

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

加 納 孟⁽¹⁾
枝 松 信 之⁽²⁾
蕪 木 自 輔⁽³⁾

目 次

I まえがき.....	50
II 供試木.....	51
III 節の調査方法.....	54
1. 調査方法についての一般的な事項.....	54
2. 調査法Ⅰ——だら挽きによる調査.....	55
3. 調査法Ⅱ——正角木取りによる調査.....	55
4. 調査法Ⅲ——みかん割りによる調査.....	56
IV 丸太に含まれる節枝.....	58
1. 節枝の分布図.....	58
2. 節枝の数.....	59
3. 節枝の長さ.....	65
4. 節枝の上向角.....	72
5. 節枝と丸太外面の状態.....	74
V 挽材面にあらわれる節.....	77
1. 節の数.....	78
2. 節のあらわれない挽材面.....	79
3. 節の大きさ.....	81
4. 節の大きさの分布.....	83
5. 節の面積.....	87
VI 挽材面の欠点としての節.....	89
1. 節の形質.....	89
2. 節の数.....	90
3. 節のない挽材面.....	92
4. 節の大きさ.....	93
5. 節数比と節径比.....	96

(1) 木材部木材材料科材質第二研究室長・林学博士 (2) 木材部木材加工科製材研究室長
(3) 木材部木材材料科材質第二研究室員

VII 心もち正角の節.....	96
1. 正角の節数.....	97
2. 正角の節の大きさ.....	99
3. 正角の節数比と最大節径比.....	101
4. 正角の節に対する用材規格の適用.....	101
VIII 要 約.....	104
文 献.....	108
Résumé.....	109

I ま え が き

わが国の素材生産量の約 30 %を占めるスギは、大部分が製材用として利用され、全素材生産量の約 70 %におよぶ製材用原木の約 40 %と推定され、製材用原木の首位樹種となつている⁹⁾。このように、スギが製材用原木として最も重要なものとなつているのは、材質がすぐれ、用材利用の途が広いばかりではない。スギがわが国において最も古くから最も広く造林されてきたという事実は、造林上からいつでも他の樹種にまさる種々の長所をもっていることを示している¹⁰⁾。このような製材用原木としての、あるいは造林樹種としてのスギの重要性は将来もかわらないであろう。しかし、供給される原木がますます小径木となりつつあることは今日でも認められているところであつて、将来も樹令 50 年程度以下のスギ造林木が製材用原木の主体をなすであろうことは容易に想像される。したがつて、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ことは、用材利用上のみでなく、林木の保育形式を検討する上にも重要なことである。

この研究は、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しようとするものである。ここでいう製材用原木としての品質というのは、丸太を製材した場合に期待しうる製材品の品質と形量および歩止まりによつて判断されるべきものである。

製材品の品質としては、無欠点材の強度的、物理的およびその他の工芸的性質で示さないで、欠点のあらわれ方をその指標とするのが普通である。実用されている木材規格の品質区分はこのような評価にもとづいている。すなわち、木材規格でいう製材品の品等は、欠点のあらわれ方の程度を示すものである。したがつて、このような意味での製材品の品質評価は、全く異質のものとの比較やいわゆる銘木といわれるようなきわめてすぐれた材質のものには適用しがたいが、この研究の対象となる樹令 50 年程度以下のスギ造林木から生産されるような製材品に対しては妥当なものであると考えられる。

この場合、品質指標としてとりあげるべき欠点としては、林木の保育形式と関連して普遍性のない欠点（偶発的なものや素材および製材の取扱い上生ずるもの、たとえば腐れ、虫食い、変色、木口および材面の割れなど）は除かれるべきである。健全な状態で生育したスギ造林木から木取つた製材品にさけられない欠点の原因となる丸太の性質として最も主要なものは、幹に含まれる枝（節枝）の状態と幹のかたちである。林木の生育に必要な枝は、樹幹の肥大成長にともない材中にまきこまれ、挽材面に節としてあらわれる。幹のかたちは、丸太の完満度、通直性、木口断面の偏心、真円度などで示され、製材品の丸身、目切れなどのあらわれ方に影響するのみでなく、樹幹の内部応力のアンバランスにもとづく製材品の反り、

曲りおよびねじれを生ずる可能性を暗示する。

さらに、幹のかたちが木取りうる製材品の形量および歩止まりを左右する決定的な因子となることはない。

筆者らは、上に述べたような考え方から、代表的な保育形式のスギ造林木について、節、幹のかたちなどの製材用原木としての品質指標となるべきものの調査を計画した。この調査の具体的な目的は、次のような諸点についての資料をうるにある。

- 1) スギ造林木から採材した丸太がもつ製材用原木としての欠点要素の実態。
- 2) スギ小径丸太の製材木取り法と欠点のあらわれ方の関係。
- 3) スギ小径丸太から木取った製材品の品質の実態とそれに対する適正な品等区分法。
- 4) 製材用原木としての品質からみたスギの保育形式の比較検討。

この報告は、ほとんど手入れされていないと考えられるスギ造林木の節について行つた調査結果であつて、このような調査結果の累積によつてこの研究の目的の全般が達せられるにいたることを期している。また、この調査は、上述の研究計画の最初のものとして、調査方法検討の意味をも含んでいる。

なお、針葉樹についてのこれに類する研究としては、枝打ちの研究として材中の節枝を観察したもの¹⁾やスギ小径丸太から製材された正角の節および丸身を製材品生産の場において調査したもの²⁾などがある。既往の研究結果では、いずれもこの研究と異なる目的性をもつため、林地における生産条件と製材用原木としての品質との関係については明確な結論をえられない。

この報告における調査の企画および実施にあつては、斎藤美鶴場長、小倉武夫木材部長および東大農学部平井信二教授の御指導をえ、現地調査および供試木の採材については、当時の釜淵分場長伊藤一雄技官および同分場の多くの方々の御援助をえた。また、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・中川伸策・佐藤義昌・小田正一の諸氏の共同作業による御協力があつた。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

この調査のために伐採した林分は、1953年国有林から林業試験場釜淵分場（山形県

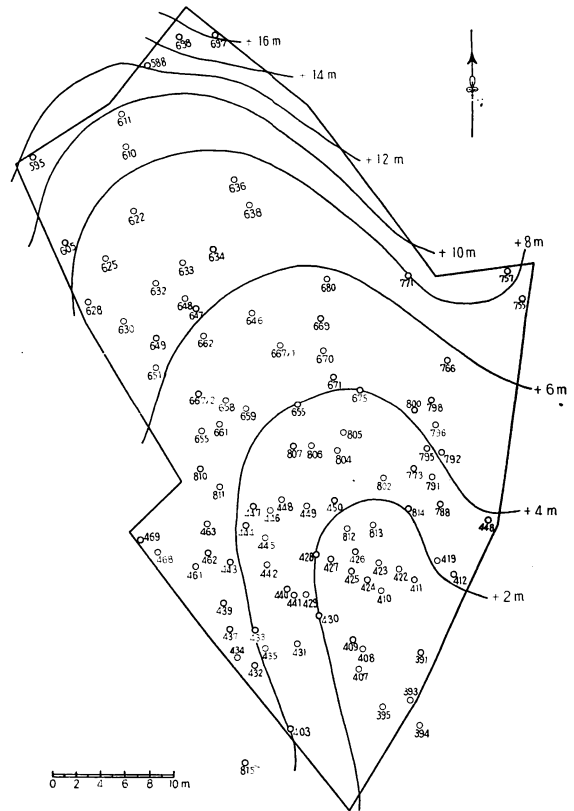


Fig. 1 供試木位置図
Sampling plot

最上郡真室川町大字釜淵)に移換された同分場周辺のスギ造林地約 21 ha の一部であつて、その地形は Fig. 1 に示すように、ほぼ南西方向の傾斜面である。

供試木を採材した林分は 1909 年 11 月に 4 年生苗を新植 (3,000 本/ha) したもので、この調査のために伐倒したとき (1956 年 8 月) の樹令は 51 年生にあたる。林歴についての記録によれば、最近に至つてつ切り、除伐、間伐などが数回行われたようであるが、供試木の外観などからみて、ほとんど無手入れにちかいものと判断されるような林分であつた。

この林地のうち約 0.146 ha の区域をえらんで 103 本の供試木を皆伐した。つまり、調査地の ha 当り立木本数は約 700 本である。各供試木については、その生育する傾斜面の山側方向を幹に記入し、節の調

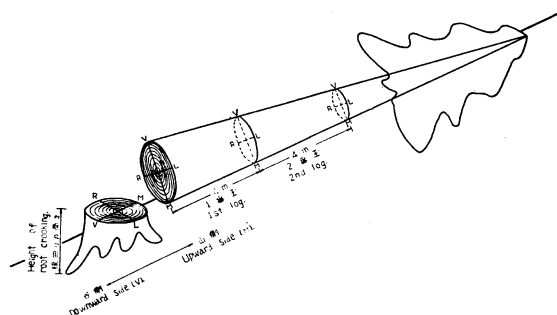


Fig. 2 供試丸太の採材と幹の方位
Sampling study logs and marking stand side

査における基準となる方位とみなした。この山側およびその反対方向の谷側で示される方位は、それぞれの供試木の生立する局地的な傾斜 (Fig. 1 に供試木の配置図を示す) にかなり影響されていると考えられ、節の調査にあたつて区別した幹の 4 方位 (Fig. 2 に示す M, V, L, R) のうち M-L は斜面の上側 (山側) に、V-R は斜面の下側 (谷側) にあたっていることが多かった。

伐倒した供試木は、根曲がり部分 (大部分のものが地上高約 1 m 未満) を除いて、材長 4 m の丸太を 2 番玉まで採材し、節測定のための供試丸太とした。これらのうち、根曲がり部分が非常に大きいもの、極端な劣勢木で幹に著しい曲りのあるもの、二又木などの 6 本の立木から採材したものは供試丸太から除いた。結局、調査の対象とした丸太を採材した供試木は 97 本で、その胸高直径、樹高、枝下高などの立木時の状態を Table 1 に示す。

Table 1. 供試木の概要
Sample trees

1 供試木番号 Sample tree No.	2 胸高直径 (cm) Breast-height diameter	3 樹高 (m) Height	4 枝下高 (m) Clear length	5 樹冠幅 (m) Width of crown	6 枝下高率 (%) Percentage of clear length	7 完満度 Degree of full-body	8 材積 (m ³) Volume	9 枝条量 (m ³) Volume of branch	10 枝条率 (%) Percentage of branch volume
調査法 I (Sawing method I)									
408	16	15.3	6.7	3.5	43	95	0.154	0.0053	3.4
427	22	17.4	8.7	3.6	50	79	0.317	0.0070	2.2
431	19	15.7	6.8	4.0	43	82	0.225	0.0061	2.7
435	22	18.0	9.0	4.0	50	81	0.340	0.0091	2.7
437	19	14.5	9.3	3.3	64	76	0.210	0.0064	3.0
605	31	21.0	10.4	4.4	49	67	0.742	0.0154	2.1
795	14	12.3	6.8	3.6	55	87	0.104	0.0038	3.7
802	25	18.2	8.2	3.2	45	72	0.424	0.0121	2.9
調査法 II (Sawing method II)									
391	28	18.0	5.0	3.9	27	64	0.515	0.0218	4.2
393	21	15.3	6.2	3.2	40	72	0.251	0.0061	2.4
394	26	15.7	3.5	4.0	22	60	0.392	0.0144	3.7
395	23	14.3	4.7	4.0	32	61	0.270	0.0118	4.4

Table 1 (つづき)

1 供試木番号 Sample tree No.	2 胸高直径 (cm) Breast-height diameter	3 樹高 (m) Height	4 枝下高 (m) Clear length	5 樹冠幅 (m) Width of crown	6 枝下高率 (%) Percent-age of clear length	7 完満度 Degree of full-body	8 材積 (m ³) Volume	9 枝条量 (m ³) Volume of branch	10 枝条率 (%) Percent-age of branch volume
400	14	12.8	8.0	3.2	62	91	0.091	0.0021	2.3
407	26	16.8	6.9	3.0	40	64	0.423	0.0123	2.9
409	22	17.6	8.2	3.2	46	80	0.340	0.0086	2.5
410	18	14.8	5.2	2.8	34	81	0.190	0.0048	2.5
411	19	12.2	2.7	2.8	22	64	0.166	0.0047	2.8
412	22	15.4	6.3	4.8	40	70	0.272	0.0154	5.7
418	24	15.9	7.8	3.4	48	66	0.342	0.0072	2.1
419	21	14.8	6.9	3.4	46	70	0.251	0.0085	3.4
422	20	15.5	7.1	4.0	45	77	0.230	0.0079	3.4
423	20	16.2	9.8	3.0	60	81	0.246	0.0077	3.1
424	22	16.2	3.1	4.8	18	73	0.294	0.0130	4.4
425	21	16.7	5.9	4.4	35	79	0.289	0.0085	2.9
426	20	17.0	9.1	3.8	53	85	0.262	0.0062	2.4
428	26	17.5	9.3	3.1	53	67	0.453	0.0068	1.5
430	18	16.1	8.2	2.9	50	89	0.204	0.0042	2.1
432	19	16.1	6.4	3.6	39	84	0.225	0.0070	3.1
439	18	15.6	9.6	3.8	61	86	0.204	0.0079	3.9
440	15	13.3	9.8	2.4	73	88	0.118	0.0026	2.2
442	20	15.0	6.8	4.0	45	75	0.230	0.0072	3.1
443	23	16.8	9.3	4.0	55	73	0.342	0.0068	2.0
444	15	15.7	9.5	3.0	60	104	0.146	0.0024	1.6
445	26	18.5	9.7	3.0	52	70	0.453	0.0088	1.9
446	24	18.8	10.0	4.0	53	78	0.422	0.0137	3.2
449	28	20.5	9.0	4.0	43	73	0.622	0.0189	3.0
461	19	17.5	8.1	4.0	52	91	0.239	0.0122	5.1
462	20	15.9	8.9	3.6	55	79	0.246	0.0102	4.1
463	24	16.5	8.7	4.6	52	68	0.368	0.0111	3.0
468	14	13.8	7.2	2.8	51	98	0.112	0.0038	3.4
469	15	13.3	8.5	2.8	63	88	0.118	0.0023	1.9
588	17	18.8	9.4	3.0	50	110	0.200	0.0051	2.6
610	31	23.7	12.9	3.8	54	76	0.874	0.0344	3.9
622	27	22.2	12.5	4.0	56	82	0.619	0.0131	2.1
628	27	20.1	9.8	4.0	48	74	0.551	0.0147	2.7
630	28	21.3	12.3	3.2	57	76	0.622	0.0119	1.9
632	29	21.0	11.6	4.2	55	72	0.611	0.0158	2.4
633	27	22.3	12.0	3.8	53	82	0.619	0.0121	2.0
634	35	23.5	8.3	4.8	35	67	1.078	0.0348	3.2
636	18	19.0	14.1	3.0	74	105	0.244	0.0033	1.4
638	17	16.5	10.0	3.8	60	97	0.196	0.0055	2.8
646	19	17.6	10.0	4.1	56	92	0.254	0.0074	2.9
647	29	22.9	9.5	4.0	41	78	0.740	0.0170	2.3
648	32	21.9	10.5	5.2	47	68	0.830	0.0171	2.1
649	26	20.5	12.5	4.2	60	78	0.548	0.0150	2.7
651	23	19.0	11.3	5.2	59	82	0.392	0.0138	3.5
655	25	19.0	10.9	3.1	98	76	0.453	0.0072	1.6
658	30	22.3	12.0	3.6	53	74	0.742	0.0195	2.6
659	15	15.0	4.4	4.4	35	100	0.137	0.0059	4.3
661	25	20.2	11.7	3.0	57	80	0.482	0.0072	1.5
662	26	19.7	10.2	3.8	51	75	0.516	0.0138	2.7
665	27	19.1	8.3	4.0	43	70	0.517	0.0251	4.9
667(1)	23	18.9	10.0	3.0	52	82	0.392	0.0093	2.4
667(2)	23	19.6	11.4	4.3	58	85	0.418	0.0136	3.3
669	16	14.2	11.2	2.4	78	88	0.143	0.0010	0.7

Table 1 (つづき)

1 供試木番号 Sample tree No.	2 胸高直径 (cm) Breast- height diameter	3 樹 高 (m) Height	4 枝下高 (m) Clear length	5 樹冠幅 (m) Width of crown	6 枝下高率 (%) Percent- age of clear length	7 完満度 Degree of full- body	8 材 積 (m ³) Volume	9 枝 条 量 (m ³) Volume of branch	10 枝 条 率 (%) Percent- age of branch volume
671	27	16.8	12.9	3.4	76	62	0.451	0.0096	2.1
675	16	15.3	11.2	2.8	73	95	0.154	0.0017	1.1
680	16	14.6	6.9	2.6	47	90	0.154	0.0035	2.3
697	17	15.2	6.8	3.4	44	89	0.172	0.0061	3.5
698	18	15.2	6.0	4.2	39	84	0.190	0.0047	2.5
755	17	13.5	8.0	3.2	59	79	0.160	0.0059	3.7
757	17	14.4	8.7	3.0	60	84	0.160	0.0023	1.4
766	17	15.0	7.0	2.8	46	88	0.172	0.0069	4.0
771	14	13.0	8.7	2.6	66	92	0.104	0.0032	3.1
788	20	15.8	4.9	4.2	31	78	0.214	0.0021	1.0
791	15	14.1	10.1	2.4	71	94	0.127	0.0019	1.5
792	15	12.9	8.7	3.0	67	85	0.118	0.0026	2.2
793	15	13.0	5.2	3.4	40	86	0.118	0.0045	3.8
798	18	13.4	5.5	3.4	41	74	0.164	0.0063	3.8
800	14	14.0	7.9	3.0	56	100	0.112	0.0046	4.1
804	19	(12.5)	6.9	3.6	54	65	0.181	0.0045	2.5
805	23	18.0	11.2	2.8	62	78	0.367	0.0060	1.6
806	20	17.2	8.4	4.0	48	86	0.262	0.0081	3.1
807	30	20.3	9.9	3.8	48	67	0.660	0.0148	2.2
810	28	21.4	12.5	4.2	58	76	0.622	0.0078	1.3
811	23	17.4	10.2	3.8	58	75	0.242	0.0089	3.7
812	15	15.0	9.0	2.8	60	100	0.137	0.0044	3.2
814	22	17.4	6.9	3.0	39	78	0.317	0.0108	3.4

調査法 III (Sawing method III)

429	29	20.0	7.6	4.1	37	68	0.623	0.0122	2.0
433	21	18.1	11.3	4.0	62	86	0.359	0.0084	2.3
447	15	16.7	8.3	3.4	49	111	0.156	0.0028	1.8
448	24	20.0	10.4	4.0	52	83	0.449	0.0105	2.3
595	32	25.2	9.3	4.0	37	79	0.858	0.0403	4.7
611	22	22.7	13.9	4.0	61	103	0.339	0.0132	3.9
625	27	21.4	13.2	4.0	61	79	0.585	0.0138	2.4
670	18	17.2	11.2	3.0	65	95	0.217	0.0038	1.8
815	14	14.9	7.0	3.9	47	106	0.106	0.0044	4.2

I・II・III 総平均 Average

	22	17.2	8.8	3.6	51	81	0.341	0.0094	2.8
--	----	------	-----	-----	----	----	-------	--------	-----

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
樹高の()は心止まり

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

Ⅲ 節の調査方法

1. 調査方法についての一般的な事項

丸太に含まれた節枝(枝が幹にまきこまれたものを節枝と称することにする)の状態や挽材面における節(節枝の断面)のあらわれ方を知るために、3種の異なる調査方法を実施した。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あるが、木取り方法がそれぞれ異なる。これには、はじめに述べたように、調査方法検討の意味も含まれている。

この場合、曲りの顕著なもの以外は、原則として4 m 丸太の両木口断面の樹心を結ぶ直線を丸太の樹心軸とみなした。節のあらわれ方についてその位置の表示は、材の4方位（Fig. 2）、樹心からの水平距離および立木のときの地上高であらわすこととし、地上高は1 m を単位材長とした。また、挽材面にあらわれる節の大きさは、その最小径を1 mm 単位で測定して示すこととした。これは、節枝横断面の直径をあらわすことになる。

丸太の木取りおよび小割りは、製材研究室設置の42 in 自動送材車付帯鋸機および36 in テーブル帯鋸機で行い、補助的に16 in 円鋸昇降盤を使用した。

2. 調査法Ⅰ——だら挽きによる調査

剥皮した供試丸太を Fig. 3 に示すようにだら挽きし、節枝1本ごとに、丸太材面（外面）の状態、各耳付板の挽材面にあらわれる節の状態を追求めた。丸太材面においては、節枝のあらわれ方（枝あるいはかくれ節による凹凸痕の有無および状態）を観察するとともに、その位置および大きさを測定した。挽材面の節については、その位置、大きさおよび流れ節（節枝が縦断されたもの）の丸太樹心軸に対する傾斜角度（節の上向角）を測定した。

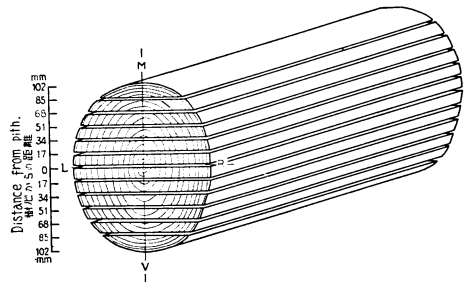


Fig. 3 調査法Ⅰにおける木取り
Sawing method I

これらの測定値から、丸太の縦断面および横断面における節枝の分布図がえられ、丸太に含まれる節枝および任意の挽材面における節の状態を知りうる。しかし、観察、測定および作図がきわめて煩雑であったので、この方法による調査は少数の供試木にとどめ、調査結果から節枝の分布図を作成し、丸太に含まれる節枝の分布状態を概観するとともに、だら挽き材面にあらわれる節の実態をうかがう資料とした。

この方法によつて調査した供試木は、Table 1 に示す8本で、したがって、材長4 m の丸太16本を供試丸太とした。

3. 調査法Ⅱ——正角木取りによる調査

供試丸太を、Fig. 4 に示すように、樹心を中心にし、幹の山側（M）および谷側（V）が相対する2材面となる正角に木取り、順次小さな正角に小割りし、最後には34 mm 角の心もち挽割りとした。最初の木取りは、Fig. 4 に示す寸法範囲で、4 m 長の供試丸太の元口断面において丸身を生じない最大寸法で行った。

最初に木取る最大の正角は、自動送材車付帯鋸機で挽材し、その後の正角を小さくする小割り作業は、主としてテーブル帯鋸機で行った。供試丸太の材質的な原因で、最初木取った正角に曲りが生じた場合も、曲つた材面に平行になるように小割りし、測定の対象と

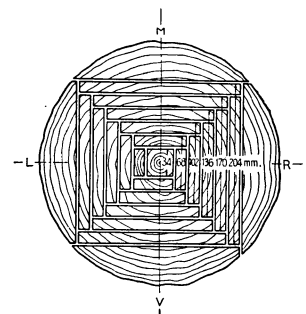


Fig. 4 調査法Ⅱにおける木取り
Sawing method II

なる材面の樹心からの距離が一定になるように注意した。

このようにして順次正角を木取ることに、各挽材面にあらわれる節の数および大きさを測定した。節の測定は、地上高（材長）1 m ごとの部分を単位材面として行い、単位材面の測定結果ごとにソートカードに記載した。ソートカードは、単位材面の幹の 4 方位（M, V, L, R）、地上高、樹心から材面までの距離、節の大きさ別個数、供試木の立木条件などを分類しうるように設計されたもの（Fig. 5）で、これによつて諸条件と節の関係を求めることとした。

①	節の大きさ別個数	~5 mm	~10 mm	~15 mm	~20 mm	~25 mm	~30 mm	~35 mm	~40 mm	~45 mm	~50 mm	50 mm 以上	合計
	数												
②	地上高 (m)	1~1	3~3	5~5	7~7	9~9							
	平均中央直径 (cm)	1~5	4~20	7~35	10~50	13~60							
③	樹心からの距離 (mm)	1~17	4~68	7~119	10~170	13~221							
	方位	M	V	L	R								
④	樹高 (m)	1~10	4~16	7~22	10~28								
	胸高直径 (cm)	1~10	4~25	7~40	10~55								
⑤	枝下高 (m)	1~2	4~8	7~14	10~20								
	完満度 (%)	1~50	4~80	7~110	10~140	13~170	16~200						
⑥	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑦	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑧	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑨	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑩	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑪	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑫	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑬	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑭	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑮	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑯	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑰	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑱	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑲	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
⑳	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉑	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉒	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉓	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉔	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉕	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉖	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉗	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉘	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉙	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉚	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉛	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉜	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉝	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉞	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㉟	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊱	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊲	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊳	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊴	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊵	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊶	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊷	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊸	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊹	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊺	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊻	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊼	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊽	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊾	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							
㊿	樹令 (年)	1~20	3~40	5~60	7~80	9~100							
	樹令 (年)	2~30	4~50	6~70	8~90	10~100							

Fig. 5 調査法Ⅱに用いられたソートカード
Hand sort punched card used for sawing method II

スギのような針葉樹の枝は、大部分が樹心から発生すると考えられるから、このような木取りによつて丸太に含まれるほとんどすべての節枝を、挽材面（板目材面）においてそれを横断した節のかたちで追求しうる。この調査方法は、丸太の樹心軸と平行な挽材面をつくる複雑さなどの点で、木取り技術上に多少の難点はまぬがれないが、測定作業および測定結果のとりまとめが比較的容易であるので、供試木の大部分はこの方法による調査にあてた。ただし、この調査法では観察が困難な節枝の質および形態的な事項は、次に述べる調査法Ⅲによつた。

この方法によつて調査した供試木は、Table 1 に示す 80 本であるが、1 本しか丸太を調査しなかつた供試木が 2 本あるので、供試丸太の数は 158 本となる。

4. 調査法Ⅲ——みかん割りによる調査

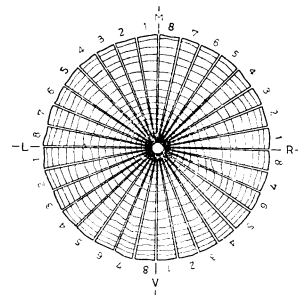


Fig. 6 調査法Ⅲにおける木取り
Sawing method III

供試丸太を、Fig. 6 に示すように、樹心を中心に
して 32 等分されるようにみかん割りした。供試丸
太は最初自動送材車付帯鋸機で M-V および L-R
を丸太の樹心を通して胴割りされ、これによつて生
じた丸太の 1/4 がテーブル帯鋸機の設定を傾斜させ
ることにより 8 等分にみかん割りされた。

これらの挽材面（正征目材面）には、節枝の縦断
面があらわれる。これを観察することによつて、節
枝 1 本ごとに、その位置、丸太材面における状態、
生節部分の最大節径（節枝の径と称することにする）、
節枝の上向角および生節、死節、無節部分の
それぞれの水平投影長および年輪数など Fig. 7 に
示す節枝の縦断面の状態を示す諸要素を調査した。
挽材面における節のあらわれ方が明確でない場合
は、円鋸昇降盤により正確な節枝の縦断面を求めて
測定した。

この方法による調査は、前述したように、調査法
Ⅱによつて観察しがたい各節枝の性状を明らかにす
ることを主眼としたもので、各節枝ごとに、その調
査結果をソーカード（Fig. 8）に記載し、これに

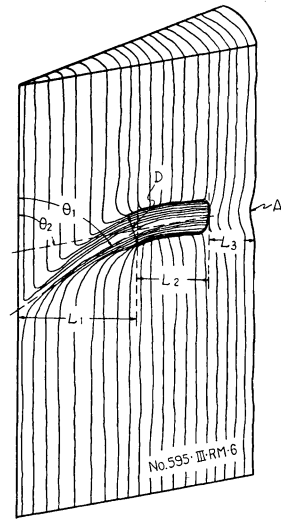


Fig. 7 節枝の測定要素

L₁: 生節部分の投影長, L₂: 死節部分の投影長,
L₃: 無節部分の幅, D: 節枝の径, θ_1 : 生節の上
向角, θ_2 : 死節の上向角, A: 丸太外面の状態

Measuring elements for branch knot

L₁: Projective length of live-knot, L₂:
Projective length of dead-knot, L₃: Clear
wood length, D: Diameter of branch knot,
 θ_1 : Angle of live-knot, θ_2 : Angle of dead-
knot, A: Conditions of log face.

●●

よつて諸条件と節枝の性状との関係を求めた。

この方法によつて調査した供試木は、Table 1 に示す 9 本である。

Ⅳ 丸太に含まれる節枝

1. 節枝の分布図

丸太に含まれる節枝の分布についての概念をうるため、調査法 I（だら挽きによる調査）の結果からえられる供試丸太の節枝の分布図のうち、成長のよい供試木 No. 605 と成長のよくない供試木 No. 408 (Table 1 参照) の垂直および水平分布図について概観する。

(1) 節枝の垂直分布図

供試丸太を、幹の山側と谷側の 2 部分にわけて考え、それぞれの部分に含まれている節枝の垂直分布図を供試木別に Fig. 9 および 10 に示す。節枝は必ずしも丸太の樹心に直角ではないが、垂直分布図ではその先端位置を基準にして水平に描き、また、節の太さや生死については無視して図示してある。図において、細線は丸太外面がほぼ平滑な節枝を、太線は、丸太外面に露出しているかまたは凹凸痕があつてその存在を外面で判別しうる節枝を示す。

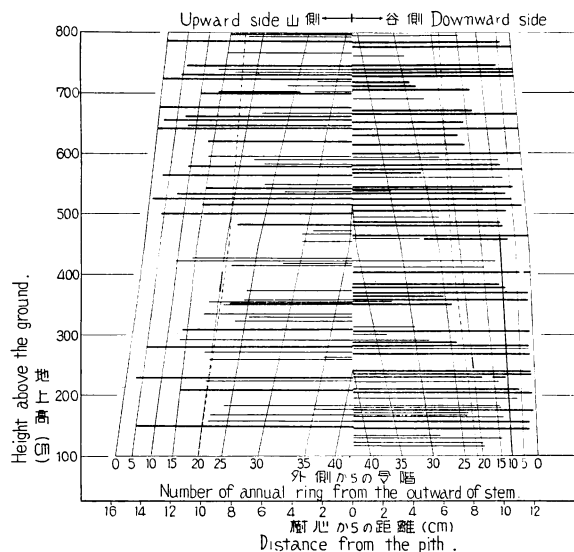


Fig. 9 節枝の垂直分布 (供試木 No. 605)

Vertical distribution of branch knots
(sample tree No. 605)

- 丸太外面で判別できる節枝
Discriminatable branch knot by conditions of log face.
- - 丸太外面で判別できない節枝
Undiscriminatable branch knot by conditions of log face.
- 辺・心材の境界
Border of sap- and heartwood.

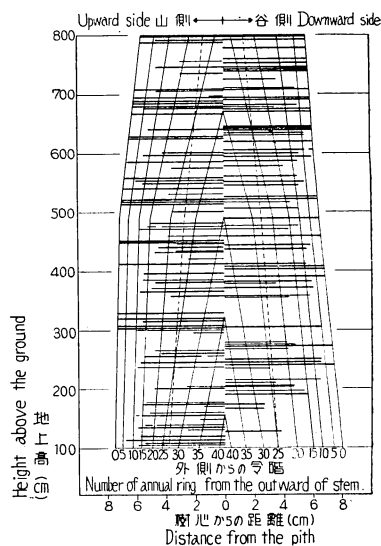


Fig. 10 節枝の垂直分布 (供試木 No. 408)

Vertical distribution of branch knots
(sample tree No. 408)

- 丸太外面で判別できる節枝
Discriminatable branch knot by conditions of log face.
- - 丸太外面で判別できない節枝
Undiscriminatable branch knot by conditions of log face.
- 辺・心材の境界
Border of sap- and heartwood.

これらの例によれば、地上高 1~8 m の幹に含まれている節枝の総数は、Table 2 に示すように、140~150 本程度である。したがって、材長 7 m の間に存在する節枝の平均間隔は約 5 cm となる。ごく概括的にみれば、節枝は、供試材長の全般にわたって分散しているといえるが、詳細にみれば、間歇的に偏在していることがわかる。しかし、その最大間隔は、幹全部としては約 25 cm、山側または谷側のみについては約 50 cm 程度である。このことから、調査法ⅡあるいはⅢにおけるように節枝の分布を示す単位材長を 1 m とすることは、妥当であると考えられる。

Table 2. 供試木 No. 605 および No. 408 の節枝数（地上高範囲：1~8 m）
Number of branch knots on sample tree No. 605 and No. 408 (height in tree: 1~8 m)

丸太外面の状態 Conditions of log face	節 枝 の 数 Number of branch knots					
	No. 605			No. 408		
	山 側 Upward side	谷 側 Downward side	計 Total	山 側 Upward side	谷 側 Downward side	計 Total
節 枝 露 出 Visible knot	4	10	14	23	31	54
凹 凸 痕 あり Uneven	22	40	62	28	24	52
平 滑 Flat	38	27	65	29	18	47
計 Total	64	77	141	80	73	153

山側と谷側の節枝について比較してみると、総計では供試木によって不同であるが、丸太外面に露出しているものは谷側に、丸太外面が平滑で節枝の存在を判別できないものは山側に多いことがいずれの供試木についてもいえる。

また、供試木別に節枝をみると、総計では大きな差はないが、丸太外面に露出しているものは、成長が劣り、枝下高の低い供試木 No. 408 に多く、丸太外面が平滑なものは、成長がよく、枝下高の高い供試木 No. 605 においてずつと多い。このことは、林木の成長や枝下高が、丸太外面に関連しての節枝のあり方に大きな影響をもつことを示すものと考えられる。

(2) 節枝の水平分布図

供試丸太の地上高 1 m ごとに含まれる節枝の丸太横断面における投影を求めた節枝の水平分布図を、供試木 No. 605 について Fig. 11—(1)~(7) に、No. 408 について Fig. 12—(1)~(7) に示す。図に示す丸太断面の大きさは、1 m の各単位材長の中央における径にもとづく。断面円周上の凹凸は、節枝による丸太外面の状態を示し、LR に平行な直線は、調査におけるだら挽き木取り線である。また、点線の円は辺心材の境界を示す。

これらの図から、節枝の水平分布の様相をだいたい察知できる。節枝は、丸太横断面において各方位に同じように分布するわけではなく、いずれかの方位に偏在するのが普通のようなのであるが、その供試木の状態地上高などとの関係は、これらの例のみでは明確にしがたい。

2. 節枝の数

(1) 地上高および幹の方位と節枝の数

スギのような針葉樹の枝は、ほとんどすべて樹心から発生する。したがって、調査法Ⅱによつて測定した挽材面にあらわれる節の数は、樹心に近い挽材面ほど多く、樹心に近い 4 材面にあらわれる最大の節数

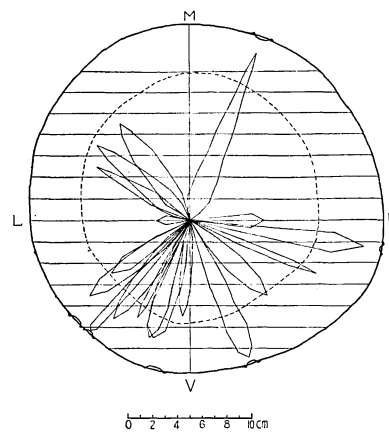


Fig. 11-(1) 地上高
Height in tree: 1~2 m

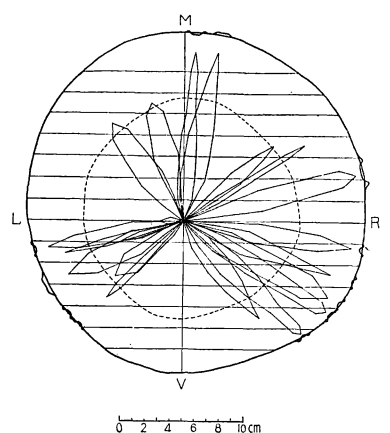


Fig. 11-(2) 地上高
Height in tree: 2~3 m

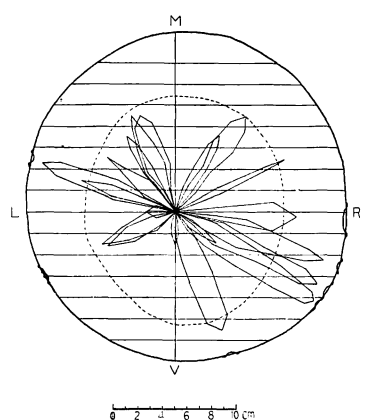


Fig. 11-(3) 地上高
Height in tree: 3~4 m

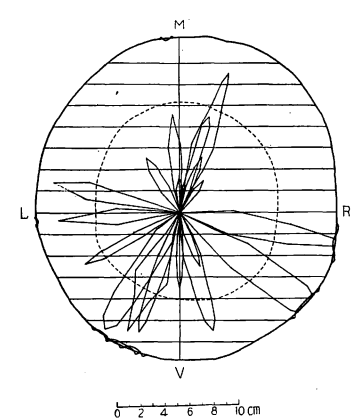


Fig. 11-(4) 地上高
Height in tree: 4~5 m

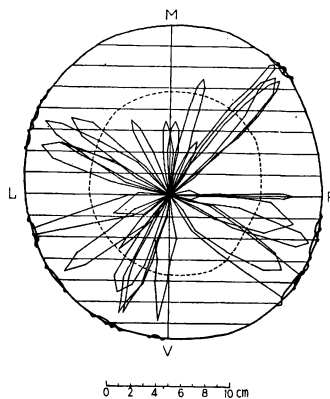


Fig. 11-(5) 地上高
Height in tree: 5~6 m

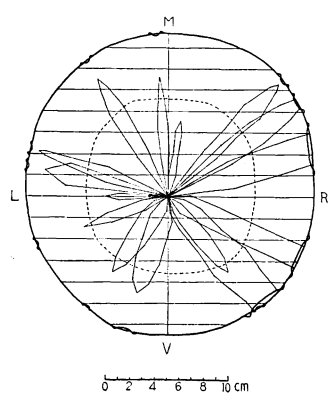


Fig. 11-(6) 地上高
Height in tree: 6~7 m

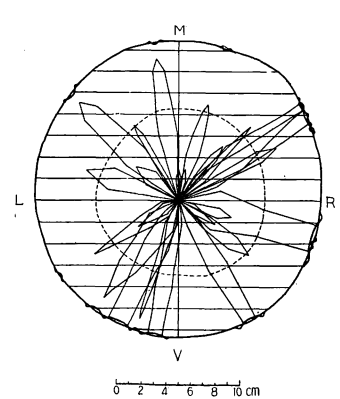


Fig. 11-(7) 地上高
Height in tree: 7~8 m

Fig. 11 節枝の水平分布
(供試木 No. 605)
Horizontal distribution of
branch knot
(sample tree No. 605)

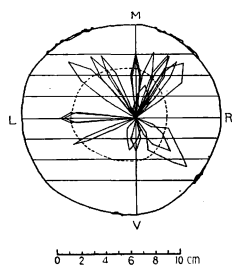


Fig. 12-(1) 地上高
Height in tree:
1~2 m

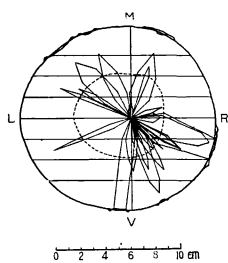


Fig. 12-(2) 地上高
Height in tree:
2~3 m

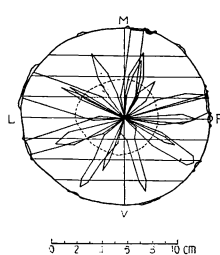


Fig. 12-(3) 地上高
Height in tree:
3~4 m

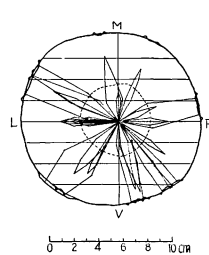


Fig. 12-(4) 地上高
Height in tree:
4~5 m

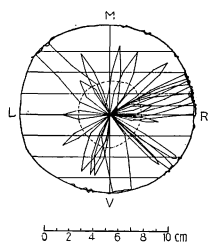


Fig. 12-(5) 地上高
Height in tree: 5~6 m

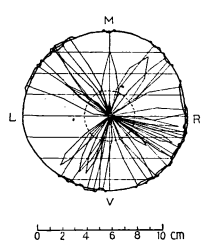


Fig. 12-(6) 地上高
Height in tree: 6~7 m

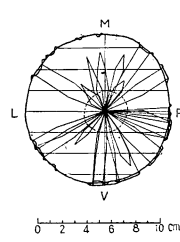


Fig. 12-(7) 地上高
Height in tree: 7~8 m

Fig. 12 節枝の水平分布（供試木 No. 408）

Horizontal distribution of branch knot (sample tree No. 408)

は、その丸太に含まれる総節枝数とほぼ一致するものと考えられる。

調査法II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示せば、Table 3 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 20 本前後で、地上高による差異はあまり認められない。また、幹の方位別にみれば、総平均値としては大きな差異はないが、各地上高範囲ではかなりの不同があることがわかる。

Table 3. 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	供試木本数 Number of sample trees
	M	V	L	R	平均 Average		
1~2	2.79	7.08	4.35	6.08	5.08	20.30	79
2~3	4.37	4.39	4.01	5.46	4.56	18.23	79
3~4	6.18	3.70	4.46	5.64	5.00	19.98	79
4~5	4.65	5.05	4.89	5.79	5.10	20.38	79
5~6	5.93	4.69	5.58	5.02	5.31	21.22	79
6~7	6.11	4.74	5.18	4.87	5.23	20.90	79
7~8	5.92	5.18	5.36	5.02	5.37	21.48	79
8~9	3.98	4.63	4.16	3.98	4.19	16.75	55
総平均 Average	5.03	4.94	4.77	5.28	5.01	20.02	—

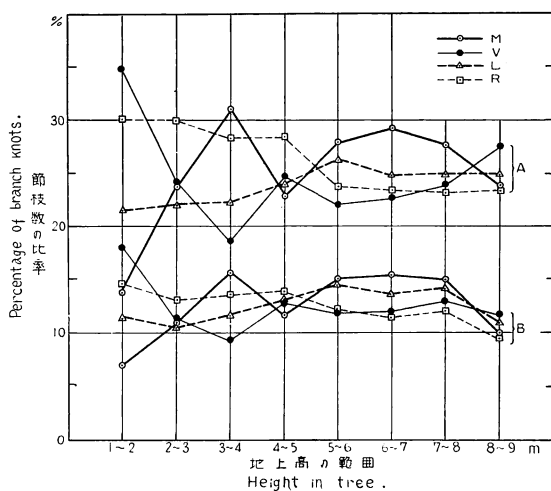


Fig. 13 調査法IIによる地上高および幹の方位についての節枝数の比率

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 1~9 m 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 1~9 m height=100%).

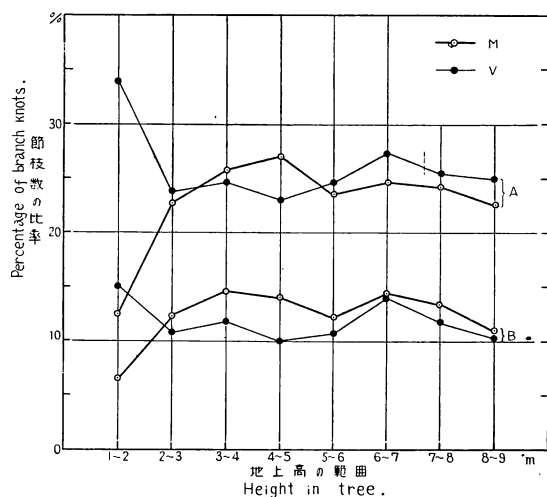


Fig. 14 調査法IIIによる地上高および幹の方位についての節枝数の比率

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 1~9 m 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 III

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 1~9 m height=100%).

Table 3 から、幹の方位および地上高範囲に関して節枝数の比率を求め、Fig. 13 に示す。同一地上高範囲の節枝総数に対する各方位の節枝数の比率および各方位における地上高 1~9 m の節枝総数に対する各地上高範囲の節枝数の比率は、M（山側）と V（谷側）が特徴的な差異をみせ、地上高範囲 2~3 m 以下では V の値が顕著に大であるが、それ以上の地上高範囲では、M の値がだいたい大きいような傾向を示している。また、L, R の値は M, V の中間的な変化を示し、いくぶん L は M に、R は V に近いような様相がみられる。これは、II で述べたように、供試木の立地環境の影響によるものではないかと考えられる。

なお、調査法 III によつて供試木 9 本の節枝数を調べた結果も、以上の結果にほぼ類似しており、丸太の単位材長に含まれる節枝総数は約 20 本で、M, V における節枝数の比率を比較すれば、Fig. 14 のようになる。

(2) 胸高直径が異なる供試木の節枝の数

調査法 II の供試木を胸高直径によつて 3 階層に分類し、それぞれの地上高 1~9 m において丸太の単位材長に含まれる節枝の平均数を幹の方位別に求めると、Table 4 のようになる。また、各方位の節枝数の節枝総数に対する比率を、胸高直径階層別に求めて Fig. 15 に示す。

Table 4. 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		
11~20	4.78	4.65	4.53	5.18	4.79	19.14	38
21~25	5.30	4.88	4.93	5.25	5.09	20.36	16
26~35	5.44	5.24	5.04	5.47	5.30	21.19	22

これらの結果から、成長がよく、胸高直径が大きい供試木から採材された丸太ほどそれに含まれる節枝の数は多く、この傾向は総数においても幹の方位別の数においても同様であることがわかる。しかし、方位別の平均節枝数の比率は、胸高直径階層には無関係で、いずれも M, R が大で、V, L がやや小である。

(3) 節枝の径級別の数

節枝の太さと節枝数の関係を知るため、調査法 III の測定結果から 5 mm 径級別の節枝径 (Fig. 7 参照) と節枝数との関係を求め、Table 5 に示す。これによれば、地上高 9 m 以下の供試丸太に含まれる節枝数は、節枝の径級 15 mm 以下のものが全体の約 86 % をしめており、それ以上のものは 14 % にすぎない。

Table 5 の結果を、前述したように特徴的な差異を示すと考えられる山側および谷側にわけて比較して

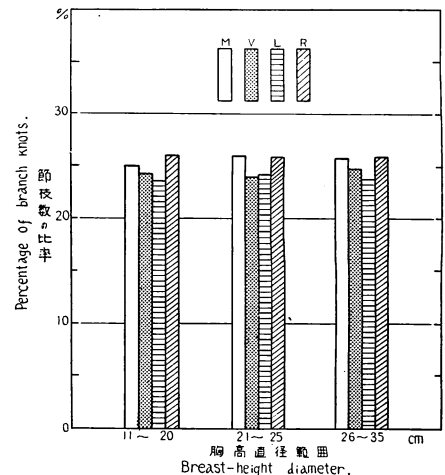


Fig. 15 胸高直径級に関する節枝数の比率 (調査法 II)

Percentage of branch knots in relation to breast-height diameter (sawing method II)

Table 5. 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	501	33.4
6～10	533	35.5
11～15	257	17.0
16～20	143	9.5
21～25	55	3.7
26～30	12	0.8
31～35	1	0.1
合 計 Total	1,502	100.0

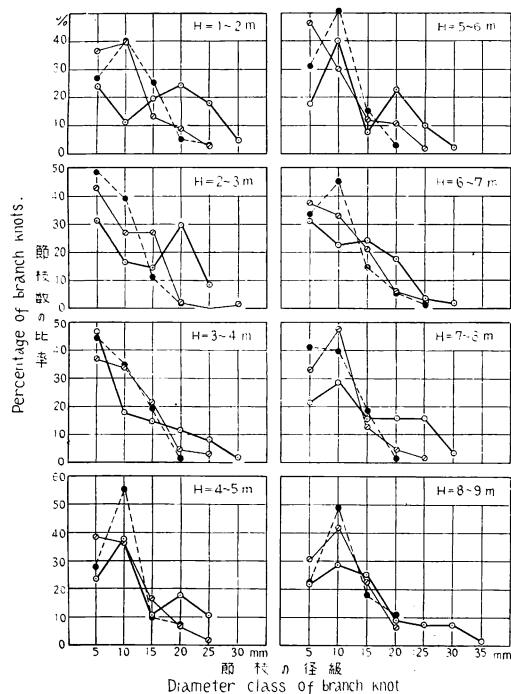


Fig. 17 地上高と胸高直径別にみた節枝径級についての節枝数の比率 (調査法Ⅲ)

Percentage of branch knots in relation to diameter class of knot at various heights and diameters of tree (sawing method III)

胸高直径 Breast-height diameter	供試木数 Number of sample tree
○—○ 32～27 cm	3
○—○ 24～21	3
●—● 18～14	3

H: 地上高 Height in tree.

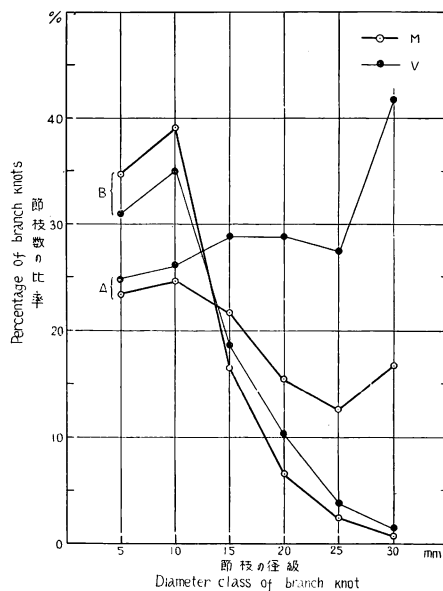


Fig. 16 節枝の径級についての節枝数の比率 (調査法Ⅲ)

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 (sawing method III)

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%).

みる。同一節枝径級の節枝総数に対する山、谷側の節枝数の比率および山、谷側別の各径級節枝の出現率を求め、Fig. 16 に示す。これによれば、節枝径級 10～15 mm 以上の太い節枝は山側よりも谷側にあらわれる比率が大きいことが認められる。

9本の供試木の胸高直径を3階層(3本ずつ)に分類し、それぞれの各地上高範囲における節枝径級別出現率を求めると Fig. 17 のようになる。節枝の径級別出現率の変化は、いずれの地上高範囲でも、ほとんど近似的であつて、節枝径級が 15 mm 前後より大きいものは、胸高直

径の大きい階層にその出現率が高くなっている。

3. 節枝の長さ

節枝の長さについては、その長さ方向の質的な変化およびその存する幹の大きさとの関連を考慮し、生節枝（いきぶしえだ）の部分（幹と節枝の繊維が結合している部分）、死節枝（しにぶしえだ）の部分（幹と節枝の繊維の結合が保たれていない部分）および節枝のない部分（幹にまきこまれた節枝の先端から幹の外表面までの clear wood の部分で、いわゆる丸太のかくれ節でない節枝にはこの部分はない）の3部分にわけて検討することにする。これらの検討に供した調査結果は、調査法IIIによるもので、それぞれの節枝部分の長さは、幹の半径方向の水平投影長およびこの部分の幹の年輪数で示す（Fig. 7 参照）。なお、観察した節枝の総数は約1,500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る生節枝の部分の長さおよび幹の年輪数の平均値との関係は Fig. 18 のようになる。これによれば、生節枝の長さは、地上高によつてあまり大きな差はなく、平均 41.7 mm (38.4~47.0 mm) になっている。また、生節枝部分の幹の年輪数は、地上高 0~1 m ではとくに大きいのが、その他の地上高範囲ではあまり大きな変化はなく、平均 12.2 年 (11.4~13.7 年) である。

これらの測定結果から節枝の径級別の平均値を求め、Fig. 19 に示す。生節枝の長さおよび幹の年輪数は、節枝径と比例的な関係を示し、節枝径 5 mm 以下では、それぞれ 27.7 mm および 9.2 年、節枝径 21~25 mm では、それぞれ 73.3 mm および 17.8 年である。

さらに、地上高と生節枝の長さ（または幹の年輪数）の関係を節枝径級別に求めると、Fig. 20 に示すように、いずれも地上高による変化は小さく、ほとんど平行的な関係が認められる。したがって、生節枝の長さ（または幹の年輪数）は、主として節枝径の大きさによつて変化しているものであつて、地上高の影響はあまりないと考えられる。ただし、Fig. 20 にみられるように、地ぎわに近い地上高の低い範囲では、生節枝の部分の幹の年輪数は例外的に大きくなっているような傾向が認められる。これは

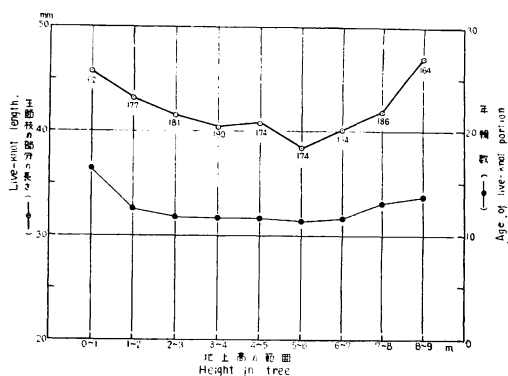


Fig. 18 地上高と生節枝の部分の長さおよび年輪数
Length and age of live-knot portion at various heights in tree

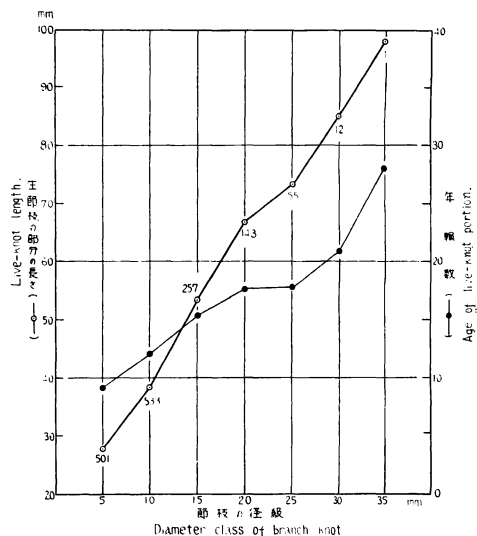


Fig. 19 節枝径と生節枝の部分の長さおよび年輪数
Length and age of live-knot portion at various diameter classes of branch knots

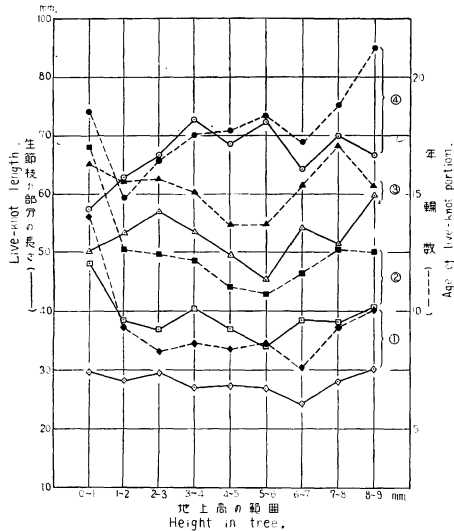


Fig. 20 節枝径別にみた地上高と生節枝部分の長さおよび年輪数

節枝の径級：① ~5 mm, ② 6~10 mm, ③ 11~15 mm, ④ 16~20 mm.

Relation of heights in tree to length and age of live-knot portion at various knot diameters

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

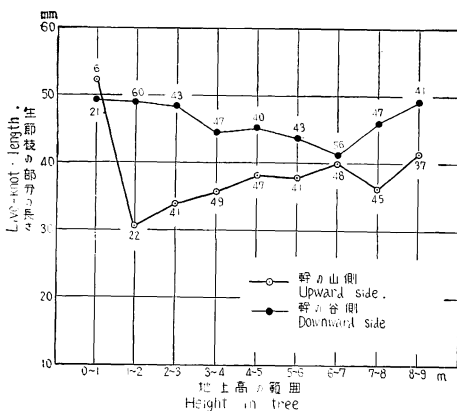


Fig. 21 幹の山・谷側における生節枝部分の長さとの関係

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

供試木の地ぎわに近い部位の枝の生存年数が他の地上高部位のものより大きかったことを示すもので、その原因については明確な推定を下しがたい。

ii) 幹の方位と生節枝の長さ

地上高および節枝の径と生節枝の長さ（または幹の年輪数）の関係を、幹の山、谷側別にくらべてみる。

Fig. 21 および 22 に示すように、生節枝の長さおよび幹の年輪数は、ともに、いずれの地上高においても谷側のものの値の方が大きく、谷側と山側の値の差は、長さでは地上高 1 m 以下を除いた平均値が 8.2 mm (2.3~19.5 mm), 年輪数では平均 1.8 年 (0.4~7.0 年) となつている。Fig. 21 で明らかに、地上高範囲 0~1 m の部位においてのみ山側の生節枝の長さの方が大きいのは、この部分の幹が著しい偏心成長を示し、幹の肥大成長が山側の方が大きいため、生節枝をまきこむ幹の成長速度がはやいことを示すものと考えられる。

節枝の径と生節枝の長さおよび幹の年輪数との関係を、幹の山、谷側別にくらべると (Fig. 23 および 24), いずれの節枝径級においてもつねに谷側のものの値の方が大きい。

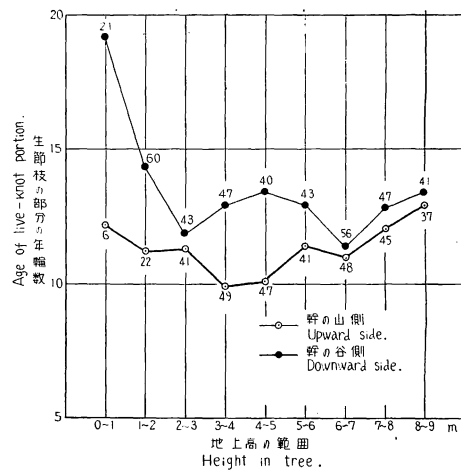


Fig. 22 幹の山・谷側における生節枝部分の年輪数と地上高との関係

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

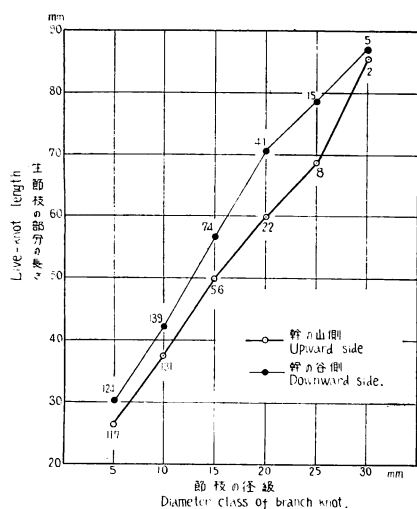


Fig. 23 幹の山・谷側における生節枝部分の長さとの関係

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

これらの結果から、この供試木の場合、幹の谷側における枝が山側におけるものより長く生存し、それだけ幹にまきこまれている生節枝の部分も長くなっていることがわかる。

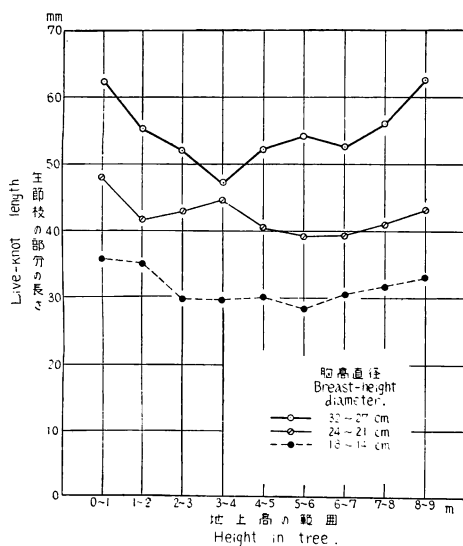


Fig. 25 胸高直径別にみた生節枝部分の長さとの地上高との関係

Relation of heights in tree to live-knot length, at various breast-height diameter classes

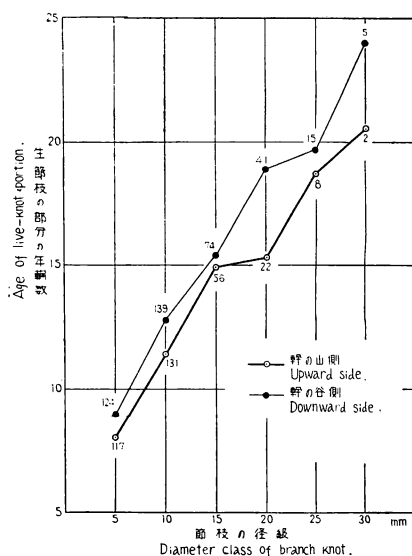


Fig. 24 幹の山・谷側における生節枝部分の年輪数との関係

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

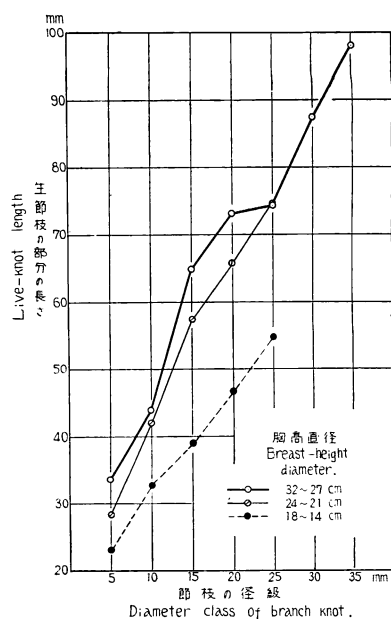


Fig. 26 胸高直径別にみた生節枝部分の長さとの関係

Relation of knot diameter to live-knot length, at various breast-height diameter classes

iii) 胸高直径が異なる供試木の生節枝の長さ

地上高および節枝の径と生節枝の長さとの関係を、3階層にわけた供試木の胸高直径別にくらべてみる。

地上高との関係を供試木の胸高直径階層別にくらべると (Fig. 25), 胸高直径の大きい階層ほど生節枝の長さは大であつて、いずれの階層の場合も、地上高による変化のしかたにはあまり差異が認められない。

節枝の径との関係 (Fig. 26) においては、いずれの胸高直径階層でも生節枝の長さは節枝径とほぼ比例的な関係を示し、同一の節枝径級のものでは、胸高直径が大きいほど生節枝の長さが大であるような傾向がみられる。

(2) 死節枝の長さ

i) 地上高および節枝径と死節枝の長さ

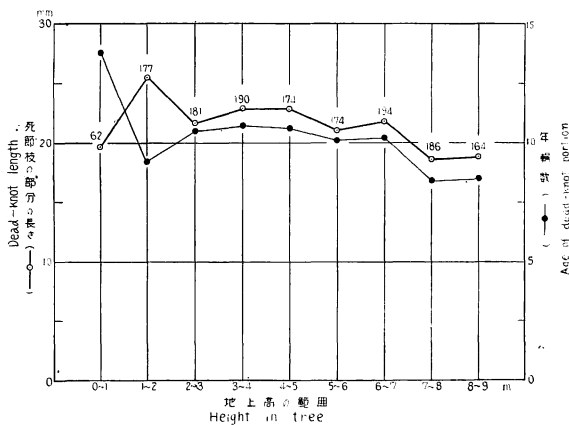


Fig. 27 地上高と死節枝の部分の長さおよび年輪数
Length and age of dead-knot portion at various heights in tree

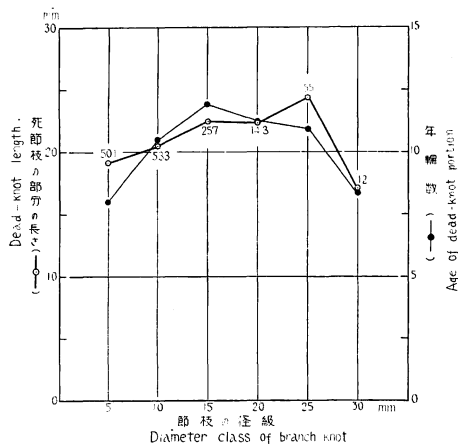


Fig. 28 節枝径と死節枝の部分の長さおよび年輪数
Length and age of dead-knot portion at various diameter classes of branch knots

地上高の範囲とその範囲に含まれる死節枝の長さ (または幹の年輪数) の平均値との関係は Fig. 27 のようになる。これによれば、死節枝の長さ (または幹の年輪数) は、地上高 0~2 m と 7~9 m の部位ではやや不規則に変化しているが、地上高 2~7 m の範囲では 21.0~22.8 mm (10.1~10.7年) とかなり一定しており、地上高 0~9 m を通じての平均は 20.6 mm (9.9年) になっている。

これらの測定値から節枝の径級別の平均値を求め、Fig. 28 に示す。死節枝の長さ (または幹の年輪数) は、節枝径 20 mm 前後までは節枝径が大きくなるにつれて多少増大する傾向があるが、それ以上ではかえって減少しており、生節枝の場合の関係とかなり異なるようである。

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の長さ (または幹の年輪数) との関係を、幹の山、谷側別および供試木の胸高直径階層別にくらべてみたが、これらの関係は全く不規則であつて、生節枝の場合のように一定の傾向は認められなかった。

(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
節枝の先端から幹の外周 (剥皮した丸太の材面)

までの、丸太の半径方向に節枝のない部分の長さ（節枝が幹の外周まで出ているもののこれらの値は0）を測定し、これを地上高範囲別に平均してその変化を示すと、Fig. 29 のようになる。これによれば、地上高1 m以上の部位では、節枝のない部分の長さ（または年輪数）は地上高が増すにつれて全く直線的に減少している。地上高1 m以下の部位では、Fig. 29 に示すように、これらの値が異常に小

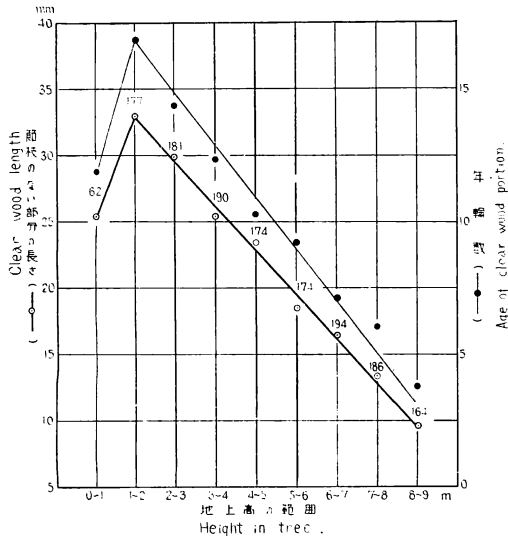


Fig. 29 地上高と節枝のない部分の長さおよび年輪数
Length and age of clear wood portion at various heights in tree

さくなっている。これは、後述するように、この部分には幹の外周まで出ている節枝がとくに多いことによるものである（Phot. 1 および 2 参照）。地ぎわに近い部位のこのような傾向が、スギ造林木について一般的なものであるかどうかは明らかでない。

これらの測定値から節枝の径級別の平均値を求め、Fig. 30 に示す。節枝のない部分の長さおよび年輪数は、節枝径 15 mm 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 15 mm 以上になると、この減少の経過はきわめて緩慢になつている。

さらに、地上高と節枝のない部分の長さとの関係を、節枝径別に求めると、Fig. 31 に示すようになる。節枝径 15 mm 以下では、節枝のない部分の長さは、節枝径が小さいほど大であるが、これらにくらべて、節枝の径級 16~20 mm におい

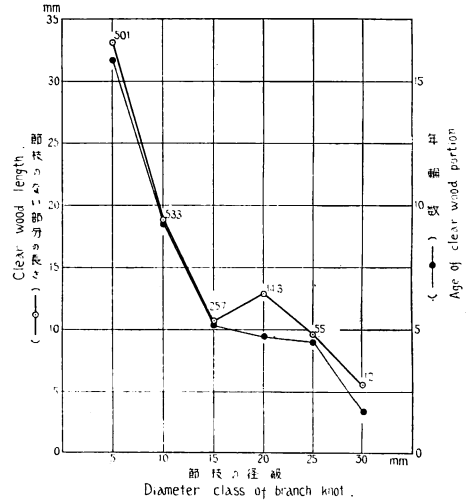


Fig. 30 節枝径と節枝のない部分の長さおよび年輪数
Length and age of clear wood portion at various diameter classes of branch knots

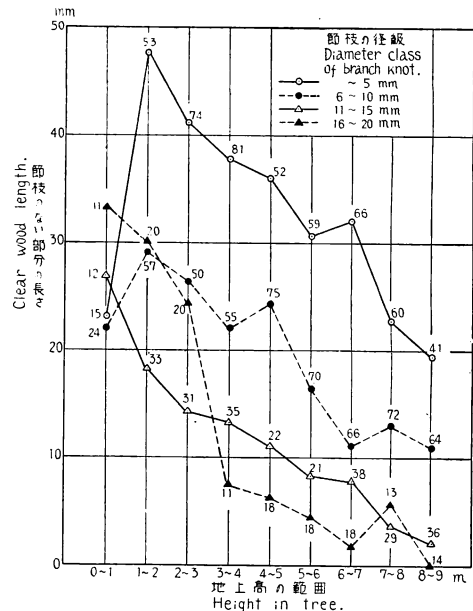


Fig. 31 節枝径別にみた地上高と節枝のない部分の長さ
Relation of heights in tree to length of clear wood portion, at various knot diameters

ては不規則な変化を示す。この場合、節枝径 10 mm 以下では、地上高 2 m 以下の部位における値が急減しているが、節枝径 11 mm 以上ではそのような傾向は認められない。

ii) 幹の方位と節枝のない部分の長さ

地上高および節枝の径と節枝のない部分の長さとの関係を、幹の山、谷側別にくらべてみる。

Fig. 32 に示すように、節枝のない部分の長さは、いずれの地上高においても山側のものの値の方が大きく、その谷側のものとの差は地上高が低いほど大きくあらわれているが、節枝径との関係 (Fig. 33) では、一定の傾向は認められない。

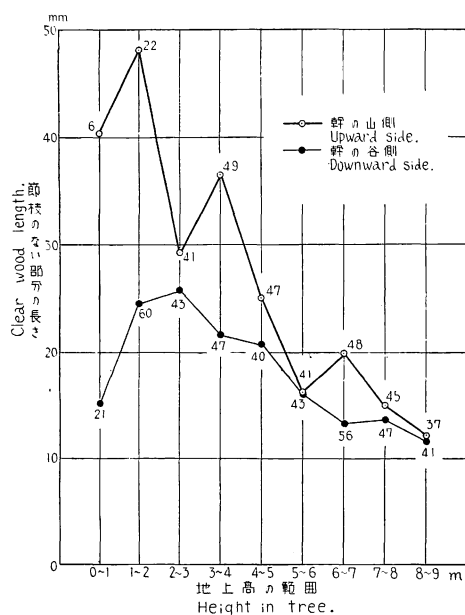


Fig. 32 幹の山・谷側における節枝のない部分の長さ
Comparison of the relations between heights in tree and clear wood length at two stand sides

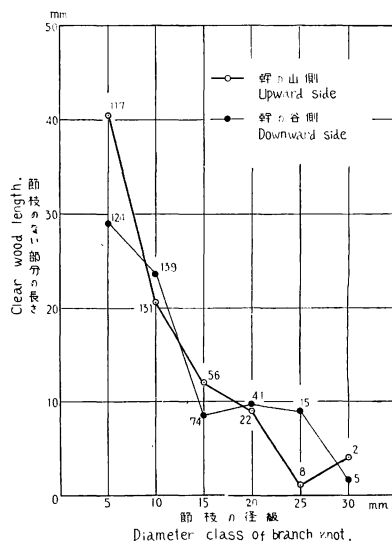


Fig. 33 幹の山・谷側における節枝のない部分の長さ
Comparison of the relations between knot diameter and clear wood length at two stand sides

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と節枝のない部分の長さとの関係を、供試木の胸高直径階層別にくらべてみると、Fig. 34 および 35 のようになる。

いずれの場合も、胸高直径の小さい階層のものほど節枝のない部分の長さは小さく、各階層別の変化は、ほぼ平行的な関係を示す。ただし、Fig. 34 の地上高との関係において、胸高直径 32~27 cm の階層以外では、地上高 0~1 m の部位の値が減少するという特異な傾向が認められる。

(4) 節枝の全長

上に述べた節枝の長さに関連する丸太の半径方向の 3 部分の長さを総合して、丸太に含まれている節枝の全長を考えてみる。

供試木の各地上高範囲に含まれる節枝の状態 (生節枝、死節枝および節枝のない部分など) をその平均値であらわし、地上高と丸太の樹心からの距離および年輪数との関係で示せば、それぞれ Fig. 36 および

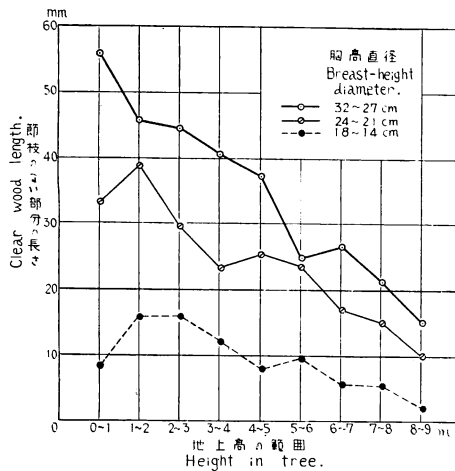


Fig. 34 胸高直径別にみた節枝のない部分の長さ
長さと地上高との関係
Relation of heights in tree to clear wood length, at various breast-height diameter classes

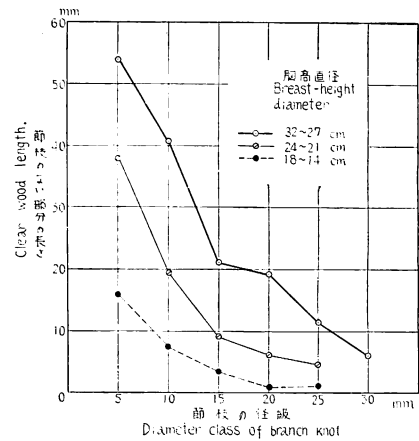


Fig. 35 胸高直径別にみた節枝のない部分の長さ
長さと節枝径との関係
Relation of knot diameter to clear wood length, at various breast-height diameter classes

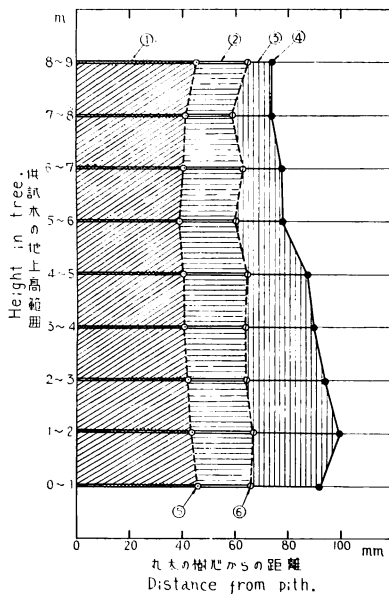


Fig. 36 地上高と節枝の全長
①：生節枝の部分，②：死節枝の部分，③：節枝のない部分，④：丸太の外周，⑤：節枝の生死の境，⑥：節枝の先端。
Relation of heights in tree to total length of branch knot
①: Live-knot portion, ②: Dead-knot portion, ③: Clear wood portion, ④: External face of log, ⑤: Border of live- and dead-knot, ⑥: Outer end of branch knot.

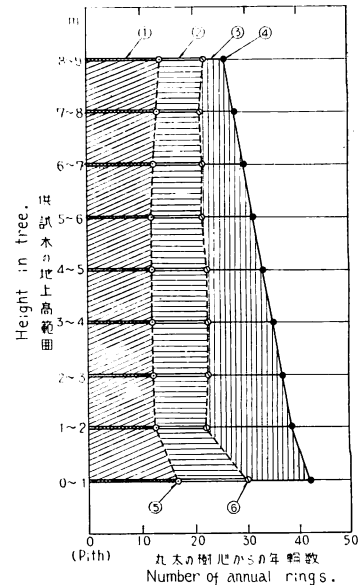


Fig. 37 地上高と節枝全長の年輪数
①：生節枝の部分，②：死節枝の部分，③：節枝のない部分，④：丸太の外周，⑤：節枝の生死の境，⑥：節枝の先端。
Relation of heights in tree to age of branch knot
①: Live-knot portion, ②: Dead-knot portion, ③: Clear wood portion, ④: External face of log, ⑤: Border of live- and dead-knot, ⑥: Outer end of branch knot.

37 のようになる。これらの図によれば、生節枝および死節枝の部分がいずれも地上高に関せずほぼ一定であるため、節枝の全長も地上高によってあまり変化せず、丸太の樹心からの距離は 60~65 mm, 年輪数は 21~23 年である。したがって、節枝のない部分は、丸太半径または年輪数が大である地上高が低い部位ほど平均値としては大になるというすでに述べたような結果になる。ただし、地上高 1 m 以下の部位では多少異なる様相を示す。これは、すでに述べたように、この部位の節枝の生存年数が例外的に大きいとか、著しい偏心成長を示すなどの理由にもとづく。

さらに、節枝の径級別平均値によつて、節枝の径との関係を示せば、Fig. 38 および 39 のようになる。これらの図によれば、死節枝の部分の長さは節枝径の影響をあまりうけないが、生節枝の長さが節枝径と明らかに比例的な関係にあるため、節枝の全長も節枝径と比例する。節枝の全長は、節枝径が小さい場合 (10 mm 以下), 平均約 47 mm (17 年), 節枝径が大きい場合 (15 mm 以上), 平均約 102 mm (30 年) である。節枝のない部分の長さまたは年輪数は、いずれも節枝径が大きいほど小さくなるが、節枝径級別の平均丸太半径 (樹心から丸太外面までの距離) の変化とその部分の平均年輪数の変化の傾向は異なる。節枝の径級が大きいものほど丸太半径が大きいのは、すでに述べたように、供試木の胸高直径が大きい階層に節枝径の大きい節枝の出現頻度が高いことによるものであり、また、丸太半径の年輪数が節枝の径級によつてあまり変化しないのは、節枝の径級別出現率の変化がいずれの地上高でもほとんど近似的であることにもとづくものと考えられる (Fig. 17 参照)。

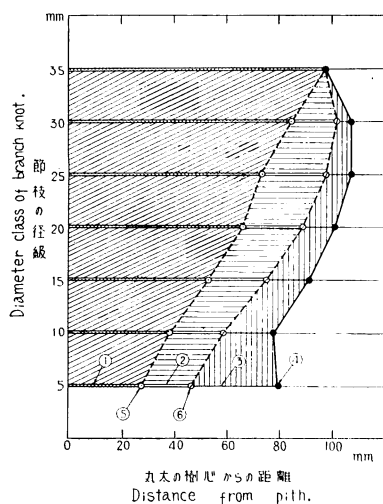


Fig. 38 節枝径と節枝の全長

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.

4. 節枝の上向角

調査法Ⅲによつて、節枝の上向角 (Fig. 7 参照) を生節枝および死節枝の部分について測定した結果

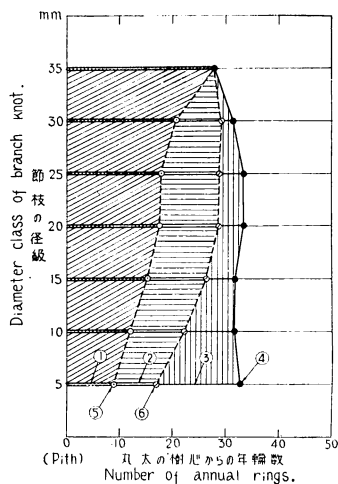


Fig. 39 節枝径と節枝全長の年輪数

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.

にもとづき、それぞれの部分の上向角のあらわれ方を検討する。

(1) 地上高および幹の方位と節枝の上向角

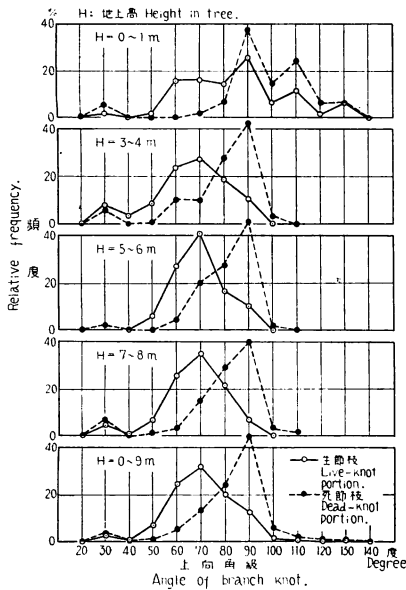


Fig. 40 節枝の上向角の地上高による変化
Angle of branch knot at each height in tree

節枝の上向角の頻度分布を地上高別にくらべて Fig. 40 に示す。これによれば、地上高の低い部位以外ではだいたい近似的で、生節枝の部分で $40\sim 100^\circ$ ，死節枝の部分で $50\sim 110^\circ$ の範囲で変化しているが、それぞれの上向角のモードは、生節枝の部分で 70° ，死節枝の部分で 90° になっている。地上高の低い部位では、生節枝、死節枝ともに上向角が変異する範囲は広くなり、とくに地上高 $0\sim 1\text{ m}$ の部位では、上向角が 90° 以上になるものが著しく多くなっている。

地上高範囲 $0\sim 9\text{ m}$ 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くравると、生節枝、死節枝ともかなり近似しており、顕著な差異はないものと認められる (Fig. 41)。

(2) 節枝の径と上向角

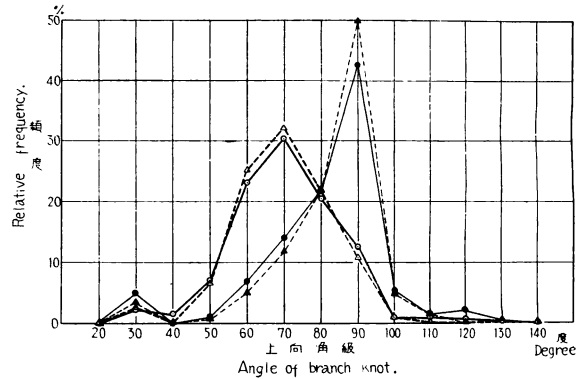


Fig. 41 幹の山・谷側における節枝の上向角

Angle of branch knot at two stand sides

- 生節枝・山側 (Number of measurements: 336)
- △— 生節枝・谷側 (398)
- 死節枝・山側 (336)
- ▲— 死節枝・谷側 (398)

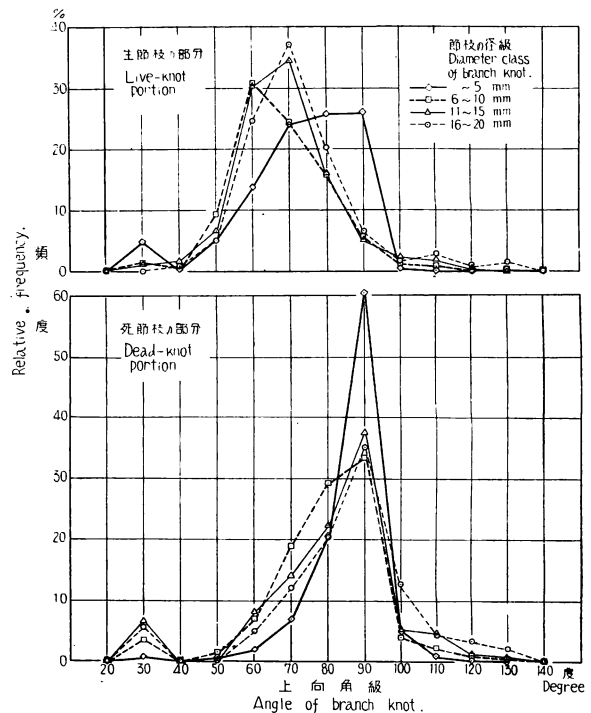


Fig. 42 節枝径別にみた節枝の上向角

Angle of branch knot at each knot diameter class

節枝の上向角の頻度分布を節枝の径級別にくらべて Fig. 42 に示す。これによれば、節枝の径級が最も小さいもの（5 mm 以下）のみ他にくらべて特徴的な頻度分布を示すが、その他のものはほぼ近似的である。生節枝の部分では、節枝径 5 mm 以下のものの上向角は 70°～90° のものが多いのに対し、節枝径が大きくなると、60°～70° において出現頻度が高い。また、死節枝の部分では、いずれの場合の上向角も 90° において出現頻度が高いが、節枝径 5 mm 以下のものは、ほかの節枝径のものに比べてその集中性が著しく高くなっている。

5. 節枝と丸太外面の状態

丸太に含まれる節枝が丸太の外面に出ているものは、「丸太材面の節」としてその存在を明確に認めうる。枝が枯死して自然に落下するか、あるいは人為的に枝打ちされると、残存部は年月の経過とともに幹の中にまきこまれ、いわゆる「丸太のかくれ節」となる。かくれ節では、丸太の外面で節枝の横断面を認めることはできないが、節枝をまきこむ過程において幹の繊維が乱れるため、丸太の外面に凹凸を生じ、その程度によつては節枝の存在を判別しうる。

このような節枝と剥皮した丸太の外面の状態との関係を調査法Ⅲによつて観察した。供試丸太に含まれる節枝は、節枝軸を延長した丸太外面位置の状態により、次のように分類しえた。

- (a) 丸太外面まで出て、丸太材面の節として認められる節枝。
- (b) 丸太外面の凹凸が一見して明らかなかくれ節、この場合の凹凸は大部分が凹であつて、その深さはおおむね 1 mm 以上、その広がり面積の範囲はほぼ明確。
- (c) 丸太外面の凹凸が不明りようなかくれ節、この場合も大部分が凹であつて、その深さはおおむね 1 mm 未満、その広がり面積の範囲が不明確。
- (d) 丸太の外面が全く平滑なかくれ節。

これらの分類において、(a)、(b) は剥皮丸太の外面の状態によつて節枝の存在を判別しうるものであり、(c)、(d) は判別困難なものである。

(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を、地上高別および節枝の径級別に示せば、それぞれ Fig. 43 および 44 のようになる。

i) 丸太外面の状態で判別できる節枝

Fig. 43 によれば、丸太外面まで出ている節枝の比率は、地上高 1 m 以上では、地上高と直線的な比例関係を示し、枝が地上高の低いところから順次枯れ落ちて材中にまきこまれる経過はかなり規則的であると考えられる。丸太外面の凹凸が明りようなかくれ節の比率は、地上高によつてあまり変化せず、約 23～31% である。したがつて、丸太の外面の状態で判別できる節枝の比率は、地上高 1 m 以上では、地上高と比例し、37～81% である。地上高 1 m 以下における外面に出ている節枝の比率は、上述の経過とは逆にかなり高くなっている。これは、この部位の枝の枯死脱落が著しく遅れていることを示している。

Fig. 44 によれば、丸太の外面まで出ている節枝の比率は、節枝径が大きいほど大であるが、その増大率は、節枝径 15 mm 以下では急で、15 mm をこえると緩慢になる。丸太外面の凹凸が明りようなかくれ節の比率は、節枝径によつてあまり変化せず、約 21～31 % である。したがつて、節枝径と外面で判別できる節枝の比率との関係は、外面に出ている節枝のみの比率の変化と同様に拋物線的な経過をたどり、その値の範囲は約 29～92 % である。

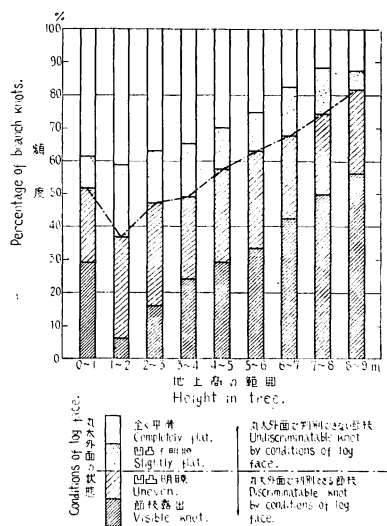


Fig. 43 地上高と丸太外面の状態によつて分類した節枝の頻度

Relation of branch knot to conditions of log face at each height in tree

ii) 丸太外面の状態で判別しがたい節枝

Fig. 43 および 44 によれば、丸太外面の凹凸が不明りような節枝の比率は、地上高別にみても、節枝径別にみても平均的に最も小さく、6~20%程度である。また、丸太外面が全く平滑なかくれ節の比率は、地上高および節枝径と逆比例し、それぞれ 12~41%および 1~52%であるが、とくに節枝径 10 mm をこえるものは 10%以下のわずかな比率となる。これらを集計した供試丸太の外面の状態とその存在を判別しがたい節枝の比率は、上述の判別できる節枝の比率と全く逆の変化を示し、地上高別では 19~63%，節枝径別では 8~71%である。

(2) 幹の方位の影響

地上高と丸太外面の状態によつて分類した節枝の比率との関係を、幹の山、谷側別に示せば、Fig. 45 のようになる。これによれば、丸太の外面で判別できる節枝の比率は、地上高 5 m 以上では、山、谷側による差異はあまりないが、それより低い地上高では谷側の方が高くなっている。こ

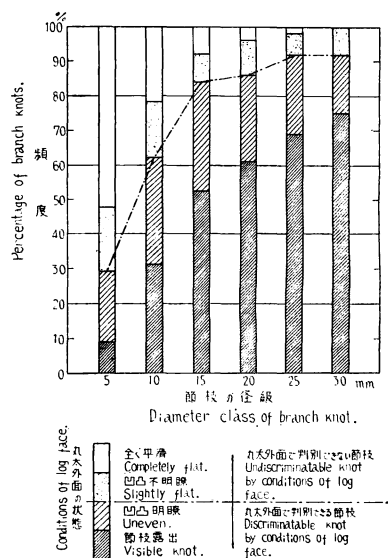


Fig. 44 節枝径と丸太外面の状態によつて分類した節枝の頻度

Relation of branch knot to conditions of log face at each knot diameter class

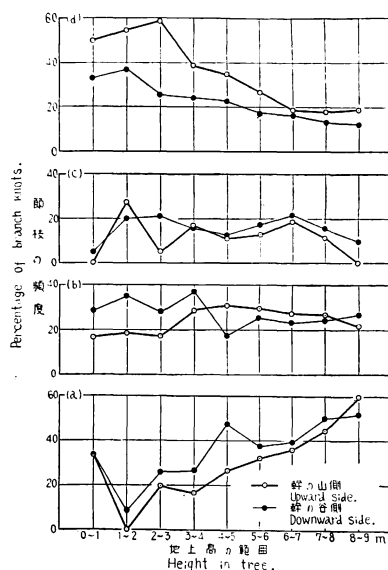


Fig. 45 幹の山・谷側別にみた丸太外面の状態によつて分類した節枝の頻度と地上高との関係
丸太外面の状態：(a)節枝露出，(b)凹凸不明りよう，(c)凹凸不明りよう，(d)全く平滑

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.

れは、すでに述べたように、節枝の長さが概して谷側において長いことと地上高の低いところでは山側における肥大成長の方が大きいことにもとづくものと考えられる。丸太の外面で判別しがたい節枝の比率は、当然上に述べたのと逆になり、山側において大である。

また、節枝径との関係を幹の山、谷側別に示せば、Fig. 46 のとおりで、総括的にみて、山、谷側による差異はあまり認められない。

(3) 供試木の胸高直径の影響

地上高および節枝径と丸太外面の状態によつて分類した節枝の比率との関係を、供試木の胸高直径階層別にくらべて、それぞれ Fig. 47 および 48 に示す。これらの結果によれば、外面に出ている節枝の比率は、胸高直径の小さい階層のものが高く、外面の凹凸明りようなくれ節の比率は、胸高直径の大きいものが高い傾向を認めうる。また、丸太の外面で判別できない節枝の比率の胸高直径についての関係は不規則である。

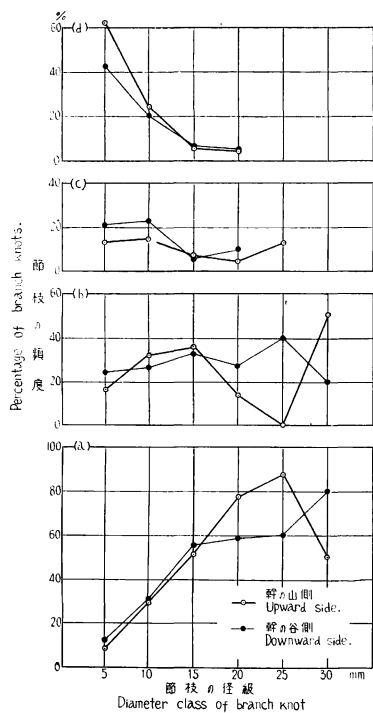


Fig. 46 幹の山・谷側別にみた丸太外面の状態によつて分類した節枝の頻度と節枝径との関係
丸太外面の状態：(a)節枝露出，(b)凹凸明りよう，(c)凹凸不明りよう，(d)全く平滑。

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.

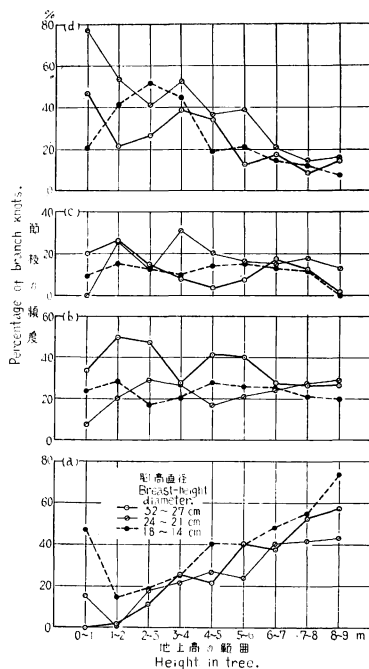


Fig. 47 胸高直径別にみた丸太外面の状態によつて分類した節枝の頻度と地上高との関係
丸太外面の状態：(a)節枝露出，(b)凹凸明りよう，(c)凹凸不明りよう，(d)全く平滑。

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.

V 挽材面にあらわれる節

丸太に含まれている節枝は、IVにおいて検討したように、幹の方位、地上高および供試木の胸高直径によつて、その数、長さおよびその他の性状が異なる。したがつて、丸太を縦挽きした場合の挽材面における節のあらわれかたがこれらの条件の影響をうけることは当然である。節のあらわれる丸太の縦挽き材面としては、柾目材面、板目材面およびその中間的なものなどを、材面の樹心からの距離および幹の方位に関連して種々考えられるが、あらゆる挽材面を節の調査の対象とすることは不可能に近い。丸太における節枝の含まれたからいつて、幹の各方位の板目材面における節のあらわれかたを材面の地上高および樹心からの距離別に知れば、その他の材面のものはほぼ推定しうる。つまり、このような板目材面は、挽材面における節のあらわれかたを知るために基準となる挽材面であると考えられる。

そこで、調査法IIによつて、樹心を中心とする正角の挽材面にあらわれる節について、丸太に含まれる節枝の状態との関連を考慮しつつ検討を加えた。ここでいう正角の材面は、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る。また、地上高に関しては、その1 m長のものを単位材面の長さとした。供試木 80 本（供試丸太 158 本）について調査した単位材面（材長 1 m、材幅は樹

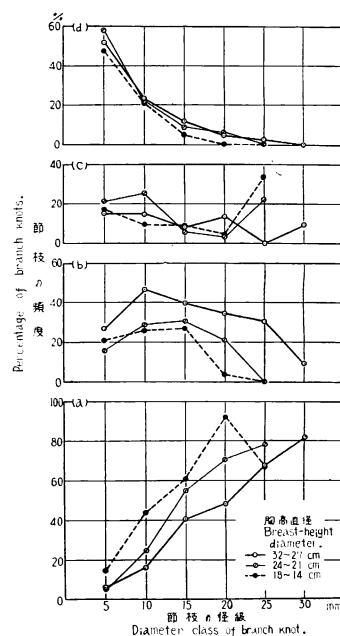


Fig. 48 胸高直径別にみた丸太外面の状態によつて分類した節枝の頻度と節枝径との関係
丸太外面の状態：(a)節枝露出、(b)凹凸明りよう、(c)凹凸不明りよう、(d)全く平滑。

Relation of branch knot 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.

Table 6. 調査法IIによつて調査した単位材面数（材長 1 m）
Number of unit cuttings ($2 \cdot r \times 1000 \text{ mm}^2$) studied by sawing method II

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
	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	
17	316	316	316	316	316	316	316	220	2,432
34	316	316	316	316	316	316	316	220	2,432
51	244	244	244	240	192	192	192	136	1,684
68	164	164	164	148	112	112	112	76	1,052
85	72	72	72	60	36	36	36	24	408
102	20	20	20	16	4	4	4	4	92
合計 Total	1,132	1,132	1,132	1,096	976	976	976	680	8,100

心からの距離の 2 倍) の数を, 地上高および樹心からの距離別に示せば, Table 6 のとおりで, 観察した節の総数は 35,719 である。

1. 節の数

(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) の関係を材面の方位別に求めて Fig. 49 に示す。

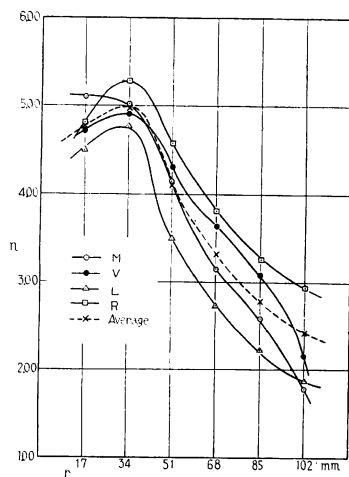


Fig. 49 樹心からの距離 (r) と単位材面の平均節数 (n) との関係
Relation between distance from pith (r) and number of knots on unit cutting ($2 \cdot r \times 1000 \text{ mm}^2$) (n)

Fig. 49 において, 単位材面の幅は $2r$ となるから, r が異なれば節の存する材面の面積も異なる。これらの結果から, 各材面の単位幅 (10 cm) 当りの節数を求め, r との関係を図 50 に示す。これによれば, 単位幅当りの節数は, $r = 50 \text{ mm}$ 程度までは急減し ($12 \sim 4$), それ以上では漸減する ($4 \sim 1$)。

これらの結果は, すでに述べた丸太に含まれる節枝の数および長さの諸条件との関係が複合されてあら

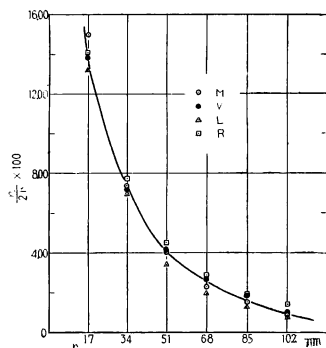


Fig. 50 樹心からの距離 (r) と単位材面幅 (10 cm) 当りの節数
Relation between r and $\frac{n}{2r} \times 100$

す。

すでに述べたように, 長短のある節枝がほとんどすべて樹心から発生するのであるから, 樹心を遠ざかる挽材面ほど節の数が減少するのは当然である。Fig. 49 において, $r = 17 \text{ mm}$ の材面の節数が逆に減少しているのは, 最小径 1 mm 未満の節を測定から除外したことや測定の基準とした丸太の樹心が実際のもとは必ずしも一致していないことなどにもとづくもので, $r = 34 \text{ mm}$ 以下では, n はほとんど変化しないものと考えられる。 $r = 34 \text{ mm}$ 以上の挽材面では, r の増大にともなつて n は減少し, その平均減少量は $r = 10 \text{ mm}$ について 0.4 程度である。

r と n の関係を材面の方位別にみると, いずれの方位の材面における節数の変化もほぼ平行的であるが, つねに V, R の値が高く, M, L が低い傾向を認めうる。

これらの結果は, すでに述べた丸太に含まれる節枝の数および長さの諸条件との関係が複合されてあらわれるものであるが, かなり明確かつ規則的なものである。挽材面にあらわれる節の数に影響する因子としては, 次に述べる諸因子とくらべても, 樹心からの距離が最も重要視すべきものと考えられる。

(2) 地上高と節の数

地上高と n の関係を, r 別および材面の方位別に, それぞれ Fig. 51 および 52 に示す。

Fig. 51 によれば, 地上高と n の関係は, r が異なる材面でもだいたい同じような傾向を示し, 地上高が大きくなれば, 多少 n は増大するようであるが, 大きな差異は認められない。これは, すでに述べたように, 丸太に含まれる節枝の数および長さが地上高によつてあまり変化しないことによるものと考えられる。また,

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は明らかに認められる。

Fig. 52 によれば、M、L 材面の n は地上高とともに大きくなるような傾向がみられるが、V、R 材面の n の変化はきわめて不規則である。同一地上高範囲における n の値は、材面の方位と一定の関係があるとは認めがたいが、2 m 以下の低い地上高範囲では、方位による値の差は大きく、概して M、L における値が小さく、V、R におけるものが大きく、それ以上の地上高範囲では、値の差は比較的小さく、方位の影響は不規則である。

(3) 胸高直径が異なる供試木の節の数
供試木を胸高直径によつて 3 階層にわけ、それぞれの r と n の関係を材面の方位別に比べると、Fig. 53 のようになる。

Fig. 53 によれば、 r が同一の材面の n は、材面の方位にかかわらず、胸高直径階層が大きなものほど大である。この差異は r が大きくなるほど明らかであるが、樹心に近い材面ではこの傾向は逆に

なっている。これらの結果は、丸太に含まれる節枝の数および長さが、胸高直径の大きな供試木におけるものほど大きな値を示すことにもとづくものと考えられる。樹心に近い材面についての結果は、すでに述べたような測定操作上の原因によるもので、本来ならば、 $r = 34 \text{ mm}$ 以上の材面と同様なあらわれかたをするものと想像される。

2. 節のあらわれのない挽材面

(1) 樹心からの距離と無節材面

調査した単位材面数に対する無節材面数の比率を材面の方位および r 別に求めて Fig. 54 に示す。

丸太に含まれている節枝のあらわれかたから考えても、 r が大きな材面ほど無節材面となる可能性が大であることは当然であるが、その r に関しての変化は直線的でなく、材面の方位によつて大きな差異がみられる。供試木の節枝の全長は、平均的にいつて約 65 mm である (Fig. 36 参照) が、M、L および V 材面における無節材面の出現率の増加が $r = 65 \text{ mm}$ 前後から急増しているのはこのためと考えられる。しかし、 r が 65 mm 以上になつても、無節材面の出現率の最大値が 30 % 程度であるのは、個々の節枝の長さにはかなりの幅があることを示すものである。

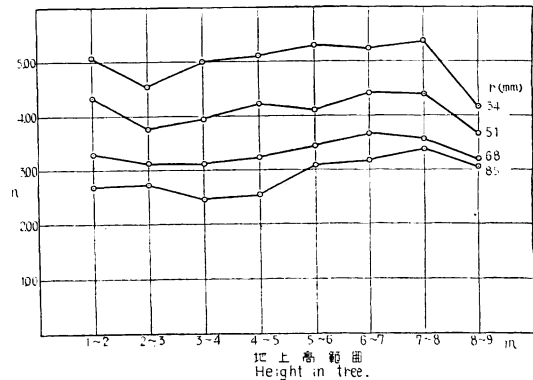


Fig. 51 地上高と単位材面の平均節数(n)との関係
(樹心からの距離別)

Relation between heights in tree and n at each r

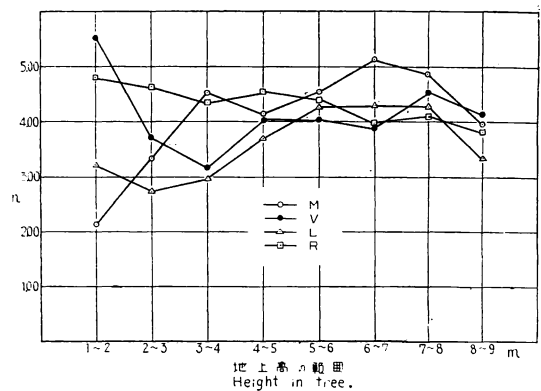


Fig. 52 地上高と単位材面の平均節数(n)との関係
(材面の方位別)

Relation between heights in tree and n
at each stand side

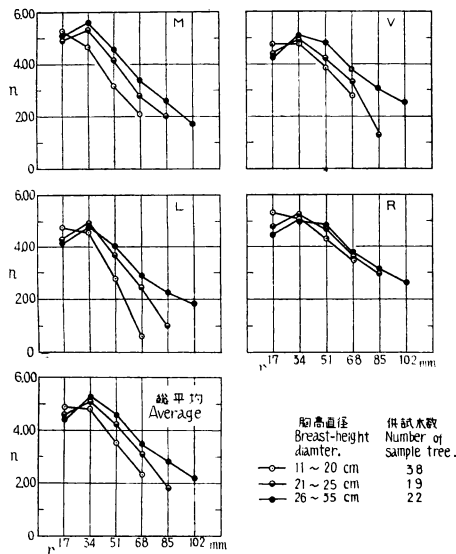


Fig. 53 樹心からの距離(r)と胸高直径が異なる供試木の単位挽材面の平均節数(n)との関係

Relation of r to n on study logs from various breast-height diameter trees

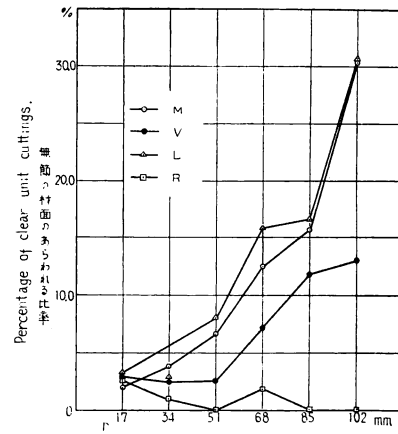


Fig. 54 樹心からの距離(r)と無節の単位材面のあらわれる比率
Percentage of clear unit cuttings in relation to r

材面の方角別にみると、M、Lにおける無節材面の出現率がいずれの r においても大きくて大差なく、V、Rの値はつねに小さく、とくにRにおける出現率は3%以下にすぎない。

(2) 地上高と無節材面

各地上高範囲について調査した単位挽材面数に対する無節材面数の比率を Fig. 55 に示す。

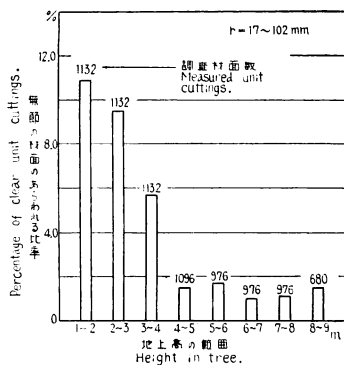


Fig. 55 地上高と無節の単位材面のあらわれる比率
Percentage of clear unit cuttings in relation to heights in tree

これによれば、無節材面の出現率は、地上高4 m以下では地上高に逆比例して、10.9~5.7%であるが、4 mをこえると急減して2%以下になり、ほとんど地上高による変化を示さない。丸太に含まれる節枝の全長が、平均値としては地上高に関せず一定であるにもかかわらず、無節材面の出現率がこのように地上高によって変化するの、次のような理由によるものと解される。節枝の長さが同一であっても、節枝のない部分の長さは地上高によって異なり (Fig. 36 参照)、地上高の低い部分では無節の可能性が高い材面をより多くえられる。また、単位丸太材長に含まれる節枝総数は、地上高による差異をあまり認められないが、幹の方角別にみると、地上高が低いほどいずれかの方に偏在する割合が大きい (Fig. 13 参照) ため、無節材面の出現率が高くなる。

(3) 胸高直径が異なる供試木の無節材面

無節の単位材面のあらわれる比率を、供試木の胸高直径階層別に比べると、Fig. 56 のようになる。

これによれば、 r が同一の材面においては、胸高直径階層が小さいものほど無節材面の出現率は高い。しかし、この関係は r の大きさによってその程度が異なり、樹心に近い材面においてはあまり差異がない

が、 r が大きくなるにつれて開きが大きくなる。つまり、 r の増大にともなう無節材面の出現率の増加の割合は、胸高直径が小さい階層ほど急である。これらの傾向は、丸太に含まれる節枝の数および節枝（生節枝）の長さが、胸高直径が大きい供試木ほど大である（Fig. 15 および 25 参照）ことが主要な原因となつているものと考えられる。

3. 節の大きさ

IVにおける節枝の大きさは、生節枝の部分の最大径である「節枝の径」であらわしたが、これは節枝の大きさについての概念をうるにとどまるもので、節枝の長さ方向の各部分の径は当然不同であるから、挽材面にあらわれる節の大きさは各種の条件によつて異なる。調査法IIにおいては、挽材面にあらわれる節の大きさはその最小径であらわした。すなわち、節の最小径を 1 mm 単位で測定し、 5 mm 単位の径級に区分してソートカード（Fig. 5 参照）に記入し、各径級範囲における中間値をもつてその径級の節の大きさ（節径）とした。この場合、調査材面は正板目であるから、流れ節としてあらわれるものはほとんどなく、大部分が円形の丸節（round or oval knot）であつて、節径測定の対象は明確であつた。

(1) 樹心からの距離と節の大きさ

材面の樹心からの距離（ r ）と単位材面の平均節径（ d ）の関係を材面の方位別に求めて Fig. 57 に示す。

これによれば、 $r = 85\text{ mm}$ 前後までは、 d は r と直線的な比例関係を示すが、 r がこの値をこえる材面の d は減少方向をとる。このような傾向は各方位の材面とも類似しているが、 r が同一の材面の d についてくらべると、M、L材面の値はV、R材面の値より小さく、その差は $r = 85\text{ mm}$ をこえる材面では著しく大きくなる。これは、節枝径の大きなものの出現率が山側よりも谷側において大きい（Fig. 16 参照）ためであろう。

これらの結果は、丸太に含まれる節枝の太さが樹心からの距離によつて変化することの影響を受けているとは考えられるが、節径の平均値は、挽材面に節としてあらわれた節枝のみを対象として求めたものであるから、Fig. 57 によつて平均的な節枝太さの変化を知ることはできない。そこで、 r と単位材面の節径の合計値との関係を求める（Fig. 58）。この節径の合計値は、かくれ節として挽材面にあらわれない節枝の太さの値も0として合算したかたちになるから、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。Fig. 58 によつて、節枝の平均太さは、樹心から $r = 40 \sim 50\text{ mm}$ まで

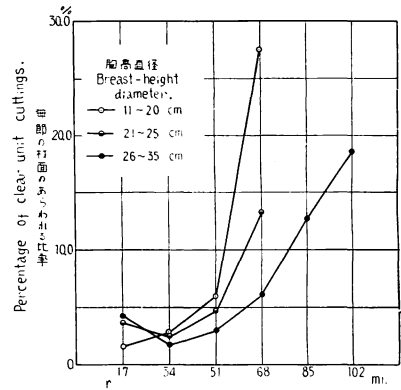


Fig. 56 無節の単位挽材面出現率についての胸高直径階層別比較
Percentage of clear unit cuttings on study logs from various breast-height diameter trees

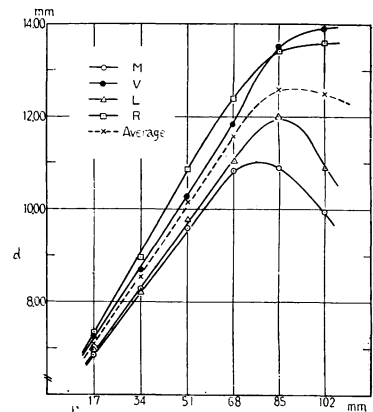


Fig. 57 樹心からの距離（ r ）と単位材面の平均節径（ d ）との関係
Diameter of knot on unit cutting (d) in relation to (r)

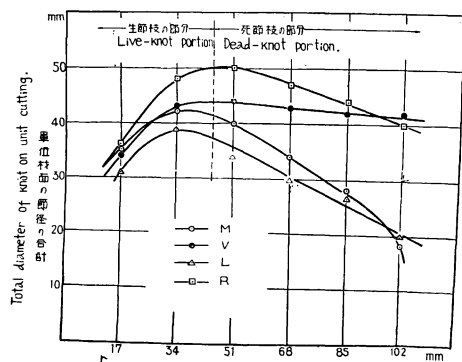


Fig. 58 樹心からの距離(r)と単位材面の節径の合計(方位別)
Total diameter of knots on unit cutting
in relation to r , at each stand side

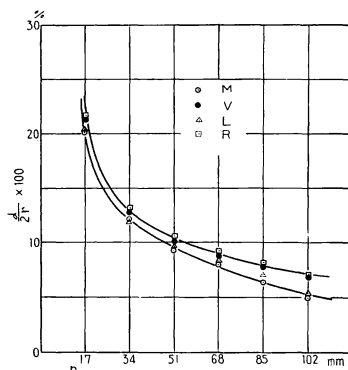


Fig. 59 樹心からの距離(r)と平均節径比($\frac{d}{2r} \times 100$)
Relation between r and $\frac{d}{2r} \times 100$

は各方位とも増大するが、これをこすと漸減し、その減少経過はM, L方位においてやや急、V, R 方位において緩であることがわかる。この最大値を示すときの r は、Fig. 36 において述べた生節枝と死節枝の平均的な境界値($r = 45 \text{ mm}$)とほぼ一致するから、節枝の平均的な太さは、樹心から遠ざかるにしたがつて、生節枝の部分では増大し、死節枝では漸減するといえる。

前述した節の数の場合と同様に、Fig. 57 の結果から各材面の幅($2r$)に対する平均節径の比率を求め、 r との関係をFig. 59に示す。平均節径比は、 $r = 34 \text{ mm}$ 程度までは急減し(21~12%)、それ以上ではほぼ直線的に漸減する。

(2) 地上高と節の大きさ

地上高と d の関係を、 r 別および材面の方位別にそれぞれFig. 60および61に示す。

これらの結果によれば、地上高と d の関係は、材面の r あるいは方位によつて多少異なるが、地上高が

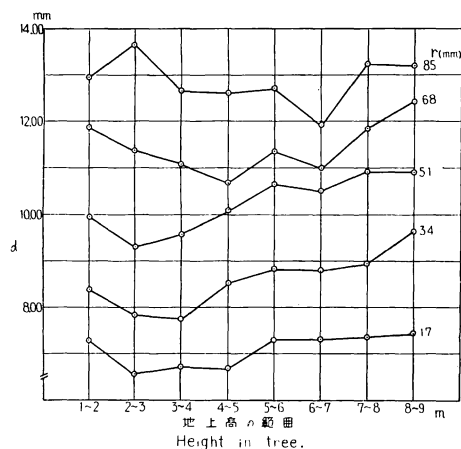


Fig. 60 地上高と単位材面の平均節径(d)との関係(r 別)
Relation between heights in tree and d ,
at each r

大きくなれば d も多少増大するような傾向が認められる。しかし、これらの変化は r との関係(Fig. 57)の場合ほど著しくない。これは、節枝の径級別出現率の変化がいずれの地上高範囲でも近似的である(Fig. 17 参照)とともに、節枝の長さが地上高に関せずほぼ一定(Fig. 36 参照)であることによるものと考えられる。また、いずれの地上高範囲においても、 r の大きい材面ほど d も大きい傾向が明らかである。

前述した(1)の場合と同様に、節枝の平均太さの変化を地上高別にくらべるため、 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る(Fig. 62)。Fig. 62によれば、節枝太さの変化のしかた

は地上高に関せずだいたい近似的で、その最大値を示す r は、生節枝と死節枝の境界値 ($r=45\text{ mm}$, Fig. 36 参照) と一致する。つまり、いずれの地上高においても、節枝の平均的な太さは、 r がほぼ一定である節枝の生死の境界において最大であると考えられる。

(3) 胸高直径が異なる供試木の節の大きさ

胸高直径階層が異なる供試木の r と d の関係を材面の方位別にみると Fig. 63 のようになる。

Fig. 63 によれば、 r が同一の材面の d は、胸高直径階層が大きなものほど大であつて、 r が大きい材面ほどその差異は明らかである。ただし、Rの材面の場合のみは、これらの傾向はやや不明確である。こ

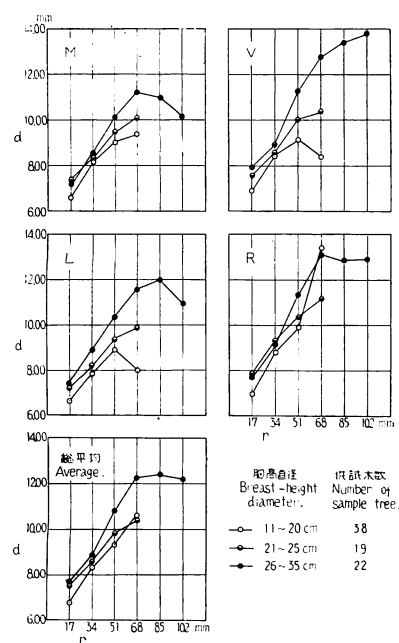


Fig. 63 樹心から距離(r)と胸高直径が異なる供試木の平均節径(d)との関係

Relation of r to d on study logs from various breast-height diameter trees

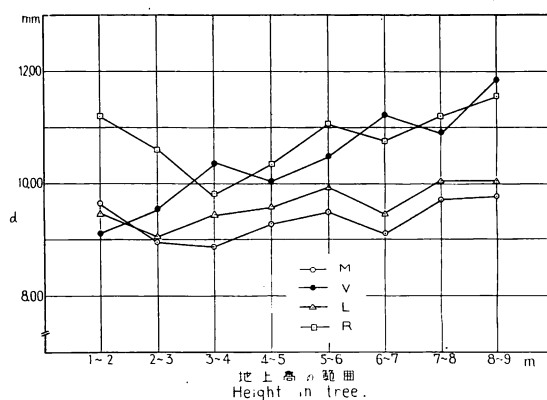


Fig. 61 地上高と単位材面の平均節径(d)との関係 (材面の方位別)

Relation between heights in tree and d , at each stand side

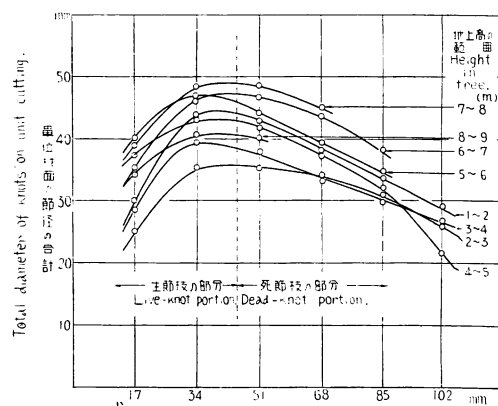


Fig. 62 樹心からの距離(r)と単位材面の節径の合計 (地上高別)

Total diameter of knots on unit cutting in relation to r , at each height in tree

のような傾向は、胸高直径階層の大きな供試木ほど、丸太に含まれる節枝の径級が大きなものの出現率が高く (Fig. 17 参照)、生節枝の長さが大である (Fig. 25 参照) ことにもとづくものと考えられる。

4. 節の大きさの分布

3. においては、節の大きさを単位材面における平均径のみによつてみたが、測定した節径は1~40 mmの範囲におよぶ。これらの節径を5 mm単位の径級範囲に区分し、挽材面の諸条件と節の径級別の分布状態との関係について検討する。

(1) 樹心からの距離と節の大きさの分布

Fig. 64 に r と単位材面における節の径級別の数との関係を方位別に示す。樹心に近い材面では、節径 10 mm 以下のものが大部分をしめ、 r が大きくなるにつれて、単位材面の節数は減少するが、節径の大きいものの割合が多くなる。 $r = 68 \text{ mm}$ 以上では、径級 11~15 mm のものが最も多くなるが、 $r = 102 \text{ mm}$ では、1~20 mm の各階級のものがほぼ均等に分布する。すなわち、 r が大きくなるにつれて節の径級の分布範囲は広くなり、等分布に近づくような傾向がみられるが、いずれの場合も径級 26 mm 以上の

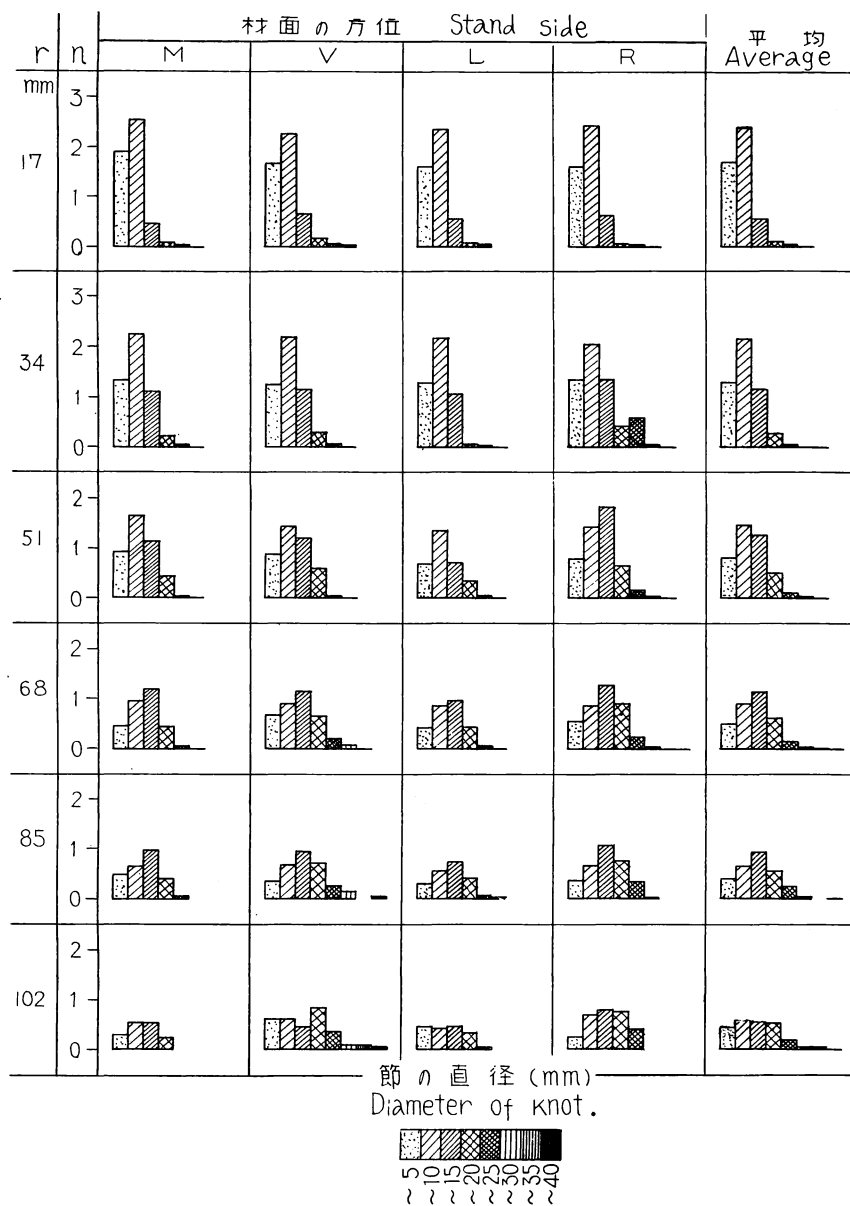


Fig. 64 樹心からの距離 (r) が異なる材面の節の大きさの分布
Distribution of knot size on each cutting of different r

節はきわめて少ない。材面の方位による分布状態の差異はあまりみられないが、R材面において、径級大なる節の割合がやや多い。

(2) 地上高と節の大きさの分布

Fig. 65 に単位材面における節の径級別の数を地上高別に示す。各地上高範囲の節径別分布状態はかなり類似し、6～10 mm のものが最も多く、5 mm 以下および 11～15 mm のものがこれに次ぐ。これらの節のうち 6～15 mm のものは地上高が高いほど漸増する傾向が認められる。16～25 mm の節はかなり

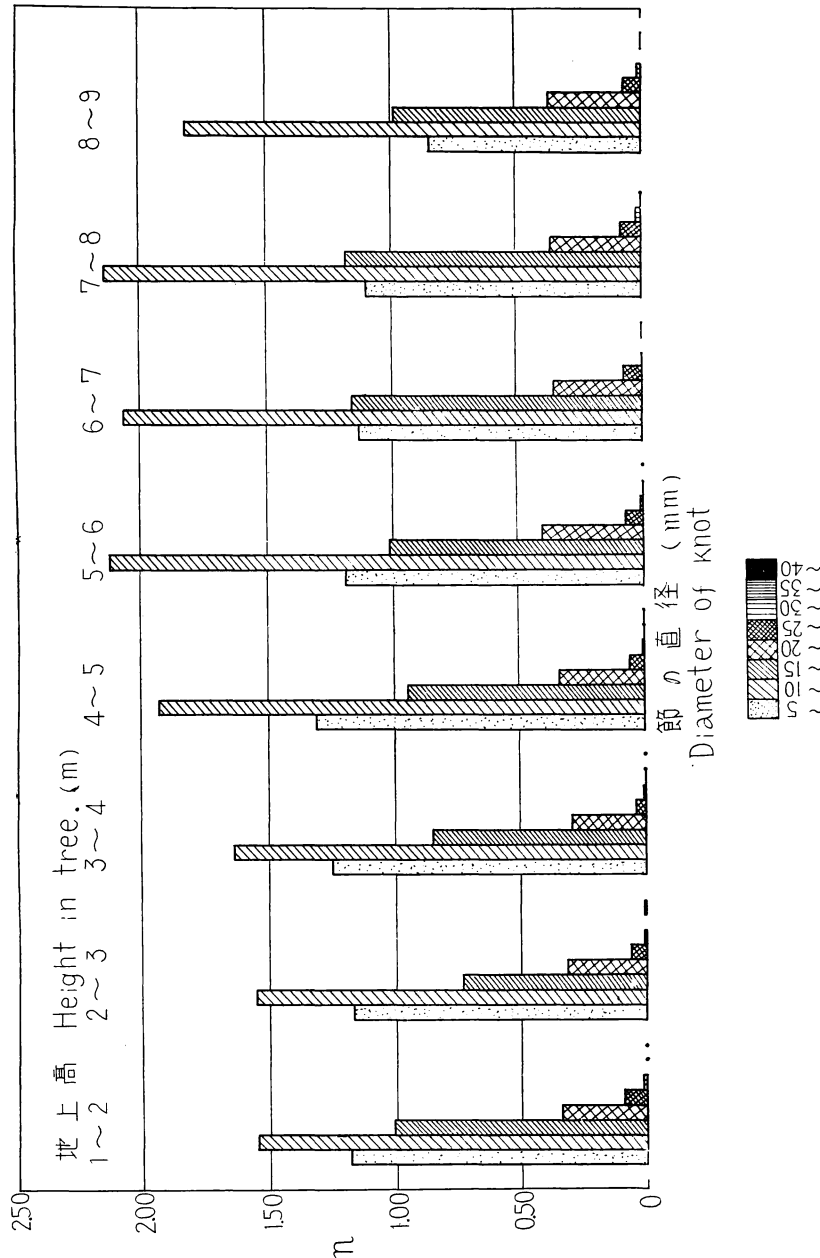


Fig. 65 地上高が異なる材面の節の大きさの分布
Distribution of knot size on each cutting of different height in tree

少なく、各地上高ともほぼ等しい分布を示す。26 mm 以上の節はいずれの地上高にもごくわずかない。

(3) 胸高直径が異なる供試木の節の大きさの分布

r と単位材面における節の径級別の数との関係を供試木の胸高直径階層別にくらべてみると、Fig. 66 のようになる。

r が同一の材面における分布のかたちは各胸高直径ともほぼ類似しているが、胸高直径の大きな階層は

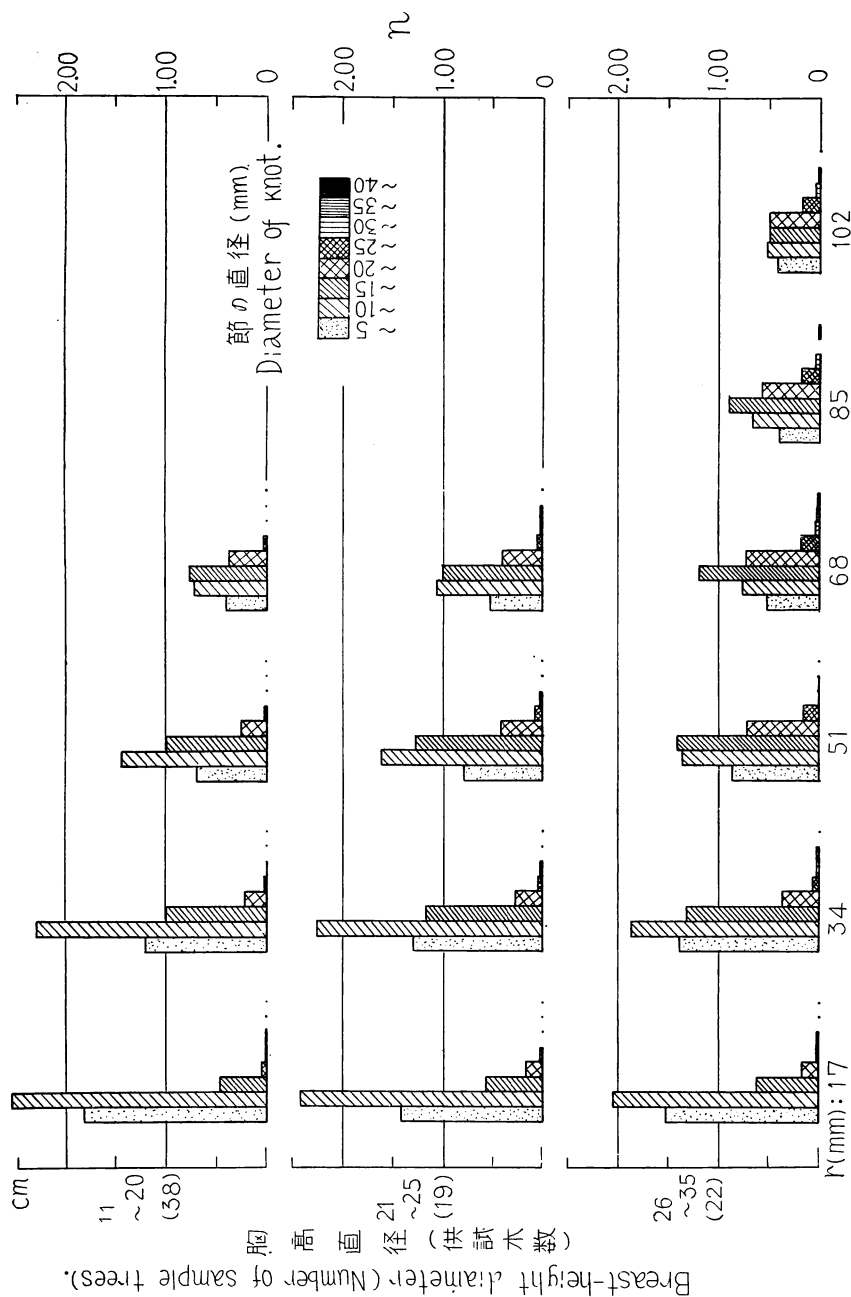


Fig. 66 胸高直径が異なる供試木の節の大きさの分布
Distribution of knot size on each cutting of different breast-height diameter tree

ど、1~10 mm の径級の節が少なく、11~25 mm のものが多い。26 mm 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

挽材面にあらわれる節の数と大きさについての総合的なみかたの1つとして、単位材面にあらわれる節の合計面積について検討を加える。節の形状は、挽材面と節枝軸の角度によつて変化し、必ずしも正円形ではないが、ここでは、節の面積を節の径（最小径）を直径とする円面積であらわすことにする。このような節面積は、節枝軸に直角な最小横断面の面積に近いと考えられる。なお、単位材面の面積 ($1,000 \times 2r \text{ mm}^2$) は r によつて異なるから、これに対する節の合計面積のしめる割合を求め、これを「節の面積率」と称することにする。

(1) 樹心からの距離と節の面積

Fig. 67 に 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示す。

節の合計面積の r と関連しての変化は、各方位とも1つの最大値をもつ曲線として示される。しかし、この変化は方位によつてかなり様相を異にし、MとLの材面およびVとRの材面がそれぞれほぼ類似している。同一の r では、V, R 材面における値はM, L 材面におけるものより大きく、 r が80 mm 前後のときその最大値がえられるが、M, L 材面における最大値を示す r は50 mm 前後である。すなわち、M, L 材面では、丸太に含まれている節枝の平均的な生死の境界位置 (Fig. 36 参照) に近い材面で最大節面積があらわれているが、V, R 材面では、それよりさらに大きな r の材面が最大値となる。

Fig. 67 の結果から節の面積率を求めると (Fig. 68), この値は r に逆比例し、 r の増大にともなつて、0.6~0.1% の範囲で変化することがわかる。節の面積率においても、同一 r の材面ではM, L よりも V, R の方が大きいのは当然である。

(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の関係を、 r 別にそれぞれ Fig. 69 および 70 に示す。

これらの結果によれば、節の合計面積あるいは面積率は、地上高の低い範囲ではやや高く、それ以上では地上高が高くなるほど大となり、地上高

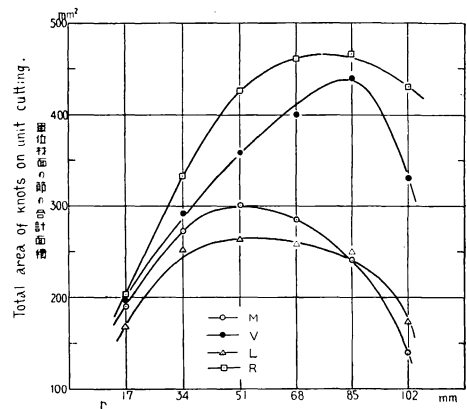


Fig. 67 樹心からの距離 (r) と節の合計面積との関係

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

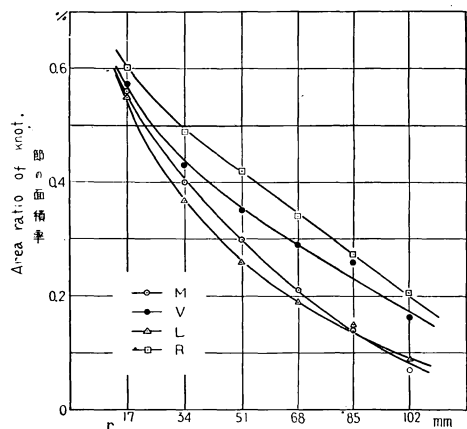


Fig. 68 樹心からの距離 (r) と節の面積率との関係

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

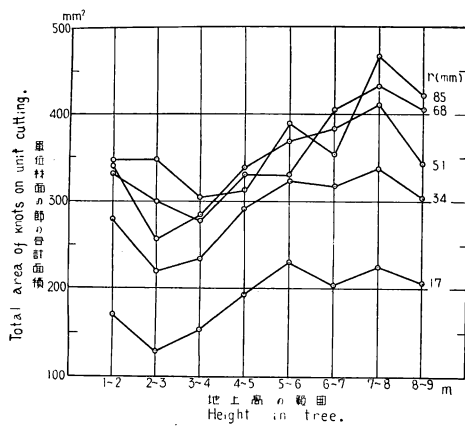


Fig. 69 地上高と単位材面の節の合計面積との関係

Total area of knots on unit cutting in relation to heights in tree, at each r

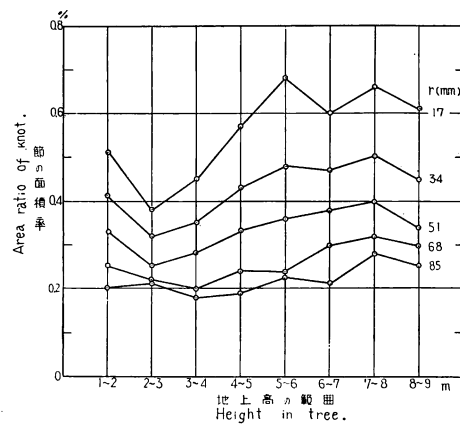


Fig. 70 地上高と節の面積率との関係

Area ratio of knot on unit cutting in relation to heights in tree, at each r

8 m以上ではふたたびやや低下する傾向が認められる。これは、地上高が異なる材面の節の大きさの分布を示す Fig. 65 の関係に関連してあらわれる傾向と考えられる。

(3) 胸高直径が異なる供試木の節の面積

胸高直径階層が異なる供試木の r と節の合計面積の関係をくまると、Fig. 71 のようになる。

これによれば、 r と節の合計面積の関係は、各階層とも Fig. 67 におけるものと同様な変化曲線を示すが、胸高直径が大きい階層ほど同一 r の材面における値が高く、かつその最大値が大きな r の材面においてあらわれる。

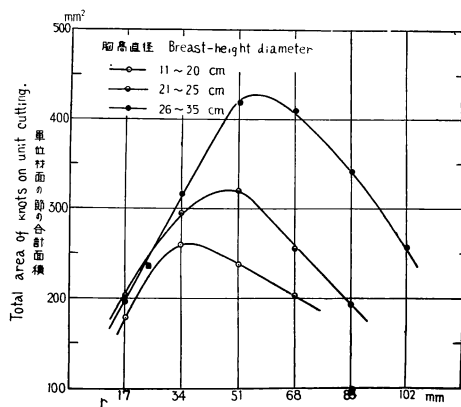


Fig. 71 胸高直径が異なる供試木の単位材面の節の合計面積

Total area of knots on unit cutting of different breast-height diameter tree

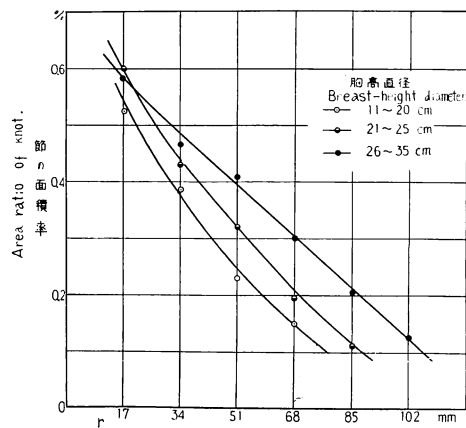


Fig. 72 胸高直径が異なる供試木の節の面積率

Area ratio of knot on unit cutting of different breast-height diameter tree

Fig. 71 の結果から節の面積率を求めると (Fig. 72), その r との逆比例関係は Fig. 68 の場合と同様である。節の面積率においても、同一 r の材面では、胸高直径階層の大きいものほどその値が高いのは当然である。

Ⅶ 挽材面の欠点としての節

製材品の欠点としての節は、挽材面の外観的価値（化粧的価値）、材のつよさ、加工性などに対する影響を主眼として評価される。したがって、製材品の材種および用途によつてその評価基準が多少異なることは当然である。そのような評価基準が適用される挽材面における節のあらわれ方としては、節の形質、節の数および節の大きさが主要な因子と考えられる。

節の形質は、木取り法によつて異なる節枝断面のかたちおよび節と幹の繊維のつながりの状態、節自身の材質などの性状をいうのである。節のかたちについての客観的な評価は困難であるが、一般に、節枝が縦断ないし斜断された流れ節よりも横断された丸節がよいとされる。節の性状については、節枝と幹との組織的結合が失われている死節は脱落して抜け節となる可能性があるから、生節より欠点の程度がひどいと考えられ、抜け節、腐れ節は最もきらわれる。

節の数および大きさは、一般にその値が小さいほど好まれるが、これは節のあらわれる挽材面の大きさにも関連して考えられねばならない。節数が0のいわゆる無節材面は最も貴ばれる。また、一般製材品にあつては、挽材面の節が比較的小さい場合、欠点として取り扱わないのが普通であつて、たとえば、用材の日本農林規格（JAS）では、製材品にあらわれる長径2分未満の生節は欠点とみなさないことになっている。

この調査における供試丸太に含まれる節枝および挽材面にあらわれる節の実態については、すでに述べたが、これらの調査結果にもとづいて、上述のような観点から、供試木の挽材面にあらわれる節を欠点としての取り扱いで検討してみる。この場合、ほぼ JAS の規定に準じて、節径 5 mm 以下のものは欠点とみなさないことにする。

1. 節の形質

節枝の横断面がほぼ円形であるとしても、挽材面にあらわれる節のかたちは、節枝軸と挽材面のなす角度によつて種々変化する。すなわち、節のかたちは、水平面において樹心から出ている節枝の方向および節枝の上向角と挽材面との関連によつてきまってくる。

このような関係を、すでに述べた節枝についての平均的な数値にもとづいて模式的に示せば、Fig. 73 のようになる。節枝軸を縦断する柾目材面（AB）においては、完全な流れ節となり、生節枝の部分では約70°、死節枝の部分ではほぼ90°の上向角をもつ図のようなかたちを示す。

水平面の節枝軸を直角に横断する板目材面では、節枝の横断される部分が生節か死節かによつて、あらわれる節のかたちは異なる。この場合、節枝の直交断面はほぼ円形であ

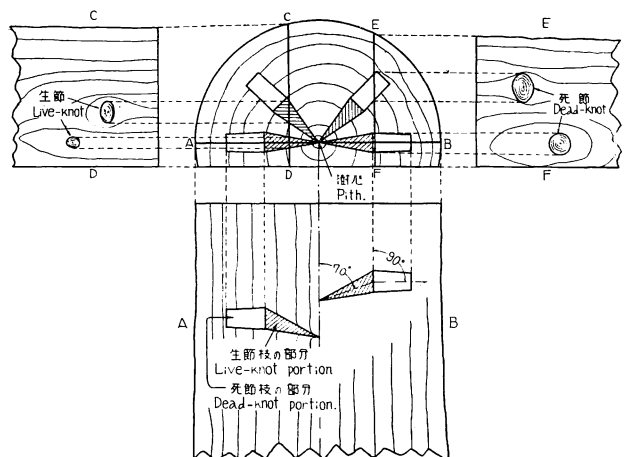


Fig. 73 節の形質
Shape of knot on the face

るから、生節断面のあらわれる挽材面（CD）では、約 70° を示す上向角のため、材の縦方向に長径をもつ楕円形の生節となり、死節断面（EF）では、上向角がほぼ 90° であるため、円形の死節となる。このような生節と死節は、樹心からの距離約 42 mm の挽材面が平均的な境界線となることはすでに述べたとおりである。

水平面の節枝軸に直交しない挽材面（追沓材面）では、節のかたちのあらわれ方はやや複雑になる。生節断面のあらわれる挽材面（CD）の場合は、節枝水平軸の傾斜と上向角の影響をうけ、材の幅および長さ方向の節径がともに節枝の直交断面のものより大となるが、一般に、Fig. 73 に示すような材幅方向を長径とする楕円形の生節となる。死節断面のあらわれる挽材面（EF）では、節枝水平軸の傾斜のみが影響し、材長方向の節径が節枝の直交断面のものと等しく、材幅方向に長径をもつ楕円形の死節となる。

一般には、流れ節は丸節よりも欠点として重くみられるから、沓目木取りにおいては、存在の明らかな大きな節枝を縦断することは避けるべきである。丸節においても、普通長径が欠点の大きさの基準となるから、大きな節枝の斜断は好ましくなく、とくに、正角のように材幅方向の節径が問題となる場合は、大きな節枝が直角に横断されるように木取りすべきである。また、供試木においては、樹心を中心とする半径約 42 mm の円の外部が挽材面となる場合、その部分にあらわれる節は、質的に低く評価される死節としてあらわれる可能性が多いことになる。

Fig. 73 について述べた供試木の節の形質は、節枝の状態と挽材面との関連性を考えた代表的な場合であるが、その他の多くの場合についてもこれによつて一般的な推定をなしうる。実際の調査にあたって供試木の挽材面にあらわれた節の例を Phot. 3~7 に示す。

2. 節の数

(1) 板目材面の節数

調査法 II において、測定の対象となる正角の単位材面（正板目材面）の節径 5 mm 以下のものを除いた平均節数（N）を調べ、樹心からの距離（r）との関係を材面の方位別に示せば Fig. 74 のようになる。

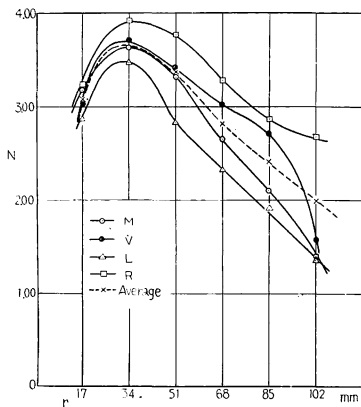


Fig. 74 単位板目材面において節径 5 mm をこえるものの平均節数（N）

Number of knots larger than 5 mm in diameter on unit tangential cutting (N)

すでに Fig. 49 において述べた節径 5 mm 以下のものを含めた節数（n）と Fig. 74 の N を比較すると、r および方位との関係はほぼ同様な傾向を示すが、その数値はかなり異なる。N が n より小であるのは当然であつて、N の範囲は $2\sim 3.6$ 、 $r = 34\text{ mm}$ 以上における r の増大にともなう N の平均減少量は、 $r = 10\text{ mm}$ について 0.3 程度である。

Fig. 74 の結果から各材面の単位幅（ 10 cm ）当りの節数（平均節数比）を求め、r との関係を図 75 に示す。この結果は、Fig. 50 に示した n についてのもの（Fig. 75 における点線）とほぼ同様な傾向を示すが、もちろん n についての値より小さく、その差異は r が小なるほど大である。

これらの結果から、一般に欠点として扱われている節

の数は、供試木の板目材面においては、 r や材面の方位によつてかなりの差があり、平均値ではだいたい1.5～4の範囲にあることがわかる。また、 r および方位との関係と同様に、地上高や胸高直径と N との関係も、すでに述べた n における場合の傾向とあまり差異がない。すなわち、供試丸太の範囲では、 N に対する地上高の影響はあまり認められず、同一 r の材面における N は供試木の胸高直径が大きいものほど大である。

(2) だら挽き材面の節数

だら挽き材面における節の数のあらわれ方について、調査法Iによつてえられた結果を検討する。

調査法Iにおいては、Fig. 3に示したように、樹心を中心とし、M、V方位を結ぶ直線に直角な挽材面を木取つたのであるから、M側およびV側の耳付きのだら挽き板がえられる。このだら挽き板の挽材面は、樹心をとるものは正証材面で、その他のものは材幅の中央部が板目、中央部を遠ざかるにしたがつて柢目に近づく追証材面となり、材面の樹心からの距離 r が大きいほど板目部分の占める比率が大となる。すなわち、だら挽き材面は、(1)において検討した板目材面の部分とそれに接続して両材縁に至る追証材面の部分を含む挽材面である。

材長1mのだら挽き単位材面の節径5mmをこえるものの平均節数(N')を調べ、これらの挽材面に含まれることになるMおよびV方位の板目単位材面の平均節数(N)と比較すれば、Fig. 76のようになる。この場合、樹心をとる挽材面($r=0$ の柢目材面)にあらわれる節は、ほとんどすべてが流れ節であるが、その長軸に直角に測定した節の最大幅をもつてその節径とし、丸節の場合と同様に、節径5mm以下のものは欠点とみなさないことにした。

だら挽き材面は板目材面を含み、これの占める比率は、 r が大なるほど大きくなるから、 N' は N より大で、その差は r が大きくなるほど小さくなると考えられる。Fig. 76はこのような関係を示すが、 r が68～85mm以上で N' が N より小さくなっているのは、この場合の調査しただら挽き材面の平均幅が $2r$ 以下であつたためである。

Fig. 76の結果から、単位だら挽き材面の平均節数比を求め、板目材面についてのものと比較してFig. 77に示す。この場合、単位だら挽き材面の材面幅は、元口および末口の平均幅(B_r)とした。Fig. 77によれば、だら挽き材面における平均節数比 $\left(\frac{N'}{B_r} \times 100\right)$ は r が小さ

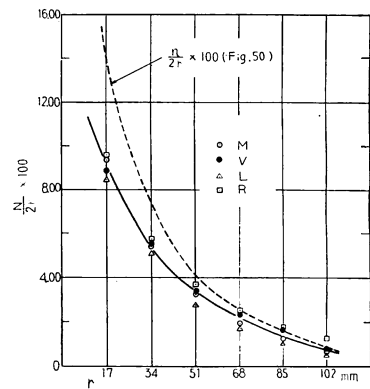


Fig. 75 単位板目材面幅(10 cm)当りの節5 mmをこえる節の数

Relation of r to $\frac{N'}{2r} \times 100$

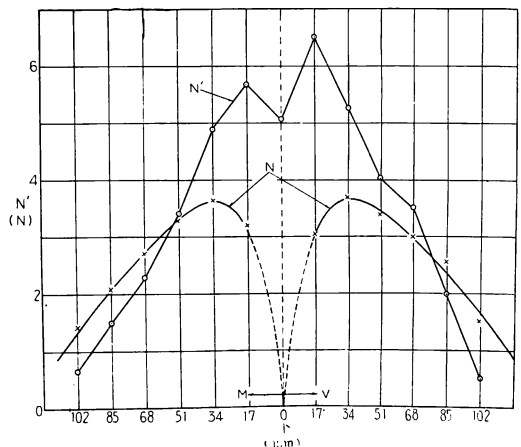


Fig. 76 だら挽き単位材面において節径5 mmをこえるものの平均節数(N')
Comparison of N with number of knots larger than 5 mm in diameter on unit cutting by sawing method I (N')

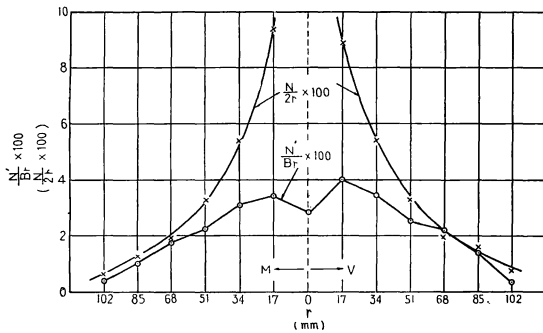


Fig. 77 単位だら挽き材面 (10 cm) 当りの径 5 mm をこえる節の数 (B_r = 材面の平均幅)

Comparison of $\frac{N}{2r} \times 100$ with $\frac{N'}{B_r} \times 100$ (B_r = width of unit cutting by sawing method I)

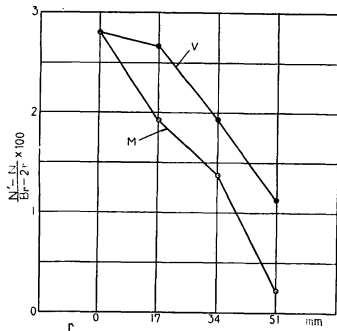


Fig. 78 だら挽き材面 (材面幅 B_r) において正板目でない部分 (材面幅 $B_r - 2r$) についての単位材面幅 (10 cm) 当りの節数 $\left(\frac{N' - N}{B_r - 2r} \times 100 \right)$

Relation of r to $\frac{N' - N}{B_r - 2r} \times 100$

い場合板目材面におけるもの $\left(\frac{N}{2r} \times 100 \right)$ とかなりの差があるが、 r が大きくなるにつれてこの差は接近することが明らかである。

さらに、だら挽き材面から板幅中央部の正板目材面の部分を除いた柾目ないし追柾の部分についての平均節数比 $\left(\frac{N' - N}{B_r - 2r} \times 100 \right)$ を求め、Fig. 78 に示す。これによれば、だら挽き材面における追柾部分の節数比の値は、 r に逆比例し、M 側より V 側において大である。これを板目材面に

いてのもの (Fig. 75 参照) とくらべると、板目材面の値の約 $1/3 \sim 1/4$ である。

これらの結果から、供試木のだら挽き材面における節数は、板目材面における節数の影響が支配的であることがわかる。とくに、あまり樹心に近くない材面では、だいたい板目材面の節数についての傾向をあてはめて考える。これらのことは r 以外の供試木の条件と節数の関係についても同様である。

3. 節のない挽材面

節のない挽材面は、節に関しては無欠点の材面となるから、最も高く評価される。この場合、材面の大きさは、その材が利用される寸法のものが対象とされなければならないが、ここでは、一般的な傾向をみるため、長さ 1 m の単位材面を対象とする。前述したように、柾目材面

以外では、調査法 II による板目材面における節数の影響が支配的であるから、この単位材面が無節材面となる比率を調べ、供試木の挽材面が節に関して無欠点となる実態を知ることにする。ここでいう欠点となる節は、前述の節数の場合と同様に、節径 5 mm をこえるものである。つまり、無節の単位材面とは $N = 0$ の材面のことである。

(1) 木取り条件と無節材面

供試丸太の木取り条件として、挽材面の樹心からの距離および方位を考え、これらと無節の単位材面の出現率との関係を求めると、Fig. 79 のようになる。これによれば、樹心に近い材面では無節の単位材面の出現率は小さく、いずれの方位も 10 % 以下で大差ないが、樹心から遠ざかるにしたがつて出現率は増加し、材面の方位による差異が顕著になる。たとえば、 $r = 85$ mm 以上では、M, L 材面における出現率は 20~38 % であるが、V, R 材面においては 4~18 % であつて、とくに R においては 6 % 以下にすぎない。

Fig. 79 は, Fig. 54 (V, 2. 参照) の傾向と類似しているが, 5 mm 以下の節を欠点としないことによつて, 無節単位材面の出現率は 2~5 % 増加していることになる。

(2) 丸太条件と無節材面

供試丸太の地上高範囲と無節単位材面の出現率の関係を, 方位別に Fig. 80 に示す。

これによれば, 材面の方位による差異はかなり不規則であるが, 各地地上高範囲における無節材面出現率の平均値は, 地上高 4 m 以下ではだいたい 10~16 %, 4 m 以上ではいずれも 4 % 以下であつて, 地上高 4 m を境にして顕著な差が認められる。すなわち, 一般的な丸太の採材寸法である 2 間材を考えると, 供試木の I 番玉と II 番玉の無節単位材面のあらわれる可能性にはかなりの差異があり, II 番玉ではあまりこれを期待しえないことが推定される。

Fig. 80 は, Fig. 55 (V, 2. 参照) の傾向と類似しているが, Fig. 80 の出現率は, 地上高 4 m 以下では 4~5 % 大きく, 4 m 以上では Fig. 55 の % と大差ない。

成長の異なる供試木から採材した丸太の無節単位材面出現率を比較すると, Fig. 56 (V, 2. 参照) と同様の傾向を示し, 供試木のような同令木では, 樹心からの距離が同一の挽材面における無節材面のあらわれる可能性は, 成長の悪い立木から採材したものの方が高く, この差異は r が大きい材面ほど顕著であることがわかる。

4. 節の大きさ

(1) 板目材面の節の大きさ

調査法 II の単位板目材面において, 節径 5 mm をこえるものの平均節径 (D) を求め, r との関係を材面の方位別に示せば, Fig. 81 のようになる。

すでに Fig. 57 において述べた節径 5 mm 以下のものを含めた平均節径 (d) と Fig. 81 の D を比較すると, r および方位との関係はほぼ同様な傾向を示すが, その数値は D の方が約 2 mm 大である。すなわち, $r = 17 \sim 102$ mm において, V, R 材面の D の範囲は 9.5~16.5 mm, M, L 材面では 9.0~13.5 mm である。

Fig. 81 の結果から, 各材面の平均節径比 $\left(\frac{D}{2r} \times 100\right)$ を求め, Fig. 82 に示す。この結果は, Fig. 59 に示した d についてのもの (Fig. 82 における点線) と同様な傾向を示すが, d についての値より大きいのはもちろんである。

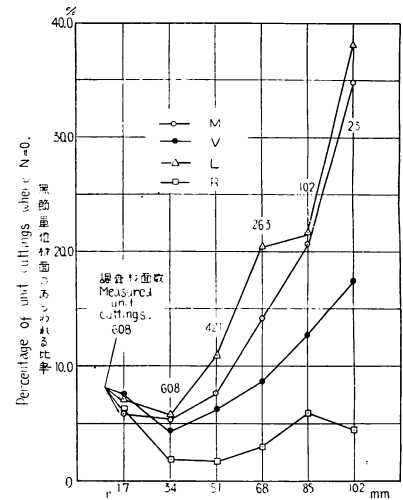


Fig. 79 樹心からの距離 (r) と無節単位材面 ($N=0$) のあらわれる比率との関係
Relation of r to percentage of unit cuttings where $N=0$

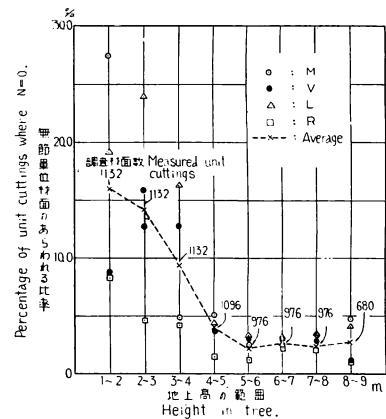


Fig. 80 地上高と無節単位材面 ($N=0$) のあらわれる比率との関係
Relation of heights in tree to percentage of unit cuttings where $N=0$

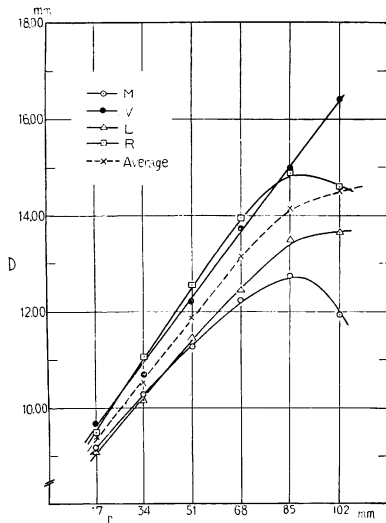


Fig. 81 単位板目材面において節径 5 mm をこえるものの平均節径 (D)
Diameter of knots larger than 5 mm on unit tangential cutting (D)

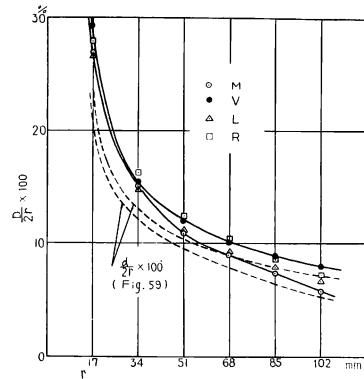


Fig. 82 単位板目材面において節径 5 mm をこえるものの平均節径比
 $\left(\frac{D}{2r} \times 100\right)$

Relation of r to $\frac{D}{2r} \times 100$

供試木の地上高や胸高直径と D との関係は、すでに述べた d における場合とあまり差異がない。すなわち、供試九太の範囲では、 D に対する地上高の影響はあまり認められず、同一 r における D は、供試木の胸高直径が大きいものほど大であるが、これらの変化は r との関係の場合ほど著しくない。

これらの結果は、節の大きさを単位板目材面の平均節径のみによつてみたのであるが、欠点としては個個の節の大きさについての傾向をも知ることが必要である。これについては、V, 4. において節の大きさの分布として述べたとおりであつて、挽材面の条件としては、 r の影響が最も明らかである (Fig. 64 参照)。

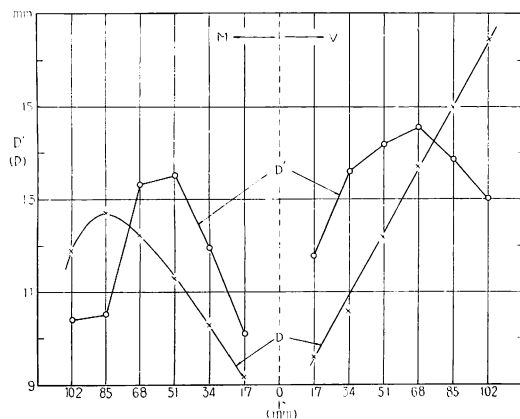


Fig. 83 だら挽き単位材面において節径 5 mm をこえるものの平均節径 (D')
Comparison of D with diameter of knots larger than 5 mm on unit cutting by sawing method I (D')

(2) だら挽き材面の節の大きさ

1. に述べた節数の場合と同様に、調査法 I によつてえられただら挽き材面における節の大きさについて検討する。

だら挽き単位材面において節径 5 mm をこえるものの平均節径 (D') を求め、これらの挽材面に含まれることになる M および V 方位の板目単位材面の平均節径 (D) と比較すれば、

Fig. 83 のようになる。この場合、前述の節数の場合のように流れ節を含めて考えることは妥当でないから、流れ節を除外する。したがつて、ほとんどすべてが流れ節である樹心をとる挽材面 ($r = 0$) は、Fig. 83 における対象とされていない。

だら挽き材面は、板目材面の両材縁に追沓部分が加わつたものであり、この追沓部分にあらわれる節は、その真の樹心からの距離が板目材面のものより大であるから、一般にその節径も大きく、 D' は D より大きくなると考えられる。Fig. 83 はこのような関係を示すが、 r が 68 mm をこえると D' が D より小さくなっているのは、節数の場合と同様に、この場合の調査しただら挽き材面の平均幅が $2r$ 以下であつたためである。

Fig. 83 の結果から、平均挽幅 B_r の単位だら挽き材面についての平均節径比 $\left(\frac{D'}{B_r} \times 100\right)$ を求め、 r との関係を図. 84 に示す。これを Fig. 82 に示した板目材面についての平均節径比と比較すると、 r との関係は逆の傾向が認められ、 $r = 17 \sim 51 \text{ mm}$ では板目材面の方が約 $22 \sim 3 \%$ 大であるが、 $r = 68 \text{ mm}$ 以上では両者はほぼ等しくなる。

これらの結果から、供試木のだら挽き材面における節の大きさは、追沓部分が多く含まれる樹心に近い材面では板目材面のものよりかなり大きい、あまり樹心に近くない材面では大差ないことがわかる。しかし、これは、同一 r の材面でも、追沓部分の真の樹心からの距離が板目材面のものより大きいためであつて、追沓部分の r の値を修正して考えれば、だいたい板目材面の節径についての傾向をあてはめて推定しうる。このことは r 以外の供試木の条件に関しても同様である。

なお、すでに述べたように、ここでは節の大きさ（節径）を節の最小径で示すことに規定したのであるが、節の大きさとして長径を考えるならば、材縁に近い追沓部分の節はどさらに大となり、その長径は材幅方向にあらわれることは 1. において述べたとおりである。

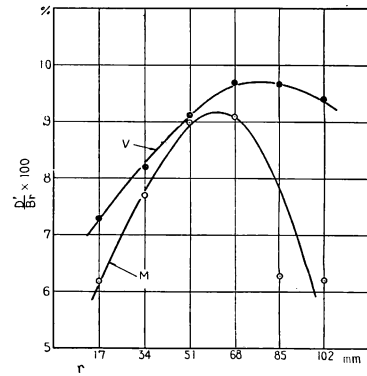


Fig. 84 だら挽き単位材面において節径 5 mm をこえるものの平均節径比 $\left(\frac{D'}{B_r} \times 100\right)$

Relation of r to $\frac{D'}{B_r} \times 100$

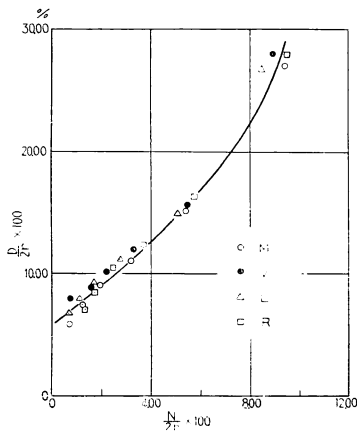


Fig. 85 $\frac{N'}{2r} \times 100$ と $\frac{D'}{2r} \times 100$ との関係

Relation between $\frac{N'}{2r} \times 100$ and $\frac{D'}{2r} \times 100$

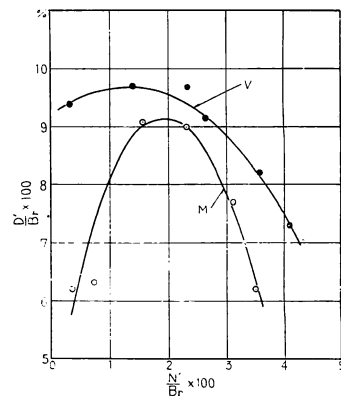


Fig. 86 $\frac{N'}{B_r} \times 100$ と $\frac{D'}{B_r} \times 100$ との関係

Relation between $\frac{N'}{B_r} \times 100$ and $\frac{D'}{B_r} \times 100$

5. 節数比と節径比

上に述べたのは、挽材面の欠点としての節を、その数と大きさについてべつべつに検討したものであるが、両者の関連性を知るため、各材面の平均節数比と平均節径比の関係を求めてみる。

樹心からの距離と板目材面における節数比および節径比は、いずれも逆比例的な類似した曲線関係にあることはすでに述べたとおりである。そこで、板目材面の節数比と節径比は比例的な関係にあることが推定されるが、この関係を Fig. 75 および 82 から求めて、Fig. 85 に示す。

だら挽き材面における節数比と節径比の関係は、板目材面におけるものとかなりの差異が認められる。Fig. 77 および 84 から求めただら挽き材面についてのこの関係は Fig. 86 に示すとおりで、節径比は、節数比が 1~2 のとき最大値を示すことがわかる。

Ⅶ 心もち正角の節

供試木の大部分は調査法Ⅱによる調査にあてたが、これらの供試木の地上高と丸太直径との関係を、胸高直径階層別の平均値で示せば、Fig. 87 のようになる。これによれば、供試木から、地上高 1~4 m の

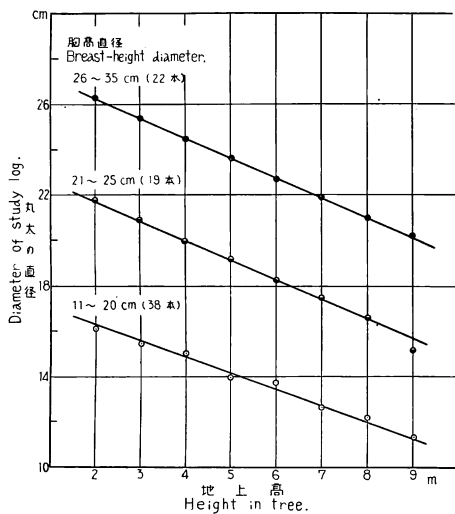


Fig. 87 供試丸太（調査法Ⅱ）の直径の変化
Diameter of study log (sawing method II)

から、その節についての評価もさらに具体的となる。正角は、構造部材として使用されるから、普通使用面のみが品質評価の対象となる板類の場合と異なり、4材面がすべてその対象となる。また、10尺、12尺、13.2尺などの正角の材長は、通常ほとんどそのままの寸法で使用されるから、いわゆる切り使いされる製材品の場合と異なり、全材長を1つの評価単位と考えなければならない。

このような取扱いにもとづく正角の欠点としての節は、その外観的価値および材のつよさに対する影響を主眼として評価される。外観的価値は節の数および大きさがその指標となるが、正角の主要な用途が柱であるため、一般的には、節が各材面に分散しているよりも、節の数のきわめて少ない材面が多いことが材価を高め、無節材面が多いほど貴ばれる。また、材のつよさに対する節の影響が節自身の質的な性状によつて異なることは当然である。一般的には、材のつよさと材幅に対する節径比との間に相関関係があ

I番玉と4~7 mのII番玉を3 m丸太（約10尺丸太）として採材したとすれば、その末口直径は、

I番玉では15~24 cm（5~8寸）、II番玉では12~22 cm（4~7寸）となる。すなわち、供試丸太の過半数は、径6寸未満のいわゆる小丸太である。

このようなスギ小丸太を原料とする製材作業として最も一般的かつ重要なものは、主製品として心もち正角を1本取りし、副製品として小幅板、挽割類、耳付き板などを生産する角取り作業と考えられる²⁾。そこで、供試丸太から木取られる主要な製材品としての心もち正角製品にあらわれる節について検討する。

Ⅵにおいては、節を供試材の挽材面にあらわれる欠点としての一般的な取扱いで検討したのであるが、ここでは、材種が正角と限定されているか

る¹⁾³⁾ので、この値が重んじられ、とくに JAS においても規定されている正角における最大節の節径比が評価基準となる。

以上のような観点から、調査法Ⅱによつて木取られた正角の節について検討を加えたのであるが、対象としたその材長は 3 m で、地上高でいえば、Ⅰ番玉では 1~4 m、Ⅱ番玉では 4~7 m である。一般に行われている心もち正角の木取り法は、樹心をほぼ中心とし、山側および谷側を相対する 2 材面とする場合が多いから、調査法Ⅱによつて木取られた正角は、普通の正角木取りによる製品に近いものと考えられる。また、正角の木取り寸法は、生産目的によつて異なるのは当然であるが、小丸太の場合は、正角の丸身をどの程度許容したとき最も有利な木取りができるかという経験的な判断によつて決定されるのが普通である²⁾。調査法Ⅱにおける各供試丸太の最大正角の木取りは、Ⅲ、2. で述べたように、4 m 長の供試丸太の元口断面において丸身を生じない最大寸法で行われたのであるが、各供試丸太から木取りえた最大正角寸法別の本数比を Table 7 に示す。これによれば、多少の丸身を許容しても、1 辺長 5 寸以上の正角を木取りうる供試丸太は、Ⅰ番玉では 23 %、Ⅱ番玉では 11 % 程度にすぎないと考えられる。

Table 7. 材長 4 m の供試丸太から木取りえた最大正角寸法別本数比

Percentage of maximum size squares cut from study logs of 4 m length

正角寸法 Size of square mm	Ⅰ番玉 1st log		Ⅱ番玉 2nd log	
	分 BU	本数 Number	本数 Number	%
34	11	0	0	0
68	22	18	31	40
102	34	20	20	25
136	45	23	19	24
170	56	13	8	10
204	68	5	1	1
計 Total		79	79	100

なお、これらの正角の節についても、Ⅵの場合と同様に、節径 5 mm 以下のものは欠点とみなさないことにする。

1. 正角の節数

(1) 正角の各材面の節数

調査した正角の寸法 $a (=2r)$ とその 3 m 長の各材面における平均節数 (N) の関係を材面の方位別に

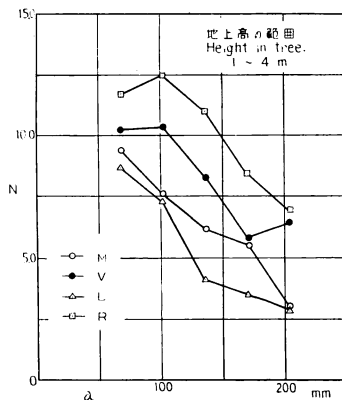


Fig. 88 正角寸法 (a) と各材面の節数 (N) — Ⅰ番玉

Number of knots on each face (N) in relation to square size (a) cut from 1st log studied

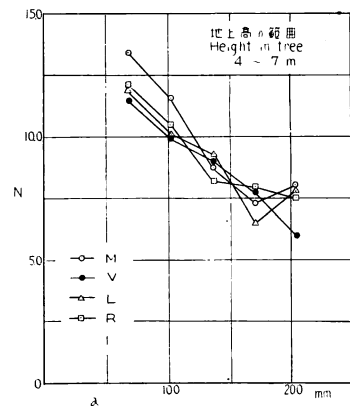


Fig. 89 正角寸法 (a) と各材面の節数 (N) — Ⅱ番玉

Number of knots on each face (N) in relation to square size (a) cut from 2nd log studied

求めると、I 番玉では Fig. 88, II 番玉では Fig. 89 に示ようになる。

これらの結果によれば、I 番玉では材面の方位によつてNが異なり、各寸法の正角とも、NはM, L 方位で小, V, R 方位で大であるが、II 番玉では材面の方位によるNの差異はあまり認められない。

わが国で生産される正角の寸法としては、100 mm 前後（3 寸, 3.3 寸, 3.5 寸）のものが圧倒的に多いと考えられる²⁾。このような寸法の供試正角のNについてI 番玉からのものとII 番玉からのものを比較してみる。I 番玉におけるNは、M, L 材面では 7~8, V, R 材面では 10~12 であるのに対し、II 番玉では、材面の方位による差異は明確でなく、10~12 である。したがつて、正角の各材面の節数だけについてみても、供試材のI 番玉とII 番玉では、かなりの品質的な差異があるものと認められる。

(2) 正角における無節材面および節の最多・最少材面

正角にあらわれる節の数を各材面に分散させるより、無節あるいは節の少ない材面がえられるようにするのが正角の材価を高める木取り法であるとされていることは、すでに述べたとおりである。この考え方

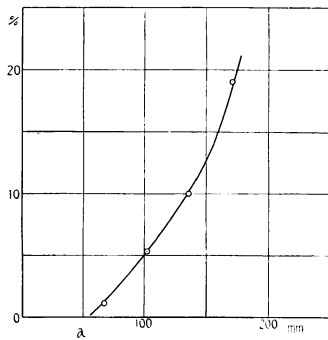


Fig. 90 無節材面をもつ正角の比率
Percentage of squares with clear face

は、正角使用上の外観的価値にもとづくものである。したがつて、正角の節数を各材面にあらわれるものの平均値であらわすよりも、節の最も多い材面あるいは最も少ないないしは無節の材面を問題にするほうが、正角の節数についてのより具体的なみかたであると考えられる。

調査した正角のうち、無節材面を有するものの比率を調べると、Fig. 90 に示すようにきわめてわずかであつて、一般的な正角製品と考えられる a が 100 mm 前後のものでは、約 5% にすぎない。しかも、これらはすべて I 番玉からえられた 1 材面のみ無節のもので、その材面は大部分が M または L 方位であつた。すなわち、供試木の II 番玉から製材された正角では、無節

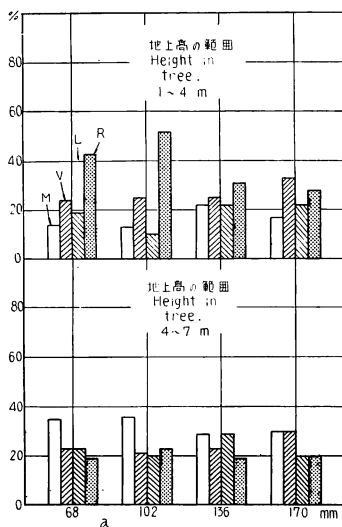


Fig. 91 各正角の節が最も多い材面の比率
Percentage of most knotty faces on each square

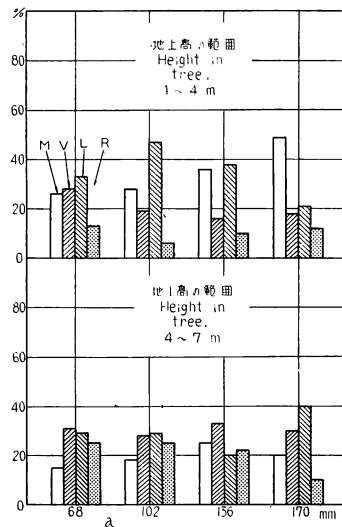


Fig. 92 各正角の節が最も少ない材面の比率
Percentage of least knotty faces on each square

材面を有するものは全く期待できず、I番玉からのものでも、1材面のみ無節のものをわずかえられるにすぎないことが明らかである。

各正角において節が最も多いあるいは最も少ない材面の方位を調べ、その方位別出現比率を求めると、Fig. 91 あるいは Fig. 92 のようになる。これらによれば、供試木のI番玉からの正角では、節の最多材面はV, R 方位の出現比率高く、最少材面はM, L 方位が高い傾向が認められるが、II番玉からのものでは、このような傾向は明らかでなく、概して各方位の出現比率には大差がない。

このような各正角における節の最多材面の節数 ($N_{max.}$) および最少材面の節数 ($N_{min.}$) を調べ、正角寸法 a とそれぞれの平均値との関係とを求めると、Fig. 93 のようになる。 $N_{max.}$ は、I, II 番玉による差異は大きくなく、 $a = 100 \text{ mm}$ 前後で 14~15 であるが、 $N_{min.}$ は、I 番玉よりII番玉のほうがかなり大きく、それぞれ 4.5 および 7 程度である。 $N_{min.}$ の値がI番玉のほうが小さいことは、上に述べた無節材面についての結果とともに、節数に関しては、II番玉よりもI番玉からえられる正角の方が品質的にすぐれていることを明らかに示す。II, III 番玉を主とするスギ小丸太から製材された材長2間の一般的な正角製品 ($a = 3 \sim 3.5$ 寸) についての調査結果²⁾では、 $N_{max.}$ は 13~15, $N_{min.}$ は 7 程度であつて、上述の数値とほぼ一致する。しかし、引用した調査において対象となつた丸太の立木からの採材位置、材長を考慮に入れると、少なくとも、この調査のII番玉からえられる正角の $N_{max.}$, $N_{min.}$ の値は、同条件の場合の一般正角製品のそれらの値よりやや大なるものと考えられる。

さらに、これらの $N_{max.}$ および $N_{min.}$ に対する正角の節数比を求め、Fig. 94 に示す。 $N_{max.}$ に対する節数比は、丸太採材位置による差は認められず、 $N_{min.}$ の節数比は、II番玉の方が当然大であるが、いずれも a とほぼ比例的な関係にある。

2. 正角の節の大きさ

挽材面における節の大きさについて述べた際には、単位材面における平均節径によつて一般的な傾向を表示した。しかし、正角の場合は、その用途から考えても、挽材面にあらわれる節のうち最大のものの節径を問題にす

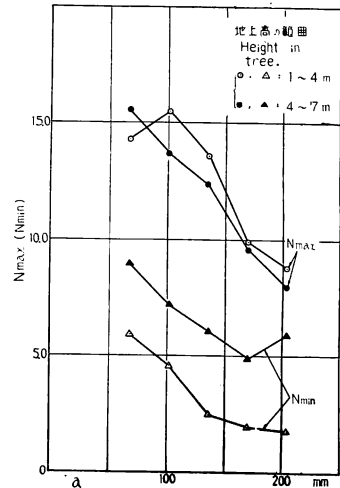


Fig. 93 正角寸法(a)と正角における節の最多材面および最少材面の節数 ($N_{max.}$, $N_{min.}$) との関係
Relation of square size (a) to number of knots on most or least knotty face of square ($N_{max.}$, $N_{min.}$)

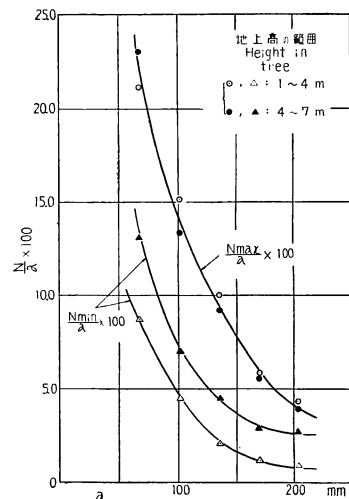


Fig. 94 $N_{max.}$ および $N_{min.}$ に対する正角の節数比

Relation of a to $\frac{N_{max.}}{a} \times 100$ or

$$\frac{N_{min.}}{a} \times 100$$

るのが妥当なように考えられる。たとえば、JAS の挽角類についての規定においても、このような節の扱い方が基本的な考え方となつている。

この調査においても、正角の節の大きさはこのような考え方にもとづいて取り扱うことにする。すなわち、節の大きさについて、供試正角の外観的、強度的評価をするため、正角の各方位の材面にあらわれる節径最大の節および各正角の 4 材面を通じて節径最大の節について検討する。

なお、ここでいう節径は、すでに挽材面の節について述べた場合と同様に、節の最小径を測定したものである。

(1) 正角の各材面の最大節

調査した正角の各方位の材面にあらわれる節のうち節径最大のものを調べ、正角寸法 a とその平均節径との関係を求めると、I 番玉からえられたものは Fig. 95, II 番玉からのものは Fig. 96 に示すようになる。

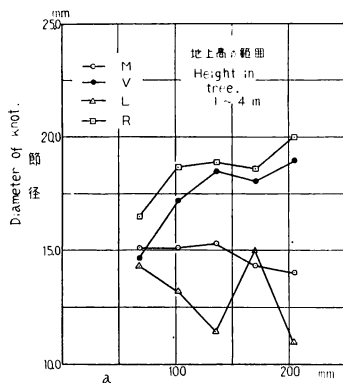


Fig. 95 正角の各材面の最大節径—I 番玉
Diameter of largest knot on each face
of square cut from 1st log studied

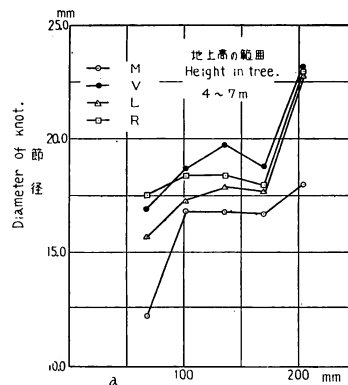


Fig. 96 正角の各材面の最大節径—II 番玉
Diameter of largest knot on each face
of square cut from 2nd log studied

これらの結果によれば、各材面の最大節の大きさは、材面の方位によつてかなりの差が認められ、M, L 方位において小さく、V, R 方位において大きい、これらの差は、概して I 番玉からの正角の方が大きい。 $a = 100 \text{ mm}$ 前後における各材面の最大節径は、I 番玉では、M, L の場合 $13 \sim 15 \text{ mm}$ 、V, R の場合 $17 \sim 19 \text{ mm}$ で、II 番玉では、M, L の場合約 17 mm 、V, R の場合約 18.5 mm である。正角寸法の影響は、I 番玉からのものではあまり認められないが、II 番玉では、 a の増大にともない各材面の最大節径も大きくなる傾向がみられる。ただし、II 番玉からの正角でも、 $a = 100 \sim 170 \text{ mm}$ の範囲では、 a の影響はほとんどないようである。

(2) 正角の最大節

調査した各正角の 4 材面を通じて節径最大の節があらわれる材面の方位を調べ、その方位別出現比率を求めると、Fig. 97 のようになる。これによれば、供試丸太の I 番玉、II 番玉にかかわらず、出現比率は各方位に分散しているが、多少 M, L 方位において低く、V, R 方位において高い傾向がみられる。

このような正角の最大節の節径 ($D_{\max.}$) およびその節径比 $\left(\frac{D_{\max.}}{a} \times 100 \right)$ を調べ、正角寸法 a とそれぞれの平均値との関係を求めると、Fig. 98 のようになる。 $D_{\max.}$ は、 a の影響はほとんど認めら

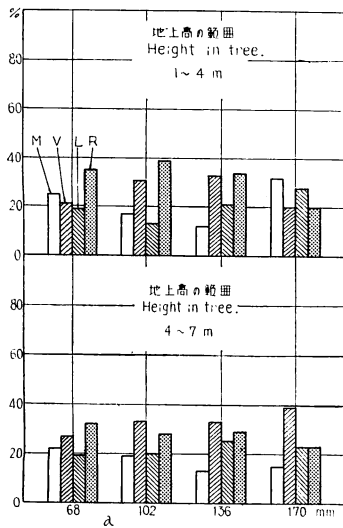


Fig. 97 各正角の最大節があらわれる材面の比率
Percentage of faces with largest knot
on each square

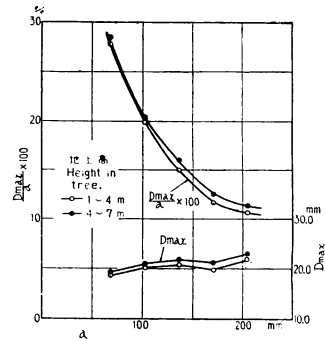


Fig. 98 正角の最大節の節径 (D max.)

および節径比 $\left(\frac{D \max.}{a} \times 100\right)$

Average diameter of largest knot on square (D max.) and its ratio to width of square face $\left(\frac{D \max.}{a} \times 100\right)$

れず、だいたい 19~23 mm の範囲にあり、いずれの a においても、I 番玉からのものより II 番玉からのものの方がやや大である。また、最大節径比は a と逆比例的な関係にあり、当然これも II 番玉からのものの方がやや大で、a = 100 mm 前後で約 20 % である。

ここで述べている節径は、すでに述べたように最大節の最小径であるが、正角の場合は、JAS にも規定されているように、材幅方向の節径が問題になる。VI, 1. において述べたように、水平面の節枝軸が挽材面に直交しない場合は、材幅方向の節径は、節枝の直交断面のものより大となる。一般的な正角として a = 100 mm 前後のものを考えると、供試木の節枝の生死部分の長さからいって、この正角の挽材面にあらわれる節は、一般に死節であり、その節枝の上向角は約 90° であるから、その縦挽き材面の節の形状に対する影響は無視でき、節枝水平軸の挽材面に対する傾斜のみを考えればよい。調査した正角の最大節が挽材面に対して最大の傾斜をしていたと仮定して、Fig. 73 のような模式図からその材幅方向の節径を求めると、30 mm 前後となる。この場合、a = 100 mm とすれば、節径比は 30 % となり、これらの数字は、II, III 番玉を主とするスギ小丸太から製材された一般的な正角製品についての調査結果²⁾ とほぼ一致する。

3. 正角の節数比と最大節径比

調査した正角の節数と節の大きさについての関連性を知るため、節の最多および最少材面の節数比と正角の最大節径比との関係を求め、それぞれ Fig. 99 および 100 に示す。

これらの結果から、これらの関係はいずれもほぼ直線的に比例することがわかる。このような傾向は、他の同様な調査結果²⁾ においてもほぼ同様であり、これらの関係から、心もち正角では、最大節径比あるいは節数比のみの比較によって、節数比あるいは最大節径比についても推定的に評価しうることが考えられる。

4. 正角の節に対する用材規格の適用

製材品についての実用的な品質評価は、用材規格にもとづく品等区分によって行うのが普通である。現

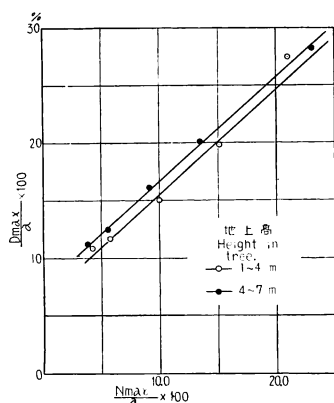


Fig. 99 $N_{\max.}$ に対する正角の節数比と
正角の最大節径比との関係

Relation between $\frac{N_{\max.}}{a} \times 100$ and
 $\frac{D_{\max.}}{a} \times 100$

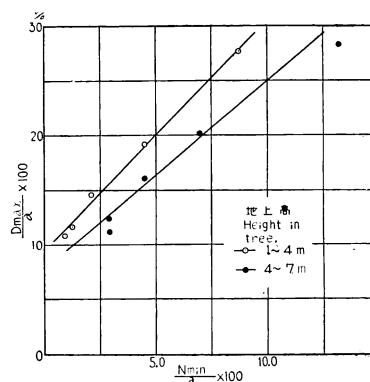


Fig. 100 $N_{\min.}$ に対する正角の節数比と
正角の最大節径比との関係

Relation between $\frac{N_{\min.}}{a} \times 100$ and
 $\frac{D_{\max.}}{a} \times 100$

行の用材の日本農林規格 JAS（農林省告示第 769 号，1953 年 11 月 10 日）は，内容的に検討を要する点も考えられる²⁾ が，わが国における針葉樹正角の品等区分法として最も一般的な基準となるものであるとおもわれる。そこで，この規格の節についての品等区分法を調査結果に適用し，供試木からえられる心もち正角の JAS 品等について検討する。

なお，JAS における針葉樹正角の節についての品等は，Table 8 に示すように，「節の存する材面数」

Table 8. 用材の日本農林規格（JAS-1953）における針葉樹正角の節についての品等区分

Grading method for knot on softwood square in Japanese Agriculture
& Forestry standard (JAS-1953)

品 等 Grade	節 の 許 容 限 度 Permissible knot of different grades
I 等 無 節 Grade I Clear	ないもの，または 1 材面にみに存するもの None or on one face only
I 等 上 小 節 Grade I A	2 材面にみに存し，節の % 20 以下のもの On 2 faces only and not to exceed 20 %
I 等 小 節 Grade I B	2 材面にみに存するもの，または 3 材面に存し，節の % 30 以下のもの On 2 faces only, or on 3 faces and not to exceed 30 %
I 等 並 Grade I Common	3 材面にみに存するもの，または 4 材面に存し，節の % 40 以下のもの On 3 faces only, or on 4 faces and not to exceed 40 %
II 等 Grade II	節の % 70 以下のもの Not to exceed 70 %
III 等 Grade III	節の % 90 以下のもの Not to exceed 90 %

備考：1. 節の % = 幅方向の節径の最大のものの材幅に対する %

2. 抜け節，腐れ節および抜けやすい節はその大きさの 2 倍の節とみなす

Remark: 1. Knot % = The percentage of the distance between the two tangents to the max. dia. knot parallel to the corner, to the width of square.

2. Knot hole, decayed knot or loose knot shall be regarded as a knot of double of its max. dia.

および「節の%」（材幅方向の節径に関しての正角の最大節径比）の程度が主要条件となつて区分されている。

一般に生産されている心もち正角の寸法は5寸未満のものが大部分であつて、JASにおける針葉樹正角の形量表に示されているものと一致している。このような寸法の正角が供試丸太からえられたものとして、前述の調査結果をあてはめると、「3材面に節が存する」正角（1材面無節の正角）の本数比率および「節の%」の範囲は、Table 9に示すようになる。すでに述べたように、調査した正角を節が存する材面数で区分すると、「3

材面に存するもの」と「4材面に存するもの」の2種類になり、Table 9の結果は、Fig. 90から求めたものである。JASで規定している「節の%」は材幅方向の正角の最大節径から求めたものであるが、この調査では、正角の最大節の最小径を測定し、それにもとづいて正角の最大節径比を求めた。そこで、2.においてすでにふれたようにして、この最大節となる節枝が挽材面に対して最大の傾斜をした場合の材幅方向の節径にもとづく節径比を求めると、両節径比は、調査した正角についての「節の%」の下限および上限とはほぼ一致すると考えられる。Table 9における「節の%」の範囲は、Fig. 98の結果から、このようにして求められたものである。

JASにおいては、「抜け節、腐れ節および抜けやすい節」は、その大きさの2倍の節とみなすように規定されている。調査法IIでは、このような節の質的な性状についての観察記録は行わなかつたが、調査した正角の最大節がこのような節であつたと仮定すると、その「節の%」の範囲は、Table 9に示すように2kとして示される。なお、JASでは、正角のこのような節が他材面に貫通している場合は、その大きさの4倍の節とみなすことが規定されているが、供試木の節枝の含まれ方から考えても、心もち正角にこのような節があらわれる可能性はないから、これについては考慮をほらう必要はない。

Table 9 およびすでに述べた調査結果にもとづき、供試木からえられる心もち正角の節についての平均的なJAS品等を考えると次のようになる。

1) 節が「3材面のみに存する」正角は、当然I等並以上の品等に格付けされるが、その出現率は正角寸法が大きいくほど大となり、2~10%である。なお、これらの正角は、すでに述べたように、すべてI番玉からえられたものである。

2) 「節の%」の決定因子となる節が、「抜け節、腐れ節または抜けやすい節」でない場合は、節が「3材面のみに存する」正角の大部分はI等小節となり、3寸以下の正角では、「節の%」が30%以上となつてI等並となるものが多少生ずる可能性がある。また、この場合、節が「4材面に存する」正角はいずれも「節の%」が40%以下であるため、すべてI等並となる。

3) 正角の最大節が「抜け節、腐れ節または抜けやすい節」である場合は、節が「3材面のみに存する」正角は、2kがいずれも30%以上であるため、すべてI等並となる。また、この場合、節が「4材面に

Table 9. 調査した正角の節についての品等格付け因子
Grade determinants for knot on studied squares

正角寸法 Square size		3材面のみに節 が存す正角の% Percentage of squares where knots are found on 3 faces only	節の% Knot % (K)	2 K
BU	mm			
2.5	75	2	26~36	52~72
2.8	84	3	24~34	48~68
3.0	90	4	23~32	46~64
3.3	99	5	21~30	42~60
3.5	105	6	19~27	38~54
3.8	114	7	18~25	36~50
4.0	120	8	17~24	34~48
4.5	135	10	16~22	32~44

存する」正角は、3.5 寸以上のものはⅠ等並またはⅡ等であり、3.3 寸以下のものは大部分がⅡ等で、2.5 寸のもののみ一部Ⅲ等になる可能性がある。ただし、Ⅵにおいて述べたように、供試木に含まれる節枝は、平均して $r = 42 \text{ mm}$ ($a = 84 \text{ mm} = 2.8 \text{ 寸}$) までは生節枝であるから、供試木からえられる 2.8 寸以下の正角の最大節が生節である可能性はかなり高いと考えられる。したがって、すくなくとも a が比較的小さな正角の最大節が「抜け節、腐れ節または抜けやすい節」となる場合はあまりないものと想像される。

4) 供試丸太からえられた正角の節についての JAS 品等をⅡ、Ⅲ番玉を主とするスギ小丸太から製材した一般的な正角製品についての調査結果⁹⁾と比較するとほぼ等しい。したがって、Ⅱ番玉からえられる正角のみについていえば、調査した正角は、一般製品の品等より若干下位にあるものと考えられる。

Ⅷ 要 約

スギは、わが国における造林樹種として最も重要なものであり、製材用原木としても、スギ造林木は最も一般的かつ重要なものと考えられる。この研究は、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しようとするものである。すなわち、保育形式の異なるスギ造林木（樹令 50 年前後）から採材した丸太を製材した場合に、どのような品質の製材品を期待しうるかということを知ることにより、次のような諸点についての資料をうることを最終目的とする。

- i) 製材用原木としての欠点要素の実態
- ii) 製材木取り法と欠点のあらわれ方の関係
- iii) 製材品の品質の実態とそれに対する適正な品等区分法
- iv) 製材用原木としての品質からみたスギの保育形式の比較検討

この報告は、上述の研究計画の最初のものとして、ほとんど手入れされていないと考えられるスギ造林木の節について行つた調査結果であつて、調査方法検討の意味をも含んでいる。

1. 調査の概要

供試木は、林業試験場釜淵分場周辺の南西斜面の林分を皆伐してえられた 97 本で、伐倒時の樹令は 51 年である。供試木からは、根曲がり部分を除いて材長 4 m の供試丸太をⅡ番玉まで採材した。供試丸太を、幹の方位（立木時の山側、谷側）および樹心を基準にして縦挽きし、丸太の縦断面にあらわれる節の状態およびそれに関連する事項を観察、測定したが、その際の木取り法は次の 3 種とし、大部分の供試木は、調査法Ⅱによる調査にあてた。

- i) 調査法Ⅰ（だら挽きによる調査）
- ii) 調査法Ⅱ（正角木取りによる調査）
- iii) 調査法Ⅲ（みかん割りによる調査）

2. 丸太に含まれる節枝

各調査法によつてえられた結果から、供試丸太に含まれる枝（節枝）の実態を明らかにした。

1) 節枝の分布

成長状態の異なる代表的な供試木から採材した供試丸太について、その節枝の垂直および水平分布図を求め、丸太に含まれる節枝の分布の様相を概観した。これによれば、節枝は、丸太の垂直断面では材長の全般にわたつて分散し、水平断面ではいずれかの方位に偏在する。

2) 節枝の数

供試丸太の単位材長（1 m）に含まれる節枝の総数は20本前後で、地上高による差異はあまりないが、幹の方位別に比較すると、かなりの不同が認められ、地上高が低い部分では谷側、それ以上の地上高の部分では山側の値が大きい。これを成長が異なる供試木について比較すると、胸高直径が大きい供試木から採材された丸太ほどそれに含まれる節枝数は多い。節枝の太さ別にみれば、太い節枝は、胸高直径の大きな供試木に、また、山側よりも谷側にあらわれる比率が大きい。

3) 節枝の長さ

供試丸太に含まれる約1,500の節枝について、節枝の長さ（水平投影長）およびその部分の幹の年輪数を測定した。生節枝の部分においては、地上高による差異はあまり認められず、平均長さ42 mm（年輪数12年）であるが、節枝の太さおよび胸高直径が大きい場合ほど、また山側より谷側のほうが、その長さの値は大である。死節枝の部分においても、地上高の影響は小さく、平均長さ21 mm（年輪数10年）であるが、その他の因子の影響は生節枝の場合のように明確でない。また、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、胸高直径が大きい場合ほど、また谷側より山側のほうが大である。

4) 節枝の上向角

供試木の樹心と節枝のなす上向角は、生節枝の部分では70°前後のものが最も多く、40°～100°の範囲にあるが、死節枝の部分では90°前後のものが多く、50°～110°の範囲にある。節枝の上向角は、地上高、幹の方位、節枝の太さなどによる差異を認めがたい。

5) 節枝と丸太外面の状態

丸太外面の状態で節枝の存在を判別しうるものは、丸太外面まで出ているものと、かくれ節で丸太外面に節枝の存在を示す凹凸が明らかに存するものとに分けられる。前者の出現率は、地上高、節枝の太さが大きいほど、また立木の胸高直径が小さいほど大であるが、後者の出現率は、地上高、節枝の太さによってあまり変化せず、胸高直径が大きいほど大である。これらの節枝の出現率は、いずれも谷側においてやや高い。かくれ節で丸太外面において凹凸不明りようあるいは全く平滑なため節枝の存在を判別できないものの出現率は、上記の場合とはほぼ逆の傾向を示し、幹の山側において大で、胸高直径との関係は不規則である。

3. 挽材面にあらわれる節

調査法Ⅱによつて、樹心を中心にし、立木時の山、谷側を相対する2材面とする正角を順次小さくなるまで木取り、その挽材面（正板目材面）にあらわれる節の実態を調べ、次の結果をえた。

1) 節の数

単位挽材面（材長1 m）にあらわれる平均節数（ n ）は、樹心からその材面までの距離（ r ）に逆比例し、谷側の値が高く、山側が低い傾向が認められる。単位材面幅当りの節数も r が大きいほど小で、 $r = 50\text{mm}$ 程度までは急減し、それ以上では漸減する。地上高と n の関係は不規則で、 r のように大きな影響はみられない。 r が一定の材面では、胸高直径が大きな立木から採材したもののほど n の値は大である。

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、山側材面で大、谷側材面で小で、 r が大きき、地上高が小さいほど大となる。また、 r が一定のときは、胸高直径の小さい立木から採材した丸太ほどこの比

率は大である。

3) 節の大きさ

単位挽材面にあらわれる節の平均直径 (d) は、同一 r の材面では、山側で小、谷側で大で、 r に比例するが、 $r = 85 \text{ mm}$ 前後以上ではかえって減少する。なお、 r と単位挽材面の節径の合計値との関係を検討することにより、供試丸太に含まれる節枝の太さは、樹心から遠ざかるにしたがつて、生節枝の部分では増大し、死節枝の部分では漸減することがわかる。材幅 ($2r$) に対する平均節径の比率は、 $r = 34 \text{ mm}$ 程度までは急減し、それ以上では漸減する。地上高と d の関係もほぼ比例的で、 r が一定の材面では胸高直径が大きな立木から採材したものほど d の値は大である。

4) 節の大きさの分布

測定した節径 (最小径) の範囲は、 $1 \sim 40 \text{ mm}$ であるが、 r が小さな材面では 10 mm 以下のものが多く、 r が大きくなるにつれ節数は減少するが、節の径級の分布範囲は広くなり、等分布に近づく。いずれの場合も節径 26 mm 以上のものはきわめて少ない。材面の方位、地上高による節の大きさの分布状態の差異はあまり認められず、同一 r の材面では、採材した立木の胸高直径が異なつていても、ほぼ類似した節の大きさの分布状態を示す。

5) 節の面積

r と単位挽材面の節の合計面積との関係は、各方位とも 1 つの最大値をもつ曲線として示されるが、その最大値は谷側材面におけるもののほうが大である。挽材面の面積に対する節の面積率は r に逆比例する。節の合計面積および面積率は、ともに地上高とは一定の関係は認められず、同一 r の材面では、胸高直径が大きな立木から採材したものほど大である。

4. 挽材面の欠点としての節

調査結果にもとづいて、供試丸太の挽材面にあらわれる節を製材品の欠点としてのとり扱いで検討し、次の結果をえた。この場合、ほぼ用材規格の考え方に準じて、節径 5 mm 以下のものは、欠点とみなさないことにした。

1) 節の形質

供試丸太に含まれる節枝の状態についての調査結果にもとづき、挽材面にあらわれる節のかたちおよび生死について、その代表的な場合を検討した。これによつて、供試木の挽材面にあらわれる節の形質についての一般的な推定をなしうる。

2) 節の数

供試木の単位板目材面 (材長 1 m) における欠点としてとり扱われる節の平均数 (N) は $1.5 \sim 4$ の範囲にあり、 r 、材面の方位、地上高および立木の胸高直径と N との関係、あるいは r と単位材幅当りの節数との関係は、上述の n の場合の傾向とあまり差異がない。板目および柾目部分を含む単位だら挽き材面における欠点となる節の数は、板目材面における節数の影響が支配的であつて、とくに、あまり樹心に遠くない材面では、だいたい板目材面の節数についての傾向をあてはめて考える。

3) 節のない挽材面

供試木の樹心に近い挽材面では、無節単位材面 ($N = 0$) の出現率は小さく、いずれの方位も 10% 以下で大差ないが、樹心から遠ざかるにしたがつて出現率は大となり、材面の方位による差異が顕著になる。この傾向は、上述の $n = 0$ の場合の傾向と類似しているが、この場合の出現率のほうに $2 \sim 5 \%$ 増加

している。このことは、地上高あるいは胸高直径との関係についても同様であつて、 $N = 0$ となる単位材面の出現率は、地上高 4 m 以下で 10~16 %、それ以上で 4 % 以下となり、また、同一 r における挽材面では、成長の悪い立木から採材したもののほうが高く、この差異は r が大きいほど顕著である。

4) 節の大きさ

供試木の単位板目材面における欠点となる節の平均直径 (D) は、上述の d の値より約 2 mm 大であるが、 r 、材面の方角、地上高および立木の胸高直径と D との関係、あるいは r と材幅に対する平均節径比との関係は、上述の d の場合とほぼ同様の傾向を示す。単位材面における欠点となる節の大きさは、樹心に近い挽材面では板目材面のものよりかなり大きい、あまり樹心に遠くない材面では大差ない。

5) 節数比と節径比

板目材面における節数比（単位材面幅当りの節数）と平均節径比は比例的な関係にあるが、材面におけるこの関係はかなり異なり、その節径比は節数比 1~2 のとき最大値を示す。

5. 心もち正角の節

供試丸太の形量からいつて、心もち正角を 1 本取りする場合は最も一般的な木取り法と考えられるので、地上高 1~4 m (I 番玉) および 4~7 m (II 番玉) からそれぞれ木取られた 3 m 長の正角の節について、製材品の欠点としての検討を加え、次の結果をえた。

1) 正角の節数

正角の各方位材面の節数は、正角寸法が大きいほど小で、I 番玉では山側で小、谷側で大である傾向が明らかであるが、II 番玉では各材面とも大差ない。無節材面を有する正角の比率はきわめてわずかで、1 辺長 (a) 100 mm 前後のものでは約 5 % にすぎず、これらはすべて I 番玉からえられた 1 材面のみ無節のものである。各正角の節が最も多い材面および最も少ない材面の出現率を調べると、I 番玉では、前者は谷側、後者は山側材面において高いが、II 番玉では、このような傾向は明らかでない。この最多節数は、I、II 番玉による差異はあまりないが、最少節数は、I 番玉のほうが小であつて、これらの節数の a に対する節数比は、いずれも a とほぼ比例的な関係にある。

2) 正角の節の大きさ

正角の各方位材面における最大節の直径は、山側で小、谷側で大であるが、 $a = 100$ mm 以上のものでは、 a の影響は認められない。正角の 4 材面を通じての最大節の直径は、いずれの a においても I 番玉からのもののほうがやや大きく、19~23 mm で、正角の最大節の a に対する節径比（最大節径比）は a に逆比例し、 $a = 100$ mm では約 20 % である。

3) 正角の節数比と最大節径比

正角の節の最多および最少材面の節数比と正角の最大節径比の関係は、いずれもほぼ直線的に比例する。

4) 正角の節に対する用材規格の適用

調査結果にもとづき、供試木からえられる正角の節に関して、用材の日本農林規格を適用し、それによる品等を検討した。正角の最大節が健全である場合、一材面無節のものの大部分は I 等小節となるが、その数は 2~10 % で、すべて I 番玉からのものであり、大多数の 4 材面に節の存するものは I 等並となる。正角の最大節が抜け節、腐れ節などの不健全節の場合、一材面無節のものは I 等並、4 材面に節の存

するものの大部分はⅠ等並またはⅡ等で、小さい正角では一部がⅢ等になる。これらの供試木からえられた心もち正角の節についての品等は、スギ小丸太からえられた一般的な正角製品に比べて、若干下位にあるものと考えられる。

文 献

- 1) ASTM Designation D 245—49 T: Tentative Methods for Establishing Structural Grades of Lumber, ASTM Stand., Part 4, (1955) p. 997~1024
- 2) 枝松信之・平井信二：スギ小丸太から製材された正角の丸身と節，林業試験場研究報告，105 (1958) p. 187~218
- 3) 平井信二・北原覚一：木材理学，朝倉書店 (1953) p. 69, 75, 83
- 4) 小出良吉：枝打に関する研究第 1 報 枝打の高さに就ての予備的考察，昭和 13 年度林学会大会講演集 (1939) p. 146~166
- 5) ————：——— 第 2 報 枝打傷面癒合に就て，昭和 14 年度林学会春季大会講演集 (1939) p. 225~232
- 6) ————：——— 第 3 報 所謂保護層に就て，昭和 15 年度林学会春季大会講演集 (1941) p. 230~236
- 7) ————：——— 第 4 報 枝の枯槁経過とその腐朽落下に就て，林学会誌，23, 7 (1941) p. 364~377
- 8) 農林省統計調査部：素材生産量調査結果報告書 (昭和 32 年分)，農林水産統計報告，33~9 (1958) p. 1~35
- 9) PAUL, BENSON H.: Knots in second-growth Douglas-fir, Forest Products Laboratory Report (Madison) No. R 1690 (1947) p. 1~9
- 10) 佐藤弥太郎：スギの研究，養賢堂 (1950) p. 1~4

Quality of Small Sawlogs from the Planted *Cryptomeria* (Report I)
Knots in logs from Kamabuchi

Takeshi KANÔ, Nobuyuki EDAMATSU and Zisuke KABURAGI

(Résumé)

An examination of the statics on the timber supply in Japan makes it apparent that the *Cryptomeria* (Sugi, *Cryptomeria japonica*) is the most important saw timber species from the standpoint of current supply. Small logs from the young stands of the planted *Cryptomeria* in the 35 to 60 year age classes just reaching sawlog size are especially among the most popular saw timbers. A study on the quality for sawlogs from such planted *Cryptomeria* 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.

As the first part of this study, knots in the planted *Cryptomeria* have been analyzed from stands grown without fulfilling satisfactory silvicultural treatment. This investigation also involved a check to determine the analyzing method of knots in the trunk.

Origin of the Logs

The forest area selected for the study is situated in the Kamabuchi Branch Station, Yamagata Pref., and is located on a southwesterly slope. The timber stand on the selected plot was an even-aged stand of *Cryptomeria* at 51 years of age, and averaged about 700 trees per hectare. The 97 trees in this stand felled for the study had an average B. H. D. of 22 cm, an average height of 17.2 m; other information about each tree is given in Table 1.

Two 4-metre logs were bucked from each tree for studying knots, which were cut at approximate heights of 1 to 5 and 5 to 9 m in each tree. The tree number, position of the log and standing side in the tree were recorded on each log (Fig. 2).

Method of Analysis

The study logs were sawn open with a band saw by three methods in such a way that sections of all knots in them were exposed for the purpose of 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 the tree. Three different methods of sawing were as follows:

1) Method I—16 study logs from the trees given in Table 1 were cut through the pith in L and R direction illustrated in Fig. 2, and then boards were sawn from each half beginning at the pith side (Fig. 3).

In this way the first full-width boards furnished edge-grain lumber, and those farther out from the pith flat-grain lumber. Consequently, shapes of knots on the board surfaces were round, oval or splay. These knots were traced in each branch knot.

2) Method II—158 study logs from the trees given in Table 1 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 illustrated in Fig. 2. After measurement of 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. 4).

In this way all faces of squares were flat-grain surface and shapes of knots on them were round or oval. About 35,700 knots were measured by this method, and the data on the knots were arranged by a hand sort punched card as shown in Fig. 5.

3) Method III—Study logs from 9 trees given in Table 1 were sawn radially into 32 segments (Fig. 6).

In this way the sawn surfaces of segments were edge-grain, and the complete

longitudinal sections of branch knots were exposed. About 1,500 branch knots were measured by this method with respect to their characteristics illustrated in Fig. 7, and the data on the longitudinal sections of branch knots were arranged by a hand sort punched card as shown in Fig. 8.

Branch Knots in Logs

1) Distribution of branch knots

In order to present an outline of the variations in the distributions of branch knots among trees of different size, branch knots at 1 to 8 m heights in two typical trees, one each of large and small diameters, were reconstructed in Figures 9 to 12. These diagrams obtained from the data on individual trees by sawing method I reveal facts not shown in the general presentation of results; that branches of *Cryptomeria*, for instance, grow at regular intervals along the stem but somewhat irregular horizontally.

2) Number of branch knots

There was an average of about 20 branch knots per lineal metre of log length for all heights in the trees. In a comparison of standing sides in the trees, number of branch knots near the stump was fewer in M and L than in V and R directions, but differences at the higher levels in trees were small (Table 3).

The tabulation of averages for logs from three typical trees each of large, medium, and small diameters from the range of sizes shows that the larger the tree growth, the more branch knots there are in a unit length of logs (Table 4).

Percentage of the number in each class for the maximum diameter of a branch knot at the outer end of the live portion was 85 % in diameter classes less than 15 mm, and was somewhat different according to the size and standing sides in the tree (Table 5, Figs. 16 and 17).

3) Length of branch knots

The radial length and number of annual rings of the 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 the bark were measured by the sawing method III.

Although the radial length and age of the live branch knot portion averaged 42 mm and 12 years at any height, they increased on the average from the smaller to the larger diameters of trees or branch knots, and were larger in M than in V directions (Figs. 18 to 26).

Average of the length and age of the dead portion were about 21 mm and 10 years at any height, and the relations of other factors to them were irregular compared with the case of live portion (Figs. 27 and 28).

The length and age of the clear wood portion decreased on the average from the smaller to the larger trees and from below upward, and were larger in M than in V directions (Figs. 29 to 35).

From the data on the live, dead, 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. 36 to 39).

4) Angle of branch knots

Angles of branch knots, the angle between the longitudinal direction of a tree and the branch knot axis, were measured by the sawing method III at live and dead branch knot portions separately (Fig. 7).

Angles of live portions ranged from 40 to 100, and averaged 70 degrees, and for dead portions 50 to 110, and 90 degrees at any height (Fig. 40). The differences in angle of branch knots due to standing sides in the tree and sizes of branch knots were small (Figs. 41 and 42).

5) Effect of branch knots on the surface of log

Log surface patterns without bark effected 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.

Percentages of knots resulting from broken branches increased from below upward

and from the smaller to the larger diameters of branch knots, and were higher for the smaller trees. Percentages of an obvious feature of the log surface due to the overgrown knots, shown by a deformation of the general normal surface contour, were fairly close at any height or at any diameter class of a branch knot, but increased from the small to the larger trees. Such features, by which the existence of branch knots were easily recognized, appeared irregularly for all directions of standing sides in the tree.

The average trend of the deeply buried branch knots, for which the log surface features were inconspicuous and easily overlooked or were entirely lost, was inverse to those of broken branches described above. These results are shown in Figures 43 to 48.

Knots on the Flat-grain Surface

Knots on the flat-grain surfaces sawn by sawing method II 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 6.

1) Number of knots

An average number of knots on unit cuttings per lineal metre or unit width was in an inverse proportion to the distance from the pith at any given height, and fewer in M and L than in V and R sides, though the relations of heights to number of knots in each standing side in the tree were irregular (Figs. 49 to 52).

In a comparison of cuttings at the same distance from the pith, knots on the surface were more in the larger trees (Fig. 53).

2) Unit cuttings free from knot

Percentages of the knot-free cuttings were higher in M and L than in V and R sides, farther out from the pith, and nearer the stump than higher in the trees (Figs. 54 and 55).

Comparison of unit cuttings at the same distance from the pith showed higher percentages for the clear cuttings in the smaller trees (Fig. 56).

3) Size of knots

On the unit cuttings at the same distance from the pith, the average diameters of knots measured as the least diameter were larger in V and R than in M and L sides, and increased from below upward and from the smaller to the larger trees (Figs. 57, 60, 61 and 63).

In general, the size of knots increased linearly farther out from the pith, but decreased slightly above the 85 mm distance from the pith (Fig. 57). In addition, the variation of branch knot sizes within the trunk was determined by the relationship of the distance from the pith to the average value of total diameters on unit cutting as illustrated in Figures. 58 and 62. From these Figures, it should be noted that diameters of the live-knot portions with an average of 42 mm in radial length increase on the average farther out from the pith, but those of branch knot portions that have died decrease slightly with further growth in the tree.

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 102 mm from the pith (Fig. 59).

4) Distribution of knot sizes

The diameters of knots on the flat-grain surfaces measured in this study ranged from 1 to 40 mm. At any standing side in the tree, most knots near to the pith were small knots less than 10 mm in diameter, but at the cuttings farther out from the pith a frequency distribution of knot diameter classes showed a normal form (Fig. 64).

The heights and sizes in trees did not influence the form in the distribution of knot diameter classes at the same distance from the pith (Figs. 65 and 66).

5) Total area of knots

Relationships between the distance from the pith to a cutting face and the total area of knots on a unit cutting were shown by the parabola curves indicating the maximum values which were higher in V and R than in M and L sides (Fig. 67). In addition, the ratio per cent of the total area of knots to the unit cutting area was inversely proportional to the distance from the pith (Fig. 68).

Both the total area of knots on a unit cutting and its ratio per cent had no apparent correlation with the height in the tree, and increased from the smaller to the larger trees (Figs. 69 to 72).

Knots as Lumber Defect

The knots on the sawn surfaces in this study have been analyzed as a defect affecting the quality of lumber. In such cases, knots smaller than 5 mm in the least diameter were discounted as defects, approximately based on the measuring method by the Japanese Agriculture & Forestry Standard (JAS-1953), and omitted from further analysis.

1) Shape of knots

The shape and condition of the exposed portion of branch knots in sawing will vary with the position and direction through which the branch knots are cut, resulting in the different descriptions of knots, viz. round, oval, splay, etc., and live or dead.

Such characteristic of the typical knot in study logs has been presented by a diagram in Figure 73. Some examples of knots corresponding to this diagram are shown in Photographs 3 to 7.

2) Number of knots as defects

An average number of knots as a defect on the unit cutting per lineal metre with a flat-grain surface ranged from 1.5 to 4.0, and its relationship to various factors was approximately similar to those on all such knots including smaller knots as shown already in Figures 49 and 50 (Figs. 74 and 75).

On the cuttings by the sawing method I with both flat- and edge-grain surfaces, an average number of knots as a defect was determined to a great extent by that on the flat-grain zone of a cutting, and especially, on the cutting farther from the pith this tendency was conspicuous (Figs. 76 to 78).

3) Unit cuttings free from knot as defect

Percentages of the unit cuttings with a flat-grain surface free from any defect knot were less than 10 per cent near the pith, increasing with the distance from the pith except for those in R side (Fig. 79), and were 10 to 16 per cent at the 1- to 4-metre level, less than 4 per cent at the higher levels (Fig. 80). Similarly, those at the same distance from the pith were higher in the smaller trees.

These trends were similar to those on such unit cuttings free from any knot as previously described, although fairly higher in percentage.

4) Size of knots as defect

On the unit cutting with a flat-grain surface, the average diameter of defect knots was about 2 mm larger than that of all knots, although their relationships to various factors were similar (Fig. 81).

The ratio of the average size of defect knots varied from about 30 near the pith to about 7 per cent on the cutting of 102 mm from the pith, and was higher by 2 to 10 per cent than that of all knots (Fig. 82).

The average sizes of defect knots and their ratio per cent on cuttings by the sawing method I differed from those on flat-grain surfaces near the pith (Figs. 83 and 84).

5) Number of knots per unit width and knot size ratio

On the flat-grain cuttings, there was a proportional relationship between the number of knots per unit width and knot size ratio concerning the defect knots (Fig. 85), but this relation on the cuttings by sawing method I was shown by the parabola curves indicating the maximum values of knot size ratio at 1 to 2 of knot number per unit width (Figs. 85 and 86).

Knots on Boxed Heart Square

The variations in diameters of the logs studied under sawing method II and percentages of the maximum size squares cut from the study logs of 4 m in length are shown in Figure 87 and Table 7, respectively. In considering the lumber production from such small logs, a boxed heart square of 3 to 4 m in length would be one of the most popular and important lumber products.

On the basis of the data obtained in sawing method II, knots on the squares re-

covered from a total of 158 logs were discussed. In this case, the length of 3 *m*, at height ranges of 1 to 4 *m* (first log) and 4 to 7 *m* (second log) in each tree, were taken up for discussion, and knots less than 5 *mm* in diameter were disregarded.

1) Number of knots on square

The average trend in number of knots on each face of square was more from the smaller to the larger sizes of squares, with a range from 3 to 12 (Figs. 88 and 89). On the faces of squares from the first logs there was a marked difference in the average numbers of knots among the standing sides in trees, but the difference in those from the second logs was small.

Among the squares studied, there were only about 5 per cent that had no defect knots on any face of squares of 100 *mm* in size (Fig. 90). These were all found among those from the first logs, and possessed only one clear face.

The number of knots on the most and least knotty faces of each square ranged from 8 to 16 and from 2 to 9, respectively, and those per unit width of squares were inversely proportional to the size of square (Figs. 93 and 94). These faces were found irregularly on the different standing sides in the tree (Figs. 91 and 92).

2) Size of knots on square

The maximum size on each face of a square was larger in V and R than in M and L sides in the standing trees, and ranged from 13 to 19 *mm* in diameter on the face of 100 *mm* in size (Figs. 95 and 96).

The largest knot among the four faces of each square was found irregularly on different standing sides in the tree (Fig. 97), and ranged from 19 to 23 *mm* in diameter (Fig. 98).

The ratio per cent of the largest knots to the width of a square decreased with the square size, being about 20 per cent on the face of 100 *mm* in size (Fig. 98), and was linearly proportional to the knot number per unit width of a square (Figs. 99 and 100).

3) Grades for knots on square

The squares from study logs were graded for knots by the JAS system presented in brief in Table 8.

The JAS grades for knots on the softwood square are based on number of face where no knots are found, knot per cent (the ratio per cent of the maximum diameter of knot to the width of square), and soundness of knot. These grade determinants on the studied squares are shown in Table 9. Hence, the JAS grades of these squares in which the largest knots were sound would be Grade I B in 2 to 10 per cent of them, and Grade I Common in the most of them. If the largest knots on these squares were unsound, the JAS grades for knots would be Grade I Common or Grade II in the most of them, and Grade III in the smaller squares.



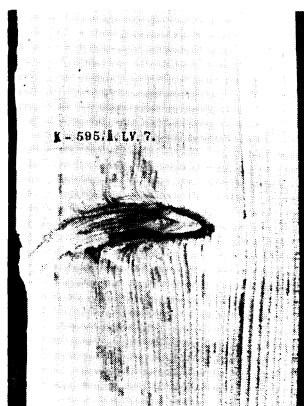
Phot. 1 樹幹基部における
枝痕の状態
Visible branch knot on
outside of trunk at
bottom portion



Phot. 2 伐根にみられる
節枝の状態
Branch knot at stump



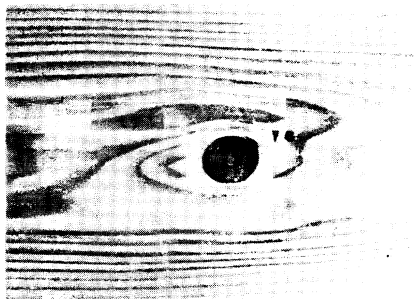
Phot. 3 丸太外面に露出している節
枝の柁目材面における形
Longitudinal section of visible
branch knot on outside of
log, on radial cutting



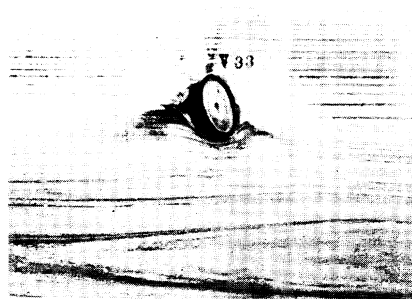
Phot. 4 材中に内包されている節枝の
柁目材面における形
Longitudinal section of overgrown
branch knot on radial cutting



Phot. 5 板目材面における生節の形
Cross-cut section of branch knot on
tangential cutting (live-knot portion)



Phot. 6 板目材面における死節の形
Cross-cut section of branch knot on
tangential cutting (dead-knot portion)



Phot. 7 追柁材面における節の形
Cross-cut section of branch knot
on radial cutting