

アカマツ造林木の用材品質

加 納 孟⁽¹⁾
須 藤 彰 司⁽²⁾
中 川 伸 策⁽³⁾

ま え が き

短伐期で生産されている造林木は、その利用材積にしろ未成熟材部の比率が大きく、長伐期のものにくらべて、その材質は一般に劣っているとされている。

本報では、わが国の主要な造林木の1つであるアカマツについて、主としてその未成熟材部から木取られた角材を建築材として利用した場合の欠点のあらわれかたを調査し、その利用上における問題点を把握するとともに、材質に与える生産技術の影響を検討し、その結果を優良材生産のための育林技術に反映させることを目的とした。

この研究にあたっては、供試木の採取について、東京営林局笠間営林署および青森営林局一ノ関営林署の署長以下多くの関係職員の方々から、種々ご便宜をいただいた。また、測定、取りまとめについては、木材部材料科材質研究室員の一致したご協力があった。ここに、これらの方々のご協力にたいして深く感謝の意を表したい。

1. 調査地と供試木の概要

調査地としては、東京営林局笠間営林署管内8林班および青森営林局一ノ関営林署管内4林班の2つのアカマツ造林地を選んだ。これらの調査においては、それぞれの林班内に面積約0.6~0.7haのPlotをもうけ、林分調査をおこなった。その概況はTable 1のとおりである。

Plot A, Bともに北向きの緩傾斜地で、樹齢はPlot Aが63年生、Plot Bが59年生、伐採時の立木

Table 1. 調査地の概況
Sampling plots

調査林分 Sample plot	所在地 Location	標高 Height above sea-level (m)	林齢 Tree age (年)	傾斜 Stand inclination		伐採時の 立木本数 Number of trees per hectare (本/ha)	調査地面積 Area of sample plots (ha)
				方向 Direction of slope	傾斜度 Degree of inclination		
A	東京営林局笠間営林署管内 8林班は小班 Kasama district, Ibaragi Pref.	300	63	北 North	21°	348	0.5806
B	青森営林局一関営林署管内 4林班は小班 Ichinoseki district, Iwate Pref.	180	59	北 North	16°	413	0.7171

1968年7月27日受理

- (1) 木材部材料科長・林学博士 (2) 木材部材料科材質研究室長・農学博士
(3) 木材部材料科材質研究室

Table 2. 供 試 木 の 概 要
Sample trees

林 分 Plot	供試木番号 Sample tree No.	樹 高 Height (m)	胸 径 D. B. H. (cm)	枝 下 高 Clear length (m)	完 満 度 Degree of full-body (H/D)	枝下高率 Percentage of clear length (%)	枝条率 Percentage of branch volume (%)
A	18	22.2	34	15.1	65.3	68.0	4.8
	20	23.0	42	14.0	54.8	60.9	7.7
	29	24.1	42	15.4	57.4	63.9	6.5
	32	23.5	44	16.4	53.4	69.8	5.7
	39	22.5	38	15.3	59.1	68.2	4.8
	52	22.3	36	14.9	61.9	66.8	4.1
	53	21.0	38	13.7	55.3	65.2	7.5
	54	22.2	36	15.9	61.7	71.6	5.8
	68	20.2	40	13.8	50.5	68.3	7.1
	75	23.9	40	14.0	59.8	58.6	7.1
	79	25.7	44	14.9	58.4	58.0	7.6
	87	22.9	46	13.5	49.8	59.0	8.9
	93	24.0	38	16.1	63.2	67.1	3.0
	94	24.9	38	18.3	65.5	73.5	4.8
	99	23.9	46	13.9	52.0	58.2	7.1
	111	21.5	50	13.9	43.0	64.7	9.3
	125	20.0	38	10.7	52.6	53.5	10.6
	126	22.9	40	12.2	57.3	53.3	4.8
	128	22.3	50	13.0	44.6	58.3	7.3
	129	24.0	48	15.4	60.0	64.2	5.5
	131	21.4	38	12.0	56.3	56.1	7.0
	133	22.8	40	13.2	57.0	57.7	8.4
	136	24.4	40	17.0	61.0	69.7	4.3
	142	22.7	36	13.0	63.1	57.3	9.2
	148	24.7	48	17.5	51.5	70.9	8.5
	150	22.5	36	14.1	62.5	62.7	3.7
	151	23.1	42	15.2	55.0	65.8	5.7
	161	24.3	50	13.3	48.6	54.7	5.2
	163	26.0	48	17.5	54.2	67.3	3.5
	174	25.6	48	17.3	53.3	67.6	5.4
	177	22.9	50	13.2	45.8	57.6	11.5
	189	23.2	36	16.3	64.4	70.3	3.2
	197	23.1	48	16.0	48.1	69.3	7.8
	総 括	20.0~ 23.1 ~26.0	34~ 42.1 ~50	10.7~ 14.3 ~18.3	43.0~ 56.0 ~65.5	53.3~ 63.6 ~73.5	3.0~ 6.5 ~10.6
B	3	27.8	34	17.5	79.4	62.9	3.9
	9	25.4	38	16.6	66.8	65.4	4.5
	20	26.3	48	15.9	54.8	60.5	5.6
	25	26.5	32	18.0	82.8	67.9	3.1
	26	26.4	36	16.8	73.3	63.6	4.7
	29	27.0	32	13.0	81.8	48.1	9.8
	32	27.2	36	15.9	75.6	58.5	4.1
	39	24.4	30	15.4	78.7	63.1	5.7
	43	24.3	32	15.5	75.9	63.8	6.0
	44	25.4	42	17.4	59.1	68.5	4.2
	47	25.7	30	17.0	82.9	66.1	3.5
	49	25.8	36	15.6	71.7	60.5	5.4
	50	25.3	28	19.3	90.4	76.3	3.6
	54	26.9	44	16.9	61.1	62.8	6.9
	57	25.8	36	13.8	71.7	53.5	6.0
	59	25.4	32	18.1	77.0	71.3	5.8
	60	25.5	36	16.9	68.9	66.3	4.1
	64	25.5	42	17.5	60.7	68.6	5.2
	66	24.4	24	17.5	100.0	71.7	2.7
	72	23.0	30	16.6	76.7	72.2	6.7
	74	20.7	30	12.9	66.8	62.3	8.9
	78	23.3	26	16.7	86.3	71.7	3.3
	79	24.5	36	13.5	68.1	55.1	4.2

林 分 Plot	供試木番号 Sample tree No.	樹 高 Height (m)	胸 径 D. B. H. (cm)	枝下高 Clear length (m)	完 満 度 Degree of full-body (H/D)	枝下高率 Percentage of clear length (%)	枝条率 Percentage of branch volume (%)
B	81	24.4	30	11.3	81.8	46.3	7.0
	86	23.4	30	15.8	78.0	67.5	5.2
	87	22.9	28	14.9	79.0	65.1	4.5
	88	23.3	26	14.7	89.6	63.1	4.8
	93	20.4	38	11.7	53.7	57.4	11.9
	96	20.4	30	12.1	65.8	59.3	7.5
	107	24.3	38	14.8	63.9	60.9	4.9
	125	21.4	38	11.4	56.3	53.3	6.7
	137	17.9	36	10.0	49.7	55.9	10.2
	143	22.0	30	13.6	73.3	61.8	6.2
	155	20.7	38	9.4	53.1	45.4	9.9
	158	19.0	32	10.9	59.4	57.4	7.4
	162	21.2	28	12.5	75.7	59.0	9.1
	170	19.1	28	12.7	68.2	66.5	11.9
	187	22.8	30	13.9	76.0	61.0	4.2
	195	25.2	32	18.9	78.8	75.0	4.1
	203	25.0	38	18.0	64.1	72.0	5.4
	206	24.8	32	16.4	77.5	66.1	4.5
	210	26.6	32	17.8	83.1	66.9	3.1
	215	24.4	32	16.0	76.3	65.6	4.9
	226	26.2	46	16.7	57.0	63.7	5.7
	228	25.5	38	17.2	65.4	67.5	3.6
	233	26.3	40	15.1	65.8	57.4	5.6
	236	25.6	30	17.0	85.3	66.4	4.5
	248	24.5	36	18.9	68.1	77.1	4.4
	256	24.3	30	15.2	78.4	62.6	4.2
	263	25.3	36	15.3	70.3	60.5	6.9
	274	25.6	36	15.6	71.1	60.9	6.4
	278	25.6	36	14.7	71.1	57.4	6.4
	280	23.6	30	17.1	76.1	72.5	5.2
	281	24.6	28	17.8	84.8	72.4	3.8
	総 括	17.9~ 24.2 ~27.8	24.0~ 33.7 ~48.0	9.4~ 15.4 ~19.3	49.7~ 72.4 ~100.0	45.4~ 63.4 ~77.1	2.7~ 5.7 ~12.0

本数は、Plot A は 350 本/ha, Plot B が 410 本/ha で、Plot B は Plot A にくらべて、林齢がやや小さく、立木密度はやや高く、また、林木の胸高直径はやや小さい林分であった。

各林分の毎木調査の後、胸高直径 25 cm 以上の林木を対象とし、幹が通直で、外観上著しい欠点のあるもの（曲幹、二又、外傷などで用材としての採材の不適當なもの）を除き、Plot A から 33 本、Plot B から 54 本の供試木を選伐した。供試木の概要は Table 2 にしめすとおりである。供試木に関する調査内容は、従来、この種の研究に関して著者らの行なっている事項にほぼ準じたが²⁾、供試木の採材地上高は 1 番玉 0.4~4.4m, 2 番玉 4.6~8.6m, 3 番玉 8.8~12.8m であり、これらの供試丸太の採材位置のあいだで、地上高 0.2~0.4m, 4.4~4.6m, 8.6~8.8m, 12.8~13.0m から、厚さ 20 cm の円板を採取し、樹幹内部の繊維傾斜度の変化を測定する試料とした。

これらの 2 林分について、供試木の胸高直径べつに樹高、枝下高、完満度などを Table 3 にしめしたが、これからあきらかなように、両林分では供試木の径級範囲にかなりの差異があり、Plot A では 34~50 cm (平均 42.1 cm), Plot B では 24~48 cm (平均 33.7 cm) であった。これにたいして、樹高は Plot A では 22.2~24.7 m (平均 23.1 m), Plot B では 22.6~27.8 m (平均 24.2 m) で、胸高直径の小さい Plot B のほうが樹高が大きく、したがって幹の完満度も Plot A では 45.5~65.3 (平均 56.0) であるのに対して、Plot B では 54.8~100.0 (平均 72.4) で、前者にくらべて著しく完満である。

Table 3. 胸高直径べつの樹高, 枝下高, 幹材積および
Average tree height, clear length, volume of stem
and yield rate of timber of sample trees

林 分 Plot	胸 高 直径階 Class of D.B.H. (cm)	供試木 本 数 Number of sample trees (本)	平均樹高 Av. tree height (m)	樹高範囲 Range of tree height (m)	平 均 枝下高 Av. clear length (m)	枝下高範囲 Range of clear length (m)	完満度 Degree of full- body (H/D)	幹 材 積 Volume of trunk (I = II + III + IV) (m³)
A	34	1	22.2		15.1		65.3	1.1756
	36	5	22.6	22.2~23.2	14.8	13.0~16.3	63.7	1.1110
	38	6	22.3	20.0~24.9	14.4	10.7~18.3	58.7	1.2562
	40	5	22.8	20.2~24.4	14.0	12.2~17.0	57.1	1.4858
	42	3	23.4	23.0~24.1	14.9	14.0~15.2	55.7	1.5192
	44	2	24.6	23.5~25.7	15.7	14.9~16.4	55.4	1.6418
	46	2	23.4	22.9~23.9	13.7	13.5~13.9	50.9	2.0286
	48	5	24.7	23.1~26.0	16.7	15.4~17.5	53.4	2.0282
	50	4	22.8	21.5~24.3	13.4	13.0~13.9	45.5	1.9880
總 括 Total or Av.	42.1	33	23.1		14.3		56.0	1.5660
B	24	1	24.4		17.5		100.0	0.5419
	26	2	23.3	23.3	15.7	14.7~16.7	88.0	0.5613
	28	5	22.6	19.1~25.3	15.4	12.5~19.3	79.6	0.6223
	30	12	23.4	20.4~25.7	14.8	11.3~17.1	76.7	0.7551
	32	9	24.8	19.0~27.0	16.1	10.9~18.9	77.0	0.9266
	34	1	27.8		17.5		79.4	1.1144
	36	11	24.9	17.9~27.2	15.2	10.0~18.9	69.1	1.0667
	38	7	23.2	20.4~25.5	14.2	9.4~18.0	60.5	1.1801
	40	1	26.3		15.1		65.8	1.3366
	42	2	25.5	25.5	17.5	17.4~17.5	59.9	1.4468
	44	1	26.9		16.9		61.1	1.4353
	46	1	26.2		16.7		57.0	1.3164
	48	1	26.3		15.9		54.8	1.8851
總 括 Total or Av.	33.7	54	24.2		15.4		72.4	0.9657

Table 4. 林分べつ用材利用率
Volume of stem and yield rate of timber of sample plots

林 分 Plot	全幹材積 (I = II + III + IV) Volume	枝下高までの 幹 材 積 (II) Percentage of volume of clear length		枝下上部から丸太径 8 cm までの 幹材積 (III) Percentage of volume of trunk above clear length with diameter less than 8 cm (III between II and IV)		梢 頭 部 材 積 (IV) Percentage of the top end log less than 8 cm in diameter		枝 条 材 積 Percentage of branch volume	
	m³/ha	m³/ha	%	m³/ha	%	m³/ha	%	m³/ha	%
A	335.315	300.442	89.6	33.867	10.1	1.006	0.3	21.795	6.5
B	314.646	279.720	88.9	33.038	10.5	1.888	0.6	20.137	5.7

また、胸径級の増加によって幹の完満度が低減する傾向が両林分ともあきらかであり、この2林分間では林木の胸径級範囲は若干くいちがっているが、同一の径級範囲についてみると同一胸径級にたいする完満度は、Plot B の供試木が Plot A のものにくらべて、やや大きな値をとっていることがみとめられる。

用材利用率
and branch

2. 用 材 利 用 率

枝下高までの 幹 材 積 Percentage of volume of clear length (II) (%)	枝下上部から 丸 太 径 8 cm までの幹材積 Percentage of volume of logs between (II) and (IV) (III) (%)	梢頭部材積 Percentage of volume of trunk with dia- meter less than 8 cm (IV) (%)	枝条材積 Percentage of branch volume (%)
93.3	6.4	0.3	4.8
91.2	8.4	0.4	5.2
89.0	10.7	0.4	6.3
88.3	11.3	0.4	6.3
90.2	9.6	0.2	6.6
90.8	8.8	0.4	6.7
87.5	12.3	0.3	8.3
93.2	6.6	0.2	6.1
84.6	15.2	0.2	8.3
89.6	10.1	0.3	6.5
93.9	5.1	1.0	2.7
91.3	7.8	1.0	4.1
90.4	8.6	0.9	6.6
88.5	10.8	0.7	5.7
89.4	10.1	0.6	5.4
92.5	6.8	0.7	3.9
87.4	12.0	0.5	5.7
87.2	12.3	0.4	6.7
87.8	11.8	0.4	5.6
91.8	8.0	0.3	4.7
92.3	7.4	0.4	6.9
90.4	9.2	0.4	5.7
87.8	11.9	0.2	5.6
88.9	10.5	0.6	5.7

Plot A および B の 2 林分について、幹の全材積、枝下高までの幹材積、枝条材積などを集計して Table 4 にしめす。

これから、両林分における幹の各区分べつ材積をみると、幹の全材積にたいする枝下部位までの材積比率は Plot A 89.6%, Plot B 88.9% となり、この材部の材積は Plot A で約 300 m³/ha, Plot B で約 280 m³/ha である。また、枝下位置から幹の直径 8 cm までの幹材積は、両林分とも約 33 m³/ha で幹材積の約 10% にあっている。したがって、この材部までの幹材積を構造用材として利用可能な材部とみなすと、その合計材積は Plot A で約 334 m³/ha, Plot B で約 313 m³/ha で、林齢がやや高く、立木密度のやや小さい Plot A が、わずかに大きな値をしめしており、ha あたりの全材積にたいするこの材部の利用率もわずかながらたかい。また、梢頭材積と枝条材積の合計は約 22.8 ~ 21.9 m³/ha で、林分間で大差がない。この材積は幹材積に換算すると約 7% 程度にあたり、すでに調査したカラマツ造林木が約 10 %²⁾ であったのにくらべると若干小さい。

3. 素 材 品 等

Plot A, B の林分から伐倒した供試木について、材長 4 m の丸太を採材したが、各 Plot で、供試木の胸径級ごとに採材した丸太径級べつの採材本数、およびこの採材丸太と採材位置を無視して丸太径級べつに総括したときの調査本数、丸太径級を無視してその採材位置べつに総括したときの調査本数を Table 5 にしめした。

これらの供試丸太について、JAS (1968)⁹⁾ による素材の品等区分をおこない、その調査結果を Table 6 にしめす。

これから、Plot A の胸径範囲 47~50 cm から採材したものを丸太の径級べつにくらべると、径級 30 cm 以上の素材では、曲りに関する等級で 1 等級のものは 47.8%, 節に関する等級で 1 等級に相当するものは 52.2% の出現頻度をしめすが、この両因子を総合したときに、素材等級の 1 等に該当するものの出現頻度は 13.0% に減少し、曲りの欠点による分類と節の欠点による分類がそれぞれ無関係であり、曲りの欠点のすくないものと節の欠点のすくないものが、必ずしも一致しない事例のほうがおおいことをしめして

Table 5. 調査平角本数
Number of beams studied

林 分 Plot	胸 径 範 囲 D. B. H. class (cm)	丸 太 径 級 Diameter class of logs (cm)	採 材 位 置 Log position in tree (番玉)	調査本数 No. of sample 合 計	採材位置べつ調査本数 No. of logs of each log position			
					1st	2nd	3rd	4th
A	47 ~ 50 " " " " 34 ~ 38 " " " "	44 ~ 30 30 ~ 19 44 ~ 19 32 ~ 30 30 ~ 18 32 ~ 18 44 ~ 30 30 ~ 18 44 ~ 18	1 ~ 3 3 ~ 4 1 ~ 4 1 1 ~ 4 1 ~ 4 1 ~ 3 1 ~ 4 1 ~ 4	23 10 33 9 26 35 32 36 68	10 10 10 9 4 13 19 4 23	10 10 12 9 12 10 12 22	3 6 9 9 9 9 3 15 18	4 4 1 1 5 5
B	34 ~ 48 " " " " 25 ~ 32 " "	36 ~ 30 30 ~ 22 36 ~ 22 30 ~ 20 36 ~ 30 30 ~ 20 36 ~ 20	1 ~ 2 1 ~ 4 1 ~ 4 — 1 ~ 3 1 ~ 2 1 ~ 4 1 ~ 4	21 39 60 0 44 21 83 104	17 5 22 23 17 28 45	4 18 22 19 4 37 41	14 14 2 16 16	2 2 2 2
A + B	25 ~ 50	44 ~ 30 30 ~ 18 44 ~ 18	1 2 3 1 ~ 3 1 2 3 4 1 ~ 4 1 2 3 4 1 ~ 4	36 14 3 53 32 49 31 7 119 68 63 34 7 172				

いる。これにたいして、径級 30~19 cm の素材では曲りに関する等級で 1 等のものは 70.0%，節に関する等級で 1 等のものは皆無であり、したがって素材の総合等級は、この場合はほとんど節に関する欠点因子によって低下したわけである。

また、胸径範囲 34~38 cm から採材したものを丸太の径級べつにくらべると、径級 30 cm 以上の素材では、曲りに関する等級で 1 等級に相当するものは皆無であり、逆に、節に関する等級では、調査丸太の全数が 1 等級に相当する。したがって、この場合の素材等級は、曲りによって規制されていることがあきらかであった。径級 30~18 cm の素材では、曲りに関する等級で 1 等のものは 46.2%，節に関する等級で 1 等級に相当するものは 34.6%であったが、この両因子を総括した総合等級で素材の 1 等級に該当するものは、わずか全数の 3.8% にすぎず、この場合も、曲りの欠点のすくないものと節に関する欠点のすくないものが必ずしも一致しない事例のおおいことをしめしている。

さらに、Plot A の素材品等をたんに丸太の径級べつに比較しても、素材の欠点としてあげられる曲りと節の欠点因子のうちで、径級 30 cm 以上の素材では曲りの欠点、径級 30~18 cm の素材では節の欠点がより主要な品等の制限因子となっていることはあきらかであるが、同時に、これらの欠点因子は互いに独立的なものであり、その結果、これらを総括した素材品等は一般にきわめて低くなっている。

Table 6. 素 材 品 等
Grade of logs

林 分 Plot	胸径範囲 Range of D.B.H. (cm)	丸太径級 範 围 Diameter class of log (cm)	採材位置 Log position in trees (番玉)	欠 点 因 子 Grading factors												Grade								調査本数 Number of logs						
				曲りに 関 する 等 級 Crook								節 に 関 する 等 級 Knot size				総 合 等 級 Grade of logs														
				1		2		3		4		1		2		3		4		1		2		3		4				
				n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%			
A	47~50	30~	1~3	11	47.8			7	30.4	5	21.7	12	52.2	4	17.4	3	13.0			4	17.4	3	13.0	4	17.4	8	34.8	8	34.8	23
	47~50	30~19	3~4	7	70.0	3	30.0							1	10.0	9	90.0							1	10.0	9	90.0		10	
	34~38	30~	1			1	11.1	1	11.1	7	77.8	9	100.0										1	11.1	1	11.1	7	77.8	9	
	34~38	30~18	1~4	12	46.2	12	46.2	2	7.7			9	34.6	5	19.2	12	46.2			1	3.8	17	65.4	8	30.8			26		
	34~50	30~	1~3	11	34.4	1	3.1	8	25.0	12	37.5	21	65.6	4	12.5	3	9.4	4	12.5	3	9.4	5	15.6	9	28.1	15	46.9	32		
	34~50	30~18	1~4	19	52.8	15	41.7	2	5.6			9	25.0	11	30.6	16	44.4			1	2.8	18	50.0	17	47.2			36		
B	34~48	30~	1~2	2	9.5	2	9.5	8	38.1	9	42.8	18	85.7			1	4.8	2	9.5	1	4.8	1	4.8	9	42.8	10	47.6		21	
	34~48	30~22	1~4	14	35.8	19	48.6	6	15.4			6	15.4	10	25.6	23	58.9						12	30.8	27	69.2		39		
	25~32	30~	—																										0	
	25~32	30~22	1~3	6	13.7	26	59.1	12	27.3			23	52.3	12	27.3	9	20.5			2	4.5	21	47.7	21	47.7			44		
	25~48	30~	1~2	2	9.5	2	9.5	8	38.1	9	42.9	18	85.7			1	4.8	2	9.5	1	4.8	1	4.8	9	42.9	10	47.6		21	
	25~48	30~22	1~4	20	24.1	45	54.2	18	21.7			29	34.9	22	26.5	32	38.6			2	2.4	33	39.8	48	57.8			83		
総 括 Total (A + B)	25~50	30~	1	4	11.1	1	2.8	13	36.0	18	49.9	36	100.0							4	11.1	1	2.8	13	36.0	18	49.9		36	
			2	8	57.1	2	14.3	2	14.3	2	14.3	3	21.4	4	28.6	3	21.4	4	28.6			5	35.7	4	28.6	5	35.7		14	
			3	1	33.3			1	33.3	1	33.3					1	33.3	2	66.6					1	33.3	2	66.6		3	
			Total	13	24.5	3	5.7	16	30.2	21	39.6	39	73.6	4	7.5	4	7.5	6	11.3	4	7.5	6	11.3	18	33.9	25	47.2		53	
	25~50	30~18	1	2	6.2	18	56.2	12	37.4			32	100.0							2	6.2	18	56.2	12	37.4				32	
			2	16	32.6	27	55.1	6	12.2			6	12.2	26	53.0	17	34.7			1	2.0	26	53.0	22	44.9			49		
			3	17	54.9	12	38.8	2	6.5					7	22.6	24	77.5					7	22.6	24	77.5			31		
			4	4	57.1	3	42.8									7	100.0							7	100.0			7		
			Total	39	32.8	60	50.4	20	16.8			38	31.9	33	27.7	48	40.3			3	2.5	51	42.9	65	54.6				119	

この傾向はPlot B の林木についてもほぼ同様であり、この場合は、胸径範囲 34~48 cm から採材したものを丸太の径級べつにくらべると、径級 30 cm 以上の素材では、曲りに関する等級で 1 等に相当するものは 9.5%、節に関する等級で 1 等級のものは 85.7% で、これを総括した素材等級で 1 等級のものは、わずかに 4.8% にすぎず、素材等級の規制因子は、主として曲りの欠点になっている。これにたいして、径級 30~22 cm の素材では、曲りに関する等級で 1 等級のものは 35.8%、節に関する等級で 1 等級のものは 15.4% であるが、これを総括した素材等級で 1 等級のものは皆無であり、この場合も曲りの欠点のすくないものと節の欠点のすくないものとは、必ずしも一致しない事例のほうがおおいことをしめしている。また、胸径範囲 25~32 cm から採材したものについては、径級 30 cm 以上の素材はないので、径級 30~22 cm の素材についてみると、曲りに関する等級で 1 等級のものは 13.7%、節に関する等級で 1 等級のものは 52.3% であるが、これを総括した素材等級で 1 等級のものは、わずか 4.5% にすぎない。この場合、Plot A の例と異なって、曲りに関する欠点が素材等級の制限因子として作用しているようにおもわれるが、総合等級で 1 等級に相当するものの出現がきわめて低いことは、曲りの欠点のすくないものと、節の欠点のすくないものは、必ずしも一致しない事例のおおいことをしめしている。

さらに、Plot B の素材についてその採材位置を無視して、丸太径級べつにその素材品等を比較してみると、曲りと節の欠点因子のうち、径級 30 cm 以上の素材では曲りの欠点が主要な制限因子であることはあきらかであるが、径級 30~22 cm の素材では、Plot A の場合にみとめられたような節に関する欠点が主要な制限因子とはみとめられず、むしろ、曲りの欠点のすくないものと、節の欠点のすくないものが一致しない事例のほうがおおいことをしめしている。

Plot A, B の林分を総括して、素材品等を径級べつと採材位置べつにみると、径級 30 cm 以上の素材では、その 1 番玉で曲りに関する欠点が主要な制限因子となっており、3 番玉では節に関する欠点が制限因子となり、その中間の 2 番玉では、この 2 つの欠点因子がそれぞれ独立の制限因子として作用しており、その結果、素材の総合品等で 1 等級に相当するものは 1 番玉に約 11% 程度あらわれているが、2, 3 番玉では皆無である。また、径級 30~18 cm の素材では、同様に 1 番玉で曲りの欠点が主要な制限因子となり、3, 4 番玉では、節の欠点が制限因子となっており、その中間の 2 番玉では、この 2 つの欠点因子

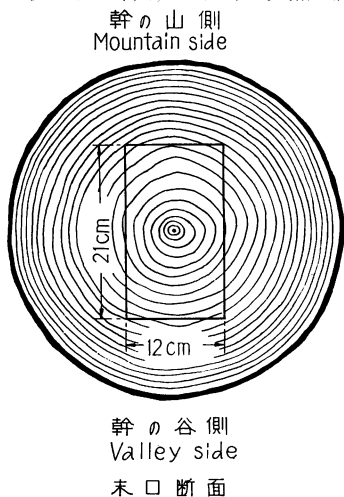


Fig. 1 供試丸太の木取り法
Sawing method.

がそれぞれ独立の制限因子として作用しており、その結果、素材の総合品等で 1 等級に相当するものは 1 番玉に 6.2%、2 番玉で 2.0%、3, 4 番玉では皆無であった。これらの結果から、丸太径級にかかわらず一般に、採材位置の低いものの品等がすぐれているといえる。

4. 製材品の品等

Plot A および B の林分から採材した合計 119 本の丸太について、Fig. 1 にしめすようにそれぞれの丸太の樹心部分から、厚さ 12 cm × 幅 21 cm の心もち平角材を木取り、この平角材について構造用材としての品質の調査をおこなった。これは、アカマツ材では、このような心もち平角材が一般的な製品として製材されているためである。さらに、この研究の目標とした未成熟材と

しての特性が、製品の実用品質にどのような影響を与えているかを検討することを目的としたためである。

4-1. 製材品の品等

採取した心もち平角材について、その製材品の欠点として、丸身、節、割れ、繊維傾斜、平均年輪幅、ねじれおよびそりなどを調査し、各欠点のあらわれかたとこれらの欠点の程度によって、JASによる製品の品等区分をおこないその結果を Table 7 にしめた。また、この結果から、さらに製品品等の主要な制限因子となる欠点について検討するため、各欠点因子による製品品等の累加頻度を林分べつ、丸太径級べつおよび素材の採材位置べつに比較し、それぞれ Fig. 2, Fig. 3 および Fig. 4 にしめた。

これからあきらかなように、各 Plot べつの比較では、丸太径級べつにみると、各欠点因子のあらわれかたにかなりの差異がみとめられる。たとえば、丸太径級 30 cm 以上のものについてみると、平角材にあらわれる丸身、節の状態は 2 林分間で著しく異なっており、Plot B のものには Plot A のものにくらべて、これらの欠点因子に関して上位等級のものの出現がおおく、丸太径級 30~18 cm のものについて同様に Plot B のものには Plot A のものにくらべ、上位等級のものがおおくあらわれた。

丸太径級を総括して Plot べつに比較した結果では差異のあらわれてくる欠点因子は、ねじれ、および節であった。その他の欠点因子は各 Plot べつにみると、かなり近似したあらわれかたをしているが、節については立木密度がたかく、小径木のおおい Plot B のほうに上位等級のものの出現がおおいことがあきらかであるが、材面割れ、繊維傾斜度、ねじれなどの欠点については Plot A のものに上位等級のものの出現度がたかく、これらを総括した総合等級では、これらの欠点因子の出現の傾向は互に相殺され、2 林分を比べると、Plot A のものに JAS 2 等に相当するものが 13% おおくあらわれてくる程度で、その差異は著しくない。

また、この平角材の品等を丸太径級べつに比較すると Fig. 3 にしめたように、丸身の出現は丸太径級の大きいものから木取った角材にすくないのは当然で、径級 30 cm 以上の素材では、JAS の特等に該当するものの出現度が 80% 以上になるが、丸太径級 30~18 cm のものでは、これに相当する品等の出現は約 40% 程度で、その差異はきわめて著しい。これにたいして、節の欠点については、丸太径級による差異はあきらかでない。材面割れ、繊維傾斜度、ねじれなどの欠点因子に関しては、一般に丸太径級の大きいものに上位等級のものの出現がたかい。また、平均年輪幅と角材のそりについては、JAS 特等に相当するものの出現がいずれも 80% 以上で、角材の品等低下の因子としての影響はきわめて小さいが、丸太径級の小さいものからの製品ほど、上位品等のものの出現度がたかくなっている。

この結果を概観すれば、心もち平角材の品等に著しい影響を与える欠点因子としては、丸身、節、材面割れ、繊維傾斜度などが着目される。このうち、丸身は丸太径級と関係し、材面割れの発生は製品の取り扱いによって影響をうける欠点因子であるとする、節と繊維傾斜度がアカマツ平角材において、最も基本的な欠点因子であると考えられる。

また、素材の採材位置べつに角材の品等をくらべると、Fig. 4 にしめすように、節と繊維傾斜度に関する欠点因子のあらわれかたは、一般に、採材位置の低いものほど上位等級の出現度がたかい。

4-2. 各欠点因子の影響

(1) 節

平角材の節についての欠点因子として、現行 JAS においては、最大節径比と集中節径比を強度低減要因として制限している。節についてのこの 2 つの因子のあらわれかたを、丸太径級べつに採材した平角材

Table 7. 平角材の各欠点因子による品等および
Frequency distribution

林 分 Plot	胸 径 D.B.H. class (cm)	丸太径 範 囲 Log dia- meter (cm)	採材位置 Log position in trees (番玉)	欠 点 因 子							
				丸 身 に 関 す る 等 級 Amount of wane							
				特 等		1 等		2 等		3 等	
				n	%	n	%	n	%	n	%
A	47~50	30~	1~3	18	78.1	3	13.0	2	8.7		
		30~19	3~4	4	40.0	1	10.0			5	50.0
	34~38	19~	1~4	22	66.7	4	12.1	2	6.1	5	15.1
		30~	1	5	55.5	2	22.2	2	22.2		
		30~18	1~4	8	30.7	6	23.0	3	11.5	3	
		18~	1~4	13	37.1	8	22.9	5	14.3	8	30.7
		30~	1~3	23	71.9	5	15.6	4	12.5	8	22.9
		30~18	1~4	12	33.3	7	19.4	3	8.3	14	38.9
		18~	1~4	35	51.5	12	17.6	7	10.3	14	20.6
B	34~48	30~	1~2	20	95.2			1	4.8		
		30~22	1~4	26	66.6	1	2.6	6	15.4	6	15.4
	25~32	22~	1~4	46	76.7	1	1.7	7	11.7	6	10.0
		30~22	1~3	15	34.1	4	9.1	8	18.2	17	38.6
		30~	1~2	20	95.2			1	4.8		
		30~22	1~4	40	48.2	6	7.2	14	16.9	23	27.7
		22~	1~4	60	57.7	6	5.8	15	14.4	23	22.1
A + B	25~50	30~	1	30	83.1	2	5.5	4	11.1		
			2	12	85.7	1	7.1	1	7.1		
			3	1	33.3	2	66.6				
			1~3	43	81.1	5	9.4	5	9.4		
			1	14	43.7	3	9.4	4	12.5	11	34.3
		30~18	2	23	46.9	8	16.3	8	16.3	10	20.4
			3	13	41.9	2	6.4	5	16.1	3	
										10	32.2
			4	2	28.6					4	57.1
										1	14.2
		18~	1~4	52	43.7	13	10.9	17	14.3	35	29.4
			1	44	64.7	5	7.4	8	11.8	11	16.2
			2	35	55.5	9	14.3	9	14.3	10	15.9
			3	14	41.2	4	11.8	5	14.7	3	
										10	29.4
			4	2	28.6					4	57.1
										1	14.3
			1~4	95	55.2	18	10.5	22	12.8	35	20.3
										2	1.2

についてもとめ、その結果を Table 8 にしめた。

これから、丸太径級にかかわらず平角材の最大節径比は、21~40%の範囲にその出現度が最もたかく、集中節径比は41~60%の範囲にその出現度が最もたかい。また、最大節径比と集中節径比との関連では、これも丸太径級に関係なく、最大節径比が大きくなるほど、集中節径比も大きくなる傾向をしめしている。Table 8 であきらかなように、最大節径比が20%以下のものでは、集中節径比が40%以下にその出現度が最もたかく、最大節径比が21~40%のものでは集中節径比が41~60%にその出現度がたかい。

調査した平角材の、JAS による品等区分の結果を Table 9 にしめた。また、現行 JAS による等級区分では、平角材の両端部において集中節径比の制限を緩和している。

この欠点因子を総括した製品の品等区分
of grade of logs

Grading factors																	
節に関する等級 Ratio of knot size to face width								割れの等級 Split and check						繊維傾斜の等級 Slope of grain			
特等		1等		2等		3等		1等		2等		3等		特等		1等	
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
3	33.3	9	39.1	12	52.1	2	8.7	5	21.7	12	52.1	6	26.0	7	30.4	7	30.4
		5	50.0	5	50.0			2	20.0	6	60.0	2	20.0	1	10.0	5	50.0
		14	42.4	17	51.5	2	6.1	7	21.2	18	54.5	8	24.2	8	24.3	12	36.4
		5	55.5			1	11.1	1	11.1	3	33.3	5	55.5	4	44.4	2	22.2
3	8.6	18	69.3	8	30.7			3	11.5	16	61.4	7	26.8	13	49.9	9	34.5
		23	65.7	8	22.9	1	2.9	4	11.4	19	54.3	12	34.3	17	48.6	11	31.4
		14	43.8	12	37.5	3	9.4	6	18.8	15	46.9	11	34.3	12	37.5	8	25.0
		23	63.9	13	36.1			5	13.9	22	61.1	9	25.0	14	38.9	14	38.9
3	4.4	37	54.4	25	36.8	3	4.4	11	16.2	37	54.4	20	29.4	26	38.2	22	32.4
8	38.1	10	47.6	2	9.5	1	4.8	2	9.5	10	47.6	9	42.8	11	52.4	5	23.8
2	5.1	18	46.1	17	43.5	2	5.1	4	10.2	18	46.1	17	43.5	7	17.8	15	38.4
10	16.7	28	46.7	19	31.7	3	5.0	6	10.0	28	46.7	26	43.3	18	30.0	20	33.3
15	34.1	21	47.7	8	18.2			4	9.1	20	45.5	20	45.5	12	27.3	16	36.4
8	38.1	10	47.6	2	9.5	1	4.8	2	9.5	10	47.6	9	42.9	11	52.4	5	23.8
17	20.5	39	47.0	22	26.5	5	6.0	7	8.4	40	48.2	36	43.4	19	22.9	31	37.3
25	24.0	49	47.1	24	23.1	6	5.8	9	8.7	50	48.1	45	43.3	30	28.8	36	34.6
11	30.5	18	49.9	5	13.9	2	5.5	3	8.3	17	47.1	16	44.3	17	47.1	9	24.9
		6	42.8	7	50.0	1	7.1	3	21.4	7	50.4	4	28.6	6	42.8	2	14.3
				2	66.6	1	33.3	2	66.6	1	33.3					2	66.6
11	20.8	24	45.3	14	26.4	4	7.5	8	15.0	25	47.2	20	37.7	23	43.4	13	24.5
16	49.9	13	40.6	2	6.2	1	3.1	3	9.4	17	53.0	12	37.4	12	37.4	10	31.2
1	2.0	31	63.2	13	26.5	4	8.2	2	4.1	24	49.0	23	46.9	12	24.5	18	36.7
		14	45.1	17	54.7			3	9.7	18	58.0	10	32.2	7	22.5	15	48.3
		4	57.1	3	42.8			4	57.1	3	42.8			2	28.6	2	28.6
17	14.3	62	52.1	35	29.4	5	4.2	12	10.1	62	52.1	45	37.8	33	27.7	45	37.8
27	39.7	31	45.6	7	10.3	3	4.4	6	8.8	34	50.0	28	41.2	29	42.6	19	27.9
1	1.6	37	58.7	20	31.7	5	7.9	5	7.9	31	49.2	27	42.8	18	28.6	20	31.7
		14	41.2	19	55.9	1	2.9	5	14.7	19	55.9	10	29.4	7	20.6	17	50.0
		4	57.1	3	42.8			4	57.1	3	42.8			2	28.6	2	28.6
28	16.3	86	50.0	49	28.5	9	5.2	20	11.6	87	50.6	65	37.8	56	32.6	58	33.7

これによると、JAS 特等に相当する平角材は全数の10.5%、JAS 1等に相当するものが42.4%、JAS 2等に相当するものが40.7%、JAS 3等に相当するものが6.4%になっている。また、最大節径比のみで JAS 特等に相当するものは全数の 16.9% で、そのうち、6.4%のものが集中節径比で制限されており、これにたいして、集中節径比のみで JAS 特等に相当するものは全数の 16.9% で、そのうち、最大節径比で制限されているものが同様に 6.4% であった。

この結果からみて、アカマツ材のように枝節の輪生する樹種では、最大節径比のほかに集中節径比が、同程度の品等制限因子として作用していることはあきらかであった。

(2) 材 面 割 れ

Table 7. (つづき)

林 分 Plot	胸 径 D.B.H. class (cm)	丸太径 Log dia- meter (cm)	欠 点 因 子											
			繊維傾斜の等級 Slope of grain				平 均 年 輪 幅 Av. ring width				ね じ れ に 関 Twist			
			2 等		3 等		特 等		1 等		特 等		1 等	
			n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
A	47~50	30~	5	21.7	4	17.4	17	73.8	6	26.0	9	39.2	7	30.4
		30~19	1	10.0	3	30.0	9	90.0	1	10.0	6	60.0	3	30.0
		19~	6	18.2	7	21.2	26	78.8	7	21.2	15	45.5	10	30.3
		30~	3	33.3			9	99.9			5	55.5	3	33.3
		34~38												
		30~18	4	15.4			26	100.0			15	57.6	10	38.4
		18~	7	20.0			35	100.0			20	60.0	13	34.3
		30~	8	25.0	4	12.5	25	78.1	7	21.9	14	43.8	10	31.3
		30~18	6	16.7	2	5.6	35	97.2	1	2.8	21	58.3	13	36.1
		18~	14	20.6	6	8.8	60	88.2	8	11.8	35	51.5	23	33.8
B	34~48	30~	5	23.8			18	85.7	3	14.3	3	14.3	8	38.1
		30~22	14	35.8	3	7.7	37	94.7	2	5.2			13	33.3
		22~	19	31.7	3	5.0	55	91.7	5	8.3	3	5.0	21	35.0
		25~32												
		30~22	12	27.3	4	9.1	44	100.0			14	31.8	16	36.4
		30~	5	23.8			18	85.7	3	14.3	3	14.3	8	38.1
		30~22	26	31.3	7	8.4	81	97.6	2	2.4	14	16.9	29	34.9
		22~	31	29.8	7	6.7	99	95.2	5	4.8	17	16.3	37	35.6
A + B	25~50	30~	8	22.2	2	5.5	31	85.8	5	13.9	13	36.0	12	33.2
			5	35.7	1	7.1	10	71.4	4	28.6	4	28.6	4	28.6
					1	33.3	2	66.6	1	33.3			2	66.6
			13	24.5	4	7.5	43	81.1	10	18.9	17	32.1	18	34.0
			8	25.0	2	6.2	31	96.7	1	3.1	11	34.3	12	37.4
			15	30.6	4	8.2	48	97.9	1	2.0	10	20.4	18	36.7
			6	19.3	3	9.7	31	99.8			11	35.4	9	29.0
			3	42.8			6	85.7	1	14.3	3	42.8	3	42.8
			32	26.9	9	7.6	116	97.5	3	2.5	35	29.4	42	35.3
		18~	16	23.5	4	5.9	62	91.1	6	8.8	24	35.3	24	35.3
			20	31.7	5	7.9	58	92.0	5	7.9	14	22.2	22	34.9
			6	17.6	4	11.8	33	97.0	1	2.9	11	32.3	11	32.3
			3	42.8			6	85.7	1	14.3	3	42.8	3	42.8
			45	26.2	13	7.6	159	92.4	13	7.6	52	30.2	60	34.9

この研究において、供試平角材は直射日光をさけた室内で乾燥され、乾燥にともなう自由収縮しう
 するような条件が与えられた。割れの発生は乾燥法によってある程度まで制限できるものであるから、本報
 における割れの発生状況は必ずしも標準的なものを意味しているわけではなく、乾燥にともなう収縮を
 とくに制限せず、ほぼ自然の条件に放置した場合の事例をしめしている。この結果を、平角材を採材した
 丸太の径級とその採材位置べつに比較して Fig. 5 にしめた。これによると、丸太径級 30 cm 以上のも
 のでは、その採材位置によって材面割れの発生状況は著しく異なっており、採材位置の低いものほど割
 れの発生がおおい。丸太径級 30~18 cm のものでは、このような採材位置による、割れの発生状況におけ
 る傾向的な差異はみとめられない。同じように、丸太の採材位置を無視して径級べつに比較しても、ま
 た、丸太径級を無視して採材位置べつに比較しても、この欠点についてのあきらかな差異はみとめられな

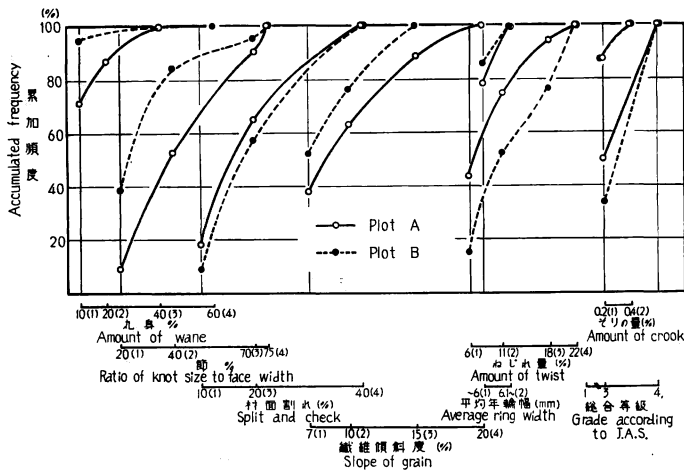
(Continued)

Grading factors								製 品 の 総 合 等 級												調査本数 Number of samples
す る 等 級				そりに関する等級 Crook				Grade												
2 等		3 等		特 等		1 等		特等		1 等		2 等		3 等						
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%					
5	21.7	2	8.7	21	91.1	2	8.7					12	52.1	11	47.7	23				
		1	10.0	9	90.0	1	10.0					2	20.0	8	80.0	10				
5	15.2	3	9.1	30	90.9	3	9.1					14	42.4	19	57.6	33				
1	11.1			7	77.7	2	22.2					4	44.4	5	55.5	9				
1	3.8			26	100.0							10	38.5	3等 15	57.7	4等 1	3.8	26		
2	5.7			33	94.3	2	5.7					14	40.0	3等 20	57.1	4等 1	2.9	35		
6	18.8	2	6.2	28	87.5	4	12.5					16	50.0	16	50.0			32		
2	5.6			35	97.2	1	2.8					12	33.3	3等 23	63.9	4等 1	2.8	36		
8	11.8	2	2.9	63	92.6	5	7.4					28	41.2	3等 39	57.3	4等 1	1.5	68		
5	23.8	5	23.8	18	85.7	3	14.3					7	33.3	14	66.7			21		
14	35.8	12	30.9	38	97.3	1	2.6					12	30.8	27	69.2			39		
19	31.7	17	28.3	56	93.3	4	6.7					19	31.7	41	68.3			60		
8	18.2	6	13.6	43	97.7	1	2.3					10	22.7	34	77.3			44		
5	23.8	5	23.8	18	85.7	3	14.3					7	33.3	14	66.7			21		
22	26.5	18	21.7	81	97.6	2	2.4					22	26.5	61	73.5			83		
27	26.0	23	22.1	99	95.2	5	4.8					29	27.9	75	72.1			104		
5	13.9	6	16.6	29	80.3	7	19.4					13	36.1	23	63.9			36		
5	35.7	1	7.1	14	100.0							9	64.3	5	35.7			14		
1	33.3			3	100.0							1	33.3	2	66.6			3		
11	20.8	7	13.2	46	86.8	7	13.2					23	43.4	30	56.6			53		
5	15.6	4	12.5	30	93.6	2	6.2					10	31.3	22	68.7			32		
13	26.5	8	16.3	49	100.0							14	28.6	35	71.4			49		
6	19.3	5	16.1	30	96.6	1	3.2					8	25.8	3等 22	71.0	4等 1	3.2	31		
		1	14.3	7	100.0							1	14.3	3等 5	71.4	4等 1	14.3	7		
24	20.2	18	15.1	116	97.5	3	2.5					33	27.7	3等 84	70.6	4等 2	1.7	119		
10	14.7	10	14.7	59	86.7	9	13.2					23	33.8	45	66.2			68		
18	28.6	9	14.3	63	100.0							23	36.5	40	63.5			63		
7	20.6	5	14.7	33	97.0	1	2.9					9	26.5	3等 24	70.0	4等 1	2.9	34		
		1	14.3	7	100.0							1	14.3	3等 5	71.4	4等 1	14.3	7		
35	20.3	25	14.5	162	94.2	10	5.8					56	32.6	3等 114	66.3	4等 2	1.2	172		

かった。しかし、丸太径級の大きいものから採材した平角材についてのみ、その採材位置の低いものほど材面割れの発生がおおいことが特徴的であった。

(3) 角材のねじれ

平角材のねじれ量の測定法、表示法²³⁾は前報に記した方法によったが、正角材と異なって、この場合は、厚さの面（辺長 12cm）と幅の面（辺長 21cm）についてのねじれ量をもとめた。測定結果を林分べつ、丸太径級べつに比較したのが Fig. 6 である。このなかで著しいことは、林分や丸太径級の差異にかかわらず、つねに、幅の面のねじれは厚さの面のねじれより小さく、角材のねじれ量にたいする辺長の影響があらにみとめられていることである。この関係は Fig. 6 にしめすように丸太径級べつにみると、Plot A および B の林分べつにかなりの差異がみとめられており、いずれの丸太径級についても Plot A



Remark

- (1), (2), (3), (4):
JASのそれぞれ特等, 1等,
2等, 3等をしめす。
(1), (2), (3), (4):
1st, 2nd, 3rd, and 4th
grade of JAS respectively.

Fig. 2-1 産地べつ製材品の品等* (丸太径級 30 cm~ の素材から木取った平角製品) Accumulated frequency of grade of beams by plot (Beams from logs with diameter 30 cm~).

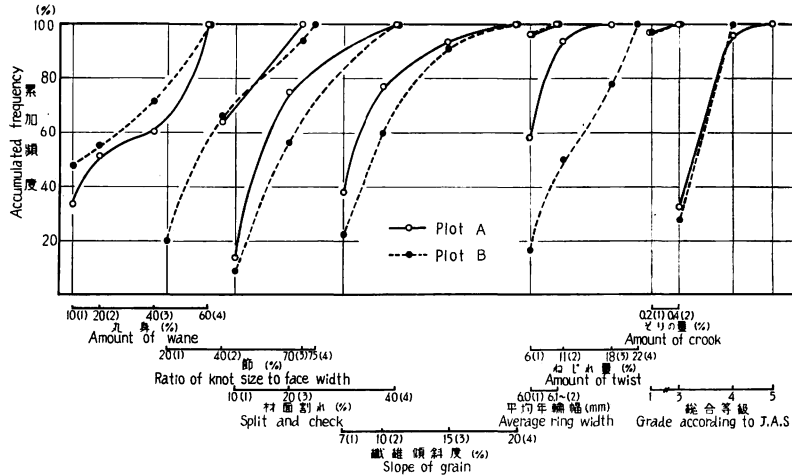


Fig. 2-2 産地べつ製材品の品等* (丸太径級 30~18 cm の素材から木取った平角製品) Accumulated frequency of beams by plot (Beams from logs with diameter 30~18 cm).

* : Fig. 2-1, Remark

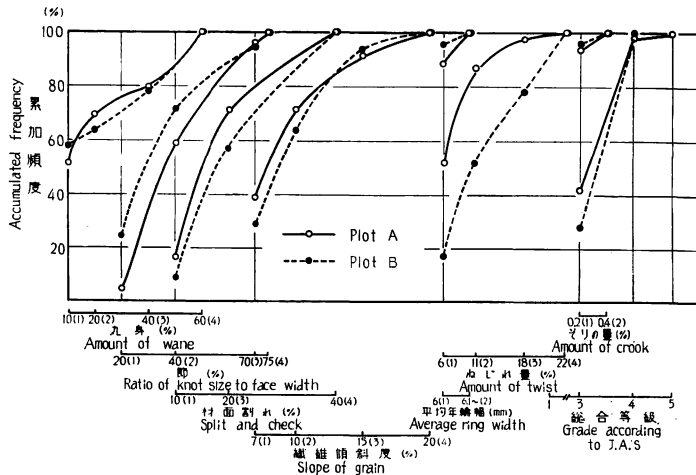


Fig. 2-3 産地べつ製材品の品等* (丸太径級 18 cm~ の素材から木取った平角製品) Accumulated frequency of grade of beams by plot (Total).

* : Fig. 2-1, Remark

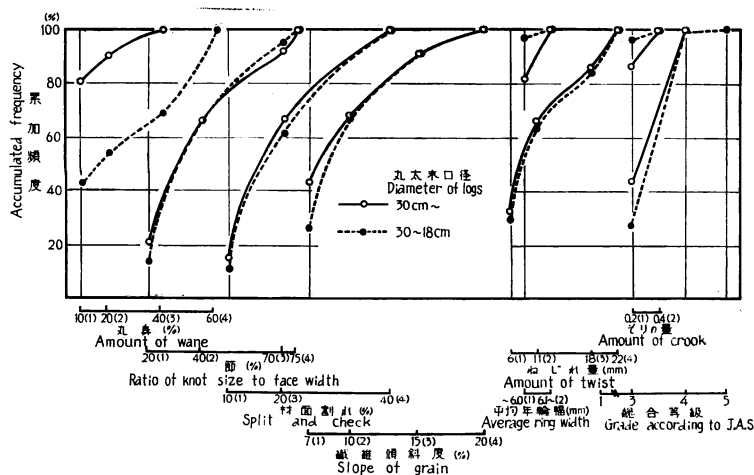


Fig. 3 丸太径級べつ製材品の品等*
Accumulated frequency of grade of beams by diameter class of logs.

* : Fig. 2—1.

Remark

Fig. 4—1 素材の採材位置べつ製材品の品等*
(丸太径級 30 cm ~ の素材から木取った平角製品)
Accumulated frequency of grade of beams by log position in trees (Beams from logs with diameter 30 cm ~).

* : Fig. 2—1,

Remark

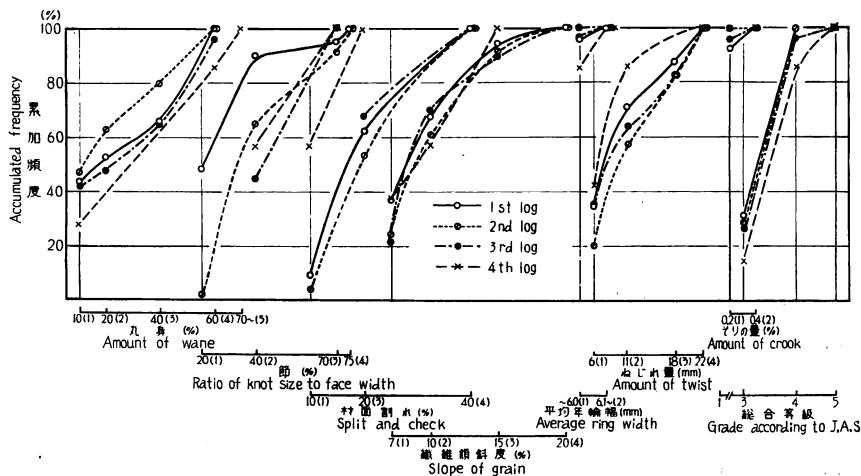
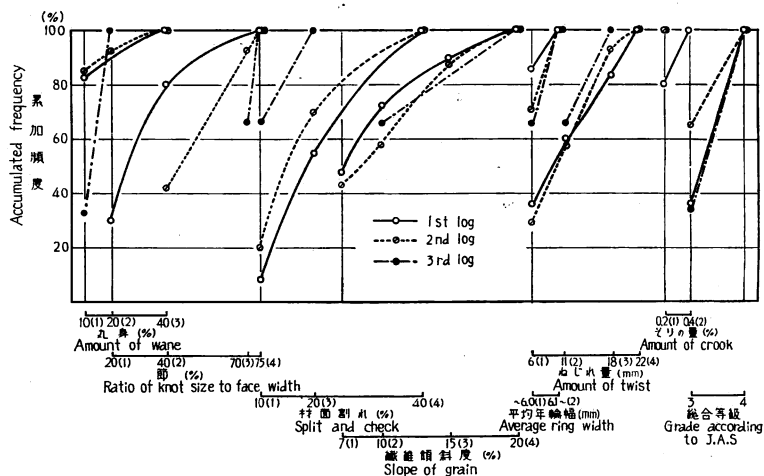


Fig. 4—2 素材の採材位置べつ製材品の品等* (丸太径級 30~18 cm の素材から木取った平角製品)
Accumulated frequency of grade of beams by log position in trees (Beams from logs with diameter 30~18 cm).

* : Fig. 2—1, Remark

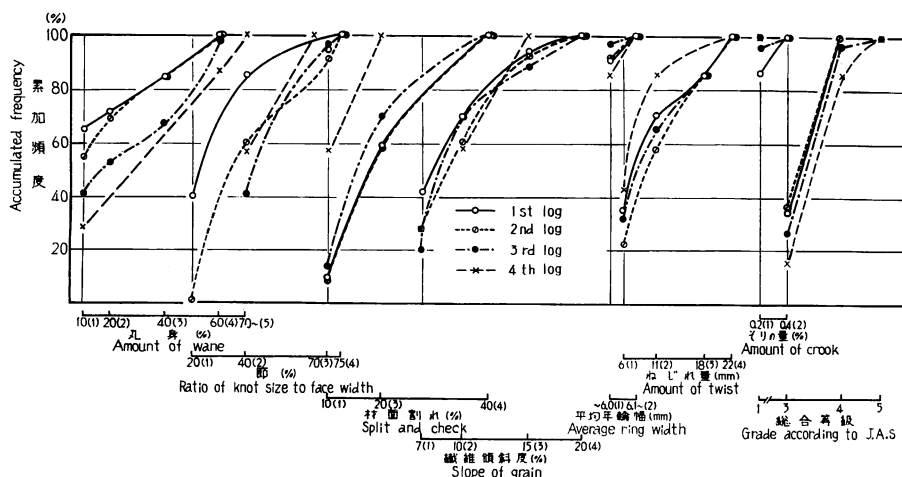


Fig. 4—3 素材の採材位置べつ製材品の品等* (丸太径級 18 cm への素材から木取った平角製品)
Accumulated frequency of grade of beams by log position in trees (Total).

*: Fig. 2—1, Remark

Table 8. 平角材の最大節径比と集中節径比のあらわれかた
Frequency distribution of maximum ratio of sum of knot size in
15 cm length (A) and of maximum knot size to the face width (B)

丸太末口径 範 Diameter class of logs	最大節径比 (B) %		～ 20		～ 40		～ 60		～ 80		合 計 Total	
			n		n		n		n		n	
	集中節径比 (A) %		%		%		%		%		%	
30 cm～	～	40	9	17.0	7	13.2					16	30.2
	～	60	2	3.8	14	26.4	6	11.3			22	41.5
	～	80			6	11.3	5	9.4			11	20.8
	～	100			2	3.8	1	1.9	1	1.9	4	7.5
	合 計	Total	11	20.8	29	54.7	12	22.6	1	1.9	53	100.0
30～18 cm	～	20	3	2.5								
	～	40	9	7.6	8	6.7	1	0.8			18	15.1
	～	60	4	3.4	46	38.7	17	14.3			67	56.3
	～	80	2	1.7	6	5.0	17	14.3	1	0.8	26	21.8
	合 計	Total	18	15.1	62	52.1	37	31.1	2	1.7	119	100.0
18 cm～	～	20	3	1.7							3	1.7
	～	40	18	10.5	15	8.7	1	0.6			34	19.8
	～	60	6	3.5	60	34.9	23	13.4			89	51.7
	～	80	2	1.2	12	7.0	22	12.8	1	0.6	37	21.5
	合 計	Total	29	16.9	91	52.9	49	28.5	3	1.7	172	100.0

の平角材のねじれ量は Plot B のものにくらべて概して小さい。また、この関係を林分べつ、丸太径級べつに比較してみると、Plot A の林分では丸太径級の小さいものから採材した平角材のねじれが概して小さいが、Plot B においては Plot A にくらべて丸太径級の小さいものの比率がたかにもかわらず、そのねじれ量が大いことは Plot A で丸太径級の小さいものにねじれ量が小さいことと矛盾しており、丸太径級とねじれ量との関係が林分によって異なることについては後の項において検討した。

(4) 繊維傾斜度

丸太径級べつに採材した心もち平角材の繊維傾斜度については Fig. 7 にしめた。構造用材としてア

Table 9. 心もち平角材の最大節径比と集中節径比等級との関係
Relation between maximum ratio of sum of knot size in 15cm length (A)
and maximum ratio of knot size (B) to the face width

丸太末 口径範囲 Diameter class of logs	最大節径比等級 (B)		特 等 : ~ 20 %					1 等 : ~ 40 %					2 等 : ~ 70 %					3 等 : 71 % ~					Total	出現数
	集中節 径比等級 (A) *1 : *2	番玉 *3	1	2	3	合 計	1	2	3	4	合 計	1	2	3	4	合 計	1	2	3	4	合 計			
30 cm	特 等 ~30% : ~40%	n %	7 63.6			7 13.2	5 23.8				5 9.4											7 (13.2)	12 (22.6)	
	1 等 ~50% : ~60%	n %	3 27.3			3 5.7	10 47.6	4 50.0			17 32.1	3 75.0	1 16.7	1 33.3			5 9.4					17 (32.1)	22 (41.5)	
	2 等 ~80% : ~80%	n %	1 9.1			1 1.9	4 19.0	4 50.0			8 15.1	1 25.0	4 66.6	1 33.3			15 28.3					15 (28.3)	15 (28.3)	
	3 等 81% ~ : 81% ~	n %					2 9.5				2 3.8	1 16.7	1 33.3				4 7.5				4 (7.5)	4 (7.5)		
	Total		11			7(13.2)	21	8			22(41.5)	4	6	3			20(37.7)				4(7.5)	53		
30 ~ 18 cm	特 等 ~30% : ~40%	n %	11 61.1			11 9.2	3 21.4	2 6.5	1 7.7		6 5.0										11 (9.2)	17 (14.3)		
	1 等 ~50% : ~60%	n %	4 22.2			4 3.4	9 64.3	23 71.9	7 53.8	2 50.0	45 37.8	6 35.3	5 27.8				11 9.2				45 (37.8)	56 (47.1)		
	2 等 ~80% : ~80%	n %	3 16.7			3 2.5	1 7.1	6 19.4	5 38.5	2 50.0	14 11.8	9 53.0	13 72.2				39 32.8				39 (32.8)	39 (32.8)		
	3 等 81% ~ : 81% ~	n %					1 7.1	1 3.2			2 1.7	2 11.8		2 100.0			4 3.4		1 100.0		7 (5.9)	7 (5.9)		
	Total		18			11(9.2)	14	32	13	45(42.8)		17	18				250(42.0)		1		7(5.9)	119		
Total	特 等 ~30% : ~40%	n %	18 62.1			18 10.5	8 22.9	2 5.0	1 7.7		11 6.4										18 (10.5)	29 (16.9)		
	1 等 ~50% : ~60%	n %	7 24.1			7 4.1	19 54.3	27 67.5	7 53.8	2 50.0	62 36.0	3 75.0	7 30.4	6 28.6			16 9.3				62 (36.0)	78 (45.3)		
	2 等 ~80% : ~80%	n %	4 13.8			4 2.3	5 14.3	10 25.0	5 38.5	2 50.0	22 12.8	1 25.0	13 56.5	14 66.7			54 31.4				54 (31.4)	54 (31.4)		
	3 等 81% ~ : 81% ~	n %					3 8.6	1 2.5			4 2.3	3 13.0	1 4.8	2 100.0			6 3.5		1 100.0		11 (6.4)	11 (6.4)		
	Total		29			18(10.5)	35	40	13	473(42.4)		4	23	21			270(40.7)		1		11(6.4)	172		

*1 中央 1/3 区間 Middle third, *2 両端 1/3 区間 Other third, *3 Log position.

Fig. 5 丸太径級べつ採材位置べつ心もち平角材の材面割れ
Accumulated frequency of amount of split and check in beams by diameter class of logs and log position in trees.

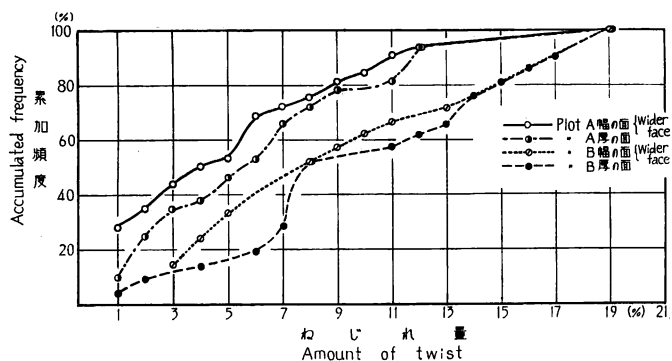
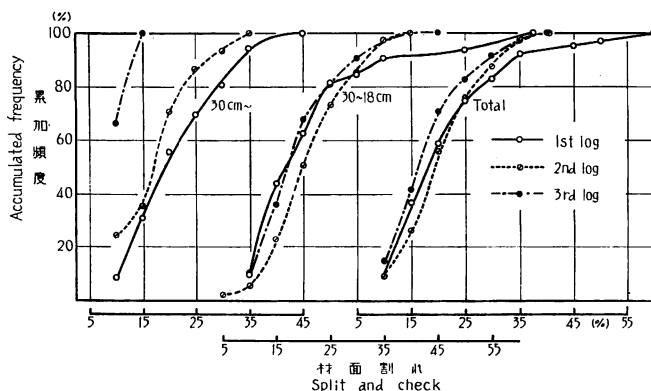
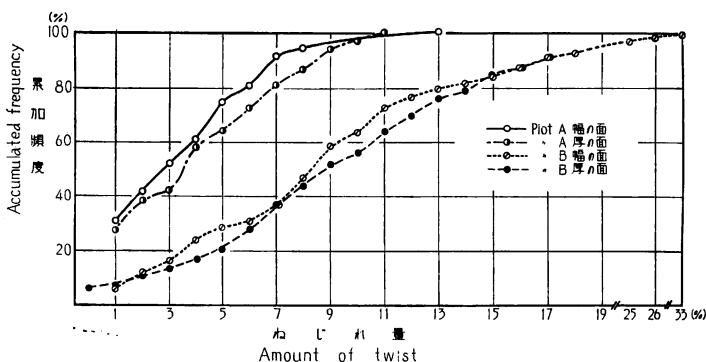


Fig. 6-1 丸太末口径 30 cm~ から木取った心もち平角材のねじれ量
Accumulated frequency of amount of twist in beams from logs with diameter 30 cm~ by plot.

Fig. 6-2 丸太末口径 30~18 cm から木取った心もち平角材のねじれ量
Accumulated frequency of amount of twist in beams from logs with diameter 30~18 cm by plot from logs.



カマツ材に規定されている (木構造設計規準, 上級構造材)⁴⁾ 繊維傾斜度の制限は 4% であるが, この図からみると, これ以下のものは調査した平角材のわずか 5% 程度の出現率で, この点からみて, この制限規定は著しく過小な値と考えられる。また, JAS によって制限されている平角材の繊維傾斜度の限界は特等 (繊維傾斜度 7% 以下) に相当するものの出現率は約 30%, JAS 1 等 (繊維傾斜度 10% 以下) の出現率は約 70% であるが, JAS 3 等 (繊維傾斜度 20% 以下) の制限をこえるものは皆無であり, 最下限の品質制限としてのこの値は, 実質的な意味をもたないようにおもわれる。この繊維傾斜度のあらわれかたを丸太径級べつに比較すると, 丸太径級の大きいものほど, これから採材した平角材の繊維傾斜度は, 概して小さいことも Fig. 7 からあきらかにみとめられている。

また, 繊維傾斜度と平角材のねじれ量 (厚さの面) との関係は, かなり, はげしいバラツキをしめす

が、この関係を林分べつ角材について比較すると Fig. 8 にしめすように、正の相関がみとめられ、その相関係数は Plot A の角材で $r = 0.487^{**}$ 、Plot B の角材で $r = 0.735^{***}$ であった。

Fig. 8 からあきらかなように、同じ繊維傾斜度をしめす角材でも、Plot A のものが Plot B の角材にくらべて、そのねじれ量が小さくあらわれていることは特徴的であった。

このために、Fig. 2 でしめすように繊維傾斜度では、Plot B のものが、Plot A のものに比較して低い値をしめしているにもかかわらず、ねじれ量ではその関係が逆転したり (丸太径級 30 cm 以上)、繊維傾斜度がやや高い値をしめしているのに、ねじれ量の差は非常に大きくなる (丸太径級 30~18 cm) などの現象がおきており、これがこの両者における繊維傾斜度とねじれ量との関係の違いのおこる原因と考えられるもので、その最も目だつものとしては両者における素材の曲り量の差がある。素材の曲り量は Fig. 9 にしめすように Plot B のものが、あきらかに大きくあらわれている。このように曲りのある樹体の内部には、圧縮あて材の発生する確率も高く、また、内部における応力分布も正常の場合と異なることや、また、曲りのために髄から外側へ向かっての繊維傾斜の変化がより複雑になることなどが考えられる。両林分の試料における繊維傾斜度がほとんど同じであると考えた場合でも、このような素材の曲りの影響が考えられるわけであるが、遺伝的にみて両林分が異なった繊維傾斜度をもつものとするれば、それにたいする曲りの影響の解析はさらに複雑なものになるだろう。

角材の繊維傾斜の方向については、右回旋 (Z-Type) のものもわずかにみとめられるが、大部分のものは左回旋 (S-Type) のもので

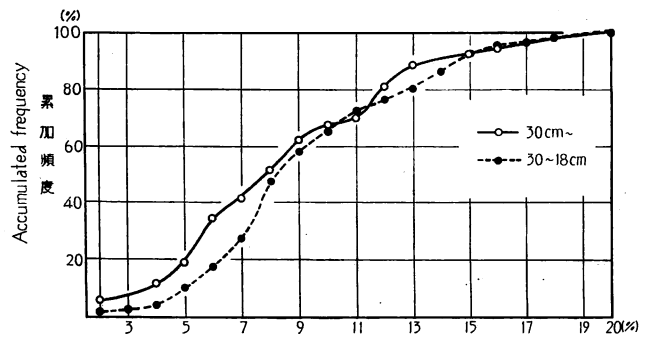


Fig. 7 丸太径級べつ心もち平角材の繊維傾斜度
Accumulated frequency of slope of grain in beams
by log diameter class.

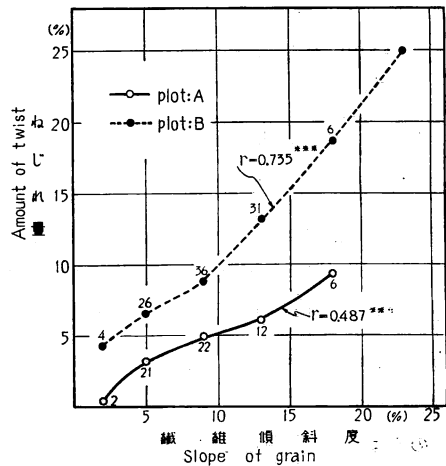


Fig. 8 心もち平角材の繊維傾斜度 (中央 1/3 区間) と平均ねじれ量との関係
Relation between twist and average
slope of grain in the middle third
of length.

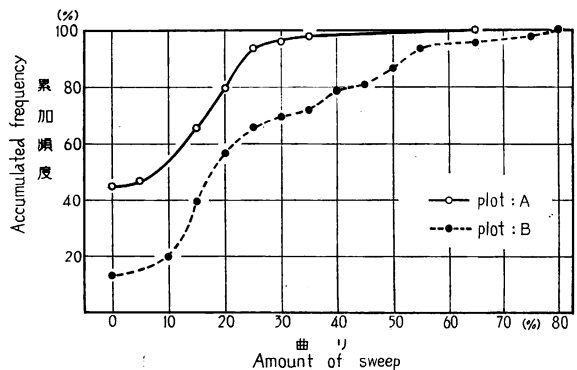


Fig. 9 林分べつ素材の曲り
Accumulated frequency of amount
of sweep of logs by plot.

** 1% 有意水準, *** 0.1% 有意水準

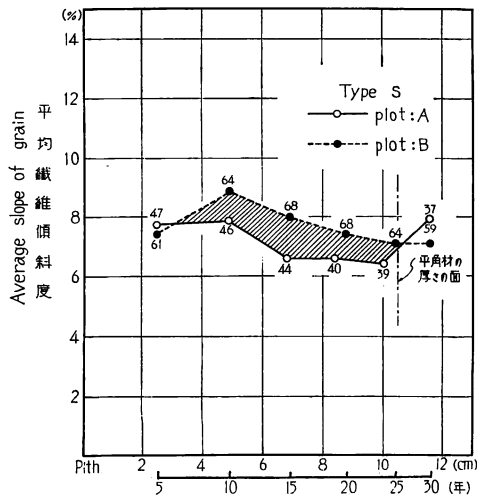


Fig. 10 齢階べつ平均繊維傾斜度の変化
Variation of average slope of grain in relation to distance and ring number from pith.

(5) 平均年輪幅

平角材の強度低減因子として最大年輪幅を制限しており、木構造設計規準の上級構造材および JAS で規定する平角材の特等については、その最大年輪幅の制限を 6 mm としている。幼齢時に比較的、成長の早いアカマツ材から採材された心もち平角材では、樹心部の年輪幅の広い材部が含まれ、この制限因子の影響がかなり大きいものと予想されたが、本報の調査結果では、平均年輪幅が 6 mm 以下のものの累加頻度は、Fig. 11 にしめすように、丸太径級 30 cm 以上のものでも約 80% であり、丸太径級 30~18 cm のものではその累加頻度は約 95% であった。したがって、この程度の制限ではとくに肥大成長のよい場合を

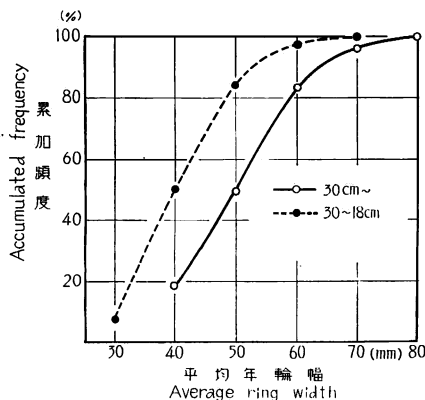


Fig. 11 丸太径級べつ心もち平角材の平均年輪幅

Accumulated frequency of average growth ring width of beams by log diameter class.

あり、この Type のものを抽出して、平角材の厚さの面を外面（樹心からの距離が 10.5 cm）とし、それから樹心側にむかって、角材中の各年輪における繊維傾斜度の変動をもとめた結果は Fig. 10 にしめすように、Plot A の角材は Plot B のものに比べて、樹心からその外側にむかって 10.5 cm の距離では、その繊維傾斜度の値がやや小さい値を与えている。

平角材のねじれ量は、その角材の全材部の繊維傾斜度の集積によって変動するものとすれば、平角材の材面で測られた見かけの繊維傾斜度が同じであっても、当然、その角材のねじれ量に差異を生ずるものと考えられ、Plot A の角材が Plot B のものより、同一の繊維傾斜度にたいしてそのねじれ量が小さいことも、この結果から予測されることになる。

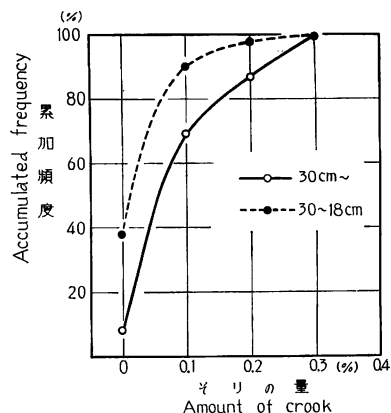


Fig. 12 丸太径級べつ心もち平角材のそりの量

Accumulated frequency of amount of crook in beams by log diameter class.

除いては、アカマツ材について重要な品等の制限因子にはならないようにおもわれる。

（6）角材のそり

建築用材として角材のそりの許容限度は、上級構造材について 0.2% としているが、本報の調査結果は Fig. 12 にしめすように、この制限以下の角材の累加頻度が約 95% 以上であり、アカマツ心もち平角材のそりも実用上ほとんど支障とならない。また、Fig. 12 からあきらかなように、丸太径級の小さいものから採材した平角材ほど、そのそりの量の小さいものの出現頻度がたかい。

5. 成長の良否と品質との関係

前項においても、2, 3 触れているように、製材品の品等に影響を与える因子を検討するに当たって、その製材品に含まれている未成熟材部の量を考慮することが必要である。この項においては、前項において論じた各欠点因子の現われ方を、A, B の Plot ごとに、未成熟材部の量が、はっきりと異なる丸太のグループを選び、それらにおける各欠点因子の出現頻度を検討し、その結果から、未成熟材部の量の多少と欠点因子との関連を検討した。

未成熟材部の量の多少は、同樹齢の林分内では、成長の良否を基準として選んでさしつかえないと考えた。そこで、A, B の両 Plot の試料から大、小の 2 胸径級に属するものを選び、さらに、大の胸径級から末口径大の丸太、小の胸径級から末口径中の丸太を選んだ。前者を大のグループ、後者を小のグループとした。両 Plot の胸径範囲は、Table 2 にしめしたように、ことなっているので、両林分における大小両グループの胸径および末口径の範囲も Table 5～7 にしめすようにことなっている。

取り上げた欠点因子は、節、材面割れ、繊維傾斜度、ねじれ量、そりの量などである。丸身は丸太径級の小さいものには、当然より多く認められるものであり、他の材質指標とはその意味が異なるのでここでの検討から除いた。以上の取り上げた欠点因子が、上述のグループごとにどのような現われ方をするか、A, B の Plot ごとにしめしたのが Fig. 13, 14 である。

節の品等についてみると、Plot A では、大のグループは小のグループよりあきらかに劣っているが、Plot B では、最大節径比 70% の点で若干ことなっているほかは、ほとんど差がない。

繊維傾斜度の品等は、Plot A では、大のグループはあきらかに小のグループに劣っているが、Plot B では、その関係が全く逆になっている。このことは、髓から外側へむかう繊維傾斜度の変化の経過が Fig. 10 にしめしたように、両林分で異なっていることによると考えれば理解できよう。

ねじれ量の品等については、A, B 両 Plot とともに大のグループは、小のグループに比較すると、あきらかに劣っている。このねじれ量とすでに述べた繊維傾斜度との関係が、A, B 両 Plot では相反する。Plot B においては、繊維傾斜度が平均して低い大のグループが、ねじれ量では平均して高い値を示している。このことはすでに前項でも触れているように、両グループの間で繊維傾斜度とねじれの関係の仕方の程度がことなり、大のグループでは同じ繊維傾斜度でもねじれが、著しく大きいと考えることによって説明できよう。とくに大のグループについては Fig. 2-1 で、丸太径級 30 cm 以上の素材からの製品についてしめた場合と同様なことがいえる。また、A, B 両 Plot のねじれ量を比較すると、大小両グループともに、後者で高い値をしめしているのが目だっている。

そりの量の等級では、両林分とも、大のグループが小のグループに比較して劣っていることがわかる。

以上の欠点因子にもとづいて、最終的に等級づけを行なうと、Fig. 13 および Fig. 14 にしめすよう

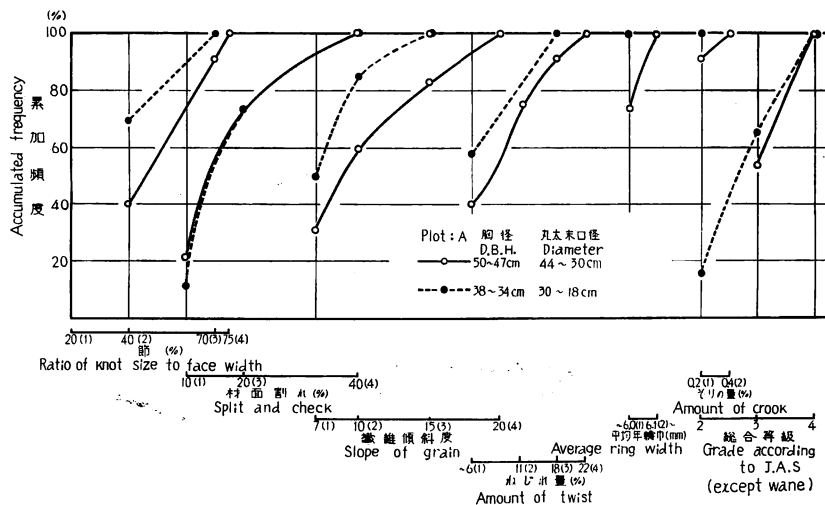


Fig. 13 成長の良否べつ心もち平角材の品等*

Accumulated frequency of grade of beams of Plot A by growth rate.

*: Fig. 2—1, Remark

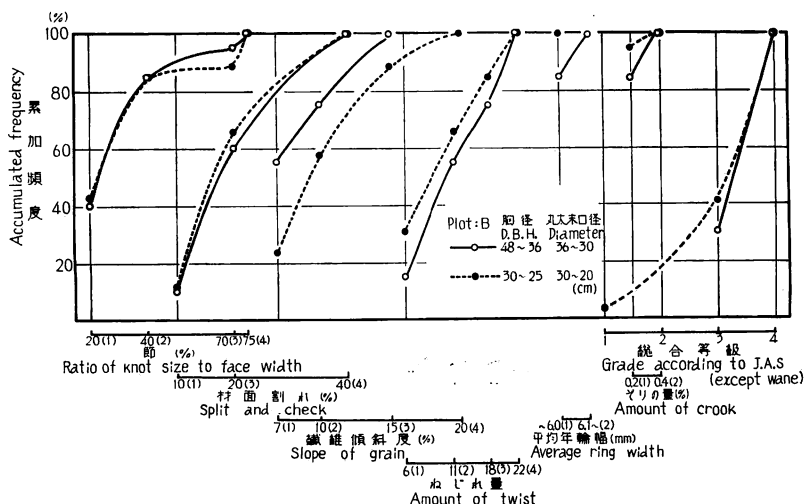


Fig. 14 成長の良否べつ心もち平角材の品等*

Accumulated frequency of grade of beams of Plot B by growth rate.

*: Fig. 2—1, Remark

に A, B 両 Plot とともに、小のグループが大のそれに比較して、すぐれていることがわかる。

6. 用材品質の向上のための問題点

この研究の結果、アカマツ造林木について、構造用材としての品質向上のうえで考えられる事項を要約すると、次のとおりである。

(1) 素材品等については、曲りによる品等低下が著しく、とくに、採材位置の低いもの、胸径の小さいものにこの欠点の発生の頻度がたかいので、用材品質の向上のためには幹の通直性をたかめることが必

要である。また、A、B両林分を比較すると、後者において、この欠点の発生の出現頻度が高い。このことは、両林分にほどこされた育林技術的な処理の違いと無関係ではないと推察される。このため、適正な立木密度、保育技術について検討する必要がある。

（２）素材の欠点で、曲りと節の欠点はそれぞれ独立因子であるから、優良材の生産のためには、通直材にたいして節の欠点をすくなくすることが効果的であり、また、曲幹材についても、２～３番玉の位置は比較的通直性がたかいので、この材部の節を小さくすることも有利であり、これに適する枝打ちや保育技術が検討される必要がある。

（３）平角材についての節の欠点では、最大節径比と集中節径比とがかなり相関があるので、節間距離を長くするために上長成長を増大させることや、枝節数は枝階ごとにほぼ一定していると考えられるので、節径をできるだけ小さくするために立木密度をたかくすることが有利である。

（４）節径は肥大成長の良い林木に大きいので、この欠点を小さくするためには、成長の異常な促進は概して好ましくない。また、これ以外の欠点についても、肥大成長の促進は一般に未成熟材の割合を大きくし、その材質を低下させる傾向がある。このため、密植して枝を細くし、早期から枝打ちを繰り返すなどの保育技術の確立が必要であろう。

（５）アカマツ平角材のもう１つの基本的な欠点は、材の繊維傾斜が大きいことであるが、この繊維傾斜の樹心からの推移は林分や個体間でかなり差異があり、優良材の生産のためには繊維傾斜の小さいものを育成する技術をつくる必要がある。

7. 摘 要

林齢約60年生のアカマツ造林地（Plot A, B）から供試木を伐倒し、その各地上高べつの丸太から心もち平角材を採材し、林分における用材利用率、素材品等の実態、品等低下の欠点因子および製材品の品質に影響する欠点因子のあらわれかたをあきらかにするとともに、これらの用材品質にあたる丸太径級、採材位置などの影響を追求し、アカマツ短伐期材における品質向上のための諸条件を検討した。

調査結果の概要は次のとおりである。

用 材 利 用 率

（１）幹の枝下部位までの区分材積の合計は約 300～280 m³/ha、幹材積の約 90% である。

（２）枝下部位から幹の直径 8 cm までの材積（構造用材として利用可能な材部）は約 33 m³/ha で、幹材積の約 10% である。

（３）梢端材部と枝条材積の合計（繊維原料として利用可能な材部）は約 23～21 m³/ha で、幹材積の約 7% に相当する。

素 材 品 等

（４）素材品等を丸太径級と採材位置べつにみると、径級 30 cm 以上の丸太では 1 番玉で曲りの欠点为主要な欠点因子となっており、3 番玉では節の欠点が品等の制限因子となり、その中間の 2 番玉では、これらの 2 つの欠点因子がそれぞれ独立した要因として作用している。

製材品の品等

（５）アカマツ平角材の品等を制限する欠点因子のうちで、最も基本的なものは節の欠点と繊維傾斜度に関する欠点であると考えられる。

(6) 平角材の丸身品等を丸太径級べつに比較すると、径級 30 cm 以上の素材からのものに JAS 特等の製品の出現頻度が約 80%, 径級 30~18 cm からのものでは、これに相当するものの出現頻度は約 40% で、丸太径級による製材品の品等の差異は著しい。

(7) 節の欠点については、丸太径級による差異はあきらかでなく、材面割れ、繊維傾斜度、ねじれなどの欠点因子については、丸太径級の大きいものに上位等級の出現頻度がたかい。

平角材の欠点因子

(8) アカマツ材では枝が輪生するので、最大節径比と同様に集中節径比が、製材品の品等制限因子として作用している。

(9) 採材位置の低い丸太径級の大きいものに材面割れの発生がたかい。

(10) 平角材の繊維傾斜度と角材のねじれ量とのあいだには正の相関があるが、同じ繊維傾斜をしめす角材でも林分間でそのねじれ量に著しい差異がある。

これは角材のねじれ量が、その繊維傾斜の測られた材面から樹心部までの変動によるものとおもわれ、この繊維傾斜度の変動のしかたが林分によってかなり異なっている。

(11) 平角材のそりは概して小さく、実用上の支障はすくない。とくに、丸太径級の小さいものから採材した角材ほどそのそりが小さい。

(12) 同齡林分では、成長の小さいもののほうが節、材面割れ、繊維傾斜度、ねじれ、そりなどの構造用材としての材質指標のうえですぐれた品質をしめした。

文 献

- 1) BRAZIER, J. D.: An assessment of the incidence and significance of spiral grain in young conifer trees. F. P. J., 8, pp. 309~312, (1965)
- 2) 加納 孟・中川伸策・斉藤久夫・小田正一：カラマツの用材品質について 第 1 報, 用材品質におよぼす立木素材および角材の条件, 林試研報, 162, pp. 1~44, (1964)
- 3) 加納 孟・中川伸策・斉藤久夫・小田正一・重松頼生：カラマツの用材品質について 第 2 報, 用材品質におよぼす立地条件の影響, 林試研報, 182, pp. 113~147, (1965)
- 4) 日本建築学会：木構造設計規準・同解説, (1967)
- 5) 大倉精二・小沢勝治・高島恵浩・竹入勝美：木材のねじれ狂い, 木材学会誌, 7, 5, pp. 205~207, (1961)
- 6) 大倉精二・小沢勝治：木材のねじれ狂い (第 2 報), 木材学会誌, 8, 3, pp. 105~108, (1962)
- 7) 大倉精二・鳥山清美：樹木の回旋性について (第 2 報), アカマツの場合及び回旋繊維のねじれ角と年輪幅との関係, 信州大学農学部学術報告, 5, pp. 33~38, (1956)
- 8) PAUL, H. B.: Changes in spiral grain direction in ponderosa pine, F. P. L. Rept. 2058, (1956)
- 9) 全国木材組合連合会：用材等の日本農林規格解説並に材積表 (1968)

**On the Wood Quality of Plantation-Grown Akamatsu
(*Pinus densiflora*)**

Takeshi KANO, Syoji SUDÔ and Shinsaku NAKAGAWA

(Résumé)

The objective of this study is to analyse the factors influencing quality of timbers and logs from plantations of Akamatsu (*Pinus densiflora*) in relation to growth conditions, and to make a proposal for the betterment of the quality so as to benefit forestry.

For this study sixty-year-old plantation-grown trees were felled in two plots, A and B, and sample logs were taken from them. Descriptions of the sample plots and trees are shown in Table 1 and 2 respectively.

After the observation of log quality in relation to such factors as log position within tree, D. B. H. class, size of logs, and sample plots, these logs were sawn to yield boxed heart beams for quality study in relation to the same factors as in the observation of log quality. Grading of logs and beams was conducted mainly according to J. A. S. specification.

Yield rate

Average tree height and clear length, volume of stem and branch wood, and yield rate of each D. B. H. class of both plots are shown in Table 3. Volume of stem wood and yield rate of the two sample plots are shown in Table 4.

Grading of logs

Frequency distribution of grade of logs is shown in Table 6.

Of the logs studied, butt logs were mainly influenced by degree of sweep on their grading. On the grading of the third logs, quality of knots was the main influencing factor. These two factors influenced independently on the grading of the second logs.

Grading of beams

Diameter class of logs did not significantly influence quality of knots. But more numerous beams from logs of the large diameter class were graded higher than those of the small diameter class with respect to the grading factors such as splits and checks, slope of grain, and twist. Of the grading factors of beams, knots and slope of grain were the most influencing.

These results are shown in Table 7 and Figs. 2~7.

Grading factors of beams

Ratio of sum of knot size in 15 cm length to the face width as well as maximum ratio of knot size to the face width had an influence on grading of beams, because of the typical branch arrangement of *Pinus*.

Splits and checks were likely to occur more abundantly in beams from logs taken from lower position, particularly of the large diameter class.

There was a positive correlation found between slope of grain and amount of twist. Also a difference in degree of effect of slope of grain on the amount of twist was found between samples of Plot A and B (Fig. 8).

It is reasonable to conclude that the sum of the amount and variation patterns of slope of grain from pith to the face of the beams is different in the samples of the two plots (Fig. 9).

Since the amount of crook was not significant in beams, no trouble in practical use will be experienced in this regard.

The slower the growth rate was in the almost same aged forest, the better the quality of beams was in respect to the grading factors such as knots, splits and checks, slope of grain, twist and crook (Fig. 13 and 14).