

木材材質の森林生物学的研究 (第5報)

北海道厚田産トドマツ材の年輪幅と秋材率

Takeshi KANO: Forest-biological studies on the wood quality. (Report 5)

On the width of annual rings and summer-wood percents of Todo-fir
grown at Atsuta district in Hokkaidō.

加 納 孟*

目 次

I 緒 言	2
II 試験地の概況	2
III 供試木	3
IV 測定法	3
V 結 果	4
(1) 「アテ」を形成していない年輪	4
(i) 年輪幅の出現状態	4
(ii) 年輪幅と秋材率の変化	6
(iii) 供試木の群団による年輪幅と秋材率の特性分布	6
(iv) 年輪幅による秋材率の特性分布	10
(2) 「アテ」の形成された年輪	11
(i) 年輪幅の出現状態	11
(ii) 年輪幅と「アテ」材率	12
(iii) 秋材率と「アテ」材率	13
(3) 供試木の生立した斜面による変化	13
(i) 年輪幅の出現状態	13
(ii) 秋材率の変化	15
(4) 地上高による変化	23
(i) 年輪幅の出現状態	23
(ii) 秋材率の変化	23
(5) 樹幹の方位による変化	25
(i) 年輪幅の出現度数	25
(ii) 秋材率の変化	26
VI 実施した研究の概要とその考察	28

* 札幌支場材質研究室長

I 緒 言

トドマツ材の年輪幅、秋材率、容積密度数の偏異について観察結果を取纏めた第 3 報ではその年輪構成の変化を検討して樹幹の肥大生長量として現われてくる年輪幅の変化がその構成状態の変化とむすびついて質的な変化をみちびいており、しかもこれらの材質の変化には年輪幅によつて臨界的に移行する経過が認められた。年輪の構成は樹木の生長に固有な週期性とそれが外部条件で左右される限度とに分けて考えられ、林木の生長条件と材質の偏異との関連性を見出すためには総合された生長条件を解析して箇々の条件の組合せの上につくられる材質の変化を実験的に追求しなければならないが、また材質の変異にあずかる要素（年輪構成要素）のいくつかを取り出して、それらの要素が組合された生長条件のもとで変化していく状態を定量して類推出来るものと考えられる。年輪の推積によつてつくられる木材はその箇々の年輪の構成によつて与えられるものであり、その構成状態の特性が複雑な自然の生長条件によつて変化するものとすればその特性分布はまた数多い資料の集積による頻度曲線から求められねばならない。

本報はトドマツ材の材質生長に関する研究の一部を取纏めたもので、北海道石狩国厚田地方のトドマツ天然生林に標準地として設けた約 0.4 ha の林分を皆伐してトドマツ全立木を供試木とし、各供試木に現われた年輪構成状態の変異として年輪幅と年輪内に占める秋材帯部の量的比率をいくつかの条件の組合せの上に集計し、生長条件によつて異なる年輪幅と秋材率の変化の傾向を定量しようとしたものであり、これらの条件の組合せによつて生ずる意義が標準地として選んだ林分からトドマツ天然林においてより一般的なものとして展開されるならば立地条件によつて異なる材質の偏異もまた一般的なものとして帰納されるであろう。

本研究の実施に終始御便宜と御指導を与えられた林業試験場札幌支場長林行五氏、林業試験場木材部長斎藤美鶯氏に深甚な謝意を表するとともに測定観察に協同された技官蕪木自輔、辻完司、中川仲策氏に謝意を表する。

II 試験地の概況

北海道石狩国厚田郡厚田村大字発足札幌管林局管内厚田経営区 96 林班および 98 林班にまたがり峯筋を境として南北の斜面を含む面積約 3950 m² の標準地を設けた。その標高はおおよそ 150~200 m であり、おおむね平坦で東西に走る峯筋を境として南斜面（98 林班）は方位 SW 19° 仰角 22°、北斜面（96 林班）は方位 NW 7° 仰角 14° であつた。林相はトドマツを主としイタヤ、ミズナラ等の広葉樹を混淆した天然生林で標準地内の立木総本数（胸高径 5 cm 以上）は 195 本で樹種別混淆度合はトドマツ 46.6%、広葉樹 53.4% であつたが、広葉樹は概して小径木多くトドマツは樹令 100~200 年におよぶ老令過熟な林分であつた。

Ⅲ 供 試 木

1949 年 11~12 月に標準地内のトドマツ全立木(枯損, 立枯れ, および径 5.0 cm 以下のものを除いて 68 本)を皆伐し, 地上高 0.0 m から順次 2 m おきに梢端まで厚さ約 10 cm の円板を採取した。伐倒された 68 本の供試木のうち, 根上り溝ぐされ, または伐倒時に生じた折損等で地上高 0.0 m から順次円板の採取が出来なかつたもの, もしくは採取した円板の大部分にわたつて心ぐされ等で年輪の観察が出来なかつたものを除いて合計 45 本の供試木についてはいずれも各地上高別にその年輪構成の観察がなされた。これらの供試木についてはその生立した斜面によつて峯筋, 南, 北両斜面のものに区分し, さらに林分の垂直的な構成から上層木(樹高 18 m 以上)中層木(樹高 17.9~12.1 m)下層木(樹高 12.0 m 以下)の群団に区分した。供試木をその生立した斜面, および群団ごとにその樹令, 樹高, 胸高直径等を示せば Table 1 のごとくである。

Table 1 供試木の樹高, 胸高直径, 樹令等

群団 生立した斜面	上 層 木				中 層 木				下 層 木			
	H=~18.0m				H=17.9~12.1 m				H=12.0 m~			
	供試木の番号	樹高(m)	胸高径(cm)	樹令	供試木の番号	樹高(m)	胸高径(cm)	樹令	供試木の番号	樹高(m)	胸高径(cm)	樹令
峯筋					No. 2	12.6	15	98	No. 3	8.4	22	99
					4	12.5	19	99	5	11.3	14	57
									6	10.8	16	66
									7	8.6	13	64
									9	5.9	13	48
北斜面	No.20	18.5	34	100	No.29	11.3	15	70	No.14	10.1	16	89
	21	19.7	34	74	31	13.5	22	84	16	6.4	8	86
	28	21.4	36	110	32	15.1	20	67	18	8.4	13	92
	37	19.3	36	88	35	13.7	23	68	19	11.7	14	99
	38	21.8	48	75					22	7.8	10	86
									23	11.0	15	87
									24	9.2	11	88
									30	11.4	11	110
									34	10.1	14	100
	No.43	24.5	56	104	No.40	15.5	33	106	No.39	9.5	9	79
南斜面	50	23.4	42	110	46	12.4	17	72	41	5.7	8	81
	53	19.2	32	72					42	9.2	17	77
	59	19.4	40	101					44	7.4	10	72
	60	22.2	45	131					45	8.4	11	72
	61	21.8	37	96					48	10.9	16	106
	62	21.4	53	83					51	11.3	19	96
	63	20.8	29	63					66	8.8	11	80
									67	6.5	10	43
									68	5.8	12	45

Ⅳ 測 定 法

採取された各地上高の円板は鉋削後樹心から樹幹の東西南北の方位にそつて一直線上に年輪境界とその内側における春秋材の境界をさだめ樹心からこれらの境界までの距離を順次測定し

た。測定時の供試片の含水率はほぼ気乾状態であり、測定には精度 1/1000 mm のコンパレータを用い倍率 $\times 20$ で行つた。年輪内における春秋材の境界の判定は前報と同様に Methylene blue と Malachite green のアルコール混合液で染色し春秋材で異なる色相の変化によつて全く主観的にさだめた。このようにしてえられた年輪幅と秋材幅の測定値から年輪内に占める秋材帯部の量的比率を秋材率として示した。

年輪内に「アテ」を形成したものでは秋材帯部と「アテ」材との境界をさだめることは困難であつたので年輪内に「アテ」材部を含めた赤褐色の着色帯部と春材部との境界をさだめ、すべて「アテ」年輪として区別しその赤褐色の着色帯部の年輪内に占める量的比率を「アテ」材率として取扱い、また傷痕樹脂溝、ヤニスジ、偽年輪等の形成されたものも異常年輪として区別した。

V 結 果

(1) 「アテ」を形成していない年輪

(i) 年輪幅の出現状態

各供試木の各地上高の円板について観察された年輪幅の測定値を年輪幅 2.5 mm 以下では 0.1 mm おきに、2.6 mm 以上ではその範囲を 2.6~3.0 mm, 3.1~3.5 mm.....と順次 0.5 mm おきに集計して各供試木に現われる年輪幅の出現数を求め、供試木の生立した斜面の影響および樹幹による個体差を無視して前述の上、中、下層の群団ごとに集計して示すと Table 2 のごとくであり、年輪幅の出現度数は上層木の群団ではほぼ対称的な正常分布を示し、そのモードは年輪幅 2.6~3.0 mm の領域に認められるが中および下層木の群団では度数分布は著しく左偏し、そのモードも前者では年輪幅 0.6~1.0 mm に後者では 0.5 mm 以下に現われる。

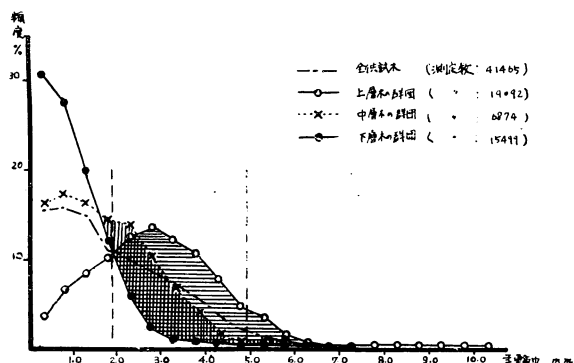


Fig. 1 供試木の年輪幅出現状態 (アテを含む年輪を除く)

供試木の群団ごとに示した Fig. 1 の度数分布図では上層木と下層木の頻度曲線は年輪幅 ≈ 2.0 mm で交叉し、それ以上の年輪幅のものは上層木に、それ以下のものは下層木に現われる確率が大であることを明らかに示した。

また中層および下層木における年輪幅の頻度曲線は年輪幅 $\approx 4.5 \sim$

5.0 mm でほとんど横軸に漸近するから年輪幅 $\approx 2.0 \sim 5.0$ mm の領域のものは下層木の群団より上層および中層木の群団に現われる確率が大であることも明らかであつた。

Table 2 供試木の群団による年輪幅の出現状態
(アテの形成した年輪を除く)

群団	全 供 試 木			上 層 木			中 層 木			下 層 木		
出現数 年輪幅(mm)	出現数	出現 度数 %	0.5 mm ごとの 度 数	出現数	出現 度数 %	0.5 mm ごとの 度 数	出現数	出現 度数 %	0.5 mm ごとの 度 数	出現数	出現 度数 %	0.5 mm ごとの 度 数
0.1	1261	3.0		118	0.6		132	1.9		1011	6.5	
0.2	1312	3.2		127	0.7		208	3.0		978	6.3	
0.3	1308	3.2		123	0.6		235	3.4		950	6.1	
0.4	1324	3.2		169	0.9		255	3.7		900	5.8	
0.5	1379	3.3	15.9	205	1.1	3.9	258	3.8	15.8	916	5.9	30.6
0.6	1394	3.4		225	1.2		256	3.7		923	6.0	
0.7	1363	3.3		271	1.4		247	3.6		845	5.5	
0.8	1348	3.2		262	1.4		247	3.6		839	5.4	
0.9	1286	3.1		256	1.3		222	3.2		808	5.2	
1.0	1249	3.0	16.0	249	1.3	6.6	197	2.9	17.0	803	5.2	27.3
1.1	1188	2.9		275	1.4		224	3.3		689	4.4	
1.2	1216	2.9		270	1.4		240	3.5		686	4.4	
1.3	1190	2.9		336	1.8		234	3.4		620	4.0	
1.4	1134	2.7		358	1.9		193	2.9		579	3.7	
1.5	1085	2.6	15.0	355	1.9	8.4	210	3.1	16.2	520	3.4	19.9
1.6	1025	2.5		386	2.0		196	2.9		443	2.9	
1.7	1052	2.5		430	2.3		196	2.9		426	2.7	
1.8	892	2.1		340	1.8		190	2.8		362	2.3	
1.9	834	2.0		327	1.7		185	2.7		323	2.1	
2.0	961	2.3	11.4	481	2.5	10.3	188	2.7	14.0	292	1.9	11.9
2.1	902	2.2		463	2.4		190	2.8		250	1.6	
2.2	929	2.2		508	2.7		199	2.9		222	1.4	
2.3	852	2.1		495	2.6		177	2.6		180	1.2	
2.4	797	1.9		490	2.6		183	2.7		119	0.8	
2.5	769	1.9	10.3	481	2.5	12.8	168	2.4	13.4	120	0.8	5.8
2.6~ 3.0	3689	8.9		2650	13.9		684	10.0		355	2.3	
3.1~ 3.5	2973	7.2		2361	12.4		455	6.6		157	1.0	
3.6~ 4.0	2423	5.8		2073	10.9		264	3.8		86	0.6	
4.1~ 4.5	1671	4.0		1514	7.9		118	1.7		39	0.3	
4.6~ 5.0	1026	2.5		961	5.0		46	0.7		19	0.1	
5.1~ 5.5	695	1.7		661	3.5		27	0.4		17	0.1	
5.6~ 6.0	348	0.8		322	1.7		18	0.3		8	0.1	
6.1~ 6.5	185	0.4		173	0.9		7	0.1		5	0.0	
6.6~ 7.0	134	0.3		124	0.6		5	0.1		5	0.0	
7.1~ 7.5	79	0.2		75	0.4					4	0.0	
7.6~ 8.0	50	0.1		45	0.2		5	0.1				
8.1~ 8.5	46	0.1		43	0.2		3	0.0				
8.6~ 9.0	31	0.1		29	0.2		2	0.0				
9.1~ 9.5	22	0.1		22	0.1							
9.6~10.0	24	0.5		24	0.1							
10.1~	16	0.0		16	0.1							
Σ	41465	100.3		19092	100.1		6874	100.1		15499	100.0	

(ii) 年輪幅と秋材率の変化

秋材率の測定値を $\sim 5\%$, $6\sim 10\%$, $11\sim 15\%$, と 5% おきに整理し年輪幅の一定範囲における秋材率の出現状態を供試木の群団ごとに求めた。各年輪幅における秋材率のモード出現域の移行を Fig. 2 および平均秋材率の変化を Fig. 3 に示したが、これから年輪幅

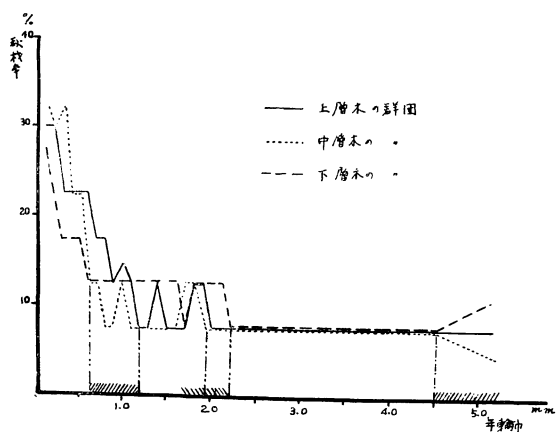


Fig. 2 各年輪幅における秋材率のモード出現域の変化

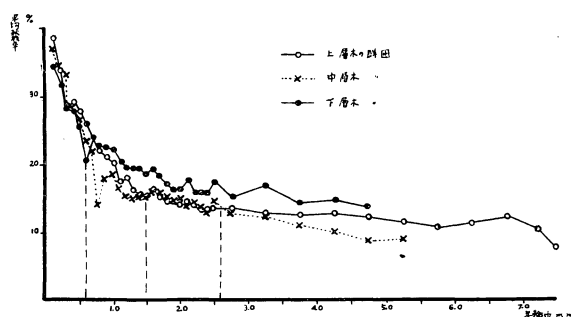


Fig. 3 年輪幅と平均秋材率の変化

群団による差異は平均秋材率との関係についても同様であり、年輪幅 0.6 mm 以下では平均秋材率は年輪幅の増加とともに著しく直線的に減少するが年輪幅 0.6 mm 以上では緩慢な下降を示すに過ぎない。また下層木の平均秋材率は年輪幅 0.6 mm 以下では他のいずれの群団より低い grade で変化するが 0.6 mm 以上ではかえって他の群団のものより高い grade で変化している。上層および中層木の平均秋材率は年輪幅 1.5 mm 以下と 2.6 mm 以上の二つの領域において上層木の平均秋材率が中層木のものより高い grade で変化しているが、年輪幅 $1.5\sim 2.6\text{ mm}$ の領域ではこれらの変化はかなりよく一致している。

(iii) 供試木の群団による年輪幅と秋材率の特性分布

各年輪幅について秋材率の度数分布の特性を供試木の群団ごとに比較して Fig. 4—(1—30) に示したが年輪幅 0.6 mm 以下のものではその秋材率が 30% 以下になる度数が下層木の群

の変化にともなう秋材率の変化の状態が明らかに認められる。即ち各群団を通じて年輪幅 0.6 mm 以下に現われる秋材率のモード出現域は年輪幅の増加とともに下降し、平均秋材率もほぼ直線的な減少の経過を示した。年輪幅 0.6 mm 以上では秋材率のモード出現域は $20\sim 6\%$ の範囲にわたって緩慢な下降を示しており、わずかに年輪幅 2.0 mm 附近で部分的な上昇が現われるに過ぎない。また各群団ごとについてみれば下層木の秋材率モード出現域は年輪幅 0.6 mm 以下では他の群団のものよりかなり低い出現域を示しているが 0.6 mm 以上ではそのモード出現域はいずれもかなり高い範囲に現われている。このような供試木の

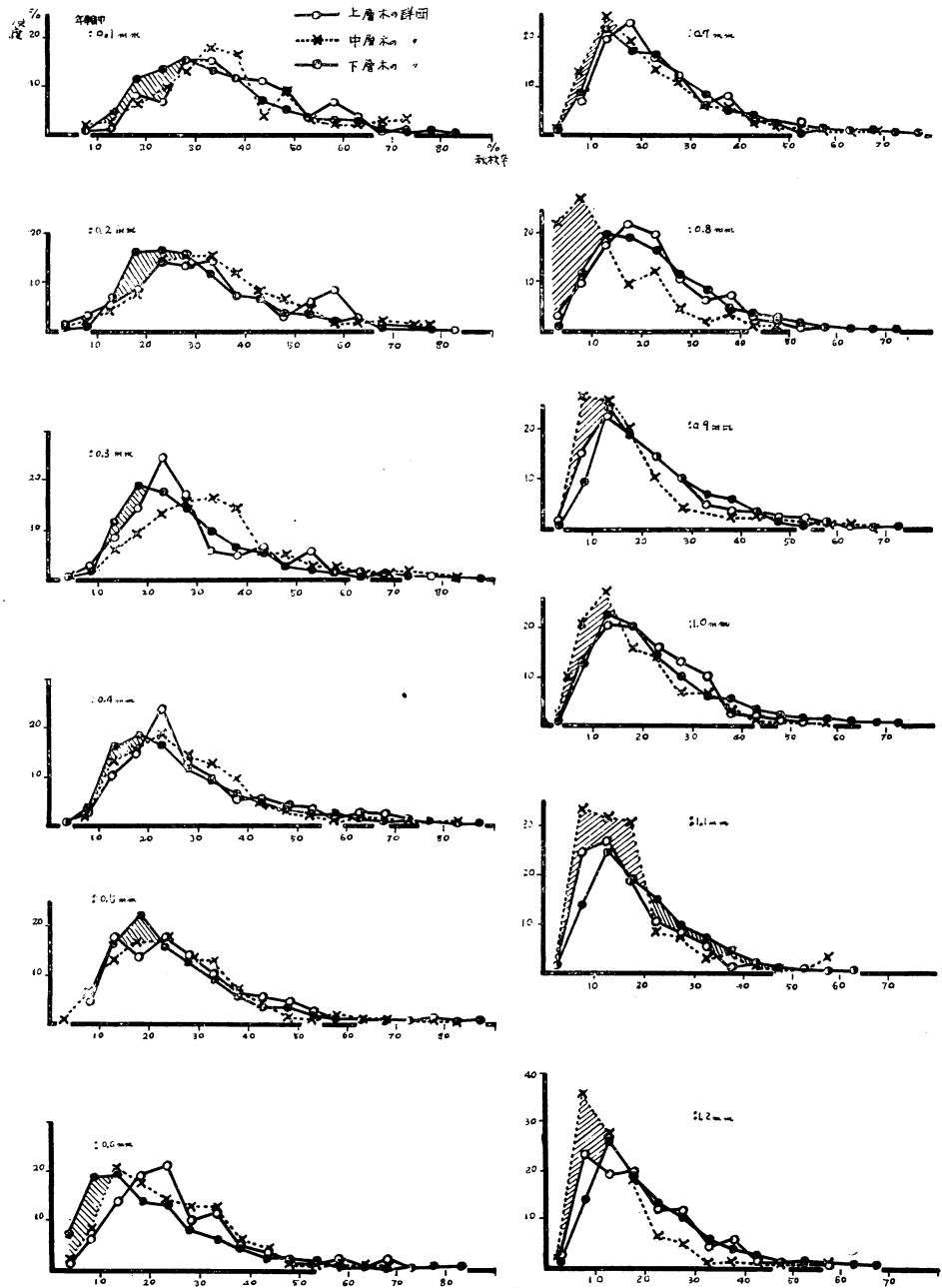


Fig. 4 (1-30) 各年輪幅に現われる秋材率の出現度数分布 (1)

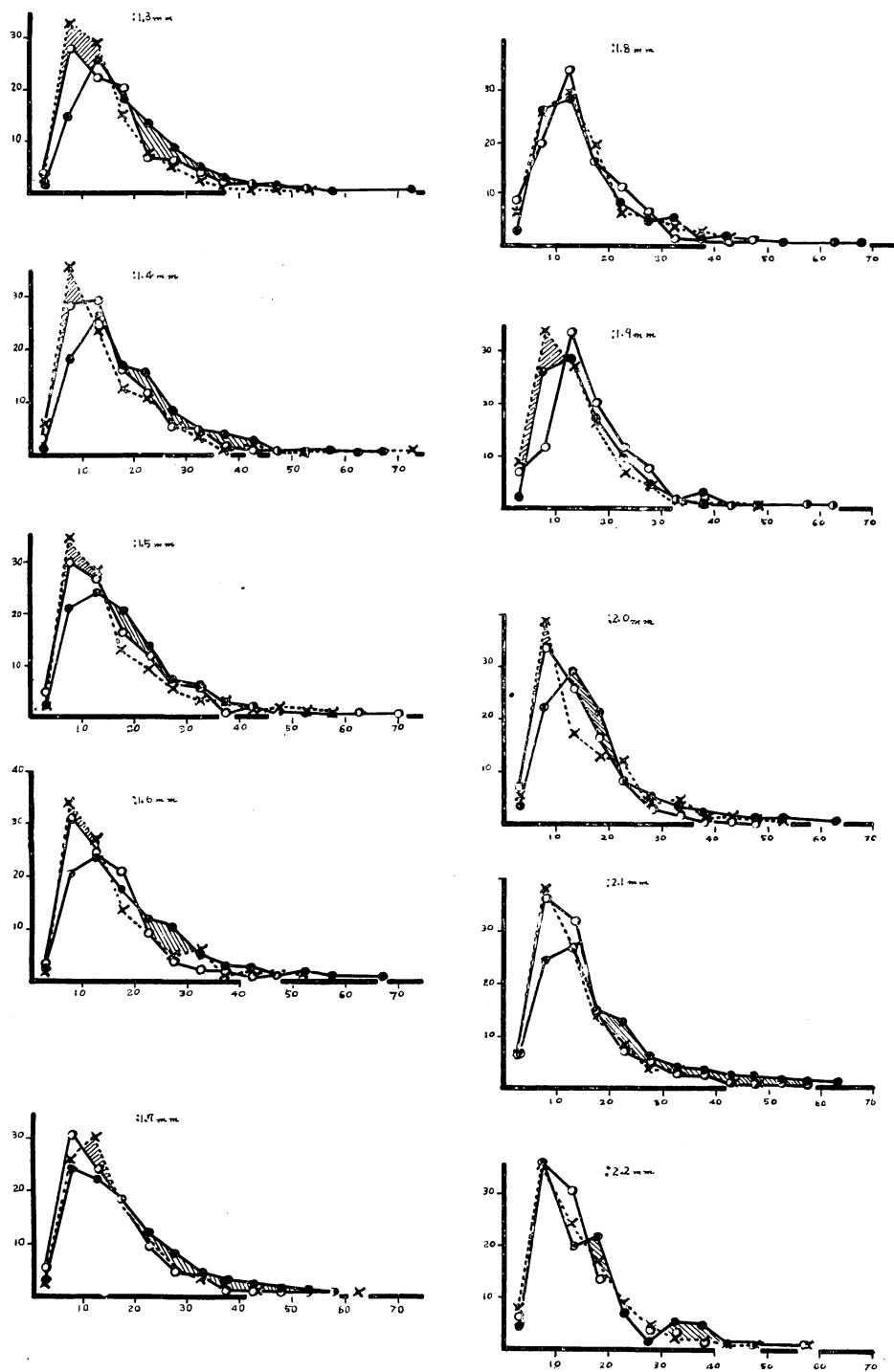


Fig. 4 (1—30) (2)

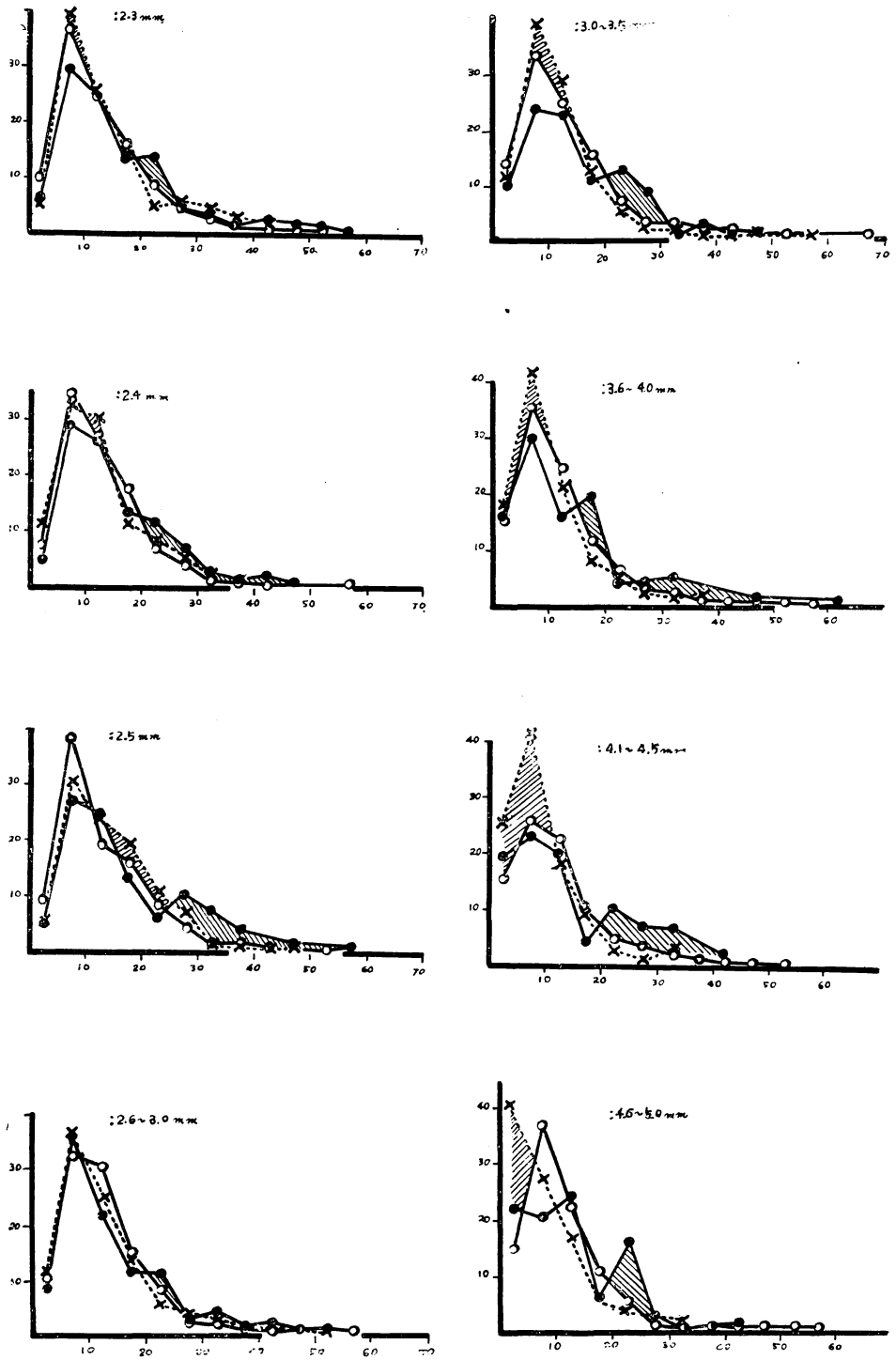


Fig. 4 (1-30) (3)

団のものに他のものより明らかに多く、また年輪幅が 0.8 mm 以上のものでも秋材率が 20～30% 以上になる度数が下層木のものに多く現われている。年輪幅 0.7～1.6 mm では秋材率が 20% 以下になる度数は中層木に多く、年輪幅 1.7 mm 以上ではこの状態はかなり不規則に変化しているが年輪幅 2.0～2.5 mm では供試木の群団による秋材率の度数分布は著しくよく一致し群団による特性的な差異はほとんど認められない。年輪幅 2.6 mm 以上では秋材率が 15% 以下になる度数が再び中層木に多い。

(iv) 年輪幅による秋材率の特性分布

秋材率の度数分布の状態を年輪幅の一定範囲ごとにとり纏めて示すと Fig. 5—(1—4) のごとく、いずれの群団についても秋材率の頻度曲線は年輪幅の増加とともに漸次左偏しているが、

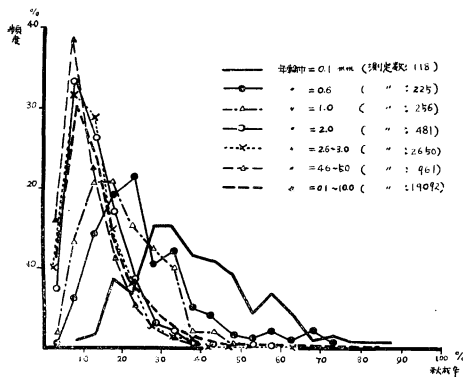


Fig. 5—1

上層木の群団における秋材率の出現度数分布

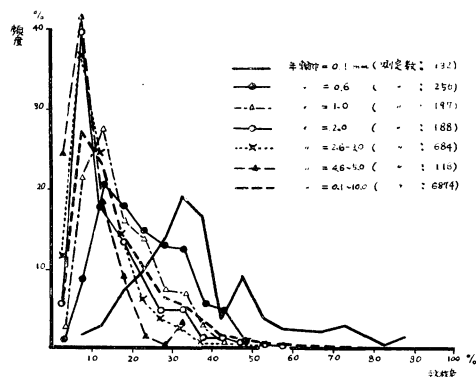


Fig. 5—2

中層木の群団における秋材率の出現度数分布

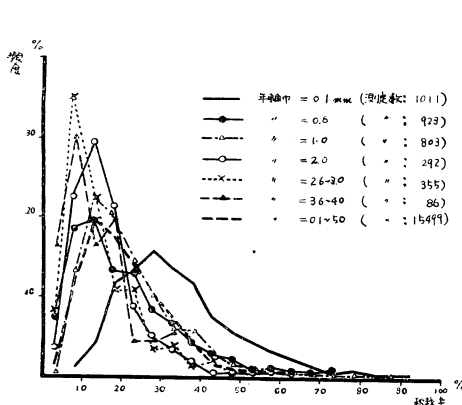


Fig. 5—3

下層木の群団における秋材率の出現度数分布

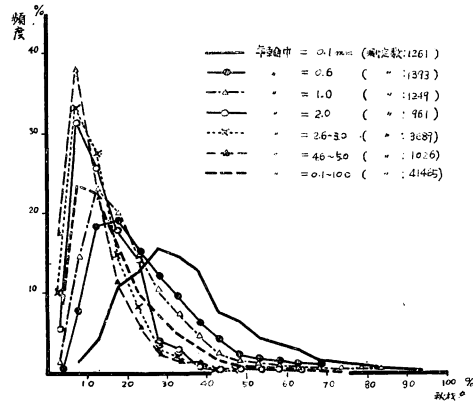


Fig. 5—4

全供試木における秋材率の出現度数分布

年輪幅 2.0 mm 以上ではほとんど一定の分散域を示しそのモード出現域も全く類似する。このような秋材率の特性分布から 0.6mm 以下の年輪幅に現われる秋材率は上層 (Fig. 5—1) および中層木 (Fig. 5—2) の群団では秋材率約 25% 以上に、下層木 (Fig. 5—3) では約 20%

以上に出現する状態が多く、この領域では下層木の秋材率が上層および中層のものに比べてやや低減する傾向が示された。また年輪幅 2.0 mm 以上では秋材率のモード出現域が上層および中層木では秋材率 5~10% にほぼ一定して現われるが下層木では秋材率 5~15% のやや広い範囲にわたつて認められ、年輪幅のこの領域では下層木の秋材率が上層および中層木のものに比べてやや上昇する傾向が示されている。供試木の群団による差違を無視して概観すれば (Fig. 5—4) 年輪幅にたいする秋材率の頻度曲線は年輪幅の増加とともに漸次左偏し、そのモード出現域も秋材率の小さくなる方向へ移動するが年輪幅 2.0 mm 以上ではほぼ一定したモード出現域 (秋材率 5~10%) を示し、そのモード値は年輪幅の増加とともに次第に上昇する傾向を示し、年輪幅 2.0 mm 以下では秋材率が 25% 以上になる度数が多い。それ故、すでに供試木の群団による年輪幅の出現度数分布 (Fig. 1) から正常な生長をした樹幹に現われる年輪幅の限界領域を 2.0~4.5 mm と考えたが、このような年輪幅の領域ではその秋材率はおよそ 25% 以下の分散域をもち、そのモードは秋材率 5~10% の範囲に現われてくるものと考えられる。

(2) 「アテ」の形成された年輪

(i) 年輪幅の出現状態

各円板について測定された年輪幅から年輪内に「アテ」が形成されたものを取り出して前述の年輪幅の範囲に集計して年輪幅 (「アテ」を含む年輪の) の出現度数分布を供試木の群団ごとに Fig. 6 に示した。また年輪内に占める「アテ」材率が (秋材部をも含めて) 年輪幅の 95% 以下のものと 96~100% におよびほとんど春材部の認められないものに区分して、その出現状態を Fig. 7 と Fig. 8 に示した。Fig. 6 では「アテ」の発達した年輪で年輪幅の出現度数分布はいずれの群団においても著しく左偏した半偏倚分布を示しており、年輪幅約 2.0 mm 以下ではその出現度数は下層、中層、上層木の順に低減しているが、年輪幅 2.0~5.0 mm

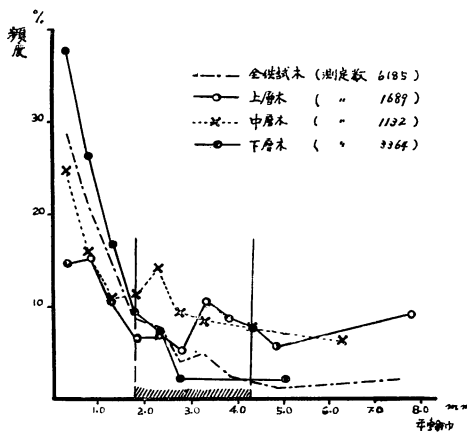


Fig. 6

「アテ」を含む年輪の出現状態

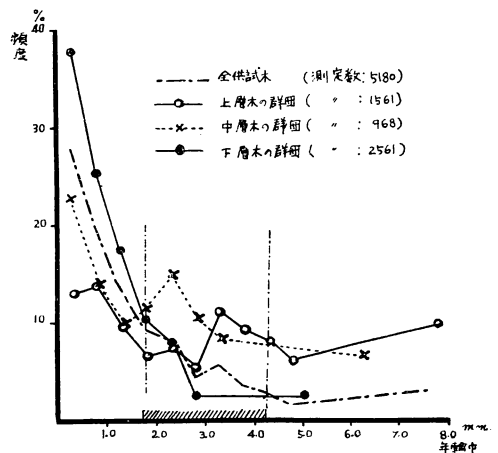


Fig. 7

「アテ」材率 95% 以下の年輪の出現状態

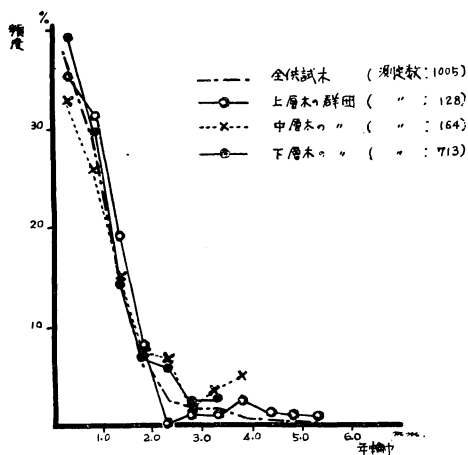


Fig. 8

「アテ」材率 96%~ の年輪の出現状態

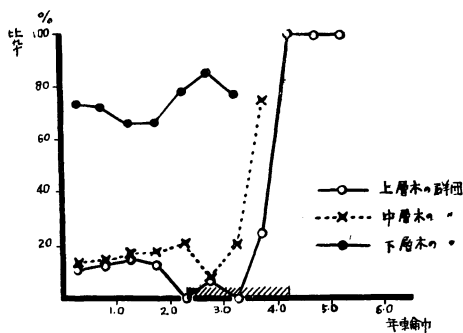


Fig. 9

「アテ」材率 96%~ の年輪とアテ年輪との比率

の領域ではこのような関係はやや不規則に変動し、年輪幅 5.0 mm 以上で再び出現度数の増加の傾向が認められる。

この関係は Fig. 7 に示した年輪幅の 95% 以下に「アテ」が発達したものについても全く同様であり、したがって Fig. 8 に示した「アテ」材率 96% 以上におよぶものについては年輪幅 2.0 mm 以上の出現数が著しく低減し、供試木の群団による差異もほとんど消失している。また「アテ」材率が 96% 以上におよぶものでその出現数を「アテ」の発達した全年輪にたいする比率として Fig. 9 に示したが、このように異常な「アテ」材は下層木でほぼ全数の 70~80% を占めており、上層木では年輪幅 2.0 mm 以下でその比率は 15% 程度であるが、年輪幅 4.0 mm 以上では 100% に達している。

(ii) 年輪幅と「アテ」材率

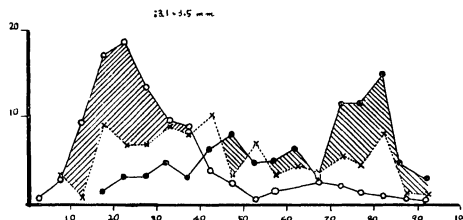
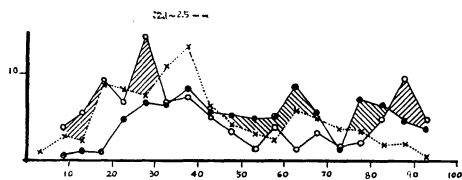
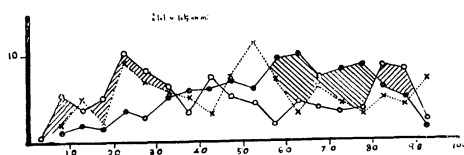
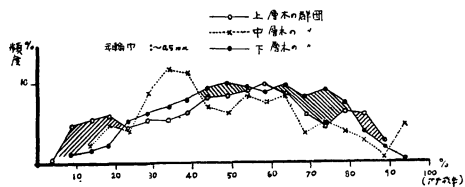


Fig. 10—(1—4) 「アテ」材率 95% 以下の年輪における「アテ」材率の出現度数分布

「アテ」の発達した年輪について年輪幅と「アテ」材率の測定値をそれぞれ前述の年輪幅と「アテ」材率の一定範囲に整理して供試木の群団ごとに集計し、年輪幅によつて異なる「アテ」材率出現の特性分布を Fig. 10—(1—5) に示した。即ち「アテ」材率の年輪幅による出現状態は供試木の群団ごとにそれぞれ特異な分散を示しているが (Fig. 10 1—4) 全年輪幅を通じて概観すれば (Fig. 10—5)

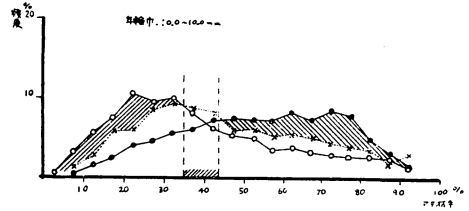


Fig. 10—5

「アテ」材率約 40% を限度としてこれ以下の「アテ」材率のものは上層木に現われる確率が最も多く、これに反して「アテ」材率約 40% 以上のものは下層木に現われる確率が他のいずれの群団より多いことが明らかに示された。

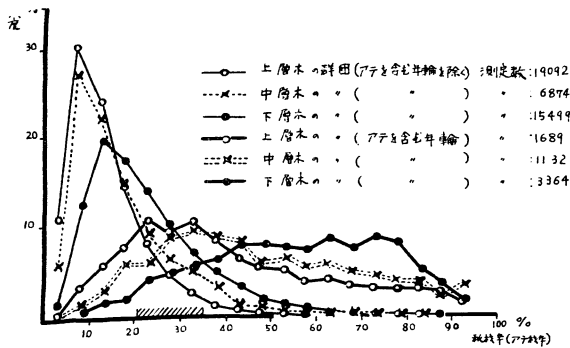


Fig. 11—1

供試木の群団による秋材率と「アテ」材率の出現度数分布

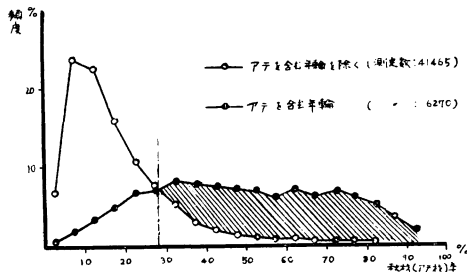


Fig. 11—2 秋材率と「アテ」材率の出現状態

現われる度数が多く、供試木の群団による差異を無視して概観すれば (Fig. 11—2) 着色帯部の比率約 30% 以上から年輪は正常なものから次第に「アテ」に分化していく傾向があるものと考えられる。

(3) 供試木の生立した斜面による変化

(i) 年輪幅の出現状態

年輪幅の測定値を供試木が生立した斜面 (峯筋, 南, 北斜面) に分類しそれぞれの斜面にお

(iii) 秋材率と「アテ」材率

全年輪幅の範囲にわたつて「アテ」を形成しない年輪の秋材率の出現状態と「アテ」が発達した年輪における「アテ」材率の出現状態を供試木の群団ごとに比較して Fig. 11—1 に示したが、これから年輪内に「アテ」が発達する傾向と年輪幅との関連が推察されるようであり、秋材および「アテ」材の定性的な差異を無視していずれも年輪内に占める赤褐色の着色帯部としてそれらの年輪内に占める量的比率について考えれば、着色帯部の比率が上層木では約 20% 以上、下層木では約 40% 以上からそれぞれ「アテ」年輪に現

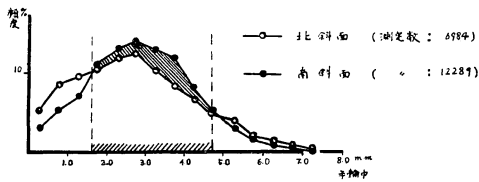


Fig. 12-1 斜面別に現われる年輪幅の出現度数分布 (上層木の群団)

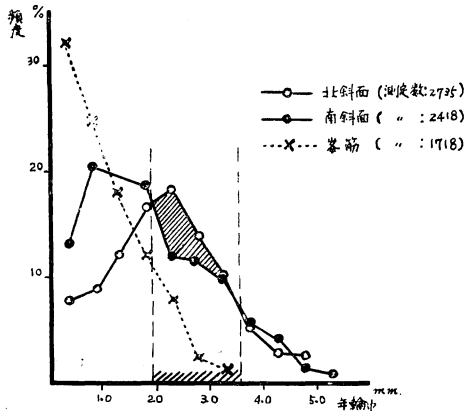


Fig. 12-2 斜面別に現われる年輪幅の出現度数分布 (中層木の群団)

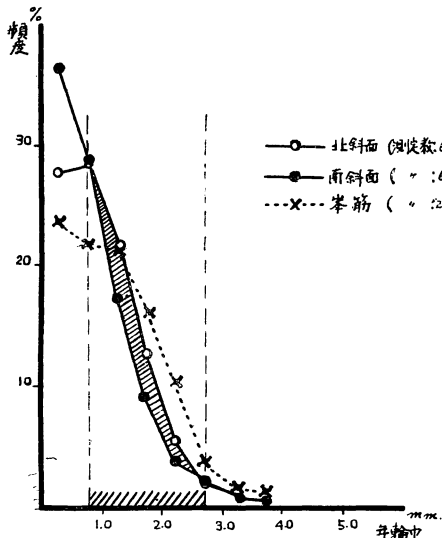


Fig. 12-3 斜面別に現われる年輪幅の出現度数分布 (下層木の群団)

ける供試木の群団ごとに集計してその出現度数分布を Fig. 12—(1—3) に示した。これから上層木の群団では (Fig. 12—1) 北斜面に生立したものが南斜面のものより年輪幅が約 2.0 mm 以下および 5.0 mm 以上の二の領域に出現する度数が多く、これに反して 年輪幅=2.0~5.0 mm の領域では南斜面に生立したものにその出現度数が多いことが明らかに認められ、これらの年輪幅の限界はすでに供試木の群団について年輪幅の頻度曲線からえられた限界域とほぼ一致しており、したがって斜面別に異なる年輪幅の特性分布に前述の年輪幅の限界域のもつ意味を加えて推論すれば上層木の群団では北斜面におけるものが南斜面のものより過大または過少な年輪幅 (半径生長量) を与え、これに反して正常な半径生長量は南斜面に生立した供試木に現われる傾向があるものと考えられる。中層木の群団では (Fig. 12—2), これに対して年輪幅が約 2.0 mm 以下になる度数が南斜面のものに多く、年輪幅が 2.0~3.5 mm の領域では北斜面のものが南斜面のものより出現の度数が多い。また下層木の群団では (Fig. 12—3) 年輪幅が約 1.0~3.0 mm の領域に出現する度数が南斜面より北斜面のものに少いが年輪幅が約 1.0 mm 以下になる度数は北斜面のものに多い。

これらの供試木の生立した斜面と半径生

長量として与えられる年輪幅との関係を供試木の群団による差異を無視して概観すれば Fig. 13 に示すごとく年輪幅の出現度数分布はそれらの供試木が生立した斜面によつてきわめて特性的な状態を示しており、年輪幅 2.0 mm および 5.0 mm を限度として、年輪幅 2.0 mm 以下では峯筋、北斜面、南斜面の順に年輪幅の出現する度数は低減するが、年輪幅 2.0~5.0 mm

の領域においては、これと全く逆にその出現度数は南斜面、北斜面、峯筋の順に増加する。したがって樹幹の半径生長量によぼす斜面の影響はこれらの年輪幅の限界域をはさんでその傾向を逆転するものであり、その限界域はすでに供試木の群団ごとに現われる年輪幅の特性分布によつて求められた限界値と全く一致した。

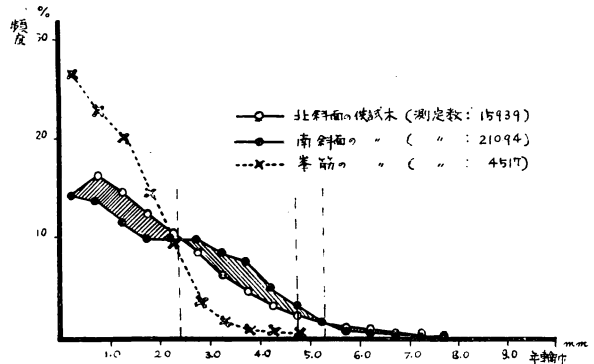
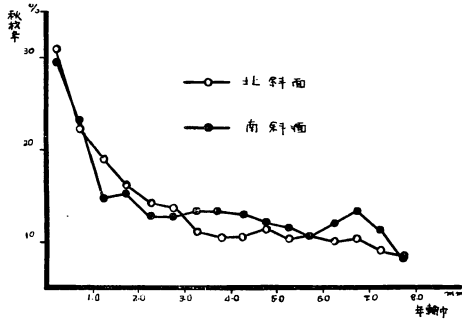
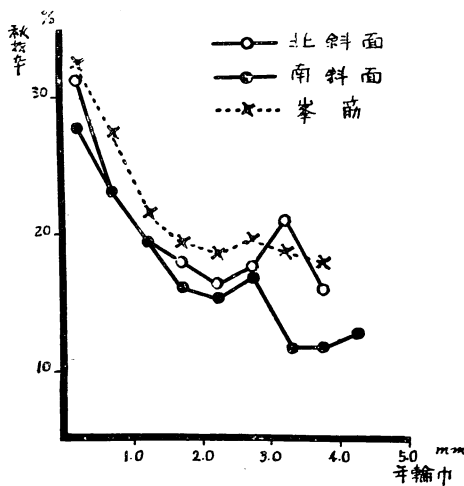
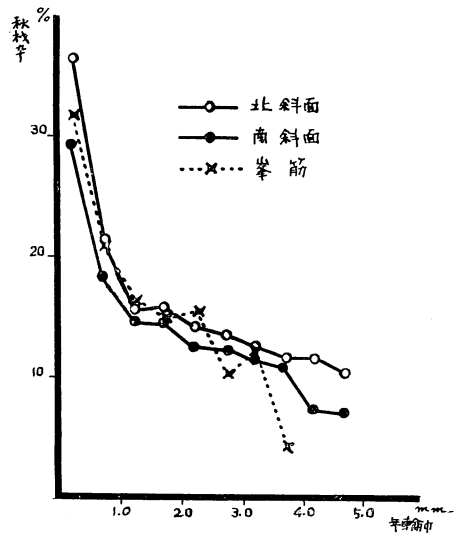


Fig. 13 斜面別に現われる年輪幅の出現度数分布

(ii) 秋材率の変化

各年輪幅について求めた平均秋材率を、それらの供試木の群団とその生じた斜面ごとに集計してFig.14—(1—3)に示した。これらの図にみられるごとく年輪幅と平均秋材率の関係には年輪幅の増加にたいして、いずれも平均秋材率の拋物線的な低減の経過が示されているが上層木の群団では (Fig. 14—1) その平均秋材率は年輪幅約

Fig. 14—1 斜面別平均秋材率の変化
(上層木の群団)Fig. 14—2 斜面別平均秋材率の変化
(中層木の群団)Fig. 14—3 斜面別平均秋材率の変化
(下層木の群団)

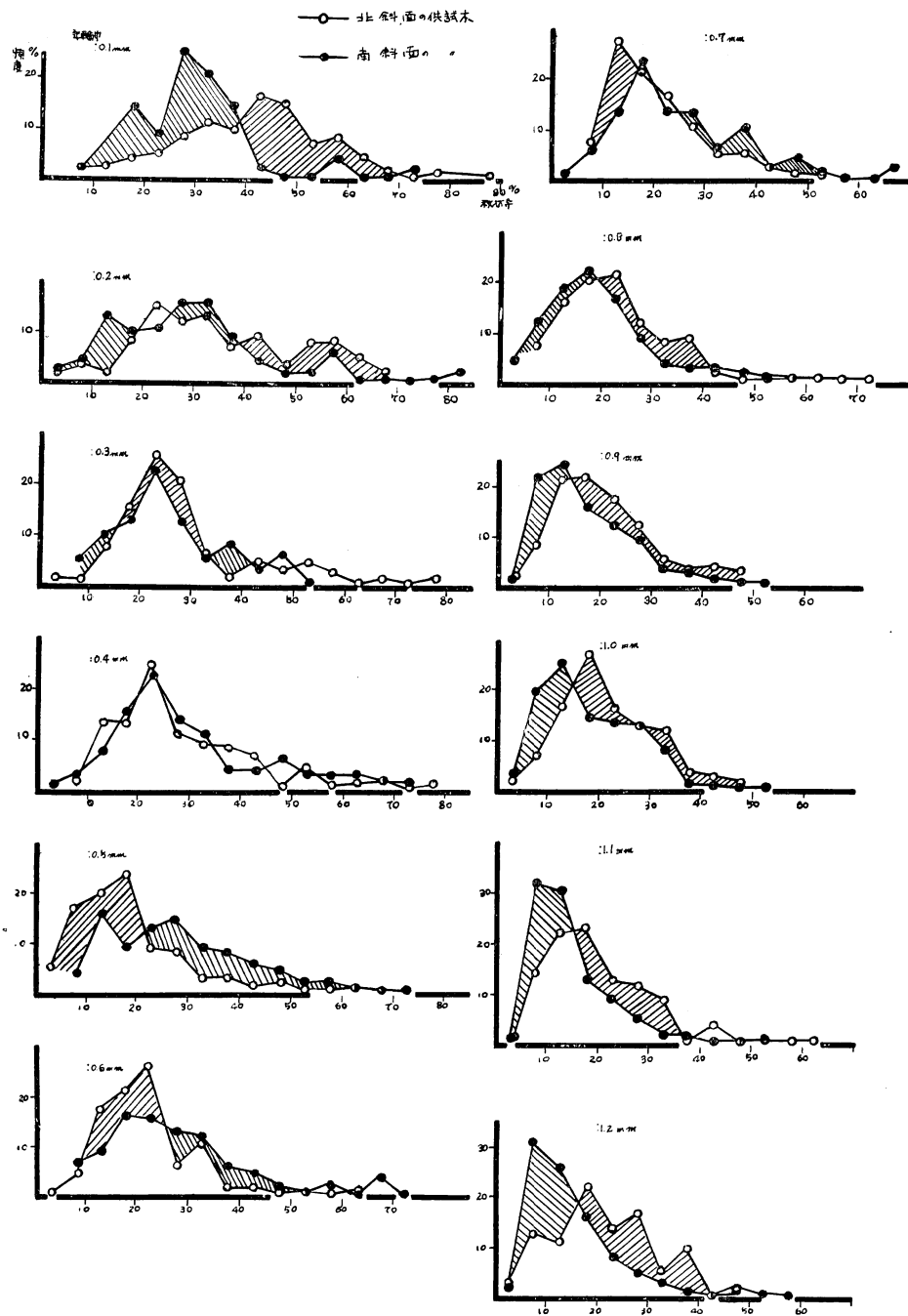


Fig. 15 (1—28) 斜面別に現われる秋材率の出現度数分布 (上層木の群団) (1)

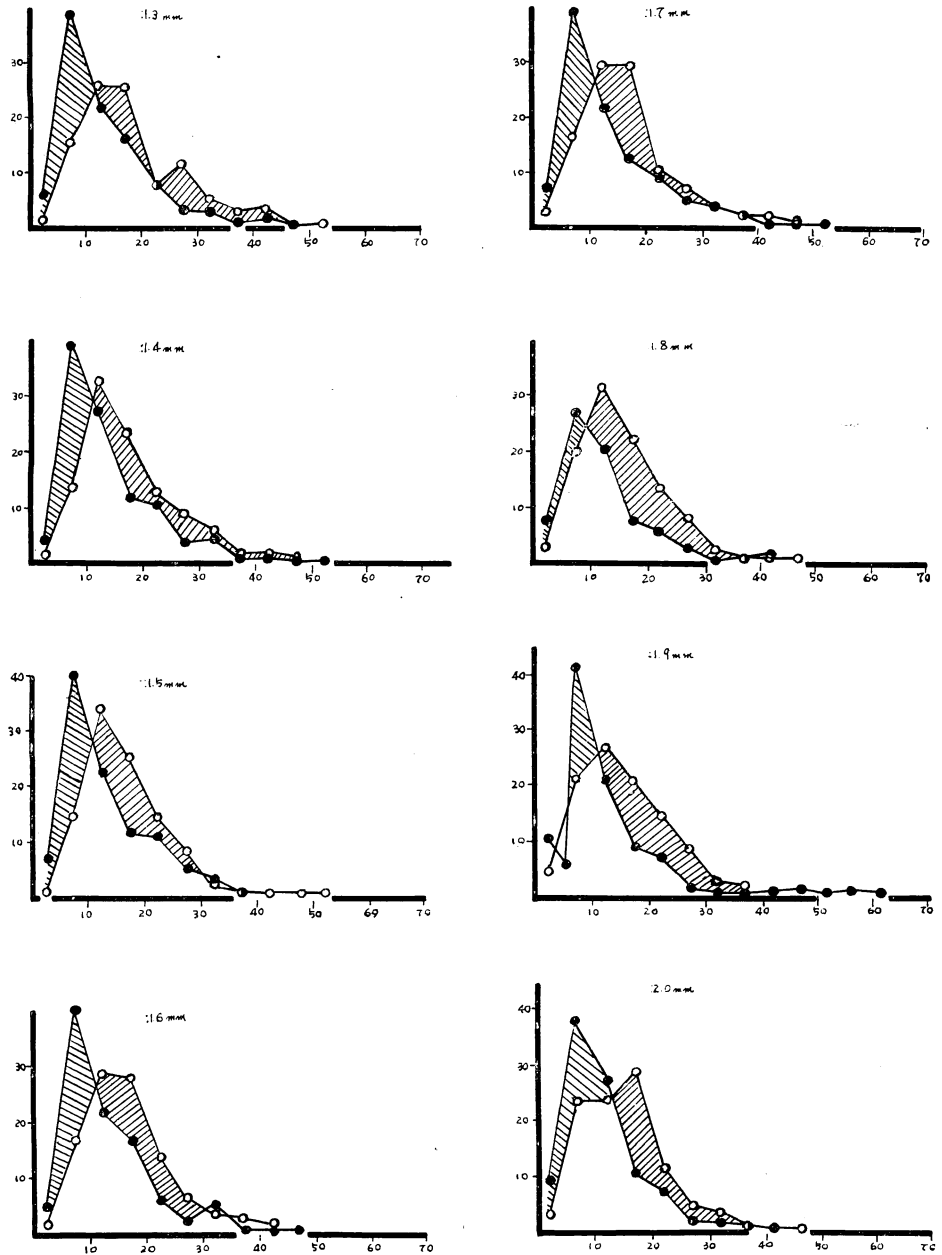


Fig. 15 (1—28) (2)

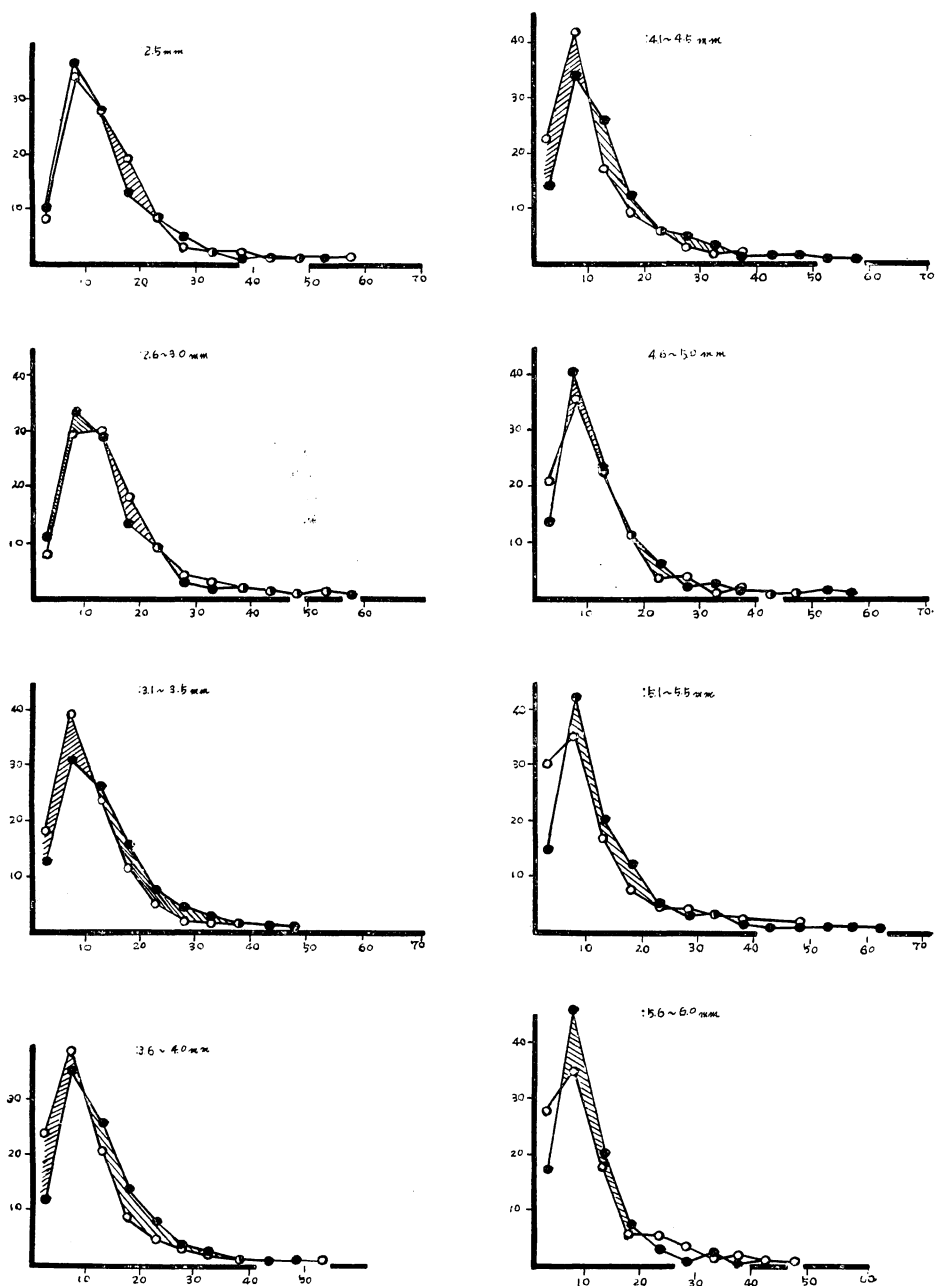


Fig. 15 (1—28) (3)

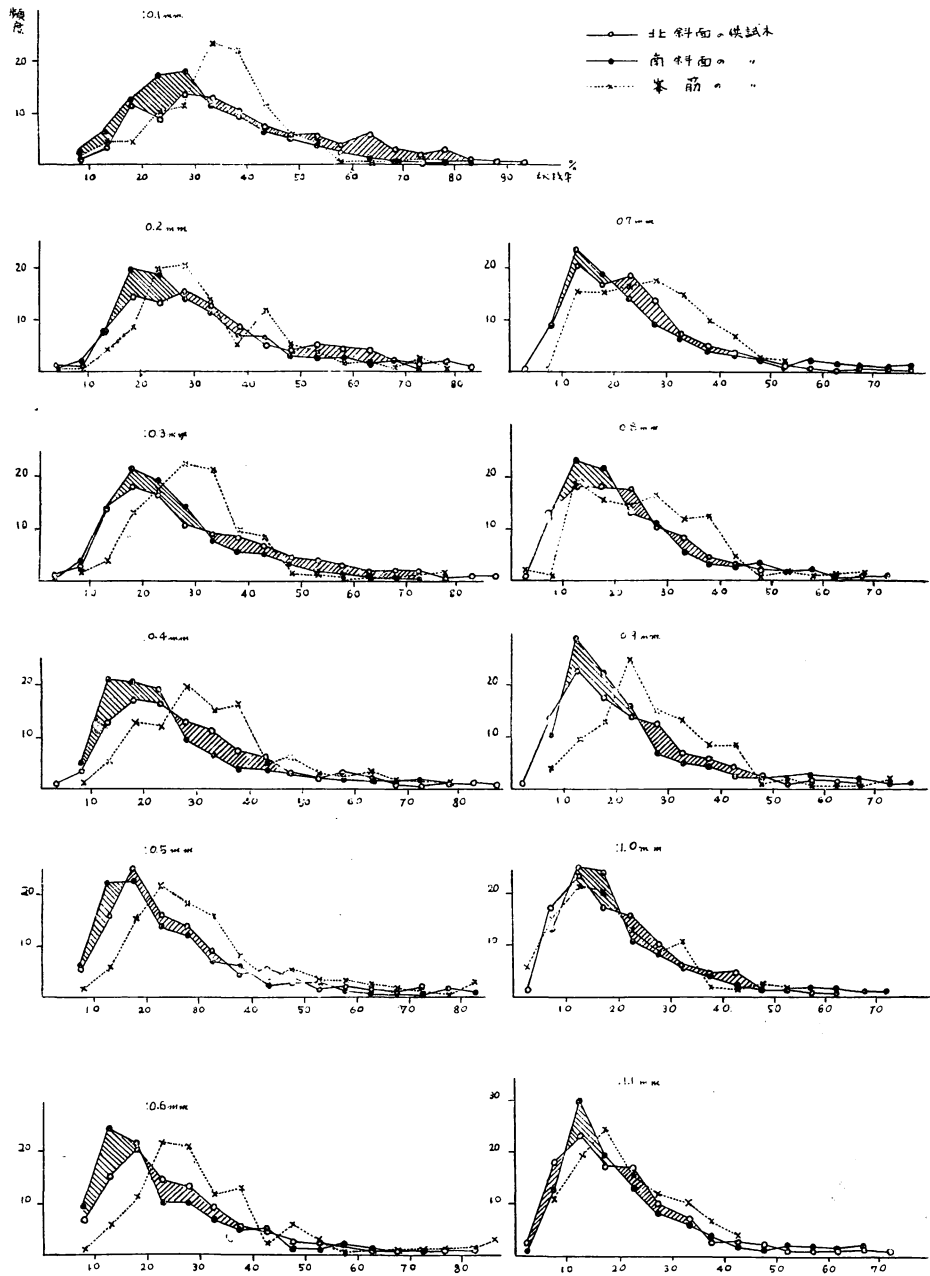


Fig. 16 (1-23) 斜面別に現われる秋材率の出現度数分布 (下層木の群団) (1)

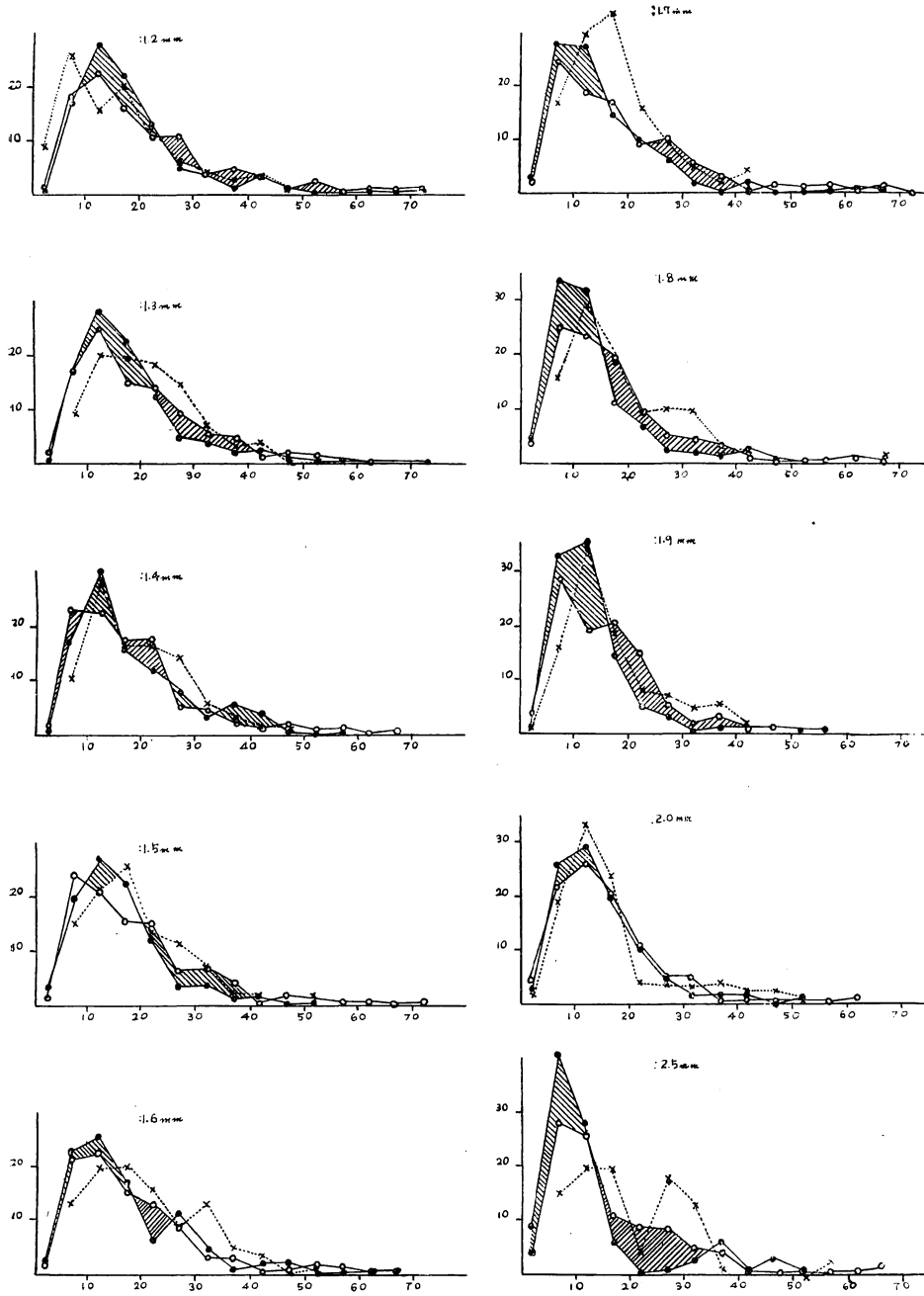


Fig. 16 (1—23) (2)

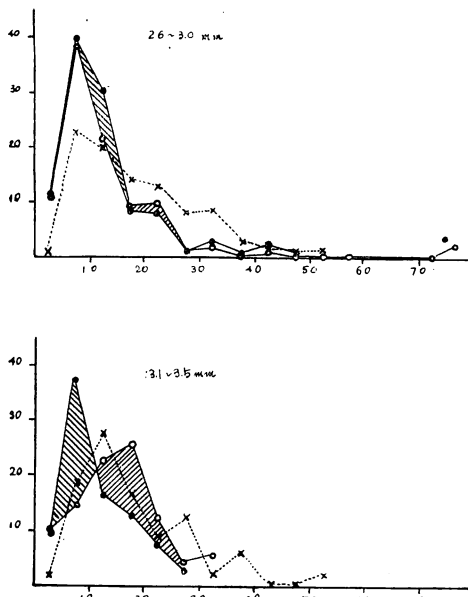


Fig. 16 (1—23) (3)

現度数分布を Fig. 15—(1—28) および Fig. 16—(1—23) に示した。これから年輪幅にたいする秋材率の生立斜面による特性的な状態が認められる。すなわち上層木の群団では (Fig. 15—(1—28)), 年輪幅 0.1~0.2mm のときは秋材率約40%以上のものは北斜面にそれ以下のものは南斜面に出現する傾向が多く, 年輪幅 0.3~0.4 mm では斜面による秋材率の出現状態は近接して著しい差異は認められないが年輪幅 0.5~0.7 mm では秋材率 25% を限度としてそれ以下の秋材率のものは北斜面に, それ以上のものは南斜面に現われる度数が多い。年輪幅 0.8~2.0 mm の領域ではこの傾向は再び逆転し秋材率 10~18% を限度として, それ以下の秋材率は南斜面に, それ以上のものは北斜面に出現する度数が多い。年輪幅 2.0~3.0 mm の領域では再び斜面別の秋材率出現状態は近接してほとんどその差異は無視されるようであるが年輪幅 3.0~4.5 mm の領域では秋材率約 10% を限度としてそれ以下のものは北斜面に, それ以上のものは南斜面に現われる度数が多く, さらにまた年輪幅 4.6 mm 以上では 5% 以上の秋材率はすべてわずかながら南斜面に多く現われている。

これにたいして下層木の群団では Fig. 16—(1—23) に示すごとく年輪幅にたいする秋材率の度数分布の状態は秋材率のほぼ一定範囲 (10~30%) を限度として南斜面のものには過小な秋材率が北斜面のものには過大な秋材が現われる傾向が認められ, 峯筋の供試木については年輪幅約 1.0 mm 以下で秋材率が約 20% 以上に現われる度数が他の両斜面のものより明らかに多い。各年輪幅におけるそれぞれ特異な秋材率の出現状態を全年輪幅の範囲にわたって概観すれば Fig. 17—(1—3) に示すごとく, 上層木の群団では (Fig. 17—1) 秋材率約 15% を限

2.8 mm を限度としてそれ以下では北斜面のものが南斜面のものより大であるに反して, 年輪幅 2.8 mm 以上では南斜面のものが北斜面のものより大になっている。中層木の群団では (Fig. 14—2) 測定に現われた全年輪幅の範囲においてその平均秋材率はつねに北斜面のものが南斜面のものより大になり, 峯筋におけるものの平均秋材率はこれらの中間的な値をとつて移行している。また下層木の群団では (Fig. 14—3), その平均秋材率は峯筋, 北斜面, 南斜面におけるものの順に低減し, ほぼ並行的な移行の経過が認められた。また秋材率の出現数を供試木の群団とその生立した斜面別に整理して年輪幅にたいする秋材率の出

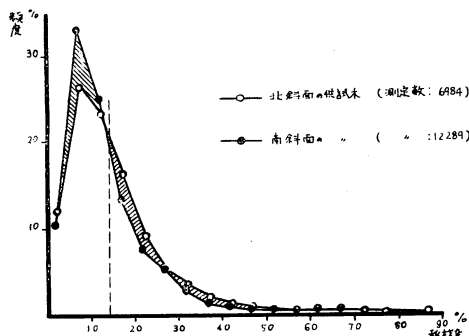


Fig. 17—1 斜面別に現われる秋材率の出現状態 (上層木の群団)

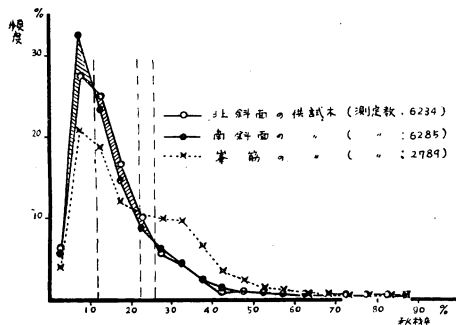


Fig. 17—2 斜面別に現われる秋材率の出現状態 (中層木の群団)

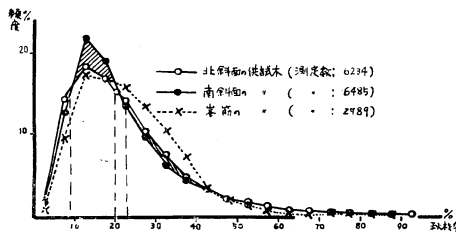


Fig. 17—3 斜面別に現われる秋材率の出現状態 (下層木の群団)

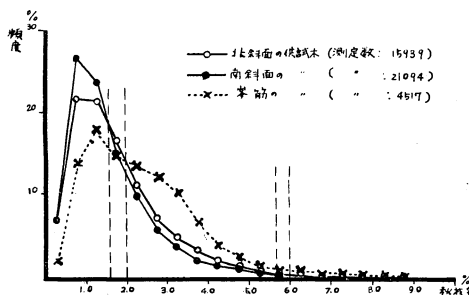


Fig. 18 斜面別に現われる秋材率出現度数分布

度としてそれ以下の秋材率のものは南斜面にそれ以上のものは北斜面に出現する度数が多く、中層木の群団では (Fig. 17—2) 秋材率 10% を限度としてそれ以下の秋材率のものは南斜面に、それ以上は北斜面に出現度数が多く、秋材率 30% 以上では両斜面による差異はほとんど認められないが両斜面と峯筋における秋材率の出現状態を比較すれば秋材率約 20% を限度として、それ以下の秋材率は南北両斜面に出現する度数が多いが 20% 以上の秋材率は峯筋のものに出現する度数が著しく多い。

また下層木の群団では (Fig. 17—3) 秋材率約 10~20% の範囲のものは南斜面に多く、秋材率約 10% 以下と約 20% 以上のものはいずれも北斜面のものに出現する度数がわずかに多い。南、北両斜面と峯筋のものとを比較すれば中層木の群団における場合と全く同様で秋材率 20% を限度としてそれ以上の秋材率は峯筋に、それ以下のものは南、北両斜面に多いことが明らかに認められた。

また各年輪幅における秋材率の特性的な分布と供試木の群団による差異を無視して全年輪幅を通じて秋材率の出現数を供試木の生立した斜面についてのみ集計すれば Fig. 18 に示すごとく秋材率約 20% を限度としてそれ以下の秋材率の範囲においてはその出現度数は南斜面、北斜面、峯筋の順に多いが、秋材率 20~60% の範囲ではこれと全く逆に峯筋、北斜面、南斜面の順に多く、さらに 60% を超える秋材率の範囲ではいずれの斜面にもその出現度数は著しく少い。このような斜面別に認められる秋材率の出現状態の特性はすでに述べた斜面別の年輪幅の出現状態 (Fig.

面に認められる秋材率の出現状態の特性はすでに述べた斜面別の年輪幅の出現状態 (Fig.

13) と全く対称的な関係を示しており、年輪幅にたいする秋材率の特性分布から推察すれば秋材率 20% 以下の範囲は年輪幅 2.0~5.0 mm の領域に、また秋材率 20~60% の範囲は年輪幅 2.0 mm 以下に対比して理解されるようである。

(4) 地上高による変化

(i) 年輪幅の出現状態

各供試木について地上高 0.0 m の円板からえられた年輪幅の出現数を上層および下層木の群団ごとに集計して全樹幹内における年輪幅の特性分布と比較して Fig. 19 に示したが、地上高 0.0 m の円板における年輪幅の出現度数分布は著しく左偏した半偏倚曲線として示され Fig. 1 で年輪幅が特性分布をなす領域 (2.0~5.0 mm) はこの場合には約 1.5~5.5 mm として与えられるほかその特性的な変化は全く同様であつた。したがって Fig. 19 において地上高の上昇とともに年輪幅の出現数が増加する領域

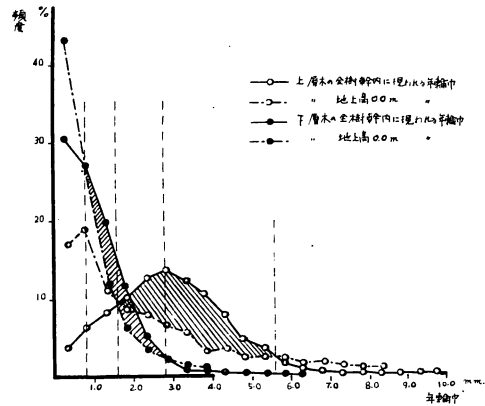


Fig. 19 地上高による年輪幅の出現度数分布

としては上層木の群団では 1.5~4.5 mm 下層木の群団では 0.8~2.8 mm, いずれの群団にも年輪幅約 2.0 mm 附近のものは共通して認められる。これらの年輪幅のうち 1.5~5.5 mm の領域は Fig. 1 で求められた限界域にほぼ近似し、下層木の群団について認められた年輪幅 0.8~2.8 mm の領域は同様に下層木の群団について斜面別に現われる年輪幅の特性的な領域 (Fig. 12-3) と全く一致して認められた。

(ii) 秋材率の変化

地上高 0.0 m の円板における各年輪幅に現われる秋材率の特性的な傾向をたしかめ、供試

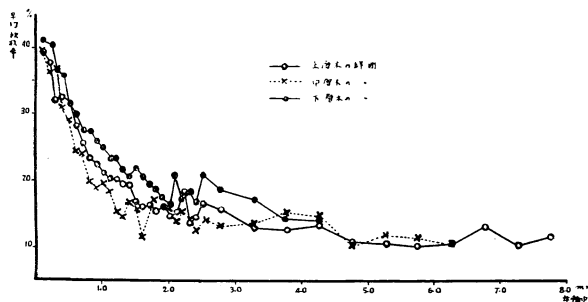


Fig. 20 地上高 0.0 m に現われる年輪幅と平均秋材率

木についてみればその平均秋材率は下層、上層、中層の順に低減して現われ、年輪幅約 2.0 mm 附近と約 3.0 mm 以上の領域でその変化がやや交錯して現われている。

木の群団ごとにそれぞれの年輪幅にたいする平均秋材率を求めて Fig. 20 に示した。この図から明らかなごとく年輪幅の増加にたいして平均秋材率はほぼ拋物線的な低減の経過を示して移行するが供試木の群団ご

このような経過を全樹幹の変化 (Fig. 3) と比較すれば年輪幅 0.6 mm 以下と 2.5 mm 以上で供試木の群団による差異が明らかに認められた。

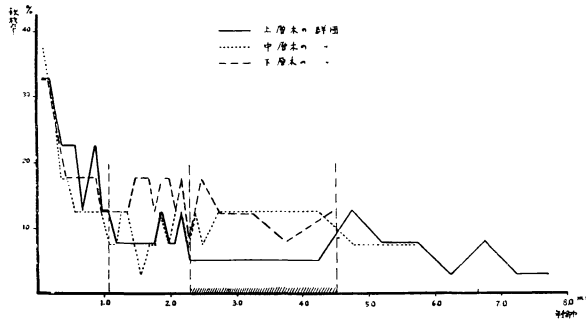


Fig. 21 地上高 0.0 m の年輪幅における秋材率のモード出現域

いして秋材率のモード出現域は著しく変動し、さらに年輪幅 2.3~4.5 mm の領域においてはそのモード出現域はほぼ安定して現われるが供試木の群団によつて異なり、したがつて前述した (Fig. 2) 秋材率のモード出現域の安定した領域に比べてその安定度はかなり低いものと考え

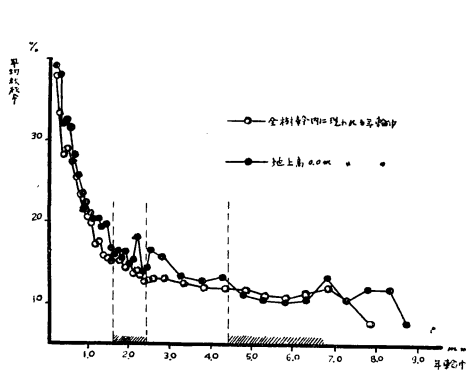


Fig. 22-1 年輪幅と平均秋材率の地上高による変化 (上層木の群団)

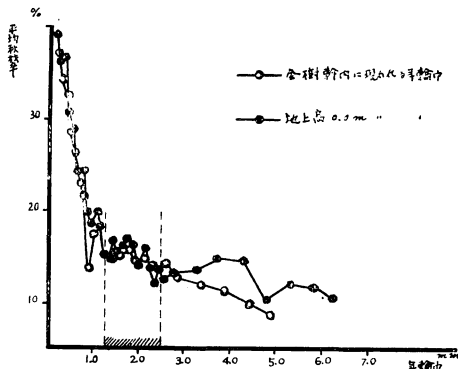


Fig. 22-2 年輪幅と平均秋材率の地上高による変化 (中層木の群団)

さらにまた地上高 0.0 m の年輪に現われる秋材率のモード出現域は Fig. 21 のごとく年輪幅約 1.2 mm 以下ではそのモード出現域は年輪幅の増加にともない著しい直線的な下降の経過が示され、年輪幅約 1.2~2.3 mm では年輪幅の増減にたい

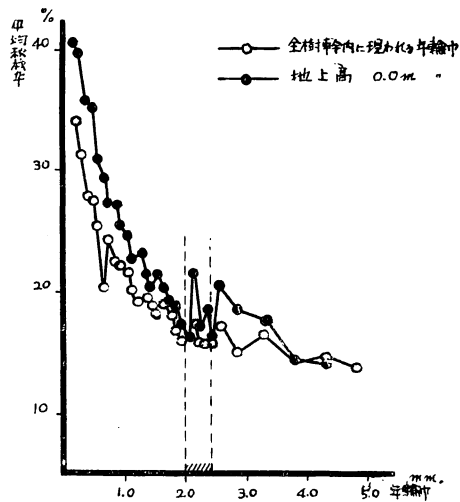


Fig. 22-3 年輪幅と平均秋材率の地上高による変化 (下層木の群団)

られる。つぎに地上高 0.0 m の年輪幅にたいする平均秋材率の移行を供試木の群団ごとに全樹幹内の平均秋材率の変化と比較して Fig. 22-1(1-3)に示したが供試木のいずれの群団についても地上高 0.0 m の年輪における平均秋材率が上層木における年輪幅 4.5 mm 以上を除けば 0.0 m の年輪におけるものがほとんど全年

輪幅の領域にわたつて全樹幹内のものよりやや高い秋材率を示して変化しているのが認められ、年輪幅約 2.0 mm 附近においてはいずれの群団においても地上高による平均秋材率の差異が次第に近接して相交錯している。

(5) 樹幹方位による変化

(i) 年輪幅の出現度数

各地上高の年輪幅の出現数をそれぞれの供試木の樹幹方位ごとに区分し供試木の群団とその生立した斜面について集計してその出現度数分布を Fig. 23—(1—3) に示したが、上層木の群団における (Fig. 23 1 a, b) 樹幹の N. S. 方位に現われる年輪幅の出現状態は南北いずれの斜面においてもほぼ正常な度数分布をなすが樹幹の N. S. 方位によつて著しく異なり、N. 方位では (Fig. 23—1 a) 年輪幅約 3.0 mm を限度としてそれ以下の年輪幅では北斜面のものが南斜面のものより高い度数を示しているが、S. 方位では (Fig. 23—1 b) 年輪幅約 1.5 ~ 4.5 mm の領域に南斜面のものが北斜面のものより高い度数をしめし、年輪幅約 1.5 mm 以下と約 4.5 mm 以上

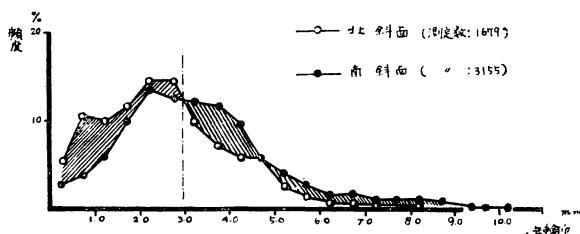


Fig. 23—1 a 樹幹の N 方位に現われる年輪幅の出現度数分布 (上層木の群団)

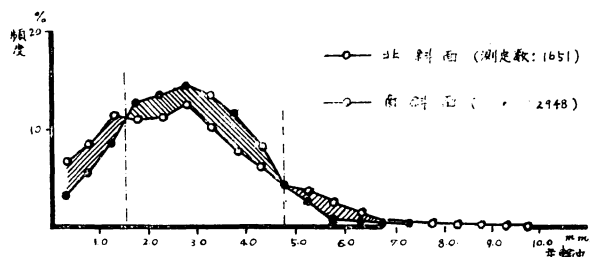


Fig. 23—1 b 樹幹の S 方位に現われる年輪幅の出現度数分布 (上層木の群団)

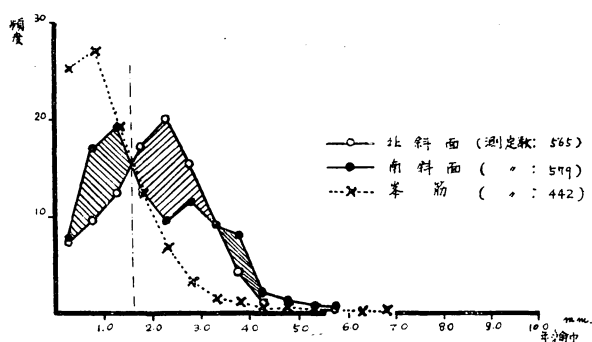


Fig. 23—2 a 樹幹の N 方位に現われる年輪幅の出現度数分布 (中層木の群団)

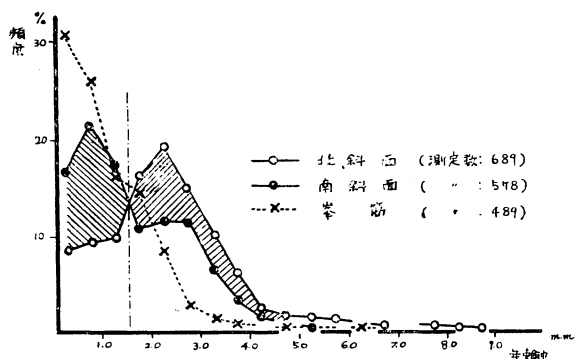


Fig. 23—2 b 樹幹の S 方位に現われる年輪幅の出現度数分布 (中層木の群団)

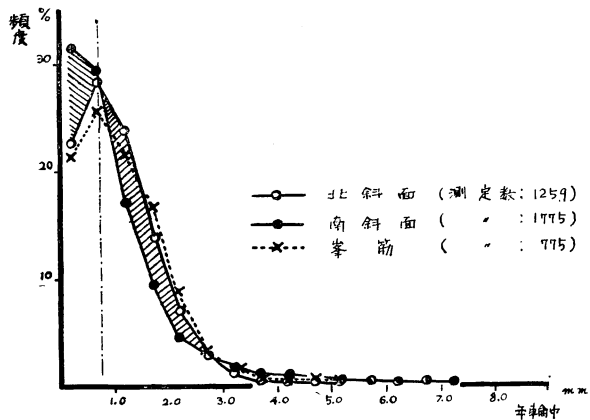


Fig. 23—3 a 樹幹の N 方位に現われる年輪幅の出現度数分布 (下層木の群団)

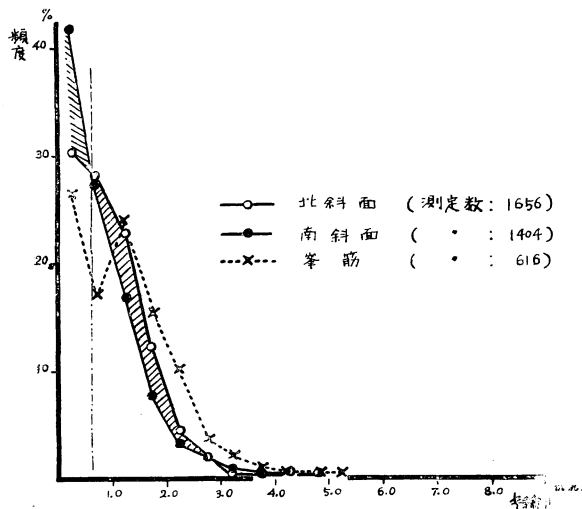


Fig. 23—3 b 樹幹の S 方位に現われる年輪幅の出現度数分布 (下層木の群団)

年輪幅 0.8 mm 以下では南斜面のものが、年輪幅 0.8~3.0 mm の領域では北斜面のものがより高い出現度数を示している。

(ii) 秋材率の変化

秋材率の出現数をそれぞれの樹幹方位ごとに区分し、供試木の群団とその生立した斜面に集計し、さらに各年輪幅における秋材率の特性的な変化を無視して全年輪幅の領域に集計すれば Fig. 24—(1—3) のごとくになった。これから明らかなごとく供試木の上、中層木の群団においては (Fig. 24—1—2) 秋材率 10~15% を限度として、それ以下の秋材率のものは N. S. いずれの樹幹方位においても南斜面の供試木に現われる度数が多く、秋材率 10~15% 以下のものは北斜面のものに出現する度数が多い。また下層木の群団では (Fig. 24—3 a, b) その

の二つの領域ではこれに反して北斜面のものに高い度数が認められた。これにたいして中層木の群団では (Fig. 23—2a, b) 年輪幅の出現度数は南斜面におけるものがいずれの樹幹方位でも著しく左偏し、年輪幅 1.5 mm 以下では南斜面の供試木に現われる年輪幅が北斜面のものよりいずれの樹幹方位においてもより高い度数を示し年輪幅 1.5 mm 以上では北斜面のものが南斜面のものより高い度数を示しているが樹幹の N. 方位で約 3.0 mm 以上の年輪幅には再び南斜面のものがより高い度数を示している。また下層木の群団では (Fig. 23—3a, b) 樹幹の N. S. 方位に現われる年輪幅の出現状態はすべて半偏倚曲線として認められ、その斜面別の出現状態にも全く同一の傾向を示し、いずれも

秋材率の限度は 20~25% となり, 上, 中層木のものに比してやや高いが斜面別に現われる度数分布の状態は全く同様であつた。

斜面別に現われる秋材率の出現状態から正常な生長をした年輪内に占める秋材率はおよそ 10~20% であると考えたが (Fig. 12) このような仮定のもとではいずれの樹幹方位においても秋材率の過少な値は南斜面に生立した供試木に, 過大なものは北斜面のものにより多く出現する傾向があるものと考えられる。また供試木の生立した南北斜面ごとに年輪幅にたいする平均秋材率の移行の状態を Fig. 25—(1—2) に示したが平均秋材率の変化は北斜面の供試木で (Fig. 25—1) 年輪幅 1.0 mm 以下と 4.0 mm 以上の領域における例外的な変化を除けば樹幹の N. S. 方位によつてほぼ並行的な関係を示し, 北斜面では樹幹の N. 方位の平均秋材率が S. 方位よりわずかに低い grade で変化し, これに反して南斜面では樹幹の S. 方位の平均秋材率が N. 方位より同様に低い grade で移行している。したがつて平均秋材率は同一年輪幅のものでも北斜面の供試木では樹幹の S. 方位に, 南斜面の供試木では樹幹の N. 方位がそれらの反対方位におけるより, わずかながら大きく現われるものと考えられる。

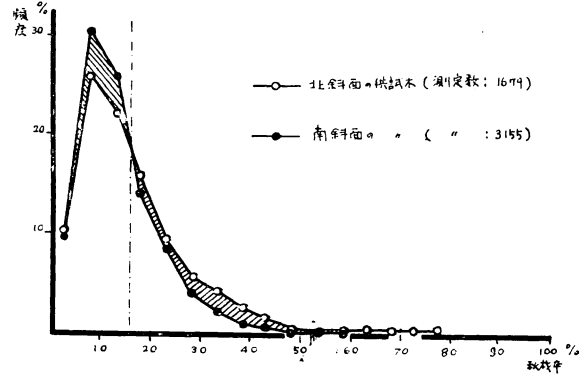


Fig. 24—1 a 樹幹の N. 方位における秋材率の出現度数分布 (上層木の群団)

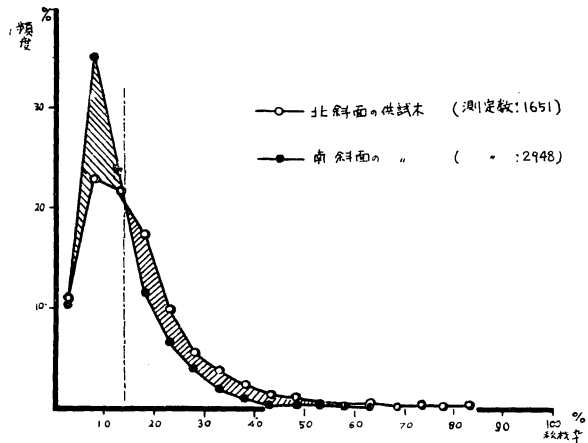


Fig. 24—1 b 樹幹の S. 方位における秋材率の出現度数分布 (上層木の群団)

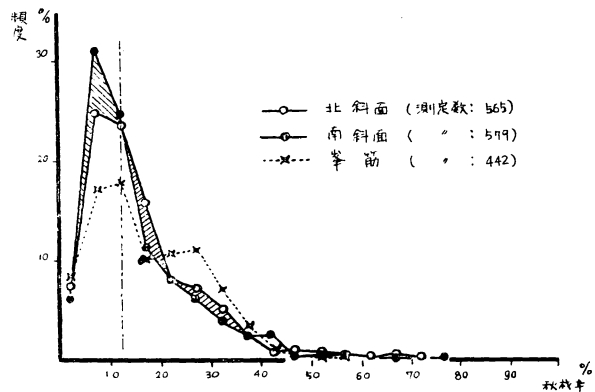


Fig. 24—2 a 樹幹の N. 方位における秋材率の出現度数分布 (中層木の群団)

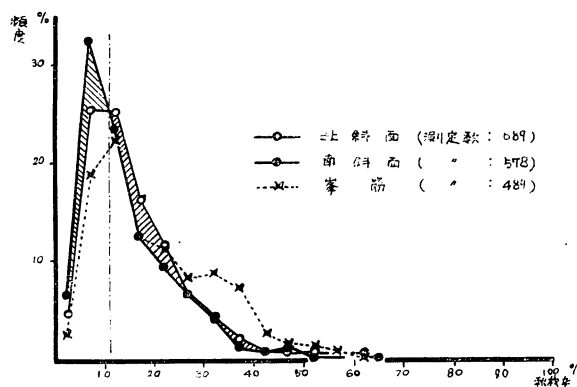


Fig. 24—2 b 樹幹のS方位における秋材率の出現度数分布
(中層木の群団)

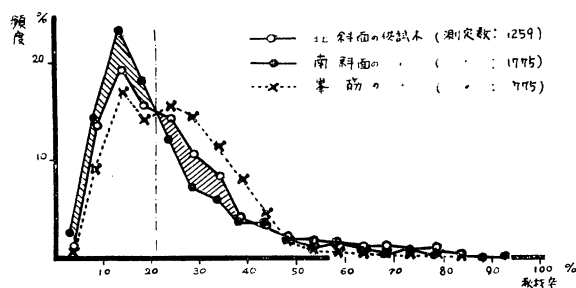


Fig. 24—3 a 樹幹のN方位における秋材率の出現度数分布
(下層木の群団)

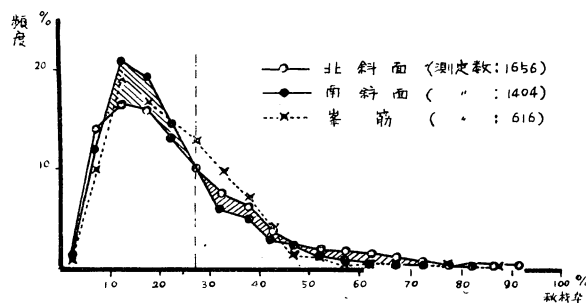


Fig. 24—3 b 樹幹のS方位における秋材率の出現度数分布
(下層木の群団)

であつて、これらの測定値をそれぞれの地上高、樹幹方位別、令階別、個体別に区分し、さらに標準地の林分における供試木の生立した斜面（峯筋、南斜面、北斜面）別および供試木の伐倒時までの生長経過を示したものと考えられる林分の垂直的構成による区分、即ち上層木（樹高～18.0m）、中層木（樹高17.9～12.1m）、下層木（樹高12.0m～）の群団ごとに分類して年輪幅と秋材率の測定値をこれらの条件の組合せのうゑに集計してその出現状態を求めた。それぞれの条件によつて異なる年輪幅と秋材率の特性分布から、これらの年輪構成要素の変化が二つ以上の条件について全く共通的である範囲はその要素の現われかたがそれらの条件外に置

Ⅶ 実施した研究の概要と

その考察

本報告は木材の材料的な特性を林木の生長条件にわたつて探求し、生長条件によつて異なる材質の偏異を定量して木材の合理的利用と林木の質的生産に資せんとして実施した「トドマツ材質生長試験」の成績の一部であつて、北海道石狩国厚田地方のトドマツ原生林に設けられた広範な試験地で約0.4 haの標準地を皆伐して全トドマツ立木68本を供試木として実験に供した。標準地は部分的にかなり急峻な傾斜をもち、また林分の構成も北海道におけるトドマツ原生林に普通にみられる老令過熟な混淆林分であつた。供試木は外観および形態的特長等を調査し、伐倒後地上高0.0mから2mおきに樹幹生長の経過、瑕疵等の出現状態を観察して実験室に運搬し、各地上高より採取した円板について年輪幅と秋材率を測定した。測定した全年輪数は41465ヶ

かれたものと考え、同様に年輪構成要素の出現度が二つ以上の条件について異なる範囲を、これらの条件にたいする反応として本文 Fig. 1~25 から定量されるものと考え、その度数分布図に斜線をつけて区別した。年輪幅と秋材率の変化はそれらによつて構成される年輪とその堆積によつてつくられる木材の支配的要素であると考え、これらの一連の観察結果からトドマツ材の年輪幅のもつ材質的な意味について関連的に推論されるものは、

(1) 年輪幅の出現度数

全供試木の各異の地上高につ

いて観察した 41465 ケの年輪に

ついて樹幹生長の経過および供

試木の生立した斜面等の条件ごとにその出現度数分布の特性から示される傾向的なものを整理すれば Table 3 のごとくなり

(i) 供試木の群団による特性

供試木の群団による年輪幅の出現度数分布から年輪幅 2.0 mm および 5.0 mm にそれぞれ年輪幅の限界域が見いだされ、これはトドマツ単木について樹幹の地上高による年輪幅の出現状態からそれぞれ生長の過小または過大な範囲と仮定^{*}した限界域と全く一致した。

(ii) 斜面別による特性

供試木の生立した斜面別に年輪幅の出現度数を比較すれば同様に年輪幅 2.0~5.0 mm を限界として特性的な変化が認められ、年輪幅 2.0 mm 以下では全供試木を通じてその出現度は峯筋、北、南斜面の順位になり、年輪幅 2.0~5.0 mm の領域ではこれと反対順位になった。中、下層の群団ではその限界年輪幅が 0.8~3.0 mm に認められ、年輪幅 0.8 mm 以下ではその出現数はかえつて南斜面に多く上記の傾向と相対的であり、年輪幅 3.0 mm 以上では斜面による定性的な差異はほとんど消失している。

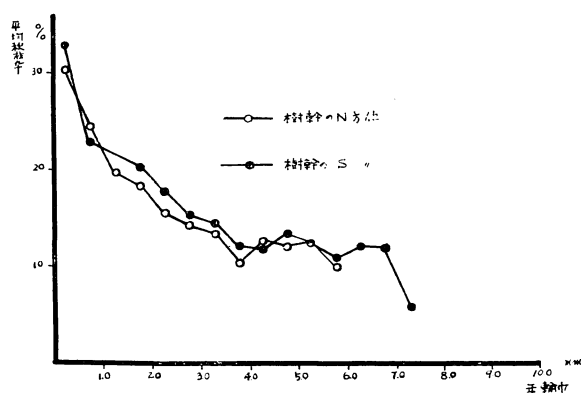


Fig. 25—1 樹幹の方位による平均秋材率の変化
(北斜面の供試木)

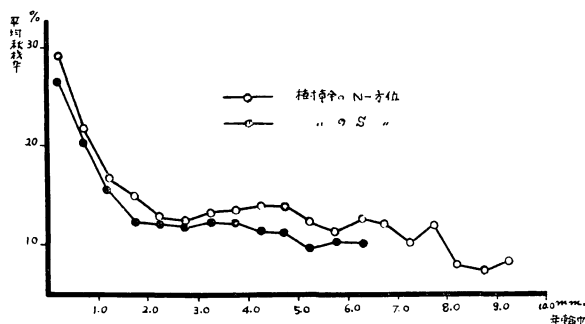


Fig. 25—2 樹幹の方位による平均秋材率の変化
(南斜面の供試木)

* 木材材質の森林生物学的研究 第3報

Table 3 年輪幅の出現度数による特性

年輪幅 mm	1.0 mm	2.0 mm	3.0 mm	4.0 mm	5.0 mm
条件の組合せ					
供試木の群団による差 (Fig. 1)	下層木に出現度数が多い。		上, 中層木が下層木より出現度数が多い。		いずれも近接して出現 度数が少い。
斜面別による差 (Fig. 13)	峯筋, 北, 南斜面の順に出現度数が多い。		南斜面, 北斜面, 峯筋の順に出現度数が多い。		いずれも近接して出現 度数が少い。
(i) 上層木の群団では (Fig. 13—1)	北斜面に出現度数が多い。		南斜面に出現度数が多い。		北斜面に出現度数が多い。
(ii) 中層木の群団では (Fig. 13—2)	南斜面に出現度数が多い。		北斜面に出現度数が多い。	ほぼ近接している。	
(iii) 下層木の群団では (Fig. 13—3)	南斜面に出現度数が 多い。	北斜面に出現度数が多い。		ほぼ近接している。	
地上高による差 (第3報 Fig. 19)	地上高の低いものに出現度数が多い。		地上高の高いものにむしろ出現度数が多い。		地上高の低いものに出現 度数が多い。
(i) 上層木の群団では (Fig. 19)	地上高の低いものに出現度数が多 い。		地上高の高いものにむしろ出現度数が多い。		地上高の低いものに出現度数が多 い。
(ii) 下層木の群団では (Fig. 19)	地上高の低いものに出現度数が多い。		地上高の低いものにむしろ出現度数が少 い。		いずれも近接して出現度数が少い。
樹幹の方位による差					
(i) 上層木の群団 (Fig. 23—1)	N-側	北斜面に出現度数が多い。		南斜面に出現度数が多い。	
	S-側	北斜面に出現度数が多い。		南斜面に出現度数が多い。	北斜面に出現度数が多い。
(ii) 中層木の群団 (Fig. 23—2)	N-側	南斜面に出現度数が多い。	北斜面に出現度数が多い。	南斜面に出現度数が多い。	
	S-側	南斜面に出現度数が多い。		北斜面に出現度数が多い。	
(iii) 下層木の群団 (Fig. 23—3)	N-側	南斜面に出現度数が 多い。	北斜面に出現度数が多い。	いずれも近接して出現度数が少い。	
	S-側	南斜面に出現度数が 多い。	北斜面に出現度数が多い。	いずれも近接して出現度数が少い。	
「アテ」年輪 (i) 供試木 の群団による差 (Fig. 6)	年輪幅の増加とともに著しく下降し下, 中, 上層木の順位で出現度数が多い。		年輪幅の増加とともに緩慢に下降し群団による差は不規 則である。		不規則に変動する。
(ii) 「アテ」材率 95% 以下のもの (Fig. 7)	年輪幅の増加とともに直線的に下降し群 団による差は近接する。		年輪幅の増加とともに緩慢に下降し群団による差は不規 則である。		不規則に変動する。
(iii) 「アテ」材率 96% 以上のもの (Fig. 8)	年輪幅の増加とともに直線的に下降し群 団による差は近接する。		いずれも出現度数は著しく少い。		
年輪幅の限界域	下層木に おける 上限	正常な生長 をしたもの の 上限		下層木における 下限	正常な生長 をしたもの の 下限

立木の生長経過においてその立地の傾斜による影響は樹幹方位にたいする生長の偏倚とそれに伴う「アテ」の発達として認められるものであるが、樹幹の方位による年輪幅の偏異を無視して求められた上述のごとき傾向は南斜面における環境要素(例えば陽光、温度等)が上層木等においては生長量の増加として反応したものと考えられ、同一要素が下層木等ではかえつて生長量の減少として反応することが考えられた。

(iii) 樹幹方位による特性

斜面別の年輪幅の出現度数分布を樹幹の N. S. 方位ごとに比較してみると上、中層木では斜面別に特性的な変化が認められるが、下層木ではこのような特性的な差異はほとんど消失している。下層木の群団においては年輪幅の絶対値はつねにいずれも小さく、したがって斜面にたいする反応として現われる偏心生長の経過においても、半径生長量の量的な肥大として与えられる可能性は著しく少く、むしろ(実)質的な生長偏異の経過(重量生長の偏倚「アテ」の形成等)をとることが多いものと考えられ、したがって方位別による生立斜面の影響はほとんど現われず、これらの影響を無視して斜面別の差異について求めた(ii)項の限界年輪幅と全く一致したものと考えられる。また上層木の群団では樹幹の N. S. 方位ごとに南北、両斜面に出現する年輪幅の度数は N. 方位では南斜面に S. 方位では北斜面にいずれもより大きい年輪幅の限界域を示し、北斜面のものは樹幹の S. 側に南斜面のものは N. 側に生長偏倚する傾向があるものと考えられる。

(iv) 地上高による特性

すでに第3報で年輪幅の地上高別の度数分布から年輪幅 2.0 mm 以下のものと 5.0 mm 以上のものをその樹幹生長の被圧または著しく肥大偏異したものと考えたが、下層木の群団についてはこの限界は年輪幅 0.8 mm と 3.0 mm 附近に認められ、下層木については 0.8~3.0 mm の領域が正常な生長をしたものの 2.0~5.0 mm の領域に対比して考えられこれを限度としてその材質の偏異する傾向が臨界的に異なるもののように考えられる。

(v) 「アテ」年輪の出現度数

測定した全年輪数 41465 について年輪内に「アテ」の発達したものは総数 6185 で全数の 14.9% におよび、これを供試木の群団ごとに類別すれば上層木 1689 ケ(4.1%)、中層木 1132 (2.7%)、下層木 3364 (8.1%) であり、下層木の年輪に「アテ」が発達する傾向が他のものより著しく多い。また年輪幅と「アテ」発達との関係については年輪幅 2.0 mm 以下では「アテ」が発達する傾向は年輪幅の増加とともに急速に低減するが 2.0~4.0 mm の領域では「アテ」年輪はほぼ一定の度数で出現し 5.0 mm 以上ではその傾向は全く不規則に現われている。

(2) 秋材率の出現度数

各年輪幅についてえられた秋材率の出現状態を樹幹生長の経過および供試木の生立斜面ごとに取纏めて特性的な傾向として認められるものは Table 4 のごとくであり、

Table 4 秋材率の出現度数による特性

秋材率%	10%	20%	30%	40%	50%
条件の組合せ					
秋材率の出現度数 (Fig. 5—4)	年輪幅 2.0 mm 以上の領域に出現度数が多い。		年輪幅 2.0 mm 以下の領域に出現度数が多い。		
年輪幅 2.0 mm 以上の領域で秋材率のモード出現域 Fig. 5—(1—3)					
上, 中層木の群団	モード出現域				
下層木の群団	モード出現域				
斜面別による秋材率の出現度数 Fig. 18 Fig. 17—(1—3)	南, 北斜面, 峯筋の順に出現度数が多い。		峯筋, 北, 南斜面の順に出現度数が多い。		
上層木の群団	南斜面に出現度数が多い。		北斜面に出現度数が多い。		
中層木の群団	南斜面に出現度数が多い。	北斜面に出現度数が多い。	ほとんど近接して現われる。		
下層木の群団	北斜面に出現度数が多い。	南斜面に出現度数が多い。	北斜面に出現度数が多い。		
樹幹の方位による出現度数 (N. S とともに) Fig. 14—(1—3)					
上層木の群団	南斜面に出現度数が多い。		北斜面に出現度数が多い。		
中層木の群団	南斜面に出現度数が多い。		北斜面に出現度数が多い。		
下層木の群団	南斜面に出現度数が多い。		北斜面に出現度数が多い。		
年輪に「アテ」が形成される傾向 全供試木 Fig. 11—(1—4)	年輪に「アテ」が形成される傾向は少い。		年輪に「アテ」が形成される傾向が多い。		
上層木の群団	年輪に「アテ」が形成される傾向は少い。		年輪に「アテ」が形成される傾向が多い。		
中層木の群団	年輪に「アテ」が形成される傾向が少い。		年輪に「アテ」が形成される傾向が多い。		
下層木の群団					
秋材率の限界域	正常な秋材率の出現域		正常な秋材率の限界域		

(i) 年輪幅による特性

秋材率の測定値を各年輪幅について集計して秋材率の特性分布の状態から、秋材率約 25% を限度としてこれ以下の範囲のものは年輪幅 2.0 mm 以上の領域のものに、また 25% 以上の秋材率は年輪幅 2.0 mm 以下のものに出現度数が多い。

したがって年輪幅の限界域から推論すれば 25% 以下の秋材率は正常な生長をした年輪に 25% 以上の秋材率は被圧年輪等のものに多いと考えられ、正常な半径生長量として与えられる 2.0 mm 以上の領域では秋材率のモード出現域は上、中層木の群団で秋材率 5~10% に下層木では 5~15% に現われ、下層木の秋材率はやや高い範囲に現われる傾向を示した。

(ii) 斜面別による特性

各斜面別に秋材率の出現状態を比較すれば秋材率 20% 以下では南、北斜面峯筋の順位にその出現数が多く秋材率 20% 以上ではこれと反対順位になる。このような傾向は斜面別の年輪幅の特性分布の状態と全く対称されうるもので、狭年輪で秋材率多く、したがって緻密な材質の木材は峯筋、北斜面に多く、南斜面では広年輪で秋材率少く粗鬆な材質のものをつくる傾向が認められる。このような傾向は上層木に著しく下層木の群団ではこれと逆に秋材率 10% 以下のものは北斜面に出現度多く、南斜面では半径生長量の減退の経過とそれにとまなう秋材率の増加（実質量の増加）の過程が現われたものと考えた。

(iii) 樹幹方位による特性

樹幹の N. S. 方位とも南斜面に秋材率の低いものの出現度数が多く、また南北いずれの斜面においても下層木の群団の秋材率が他の群団のものより高い秋材率の出現域を示しているほか、著しい特性的な変化は認められない。

(iv) 年輪に「アテ」の形成される傾向

正常な秋材帯と「アテ」材との定性的な差異を無視して秋材率および「アテ」材率を年輪内に占める異常な着色帯部の比率と見做し、この比率の量的な変化から質的に異常な「アテ」材として発達してくる可能性を類推すれば全年輪について着色帯部の比率 30% 以上のものは「アテ」化している傾向が多く、さらに供試木の群団ごとについてみれば上層木の群団では 20% 以上、中層木では 25% 以上、下層木の群団では 30% 以上となり、下層木ではかなり大な着色帯部の比率をもつものでもなお異常材として転位する傾向は少ないものと考えられる。

(v) 秋材率の限界域

これらの一連の秋材率の特性分布の傾向から年輪内に占める秋材率の限界域として 5~15% および 20~30% の範囲が考えられるようであり、前者は正常な半径生長量として与えられる年輪幅 (2.0~5.0 mm) の秋材率が分散する範囲であり、後者は下層木等における狭小な年輪に現われる秋材率の範囲とほぼ一致し、これを限度として秋材率の量的な増加がついに質的な変化をもたらす、異常年輪として発達していくもののようである。

(3) 年輪幅と秋材率との関係

年輪幅と秋材率の関係から特性的なものとして認められるものは Table 5 のごとく

(i) 秋材率のモード出現域

年輪幅にたいする秋材率のモード出現域は年輪幅 2.0~5.0 mm の領域において全く一定して現われたが、年輪幅 2.0 mm 以下では年輪幅の増加にともない秋材率モード出現域の著しい直線的な下降(年輪幅 0.6 mm 以下)と一定範囲に変動する(0.6~2.0 mm)傾向が認められ、年輪幅 5.0 mm 以上ではそのモード出現域は不規則であつた。

地上高 0.0 m の年輪についてもこの傾向はほぼ同様であつたが年輪幅の領域に若干のズレが認められ、モード出現域の一定する範囲は前者より狭い幅(2.5~4.5 mm)になつた。

(ii) 平均秋材率の変化

年輪幅にたいする平均秋材率の変化の傾向は前述のモード出現域の経過とほぼ同様であるが、供試木の群団、地上高による特性的な変化はおよそ 1.5 mm 以下の年輪幅に認められるのみであり、年輪幅 4.5 mm 以上では平均秋材率の変化も著しく不規則であり、生長条件による傾向的な差異も認められなかつた。

(4) 年輪幅の限界域と材料としての特質

これらの年輪幅と秋材率の変化の状態から材料にたいする材質の判定として年輪幅を指標とするときは、年輪幅 1.5~4.5 mm の領域において年輪構成にあずかる秋材部部の量的比率はほぼ一定し、樹幹の生長経過による差異はほとんど認められない。したがつて春秋材部別の材質がそれぞれほぼ一定して示されうるものとすれば、その量的比率が一定した年輪の堆積によつて与えられる木材もまたほぼ一定の材質を示すはずであり、木材利用の上からはほとんど安定した材料として選ばれることになる。これにたいして年輪幅 4.5 mm 以上のものは全く不安定な材料と考えられ、しかもこの範囲のものにはしばしば「アテ」の形成が多く異常材として区別するのが妥当のようである。

また年輪幅 1.5 mm 以下の領域のものはいずれも年輪内に占める秋材部部の比率が著しく大きく、したがつてその材質は秋材部のもつ材料的特性^{*}に著しく影響されるものと考えられ、しかもこの範囲においては樹幹の生長条件によつてその年輪構成に明らかな変化が認められ、同一年輪幅のものでもその材料的特性はかなり不定なものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) 三好東一：ヒノキに関する材質の生態的調査 第1報
帝室林野局林業試験場報告 1932 1~2 卷

* 木材材質の森林生物学的研究 第2報 p. 100
" " 第4報 p. 71

- 2) 三好東一：ヒノキに関する材質の生態的調査 第2報
帝室林野局林業試験場報告 1934 2~3 卷
- 3) 尾中文彦：樹木の肥大生長の縦断的配分 京都大学農学部演習林報告 1950 18 号
- 4) A. Wiksten: Metodik vid mätning av årsringens värvid och höstved. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, Häfte 34, 1944—45.
- 5) B. H. Paul: Wood quality in relation to site quality of second-growth Douglas-fir. Journal of Forestry, 48, 1950.
- 6) Arvo, Ylinen: Über den Einfluss des Spätholzanteils und der Jahrringbreite auf die Rohwichte beim finischen Kiefernholz. Holz als Roh- und Werkstoff, 9, 12, 1951.

Résumé

In the present paper we describe the results of research on the width of annual rings and summer wood, measured in detail under the microscope ($\times 20$), and the sample trees were given by clear-cutting the sample-plot (0.4 ha.) in a large experimental virgin forest of Todo-fir (*Abies* sp.) at Atsuta district in Hokkaidô. The number of sample trees were 68, the disks used for measuring were prepared at intervals of 2 m. each from the ground height.

The number of annual rings measured were 41,465, of which width of annual rings and summer wood percent were measured. We adjusted the measured results according to several elements: height of the stem above the ground, direction in the stem, individuality of tree, slope of the stand (southward, northward and the ridge) in the sample plot, and the vertical constitution of the stand, grouping into the upper, middle and lower storey trees as showing the growth process of trees to the cutting period. Next we examined the characteristic tendencies of the appearing conditions of the width of annual rings and summer wood percent in the combination of these elements. We considered the tendencies showing the condition of wood with regards the width of annual rings and summer wood percent, which are summarised in Fig. 1~25 in the present paper.

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

1. From the frequency of width of annual ring:

The variation of tendencies by the combinations of the frequency of width of annual ring and several elements of growth is shown in Table 6. From this table it is noticed that there are upper and lower limits of width of annual ring, meaning the limited variation by several elements of growth. They are 2.0 mm. and 5.0 mm., respectively, on the group of normal growing trees and 0.8 mm. and 3.0 mm., respectively, on the group of the lower storey trees.

2. From the frequency of summer wood percent:

The variation of tendencies by the combinations of the frequency of summer wood percent and several elements of growth is shown in Table 7. From this table the limited regions are considered at 5~15% and 20~30%, the former

corresponds to the region in which the summer wood percent of the width of annual rings of normal growth in thickness disperses (2.0 mm.~5.0 mm.) and the latter nearly corresponds to the region of the summer wood percent which appears in the width of annual rings of the smaller radius increment in the group of lower storey trees, and it seems that above the limit of the latter the quantitative increase of summer wood percent gradually leads to the qualitative variation of wood and then they form abnormal annual rings.

3. From the relation between the width of annual ring and the summer wood percent:

Table. 8 is given on the relation between the width of annual ring and the summer wood percent. From this table the limited regions found in 1 and 2 are reconfirmed, and we consider from a standpoint of evaluation of the material value of wood that the region of the width of annual ring 1.5mm.~4.5mm. represents the best material value which is most stable, with little variation of wood quality.

Table 6 Characteristics of frequency of width of annual ring.

Combination of element	Width of annual ring. mm.				
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
Storey (Fig. 1)	More frequent in lower		More in upper & middle than in lower storey trees		Less in each storey, nearly equal.
Slope (Fig. 13)	More on the ridge, north- and southward slope in this order.		More on the south, north and ridge in this order.		
1. Upper storey (Fig. 13—1)	More on the northward slope.		More on the southward slope.		More on the northward slope.
2. Middle storey. (Fig. 13—2)	More on the southward slope.		More on the northward slope.		Almost identical.
3. Lower storey. (Fig. 13—3)	More on the southward slope.		More on the northward slope.		Almost identical.
Height of stem. (Fig. 14 & rep. 3)	More in the lower part of stem.		More in the upper part of stem.		More in the lower part.
1. Upper storey. (Fig. 19)	More in the lower part of stem.		Less in the lowerpart of stem.		More in the lower part.
2. Lower storey. (Fig. 19)	More in the lower part of stem.		Less in the lower part of stem.		Less in each part, approximately equal.
Direction in stem (Fig. 23—1, 2, 8.)					
1. Upper storey,	N-side.	More on the northward slope.		More on the southward slope.	
	S-side.	More on the northward slope.		More on the southward slope.	
2. Middle storey.	N-side.	More on the northward slope.		More on the southward slope.	
	S-side.	More on the southward slope.		More on the northward slope.	
3. Lower storey.	N-side.	More on the southward slope.		More on the northward slope.	
	S-side.	More on the southward slope.		More on the northward slope.	
Annual ring of compression wood (Fig. 6, 7, 8).					
1. Storey.	*1		*2		Varies irregularly.
2. Below 95% compression wood ratio	*3		*2		Varies irregularly.

3. Above 96%	*3 Very small in each storey.			
Limited region of width of annual ring.	*4	*5	*6	*7
*1: Shows linear decrease according to the increase of width of annual ring, more in the lower, middle and upper storey in this order. *2: Shows gradual decrease according to the increase of width of annual ring, difference between each storey is irregular. *3: Shows linear decrease according to the increase of width of annual ring, identical in each storey. *4: Upper limit of lower storey tree. *5: Upper limit of normal tree. *6: Lower limit of lower storey tree. *7: Lower limit of normal tree.				

Table 7 Characteristics of frequency of summer wood percent.

Combination of element	10	20	30	40	50
Width of annual ring. (Fig. 5—4)	More in the region above 2 mm. width of annual ring.		More in the region below 2 mm. width of annual ring.		
Region of mode of summer wood percent, for the width of annual ring above 2 mm. (Fig. 5—1~3)					
1. Upper and middle storey.	Mode.				
2. Lower storey.	Mode.				
Slope. (Fig. 17—1~3)	More on the south-, northward slope and ridge in this order.		More on the ridge, north-, and southward in this order.		
1. Upper Storey.	More on the southward slope.		More on the northward slope		
2. Middle storey.	More on the southward slope..	More on the northward slope.		Almost identical.	
3. Lower storey.	More on the northward sl. More on the southward slope.		More on the northward slope.		
Direction in the stem (same in the north as south-side, Fig. 24—1~3)					
1. Upper storey.	More on the southward slope.		More on the northward slope.		
2. Middle storey.	More on the southward slope.		More on the northward slope.		
3. Lower storey.	More on the southward slope.		More on the northward slope.		
Tendency of forming compression wood in annual ring. (Fig. 11—1~4)	Less.		More.		
1. Upper storey.	Less.		More.		
2. Middle storey.	Less.		More.		
3. Lower storey.	Less.		More.		
Limited region of summer wood percent.	Region of appearance of normal summer wood percent.		Limited region of normal summer wood percent.		

Table 8 Characteristics of width of annual ring and summer wood percent.

Combination of element.	Width of annual ring. mm.					
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	
Region of appearance of mode in summer wood percent.	#1	Varies within a constant region	Constant entirely.		Irregular.	
1. On all sample. (Fig. 2)						
2. At the ground level. (Fig. 21)	#1	Varies within a constant region.	Naeerly stable.		Irregular.	
Variation of average summer wood percent.	#1	Nearly constant, but decreases or increases partially.		No variation nearly.		
1. On all sample. (Fig. 3)						
2. Storey. (Fig. 20)	Less in the lower than in the upper and middle storey.		Irregular.			
3. Height of stem above the ground. (Fig. 22—1—3)	More in the lower part of stem.		Coincides nearly.	Nearly constant in each, and the difference between each storey is irregular.		Irregular.
Upper storey.	More in the lower part of stem.	Coincides nearly.				
Middle storey.						
Lower storey.						
Significance of the width of annual ring.	#2	#3	#4	#5	#6	
Estimation as to quality.	it seems to have different properties compared with normal wood.		Approximately stable quality.		Entirely unstable.	

*1: Decreases linearly according to the increase of width of annual ring.

*2: Summer wood percent is large abnormally, and largest in the lower storey tree or the lower part of stem.

*3: Summer wood percent decreases gradually, but it is considerably large in the lower storey tree or the lower part of stem.

*4: Summer wood percent varies within a constant region, but the difference by growth conditions is not found.

*5: Summer wood percent is nearly constant, and the difference by growth conditions is not found.

*6: Summer wood percent is very irregular and the tendency of forming compression wood is large.