

造 林 木 の 材 質

I 試験担当者

調査部長 加納 孟（元木材部材料科長）

木材部材料科長 山井良三郎

組織研究室 須藤彰司

物理研究室 藤木自輔（現東京農工大学）

強度研究室 高見 勇（現岐阜大学），近藤孝一，中井 孝

材質研究室 中野達夫，中川伸策，齊藤久夫，小田正一，重松頼生（現信州大学），石原重春（現調査部）

元加工科長 寺沢 真（現名古屋大学）

乾燥研究室 筒本卓造

集成材研究室 菅野養作 森屋和美 千葉保人

II 試験目的

戦後，木材の需要量にたいして供給がともなわず，森林の生産量の増大のために短伐期早生樹種による拡大造林の計画がすすめられ，漸くその成果が上げられようとしている。

しかるに，この短伐期早生樹種として生産されているもののうちには，いわゆる，未成熟材としてかなり低品質なものがおおく，利用上の重要な支障を与えており，その材質向上がのぞまれている。

この研究は，このような意味で短伐期早生樹種としてとり上げられている造林木の材質の実態をあきらかにするとともに，材質低下の要因とその改善法を検討するとともに，さらに新しい加工技術によって，その材質改良の可能性について検討したものである。

III 試験の経過と得られた成果

得られた成果は，アカマツ造林木の用材品質，基礎材質，カラマツの繊維傾斜，カラマツ丸太，角および板材の高温乾燥試験ならびに集成材製造試験などに関するものである。

1. アカマツ造林木の用材品質

短伐期で生産されている造林木は，その利用材積にしめる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樹種の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。

1-1 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。その概況は表-1のとおりである。

表-1 調査地の概況

調査林分	所在地	標高 (m)	林齢 (年)	傾斜		伐採時の 立木本数 (本/ha)	調査地面積 (ha)
				方向	傾斜度		
A	東京営林局笠間営林署 管内8林班は小班	300	63	北	21°	348	0.5806
B	青森営林局一ノ関営林署 管内4林班は小班	180	59	北	16°	413	0.7171

また、供試木の概要は表-2にしめすとおりである。

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、完満度など表-3にしめした。

表-2 供試木の概要

林分	供試木番号	樹高 (m)	胸径 (cm)	枝下高 (m)	完満度 (H/D)	枝下高率 (%)	枝条率 (%)
A	18	22.2	34	15.1	653	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~	34~	10.7~	43.0~	53.3~	3.0~
		23.1	42.1	14.3	56.0	63.6	6.5
		~26.0	~50	~18.3	~65.5	~73.5	~10.6

林分	供試木番号	樹 高 (m)	胸 径 (cm)	枝下高 (m)	完 満 度 (H/D)	枝下高率 (%)	枝 条 率 (%)
B	3	2.78	34	1.75	7.24	62.9	3.9
	9	2.54	38	1.66	6.68	65.4	4.5
	20	2.63	48	1.59	5.48	60.5	5.6
	25	2.65	32	1.80	8.28	67.9	3.1
	26	2.64	36	1.68	7.33	63.6	4.7
	29	2.70	32	1.30	8.18	48.1	9.8
	32	2.72	36	1.59	7.56	58.5	4.1
	39	2.44	30	1.54	7.87	63.1	5.7
	43	2.43	32	1.55	7.59	63.8	6.0
	44	2.54	42	1.74	5.91	68.5	4.2
	47	2.57	30	1.70	8.29	66.1	3.5
	49	2.58	36	1.56	7.17	60.5	5.4
	50	2.53	28	1.93	9.04	76.3	3.6
	54	2.69	44	1.69	6.11	62.8	6.9
	57	2.58	36	1.38	7.17	53.5	6.0
	59	2.54	32	1.81	7.70	71.3	5.8
	60	2.55	36	1.69	6.89	66.3	4.1
	64	2.55	42	1.75	6.07	68.6	5.2
	66	2.44	24	1.75	100.0	71.7	2.7
	72	2.30	30	1.66	7.67	72.2	6.7
	74	2.07	30	1.29	6.68	62.3	8.9
	78	2.33	26	1.67	8.63	71.7	3.3
	79	2.45	36	1.35	6.81	55.1	4.2
	81	2.44	30	1.13	8.18	46.3	7.0
	86	2.34	30	1.58	7.80	67.5	5.2
	87	2.29	28	1.49	7.90	65.1	4.5
	88	2.33	26	1.47	8.96	63.1	4.8
	93	2.04	38	1.17	5.37	57.4	11.9
	96	2.04	30	1.21	6.58	59.3	7.5
	107	2.43	38	1.48	6.39	60.9	4.9
	125	2.14	38	1.14	5.63	53.3	6.7
	137	1.79	36	1.00	4.97	55.9	10.2
	143	2.20	30	1.36	7.33	61.8	6.2
	155	2.07	38	9.4	5.31	45.4	9.9
	158	1.90	32	1.09	5.94	57.4	7.4
	162	2.12	28	1.25	7.57	59.0	9.1
	170	1.91	28	1.27	6.82	66.5	11.9
	187	2.28	30	1.39	7.60	61.0	4.2
	195	2.52	32	1.89	7.88	75.0	4.1
	203	2.50	38	1.80	6.41	72.0	5.4
	206	2.48	32	1.64	7.75	66.1	4.5
	210	2.66	32	1.78	8.31	66.9	3.1
	215	2.44	32	1.60	7.63	65.6	4.9
	226	2.62	46	1.67	5.70	63.7	5.7
	228	2.55	38	1.72	6.54	67.5	3.6
	233	2.63	40	1.51	6.58	57.4	5.6
	236	2.56	30	1.70	8.53	66.4	4.5
	248	2.45	36	1.89	6.81	77.1	4.4
	256	2.43	30	1.52	7.84	62.6	4.2
	263	2.53	36	1.53	7.03	60.5	6.9
	274	2.56	36	1.56	7.11	60.9	6.4
	278	2.56	36	1.47	7.11	57.4	6.4
	280	2.36	30	1.71	7.61	72.5	5.2
	281	2.46	28	1.78	8.48	72.4	3.8
総 括		1.79~ 2.42 ~2.78	24.0~ 33.7 ~48.0	9.4~ 1.54 ~1.93	4.97~ 7.24 ~100.0	45.4~ 63.4 ~77.1	2.7~ 5.7 ~12.0

表一三 胸高直径べつの樹高、枝下高、幹材積および用材利用率

林分	胸 高 直径階 (cm)	供試木 本 数 (本)	平均樹高 (m)	樹高範囲 (m)	平均 枝下高 (m)	枝下高範囲 (m)	完満度 (H/D)	幹 材 積 (I=II+III+IV) (m³)	枝下高 までの 幹材積 (II) (%)	枝下上部から 丸太径8cm までの幹材積 (III) (%)	梢頭部材積 (IV) (%)	枝条材積 (%)
A	34	1	2.22	2.22~2.32	1.51	1.30~1.63	6.53	1.1756	9.33	6.4	0.3	4.8
	36	5	2.26	2.22~2.49	1.48	1.07~1.83	6.37	1.1110	9.12	8.4	0.4	5.2
	38	6	2.23	2.00~2.49	1.44	1.07~1.83	5.87	1.2562	8.90	10.7	0.4	6.3
	40	5	2.28	2.02~2.44	1.40	1.22~1.70	5.71	1.4858	8.83	11.3	0.4	6.3
	42	3	2.34	2.30~2.41	1.49	1.40~1.52	5.57	1.5192	9.02	9.6	0.2	6.6
	44	2	2.46	2.35~2.57	1.57	1.49~1.64	5.54	1.6418	9.08	8.8	0.4	6.7
	46	2	2.34	2.29~2.39	1.37	1.35~1.39	5.09	2.0286	8.75	12.3	0.3	8.3
	48	5	2.47	2.31~2.60	1.67	1.54~1.75	5.34	2.0282	9.32	6.6	0.2	6.1
	50	4	2.28	2.15~2.43	1.34	1.30~1.39	4.55	1.9880	8.46	15.2	0.2	8.3
	総 括	33	2.31		1.43		5.60	15.660	8.96	10.1	0.3	6.5
B	24	1	2.44	2.33~2.53	1.75	1.47~1.67	100.0	0.5419	9.39	5.1	1.0	2.7
	26	2	2.33	2.23~2.43	1.57	1.25~1.93	8.80	0.5613	9.13	7.8	1.0	4.1
	28	5	2.26	2.04~2.57	1.54	1.13~1.71	7.96	0.6223	9.04	8.6	0.9	6.6
	30	12	2.34	2.04~2.70	1.48	1.09~1.89	7.67	0.7551	8.85	10.8	0.7	5.7
	32	9	2.48	2.19~2.72	1.61	1.00~1.89	7.70	0.9266	8.94	10.1	0.6	5.4
	34	1	2.78	2.63~2.88	1.75	1.74~1.75	7.94	1.1144	9.25	6.8	0.7	3.9
	36	11	2.49	2.04~2.55	1.52	1.47~1.75	6.91	1.0667	8.74	12.0	0.5	5.7
	38	7	2.32	2.23~2.43	1.42	1.47~1.67	6.05	1.1801	8.72	12.3	0.4	6.7
	40	1	2.63	2.53~2.73	1.51	1.74~1.75	5.58	1.3366	8.78	11.8	0.4	5.6
	42	2	2.55	2.45~2.65	1.75	1.74~1.75	5.99	1.4468	9.18	8.0	0.3	4.7
総 括	44	1	2.69	2.59~2.79	1.69	1.74~1.75	6.11	1.4353	9.23	7.4	0.4	6.9
	46	1	2.62	2.52~2.72	1.67	1.74~1.75	5.70	1.3164	9.04	9.2	0.4	5.7
	48	1	2.63	2.53~2.73	1.59	1.74~1.75	5.48	1.8851	8.78	11.9	0.2	5.6
	総 括	54	2.42		1.54		7.24	0.9657	8.89	10.5	0.6	5.7

1-2 用材利用率

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表-4に示す。梢頭材積と枝条材積の合計は約2.28~2.19 m³/haで、幹材積に換算すると約7%程度にあっており、すでに調査したカラマツ造林木が約10%であったのにくらべると若干小さい。

表-4 林分べつ用材利用率

林分	全幹材積 (I=II+III+IV)	枝下高までの 幹材積 (II)		枝下上部から丸太径 8cmまでの幹材積 (III)		梢頭部材積 (IV)		枝条材積	
	m³/ha	m³/ha	%	m³/ha	%	m³/ha	%	m³/ha	%
A	33.5315	3.00442	8.96	3.3867	10.1	1.006	0.3	2.1795	6.5
B	31.4646	2.79720	8.89	3.3038	10.5	1.888	0.6	2.0137	5.7

1-3 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4m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表-5に示した。

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

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30cm以上の素材ではその1番玉で曲が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30~18cmの素材では、同様に1番玉で曲が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番玉で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。

表-5 調査平角本数

林分	胸径範囲 (cm)	丸太径級 (cm)	採材位置 (番玉)	調査本数 合計	採材位置べつ調査本数			
					一番玉	二番玉	三番玉	四番玉
A	47~50	44~30	1~3	23	10	10	3	
	"	30~19	3~4	10			6	4
	"	44~19	1~4	33	10	10	9	4
	34~38	32~30	1	9	9			
	"	30~18	1~4	26	4	12	9	1
	"	32~18	1~4	35	13	12	9	1
	"	44~30	1~3	32	19	10	3	
	"	30~18	1~4	36	4	12	15	5
	"	44~18	1~4	68	23	22	18	5
B	34~48	36~30	1~2	21	17	4		
	"	30~22	1~4	39	5	18	14	2
	"	36~22	1~4	60	22	22	14	2
	25~32	30~	—	0				
	"	30~20	1~3	44	23	19	2	
	"	36~30	1~2	21	17	4		
	"	30~20	1~4	83	28	37	16	2
	"	36~20	1~4	104	45	41	16	2
A+B	25~50	44~30	1	36				
			2	14				
			3	3				
			1~3	53				
			1	32				
			2	49				
			3	31				
			4	7				
			1~4	119				
		30~18	1	68				
			2	63				
			3	34				
			4	7				
			1~4	172				
		44~18	1	68				
			2	63				
			3	34				
			4	7				

表 - 6 素 材

林 分	胸径範囲 (cm)	丸太径級 範 囲 (cm)	採材位置 (番 玉)	欠 点 因									
				曲りに関する等級								節に	
				1		2		3		4		1	
				n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
A	47~50	30	1~3	11	47.8			7	30.4	5	21.7	12	52.2
	47~50	30~19	3~4	7	70.0	3	30.0						
	34~38	30~	1			1	11.1	1	11.1	7	77.8	9	100.0
	34~38	30~18	1~4	12	46.2	12	46.2	2	7.7			9	34.6
	34~50	30~	1~3	11	34.4	1	3.1	8	25.0	12	37.5	21	65.6
	34~50	30~18	1~4	19	52.8	15	41.7	2	5.6			9	25.0
B	34~48	30~	1~2	2	9.5	2	9.5	8	38.1	9	42.8	18	85.7
	34~48	30~22	1~4	14	35.8	17	48.6	6	15.4			6	15.4
	25~32	30~	—										
	25~32	30~22	1~3	6	13.7	26	59.1	12	27.3			23	52.3
	25~48	30~	1~2	2	9.5	2	9.5	8	38.1	9	42.9	18	85.7
	25~48	30~22	1~4	20	24.1	45	54.2	18	21.7			29	34.9
総 括 (A+B)	25~50	30~	1	4	11.1	1	2.8	13	36.0	18	49.9	36	100.0
			2	8	57.1	2	14.3	2	14.3	2	14.3	3	21.4
			3	1	33.3			1	33.3	1	33.3		
			総 括	13	24.5	3	5.7	16	30.2	21	39.6	39	73.6
	25~50	30~18	1	2	6.2	18	56.2	12	37.4			32	100.0
			2	16	32.6	27	55.1	6	12.2			6	12.2
			3	17	54.9	12	38.8	2	6.5				
			4	4	57.1	3	42.8						
			総 括	39	32.8	60	50.4	20	16.8			38	31.9

品 等

子														調査本数
関する等級						総合等級								
2		3		4		1		2		3		4		
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
4	17.4	3	13.0	4	17.4	3	13.0	4	17.4	8	34.8	8	34.8	23
1	10.0	9	90.0					1	10.0	9	90.0			10
								1	11.1	1	11.1	7	77.8	9
5	19.2	12	46.2			1	3.8	17	65.4	8	30.8			26
4	12.5	3	9.4	4	12.5	3	9.4	5	15.6	9	28.1	15	46.9	32
11	30.6	16	44.4			1	2.8	18	50.0	17	47.2			36
		1	4.8	2	9.5	1	4.8	1	4.8	9	42.8	10	47.6	21
10	25.6	23	58.9					12	30.8	27	69.2			39
														0
12	27.3	9	20.5			2	4.5	21	47.7	21	47.7			44
		1	4.8	2	9.5	1	4.8	1	4.8	9	42.9	10	47.6	21
22	26.5	32	58.6			2	2.4	33	39.8	48	57.8			83
						4	11.1	1	2.8	13	36.0	18	49.9	36
4	28.6	3	21.4	4	28.6			5	35.7	4	28.6	5	35.7	14
		1	33.3	2	66.6					1	33.3	2	66.6	3
4	7.5	4	7.5	6	11.3	4	7.5	6	11.3	18	33.9	25	47.2	53
						2	6.2	18	56.2	12	37.4			32
26	53.0	17	34.7			1	2.0	26	53.0	22	44.9			49
7	22.6	24	77.5					7	22.6	24	77.5			31
		7	100.0							7	100.0			7
33	27.7	48	40.3			3	2.5	51	42.9	65	54.6			119

1-4 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、図-1に示すようにそれぞれの丸太の樹心部分から、厚さ12cm×幅21cm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としたためである。

1-4-1 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表-7に示した。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、それぞれ図-2、3および図-4に示した。

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受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、図-4に示すように、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高い。

図-1 供試丸太の木取り法

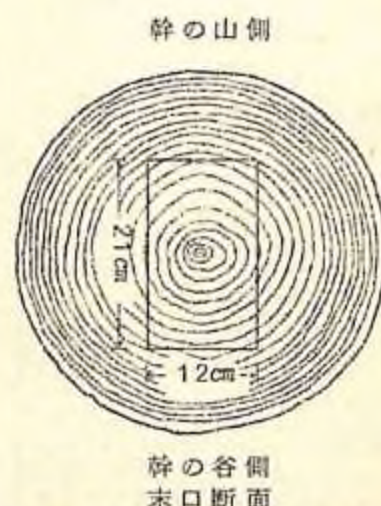


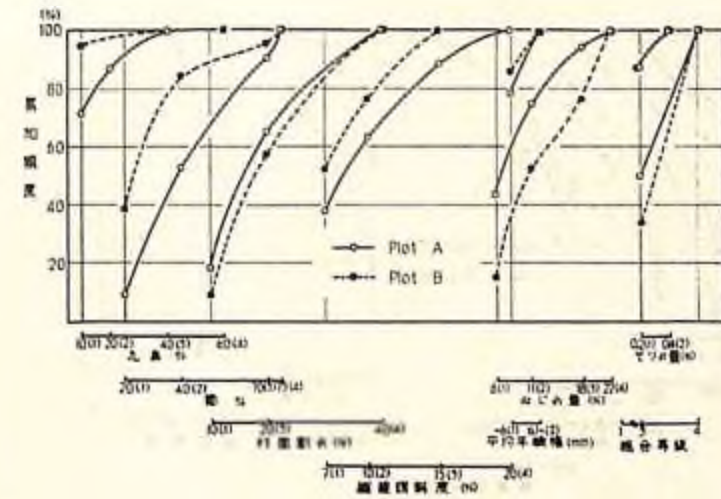
表-7 平角材の各欠点因子による品等およびこの欠点因子を総括した製品の品等区分

林分	胸 径 (cm)	丸太径 範 围 (cm)	採材位置 (番 玉)	欠 点 因 子																											
				丸 身 に 関 す る 等 級								節 に 関 す る 等 級								割 れ の 等 級						繊 維 傾 斜 の 等 級					
				特 等		1 等		2 等		3 等		特 等		1 等		2 等		3 等		1 等		2 等		3 特		特 等		1 等			
				n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
A	47~50	30~	1~3	18	78.1	3	13.0	2	8.7					9	39.1	12	52.1	2	8.7	5	21.7	12	52.1	6	26.0	7	30.4	7	30.4		
		30~19	3~4	4	40.0	1	10.0			5	50.0			5	50.0	5	50.0			2	20.0	6	60.0	2	20.0	1	10.0	5	50.0		
		19~	1~4	22	66.7	4	12.1	2	6.1			5	15.1			14	42.4	17	51.5	2	6.1	7	21.2	18	54.5	8	24.2	8	24.3	12	36.4
		34~38	30~	5	55.5	2	22.2	2	22.2					3	33.3	5	55.5			1	11.1	1	11.1	3	33.3	5	55.5	4	44.4	2	22.2
		30~18	1~4	8	30.7	6	23.0	3	11.5	3	30.7	4	3.8			18	69.3	8	30.7			3	11.5	16	61.4	7	26.8	13	49.9	9	34.5
		18~	1~4	13	37.1	8	22.9	5	14.3	8	22.9	1	2.9	3	8.6	23	65.7	8	22.9	1	2.9	4	11.4	19	54.3	12	34.3	17	48.6	11	31.4
		30~	1~3	23	71.9	5	15.6	4	12.5					3	9.4	14	43.8	12	37.5	3	9.4	6	18.8	15	46.9	11	34.3	12	37.5	8	25.0
		30~18	1~4	12	33.3	7	19.4	3	8.3	14	38.9			23	63.9	13	36.1			5	13.9	22	61.1	9	25.0	14	38.9	14	38.9		
		18~	1~4	35	51.5	12	17.6	7	10.3	14	20.6	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		
B	34~48	30~	1~2	20	95.2			1	4.8			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		
		30~22	1~4	26	66.6	1	2.6	6	15.4	6	15.4	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		
		22~	1~4	46	76.7	1	1.7	7	11.7	6	10.0	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		
		25~32	30~22	1~3	15	34.1	4	9.1	8	18.2	17	38.6	15	34.1	21	47.7	8	18.2			4	9.1	20	45.5	20	45.5	12	27.3	16	36.4	
		30~	1~2	20	95.2			1	4.8			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		
		30~22	1~4	40	48.2	6	7.2	14	16.9	23	27.7	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		
		22~	1~4	60	57.7	6	5.8	15	14.4	23	22.1	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		
A + B	25~50	30~	1	30	83.1	2	5.5	4	11.1			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		
			2	12	85.7	1	7.1	1	7.1					6	42.8	7	50.0	1	7.1	3	21.4	7	50.4	4	28.6	6	42.8	2	14.3		
			3	1	33.3	2	66.6									2	66.6	1	33.3	2	66.6	1	33.3				2	66.6			
		30~18	1~3	43	81.1	5	9.4	5	9.4			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		
			1	14	43.7	3	9.4	4	12.5	11	34.3	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		
			2	23	46.9	8	16.3	8	16.3	10	20.4	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		
			3	13	41.9	2	6.4	5	16.1	3	32.2	4	3.2			14	45.1	17	54.7			3	9.7	18	58.0	10	32.2	7	22.5	15	48.3
			4	2	28.6					4	57.1	1	14.2			4	57.1	3	42.8			4	57.1	3	42.8			2	28.6	2	28.6
			1~4	52	43.7	13	10.9	17	14.3	35	29.4	2	1.7	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
		18~	1	44	64.7	5	7.4	8	11.8	11	16.2	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		
			2	35	55.5	9	14.3	9	14.3	10	15.9	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		
			3	14	41.2	4	11.8	5	14.7	3	29.4	4	2.9			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	2	28.6					4	57.1	1	14.3			4	57.1	3	42.8			4	57.1	3	42.8			2	28.6	2	28.6
			1~4	95	55.2	18	10.5	22	12.8	35	20.3	2	1.2	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

表-7 (つづき)

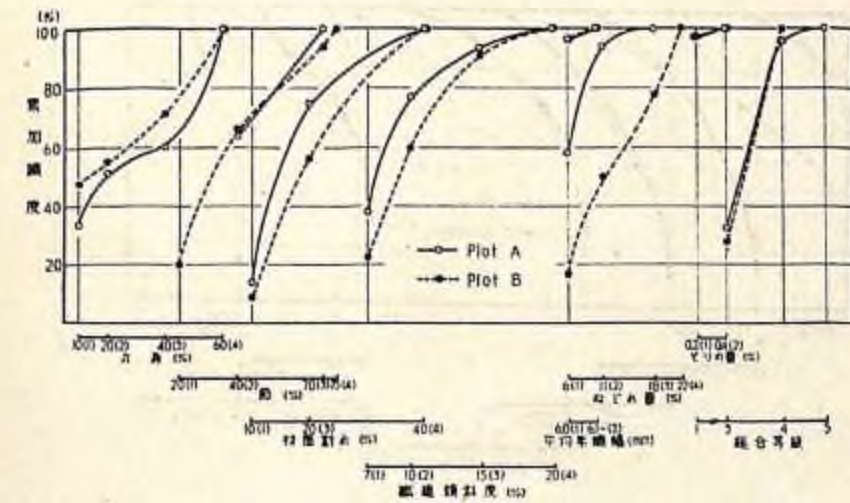
林分	胸径 (cm)	丸太径 範囲 (cm)	欠点因子														製品の総合等級										調査本数						
			繊維傾斜の等級				平均年輪幅				ねじれに関する等級						そりに関する等級																
			2等		3等		特等		1等		特等		1等		2等		3等		特等		1等		特等		1等			2等		3等		等	
			n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		n	%	n	%	n	%
A	47~50	30~	5	21.7	4	17.4	17	73.8	6	26.0	9	39.2	7	30.4	5	21.7	2	8.7	21	91.1	2	8.7					12	52.1	11	47.7	23		
		30~19	1	10.0	3	30.0	9	90.0	1	10.0	6	60.0	3	30.0			1	10.0	9	90.0	1	10.0				2	20.0	8	80.0	10			
		19~	6	18.2	7	21.2	26	78.8	7	21.2	15	45.5	10	30.3	5	15.2	3	9.1	30	90.9	3	9.1				14	42.4	19	57.6	33			
		34~38	3	33.3			9	99.9			5	55.5	3	33.3	1	11.1			7	77.7	2	22.2				4	44.4	5	55.5	9			
		30~18	4	15.4			26	100.0			15	57.6	10	38.4	1	3.8			26	100.0						10	38.5	3等 15	57.7	4等 1	3.8	26	
		18~	7	20.0			35	100.0			20	60.0	13	34.3	2	5.7			33	94.3	2	5.7				14	40.0	3等 20	57.1	4等 1	2.9	35	
		30~	8	25.0	4	12.5	25	78.1	7	21.9	14	43.8	10	31.3	6	18.8	2	6.2	28	87.5	4	12.5				16	50.0	16	50.0	32			
		30~18	6	16.7	2	5.6	35	97.2	1	2.8	21	58.3	13	36.1	2	5.6			35	97.2	1	2.8				12	33.3	3等 23	63.9	4等 1	2.8	36	
		18~	14	20.6	6	8.6	60	88.2	8	11.8	35	51.5	23	33.8	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	
B	34~48	30~	5	23.8			18	85.7	3	14.3	3	14.3	8	38.1	5	23.8	5	23.8	18	85.7	3	14.3					7	33.3	14	66.7	21		
		30~22	14	35.8	3	7.7	37	94.7	2	5.2			13	33.3	14	35.8	12	30.9	38	97.3	1	2.6				12	30.8	27	69.2	39			
		22~	19	31.7	3	5.0	55	91.7	5	8.3	3	5.0	21	35.0	19	31.7	17	28.3	56	93.3	4	6.7				19	31.7	41	68.3	60			
		25~32	30~22	12	27.3	4	9.1	44	100.0			14	31.8	16	36.4	8	18.2	6	13.6	43	97.7	1	2.3				10	22.7	34	77.3	44		
		30~	5	23.8			18	85.7	3	14.3	3	14.3	8	38.1	5	23.8	5	23.8	18	85.7	3	14.3				7	33.3	14	66.7	21			
		30~22	26	31.3	7	8.4	81	97.6	2	2.4	14	16.9	29	34.9	22	26.5	18	21.7	81	97.6	2	2.4				22	26.5	61	73.5	83			
22~	31	29.8	7	6.7	99	95.2	5	4.8	17	16.3	37	35.6	27	26.0	23	22.1	99	95.2	5	4.8				29	27.9	75	72.1	104					
A+B	25~50	30~	8	22.2	2	5.5	31	85.8	5	13.9	13	36.0	12	33.2	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	10	71.4	4	28.6	4	28.6	4	28.6	5	35.7	1	7.1	14	100.0						9	64.3	5	35.7	14			
					1	33.3	2	66.6	1	33.3			2	66.6	1	33.3			3	100.0						1	33.3	2	66.6	3			
		30~18	13	24.5	4	7.5	43	81.1	10	18.9	17	32.1	18	34.0	11	20.8	7	13.2	46	86.8	7	13.2				23	43.4	30	56.6	53			
			8	25.0	2	6.2	31	96.7	1	3.1	11	34.3	12	37.4	5	15.6	4	12.5	30	93.6	2	6.2				10	31.3	22	68.7	32			
			15	30.6	4	8.2	48	97.9	1	2.0	10	20.4	18	36.7	13	26.5	8	16.3	49	100.0						14	28.6	35	71.4	49			
			6	19.3	3	9.7	31	99.8			11	35.4	9	29.0	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	
			3	42.8			6	85.7	1	14.3	3	42.8	3	42.8			1	14.3	7	100.0						1	14.3	3等 5	71.4	4等 1	14.3	7	
			32	26.9	9	7.6	116	97.5	3	2.5	35	29.4	42	35.3	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	
		18~	16	23.5	4	5.9	62	91.1	6	8.8	24	35.3	24	35.3	10	14.7	10	14.7	59	86.7	9	13.2				23	33.8	45	66.2	68			
			20	31.7	5	7.9	58	92.0	5	7.9	14	22.2	22	34.9	18	28.6	9	14.3	63	100.0						23	36.5	40	63.5	63			
			6	17.6	4	11.8	33	97.0	1	2.9	11	32.3	11	32.3	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	
			3	42.8			6	85.7	1	14.3	3	42.8	3	42.8			1	14.3	7	100.0						1	14.3	3等 5	71.4	4等 1	14.3	7	
			45	26.2	13	7.6	159	92.4	13	7.6	52	30.2	60	34.9	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	

図-2-1 産地べつ製材品の品等* (丸太径級30cm程度の素材から木取った平角製品)



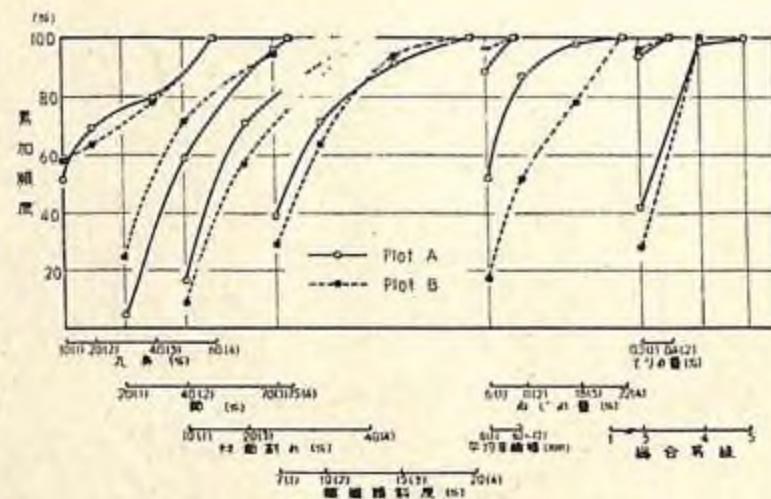
注 (1), (2), (3), (4): JASのそれぞれ特等, 1等, 2等, 3等をしめす。

図-2-2 産地べつ製材品の品等* (丸太径級30~18cmの素材から木取った平角製品)



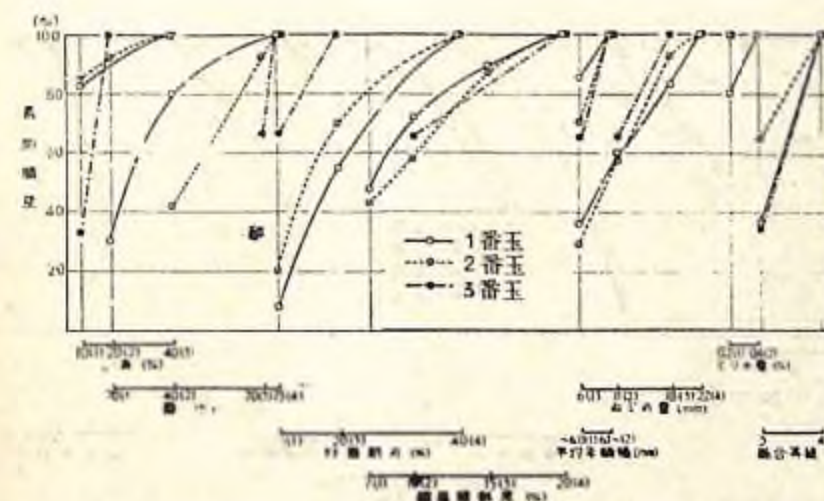
*: 図-2-1 注参照

図-2-3 産地べつ製材品の品等* (丸太径級18cm~の素材から木取った平角製品)



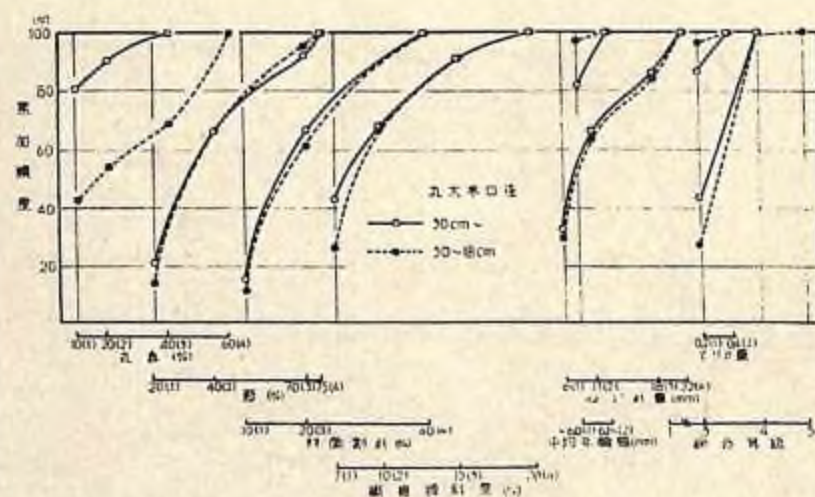
* : 図-2-1 注参照

図-4-1 素材の採材位置べつ製材品の品等* (丸太径級30cm~の素材から木取った平角製品)



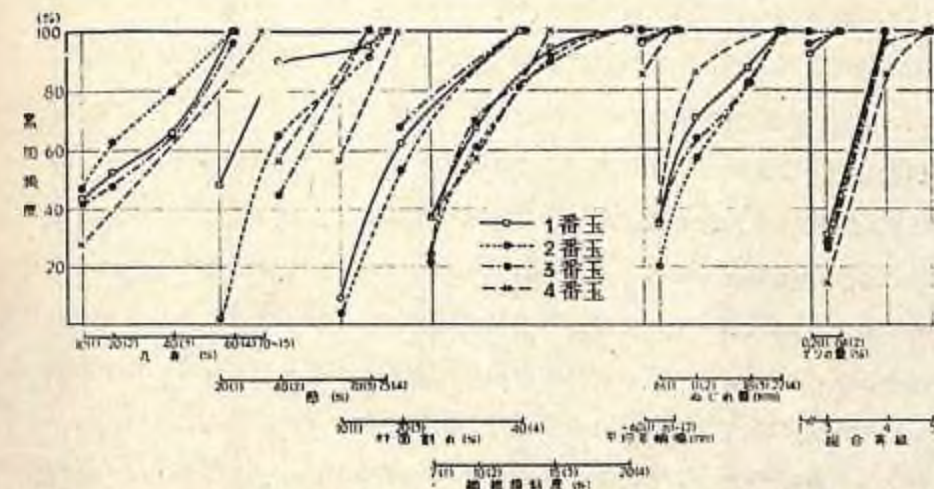
* : 図-2-1 注参照

図-3 丸太径級べつ製材品の品等*



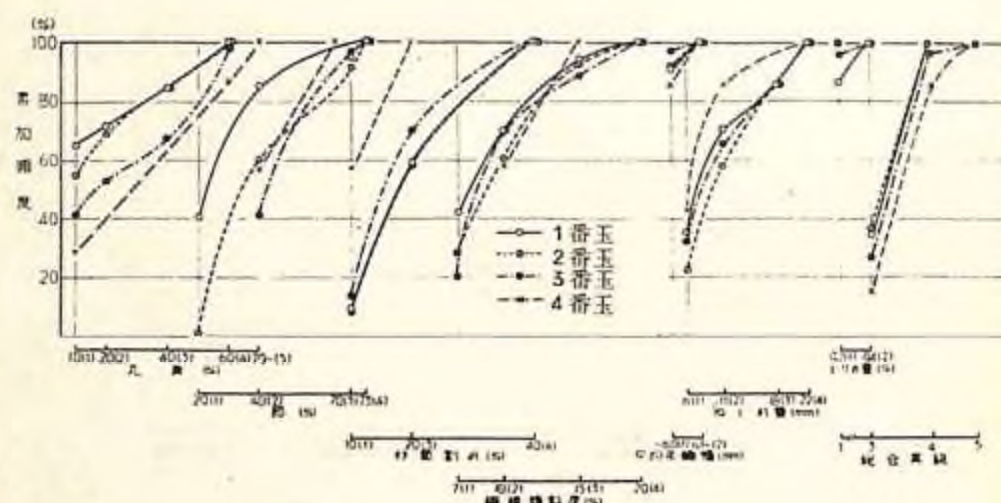
* : 図-2-1 注参照

図-4-2 素材の採材位置べつ製材品の品等* (丸太径級30~18cmの素材から木取った平角製品)



* : 図-2-1 注参照

図-4-3 素材の採材位置べつ製材品の品等* (丸太径級18cm~の素材から木取った平角製品)



* : 図-2-1 注参照

1-4-2 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についてとめ、その結果を表-8に示した。

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高く、集中節径比は41~60%の範囲にその出現度が最も高い。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。表-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高く、最大節径比が21~40%のものでは集中節径比が41~60%にその出現度が高い。

調査した平角材の、JASによる品等区分の結果を表-9にしめした。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。

これによると、JAS特等に相当する平角材は全数の10.5%、JAS1等に相当するものが42.4%、JAS2等に相当するものが40.7%、JAS3等に相当するもの

表-8 平角材の最大節径比と集中節径比のあらわれ方

丸太末口径 範 囲	最大節径比 (B) % 集中節径比 (A) %	~20		~40		~60		~80		合 計	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
30cm~	~ 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	11	20.8	29	54.7	12	22.6	1	1.9	53	100.0
30~18cm	~ 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	56.5
	~ 80	2	1.7	6	5.0	17	14.3	1	0.8	26	21.8
	~ 100			2	1.7	2	1.7	1	0.8	5	4.2
	合 計	18	15.1	62	52.1	37	31.1	2	1.7	119	100.0
18cm~	~ 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
	~ 100			4	2.3	3	1.7	2	1.2	9	5.2
	合 計	29	16.9	91	52.9	49	28.5	3	1.7	172	100.0

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、これに対して、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。

表一9 心もち平角材の最大節径比と集中節径比と等級との関係

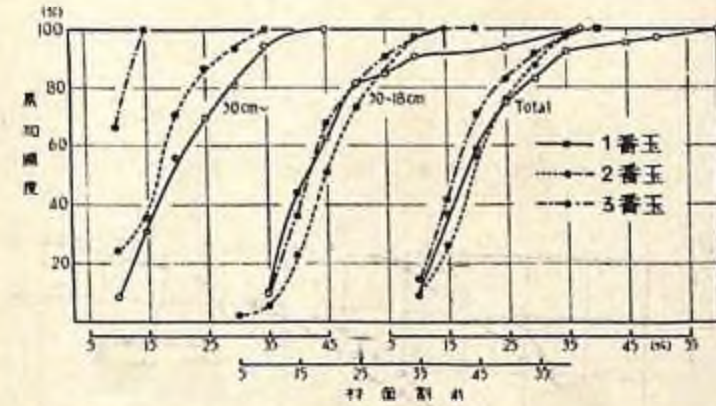
丸口 太範 末間	最大節徑比等級 番玉 集中節 徑比等級 ※1:※2	特等:~20%			1等:~40%				2等:~70%				3等:71%~				總括	出現數				
		合計			合計				合計				合計									
		1	2	3	1	2	3	4	合計	1	2	3	4	合計	1	2			3	4	合計	
30cm	特等	7			7				5												7	12
	~30%:~40%	636			132	238			94												(132)	(226)
	1等	5			3	10	4		17												17	22
	~50%:~60%	273			57	476	500		321												(321)	(415)
	2等	1			1	4			8												15	15
50~ 18mm	~80%:~80%	91			19	190	500		151												(283)	(283)
	3等				2				2												4	4
	81%:~81% 總括				95				38												(75)	(75)
	總括	11			7(132)	21	8		22(415)												75	53
																					4(75)	
50~ 18mm	特等	11			11	3	2		6												11	17
	~30%:~40%	611			92	214	65		50												(92)	(143)
	1等	4			4	9	23		45												45	56
	~50%:~60%	222			34	643	719		378												(378)	(471)
	2等	3			3	1	6		14												39	39
50~ 18mm	~80%:~80%	167			25	71	194		118												(328)	(328)
	3等								2												7	7
	81%:~81% 總括								17												(59)	(59)
	總括	18			11(92)	14	32	13	4	51(428)											7	119
																					59	
總括	特等	18			18	8	2		11												18	29
	~30%:~40%	621			105	229	50		64												(105)	(169)
	1等	7			7	19	27		62												62	78
	~50%:~60%	241			41	543	675		360												(360)	(453)
	2等	4			4	5	10		22												54	54
總括	~80%:~80%	138			23	143	250		128												(314)	(314)
	3等								4												11	11
	81%:~81% 總括								23												(64)	(64)
	總括	29			18(105)	35	40	13	4	73(424)											64	172
																					11(64)	

※1 中央1/3区間 ※2 両端1/3区間

(2) 材面割れ

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に収縮しう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、割れの発生の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図一5にしめた。

図一5 丸太径級べつ採材位置べつ心もち平角材の材面割れ



これからあきらかなように、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多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図一6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きらかに認められていることである。この関係は図一6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認められており、いずれの丸太径級についてもPlot A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

図-6-1 丸太末口径30cm〜から木取った心もち平角材のねじれ量

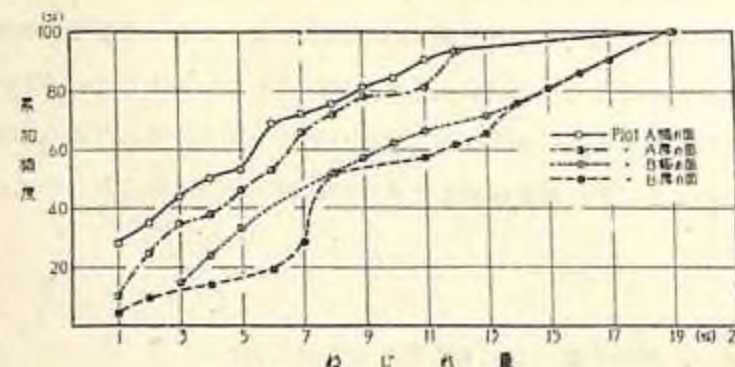
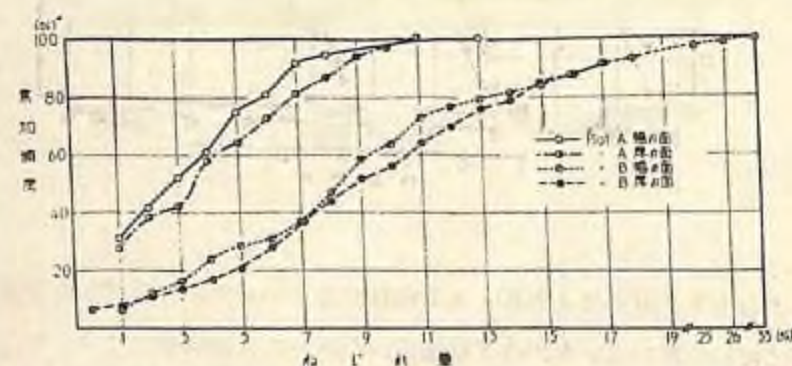


図-6-2 丸太末口径30cm〜18cmから木取った心もち平角材のねじれ量

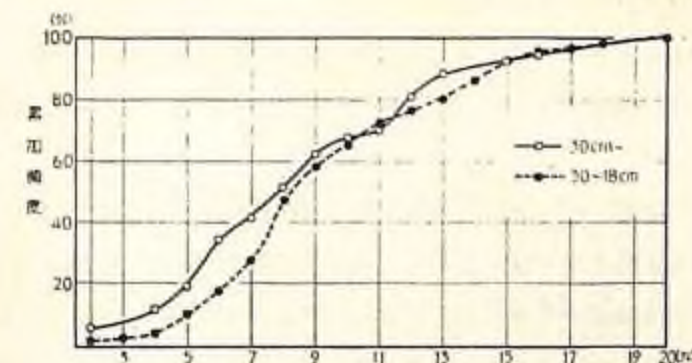


太径級の小さいものから採材した平角材のねじれが概して小さいが、Plot BにおいてはPlot Aにくらべて丸太径級の小さいものの比率が高いにもかかわらず、そのねじれ量が多いことはPlot Aで丸太径級の小さいものにねじれ量が小さいことと矛盾しており、丸太径級とねじれ量との関係が林分によって異なることについては後の項において検討した。

(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図-7 にしめた。構造用材としてアカマツ材に規定されている（建築学会：木構造設計規準，1967，上

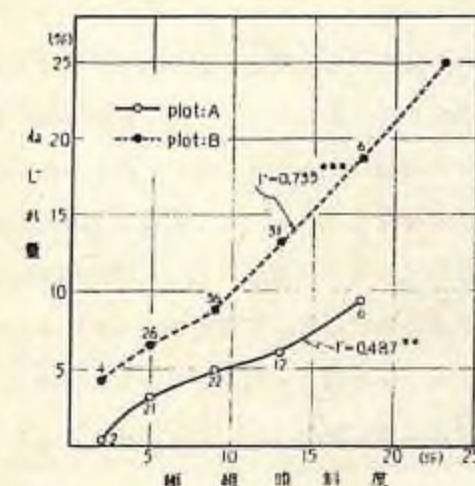
図-7 丸太径級べつ心もち平角材の繊維傾斜度



級構造材）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に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%，JAS1等（繊維傾斜度10%以下）の出現率は約70%であるが、JAS3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もまれる。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図-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の角材について比較すると図-8にしめすよう

図-8 心もち平角材の繊維傾斜度（中央区間）と平均ねじれ量との関係

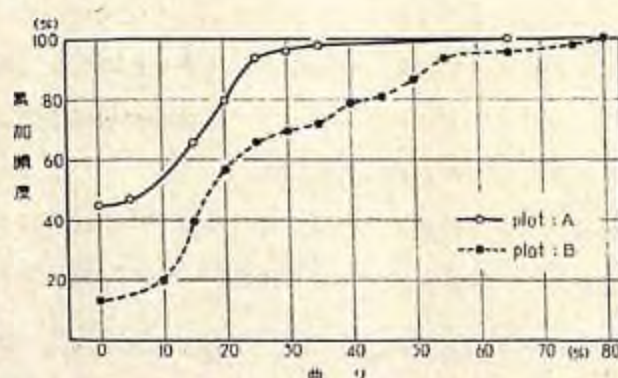


に、正の相関が認められ、その相関係数は Plot A の角材で $r = 0.487$ 、Plot B の角材で $r = 0.735$ であった。

図-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、図-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のにかかわらず、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がり量の差がある。素材の曲がり量は図-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

図-9 林分べつ素材の曲り

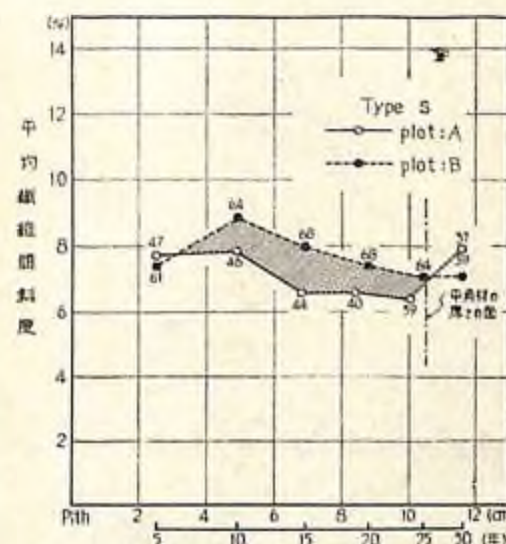


うに曲がりのある樹体の内部には、圧縮あて材の発生する確率も高く、また、内部における応力分布も正常の場合と異なることや、また、曲がりのために髄から外側へ向かっての繊維傾斜の変化がより複雑になることが考えられる。両林分の試料における繊維傾斜度がほとんど同じであると考えた場合でも、このような素材の曲がりの影響が考えられるわけであるが、遺伝的にみて両林分が異なった繊維傾斜度をもつものとするれば、それにたいする曲がりの影響の解析はさらに複雑なものになるだろう。

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 1.05 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図-10 にしめす

図-10 齢階べつ平均繊維傾斜度の変化



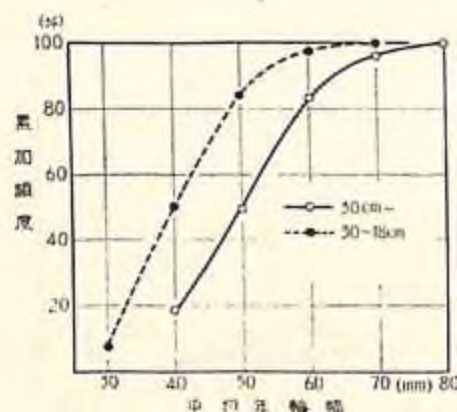
うに、Plot A の角材は Plot B のものにくらべて、樹心からその外側にむかって、1.05 cm の距離では、その繊維傾斜度の値がやや小さい値を与えている。

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。

(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（前出）の高級構造材および 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。幼令時に比較的、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、図-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

図-11 丸太径級べつ心もち平角材の平均年輪幅

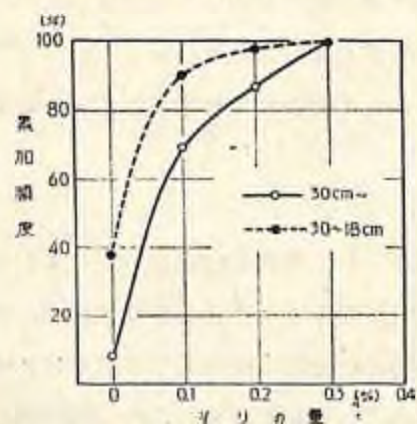


とくに肥大成長のよい場合を除いては、アカマツ材について重要な品等の制限因子にはならないようにおもわれる。

(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、本報の調査結果は図-12に示すように、この制限以下の角材の累加頻度が約95%

図-12 丸太径級べつ心もち平角材のそりの量



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、図-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高い。

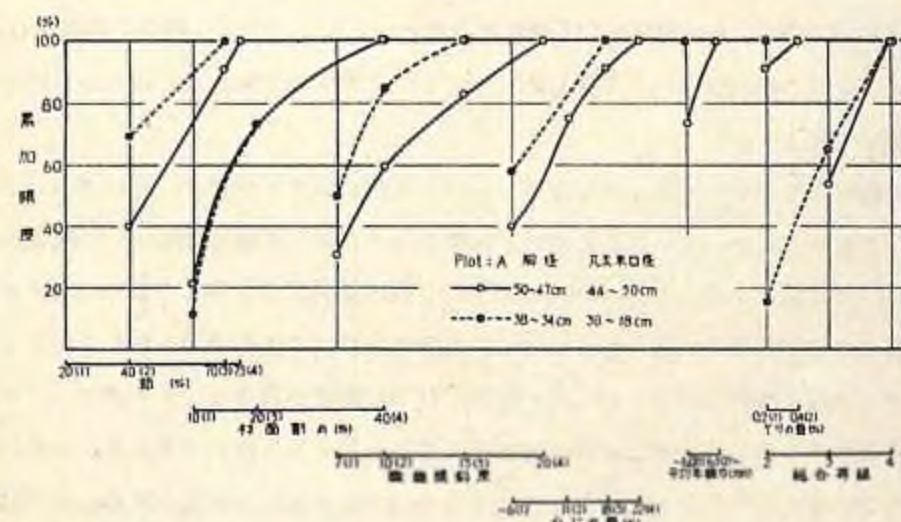
1-5 成長の良否と品質との関係

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、同樹令の林分内では、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、表-2に示したように、ことなっているため、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表5~7に示すようにことなっている。

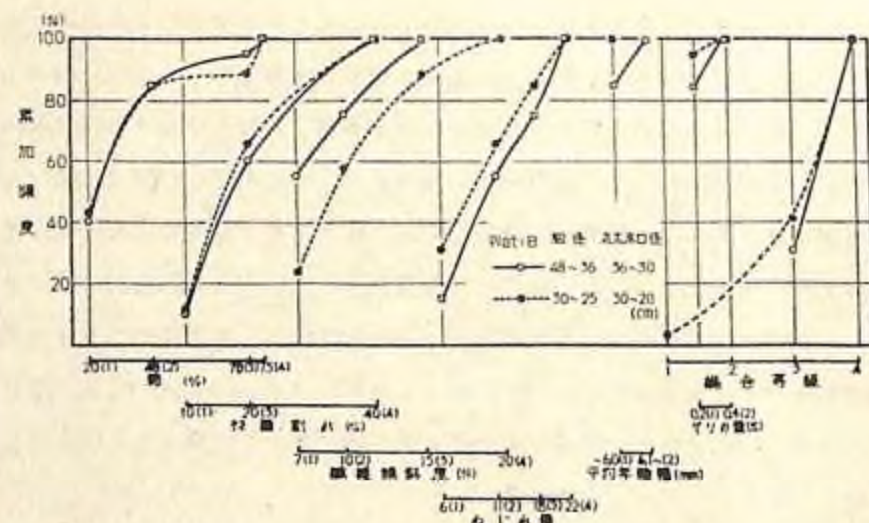
取り上げた欠点因子は、節, 材面割れ, 繊維傾斜度, ねじれ量, そりの量などである。丸身は丸太径級の小さいものには、当然より多く認められるものであり、他の材質指標とはその意味が異なるのでここでの検討から除いた。以上の取り上げた欠点因子が、上述のグループごとにどのような現われ方をするか、A, BのPlotごとに示したのが図-13, 14である。

図-13 成長の良否べつ心もち平角材の品等*



* : 図-2-1 注参照

図-14 成長の良否べつ心もち平角材の品等*



* : 図-2-1 注参照

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%の点で若干異なっているほかは、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図-10でしめしたように、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量の関係の仕方の程度が異なり、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図-2-1で、丸太径級30cm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、図-13および図-14にしめすように、A、B両plotとも、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。

1-6 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、つぎのとおりである。

- (1) 素材品等については、曲が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高いので、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、曲が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、曲材についても、2~3番玉の位置は比較的通直性が高いので、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高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。

2. アカマツ造林木の基礎材質

木材の基礎材質のいくつかの材質指標が、どのような変動を示すか検討することは、すでに述べた用材品質の指標の意義づけをするために必要である。ここでは容積密度、収縮性能、強度性能などの指標が、生長の良否と関連してどのように変動するか検討した。前項のB林分の中から、大径木3本、小径木3本を取り出した。その供試木の概要を表-10示した。

表-10 供試木の概要

供試木の層別	供試木の番号	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	枝下高 (m)	枝下高率 (%)	完熟度 H/D (%)	枝条率 (%)
大径木群	9	25.4	38	1.66	6.54	66.8	4.5
	54	26.9	44	1.69	6.28	61.1	6.9
	107	24.3	38	1.48	6.09	63.9	4.9
小径木群	50	25.3	28	1.93	7.63	90.4	3.6
	66	24.4	24	1.75	7.17	100.0	2.7
	81	24.4	30	1.13	4.63	81.8	7.0
総括		24.3~ 25.1 ~26.9	24~ 34 ~44	1.13~ 1.61 ~1.93	4.63~ 6.39 ~7.63	61.1~ 77.3 ~100.0	2.7~ 4.9 ~7.0

これらの供試木について幹材部における枝の枯上りの軌跡を求め、その内側を樹冠材、外側を枝下材として区分した。既往の研究結果から、前者を未成熟材、後者を成熟材にほぼ等しいとすることができる。

2-1 供試木の概要と試験方法

収縮率の試験片はJIS Z 2103, 縦圧縮試験片はJIS Z 2111にしたがって円板の山谷2方向において樹心から外側へ連続して採取し、上述のそれぞれの試験法にしたがって試験した。

2-2 結果と考察

大径木と小径木における枝下材、樹冠材の量を表-11に示した。これによると大径木では樹冠材の部分がはつきりと多くなっていることがわかる。

また、枝下材を無節部分と死節をもつ部分とに分けて、その各々の量をグループべつに示しているが、これによると、その部分の全体に対する割合はほぼ同じであるが、絶対量として無節部分は小径木グループが多い。しかし、また樹冠材の絶対量も多いので、与えられたある大きさの心持ちの平角などを採材する場合には、当然節の品等が悪くなる。このことは前項で述べた結果と一致する。

表-11 枝下材と樹冠材の材積

供試木の層別	供試木番号	枝下材						樹冠材		全樹幹
		無節材		死節材		合計				
		m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	
大径木群	9	0.3293	25	0.3999	30	0.7292	55	0.5996	45	1.3288
	54	0.4056	26	0.3980	26	0.8036	52	0.7512	48	1.5548
	107	0.3168	27	0.3663	32	0.6831	59	0.4678	41	1.1509
	平均	0.3506	26	0.3880	29	0.7386	55	0.6062	45	1.3448
小径木群	50	0.0986	14	0.2946	42	0.3932	56	0.3061	44	0.6993
	66	0.0793	16	0.1901	39	0.2694	55	0.2174	45	0.4868
	81	0.2550	31	0.1953	24	0.4503	55	0.3641	45	0.8144
	平均	0.1443	22	0.2267	34	0.3710	56	0.2959	44	0.6668
全供試木平均		0.2474	25	0.3074	30	0.5548	55	0.4510	45	1.0058

これらの2グループの試料について、上述の枝下材および樹冠材ごとの年輪幅、晩材率、容積密度、半径方向全収縮率、横断面気乾収縮異方度、軸方向全収縮率、縦圧縮強さ、弾性係数などの平均値を表-12~表-19に示した。このうち横断面気乾収縮異方度および軸方向全収縮率は、ねじれなどの狂いに関係のある指標として取上げた。

表-12 年輪幅の供試木の層べつおよび材部べつの比較

供試木の層別	供試木の番号	枝下材				樹冠材				全樹幹材			
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.
		個数	mm	mm	%	個数	mm	mm	%	個数	mm	mm	%
大径木群	9	28	3.0	1.14	37.3	49	4.7	1.30	27.4	77	4.1	1.48	35.9
	54	26	3.4	1.84	54.8	42	5.4	1.79	33.3	68	4.6	2.05	44.5
	107	31	3.0	1.00	32.7	37	4.7	1.37	29.0	68	4.0	1.47	37.1
	計	85	3.1	1.34	42.7	128	4.9	1.52	30.7	213	4.2	1.70	40.1
小径木群	50	23	2.2	1.32	58.9	34	3.8	1.38	36.4	57	3.2	1.54	48.8
	66	15	1.9	1.08	55.9	29	3.2	1.16	35.8	44	2.8	1.29	46.0
	81	21	2.6	0.86	33.4	30	3.5	1.04	30.2	51	3.1	1.06	34.2
	計	59	2.3	1.13	49.3	93	3.5	1.22	34.7	152	3.0	1.32	43.6
合計		144	2.8	1.32	47.4	221	4.3	1.57	36.1	365	3.7	1.66	44.4

表-13 晩材率の供試木の層別および材部べつの比較

供試木の層別	供試木番号	枝下材				樹冠材				全樹幹材			
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.
			%	%	%		%	%	%		%	%	%
大径木群	9	28	26.6	5.0	18.9	49	14.1	5.7	40.6	77	18.6	8.1	43.7
	54	26	23.0	4.8	20.7	42	14.7	5.7	38.7	68	17.9	6.7	37.4
	107	31	18.4	3.8	20.5	37	12.2	3.5	28.8	68	15.0	4.7	31.7
	計	85	22.5	5.7	25.1	128	13.7	5.2	38.1	213	17.2	6.9	40.0
小径木群	50	23	26.0	4.5	17.4	34	14.9	4.8	32.4	57	19.4	7.2	37.1
	66	15	21.4	3.8	17.9	29	15.7	4.0	25.5	44	17.6	4.8	27.0
	81	21	21.3	2.7	12.7	30	18.0	4.6	25.6	51	19.4	4.2	21.9
	計	59	23.2	4.3	18.8	93	16.1	4.6	28.8	152	18.9	5.7	30.1
合計		144	22.8	5.2	22.6	221	14.7	5.1	34.8	365	17.9	6.5	36.1

表-14 容積密度数の供試木の層別および材部べつの比較

供試木の層別	供試木番号	枝下材				樹冠材				全樹幹材			
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.
			Kg/m ³	Kg/m ³	%		Kg/m ³	Kg/m ³	%		Kg/m ³	Kg/m ³	%
大径木群	9	28	409	22.4	5.5	49	358	17.4	4.9	77	377	31.3	8.3
	54	26	352	16.6	4.7	42	338	15.8	4.7	68	343	17.4	5.1
	107	31	332	12.4	3.7	37	311	10.9	3.5	68	320	15.6	4.9
	計	85	363	37.5	10.3	128	338	24.5	7.2	213	348	32.8	9.4
小径木群	50	23	402	24.6	6.1	34	355	15.3	4.3	57	374	30.6	8.2
	66	15	379	19.3	5.1	29	359	11.4	3.2	44	366	17.4	4.8
	81	21	395	14.2	3.6	30	368	17.3	4.6	51	379	20.8	5.5
	計	59	394	21.8	5.5	93	360	15.9	4.4	152	373	24.6	6.6
合計		144	376	35.3	9.4	221	347	24.0	6.9	365	359	32.1	9.0

表-15 半径方向全収縮率の供試木の層別および材部べつの比較

供試木の層別	供試木番号	枝下材				樹冠材				全樹幹材			
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.
			%	%	%		%	%	%		%	%	%
大径木群	9	28	3.96	0.493	12.4	49	3.04	0.314	10.3	77	3.38	0.691	20.5
	54	26	2.72	0.398	14.6	42	2.30	0.269	11.7	68	2.46	0.380	15.4
	107	31	2.88	0.309	10.7	37	2.37	0.283	11.9	68	2.60	0.387	14.8
	計	85	3.18	0.680	21.4	128	2.61	0.531	20.4	213	2.84	0.658	23.2
小径木群	50	23	3.82	0.633	16.6	34	2.78	0.467	16.8	57	3.20	0.740	23.1
	66	15	3.93	0.593	15.1	29	3.34	0.447	13.4	44	3.54	0.570	16.1
	81	21	3.79	0.539	14.2	30	2.94	0.535	18.2	51	3.29	0.678	20.6
	計	59	3.84	0.584	15.2	93	3.01	0.534	17.7	152	3.33	0.684	20.6
合計		144	3.45	0.716	20.7	221	2.78	0.567	20.4	365	3.04	0.711	23.4

表-16 横断面気乾収縮率の供試木の層別および材部べつの比較

供試木の層別	供試木番号	枝下材				樹冠材				全樹幹材			
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.
			%	%	%		%	%	%		%	%	%
大径木群	9	28	2.14	0.198	9.3	49	2.39	0.295	12.3	77	2.30	0.291	12.6
	54	26	2.98	0.441	14.8	42	3.28	0.412	12.6	68	3.17	0.445	14.0
	107	31	2.82	0.355	12.6	37	2.94	0.302	10.2	68	2.89	0.330	11.4
	計	85	2.64	0.498	18.8	128	2.84	0.508	17.8	213	2.76	0.512	18.5
小径木群	50	23	2.44	0.409	16.8	34	3.21	0.519	16.2	57	2.90	0.609	21.0
	66	15	2.18	0.393	18.0	29	2.43	0.358	14.7	44	2.35	0.385	16.4
	81	21	2.15	0.321	14.9	30	2.56	0.464	18.1	51	2.39	0.434	18.1
	計	59	2.27	0.393	17.3	93	2.76	0.571	20.7	152	2.57	0.590	23.0
合計		144	2.49	0.492	19.7	221	2.81	0.535	19.1	365	2.68	0.541	20.2

表-17 軸方向全収縮率の供試木の層別および材部べつの比較

供試木の層別	供試木番号	枝下材				樹冠材				全樹幹材			
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.
			%	%	%		%	%	%		%	%	%
大径木群	9	28	0.23	0.092	40.9	49	0.31	0.106	34.1	77	0.28	0.109	38.8
	54	26	0.27	0.077	28.2	42	0.33	0.115	34.5	68	0.31	0.106	34.2
	107	31	0.18	0.045	24.5	37	0.28	0.103	36.5	68	0.24	0.095	40.3
	計	85	0.22	0.081	36.1	128	0.31	0.109	35.2	213	0.28	0.107	38.9
小径木群	50	23	0.18	0.048	26.0	34	0.22	0.052	24.1	57	0.20	0.053	25.9
	66	15	0.22	0.059	26.9	29	0.30	0.053	17.7	44	0.27	0.067	24.5
	81	21	0.20	0.042	21.2	30	0.23	0.041	17.9	51	0.21	0.044	20.4
	計	59	0.20	0.050	25.4	93	0.25	0.061	24.6	152	0.23	0.062	27.1
合計		144	0.21	0.071	33.3	221	0.28	0.097	34.3	365	0.26	0.094	36.8

表-18 縦圧縮強さの供試木の層別および材部別の比較

供試木の層別	供試木番号	枝下材				樹冠材				全樹幹材			
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.
			Kg/cm ²	Kg/cm ²	%		Kg/cm ²	Kg/cm ²	%		Kg/cm ²	Kg/cm ²	%
大径木群	9	21	431	43.7	10.1	64	333	38.4	11.5	85	357	58.0	16.3
	54	34	339	33.0	9.8	53	307	25.4	8.3	87	319	32.7	10.3
	107	28	331	23.0	6.9	42	283	23.6	8.4	70	302	33.4	11.1
	計	83	360	53.2	14.8	159	311	36.9	11.9	242	328	48.9	14.9
小径木群	50	18	436	35.5	8.2	27	358	34.9	9.8	55	383	50.5	13.2
	66	19	382	34.0	8.9	25	341	22.6	6.6	44	359	34.5	9.6
	81	24	393	41.0	10.4	31	351	35.9	10.2	55	369	43.1	11.7
	計	61	402	42.8	10.6	93	351	32.8	9.3	154	372	44.6	12.0
合計		144	378	53.3	14.1	252	326	40.5	12.4	396	345	51.9	15.1

表-19 弾性係数の供試木の層別および材部別の比較

供試木の層別	供試木の番号	枝下材				樹冠材				全樹幹材			
		n	\bar{x} $\times 10^3$ Kg/cm ²	δ $\times 10^3$ Kg/cm ²	C.V. %	n	\bar{x} $\times 10^3$ Kg/cm ²	δ $\times 10^3$ Kg/cm ²	C.V. %	n	\bar{x} 10^3 Kg/cm ²	δ 10^3 Kg/cm ²	C.V. %
大径木群	9	21	130	17.3	13.4	64	81.5	19.2	23.5	85	93.4	28.0	30.0
	54	34	84.7	18.9	22.3	53	71.6	14.6	20.5	87	76.1	19.9	26.2
	107	28	91.0	12.7	14.0	42	69.7	12.3	17.7	70	78.2	16.3	20.8
	計	83	98.2	24.9	25.3	159	75.0	16.9	22.5	242	83.0	22.8	27.4
小径木群	50	18	129	20.5	15.9	37	92.4	16.9	20.0	55	10.4	25.7	24.6
	66	19	117	18.3	15.6	25	87.9	18.5	17.7	44	100	22.1	22.0
	81	24	111	16.5	14.8	31	88.0	15.5	22.6	55	98.2	21.7	22.1
	計	61	118	19.4	16.4	93	89.7	18.2	20.3	154	101	23.3	23.1
合計		144	107	24.6	23.1	252	80.5	18.7	23.3	396	90.0	24.6	29.3

これらの表からあきらかになった点を述べると、つぎの通りである。

容積密度、縦圧縮強さ、および弾性係数など、枝下材が樹冠材より高く、また大径木グループと小径木グループでは、両材部とも後者でより高い。

また逆の関係が、横断面気乾収縮異方度および軸方向収縮率にみえる。

このことは、一般に未成熟材の多く含まれる材に割れ、ねじれなどの欠点が現われ易いことの裏付けになるといえる。

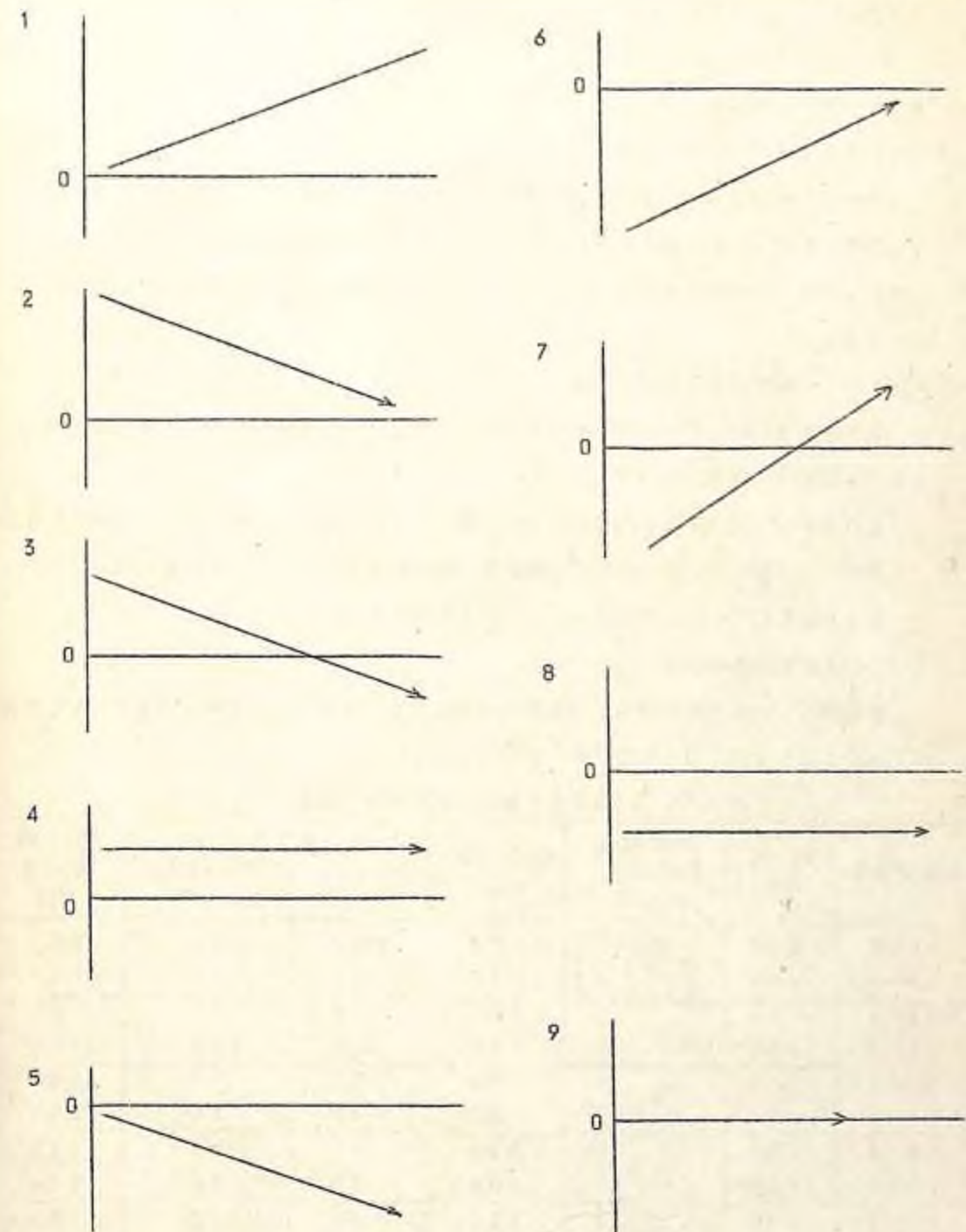
上述のことは、枝下材部が樹冠材部に比較して、用材としての材質がすぐれていることを示しているし、また小径木のグループが大径木のそれに比較してすぐれていることを示している。したがって、用材を対象として考えた場合、成長のよいもの、とくに、幼時に成長のよいものは基礎材質の面においてもより劣っているといえるわけである。

3. カラマツの繊維傾斜について

既往の研究（林試研報46182）によっても、カラマツ材の最も著しい欠点であるねじれの原因として繊維傾斜があることが知られている。カラマツの材質を考えるにあたって繊維傾斜は重要な指標である。この繊維傾斜が樹体内でどのように変動し、その量がどのようなものであるか検討することは重要なことである。

長野営林局管内国有林で採取した供試木200本から円板を採取し、髓から樹皮へむかってどのような変動を示すか検討を行なった。この結果、髓から樹皮へむかっての変動の型式は図-15に示したように、九つに分類できることがわかった。このうち、最も出現頻度の高い型式は、3で全体の55%を示していた。

図-15 カラマツに現われる繊維傾斜の型式*



注 0より上はB型下はZ型を示す。

また、未成熟材部で繊維傾斜度が大きく、後、樹皮へむかって減少する型式のものはS型（型式2および3）で68%を超えており未成熟材部において、一般にねじれなどの欠点が出易いことの原因の一つと考えられる。

4. カラマツ材の乾燥試験

4-1 丸太および角材について

カラマツの角材および丸太の人工乾燥を行なうには、どのような条件を与えればよいか、とくに温度、時間、割れ、あるいはねじれなどの欠点との関係について検討した。

また、乾燥のためにおきる狂いの防止をするために簡単な手法を試みたので、その結果についても報告する。

4-1-1 供試材および試験方法

供試丸太は長野営林局管内国有林から採材した供試木から長さ4mに木どったもので、丸太の元口直径は21~27cmである。

これらから、長さ160cmの丸太および長さ110cmの心持ち角材（10.5cm×10.5cm）を採取して試験に供した。与えた乾燥温度は乾球温度20℃、60℃、80℃、95℃、105℃の5組で、乾湿球温度差が6℃になる温度とした。

4-1-2 結果と考察

乾燥時間、温度と乾燥時間との関係は、温度が高くなるほど丸太および角材とも乾燥時間が短くなる（表-20および表-21）。

表-20 カラマツ丸太の乾燥時間、温度

試験材番号	円周 (cm)	乾球温度 (初期の温度) 差は6℃	初期含水率 (%)	乾燥時間		終了時 含水率 (%)
				生~30% まで	55%~30% まで	
60-2	69.0	20	57.8	280	274	15.2
138-1	69.0	(但し42hr まで26℃)	60.6	280	270	14.7
105-1	70.5	60	72.1	123	95	18.3
182-2	73.0	60	63.1	123	108	18.1
35-1	71.8	80	58.6	88	84	16.5
105-2	67.3	80	74.0	114	84	16.3
35-2	68.7	95	59.0	65	61	16.6
70-1	76.0	95	60.8	70	66	18.6
147-2	69.0	105	73.4	104	78	17.6
182-1	74.0	105	61.5	70	58	17.3

表-21 カラマツ正角材の乾燥時間、温度

試験材番号	寸法	乾球温度 (初期の温度) 差は6℃	初期含水率 (%)	乾燥時間			終了時 含水率 (%)
				生~20%	35%~20%	30%~20%	
103-1	cm cm 10.5×10.5	20	33.5	360	—	344	8.9
172-2			36.9	380	348	325	9.0
3-3		60	44.1	150	122	95	9.2
114-1			39.8	150	133	104	9.2
114-2		80	36.3	100	96	75	8.7
172-1			37.6	106	95	74	8.2
3-2		95	46.0	82	62	48	7.5
172-3			37.5	70	65	50	7.5
3-1		105	46.7	96	66	50	9.7
114-3			38.2	64	57	44	8.8

割れ：板材の場合と異なり、割れの発生が非常に多く、個々に測定することは不可能であったので、肉眼的な観察にとどめた。これによると一般に低い温度程、割れの発生が多い。また丸太の場合、とくに温度により割れの状態が異なり、低温では細いものが材面に非常に多数認められたが、80℃や105℃で乾燥したものでは数本の7~15mmの割れが試験材の全長にわたって発生していた。

ねじれ：丸太の場合、温度とねじれ角度との間には、とくに著しい差はないが、角材では105℃で乾燥したものが最も大きい。

ねじれの防止：温度条件105℃で、圧縮圧力が一定して8.2Kg/cm²になるように圧縮して乾燥した。この結果を、圧縮することなしに乾燥したものと比較すると、その角度が1/2~1/3に減じていて、効果は著しかった。また割れの発生も圧縮した場合に少なかった。

4-2 板材について

4-2-1 供試材および試験方法

1と同じ供試木から表-22に示すような寸法の試験材を採取し、乾球温度は20℃、60℃、80℃、95℃、105℃の5段階とした。条件づつに乾燥経過を求め、含水率30%から20%までの乾燥時間を求めた。

表-22 カラマツ板材乾燥試験

試験材寸法 (cm)

厚さ	巾	長さ
2	10	60
3	10	60
4	15	60
5	20	60

図-16 温度と乾燥時間の関係

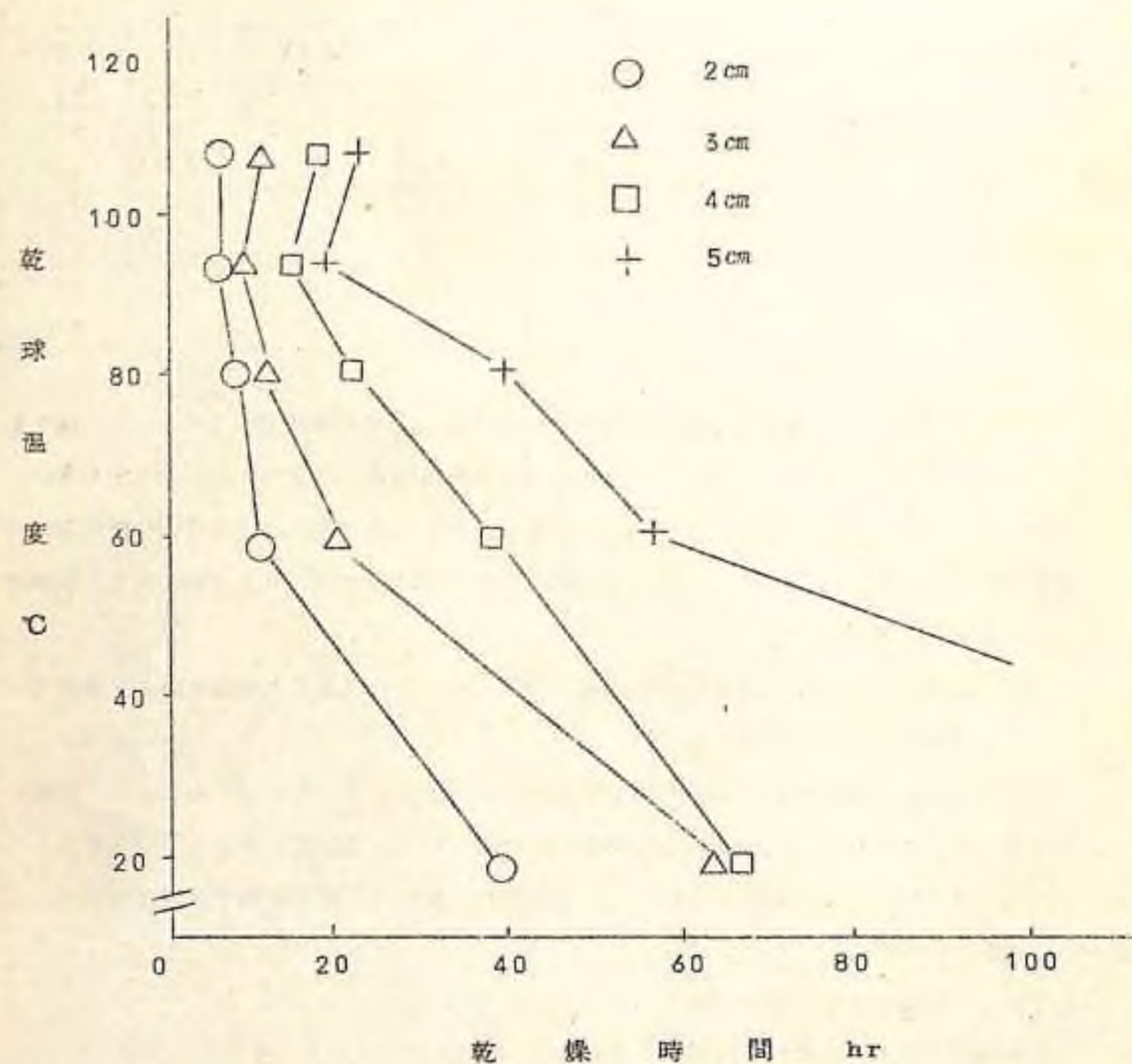


図-16に示したように乾燥温度を高めることにより乾燥時間はかなり短くなった。またその効果は厚いものほど大きいことがわかった。

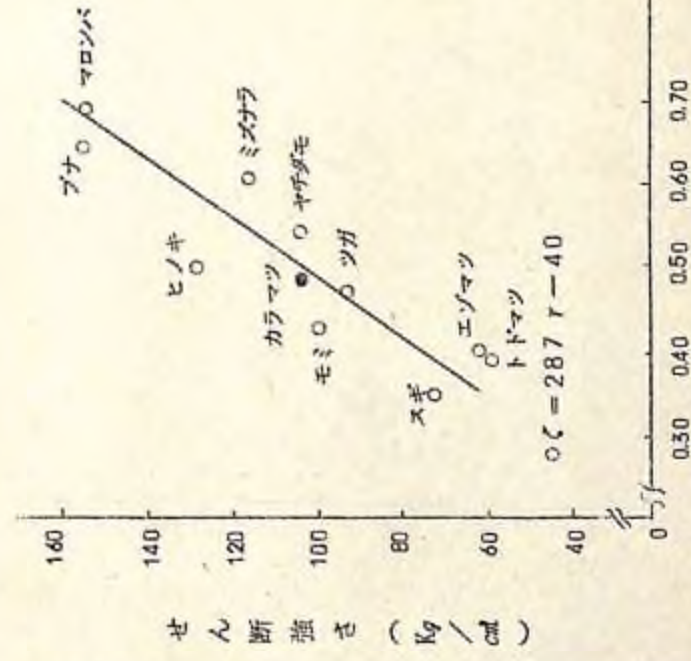
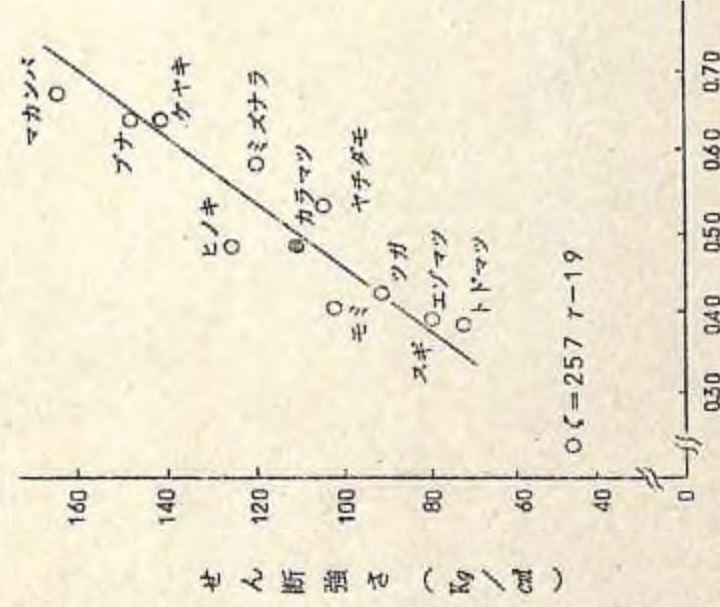
5. カラマツ挽板の接着性

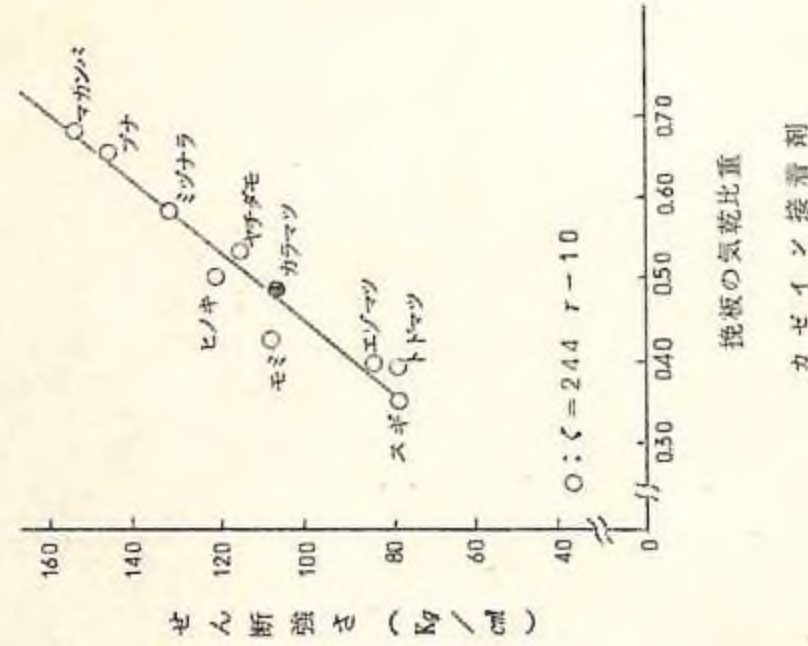
カラマツ挽板を用い、レゾルシノール樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤、ユリア樹脂接着剤、酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤およびカゼイン接着剤によって、それぞれ接着試験を行なった。接着条件と接着性能試験の結果を表-23に示した。同表に示されているカラマツ挽板の気乾比重とせん断接着強さとの関係を、数種類の本邦産の他の樹種のそれと比較して図-17に示した。この図によると、本邦産数樹種の挽板の気乾比重を根拠とした平均的なせん断接着強さと比較して、カラマツ材のせん断接着強さは、いずれの接着剤を用いる場合にも遜色のない値を示すことがあきらかにされた。また、集成材の日本農林規格によって行なった屋内用接着剤の浸せき剝離試験の結果も剝離率が0ないしきわめて軽微な値を示しているため、この試験に用いられたカラマツ挽板は、どの接着剤を用いる場合にも満足すべき接着性能を示すことがあきらかにされた。

表-23 各接着剤の接着条件と接着試験結果

接 着 条 件	ひき板	気乾比重		高 比 重	低 比 重	レゾルシノール樹脂	フェノール樹脂	エリ ア 樹 脂	酢酸ビニル樹脂 エマルジョン	カ ゼ イ ン																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		木 合	理																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
			水 率 (%)	乾 球 温 度 (°C)	湿 球 温 度 (°C)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
											接 着 時 間 (分)	塗 付 量 (g/cm ²)	たい積時間 (min)	圧 縮 圧 力 (Kg/cm ²)	硬化条件	せん断強さ (Kg/cm ²)	木 部 破 断 率 (%)	含 水 率 (%)	測 定 個 数	はく離率 (%)	測 定 個 数																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
接 着 条 件	接 着	接 着 条 件	接 着	接 着 条 件	接 着	接 着 条 件	接 着	接 着 条 件	接 着	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件	接 着 条 件</

図-17 各種接着剤ごとの各種挽板の気乾比重とせん断強さ





6. カラマツ挽板と集成材の強度性能

6-1 カラマツ挽板の品質について

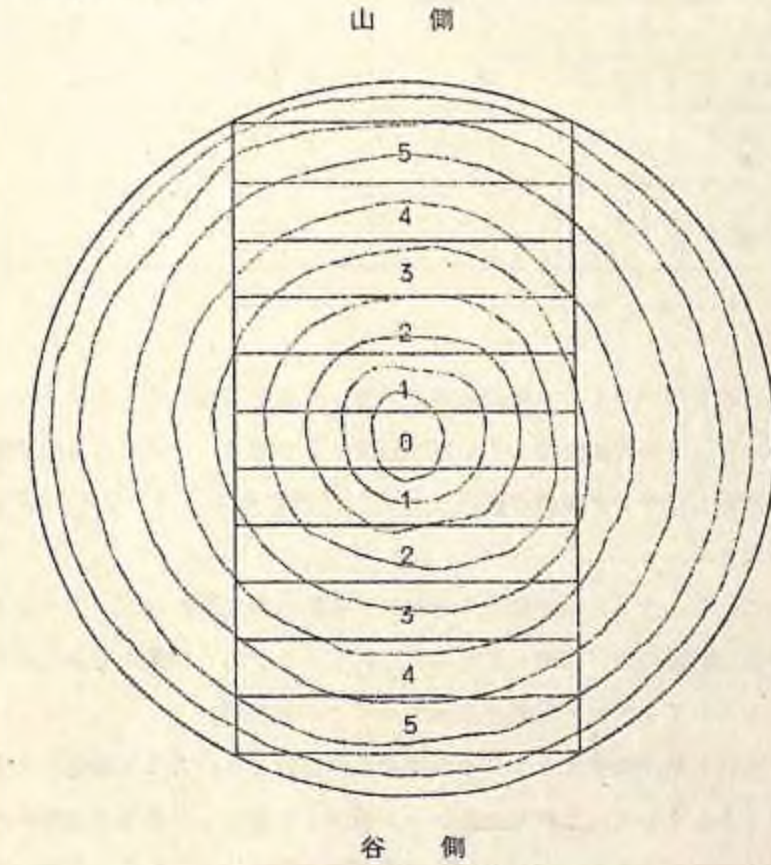
集成材を製造する技術はかなり進歩してきたが、その製品の品質を支配する挽板の品等区分に関する資料はきわめて少ない現状である。したがって、この調査試験では長野営林局管内国有林産のカラマツ造林木を対象に、丸太からの採材部位のあきらかな挽板456枚につき、主として、比重、節径比、ヤング係数などを測定し、それらの出現頻度および採材部位との関係などをあきらかにし、挽板の品等区分に関する基礎資料を得ることを主たるねらいとした。

なお、構造用集成材の強度性能は、強度品等を異にする挽板の組合わせ如何によって支配されるので、その点の検討もあわせて行なった。

6-1-1 供試材と試験方法

胸高直径約27cm前後の供試原木1本につき、伐採高から長さ約4mの丸太を3本づつ玉

図-18 挽板の木取り



切り、下側から順次、1番玉、2番玉、3番玉とした。つぎに図-18に示すように山側と谷側を結ぶ直径をはさんで幅約11cm、厚さ約20mmの挽板を採材し、髓心部を含む挽板を0番、山側および谷側に向う挽板を1番、2番、3番、4番、5番とした。これらを人工乾燥後、プレーナーによる仕上げを行なった。

供試原木は53本であるが、それらの原木から、1番玉16本、2番玉25本、3番玉34本を用いた。それらの丸太から調整した供試挽板の総数は456枚である。

6-1-2 結果と考察

挽板の比重、15cm区間の集中節径比、最大節径比、曲げヤング係数およびヤング係数を比重で除した比ヤング係数などを総括して表-24に示した。

表-24 カラマツ挽板の性質

項 目	平均値	標準偏差	変動係数	最大値	最小値
	Mean	S. D	C. V (%)	Max	Min
比 重 r	0.47	0.04	8.61	0.60	0.37
集中節径比 CN	0.45	0.23	51.3	1.30	0.02
最大節径比 MN	0.25	0.12	47.9	0.69	0.02
曲げヤング係数 E $\times 10^3 \text{ Kg/cm}^2$	107	23.3	21.9	182	61
比ヤング係数 RE $\times 10^3 \text{ Kg/cm}^2$	223	36.8	16.5	314	115

$n = 456$

集中節径比は2%から130%の範囲であり、その平均値は45%である。また、最大節径比は2%から69%の範囲で、その平均値は25%である。いずれも変動係数がかなり大きい。これに対してヤング係数の範囲は61 ton/cm² から、182 ton/cm² で、変動係数は約22%である。

つぎに、これらのうち、集中節径比とヤング係数の累加頻度を図-19および図-20に示した。また、両者の間には図-21のように、かなり密な相関があり、集中節径比が大きくなるにしたがって、ヤング係数は低減することがわかる。

さらに、これら集中節径比とヤング係数が丸太部位とどのような関係にあるかを図-22および図-23に示した。これらの図から1番玉、2番玉、3番玉と上部に向うにしたがって集中節径比が大きくなり、ヤング係数が低下する傾向がみられる。また、図-24および図-25に髓心からのへだたりと集中節径比および

図-19 挽板の集中節径比の累加頻度

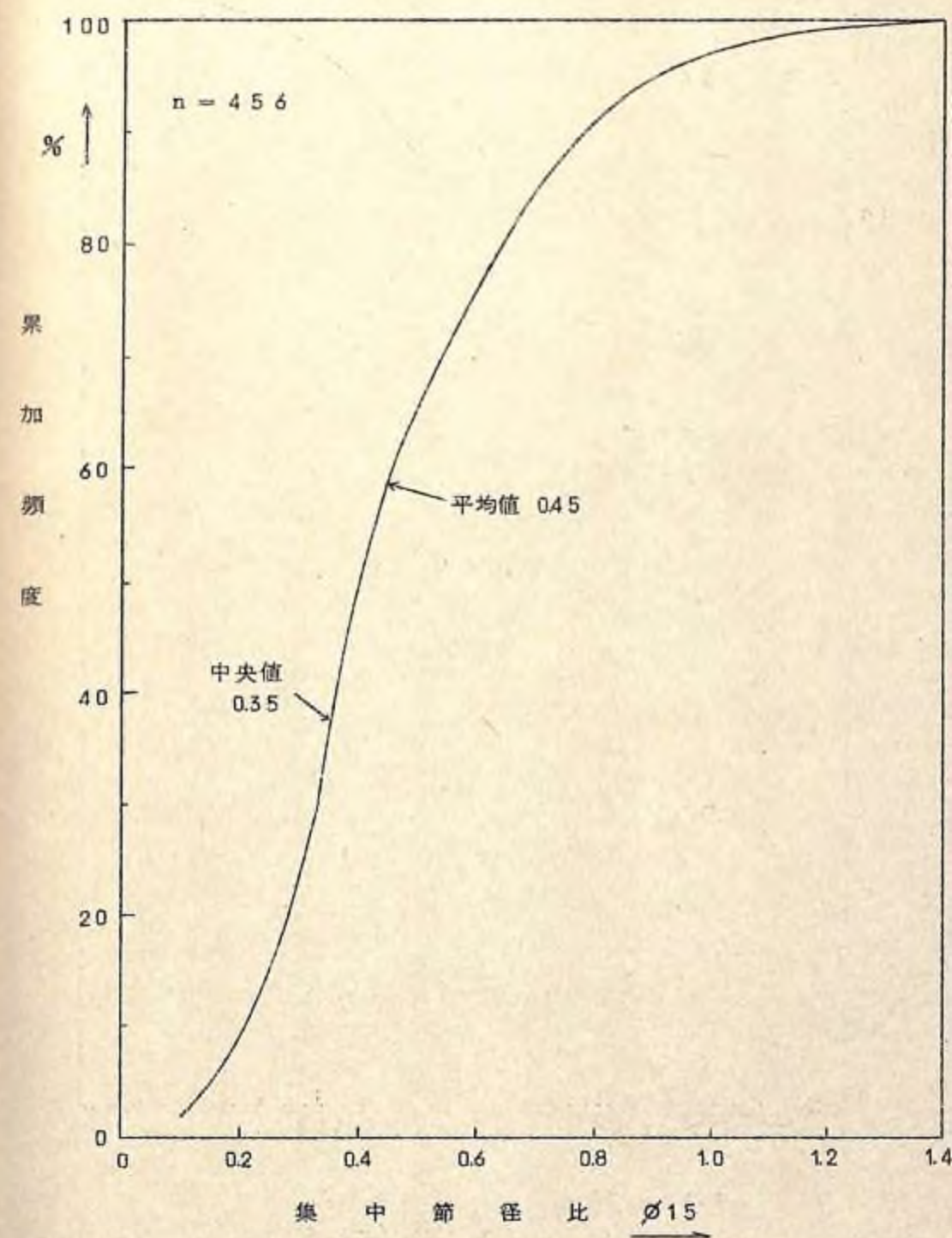


図-20 挽板のヤング係数の累加頻度

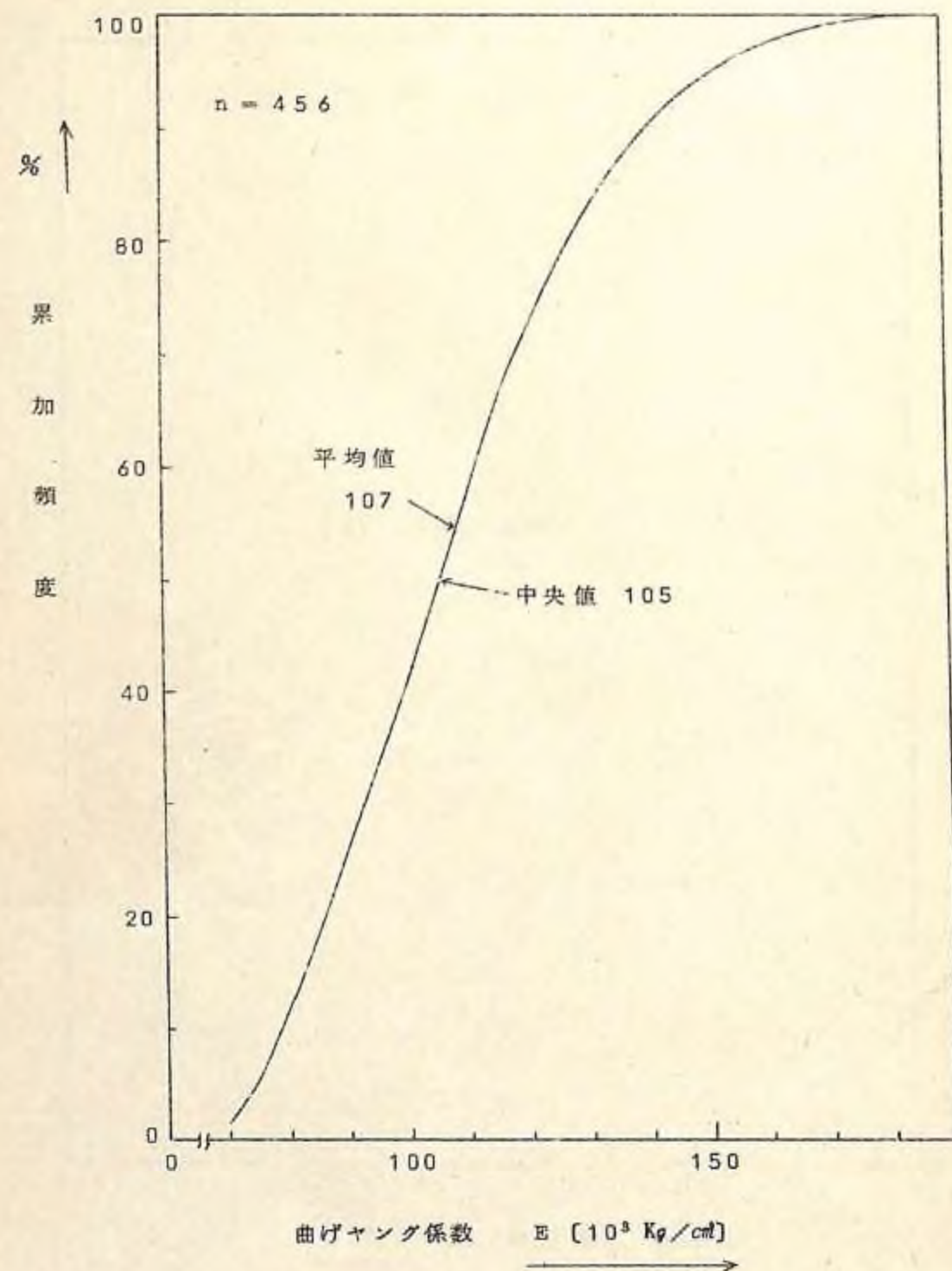
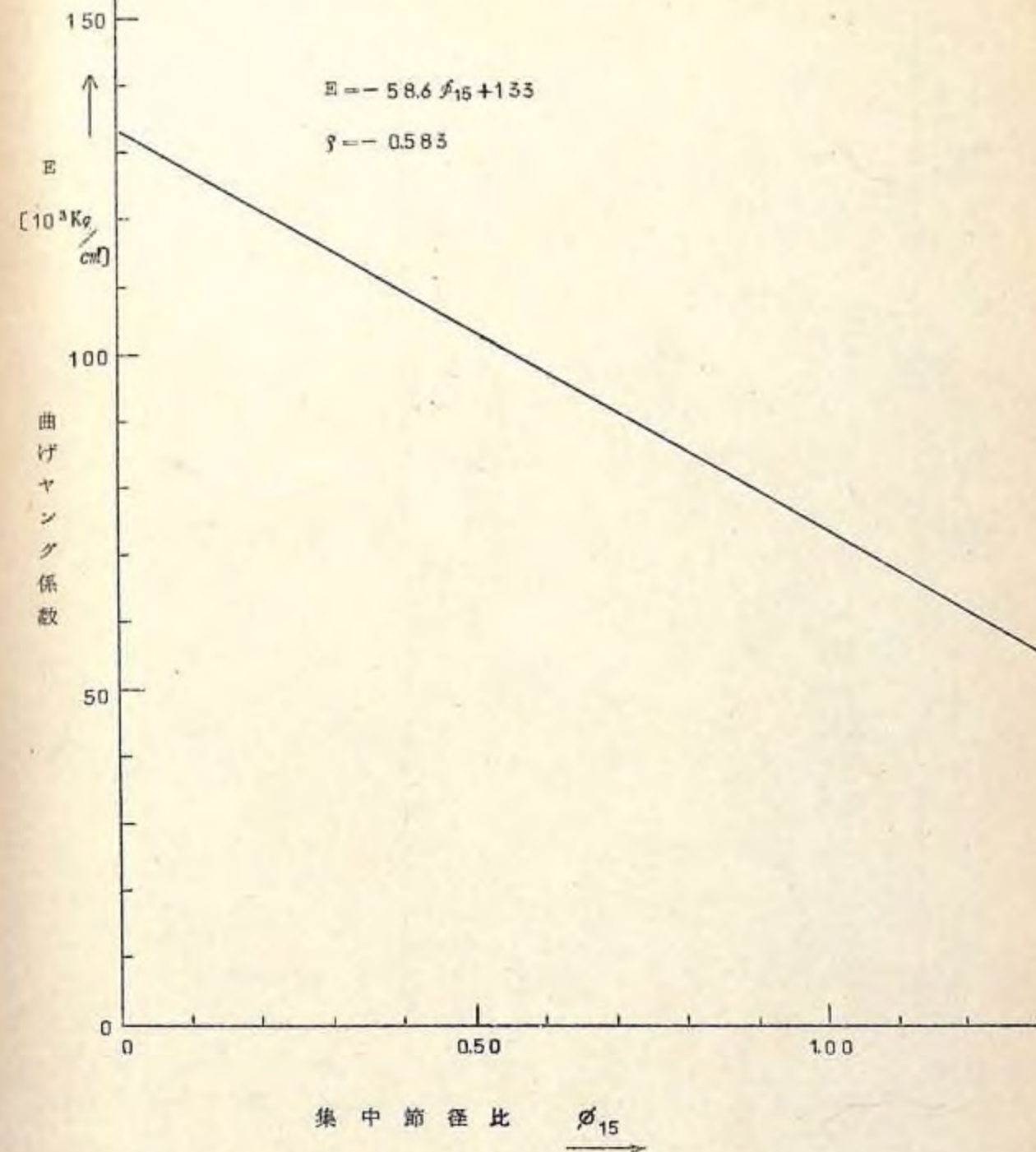


図-21 カラマツ長尺ラミナの集中節径比と曲げヤング係数との関係



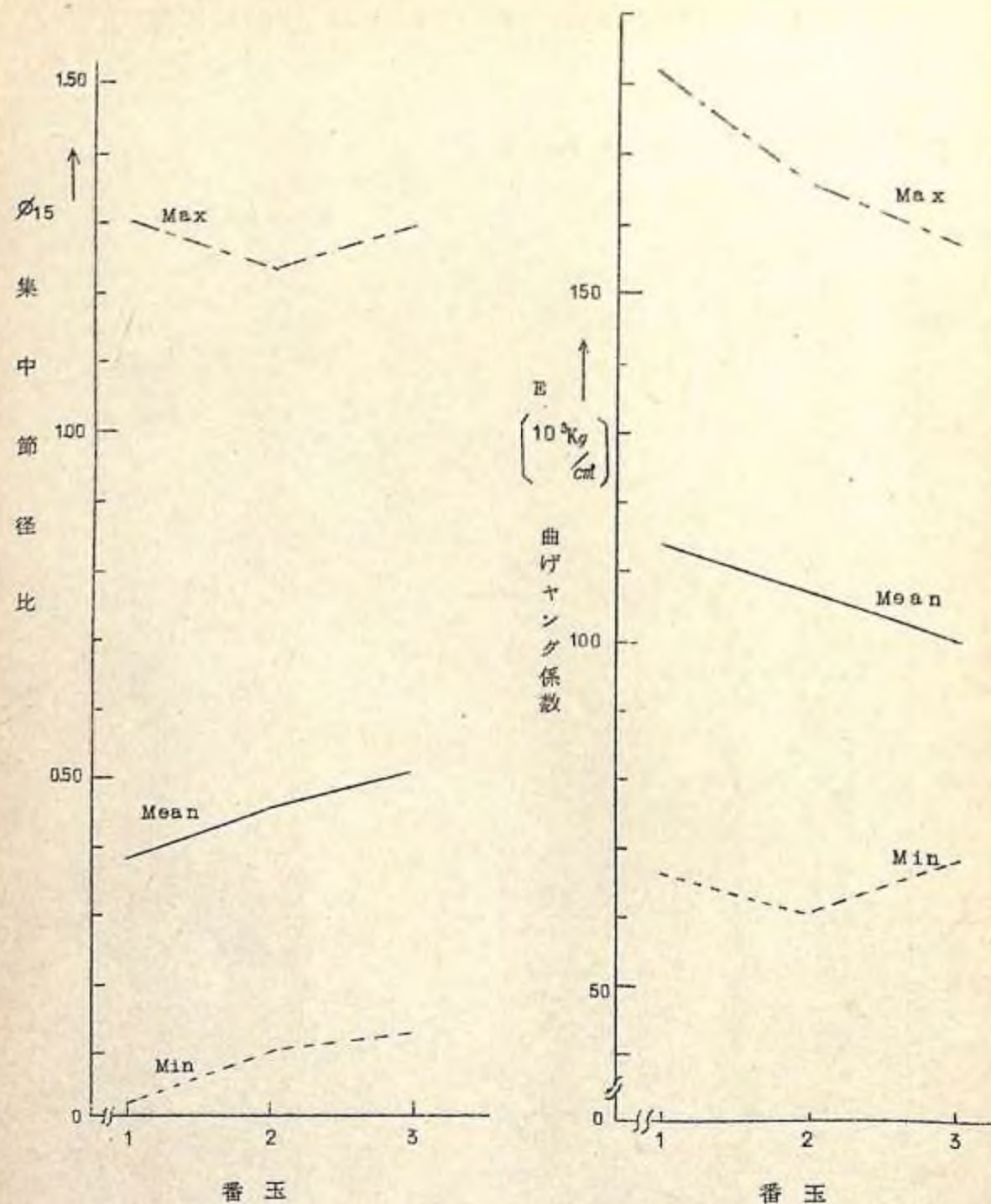


図-2 2 カラマツ長尺ラミナの集中節径比と番玉との関係

図-2 3 カラマツサラマツ長尺ラミナの曲げヤング係数と番玉号との関係

図-2 4 カラマツ長尺ラミナの集中節径比と位置との関係

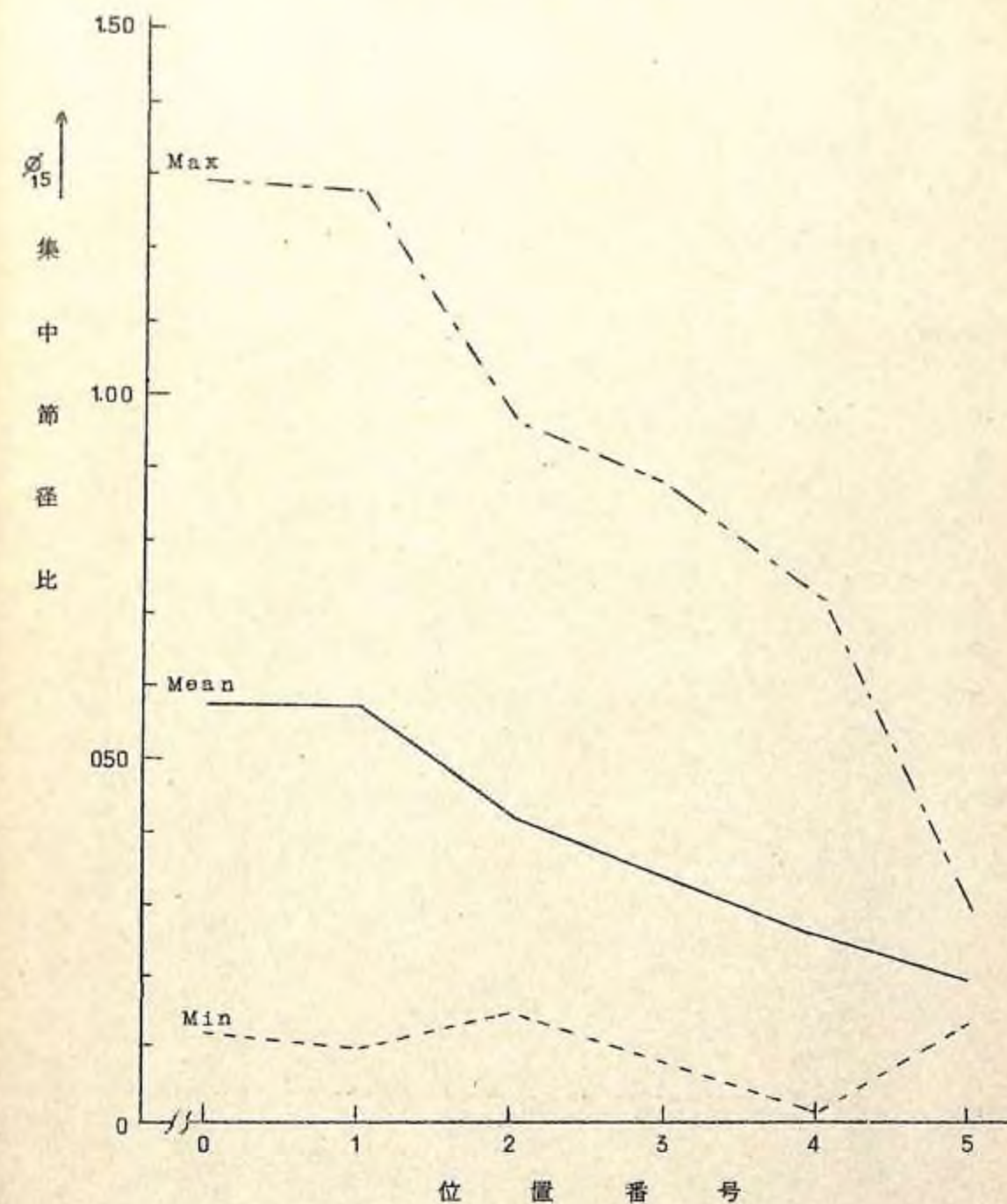
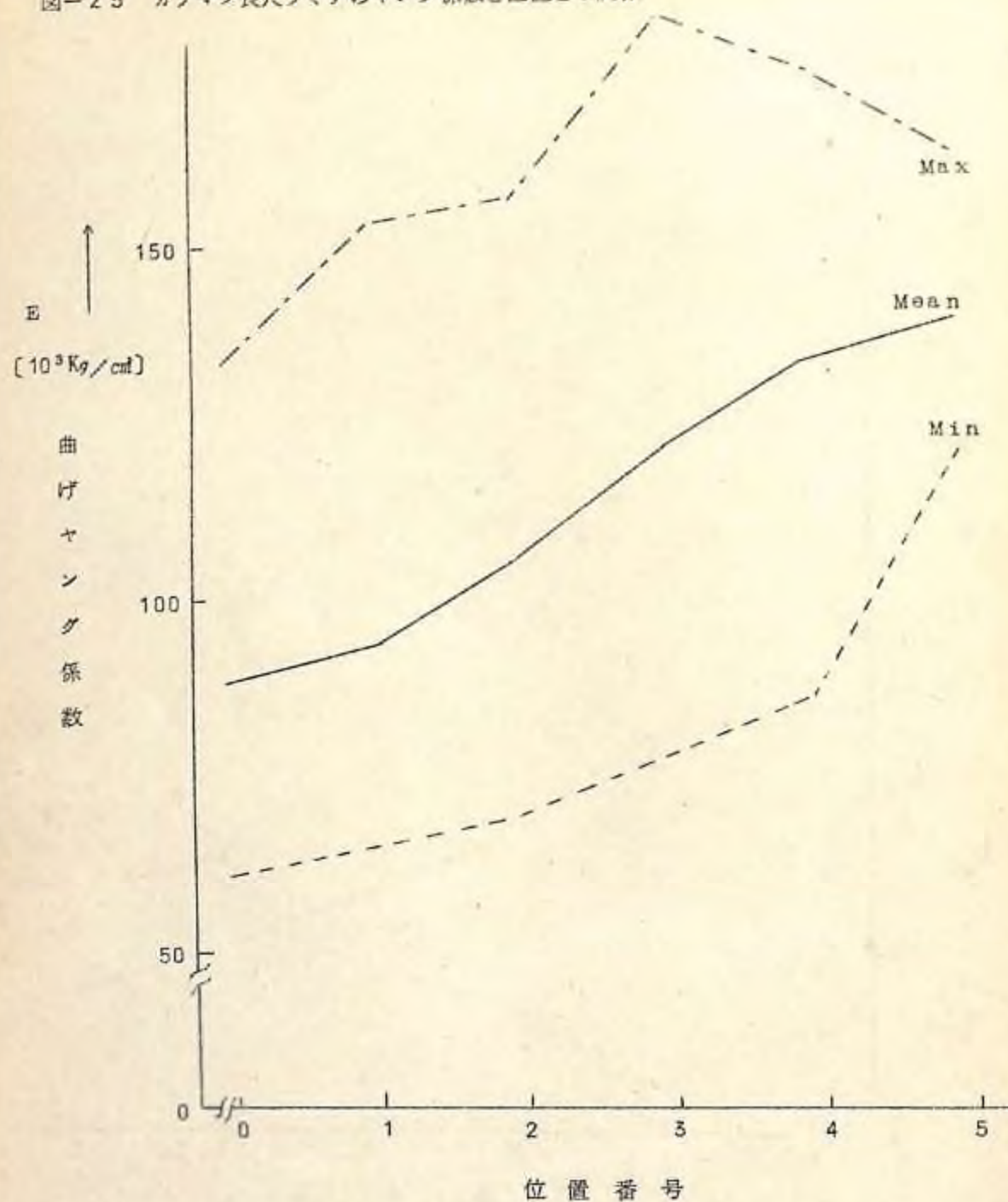


図-25 カラマツ長尺ラミナのヤング係数と位置との関係

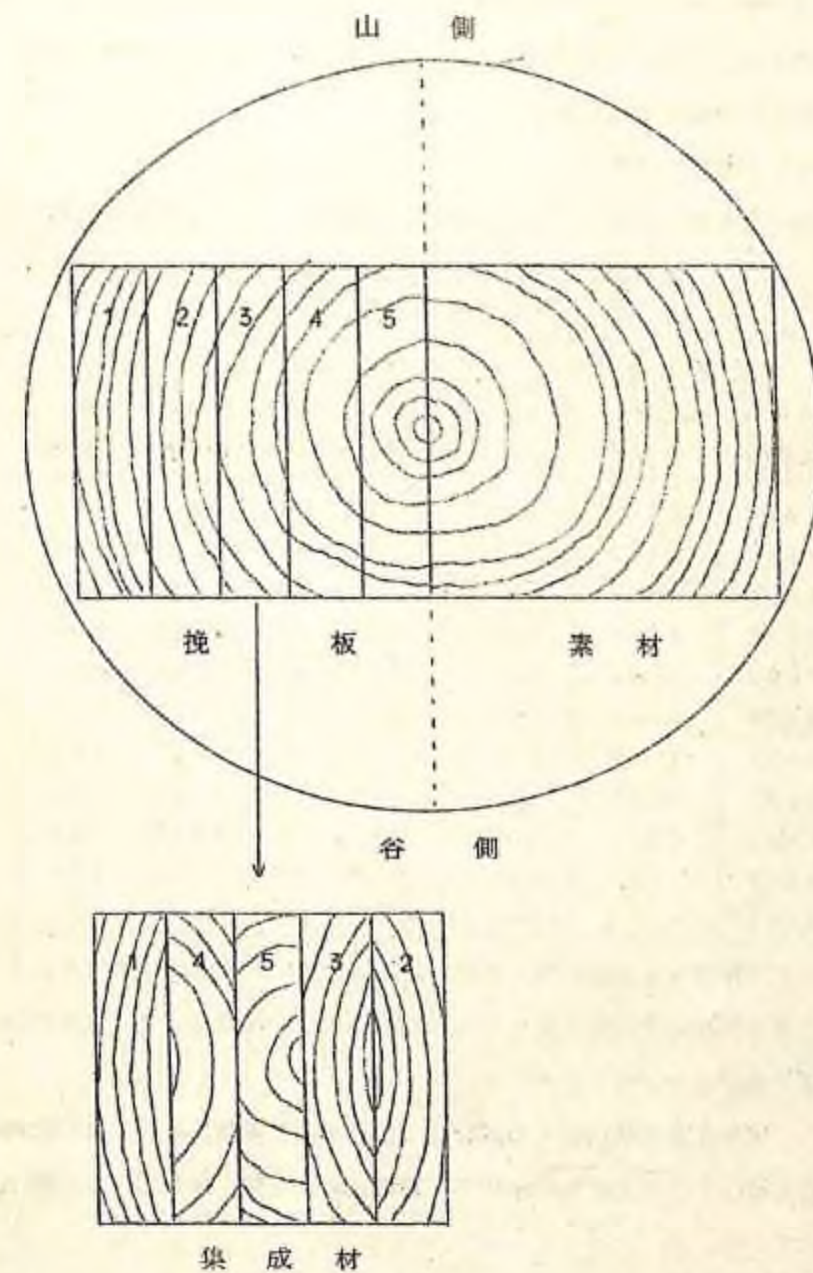


ヤング係数の関係を示した。すなわち、髓心付近から採材した挽板番号1および2の挽板は集中節径比が大きい、外側に向かうにしたがって小さくなるのに対し、ヤング係数は髓心部から外側に向かうにしたがって大きくなる傾向がみられる。

6-2 挽板の組合せと集成材の強度性能

先に述べた強度性能を異にする挽板の組み合わせの、集成材の強度性能におよぼす影響をみ

図-26



るために、胸高直径が30 cm前後の供試木より1本を選び、それらの1番玉より、図-26に示すように、山側と谷側を結ぶ直線に直角な方向で、片方より約10 cm角の心去り材1本を木どり、残った部位より厚さ20 mmの挽板を5枚、樹皮側より髓心に向かって1, 2, 3, 4, 5と番号を付して製材し、前者を素材、後者を集成材として強度性能を比較した。素材は一辺の長さを約9.5 cmの正角に仕上げ、欠点調査を行なった上、実験に供した一方、挽板を人工乾燥し、プレーナーで約17 mmの厚さに仕上げ、一枚毎に欠点調査を行なった後、曲げ剛性を測定し、各5枚の挽板について、剛性の異なるものが外側に、小なるものが内側に位置するように組み合わせをきめ、接着剤としてレゾルシノールを用い、集成材を作製した。この仕上り寸法は、約8.5 cm角に調整した。

6-2-1 結果と考察

得られた結果の一部を示すと、表-25に示すように、集成材の曲げ剛性(EI)の値が、

表-25 カラマツ集成材の曲げ剛性、素材と集成材の強度値の比較

供試木 系	集成材の曲げ剛性			素 材		集 成 材		集成材/素材	
	EI $10^6 \text{ Kg} \cdot \text{cm}^2$		比	E_L	δ_b	E_L	δ_b	E_L	δ_b
	実験値	計算値		10^3 Kg/cm^2	Kg/cm^2	10^3 Kg/cm^2	Kg/cm^2	—	—
33	64.97	63.46	1.02	11.08	458	12.79	563	1.15	1.23
41	67.62	63.17	1.07	11.27	537	13.31	652	1.18	1.21
45	69.23	65.85	1.05	11.02	471	13.88	651	1.26	1.38
50	52.08	47.68	1.09	8.26	415	9.66	345	1.17	0.83
56	56.97	52.46	1.09	9.41	404	12.93	650	1.37	1.61
65	61.28	56.98	1.08	8.43	445	11.21	603	1.33	1.35
70	75.24	70.09	1.07	14.41	572	14.71	648	1.02	1.13
121	56.93	56.45	1.01	11.49	567	16.13	824	1.41	1.45
135	54.60	53.26	1.03	8.81	461	12.61	663	1.43	1.44
178	65.43	62.39	1.05	9.56	429	12.94	564	1.35	1.31
182	67.67	63.53	1.07	10.08	533	14.77	729	1.47	1.37

挽板の曲げ剛性をもとに計算した値とよく適合していることがあげられる。このことから、挽板の曲げ剛性とそれらの組みあわせがわかれば、集成材となったものの曲げ剛性が、十分な精度で推定できることがわかる。

また、素材正角と集成材との比較を、曲げヤング係数(E_L)、曲げ破壊係数(δ_b)について行なえば、11本の試料の平均で、前者は1.29倍、後者は1.30倍、集成材の値が大きくなっている。