝の3部分の径級別平均値によつて、その全長または年輪数について示せば、Fig. 40 および41 のようになる。生節枝の部分の長さまたは年輪数は節枝径級にはほぼ比例して 27.4~57.5mm, 8.4~20.0年の範囲で変化しており（節枝径35mm以上の節枝は出現数が少ないので除外した）（Fig. 20）, これに対して、死節枝の部分の長さまたは年輪数は 0~10.7mm, 0~5.1年の範囲で節枝径級にはほぼ逆比例して変化しており（Fig. 29）, 死節枝部分のこれらの値は生節枝部分のそれにくらべてかなり小さいから、これらを総合した節枝の全長およびその年輪数の節枝径級に対する変化は、節枝径5mm以下では38.1mm, 13.5年, 節枝径25~30mmでは61.1mm, 20.6年のあいだで節枝径級にはほぼ比例的に増減していることがみとめられる。節枝径級別の平均丸太半径およびその部分の年輪数は、53~67mm, 18~26年のあいだにそれぞれ異なつた変化をあたえているが、死節枝の先端から丸太外面までに行ける節枝のない部分の長さまたはその年輪数は、Fig. 32 でみたように、いずれも節枝径級の小さいものほど大きくなる傾向を示している。

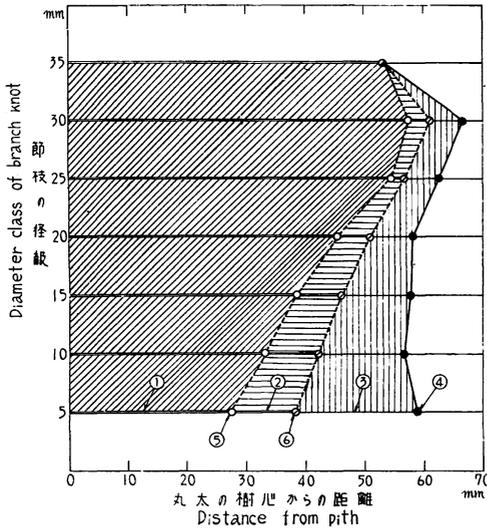


Fig. 40 節枝径と節枝の全長
 ①: 生節枝の部分, ②: 死節枝の部分,
 ③: 節枝のない部分, ④: 丸太の外面,
 ⑤: 節枝の生死の境, ⑥: 節枝の先端

Relation of knot diameter to total length of branch knot.

①: Live-knot portion, ②: Dead-knot portion,
 ③: Clear wood portion, ④: External face of log,
 ⑤: Border of live- and dead-knot, ⑥: Outer end of branch knot.

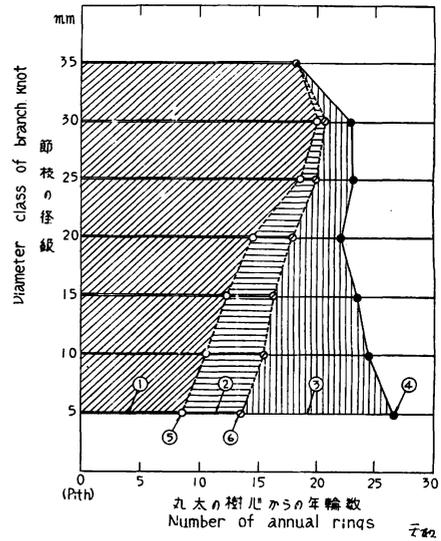
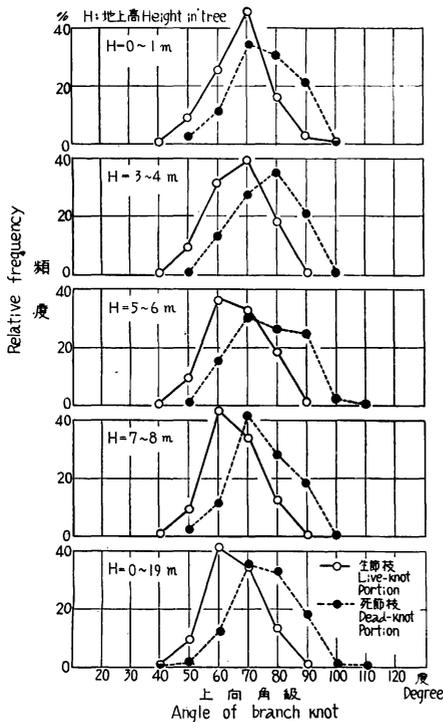


Fig. 41 節枝径と節枝全長の年輪数
 ①: 生節枝の部分, ②: 死節枝の部分,
 ③: 節枝のない部分, ④: 丸太の外面,
 ⑤: 節枝の生死の境, ⑥: 節枝の先端

Relation of knot diameter to age of branch knot.

①: Live-knot portion, ②: Dead-knot portion,
 ③: Clear wood portion, ④: External face of log,
 ⑤: Border of live- and dead-knot, ⑥: Outer end of branch knot.



3. 節枝の上向角

生節枝および死節枝の各部分における上向角のあらわれ方についてとりまとめるとつぎのようになる。なお、節枝の上向角の測定は、すべてみかん割りによる調査においてなされたものである (Fig. 3(c)参照)。

(1) 地上高および幹の方位と節枝の上向角

節枝の上向角の頻度分布を、地上高の一定範囲ごとに求めて比較すると、Fig. 42 に示すとおりである。これによれば、生節枝および死節枝の上向角の頻度分布は各地上高ともほぼ近似的であつて、生節枝では40°~100°、死節枝では40°~110°の範囲にわたつて変化しているが、それぞれの上向角のモードは、生節枝では60°~70°、死節枝では70°~80°の範囲にあらわれている。したがつて、生節枝の上向角は約70°より小さいものの出現がより多く、死節枝の上向角はこれよ

Fig. 42 節枝の上向角の地上高による変化
 Angle of branch knot at each height in tree.

り大きいものの出現がより多い。このような節枝の上向角の分散を、釜淵スギにおけるそれとくらべると、生節枝、死節枝ともその上向角は西川スギのほうがやや小さくあらわれていることがみとめられる。

また、観察した 0~19m の地上高範囲における節枝の上向角のあらわれ方を、幹の山側と谷側について

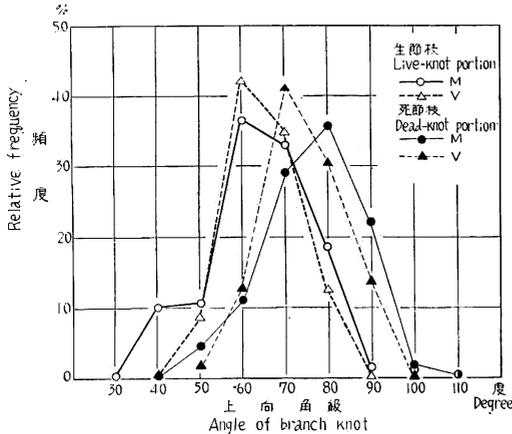


Fig. 43 幹の山・谷側における節枝の上向角
Angle of branch knot at two stand sides.

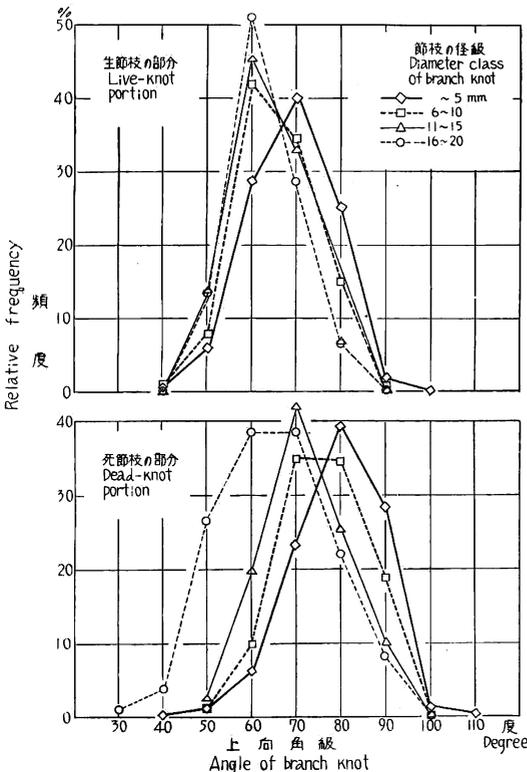


Fig. 44 節枝径級別にみた節枝の上向角
Angle of branch knot at each knot diameter class.

くらべると (Fig. 43), 生節枝については、その山・谷側における上向角はほとんど一致しており、死節枝の上向角については、谷側のもが山側のものにくらべてわずかに左偏した分散を示し、そのモードも谷側のものでは 70°, 山側のものでは 80° にあらわれている。

(2) 節枝の径と上向角

節枝の上向角の頻度分布を、節枝の径級別にくらべて Fig. 44 に示す。生節枝についてみれば、節枝径 5 mm 以下のものの上向角のモードは 70°, 節枝径 6 mm 以上のものの上向角のモードは 60° であつて、5 mm 以下の節枝径級のものについての上向角が、これより大きい節枝径級のものよりもやや大にあらわれる分散を示している。また、死節枝については、節枝径 5 mm 以下のものの上向角のモードは 80°, 6~15 mm の径級のものでは 70°, 16~20 mm の径級のものでは 60° であつて、節枝径級の大きいものはその上向角が小さくなる傾向の分散を示している。

4. 節枝と丸太外面の状態

節枝と剥皮した丸太の外面の状態との関係を知るために、みかん割りによる調査において、供試丸太に含まれる節枝を、前報と同様に、節枝軸を延長した丸太外面位置の状態によつて次のように分類観察した。

- (a) 丸太外面まで出て、丸太材面の節としてみとめられる節枝。
- (b) 丸太外面の凹凸が一見して明らかなくれ節。
- (c) 丸太外面の凹凸が不明りようなくれ節。
- (d) 丸太の外面が全く平滑なくれ節。

これらの丸太外面の状態によつて分類された節枝のうち、(a)および(b)はその節枝の存在を丸太外面の状態で判別できるものであり、(c)および(d)はそれが困難なものである。これらの節枝を供試丸太の条件についてとりまとめ検討すると次のようである。

(1) 地上高および節枝径との関係

丸太外面の状態によつて分類した節枝の出現率と地上高との関係は、Fig. 45 にみられるように、丸太外面に出ている節枝は地上高4m以下ではほとんどなく、地上高4~5mから地上高が高くなるにつれてしだいにその出現率が多くなり、枝下部位付近の地上高8~9mでは総節枝数の約50%に達している。丸太外面の凹凸が明りようなくれ節のあらわれる比率は、地上高2m以下の部位では著しく小さいが、地上高の上昇とともに漸増し、枝下部位ちかくの地上高8~9mのあたりでその最大値(節枝総数の約30%)に達し、樹冠内の部位では地上高の上昇とともにその比率は漸減している。したがつて、丸太外面で判別しうる節枝の比率は、地上高によつてかなり急激な差異を示し、地上高8m以下では丸太に含まれる節枝総数のほぼ50%以下にすぎないが、枝下部位付近の地上高8~9mの範囲からは約80%をこえて増大していく。

このような丸太外面の状態によつて判別しうる節枝の頻度を、釜淵スギの場合とくらべてみると、Fig. 45 にみるように、枝下部位のちかくの地上高範囲ではほぼ一致しているが、これより地上高が低くなる時、西川スギにおけるほうが釜淵スギにおけるよりも急激にその頻度が低下しており、西川スギにあつて

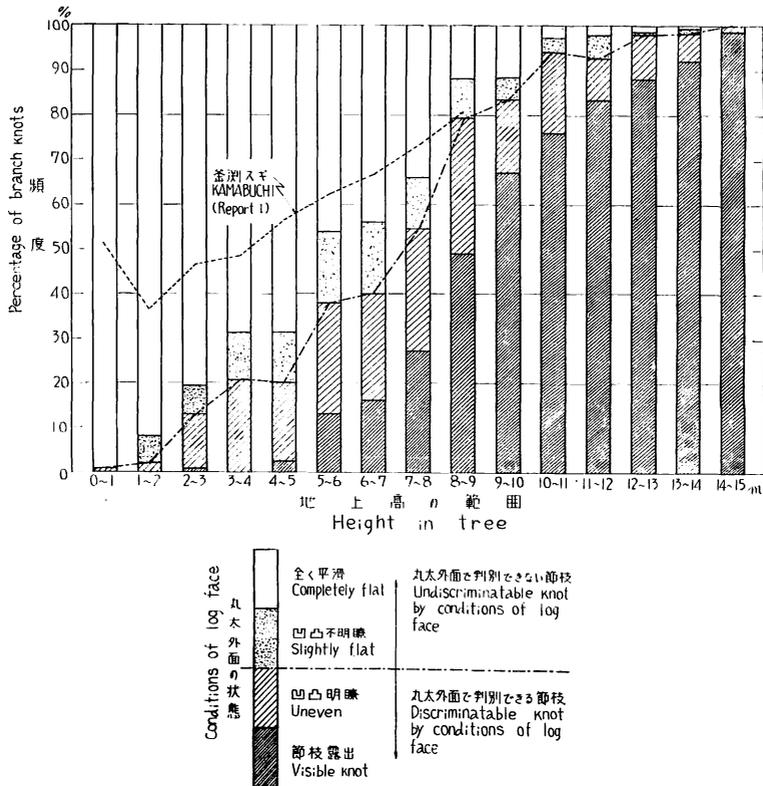


Fig. 45 地上高と丸太外面の状態によつて分類した節枝の頻度
Relation of branch knot to conditions of log face at each height in tree.

は、枝打ちによつてこの部分の節枝がかなり急速にまきこまれ、かくれ節として丸太外面から判別できない状態にいたつたものと考えられる。

つぎに節枝径級と丸太外面の状態によつて分類された節枝の出現率との関係を Fig. 46 に示す。この資料の地上高範囲は 0~19 m (釜淵スギでは 0~9 m) であるが、丸太外面まで出ている節枝の比率は節枝径とほぼ比例して増加しており、丸太外面の凹凸が明りようなくれ節は節枝径級 6~10 mm のものが約 15% で最も大きく、これより節枝径級が小さいものでも大きいものでも、その比率はやや低くなつている。したがつて、丸太外面の状態で判別できる節枝の比率は、節枝径級 5 mm 以下では 40%、節枝径級 26~30 mm では 90% 程度の値を示し、全体としてこれらの間を放物線的な経過をとりながら変化している。この傾向を釜淵スギの場合とくらべると (Fig. 46)、丸太外面の状態によつて判別しうる節枝の比率は、節枝径級 6~10 mm のものについてはいずれも約 60% でほぼ一致しているが、節枝径 5 mm 以下のものでは西川スギが約 40%、釜淵スギが約 29% で、およそ 10% ぐらい西川スギの比率が高く、また、節枝径級 11~15 mm 以上のものでは西川スギにおける比率が釜淵スギにおけるそれよりもつねに低い値を示していることがみとめられる。

(2) 幹の方位の影響

丸太外面の状態によつて分類した節枝の比率

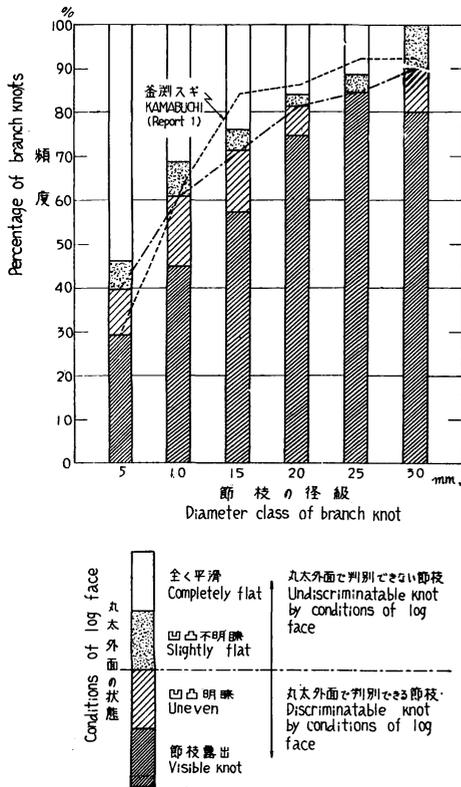


Fig. 46 節枝径と丸太外面の状態によつて分類した節枝の頻度
Relation of branch knot to conditions of log face at each knot diameter class.

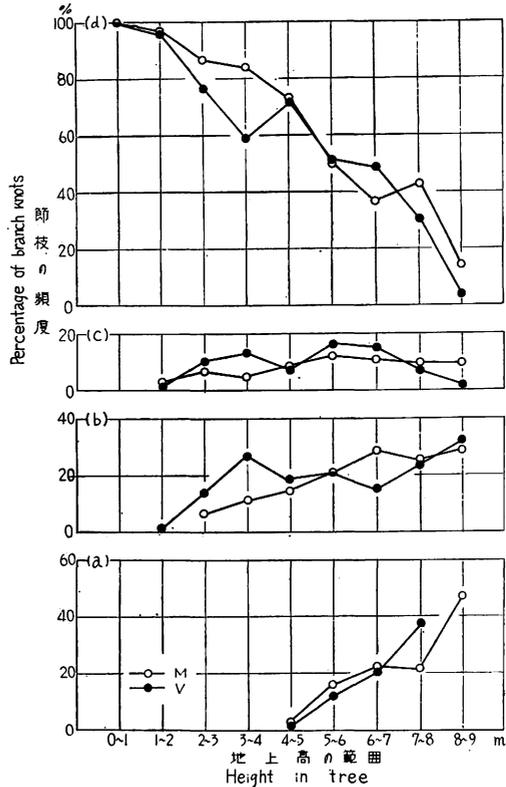


Fig. 47 幹の山・谷側別にみた丸太外面の状態によつて分類した節枝の頻度
丸太外面の状態: (a)節枝露出, (b)凹凸明りよう, (c)凹凸不明りよう, (d)全く平滑
Relation of branch knot at two stand sides to conditions of log face, at each height in tree.
Conditions of log face: (a) Visible knot, (b) Uneven, (c) Slightly flat, (d) Completely flat.

と地上高との関係を、幹の山側・谷側別に比べて Fig. 47 に示す。丸太外面の状態で判別できる節枝の比率は、地上高 5 m 以下では幹の谷側にやや高くあらわれており、地上高 5 m 以上ではこの山・谷側による差異は不規則で一定の傾向はみとめられない。このような傾向は釜淵スギの場合と全く類似しているが、地上高 5 m 以下の部位においては、生節枝の部分の長さは幹の谷側のものが山側のものにくらべてやや長くなっており (Fig. 22)、これが丸太外面の状態に影響をあたえているものとおもわれる。

また、節枝径との関係を幹の山・谷側別に示せば Fig. 48 のようになるが、節枝径級 20mm 以上のものの出現数はきわめて少なく (Table 7 からみても節枝総数の 1.3% にすぎない)、幹の方位別の出現率もかなり偶発的な要素を含んでいるとすれば、この結果からは節枝の径級による方位別の差異は釜淵スギの場合と同様にほとんどみとめられない。

(3) 供試木の胸高直径の影響

胸高直径の異なる供試木について、地上高および節枝径と丸太外面によつて分類した節枝の比率との関係を、Fig. 49 および 50 に示す。地上高についてみれば、丸太外面まで出ている節枝の比率は、地上高 4~9 m の範囲で、胸高直径 17~19 cm の階層のものが最も高く、胸高直径 20~25 cm

の階層のものが最も低い。また、丸太外面で凹凸明りような節枝は胸高直径 20~25 cm の階層のものが、これより胸高直径の小さい階層のものよりその頻度が低く、したがつて、丸太外面が全く平滑な節枝の頻度は、胸高直径 20~25 cm の階層のものが、これより胸高直径の小さい階層のものより高くあらわれている。節枝径級との関係についてみれば、丸太外面まで出ている節枝の頻度は、各節枝径級とも胸高直径の最も小さい 12~16 cm の階層のものが、これより胸高直径の大きい階層のものより高くなっており、丸太外面が全く平滑な節枝の頻度は、これと反対に胸高直径 12~16 cm の階層のものがこれより胸高直径の大きい階層のものより低くあらわれている。

したがつて、全体的には、丸太外面で判別しうる節枝の比率は胸高直径のより大きな階層のものにおいてより低く、丸太外面で判別できない節枝の比率は胸高直径のより小さな階層のものにおいてより低くあらわれる傾向が、おおむねみとめられる。

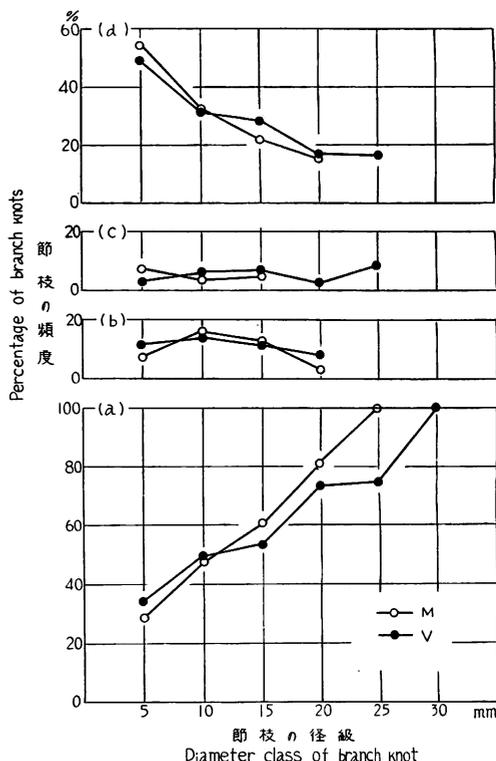


Fig. 48 幹の山・谷側別にみた丸太外面の状態によつて分類した節枝の頻度と節枝径との関係

丸太外面の状態：(a)節枝露出、(b)凹凸明りよう、(c)凹凸不明りよう、(d)全く平滑

Relation of branch knot at two stand sides to conditions of log face at each knot diameter class.

Conditions of log face : (a) Visible knot, (b) Uneven, (c) Slightly flat, (d) Completely flat.

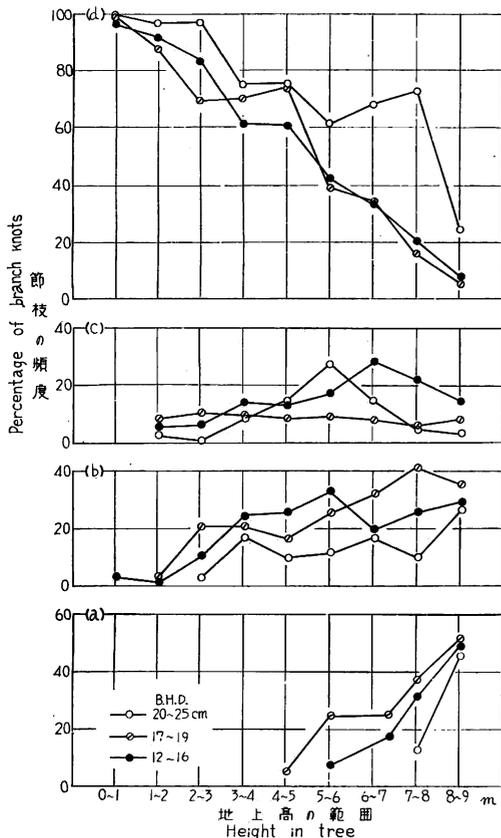


Fig. 49 胸高直径階層別にみた丸太外面の状態
によって分類した節枝の頻度と地上高
との関係

丸太外面の状態: (a)節枝露出, (b)凹凸明りよう,
(c)凹凸不明りよう, (d)全く平滑

Relation of branch knot to face conditions of
log from various breast-height diameter trees
at each height.

Conditions of log face: (a) Visible knot,
(b) Uneven, (c) Slightly flat, (d) Completely
flat.

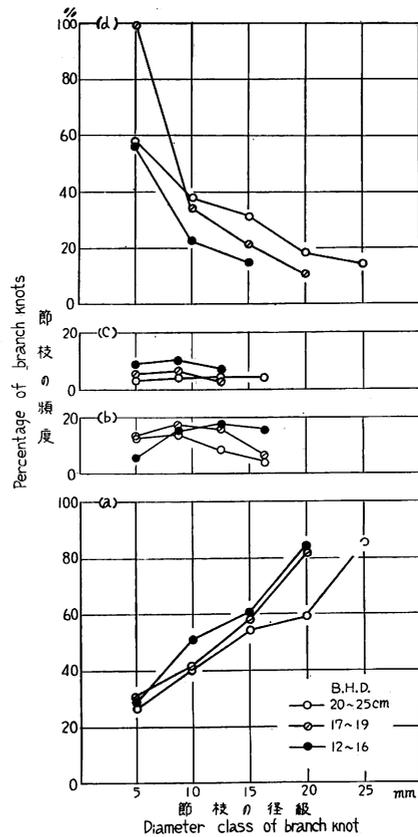


Fig. 50 胸高直径階層別にみた丸太外面の状態
によって分類した節枝の頻度と節
枝径との関係

丸太外面の状態: (a)節枝露出, (b)凹凸明りよ
う, (c)凹凸不明りよう, (d)全く平滑

Relation of branch knot to face conditions
of log from various breast-height diameter
trees at each knot diameter class.

Conditions of log face: (a) Visible knot,
(b) Uneven, (c) Slightly flat, (d) Completely
flat.

V 挽材面にあらわれる節

前項までに観察した丸太に含まれる節枝が挽材面に節としてあらわれる状態を検討するために、前報と全く同様なやり方で、正角木取り調査法によって節のあらわれ方を調査した。正角の材面は、M, V, L, Rを4材面とし、樹心からの距離が等しい板目材面であり、調査に供した試験木は34本、調査した単位材面(材長1m, 材幅は樹心からの距離(r)の2倍)の数は合計4,605、観察した節の総数は17,098である。樹心から17mmおきの距離で調査した単位材面の数を、地上高および樹心からの距離別に示せばTable 9のとおりである。

Table 9. 正角木取りによつて調査した単位材面数 (材長1m)
Number of unit cuttings ($2r \times 1000\text{mm}^2$) studied by sawing method I.

樹心からの距離 (r) Distance from pith mm	地上高の範囲 Height in tree m																合計 Total
	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11	11~13	12~13	13~14	14~15	15~16	
17	120	132	132	136	136	136	136	132	100	100	96	100	28	28	28	28	1,568
34	124	124	120	132	136	136	124	124	91	80	64	76	24	24	20	16	1,415
51	104	96	92	115	104	92	88	96	63	28	32	28	20	8			966
68	68	56	56	60	64	32	32	36	16	16	12	8					456
85	36	24	28	24	20	8	8	4									152
102	20	8	8	4	4												44
119	4																4
合計 Total	476	440	436	471	464	404	398	392	270	224	204	212	72	60	48	44	4,605

1. 節の数

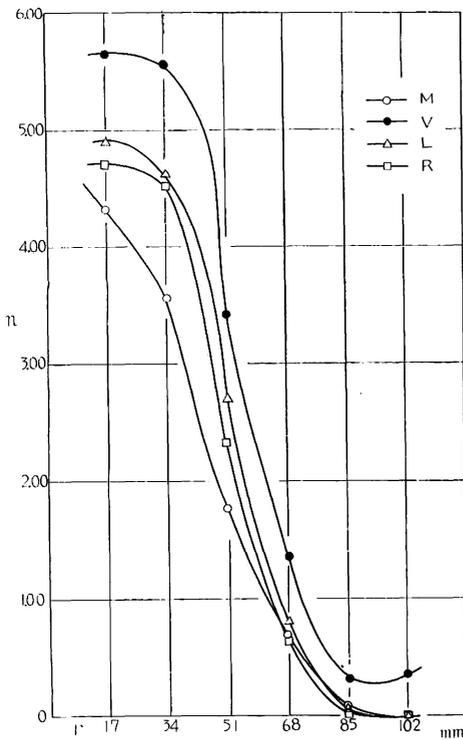


Fig. 51 樹心からの距離 (r) と単位材面の平均節数 (n) との関係
Relation between distance from pith (r) and number of knots on unit cutting ($2r \times 1000\text{mm}^2$) (n).

(1) 樹心からの距離と節の数

材面の樹心からの距離 (r) と単位材面の平均節数 (n) との関係は、材面の方位別にくらべて Fig. 51に

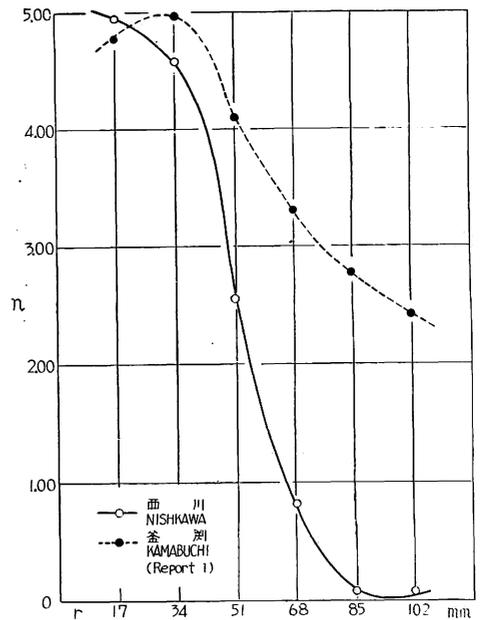


Fig. 52 西川および釜淵スギにおける r と n との関係の比較
Comparison of the relations of n to r between the study logs cut from Nishikawa and Kamabuchi district.

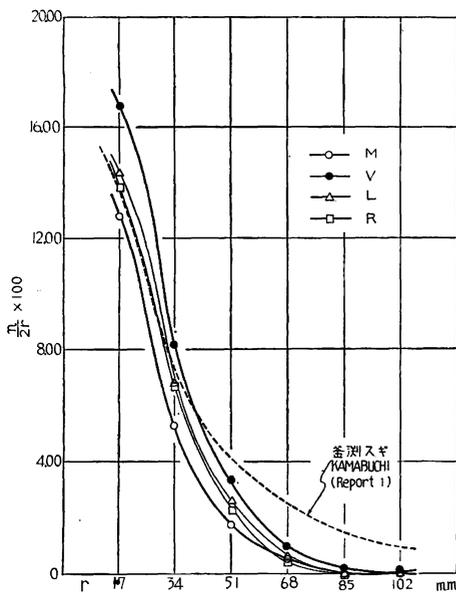


Fig. 53 樹心からの距離 (r) と単位材面幅 (10 cm) 当たりの節数

$$\text{Relation between } r \text{ and } \frac{n}{2r} \times 100.$$

示す。各材面とも節数 (n) の最大値は、当然ではあるが、樹心からの距離 $r=17\text{mm}$ の位置にあらわれており、 $r=34\text{mm}$ までは n の減少はやや緩慢であり、 $r=34\text{mm}$ をこえると n は急激に減少し、 $r=85\text{mm}$ 付近ですではほぼ最小値に達し、これ以上 r が増しても n はほとんど著しい変化を示さない。この関係を材面の方位別にみると、n の r に対する変化は、ほぼ平行的であるが、このうち、V 材面における n が最大で M 材面における n が最小であり、L, R 材面においてはそれらの中間的な変化を示している。

4 材面における n の平均値の変化を釜淵スギの場合とくらべてみると、Fig. 52 のようである。これによれば、 $r=17\sim 34\text{mm}$ の挽材面ではいずれも $n \approx 4.5 \sim 5.0$ できわめて近接しているが、 $r=34\text{mm}$ 以上の挽材面では、西川スギにおける n の減少率はきわめて大きく (平均減少率は $r=10\text{mm}$ について 1.2 程度)、釜淵スギのそれ ($r=10\text{mm}$ につ

て 0.4 程度) にくらべて著しい差があり、r を増すにつれて両者の n の差は顕著に大きくなっていることがみとめられる。

各単位材面の幅は $2r$ に等しいから、r のちがいによる各材面の面積のちがいを消去して、各材面の単位幅 (10 cm) 当たりの節数 $n \times 1/2r \times 100$ を求め、これと r との関係を Fig. 53 に示す。なお、この図には前報で観察した釜淵スギの場合の平均曲線をも挿入してある。この結果からすれば、単位幅当たりの節数は、 $r=50\text{mm}$ 程度の挽材面まで急減し、それ以上の材面では漸減する傾向がみとめられ、この傾向は釜淵スギのそれと類似するものである。しかし、釜淵スギと西川スギとでは、r による挽材面の単位幅当たり節数の変化は、 $r=34\text{mm}$ 程度の材面まではほとんど一致しているが、 $r=34\text{mm}$ 以上の材面では、西川スギにおけるほうが釜淵スギにおけるよりも小さい値で経過する差異がある。これは Fig. 52 の結果からも当然予想されるところである。

(2) 地上高と節の数

地上高と n との関係を r 別にみて Fig. 54 に示す。各地上高範囲に対応する n の変化は、 $r=85\text{mm}$ の材面を除いて、地上高の上昇にともなう n もやや増大していく傾向があり、枝下部位に当たる地上高 9 m 以下の範囲においては、各材面ともほぼ平行的に推移していく傾向がみとめられる。また、 $r=17\text{mm}$ の材面における地上高 4 m 以下の範囲および樹冠部位にあたる 9 m 以上の地上高範囲を除いては、いずれの地上高範囲においても、r が大きい材面ほど n の値が小さくなる傾向が明らかである。ただし、 $r=17\text{mm}$ と 34mm の材面における地上高と n との関係が地上高 4 m 以下において交錯しているのは、おそらくこの部分において樹心軸が局部的に彎曲し、測定基準とした丸太の樹心が実際のものとは一致しなかったことにもとづくものとおもわれる。

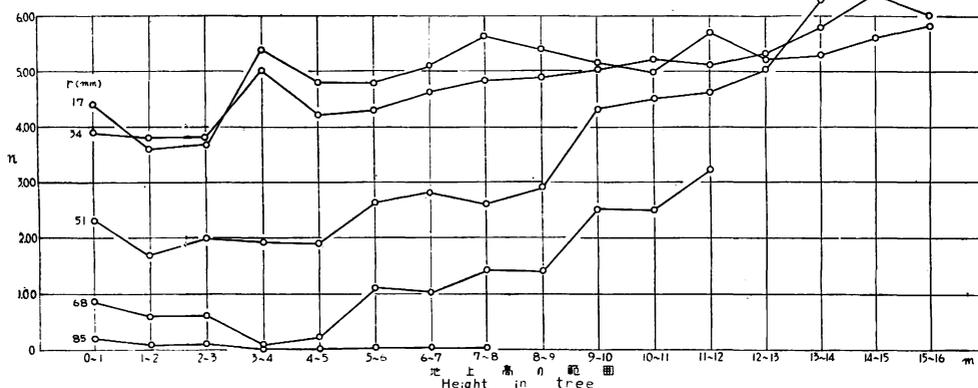


Fig. 54 地上高と単位材面の平均節数（ n ）との関係（樹心からの距離別）
Relation between heights in tree and n at each r .

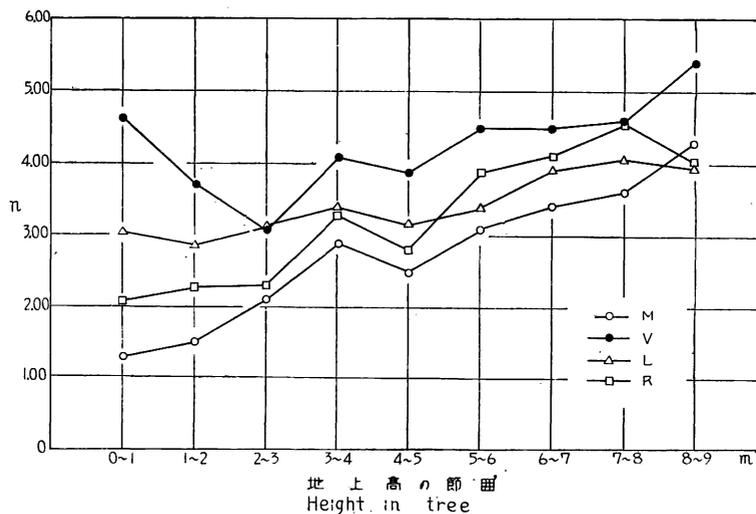


Fig. 55 地上高と単位材面の平均節数（ n ）との関係（材面の方位別）
Relation between heights in tree and n at each stand side.

材面の方位別にこの地上高と n との関係を見ると、Fig. 55 に示すとおりであつて、V材面における地上高 3 m 以下の部位を除いて、地上高の増大にもなつて n はほぼ比例的に大きくなる傾向がみとめられ、同一の地上高における n の値は、V材面が最大でM材面が最小であり、L、R材面はこの中間的な値をとつてあらわれていることがみとめられる。このことは釜淵スギにはみとめられない著しく規則的な傾向である。しかし、V材面における地上高 3 m 以下の部位で地上高と n が逆比例的な関係を示していることは、釜淵スギの場合と全く同様な傾向である。

(3) 胸高直径が異なる供試木の節の数

供試木を胸高直径階層によつて3つにわけ、それぞれの r と n との関係を材面の方位別に比べてFig. 56に示す。これによれば、いずれの材面の方位にあつても、 r が同一の材面の n は胸高直径の大きい階層のものほど大きくなつていくことが明らかで、釜淵スギと同じ傾向を示している。

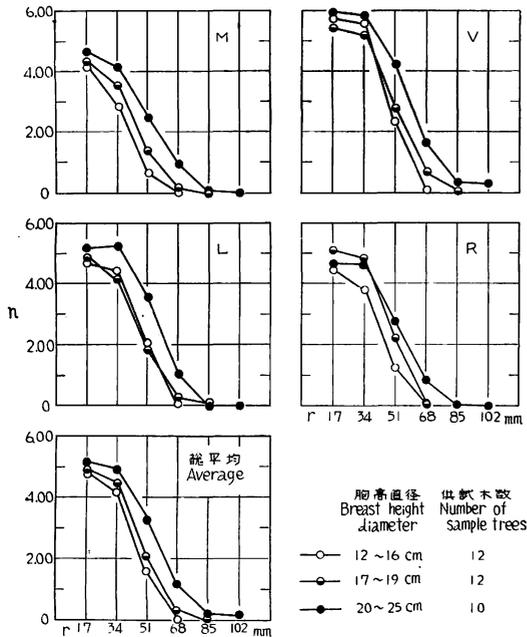


Fig. 56 樹心からの距離 (r) と胸高直径が異なる供試木の単位挽材面の平均節数 (n) との関係
Relation of r to n on study logs from various breast-height diameter trees.

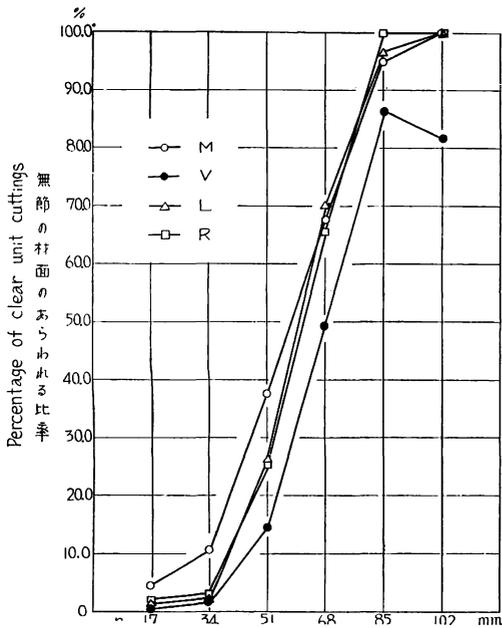


Fig. 57 樹心からの距離 (r) と無節の単位材面のあらわれる比率
Percentage of clear unit cuttings in relation to r.

2. 節のあらわれない挽材面

(1) 樹心からの距離と無節材面

Fig. 57 は、調査した単位材面数に対する無節材面数の比率を、r に関して材面の方角別に示したものである。この無節材面のあらわれる比率の方角別差異はかなり小さいが、 $r = 34 \sim 85 \text{ mm}$ の間では各方位とも r の増加に対してほぼ直線的な比例関係にあることが特徴的にみとめられる。方位別には、V 材面における無節材面の比率がいずれの r においても最も小さく、 $r = 68 \text{ mm}$ 以下の材面にあつては、M 材面における無節材面の比率がいずれの方角よりも大きくあらわれているが、 $r = 68 \text{ mm}$ 以上になると、M、L、R 材面における無節材面の比率はきわめて近似的となり、ほとんど差異がみとめられない。釜淵スギにおいては、この無節材面の出現率の最大値は $r = 102 \text{ mm}$ に至つて 30% 程度にすぎなかつたが、西川スギにおいては、 $r = 51 \text{ mm}$ で M 材面は 35% をこえ、 $r = 85 \text{ mm}$ 以上では V 材面は 80% 以上、他の材面ではほとんど 100% にちかい値を示している。このことは、西川スギと釜淵スギとの間の、節に関する製材原木的評価の顕著なちがいを示すものである。

(2) 地上高と無節材面

各地上高の範囲について調査した単位材面数に対する無節材面数の比率を Fig. 58 に示す (比較のため、前報の釜淵スギの場合の比率を挿入しておく)。これによれば、無節材面のあらわれる比率は地上高 9 m 以下の枝下部位ではほぼ地上高に逆比例して低減しているが、これを釜淵スギの同一地上高範囲における無節材面の出現率とくらべると、いずれの地上高範囲についてもおよそ数倍の比率を示していて、著しい差異

がみとめられる。このことは、前項同様、西川スギと釜淵スギとの顕著な相違点であり、前述の Fig. 38 および前報で示した Fig. 36 の比較からも容易に想定できる事からである。とくに、釜淵スギの4~9mの地上高範囲における無節材面の出現率はわずかに2%以下にすぎないのに対して、西川スギにおける地上高4~9mの範囲のそれは11~24%の比率を示しており、いわゆるⅡ番玉以上の製材原木の品質に大きな差異をもたらす結果となつている。

(3) 胸高直径が異なる供試木の無節材面

Fig. 59 に、無節の単位材面のあらわれの比率を、 r に関して、供試木の胸高直径階層別にくらべて示す。無節材面の出現率は、樹心部分を除いて、同一 r の挽材面においては、胸高直径が小さい階層のものほど大きくなつていくことがみとめられる。

この傾向は、釜淵スギの場合と同様に、供試木の胸高直径階層と節枝の長さとの関係 (Fig. 26, 27 および 30) にもとづくものであると考えられる。

3. 節の大きさ

節の大きさは、挽材面にあらわれる節の最小径を 1mm 単位で測定し、これを 5mm 単位の径級に区分して各径級範囲における中間値をもつてその径級の節径としたものである。この節径について、樹心からの距離、地上高、供試木群の大きさ等の因子に関して検討すれば次のようである。

(1) 樹心からの距離と節の大きさ

単位材面の平均節径 (d) を、材面の樹心からの距離 (r) に関して材面の方位別に示すと Fig. 60 のようになる。 d の値は、 $r=51mm$ 前後までは r とほぼ比例的な関係にあるが、 r がこの値をこえると、 R 方位の材面をのぞいて

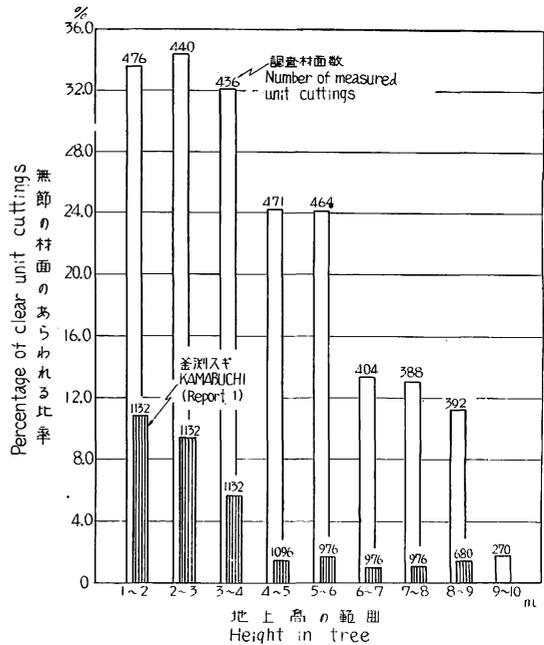


Fig. 58 地上高と無節の単位材面のあらわれの比率

Percentage of clear unit cuttings in relation to heights in tree.

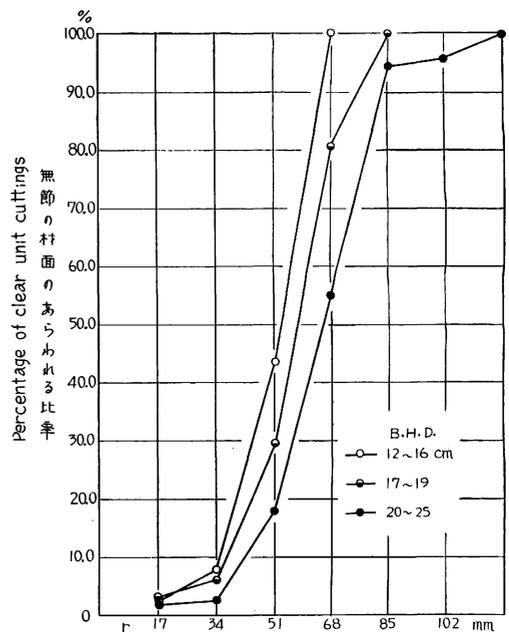


Fig. 59 無節の単位挽材面出現率についての胸高直径階層別比較

Percentage of clear unit cuttings on study logs from various breast-height diameter trees.

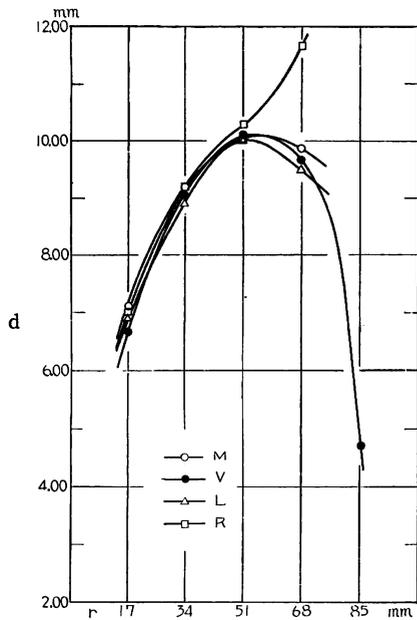


Fig. 60 樹心からの距離(r)と単位材面の平均節径(d)との関係
Diameter of knot on unit cutting (d) in relation to r.

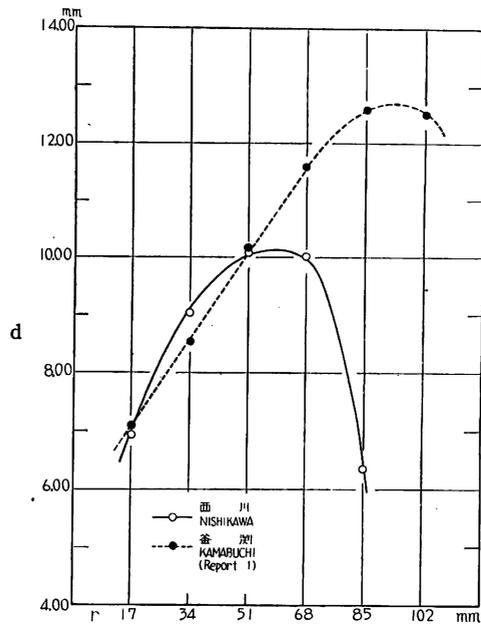


Fig. 61 西川および釜淵スギにおける樹心からの距離(r)と単位材面の平均節径(d)との関係
Comparison of the relations of d to r between the study logs cut from Nishikawa and Kamabuchi district.

他の 3 材面の d は r の増加に対して減少の方向をたどる傾向がみとめられる。これらの r と d との関係は、 $r=51\text{mm}$ 以上の R 材面における変化をのぞいては、各方位の材面ともきわめて接近した値を示し、材面の方位による差異はほとんどみとめられない。

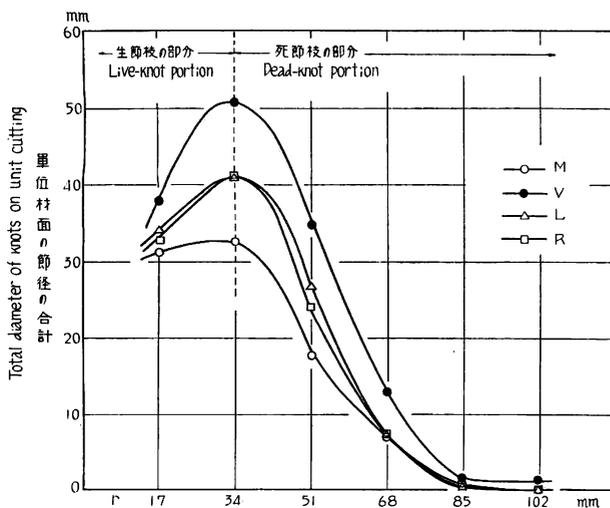


Fig. 62 樹心からの距離(r)と単位材面の節径の合計(方位別)
Total diameter of knots on unit cutting in relation to r, at each stand side.

各方位別の r と d との関係を平均して釜淵スギと比較してみると、Fig. 61 に示すように、釜淵スギでは $r=85\text{mm}$ までは d と r とはほとんど直線的な比例関係を示し、 $r=85\text{mm}$ 以上になつて d が減少の方向をとっているのに対して、西川スギでは $r=51\text{mm}$ までは r と d との関係は釜淵スギにおけるそれとかなり類似しているが、 $r=51\text{mm}$ の材面をこえると d は急激に減少し、r を増すにつれて釜淵スギにおける d との差異はしだいに大きくなつていくことがみとめられる。

Fig. 62 は、このような節径の単

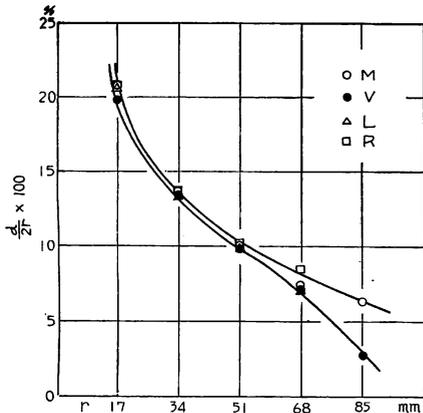


Fig. 63 樹心からの距離 (r) と平均節径比 $(\frac{d}{2r} \times 100)$

Relation between r and $\frac{d}{2r} \times 100$.

位材面における合計値と r との関係求めたものである。この節径の合計値は、一定の r における節枝の平均太さの程度をあらわす比較値となるものであるから、Fig. 62 は丸太に含まれる平均的な節枝太さの変化を示すものである。これによれば、各方位の材面とも、 $r = 34 \text{ mm}$ までは r の増加に対して節径の合計値は増大しているが、 $r = 34 \text{ mm}$ をこえると節径の合計値は急激に減少し、 $r = 85 \text{ mm}$ ではほぼ 0 になっている。

この経過を材面の方位別に比べると、同一の r においては、つねに、V 側材面のものが最も大きく、M 側材面のものが最も小さく、L、R 側材面のものはその中間的な値をとって変化しており、この M、V 材面における差異は $r = 34 \text{ mm}$ の距離で最大となり、これを中心として r が大きくても小さくてもその差異は次第に縮小して

いる。このような節径の合計値が最大になる $r = 34 \text{ mm}$ の値は、まえにみかん割り調査法によつて観察した 2,935 の節枝における生節枝部分の総平均長さ 33.6 mm と一致している。つまり、節枝の平均的な太さは、樹心から遠ざかるにつれて、生節枝の部分では増大し、死節枝の部分では減少するということができる。この傾向は釜淵スギで観察された結果と符合するものであるが、生・死節枝のおのおの部分における平均太さの増減の速度および材面の方位による差異などについては、それぞれ固有の測定値をあたえており、必ずしも一致していない。

つぎに、r の相違による各材面の面積差を消去してくらべるために、各材面の幅 (2r) に対する平均

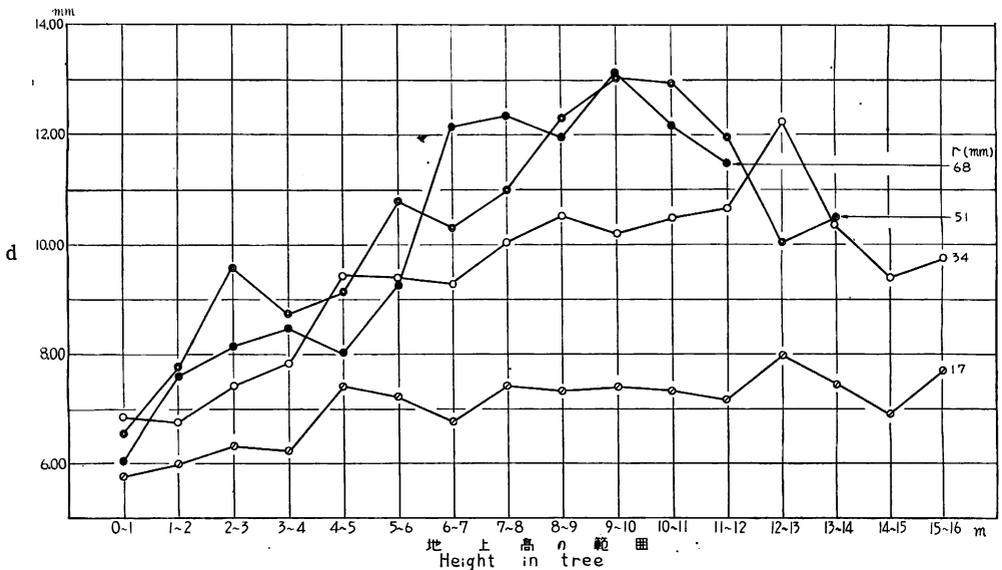


Fig. 64 地上高と単位材面の平均節径 (d) との関係 (r 別)
Relation between heights in tree and d, at each r.

節径の比率 ($d \times 1/2r \times 100$) を求め、これと r との関係を示せば Fig. 63 のとおりである。平均節径比は、 r の増加に対しておおむね直線的に減少しているが、 $r = 34mm$ までは若干減少速度が急である。しかし、この傾向は、釜淵スギの場合ほど顕著ではない。

(2) 地上高と節の大きさ

地上高と d との関係を示す、 r 別および材面の方位別にそれぞれ Fig. 64 および 65 に示す。これらによれば、樹幹の枝下部位にあたる地上高範囲においては、全体として、地上高の上昇とともに d も増大する傾向がみとめられる。すなわち、地上高による d の変化を r 別にみると、 $r = 17mm$ の挽材面においては、 d の値はいずれの地上高範囲にあつても最小値を示し、 $0 \sim 16m$ の地上高範囲にわたつて、ほぼ $7mm$ 前後 ($6 \sim 8mm$) をわずかに漸増するに止まるが、 $r = 34mm$ 以上の挽材面においては、地上高 $9m$ 以下の枝下部位にあたる範囲で、地上高の増加とともに d もほぼ比例的に増加していく傾向が明らかであり、 r 別の変化はそれぞれかなり不規則ではあるが、 $r = 68mm$ の材面をのぞけば、 r の大きい材面は

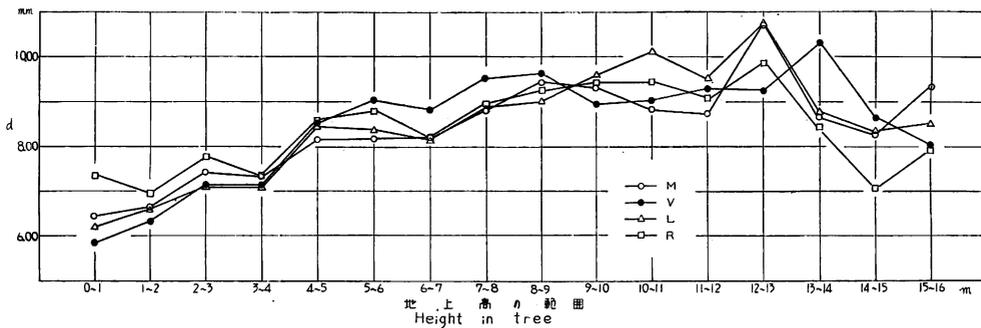


Fig. 65 地上高と単位材面の平均節径 (d) との関係 (材面の方位別)
Relation between heights in tree and d , at each stand side.

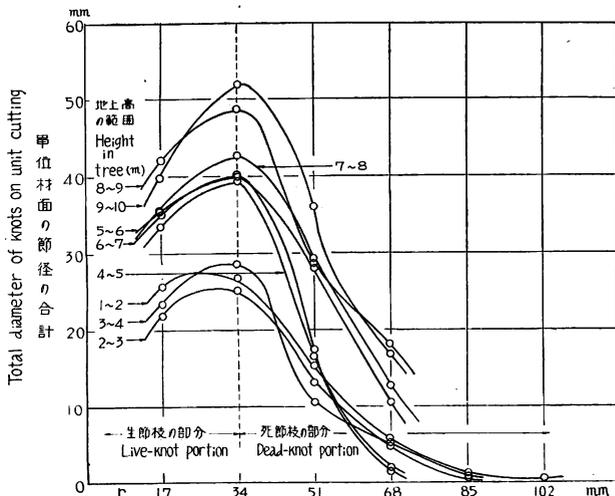


Fig. 66 樹心からの距離 (r) と単位材面の節径の合計 (地上高別)
Total diameter of knots on unit cutting in relation to r , at each height in tree.

ど d も大きくなる傾向がみとめられる。さらに、地上高による d の変化を材面の方位別にみると、材面の方位による差異は不規則で一定の傾向をみいだせないが、ほぼ枝下部位に相当する地上高範囲においては、地上高が大きくなれば、いずれの方位の材面についても、 d が増大していく傾向がみとめられる。

さきに観察した Fig. 62 の場合と同じ考えかたで、 r と単位材面の節径の合計値との関係を地上高別に求め、節枝の平均太さの定性的変化を地上高別に比較してみると、Fig. 66 のようになる。すなわち、 r に対す

る節枝太さの変化のしかたは、その最大値を示す r の値は地上高に関せずいづれも $r = 34mm$ にあられており、この値は生節枝と死節枝との境界値に一致している。また、この変化の傾向は、地上高の低い部位のものは地上高の高い部位のものにくらべて、より小さい値をとりながら変化していく経過がかなり明らかにみとめられる。これらの傾向は、釜淵スギの場合よりも、より明確である。

3) 胸高直径が異なる供試木の節の大きさ

d と r との関係、胸高直径の異なる供試木の階層別に、各方位の材面について求めると Fig. 67 のようになり、 r が同一の材面における d は、胸高直径の大きな階層のものほど大であり、この傾向は材面の各方位別にみてもほとんどかわらない。

4. 節の大きさの分布

前項では単位材面における平均節径によって節の大きさを検討したが、ここでは測定されたこれらの各節径について、節の径級別分布状態のあらわれ方に関してとり扱うこととする。測定された節径は $1 \sim 30mm$ の範囲にあり、 $26mm$ 以上の節径のものは僅少であつたから釜淵スギにおける測定節径の範囲 $1 \sim 40mm$ にくらべて、かなり小さい径級範囲にある。

(1) 樹心からの距離と節の大きさの分布

r と単位材面における節の径級別の数との関係を、材面の方位別に求めて Fig. 68 に示す。各方位とも、樹心に最もちかい $r = 17mm$ の材面では、節径 $10mm$ 以下のものが大部分を占め、 r が大きくなるにつれて、単位材面の節数は減少するが、節径の大きなものの割合が多くなつており、このような全体的傾向は釜淵スギの場合の分布状態と符合している。 $r = 51mm$ 以上で

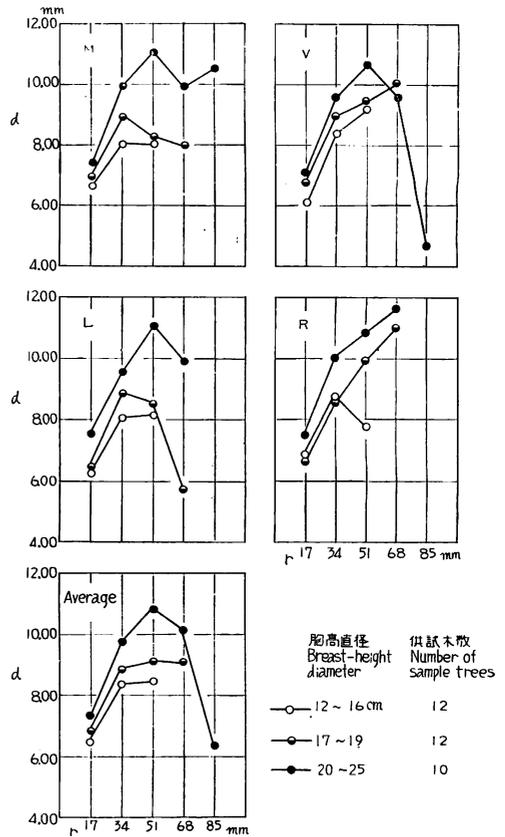


Fig. 67 樹心からの距離 (r) と胸高直径が異なる供試木の平均節径 (d) との関係
Relation of r to d on study logs from various breast-height diameter trees.

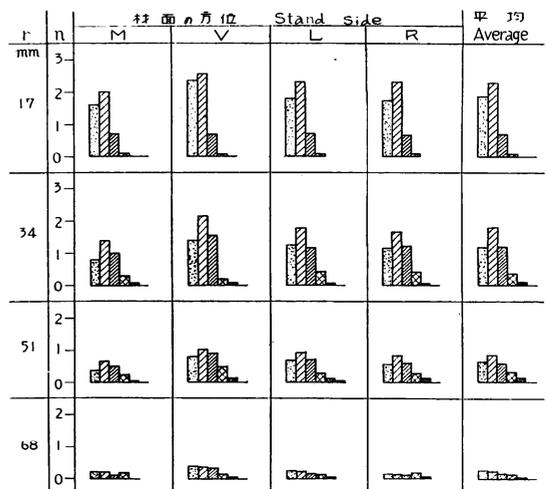


Fig. 68 樹心からの距離 (r) が異なる材面の節の大きさの分布
Distribution of knot size on each cutting of different r .

は節径の径級別出現数はかなり近接しており、 $r = 68mm$ ではこの分布はほぼ均等になっている。これを釜淵スギの場合とくらべると、 $r = 17mm$ の材面では両者はほぼ類似しているが、樹心からの距離が大きくなるにつれて、両者のあいだにおける節径級別の数のあらわれ方には、かなり著しい差異がみとめられるようになる。つまり、単位材面における節の大きさの分布状態からいえば、西川スギにおける $r = 34mm$ および $r = 51mm$ の各材面は、釜淵スギにおける $r = 51mm$ および $r = 85mm$ の各材面にそれぞれよく類似しており、西川スギにおける、より小さな r の材面は、釜淵スギにおける、より大きな r の材面に対応していることがみとめられる。

材面の方位による節の大きさの分布状態の差異は、釜淵スギの場合と同様に、ほとんどみとめられない。

(2) 地上高と節の大きさの分布

Fig. 69 に、単位材面における節の径級別の数を、各地上高範囲について示す。これによれば、各地上

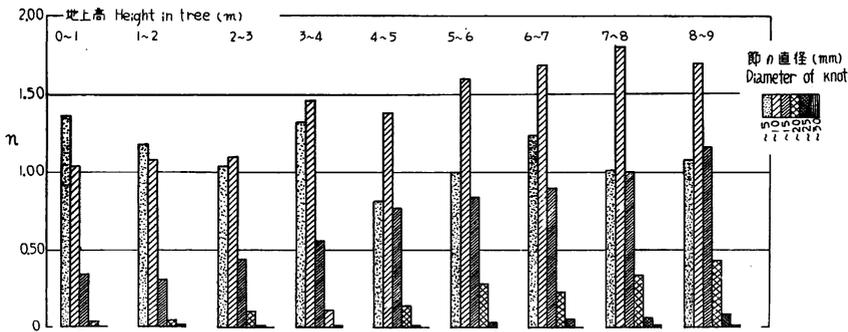


Fig. 69 地上高が異なる材面の節の大きさの分布

Distribution of knot size on each cutting of different height in tree.

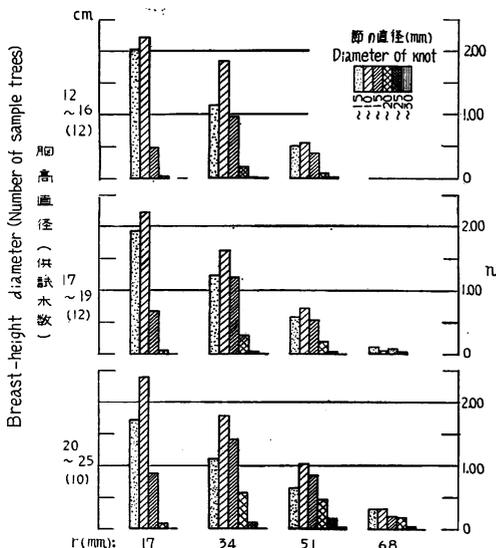


Fig. 70 胸高直径が異なる供試木の節の大きさの分布

Distribution of knot size on each cutting of different breast-height diameter trees.

高範囲における節の径級別出現割合からすれば、地上高 $2m$ 以下の部位では節径 $5mm$ 以下のものが最も多く、地上高 $2m$ 以上の部位では節径 $6 \sim 10mm$ のものが最も多くあらわれており、地上高の低い部位において釜淵スギと傾向を異にしている。しかし、節の径級別出現数からすれば、地上高 $9m$ 以下の枝下部位を通じて、節径 $5mm$ 以下のものの出現数はほぼ $0.8 \sim 1.4$ のあいだで変化し、地上高による一定の傾向はみとめられない。これに対して、節径 $6 \sim 10mm$ 、 $11 \sim 15mm$ 、 $16 \sim 20mm$ のものは地上高が高くなるほど漸増する傾向がみとめられる。節径 $21mm$ 以上のものは、いずれの地上高においてもその出現数は著しく小さい。

(3) 胸高直径が異なる供試木の節の大きさの分布

Fig. 70 は、 r と単位材面における節の径級別の数との関係を、供試木の胸高直径階層別に比べて示したものである。 r が同一の材面における節の大きさの出現度数分布のかたちは、各胸高直径の階層ともほぼ類似しているが、胸高直径が大きい階層のものほど、節径の大きなものの割合が多くなっており、 r が大きくなるほどこれが均等分布にちかづくことは前述の結果と符合している。また、節径21mm以上のものはいずれの階層にもきわめてわずかしかなかった。

5. 節の面積

節の数および大きさを総合的に検討するため、単位材面にあらわれる節の合計面積および節の面積率を求める。ただし、節の面積は節の最小径を直径とする円面積であらわし、節の面積率は r によつて異なる単位材面の面積 ($1,000 \times 2r \text{ mm}^2$) に対する節の合計面積の占める割合で示してある。

(1) 樹心からの距離と節の面積

r と単位材面の節の合計面積との関係を、材面の方位別にくらべてみると Fig. 71 のようになる。 r に対する節の合計面積の変化は、材面の各方位とも、 $r = 34 \text{ mm}$ の材面にその最大値があらわれる曲線として示され、釜淵スギの場合と異なつて材面の方位別の傾向は全く類似している。同一の r の材面では、V材面のものが最大で、M材面のものが最小値を示し、L、R材面のものはきわめて接近した値でM、V両材面のものの中間値をとりつつ推移している。また、M材面とV材面における差は、 $r = 34 \text{ mm}$ の材面で最大となり、この材面を中心としてこれより r が小さくなつても大きくなつても両者の差異は次第に近接しており、これらの傾向は、 r と単位材面の節径の合計との関係 (Fig. 62) の場合とほとんど同様である。すなわち、節の数および大きさが総合された単位材面における節の量的変化 (Fig. 51, 60 および 62 参照) は、西川スギにあつては、丸太に含まれる節枝の平均的な生死の境界

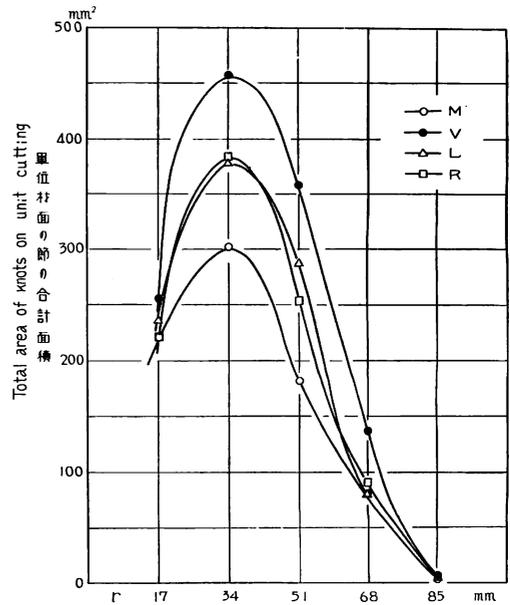


Fig. 71 樹心からの距離(r)と節の合計面積との関係

Total area of knots on unit cutting in relation to r , at each stand side.

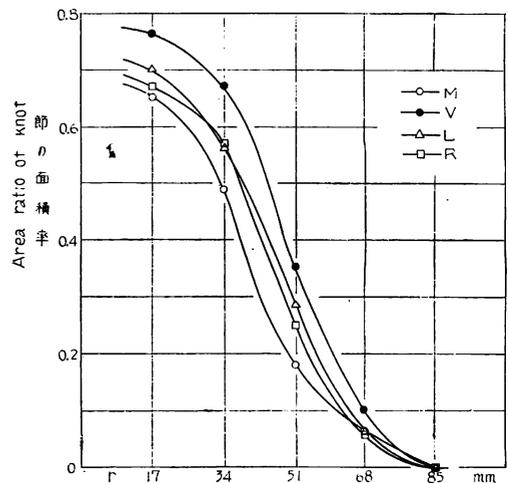


Fig. 72 樹心からの距離(r)と節の面積率との関係

Area ratio of knot on unit cutting in relation to r , at each stand side.

位置にあたる材面に、各方位ともその最大値があらわれることになる。

また、節の面積率を r との関係において求めると (Fig. 72)、節の面積率は r の増加に対して逆比例的に変化しており、 $r=17\sim 68\text{ mm}$ のあいだでは約 0.7% から 0.1% に低減している。この傾向は釜淵スギの場合と全く同様であるが、 r の増加に対する節の面積率の低減率は釜淵スギにくらべて西川スギのほ

うがより大きくあらわれている。また、節の面積率においても、同一の r の材面では V 材面が最も大きく、M 材面が最も小さくて、L、R 材面はこの中間的な値をとって変化しているが、これは Fig. 71 の結果からして当然である。

(2) 地上高と節の面積

地上高と単位材面の節の合計面積および面積率との関係を、 r 別にそれぞれ Fig. 73 および 74 に示す。これらによれば、節の合計面積は各 r 別の材面とも地上高にほぼ比例的な関係がみとめられ、同一の地上高範囲においては $r=34\text{ mm}$ の材面における値がつねに最大値を示し、 $r=51\text{ mm}$ 以上の材面では r が大きくなるほど小さな値を示している。これらの結果は、さきに観察した Fig. 54, 64, 66 および 71 の結果に符合するものである。さらにこれを節の面積率としてみれば、この値も各材面とも地上高にほぼ比例的に増加しており、同一の地上高範囲においては r が大きくなるにつれて節の面積率は小さくなっていることがみとめられ、Fig. 72 の結果は各地上高範囲についても明らかに対応している。

(3) 胸高直径が異なる供試木の節の面積

胸高直径の異なる供試木の階層ごとに、 r と単位材面の節の合計面積

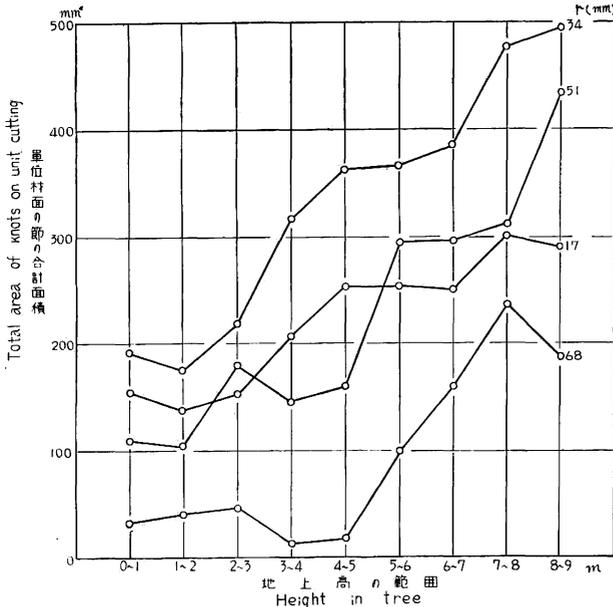


Fig. 73 地上高と単位材面の節の合計面積との関係
Total area of knots on unit cutting in relation to heights in tree, at each r.

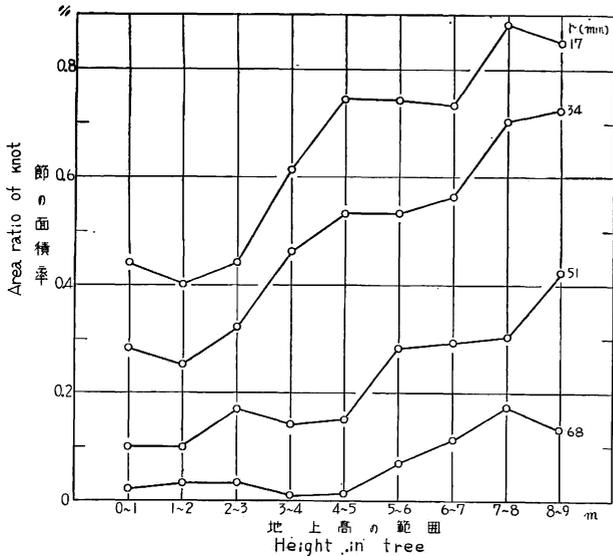


Fig. 74 地上高と節の面積率との関係
Area ratio of knot on unit cutting in relation to heights in tree, at each r.

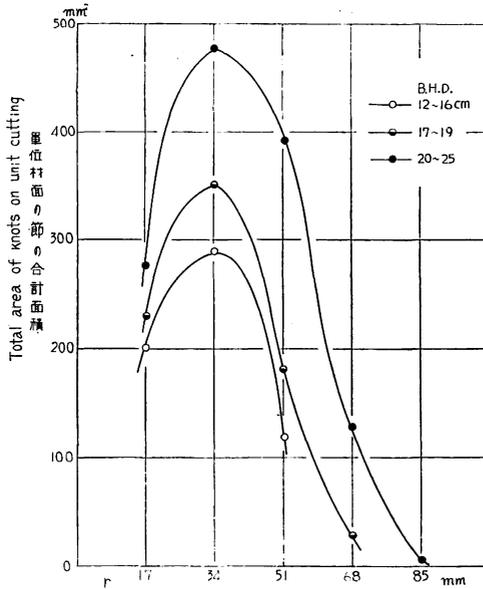


Fig. 75 胸高直径が異なる供試木の単位材面の節の合計面積
Total area of knots on unit cutting of different breast-height diameter trees.

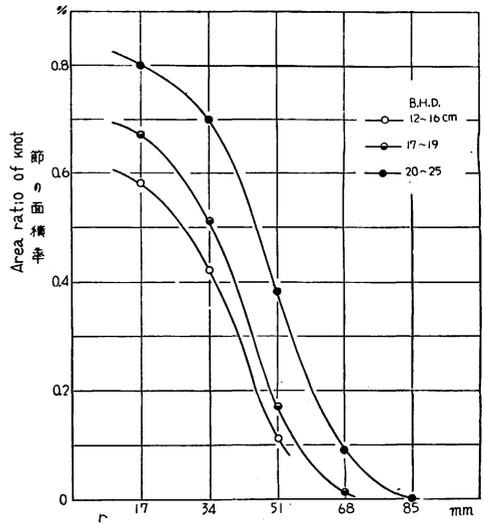


Fig. 76 胸高直径が異なる供試木の節の面積率
Area ratio of knot on unit cutting of different breast-height diameter trees.

および面積率との関係を求めて、Fig. 75 および 76 に示す。

r と節の合計面積との関係では、Fig. 71 におけるものとはほぼ同様な変化曲線を示しているが、同一 r においては胸高直径の大きな階層のものほど節の合計面積は大きくなっている。また、節の合計面積の最大値は、釜淵スギの場合と異なつて、いずれの胸高直径階層の供試木においても、 $r=34\text{mm}$ の材面に一致してあらわれている。

r と節の面積率との関係についても、各胸高直径階層は Fig. 72 のものとはほぼ同様な傾向であつて、節の面積率は r に対して逆比例的な関係を示しており、同一の r の材面では胸高直径の大きい階層のものほどその値は高くなる。

VI 要 約

林木の保育形式と関連して、スギ造林木の製材用原木としての品質の実態を明らかにするため、前報にひきつづいておこなつた調査結果をとりまとめたものである。総括的な論議および評価については、一連の調査計画が全部終了してからおこなうこととしたので、本報は、前報でとり扱つた釜淵産材につづいて調査された西川産材の品質の実態を記載するにとどまる。ただし、前報では節のあらわれ方についてのみとり扱つたが、本報ではそのほかに製材用原木の品質に関して重要な因子となる丸太のかたちのあらわれ方についても、あわせて調査記載した。

1. 調査の概要

供試木は、集約な撫育手入れによる短伐期林業として特色をもつ、いわゆる西川林業地帯(埼玉県所在)において、北斜面の 35~45 年生林分を皆伐してえられた 44 本である。そのうち、34本の供試木からは、

地際から材長 4 m の丸太を末口径がほぼ 10 cm に至るまで採材し、また、10 本の供試木からは、通常の樹幹析解用の円板とそのあいだの丸太とを採材し、これらの供試丸太について、幹の細り、偏心の程度、根曲り、根張り、正角木取りの場合の丸身のでかたおよび丸太に含まれる節枝ないしは挽材面にあらわれる節の状態などについて調査測定した。節のあらわれ方の調査にあたっては、前報におけるだら挽きによる調査法を省き、正角木取りによる調査法（調査法 I）とみかん割りによる調査法（調査法 II）のみを併用した。また、丸味のでかたについては正角木取りによる調査法によつて測定した。

2. 丸太のかたち

丸太のかたちは、その丸太が採材された供試木の胸高直径階層の区分にしたがつて、実態を調査した。

1) 幹の細りおよび偏心の程度

丸太直径と地上高との関係は、供試木の胸高直径階層別にみるとほぼ平行的に推移するが、前報の釜淵スギと比較して、その細りの度合いはよりやや緩である。また、丸太径からみれば釜淵スギ同様おおむね小丸太の範囲に属する。偏心のあらわれ方については、肥大成長状況のよい供試木にあつては山側に、肥大成長状況のわるい供試木にあつては谷側により肥大偏倚する傾向がある。丸太横断面の形としては、山—谷径がこれに直交する径よりもやや大きい楕円状を呈する。

2) 根曲りおよび根張り

根曲りの高さまたは角度は、平均的には、胸高直径階層が大きくなるほど小さい値をとる。総平均では根曲り高さは 80 (25~145) cm、根曲り角度は 7° (1°~14°) 程度である。根張りの最大高さは、胸高直径階層が大きくなるほど大きい値を示し、総平均値は 27 (5~55) cm である。また、根曲りの最大内曲面の方向および根張り最大高さがあらわれる方向は、いずれも山側において全供試木の 91% を占め、他の方向のものは 10% にみえない。

3) 丸身形数

樹心を中心として正角を採材する場合、正角の各方位の単位材面（材長 1 m の挽材面）における最小挽面幅 A と、樹心から挽材面までの距離 r とから、 $R = \sqrt{r^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2}$ を算出し、この R 値を丸太の単位長（1 m）における各方位の丸身形数と規定した。丸身形数は丸太のかたちに関連する総合的な品質指標である。各丸太の R 値は、供試木の胸高直径階層が大きいくほど大きくあらわれるが、地上高の増加とともにほとんど直線的に減少し、対応する丸太半径の絶対値（樹幹軸が通直で丸太横断面が正円をなす場合の R 値にひとしい）よりもつねにかなり小さい値を示し、その差は胸高直径階層の小さいものほど大となる。方位別 R 値の差異は、胸高直径階層の小さなものにおいて、谷側が山側よりも大きくあらわれる傾向が顕著である。また、R 値は丸太直径の増加にもなつて大きくなるが、各胸高直径階層のものはそれぞれ一定の丸太直径範囲をこえると R 値の増加率が減少し、同一直線関係からはずれていく傾向を示す。この傾向は方位別にみれば供試木の山側において最も著しくあらわれる。

3. 丸太に含まれる節枝

正角木取りおよびみかん割り調査における測定結果から、供試丸太に含まれる枝（節枝）の実態を記載した。

1) 節枝の数

供試丸太の単位材長（1 m）に含まれる節枝の数は約 20 本で、前報の釜淵スギの場合と一致するが、地上高のひくい部位では釜淵スギのほうが多くあらわれている。幹の方位別には各地上高範囲とも谷側によ

り多く山側により少なく、釜淵スギよりも規則的である。これを胸高直径が異なる供試木についてくれば、それが大きい供試木からの丸太ほど含まれる節枝数は多くなり、節枝の太さ別にくれば、太い節枝は、山側よりも谷側に、また、胸高直径階層の小さいものよりも大きいものにあらわれる比率が大きい。これらの傾向は釜淵スギとよく一致している。

2) 節枝の長さ

生節枝の部分の長さは、枝下部位にあたる地上高範囲では地上高にほぼ比例的に漸増し、それ以上の地上高範囲では逆に減少する。枝下部位における平均長さは34.9mm(年輪数9.7年)で釜淵スギの41.7mm(年輪数12.2年)よりも小さく、樹冠着生部位の地上高9~14mの範囲における生節枝の年輪数は平均12.9年で、釜淵スギの枝下部位のそれにちかい。釜淵スギと西川スギとにおけるこれらの相違は、枝打ちによる影響よりも、主としてそれぞれの植栽密度の差異にもとづくものと考えられる。また、生節枝部分の長さは、節枝の太さおよび胸高直径が大きいものほど大きな値を示して、釜淵スギの場合と同様であるが、幹の方位別には一定の傾向を示さず、釜淵スギと全く異なる結果を与えている。

死節枝部分の長さは、枝下部位においては、地上高とほぼ比例的に漸増し釜淵スギと異なつた傾向を示すが、その値も平均9.8mm(5.1年)で、釜淵スギの20.6mm(9.9年)にくらべてかなり小さい。また、節枝の太さとは逆比例的な関係を示し、その値は胸高直径階層が大きくなるほど大となるが、これらの傾向は釜淵スギにはみられない。

節枝のない部分の長さ(丸太に含まれる節枝の先端から丸太外面までの半径方向の水平長)は、地上高および節枝の太さに逆比例し、また、胸高直径が大きいものほど大となり、釜淵スギの場合と類似しているが、幹の方位別による差異は釜淵スギの場合のように明確ではない。

3) 節枝の上向角

節枝の上向角は、生節枝の部分では40°~100°の範囲で60°~70°のものが最も多く、死節枝の部分では40°~110°の範囲で70°~80°のものが最も多い。これは釜淵スギのものよりやや小さい値である。地上高による差異は明確でないが、幹の方位による差異は、生節枝ではほぼ一致し、死節枝では山側のものがやや大きい。節枝の太さ別には、生節枝の部分では、5mm以下のものがそれ以上のものよりやや大きくあられ、死節枝の部分では、太いものほど上向角が小さくなる傾向がある。これらの傾向は釜淵スギの場合とやや異なる。

4) 節枝と丸太外面の状態

丸太外面の状態でその存在を判別できる節枝(丸太外面まで出ている節枝および丸太外面の凹凸が明りょうなくれ節)は、地上高が高くなるほどその出現率が大きくなるが、同傾向の釜淵スギにくらべると、枝下部位においては地上高が低いほど西川スギのほうが出現率がより小さくなる。また、これらの出現率は節枝の太さが大きくなるほど大となるが、節枝径10mm以下のものを除けば釜淵スギの場合のほうが西川スギの場合よりも出現率が高い。幹の方位別には谷側においてやや高く、供試木の胸高直径階層別にはそれが小さいものにおいてより高くあらわれる傾向は釜淵スギの場合とほぼ同様である。丸太の外面の状態でその存在を判別できない節枝(丸太外面の凹凸が不明りょうあるいは全く平滑な節枝)の出現率は、判別可能なものの場合とほぼ逆の傾向を示す。

4. 挽材面にあらわれる節

正角木取りによる調査法で、その挽材面(正板目材面)にあらわれる節の実態を調べ記載した。

1) 節の数

単位挽材面(材長1m)にあらわれる平均節数(n)は、樹心からその材面に至る距離(r)に逆比例し、山側より谷側での値がより大となる傾向を示す。この傾向は釜淵スギの場合と符合しているが、 r の増加に対する n の減少率は、西川スギのほうがかなり大である。各材面の単位幅(10cm)当たりの節数も、これとはほぼ同様な推移をあたえる。地上高に対する n の値は、 $r=85mm$ の材面を除いて、地上高の上昇にともなつて n もやや増大する傾向があり、同一地上高では谷側で最大、山側で最小の値を示し、釜淵スギと異なつた傾向がみとめられるが、 r が一定の材面では、胸高直径が大きな階層のものほど n の値は大となり、釜淵スギの場合と一致している。

2) 節のあらわれない挽材面

無節の単位挽材面($n=0$)があらわれる比率は、 r の増加にともなつて大きくなり、谷側材面は山側材面より小である。また、地上高とはほぼ逆比例的関係を示し、 r が一定の材面では、胸高直径が小さい階層のものほど大である。これらは傾向としては釜淵スギとほぼ同様であるが、無節材面の出現率の大きさは、西川スギは釜淵スギの数倍にあたる値を示す。

3) 節の大きさ

単位材面の平均節径(d)は $r=51mm$ 前後(釜淵スギでは $r=85mm$ 前後)までは r とほぼ比例的に増大するが、この範囲をこえると、R材面をのぞいては、かえつて減少する。材面の方位による差異は極めて近接しており、釜淵スギのような明確なちがいはみとめられない。各单位材面の d の合計値は一定の r における節枝の平均太さの程度をあらわす比較値となるから、これと r との関係をみると、供試丸太に含まれる節枝の太さは、樹心から遠ざかるにつれて生節枝の部分では増大し、死節枝の部分では減少することがわかる。これは釜淵スギと同傾向であるが、その増減の速度、材面の方位による差異などについては必ずしも一致していない。材幅($2r$)に対する平均節径の比率は r と逆比例的関係を示し、また、地上高と d との関係はほぼ比例的であり、 r が一定の材面では胸高直径が大きな階層のものほど d の値は大となる。これらの傾向は釜淵スギのそれと類似している。

4) 節の大きさの分布

測定された節径の範囲は1~30mmで、釜淵スギの1~40mmにくらべてかなり小さい。 r が小さな材面では節径10mm以下のものが大部分を占め、 r の増加にともなつて、節数は減少するが節径の大きなものの割合が多くなる。この節径分布の全体的傾向は釜淵スギの場合とよく符合しているが、 r と節径分布の類型からいえば、西川スギの $r=34mm$ および $r=51mm$ の各材面は、釜淵スギの $r=51mm$ および $r=85mm$ の各材面にそれぞれ対応する。材面の方位、地上高、胸高直径階層などによる節径分布状態の差異は、若干はあるが顕著ではない。

5) 節の面積

r に対する節の合計面積の変化は、釜淵スギの場合と異なつて、各方位の材面とも、 $r=34mm$ の材面(節枝の生・死の境界)にその最大値があらわれる曲線として示され、同一 r の材面では、谷側のものが最大で山側のものが最小値をあたえる。挽材面の面積に対する節の面積率は r に逆比例するが、その低減率は釜淵スギよりも大である。節の合計面積および面積率は、ともに地上高とはほぼ比例的に変化する傾向がみとめられ、釜淵スギの場合よりやや規則的であるが、同一 r の材面では、胸高直径の大きい階層のものほどその値が大で、釜淵スギのそれと符合している。

文 献

- 1) 羽田清五郎：利用材積に関する研究（Ⅴ）根曲り材積について，日林誌 42，（1960）p. 127.
- 2) 加納 孟・枝松信之・蕪木自輔：製材用原木としてのスギ造林木の品質（第1報）釜淵産材の節，林試研報 112，（1959）p. 49.
- 3) 蕪木自輔：木材材質の森林生物学的研究（第6報）北海道厚田産トドマツ材の偏心生長と立地の傾斜，林試研報 61，（1953）p. 41.
- 4) 大隅真一：幹形に関する研究（Ⅰ）相対幹形について，日林誌 41，（1959）p. 471.
- 5) 林業試験場造林部造林研究室：スギ保育形式試験に関する資料（未発表）
- 6) 埼玉県林務課：西川林業
- 7) 坂口勝美：間伐の本質に関する研究，林試研報 131，（1961）p. 67.
- 8) 高田和彦・小林正吾：胸高における根張りの影響について，日林誌 39，（1957）p. 385.

Quality of Small Sawlogs from the Planted Cryptomeria (Report 2).**Logs from Nishikawa.**

Takeshi KANO, Nobuyuki EDAMATSU and Zisuke KABURAGI

(Résumé)

A study on the quality for sawlogs from such planted *Cryptomeria* (*Sugi*, *Cryptomeria japonica*) on various lands that differ in silvicultural treatment has been undertaken by the Government Forest Experiment Station in order to gain information that will be applicable to the sawing and grading method of timber, and the silvicultural practices to improve the value of forest products. In the previous report, knots in logs from Kamabuchi district (situated in Yamagata Pref.) were analyzed as a sample of stands grown without fulfilling satisfactory silvicultural treatment. In this report, the shape of trunks and knots in logs will be described on a sample stand grown with satisfactory silvicultural treatment.

Origin of the Logs

The timber stand selected for this study is situated in the so-called Nishikawa forest area in Saitama Pref., which is noted for its close planting and short cutting period with peculiar intensive silvicultural treatment as to after planting, weeding and other tendings, pruning, thinning, etc. In this area, the final cutting age is about 30 to 35 years, the aim being to produce small logs in a short rotation. The sample plot, located on a northerly slope, was a pure stand of *Cryptomeria* at 35 to 40 years of age and averaged about 1,500 trees per hectare. The 44 trees in this stand felled for the study had a range of breast-height diameters of 12 to 25 cm, an average height of 18.2m. Other information about each tree is given in Tables 1 and 2.

From each tree, 4-metre logs were cut from tree base to top of about 10 *cm* diameter. The tree number, position of the log and standing sides in the tree were recorded on each log. The standing sides in the tree were designated as upward side of stand: *M*, downward side: *V*, righthand side: *R*, and lefthand side: *L* (cf. Report 1, Fig. 2).

Method of Analysis

On the study logs, the shape of trunks, that is, the degree of slenderness, eccentric growth, butt-sweep, butt-swell, wane upon square conversion, and the development of branches within the trunks and resulting knots on the sawn surfaces were observed or measured.

The slenderness of trunks was shown by means of measuring the longitudinal transformation of the radius at 1-metre intervals. The eccentric growth was expressed by the comparative value of radius measured on each standing side based on the average of them at various heights in tree. The butt-sweep was observed by presentation of the height, angle and its direction, and then the butt-swell its maximum height and direction, on each trunk (Fig. 2). The wane was shown as *form factor of wane* $R = \sqrt{r^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2}$, where *r* was the distance from the pith to the flatsawn grain surface and *A* was the minimum width of sawn surface on each *unit cutting* (1-metre length of study log) when square conversion was done by means of sawing method I as next mentioned (Fig. 6).

For observing and measuring the development of branches within the trunks and resulting knots on the sawn surfaces at different heights, distances from the pith, and standing directions of tree, the study logs were sawn open with a hand saw as described in the following two different methods of sawing.

Method I: Study logs from 34 trees given in Tables 1 and 2 were cut into the largest size squares without wane at the butt ends in such a way that the pith would be contained in the centre of them, and the four sides of squares would be on the standing sides of trees, *M*, *V*, *L* and *R*. After measurement of wane and knots in squares, they were sawn likewise into smaller size squares and then measuring and sawing were repeated until the size of the squares became 34×34 *mm* (Fig. 3-a). In this way all faces of squares were flat-grain surface and shapes of knots on them were round or oval. The wane and about 17,100 knots on about 4,600 unit cuttings were measured by this method, and the data on the knots were arranged by a hand sort punched card as detail mentioned as sawing method II in the previous report.

Method II: Study logs from 10 trees given in Tables 1 and 2 were sawn radially into 32 segments (Fig. 3-b). In this way the sawn surfaces of segments were edge-grain, and the complete longitudinal sections of branch knots were exposed. About 2,900 branch knots were measured by this method with respect to their characteristics illustrated in Fig. 3-c, and the data on the longitudinal sections of branch knots were arranged by a hand sort punched card as shown as sawing method III in the previous report.

Shape of Logs

1) Degree of slenderness and eccentric growth of trunks

The relations between diameter of log and its height in tree at three breast height diameter classes of sample trees were nearly parallel with each other, and their degree of slenderness was somewhat gentle as compared with that of logs from Kamabuchi in previous report (Fig. 4). On the eccentric growth at transverse sections of trees, a rather distinct tendency was that trees which had the larger volume increment showed the direction of eccentricity of growth in *M* side, whereas trees which had the smaller volume increment showed it in *V* side. And, therefore, the cross section of log had an elliptic shape in which the *M-V* diameter was larger to some degree than the *L-R* diameter (Fig. 5 and Table 3).

2) Butt-sweep and butt-swell

The tabulation of averages for height or angle of butt-sweep shows that the larger the breast height diameter class of trees is, the smaller its height and angle becomes. In total average, the height of butt-sweep was 80 (from 25 to 145) *cm*, and the angle of butt-sweep was 7 (from 1 to 14) degrees. The butt-swell shows that the larger the breast height diameter class of trees, the higher the maximum height of butt-swell, and their total average was 27 (from 5 to 55) *cm*. The directions presenting the maximum concave of butt-sweep or the maximum height of butt-swell were both shown in *M* side in the trees, which occupied more than 90% among all sample trees (Table 4).

3) Form factor of wane

Form factor of wane (*R*) is a synthetic indicator of log quality related with its shape. The changes of *R* in each log showed that the larger the breast height diameter class of trees, the larger *R* became, and *R* decreased almost linearly according to increase of height in tree (Fig. 7). It was always considerably smaller than the absolute value of corresponding average radius of log (which should be equal to *R* when the tree axis was straight and its cross section held on a regular circle), and the differences grew larger from the larger to the smaller trees (Fig. 8). On the differences in *R* due to standing sides in the tree, a remarkable tendency was that *R* of *V* side was larger than that of *M* side at smaller breast height diameter class of trees (Fig. 10). *R* increased accompanied with the increase of diameter of log, but its ratio of increase reduced when crossed over a range of diameters, and this trend was most distinguished on *M* side in the trees (Figs. 11 and 12).

Branch Knots in Logs

1) Number of branch knots

Coinciding with the result on the Kamabuchi *Cryptomeria* in the previous report, there was an average of about 20 branch knots per lineal meter of log length for all heights in the

trees, but number of branch knots near the stump was fewer in the Nishikawa than in the Kamabuchi *Cryptomeria* (Table 5).

Percentage of the number was larger in *V* direction than in *M* direction over all heights in tree, larger in superior tree growth than in inferior tree growth (Figs. 13 to 15 and Table 6), and percentage of the number in each class for the maximum diameter of a branch knot at the outer end of the live portion revealed that the larger diameter classes appeared in *V* more so than in *M* direction, in larger breast height diameter class than in the smaller class (Figs. 16 to 18), and these tendencies were approximately similar to those of the Kamabuchi *Cryptomeria*.

2) Length of branch knots

The radial length and number of annual rings of live and dead portion of the branch knot within the trunk, and included in any clear wood present between the end of the overgrown knot and bark were measured by the sawing method II.

The radial length and age of the live branch knot portion increased on the average from below upward in the range of clear length of trunk, and then they decreased in the range of stem in the crown. Average of them in clear length was 31.9 *mm* and 9.7 years, which is smaller compared with the case of the Kamabuchi *Cryptomeria* of 41.7 *mm* and 12.2 years (Fig. 19). It would seem that this difference was due rather to the planting density than to the pruning of stand. Length of live-knot portion increased on the average also from the smaller to the larger diameters of trees or branch knots, but a few were different according to the standing sides in the trees (Figs. 20 to 27).

Average of the length and age of the dead-knot portion increased in the range of clear length of trunk according to the increase of height in tree, of which the tendency was inverse to the case of the Kamabuchi *Cryptomeria*, and they averaged 9.8 *mm* and 5.1 years, which were considerably smaller than the 20.6 *mm* and 9.9 years of the Kamabuchi *Cryptomeria* (Fig. 28). They also had a nearly inversely proportional relation with the diameter of branch knots and a proportional one with the diameter of trees, which were uncertain in the case of the Kamabuchi *Cryptomeria* (Figs. 29 and 30).

The length and age of clear wood portion decreased on the average from the smaller to the larger trees, or branch knots, and from below upward, which were similar to the Kamabuchi *Cryptomeria*, but differences due to standing sides in the tree were small (Figs. 31 to 37).

From the data on the live-, dead-knot and clear wood portions, a clear picture of the variations of the branch knot in the total length and age was presented by diagrams representing averages in relation to heights and sizes of branch knots (Figs. 38 to 41).

3) Angle of branch knots

Angles of branch knots, the angle between the longitudinal direction of a tree and the

branch knot axis, for live portions ranged from 40 to 100, and the mode was situated at 60~70 degrees, and for dead portions from 40 to 110, and 70~80 degrees at any height (Fig. 42), which were somewhat smaller than the case of the Kamabuchi *Cryptomeria*. The differences due to heights, standing sides in the tree and sizes of branch knots were present to some extent as shown in Figs. 43 and 44.

4) Effect of branch knots on the surface of log

Log surface patterns without bark effect by the existence of branch knots in the wood were grouped into four relatively distinct classes, two based on very easy-to-recognize abnormalities, and two others in which features were identifiable in the normal surface pattern.

Increasing percentages of knots resulting from broken branches from below upward, those of the discriminatable knots by conditions of log face were smaller than the case of the Kamabuchi *Cryptomeria* at the same height in the tree in the range of clear length of trunk. Approximately the same trends of the discriminatable knots as the case of the Kamabuchi *Cryptomeria* concerning the differences according to the sizes of branch knots, standing sides in the tree and the tree growth etc. were presented. The averaged trend of the deeply buried branch knots which were the undiscriminatable knots by conditions of log face was inverse to those of broken branches. Those results are shown in Figs. 45 to 50.

Knots on the Flat-grain Surface

Knots on the flat-grain surfaces sawn by sawing method I were measured on each *unit cutting* (2 times the distance from pith \times unit length of study log), and the number of those studied is given in Table 9.

1) Number of knots

An average number of knots on unit cuttings per lineal meter or unit width (n) was in an inverse proportional relation with the distance from the pith (r) at any given height, and in a comparison of cuttings at the same r , n were more in the larger trees. These tendencies were coincident to the case of the Kamabuchi *Cryptomeria*, though in the Nishikawa *Cryptomeria*, the ratio of the decrease of n according to the increase of r was larger and n was most in V and least in M side at any height in tree (Figs. 51 to 56).

2) Unit cuttings free from knot

Percentages of the knot-free cuttings ($n=0$), alike to the case of the Kamabuchi *Cryptomeria*, were higher in M than in V side, farther out from the pith, nearer the stump than higher in the trees, and at the same r in the smaller than the larger trees, but, the absolute number of knot-free cuttings percentage on the Nishikawa *Cryptomeria* presented several times that of the Kamabuchi *Cryptomeria* (Figs. 57 to 59).

3) Size of knots

On the unit cuttings at the same r , the average diameters of knots measured as the least

diameter increased from below upward and from the smaller to the larger trees like the case of the Kamabuchi Cryptomeria, but the difference due to standing sides was small. The size of knots increased linearly farther out from the pith, but decreased above the 51 mm (85 mm in the Kamabuchi Cryptomeria) distance from the pith. The ratio of the average size of knots to the width of the face in which they occurred varied from about 20 near the pith to about 5 per cent on the cutting of 85 mm (102 mm in the Kamabuchi Cryptomeria) from the pith. From the relationship between r and total diameters on unit cutting, it should be distinctly noted that diameters of the live-knot portions increase on the average farther out from the pith and those of dead-knot portions decrease with further growth in the tree, but, r of this border was smaller on the Nishikawa than the Kamabuchi Cryptomeria. These results are shown in Figs. 60 to 67.

4) Distribution of knot sizes

The range of diameters of knots on the flat-grain surfaces measured in this study was from 1 to 30 mm, which was considerably smaller than the case of the Kamabuchi Cryptomeria which ranged from 1 to 40 mm. The general tendencies of their frequency distribution were almost similar in such a way on both sample tree groups that most knots near the pith were small knots less than 10 mm in diameter, at any standing side, but at the cuttings farther out from the pith a frequency distribution of knot diameter classes showed a normal form (Fig. 68). However, in a comparison of the forms in the frequency distributions at the same r , it was noticed that the cuttings at $r=34$ and 51 mm of the Nishikawa Cryptomeria were corresponding to the cuttings at $r=51$ and 85 mm of the Kamabuchi Cryptomeria.

The differences in the form of the distribution of knot sizes due to the heights and sizes in trees were small (Figs. 69 and 70):

5) Total area of knots

The relations of the total area of knots on a unit cutting to r were shown by the parabola curves indicating the maximum values at $r=34$ mm, which were most in V and least in M side (Fig. 71), and were more regular than the case of the Kamabuchi Cryptomeria. The ratio per cent of the total area of knots to the unit cutting area was inversely proportional to r (Fig. 72). Both the total area of knots on a unit cutting and its ratio per cent were nearly proportional to the heights in the tree, and increased from the smaller to the larger trees (Figs. 73 to 76).