

Ⅲ. カリマンタン産 13 樹種の容積重と 収縮率のあらわれかた

中 野 達 夫⁽¹⁾
蕪 木 自 輔⁽²⁾

この試験項目ではカリマンタン産 13 樹種について、収縮率および容積重を測定し、これらの測定値がどの程度の大きさと分布とをもってあらわれ、また、これらの測定値と試料因子あるいは測定値相互の間にどのような関係があるかを検討し、これらの樹種の収縮特性を見出すことを主眼として調査した。

なお、この試験のとりまとめにあたっては加納 孟材料科長および物理研究室各位に多大の労をわずらわした。付記して厚く謝意を表する。

1. 供試材および測定方法

(1) 供 試 材

供試丸太についての記載は前掲のとおりであるが、この試験に供した丸太本数および試験片数を、樹種べつに Table 1 にかかげる。

供試丸太本数は各樹種とも 1 本であったが、試験片採材にあたっては各丸太ともその中間位置からそれぞれ円板を採取し供試材とした。

これらの円板から試験片を採取するにあたっては、ほぼ中庸な半径長と認められる 1 方向において樹心から周辺部に向かって、JIS Z 2103 に定められている 30 mm (接線方向) × 30 mm (半径方向) × 5 mm (軸方向) の木口試片を原則として連続的に木取り、また、これに対応する幹軸隣接部位から、5 mm (接線方向) × 30 mm (半径方向) × 60 mm (軸方向) の柁目試片を木取った。各試験片については、その原木番号と樹心から試験片中央位置までの距離とをもって、試片番号とし、とりまとめの便をはかった。これらの測定に供した試片数は各樹種で異なり、それぞれ 10~16 個で、合計 178 個である。

(2) 測定方法

収縮率の測定は JIS Z 2103 に準じておこない、気乾 (含水率 15%) 時までの収縮率 (α_{15} %), 含水率 1% あたりの平均収縮率 (δ %) および全収縮率 (α %) をそれぞれ接線、半径および軸の 3 方向について算出した。この長さの測定にあたっては精度 1/100 mm のダイヤル・ゲージを使用し、重量の測定には精度 1/1,000 g の化学天秤を使用した。

また、同時に容積収縮率 (全収縮率 α_v %) をも算出し、さらに容積密度数 (R kg/m³), 全乾容積重 (r_0 g/cm³) および含水率 15% 時の気乾容積重 (r_{15} g/cm³) をも算出した。

(1) 木材部材料科物理研究室

(2) 前木材部材料科物理研究室長・現東京農工大学農学部教授・農学博士

Table 1. 供試材および試片数
Number of logs and specimens for the test

樹種	Species	本数 Number of logs	試片数 Number of specimens
ジェルトン	<i>Dyera</i> sp.	1	16
カラス	<i>Aquilaria</i> sp.	1	14
テラリン	<i>Tarrietia</i> sp.	1	12
チャンパカ	<i>Michelia</i> sp.	1	16
ギアム	<i>Cotylelobium</i> sp.	1	14
レサク	<i>Vatica</i> sp.	1	16
ライト レッド メランチ	<i>Shorea</i> sp.	1	16
バラウ (1)	<i>Shorea</i> sp.	1	16
バラウ (2)	<i>Shorea</i> sp.	1	12
バラウ (3)	<i>Shorea</i> sp.	1	10
ボルネオ オーク	<i>Quercus</i> sp.	1	14
ケレダン	<i>Artocarpus</i> sp.	1	12
ケラット	<i>Eugenia</i> sp.	1	10
合 計	Total	13	178

Table 2. 樹種べつの収縮率および容積重測定値総括表

樹種	Species	代 表 値 Representative figure	木口試片による測定値 Measurement by cross section specimens						
			δ		α_{15}		α		
			t	r	t	r	t	r	v
ジェルトン	<i>Dyera</i> sp.	n	8	8	8	8	8	8	8
		Max.	0.254	0.133	3.72	1.19	7.17	3.14	10.25
		Min.	0.233	0.114	2.59	0.84	6.02	2.54	8.59
		$\bar{x}$	0.241	0.122	3.20	1.01	6.70	2.82	9.54
		$\bar{X}$	0.242	0.122	3.15	1.01	6.67	2.82	9.53
カラス	<i>Aquilaria</i> sp.	n	7	7	7	7	7	7	7
		Max.	0.282	0.146	4.40	2.39	8.43	4.52	12.31
		Min.	0.242	0.129	3.93	1.60	7.49	3.51	11.18
		$\bar{x}$	0.272	0.138	4.15	1.94	8.06	3.96	11.85
		$\bar{X}$	0.275	0.135	4.13	1.82	8.09	3.80	11.70
テラリン	<i>Tarrietia</i> sp.	n	6	6	6	6	6	6	6
		Max.	0.340	0.213	4.10	2.05	8.82	5.08	13.80
		Min.	0.290	0.168	3.46	1.53	7.79	4.01	11.66
		$\bar{x}$	0.313	0.192	3.87	1.89	8.39	4.70	12.92
		$\bar{X}$	0.316	0.191	3.82	1.83	8.38	4.63	12.87
チャンパカ	<i>Michelia</i> sp.	n	8	8	8	8	8	8	8
		Max.	0.326	0.218	5.15	2.30	9.79	5.50	14.93
		Min.	0.235	0.162	2.31	1.00	5.77	3.54	9.38
		$\bar{x}$	0.263	0.180	3.09	1.35	6.91	4.01	10.85
		$\bar{X}$	0.245	0.175	2.67	1.19	6.33	3.78	10.07
ギアム	<i>Cotylelobium</i> sp.	n	7	7	7	7	7	7	7
		Max.	0.386	0.279	9.50	3.75	14.54	7.57	21.17
		Min.	0.361	0.225	4.84	2.01	10.26	5.32	15.52
		$\bar{x}$	0.377	0.251	6.59	2.83	11.88	6.49	17.78
		$\bar{X}$	0.376	0.248	6.86	2.80	12.12	6.41	17.93
レサク	<i>Vatica</i> sp.	n	8	8	8	8	8	8	8
		Max.	0.337	0.246	7.64	2.25	12.00	5.85	16.76
		Min.	0.264	0.133	6.23	1.16	11.00	3.14	13.92
		$\bar{x}$	0.309	0.168	7.09	1.41	11.61	3.88	15.11
		$\bar{X}$	0.310	0.154	7.13	1.29	11.53	3.57	14.77
ライト レッド メランチ	<i>Shorea</i> sp.	n	8	8	8	8	8	8	8
		Max.	0.268	0.139	4.08	0.90	7.94	2.94	10.70
		Min.	0.235	0.115	2.51	0.68	6.01	2.54	8.57
		$\bar{x}$	0.256	0.124	2.99	0.83	6.72	2.68	9.52
		$\bar{X}$	0.261	0.122	3.05	0.85	6.84	2.67	9.68

2. 容積重および収縮率の大きさならびに分布

(1) 容積重および収縮率の大きさ

供試樹種べつの容積密度数, 気乾 (含水率 15%) 時容積重, 全乾容積重および接線, 半径, 軸の各方向ならびに容積収縮率の最大値, 最小値, 平均値および試片の代表する円面積で重み付けした平均値 ($\bar{X}$) を総括して Table 2 にかかげる。なお, この Table には, 半径方向の収縮率, 容積全収縮率および容積重について, 木口試片による測定値と柁目試片による測定値を重複してかかげているが, これらの平均値を比較すると, 試験片の形状にともなう測定値の差, あるいは両試片の採取位置のずれにともなう測定値の差は無視しうる程度であることが明らかである。また, 樹心から周辺部にわたるこれらの値の変化は両試片の測定値で等しくあらわれるが, このことは, 両試片におけるそれぞれの測定値の最大値および最小値を比較するとき, 両試片でほぼ等しいことから確認され, さらに, 付随的には両試片の値の比較によって,

Shrinkage and density at each species

			柁目試片による測定値 Measurement by radial section specimens												
容積重 Density			δ		α_{15}		α			容積重 Density					
R	r ₀	r ₁₅	r	l	r	l	r	l	v	R	r ₀	r ₁₅			
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
372	0.42	0.45	0.135	0.030	0.97	0.09	2.98	0.55	10.51	392	0.44	0.47			
328	0.36	0.40	0.111	0.009	0.58	0.00	2.24	0.13	8.19	341	0.37	0.41			
342	0.38	0.41	0.119	0.013	0.72	0.03	2.50	0.23	8.80	355	0.39	0.43			
344	0.38	0.41	0.119	0.014	0.74	0.04	2.52	0.26	8.92	357	0.39	0.43			
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			
362	0.41	0.44	0.165	0.026	2.74	0.13	5.14	0.52	13.00	372	0.43	0.46			
341	0.39	0.42	0.127	0.018	1.75	-0.06	3.61	0.25	11.60	351	0.40	0.43			
350	0.40	0.43	0.140	0.022	2.14	-0.01	4.21	0.31	12.33	358	0.41	0.44			
348	0.39	0.42	0.137	0.022	2.02	-0.01	4.03	0.32	12.15	356	0.41	0.44			
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			
662	0.77	0.81	0.208	0.018	2.00	0.05	5.05	0.32	13.58	657	0.76	0.80			
459	0.53	0.56	0.174	0.013	1.41	0.00	3.98	0.20	11.53	452	0.52	0.55			
580	0.67	0.71	0.186	0.015	1.85	0.02	4.72	0.25	12.58	572	0.65	0.70			
610	0.70	0.74	0.194	0.016	1.79	0.02	4.64	0.26	12.52	601	0.69	0.73			
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
480	0.54	0.57	0.214	0.013	1.83	0.04	4.98	0.22	12.69	483	0.53	0.57			
431	0.48	0.52	0.164	0.010	0.81	0.00	3.25	0.15	8.62	436	0.49	0.53			
450	0.51	0.54	0.178	0.011	1.17	0.01	3.81	0.18	10.18	454	0.51	0.55			
452	0.50	0.54	0.172	0.012	1.05	0.02	3.60	0.19	9.64	456	0.51	0.55			
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			
830	1.01	1.04	0.270	0.013	3.70	0.04	7.42	0.23	21.94	820	1.00	1.05			
731	0.87	0.91	0.235	0.005	2.03	-0.02	5.52	0.07	15.31	757	0.90	0.94			
774	0.94	0.98	0.251	0.008	2.81	0.00	6.47	0.12	18.00	777	0.95	0.99			
761	0.93	0.97	0.249	0.009	2.80	0.00	6.43	0.14	18.25	770	0.95	0.99			
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
673	0.81	0.84	0.232	0.014	2.18	0.02	5.58	0.23	17.26	676	0.82	0.84			
507	0.59	0.63	0.149	0.006	1.07	-0.02	3.28	0.07	14.58	518	0.62	0.66			
579	0.68	0.73	0.167	0.010	1.37	-0.01	3.84	0.13	15.95	591	0.71	0.75			
555	0.65	0.70	0.158	0.010	1.26	0.00	3.61	0.15	15.64	568	0.68	0.72			
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
412	0.46	0.50	0.136	0.018	1.02	0.05	2.95	0.32	12.63	411	0.47	0.51			
309	0.34	0.37	0.114	0.013	0.71	0.00	2.61	0.20	9.03	312	0.34	0.37			
364	0.41	0.44	0.124	0.016	0.88	0.02	2.76	0.27	10.13	367	0.41	0.44			
380	0.42	0.46	0.124	0.016	0.91	0.01	2.75	0.26	10.28	383	0.43	0.46			

Table 2. (つづき)

樹 種 Species	代 表 値 Representative figure	木口試片による測定値 Measurement by cross section specimens						
		δ		α_{15}		α		
		t	r	t	r	t	r	v
パ ラ ウ (1) <i>Shorea</i> sp.	n	8	8	8	8	8	8	8
	Max.	0.407	0.189	4.16	1.21	9.53	4.01	13.67
	Min.	0.353	0.153	2.99	0.92	8.30	3.27	11.51
	$\bar{x}$	0.382	0.164	3.37	1.01	8.90	3.45	12.32
	$\bar{X}$	0.380	0.169	3.45	1.05	8.96	3.56	12.56
パ ラ ウ (2) <i>Shorea</i> sp.	n	6	6	6	6	6	6	6
	Max.	0.468	0.219	4.47	1.65	10.77	4.89	15.46
	Min.	0.432	0.169	3.52	1.11	9.77	3.61	13.52
	$\bar{x}$	0.447	0.190	3.98	1.27	10.41	4.07	14.39
	$\bar{X}$	0.444	0.189	3.86	1.24	10.26	4.04	14.21
パ ラ ウ (3) <i>Shorea</i> sp.	n	5	5	5	5	5	5	5
	Max.	0.474	0.287	6.14	2.80	12.24	6.99	18.69
	Min.	0.433	0.207	3.47	1.21	10.33	4.29	14.16
	$\bar{x}$	0.452	0.255	4.74	1.94	11.21	5.69	16.41
	$\bar{X}$	0.455	0.249	4.54	1.81	11.07	5.47	16.07
ボルネオ オーク <i>Quercus</i> sp.	n	7	7	7	7	7	7	7
	Max.	0.430	0.293	7.55	3.82	13.42	7.96	20.31
	Min.	0.399	0.190	4.53	1.30	10.35	4.11	14.21
	$\bar{x}$	0.419	0.254	5.64	2.25	11.58	5.97	17.03
	$\bar{X}$	0.417	0.238	5.27	1.90	11.19	5.40	16.13
ケ レ ダ ン <i>Artocarpus</i> sp.	n	6	6	6	6	6	6	6
	Max.	0.327	0.189	4.34	1.68	8.96	4.45	13.16
	Min.	0.301	0.171	3.57	1.38	7.92	3.91	11.87
	$\bar{x}$	0.268	0.182	3.92	1.56	8.50	4.23	12.63
	$\bar{X}$	0.260	0.183	3.93	1.59	8.54	4.28	12.71
ケ ラ ッ ト <i>Eugenia</i> sp.	n	5	5	5	5	5	5	5
	Max.	0.348	0.233	6.20	2.63	11.01	5.83	16.46
	Min.	0.313	0.174	3.93	1.83	8.94	4.39	13.88
	$\bar{x}$	0.339	0.208	5.04	2.25	9.87	5.30	15.11
	$\bar{X}$	0.339	0.208	4.97	2.23	9.80	5.29	15.03

(注 Remarks)

- α_{15} : 生材から気乾(含水率15%)までの収縮率(%) Shrinkage percent when green
 δ : 含水率1%あたりの平均収縮率(%) Shrinkage percent per unit moisture content
 α : 生材から全乾までの全収縮率(%) Shrinkage percent when green to oven dry
 t : 接線方向 Tangential direction.
 r : 半径方向 Radial direction.
 l : 軸方向 Axial direction.
 v : 容積 Volume.
 R : 容積密度数 (kg/m³) Bulk density (kg/m³).
 r_0 : 全乾容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity in oven dry (g/cm³).
 r_{15} : 含水率15%時に換算した容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity in air dry (at
 n : 試片数 Number of measurements.
 Max.: 最大値 Maximum value.
 Min.: 最小値 Minimum value.
 $\bar{x}$: 算術平均値 Mean value.
 $\bar{X}$: 各試片が代表する円板中の面積を重みとした平均値 Mean value weighted by the

(Continued)

			砑目試片による測定値 Measurement by radial section specimens									
容積重 Density			δ		α_{15}		α			容積重 Density		
R	r_0	r_{15}	r	l	r	l	r	l	v	R	r_0	r_{15}
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
692	0.80	0.84	0.180	0.016	1.14	0.07	3.81	0.30	13.34	718	0.82	0.86
610	0.71	0.74	0.147	0.008	0.89	0.00	3.08	0.13	11.24	618	0.70	0.75
660	0.75	0.79	0.161	0.011	0.96	0.03	3.35	0.20	11.90	669	0.76	0.80
657	0.75	0.79	0.166	0.012	0.99	0.04	3.45	0.22	12.10	666	0.76	0.80
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
861	1.01	1.05	0.216	0.008	1.56	0.04	4.75	0.17	15.29	853	0.99	1.03
737	0.85	0.89	0.163	0.006	1.11	0.02	3.54	0.12	12.72	747	0.86	0.90
828	0.97	1.01	0.183	0.007	1.23	0.03	3.94	0.14	13.88	823	0.96	1.00
814	0.95	0.99	0.181	0.007	1.20	0.03	3.89	0.14	13.67	812	0.94	0.98
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
857	1.03	1.05	0.285	0.011	2.63	0.04	6.79	0.18	18.50	865	1.03	1.06
802	0.94	0.97	0.208	0.008	1.06	0.00	4.14	0.13	13.58	801	0.93	0.97
824	0.99	1.01	0.252	0.009	1.80	0.02	5.51	0.15	16.06	829	0.99	1.02
826	0.99	1.01	0.247	0.009	1.69	0.02	5.32	0.15	15.71	831	0.99	1.02
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
827	1.01	1.04	0.295	0.011	3.90	0.04	8.16	0.17	21.63	834	1.04	1.07
743	0.87	0.91	0.171	0.006	1.18	-0.02	3.71	0.10	14.14	745	0.87	0.91
797	0.96	0.99	0.247	0.008	2.17	0.01	5.82	0.13	16.90	799	0.96	1.00
788	0.94	0.98	0.234	0.008	1.91	0.02	5.35	0.13	15.97	789	0.94	0.98
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6
480	0.55	0.59	0.192	0.023	1.71	0.17	4.45	0.52	14.77	484	0.56	0.59
432	0.49	0.52	0.170	0.011	1.30	0.04	3.81	0.20	12.45	451	0.52	0.55
460	0.53	0.56	0.183	0.019	1.59	0.10	4.28	0.41	13.37	468	0.54	0.58
467	0.53	0.57	0.183	0.017	1.63	0.10	4.33	0.38	13.34	472	0.55	0.58
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
647	0.76	0.80	0.231	0.023	2.74	0.07	6.02	0.42	16.54	655	0.78	0.81
560	0.65	0.69	0.175	0.013	1.80	-0.03	4.38	0.17	13.10	569	0.66	0.70
599	0.71	0.74	0.212	0.019	2.23	0.02	5.35	0.32	14.95	608	0.72	0.76
600	0.71	0.74	0.212	0.020	2.21	0.02	5.32	0.32	14.86	609	0.72	0.76

to air dry (15% moisture content) (%).

(%).

(%).

15% moisture content) (g/cm³).

area, represented by each specimen in the disk.

Table 3. 本実験値と文献に見られる値との比較
Comparison between the values in this report and these cited in the literatures

現 地 名 Vernacular name	学 名 Botanical name	容積密度数** Bulk density (kg/m ³)	全収縮率*** (%) Shrinkage when green to oven dry		文 献 Liter- ature
			接線方向 Tangential	半径方向 Radial	
ジ エ ル ト ン	<i>Dyera</i> sp.	344	(3.15)	(1.01)	*
	<i>D. costulata</i>	384	(3.6)	(1.3)	
カ ラ ス	<i>Aquilaria</i> sp.	348	8.09	3.80	*
	<i>A. malaccensis</i>	350	—	—	
テ ラ リ ン	<i>Tarrietia</i> sp.	610	8.38	4.63	*
	<i>T. simplicifolia</i>	580	8.8	4.1	
	〃	540	6.7	3.3	
チ ャ ン バ カ	<i>Michelia</i> sp.	(0.54)	6.33	3.78	*
	<i>M. velutina</i>	(0.46)	7.7	4.7	
ギ ア ム	<i>Cotylelobium</i> sp.	761	12.12	6.41	*
	<i>C. melanoxylon</i>	830	10.4	6.1	
レ サ ク	<i>Vatica</i> sp.	555	11.53	3.57	*
	<i>V. stapfiana</i>	610	9.6	5.4	
ライト レッド メランチ	<i>Shorea</i> sp.	380	6.84	2.67	*
	<i>S. leprasula</i>	460	8.5	4.6	
	〃	—	7.1~9.4	2.6~4.8	
バ ラ ウ (1)	<i>Shorea</i> sp.	657	8.96	3.56	*
	〃 (2)	814	10.26	4.04	
	〃 (3)	826	11.07	5.47	
	<i>S. maxwelliana</i>	860	11.2	4.4	
	<i>S. glauca</i>	790	11.8	5.0	
	<i>Shorea</i> spp.	—	8.6~9.4	4.2~5.2	
ボ ル ネ オ オ ー ク	<i>Quercus</i> sp.	788	11.19	5.40	*
	<i>Quercus</i> spp.	520~750	—	—	
ケ レ ダ ン	<i>Artocarpus</i> sp.	467	8.54	4.28	*
	<i>A. elasticus</i>	400	6.5	3.4	
ケ ラ ッ ト	<i>Eugenia</i> sp.	600	9.80	5.29	*
	<i>E. polyantha</i>	550	8.2	4.9	

(注 Remarks)

* 本実験値 Values in this report.

** () 内気乾容積重 (g/cm³) を示す。Apparent specific gravity in air dry (g/cm³) is put in parenthesis.

*** () 内は気乾までの収縮率を示す。Shrinkage when green to air dry is put in parenthesis.

測定および計算にともなう誤りのないことも同時に示している。この結果、木口試片からの接線および半径方向の収縮率と、柾目試片からの軸方向の収縮率は、同一試片からの値とみなしてさしつかえないであろうし、また、容積全収縮率、半径方向収縮率および容積重は、木口試片による値で代表してもよいであろうと考えられるので、以下の考察においては、柾目試片による測定値からは軸方向の収縮率のみを用い、そのほかは木口試片による測定値を用いることとする。

Table 2 によると容積密度数の X はパラウ (2), パラウ (3) が 800 kg/m^3 を越え最も重いグループに属し、つづいて 700 kg/m^3 台にボルネオ オーク, ギアム, 600 kg/m^3 台にパラウ (1), テラリン, ケラット, 500 kg/m^3 台にレサク, 400 kg/m^3 台にケレダン, チャンパカ, 最も軽い 300 kg/m^3 台にライト レッド メランチ, カラス, ジェルトンがそれぞれ属している。

また、容積全収縮率の X はギアム, ボルネオ オーク, パラウ (3) が 16% をこえる最も大きいグループに属し、つづいて 15, 14% 台にケラット, レサク, パラウ (2) が, 12% 台にテラリン, ケレダン, パラウ (1) が, 11, 10% 台にカラス, チャンパカが, 9% 台の最も小さいグループにはライト レッド メランチ, ジェルトンがそれぞれ属している。

容積密度数および接線, 半径方向の全収縮率をマラヤ⁵⁾, インドネシア¹²⁾ およびオーストラリア⁵⁾ の文献で見られる, 同属の一部の樹種の平均値と比較して Table 3 にかかげる。これによると, *Shorea* 属の樹種を除いた樹種のほとんどで, 比較したそれぞれの値はほぼ近似していることが明らかである。

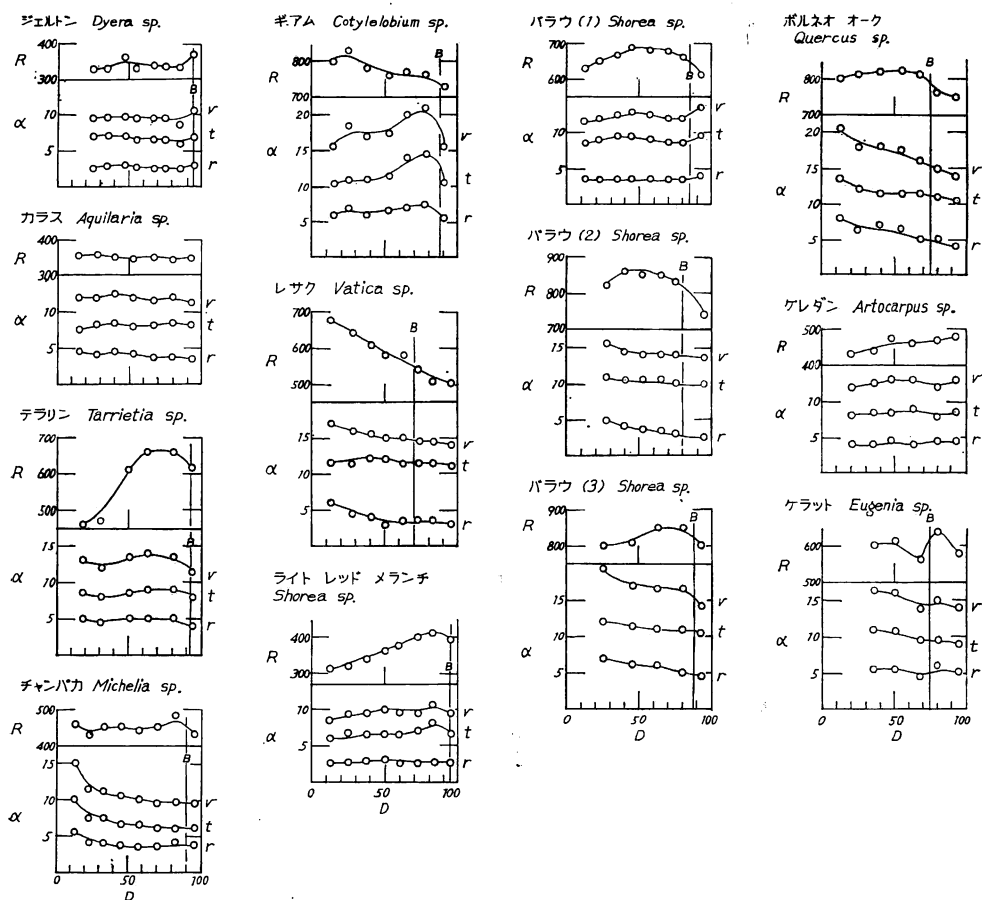
これらの樹種の容積密度数を国内産広葉樹材¹¹⁾と比較すると, 最も重いパラウ (3) の容積密度数はウバメガシに, また, 最も軽いジェルトンはドロノキにほぼ等しい。このことは, ここで取り上げられた樹種が国内産主要広葉樹材の, 最も重い材からキリを除く最も軽い材までと等しい範囲のものを含んでいることを意味している。また, これらの樹種の容積全収縮率を国内産主要広葉樹材の値¹¹⁾と比較すると, 先に述べた最も大きい値のグループ (全収縮率 16% 以上) にはアカガシおよびヤチダモが, また, 最も小さい値のグループ (全収縮率 5% 台) にはオオバヤナギおよびイヌエンジュがほぼ対応する値を示す。しかし, 本報で最も大きい値を示したグループの収縮量は, 国内産主要広葉樹材のウバメガシやモチノキなど 20% を越える最も大きい値を示すグループの収縮量よりかなり小さい。

(2) 容積重および収縮率の丸太内水平分布

容積密度数ならびに接線方向, 半径方向および容積収縮率の丸太内水平分布を Fig. 1 に示す。

容積密度数および収縮率の丸太内水平分布の傾向は, 南洋材に関する今までの研究⁶⁻¹⁰⁾からすれば, 丸太による差異が比較的著しい樹種が多く, 樹種による特性をうるためには多くの丸太を調べる必要がある。本試験においては, 各樹種 1 本の丸太を供試したにすぎないので, 本試験の結果でただちに各樹種の丸太内水平分布の特性まで言及できないが, それにもかかわらず, Fig. 1 によると容積密度数および収縮率が樹種によって特徴的なあらわれかたをとることは十分推察される。

容積密度数の丸太内水平分布については樹心から周辺にわたっての変化量が約 50 kg/m^3 以下ではほぼ安定した値を示す樹種として, ジェルトン, カラス, チャンパカおよびケレダン, 樹心から周辺に向かって上昇する樹種としてテラリンおよびライト レッド メランチ, 下降するものとしてギアムおよびレサク, 上に凸の形の樹種としてパラウの 3 樹種がそれぞれ含まれ, さらに, ボルネオ オークは心材部でほぼ等しいにもかかわらず辺材部のみ特に軽く, ケラットは不規則な変化を示している。容積全収縮率の丸太内水平分布については, 樹心から周辺部にわたる変化量が 3% より小さく, ほぼ安定した値を示す樹種として



R: 容積密度数(kg/m³) Bulk density (kg/m³).
 α: 全収縮率(%) Shrinkage percent when green to oven dry (%).
 v: 容積 Volume.
 t: 接線方向 Tangential direction.
 r: 半径方向 Radial direction.
 B: 辺・心材界 Border between sap- and heartwood.
 D: 樹心からのへだたり(%) Relative distance from pith (%).

Fig. 1 容積密度数および全収縮率の丸太内水平分布
 Transversal distribution of bulk density and shrinkage when green to oven dry in relation to relative distance from pith.

ジェルトン, カラス, テラリン, レサク, ライト レッド メランチ, パラウ(1), パラウ(2), ケレダンおよびケラット, 樹心から周辺部にわたって下降する傾向の樹種としてチャンパカ, パラウ(3)およびボルネオ オーク, 同じく上昇するものとしてギアムがそれぞれ含まれ, 顕著な不規則な変化を示す樹種はない。

テラリンは, 容積密度数の分布の傾向から, 樹心からのへだたりが30%までの樹心部において, それ以外の部分より著しく軽い材を含んでいることがわかる。これらの材部からの試片を除いた容積密度数の平均値は637 kg/m³ となり, Table 2 の同樹種の $\bar{X}$ の値よりやや高い値となる。

3. 相互関係についての考察

(1) 容積密度数と容積収縮率の関係

容積密度数 (R) と容積収縮率 (α_v) の関係を樹種べつに Fig. 2 に示す。これによると、全体のこの関係は、容積密度数の増加にしたがって容積収縮率も増加する傾向を示しているが、同図に付記した原点を通る直線の傾斜とはかならずしも一致せず、容積密度数が 0.6 g/cm^3 より高い樹種は容積収縮率が比較的 low あられるものが多い。

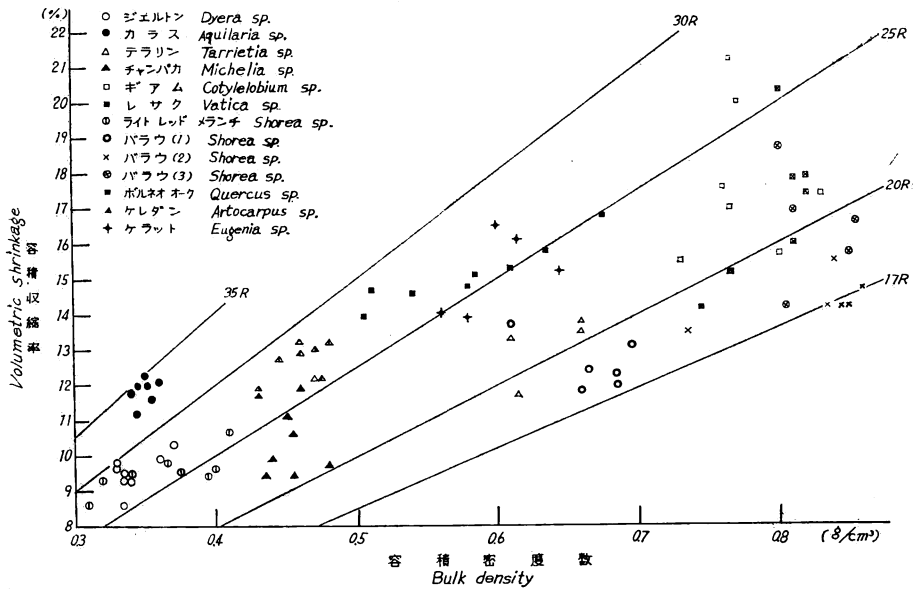


Fig. 2 容積全収縮率と容積密度数との関係
Relation between volumetric shrinkage when green to oven dry and bulk density.

α_v/R 値の最大値、最小値および平均値を樹種べつに Table 4 にかかげる。これによると、平均値はカラスが最も大きく 33.9、パラウ (2) が最も小さく 17.4 を示し、他の樹種はこの間に位置しているが、 $\alpha_v/R \div 28$ という多くの樹種の平均値より大きい平均値を示す樹種はカラスのみで、他はそれより低い値である。なかでもパラウの 3 樹種はすべて 20 より小さい値を示し、このように α_v/R 値の低いことはカンボジア産コキー クサイ (*Hopea pierrei*)⁶⁾、コムニヤン (*Shorea hypochtra*)⁶⁾、カリマンタン産パンキライ (*Shorea laevis*)¹⁰⁾ などにも見られ、*Shorea* 属のうちでも容積重の高い *Anthoshorea* 節や、*Shorea* 節に属するもの、および *Hopea* 属に共通した収縮特性となっているようである。

また、Table 4 において、最大値と最小値の差は樹種により異なった値を示し、最も大きな差はチャンバカの 12.3、最も小さい差はパラウ (2) の 1.7 である。 α_v/R 値の最大値と最小値の差が本試験の試片の採取の方法では、樹心からのへだたりにもなう変動量によることが考えられるが、このことは、 α_v/R 値を樹心からのへだたりについて示した Fig. 3 によって、2、3 の例外はあるとしても、変動量の特に

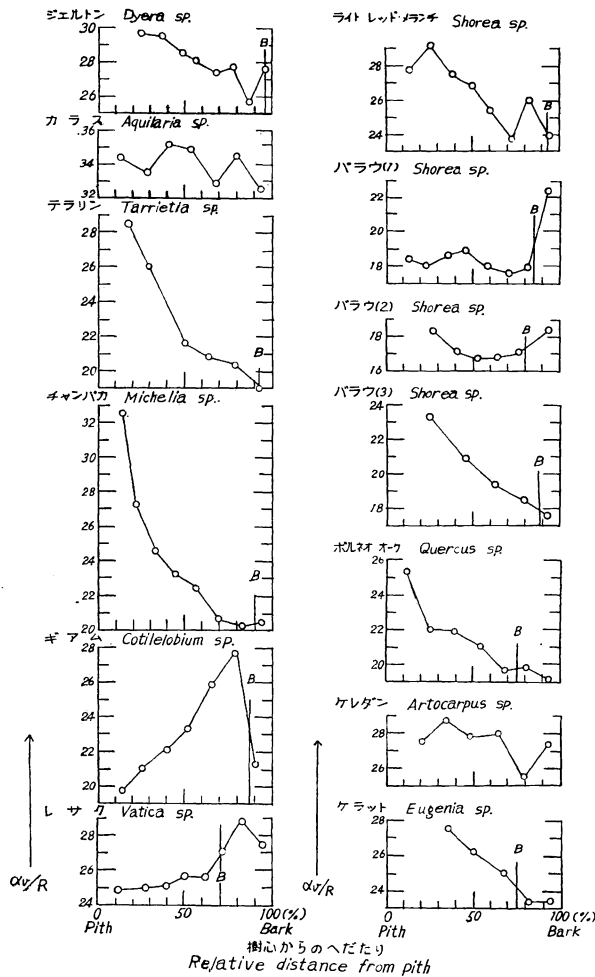
Table 4. 樹種べつの α_v/R 値
Value of α_v/R on each species

樹種 Species	α_v/R		
	Max.	Min.	Mean
ジェルトン <i>Dyera</i> sp.	29.6	25.6	27.9
カラス <i>Aquilaria</i> sp.	35.2	32.4	33.9
テラリン <i>Tarrietia</i> sp.	28.5	19.0	22.8
チャンパカ <i>Michelia</i> sp.	32.6	20.3	24.1
ギアム <i>Cotylelobium</i> sp.	27.7	19.7	23.0
レサク <i>Vatica</i> sp.	28.8	24.9	26.2
ライト レッド メランチ <i>Shorea</i> sp.	29.1	23.7	26.3
バラウ(1) <i>Shorea</i> sp.	22.4	17.6	18.7
バラウ(2) <i>Shorea</i> sp.	18.4	16.7	17.4
バラウ(3) <i>Shorea</i> sp.	23.3	17.6	19.9
ボルネオ オーク <i>Quercus</i> sp.	25.3	19.1	21.2
ケレダン <i>Artocarpus</i> sp.	28.7	25.5	27.5
ケラット <i>Eugenia</i> sp.	27.5	23.4	25.2

Table 5. 樹種べつの t/r , t_{15}/r_{15} および t_{δ}/r_{δ}
Value of t/r , t_{15}/r_{15} , and t_{δ}/r_{δ} on each species

樹種 Species	t/r			t_{15}/r_{15}			t_{δ}/r_{δ}			t_{15}/r_{15} $-t_{\delta}/r_{\delta}$
	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	
ジェルトン <i>Dyera</i> sp.	2.54	2.16	2.39	3.72	2.61	3.18	2.07	1.88	1.98	1.20
カラス <i>Aquilaria</i> sp.	2.34	1.66	2.05	2.60	1.68	2.18	2.18	1.66	1.99	0.19
テラリン <i>Tarrietia</i> sp.	1.94	1.71	1.79	2.26	1.96	2.06	1.78	1.55	1.64	0.42
チャンパカ <i>Michelia</i> sp.	1.81	1.56	1.72	2.49	1.94	2.29	1.56	1.36	1.46	0.63
ギアム <i>Cotylelobium</i> sp.	2.06	1.56	1.83	2.85	1.86	2.31	1.69	1.38	1.51	0.80
レサク <i>Vatica</i> sp.	3.59	1.98	3.10	6.53	2.77	5.32	2.35	1.07	1.92	3.40
ライト レッド メランチ <i>Shorea</i> sp.	3.04	2.27	2.51	4.53	3.10	3.59	2.33	1.87	2.07	1.52
バラウ(1) <i>Shorea</i> sp.	2.84	2.38	2.59	3.77	2.91	3.27	2.54	1.97	2.34	0.93
バラウ(2) <i>Shorea</i> sp.	2.96	2.20	2.58	3.58	2.71	3.17	2.77	2.01	2.38	0.79
バラウ(3) <i>Shorea</i> sp.	2.41	1.75	2.01	2.87	2.19	2.52	2.29	1.51	1.81	0.71
ボルネオ オーク <i>Quercus</i> sp.	2.51	1.69	2.00	3.48	1.98	2.68	2.14	1.45	1.69	0.99
ケレダン <i>Artocarpus</i> sp.	2.18	1.88	2.01	2.89	2.19	2.52	1.82	1.70	1.76	0.76
ケラット <i>Eugenia</i> sp.	2.13	1.64	1.87	2.68	1.90	2.64	1.80	1.48	1.64	1.00

大きい樹種についてきわめて明らかなるところである。すなわち、樹心部から周辺部に向かって α_v/R 値が減少する傾向の樹種にはジェルトン、テラリン、チャンパカ、ライト レッド メランチ、バラウ(3)、ボルネオ オークおよびケラットが、また樹心から周辺部に向かって増加する傾向を示す樹種にはギアムおよびレサクが含まれ、さらに、カラス、バラウ(1)、バラウ(2)およびケレダンは特定の傾向を示さないか、あるいは変化量も比較的少ない部類に類別できるようである。



B: 辺・心材界, Border between sap- and heartwood.

Fig. 3 α_v/R 値の丸太内水平分布
Transversal distribution of α_v/R value in relative distance from pith.

(2) 横断面収縮異方度

全乾時までの収縮における横断面収縮異方度 (t/r), 気乾 (含水率 15%) 時までの収縮における横断面収縮異方度 (t_{15}/r_{15}) および含水率 1% あたりの収縮における横断面収縮異方度 (t_0/r_0) の最大値, 最小値および平均値を樹種べつに Table 5 にかかげる。含水率 1% あたりの収縮率は JIS Z 2103 によると気乾から全乾までの収縮を基準として算出しており, このことから t_0/r_0 は気乾から全乾までの収縮における横断面収縮異方度に等しいことになる。

Table 5 において, t/r および t_{15}/r_{15} の最大値はレサクでそれぞれ 3.10 および 5.32 を示し, これらの値は他樹種からかけはなれて大きい。しかし, t_0/r_0 の最大値はバラウ (2) で 2.38 を示している。また, t/r および t_0/r_0 の最小値はチャンパカでそれぞれ 1.72 および 1.46, t_{15}/r_{15} の最小値はテラリンの 2.06 である。 t_{15}/r_{15} は t_0/r_0 よりすべての樹種すべての試片でより大きい, 樹種べつの両者の順位は必ずしも一致していない。そこで, t_{15}/r_{15} と t_0/r_0 との差をとり Table 5 に併記したが, これによると, この差はレサクで特に大きく 3.40 を, また, カラスが最小で 0.19 を示している。この結果, レサクのように t_{15}/r_{15} の大きい樹種は特に気乾までの収縮にともなう横断面の狂いや割れなどの発生が多いも

のと考えられる。

さて、 t_{15}/r_{15} と t/r との差については、すでにカンボジア産材8種樹⁶⁾およびカリマンタン産カプール材⁷⁾について、丸太によりあるいは試片により大きなバラツキがあることを指摘したが、ここでは、試片間のバラツキもさることながら、 t_{15}/r_{15} と t_8/r_8 の差がレサク、ライト レッド メランチなど極端に大きいと思われる値やカラス、テラリンなどのかなり小さい値などから、むしろ樹種間の差が大きいことを指摘しておかねばならない。

t/r と容積密度数の関係を、容積密度数の減少にともなう t/r が直線的に増加するという関係の勾配 φ ⁸⁾ とともに、Fig. 4 にかかげる。Fig. 4 によると、これらの樹種の間では R の減少にともない t/r が増加するという関係はかならずしも明確には示されていない。したがって、 $R-t/r$ 関係を問題とすると、 φ のある値を基準として材質区分を試みることの適否にはいささか問題があるが、KOLLMANN, F.⁴⁾ や KINGSTON, R.S.T. and RISON, C.J.E.³⁾ などの多くの結果から、ここでは $\varphi=2.5$ を基準としてこれより大きい値を示す樹種を容積重の割合に t/r の大きい樹種として区分してみることにする。このころみからすれば、 φ が 2.5 より大きい樹種としては、ギアム、レサク、パラウ(1)、(2)、(3)およびボルネオ オークがあげられることになるが、これらの樹種の収縮にともなう紛糾は、他の試験項目、とくに乾燥性試験においても十分に認められているところである。したがって、この φ の基準は一応のメヤスとなる可能性がある。

さらに、 t/r および t_{15}/r_{15} の値と樹心からのべだたりとの関係を樹種べつに Fig. 5 に示す。Fig. 5 によると、横断面収縮異方度の値は樹心から周辺部にわたって樹種によりさまざまな傾向をとることが類推される。すなわち、樹心から周辺部にわたって減少する傾向を示す樹種として、ジェルトンおよびチャンバカ、樹心から周辺部にわたって増加する傾向を示す樹種として、カラス、ギアム、レサク、パラウ(3)およびボルネオ オーク、上に凸の傾向を示すものとしてパラウ(1)、パラウ(2)、ケレダンおよびケラ

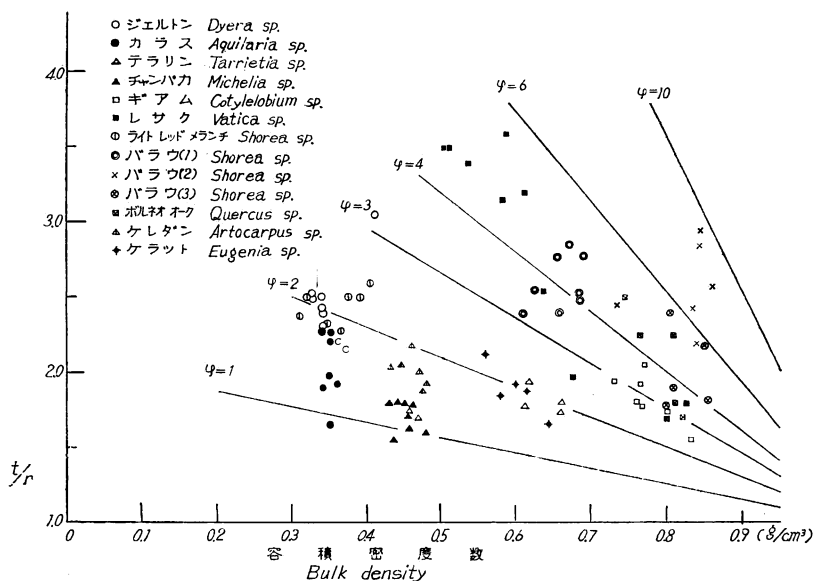
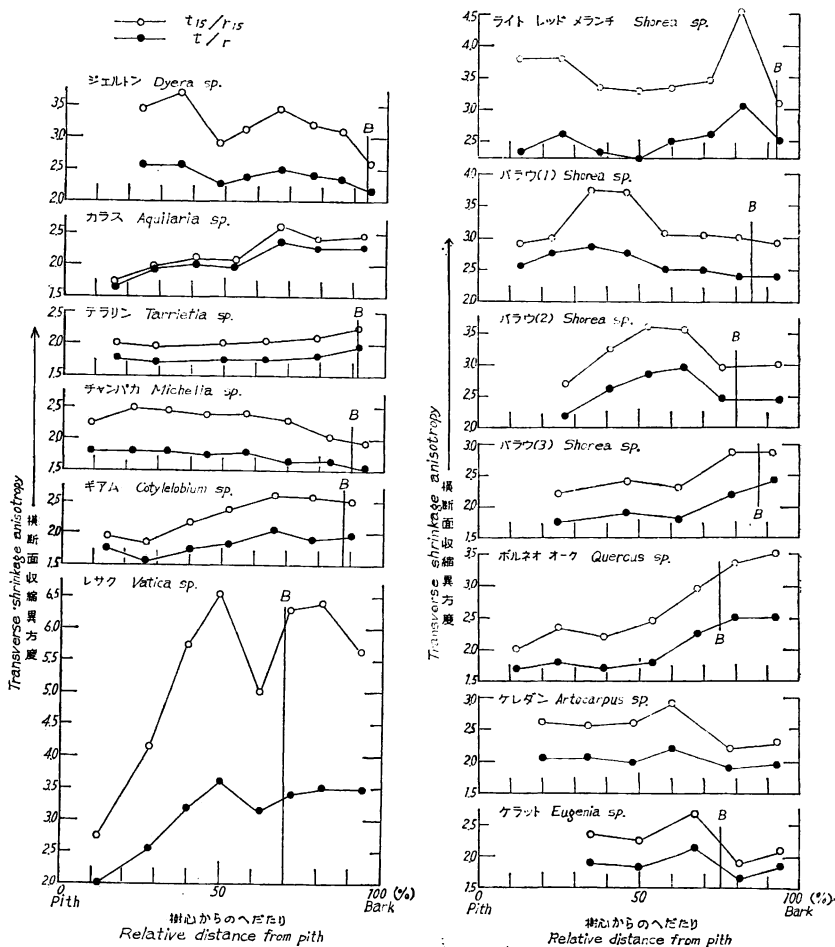


Fig. 4 横断面収縮異方度と容積密度数との関係
Relation between transverse shrinkage anisotropy and bulk density.

ットなどがそれぞれ属し、さらに、テラリンは変化量がきわめて少なく、ライト レッド メランチはむしろ下に凸の傾向がうかがわれる。これらの傾向は t/r はもちろん t_{15}/r_{15} にも認められ、また、どの試片においても t_{15}/r_{15} は t/r より大きい値を示すこともこの図から明らかである。

(3) 気乾 (含水率15%) 時までの収縮が全収縮にしめる割合

気乾 (含水率15%) 時までの収縮が全収縮にしめる割合の最大値、最小値、平均値を接線方向、半径方向および軸方向について樹種べつに Table 6 にかかげる。これによると、この割合はどの樹種も接線方向が最も大きく、半径方向がこれにつぎ、軸方向は負の値も含んでいて最も小さい。各方向べつにこれをみると、接線方向のこの割合 (t_{15}/t) はレサクがとくに大きく61%、パラウ(1)、パラウ(2)がともに38%で最も小さい。また、半径方向のこの割合 (r_{15}/r) はカラスが49%で最も大きく、パラウ(1)が29%で最も小さい。さらに、軸方向のこの割合 (l_{15}/l) はケレダンが最大で26%、レサクが最小で-10%をそれぞれ示し、平均値が負の値をとる樹種は、レサクのほかにカラスおよびギアムがある。この軸方向の



B: 辺・心材界 Border between sap- and heartwood.

Fig. 5 横断面収縮異方度の丸太内水平分布
Transversal distribution of transverse shrinkage anisotropy in relative distance from pith.

Table 6. 樹種べつの $\alpha_{15/0}$
Value of $\alpha_{15/0}$ on each species

樹種 Species	$t_{15/0}$			$r_{15/0}$			$l_{15/0}$		
	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean
ジ エ ル ト <i>Dyera</i> sp.	52	43	48	36	33	36	26	0	12
カ ラ ス <i>Aquilaria</i> sp.	54	50	52	53	46	49	25	-24	-9
テ ラ リ <i>Tarrietia</i> sp.	48	44	46	42	38	40	16	0	6
チ ヤ ン バ カ <i>Michelia</i> sp.	53	39	44	42	28	33	22	0	6
ギ ア ム <i>Cotylelobium</i> sp.	65	47	54	50	38	43	17	-29	-3
レ サ ク <i>Vatica</i> sp.	65	54	61	39	34	36	9	-29	-10
ライト レッド メランチ <i>Shorea</i> sp.	51	39	44	34	27	31	16	0	6
バ ラ ウ (1) <i>Shorea</i> sp.	44	35	38	31	28	29	23	0	15
バ ラ ウ (2) <i>Shorea</i> sp.	42	36	38	34	29	31	31	13	21
バ ラ ウ (3) <i>Shorea</i> sp.	50	34	42	40	28	34	24	0	12
ボルネオ オーク <i>Quercus</i> sp.	56	44	48	48	32	37	31	-13	10
ケ レ ダ <i>Artocarpus</i> sp.	48	45	46	39	35	37	33	20	26
ケ ラ ッ ト <i>Eugenia</i> sp.	56	44	51	46	39	43	18	0	11

割合のうち、カラスの最大値は25%を示しているが、カラスの試片のうち正の値を示すものはこれ1個で、この値を示す試片は測定点線上付近に著しい交錯木理をもち、この影響により正の値を示すものと考えられる。この値を除いたカラスの $l_{15/0}$ の平均値は -14% となり、ここでの最小値となる。

Table 6 において、とくに注目されることは、カラスの接線方向と半径方向のこの割合が著しく接近した値を示すこと、およびレサクのこれらの割合が著しく離れていることである。カラスの場合、収縮率—含水率の関係が両方向ともほぼ等しい経過を経ることが想定されるが、これに反して、レサクにおいては、この関係が両方向で著しく異なることが考えられる。レサクのように気乾までの収縮が接線方向でとくに大きいこと、すなわち、 t_{15}/r_{15} が t_0/r_0 より著しく大きいことは、落込みのような異状収縮によってもたらされたとも考えられるが、試験片の形状が、木口試片は繊維方向に5mmであること、および木口試験と柾目試片の半径方向収縮率および容積収縮率にともに差がないことなどから、落込みによる異状収縮とは必ずしも断定できない。むしろ、横断面収縮異度度が含水率の変化にしたがって異なった値をとるものとみなしたほうが妥当であるかもしれない。

4. 要 約

カリマンタン産13樹種の材各1本の丸太について、容積重と収縮率の測定をおこない、若干の因子に

についての相互関係を検討した。

1. 収縮率および容積重について、樹種べつ、丸太べつの最大値、最小値および平均値をもとめた (Table 2)。また、これらの平均値を文献で見られるそれぞれの平均値と比較した (Table 3)。
2. 容積密度数および収縮率の丸太横断面水平分布をもとめた (Fig. 1)。
3. 容積密度数 (R) と容積全収縮率 (α_v) の関係を調べ、 α_v/R 値の丸太横断面水平分布を検討した (Fig. 2, 3, Table 4)。
4. 全収縮における横断面収縮異方度 (t/r)、気乾までの収縮における横断面収縮異方度 (t_{15}/r_{15}) および含水率 1%あたりの平均収縮率からの横断面収縮異方度 (t_0/r_0) の値をもとめ、これらの値の関連性を検討するとともに、 t/r と容積密度数の関係ならびに t/r および t_{15}/r_{15} の丸太横断面水平分布をもあわせ検討した (Table 5, Fig. 4, 5)。
5. 気乾 (含水率 15%) 時までの収縮が全収縮にしめる割合の各方向での値を算出した (Table 6)。

文 献

- 1) 蕪木自輔：木材材質の森林生物学的研究 (第 13 報) 北海道野幌地方における造林木の容積収縮率のあらわれかた、林試研報, 90, pp. 109~144, (1956)
- 2) 蕪木自輔：木材材質の森林生物学的研究 (第 15 報) トドマツ材における容積収縮率のあらわれかた——みかけの大きさとその容積密度数との関係、林試研報, 144, pp. 53~111, (1962)
- 3) KINGSTON, T. S. T. and C. J. E. RISDON: Shrinkage and density of Australian and other Southwest Pacific woods. C.S.I.R.O., Div. of Forest Prod. Tech. Paper, 13, (1961)
- 4) KOLLMANN, F.: Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe. Erster Band, Zweite Auflage, Springer-Verlag, Berlin, (1951)
- 5) MALAYAN FOREST SERVICE: Trade Leaflet, 5, (1961), 8, 9, 13, (1964), 20, (1961), 21, (1964), 24, (1956)
- 6) 中野達夫・蕪木自輔：南洋材の性質 1, カンボジア産材 8 樹種の容積密度数と収縮率のあらわれかた、林試研報, 190, pp. 31~61, (1966)
- 7) 中野達夫・蕪木自輔：南洋材の性質 4, 北ボルネオ産カプール材の容積重と収縮率のあらわれかた、林試研報, 197, pp. 61~74, (1966)
- 8) 中野達夫・蕪木自輔：南洋材の性質 7, カリマンタン産クルイン材の容積重と収縮率のあらわれかた、林試研報, 206, pp. 17~29, (1967)
- 9) 中野達夫・蕪木自輔：南洋材の性質 10, アビトン材の容積重と収縮率のあらわれかた、林試研報, 208, pp. 105~116, (1968)
- 10) 中野達夫・蕪木自輔：南洋材の性質 11, カリマンタン産バンキライおよびホホワイト メランチ材の容積重と収縮率のあらわれかた、林試研報, 218, pp. 32~45, (1968)
- 11) 農林省林業試験場木材部物理研究室：日本産主要樹種の物理的性質 (未発表)
- 12) WARDI and SOEWARSONO, P.H.: Preliminary study on the physical and mechanical properties of Indonesian woods (Part 1). Forest Prod. Res. Ins. Report 5, Bogor Indonesia, (1963)

III. Density and Shrinkage of Thirteen Species of Kalimantan Woods

Tatsuo NAKANO and Jisuke KABURAGI

(Résumé)

In this investigation, we made a study of the density and the shrinkage on logs of thirteen species each grown in Kalimantan, Indonesia.

The general descriptions of the logs and specimens are shown in Table 1.

The test specimens were taken from the one direction along the medium radius in the disk of the middle location at each log. Sampling methods of the test specimens from direction and the method of the test for study on the density and shrinkage were determined following the method of the former report⁶⁾.

The results obtained in this report are as follows:

1. The maximum, minimum and mean values of shrinkage and density at each species were obtained and these values are given in Table 2.

2. The transversal distribution of the bulk density, the shrinkage when green to oven-dry in relation to relative distance from pith are shown in Fig. 1.

3. The relationship between the bulk density (R g/cm³) and volumetric shrinkage (α_v %) was as shown in Fig. 2 and distribution of the α_v/R values in relation to the distance from pith on each log were abstracted as shown in Fig. 3. Then, the values of α_v/R at each species are shown in Table 4.

4. The values of the transverse shrinkage anisotropy when green to oven-dry (t/r) and air-dry (t_{15}/r_{15}), and the unit shrinkage anisotropy based on air-dry state to oven-dry (t_{δ}/r_{δ}) are respectively shown in Table 5. Furthermore, the relation between t/r and bulk density and the transversal distributions of t/r and t_{15}/r_{15} in relative distance from pith were abstracted as shown in Figs. 4 and 5.

5. The percentage of the shrinkage when green to air-dry to when green to over-dry ($\alpha_{15/0}$) was observed in relation to each species (Table 6).

Ⅳ．カリマンタン産材 13 樹種の強度的性質

近 藤 孝 一⁽¹⁾
山 井 良 三 郎⁽²⁾

ま え が き

前報^{1)~6)}にひきつづき、インドネシア共和国カリマンタン地区産の 13 樹種について無欠点小試験体による強度的性質を求めた。この場合も、おもなるねらいを強度部材として利用するさいの一般的指標をうることに、多湿状態の円板から木取った横引張試験体について、単板切削加工の基礎資料となる接線方向の応力—歪関係を求めることにおいた。

(1) 木材部材料科強度研究室

(2) 木材部材料科強度研究室長・農学博士

この試験をすすめるにあたり、試験体の製作についてご協力をいただいた大尾重夫、椎橋宗末両技官ならびに実験についてご協力をいただいた東京農業大学学生鳴海幸宜君に対して、深く感謝の意を表する。

1. 供試材料および木取法

供試材料の樹種名、学名、原木記号、円板半径、辺材幅および試験群などを Table 1 に示す。I 群は多湿状態に関するもので、厚さ約 20 cm の円板から前報²⁾の要領で横引張試験体のみを木取った場合である。すなわち、横断面上で平均的な成長をしていると思われる部位の半径をえらび、辺材部を A、樹心部（半径約 10~15 cm）を除いた心材部を 3 等分し、樹皮側から B, C, D として、各部位から接線方向の横引張試験体を木取った。また、接線方向と半径方向の応力-歪関係を比較するため、B あるいは C 部位から半径方向の横引張試験体も木取った。なお、試験体はどの場合も同一部位で樹幹の縦軸方向に 4~5 ずつ連続させて木取った。しかし、樹種によっては干割れの発生や木理不整のため、所定の部位から木取ることを割愛したものもある。

II 群は主として気乾状態に関するもので、前述の多湿円板に隣接する約 50 cm 長さの丸太から横方向

Table 1. 供試材料の樹種名、学名、記号および試験群
Name and mark of test materials and test group

樹 種 名 Species (Common name)	学 名 Botanical name	原木記号 Mark of study logs	I 群 Group I				II 群 Group II	
			水分状態 Moisture condi- tion	円板厚さ Thick- ness of disks (cm)	円板半径 Radius of disks (cm)	辺材幅 Width of sapwood (cm)	水分状態 Moisture condi- tion	丸太長さ Length of logs (cm)
ジ エ ル ト ン Jelutong	<i>Dyera</i> sp.	VII A	多湿 Wet	約20	40.0	2.1	気乾 Air dry	約50
カ ラ ス Karas	<i>Aquilaria</i> sp.	VII B	同上	同上	28.1	2.1	同上	同上
テ ラ リ ン Teraling	<i>Tarrietia</i> sp.	VII C	"	"	22.1	2.0	"	"
チャ ン パ カ Champaka	<i>Michelia</i> sp.	VII D	"	"	30.2	2.4	"	"
ギ ア ム Giam	<i>Cotylelobium</i> sp.	VII E	"	"	29.3	3.3	"	"
レ サ ク Resak	<i>Vatica</i> sp.	VII F	"	"	27.0	9.4	"	"
ライト レッド メランチ Light red meranti	<i>Shorea</i> sp.	VII G	"	"	30.0	2.4	"	"
バ ウ ラ (1) Balau	<i>Shorea</i> sp.	VII H	"	"	30.3	3.2	"	"
バ ウ ラ (2) Balau	<i>Shorea</i> sp.	VII I	"	"	30.4	4.2	"	"
バ ウ ラ (3) Balau	<i>Shorea</i> sp.	VII J	"	"	24.0	2.1	"	"
ボルネオ オーク Borneo oak	<i>Quercus</i> sp.	VII K	"	"	30.2	3.6	"	"
ケ レ ダ ン Keledang	<i>Artocarpus</i> sp.	VII L	"	"	25.4	3.0	"	"
ケ ラ ッ ト Kelat	<i>Eugenia</i> sp.	VII M	"	"	25.5	5.0	"	"

および縦方向の試験体を木取った場合である。すなわち、横引張および横圧縮の試験体は前述の要領にしたがって、BあるいはC部位から木取った。縦方向の引張、衝撃曲げ、静的曲げ試験体はB、C、D部位から無作為に木取ることを原則としたが、辺材部と心材部の比較をするため、辺材部から木取った樹種も若干ある。なお、静的曲げ試験体については多湿と気乾における比較のため、接線方向に連続する1対の試験体を木取り、一方を多湿状態に、他方を気乾状態に処理した。また、縦圧縮、せん断、部分圧縮などの試験体は静的曲げ試験終了後、その非破壊部分より木取った。これら縦方向の試験体の個数は木取り上の制約のため、単位群あたり6～10個である。

この試験でいう多湿状態は供試材を水中に浸漬した状態で、いわゆる生材状態とは異なり、搬入時の丸太の状態でも、樹種によってはかなりはげしい割れが発生していた。また、気乾状態は室内に放置した状態で、いわゆる人工乾燥は行っていない。

Table 2. 強度試験結果
Results of several mechanical tests

原木信号 Mark of study logs		容積重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Moisture content u %	静的曲げ Static bending			縦圧縮 Compression parallel to grain		
				E_b 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_b kg/cm ²	E_c 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_c kg/cm ²
ジェルトン VII A	平均値 Mean	0.43	13.0	81.2	307	540	102	297	361
	範囲 Range	0.39～0.47	12.5～14.5	74.8 ～86.6	289 ～356	501 ～602	97.8 ～106	281 ～329	332 ～380
カラス VII B	平均値 Mean	0.44	14.0	77.0	313	542	92.1	269	321
	範囲 Range	0.42～0.49	14.0～14.5	72.7 ～83.8	242 ～348	501 ～600	73.4 ～118	236 ～283	300 ～337
テラリン VII C	平均値 Mean	0.80	14.0	146	678	1200	169	528	657
	範囲 Range	0.72～0.89	14.0～14.0	131 ～153	585 ～777	1080 ～1320	151 ～195	471 ～574	611 ～718
チャンパカ VII D	平均値 Mean	0.54	13.0	113	513	890	126	389	481
	範囲 Range	0.51～0.56	12.5～13.5	94.6 ～131	481 ～539	816 ～939	109 ～158	347 ～505	424 ～537
ギアム VII E	平均値 Mean	1.00	14.5	199	860	1515	263	639	804
	範囲 Range	0.95～1.07	14.0～14.5	189 ～207	782 ～933	1434 ～1613	211 ～303	574 ～710	757 ～852
レサク VII F	平均値 Mean	0.80	14.5	134	676	1257	156	554	678
	範囲 Range	0.68～0.88	14.0～14.5	123 ～148	635 ～732	1165 ～1365	126 ～175	537 ～601	652 ～715
ライトレッドメランチ VII G	平均値 Mean	0.48	14.5	80.1	378	632	98.8	316	365
	範囲 Range	0.40～0.54	14.0～15.0	71.9 ～86.4	358 ～391	573 ～695	78.3 ～120	262 ～355	328 ～386
バラウ (1) VII H	平均値 Mean	0.82	14.5	128	641	1133	142	420	614
	範囲 Range	0.75～0.86	14.0～14.5	123 ～137	596 ～697	1083 ～1248	120 ～178	335 ～528	586 ～653

2. 試験方法

試験方法は前報と全く同様で、大部分は JIS の規定にしたがったが、かたさ試験のみは縦圧試験体の両木口面および部分圧縮試験体の柁目面、板目面を利用して測定した。試験体の寸法は静的曲げ、縦圧縮、せん断および部分圧縮の場合に辺長 $a = 25 \text{ mm}$ 、縦引張、横引張および衝撃曲げの場合に $a = 20 \text{ mm}$ とした。横圧縮試験体はジェルトン (VII A), カラス (VII B), テラリン (VII C), チャンバカ (VII D), ライト レッド メランチ (VII G) およびケレダン (VII L) は $a = 25 \text{ mm}$ としたが、他の樹種は $a = 20 \text{ mm}$ とした。

3. 試験結果と考察

最初に、これまで報告した樹種の場合と同様に、心材部 (B, C, D 部位) における気乾状態の容積重、

(気乾状態、心材部)

(Air dry condition, Heartwood)

縦引張 Tension parallel to grain			せん断 Shear parallel to grain		衝撃曲げ Impact bending	部分圧縮 (接線方向) Partial compression perpendicular to grain (Tangential direction)				かたさ Hardness		
E_t 10^8 kg/cm^2	σ_p kg/cm^2	σ_t kg/cm^2	τ_R kg/cm^2	τ_T kg/cm^2	a $\text{kg}\cdot\text{m/cm}^2$	σ_p kg/cm^2	σ_{1mm} kg/cm^2	σ_{2mm} kg/cm^2	$\sigma_{5\%}$ kg/cm^2	H_t kg/mm^2	H_r kg/mm^2	H_t kg/mm^2
98.6 87.6 ~115	731 669 ~880	961 800 ~1115	71 66~76	78 75~86	0.45 0.42 ~0.49	28.6 23.9 ~31.0	56.4 51.8 ~63.4	68.5 66.6 ~79.8	60.6 54.9 ~68.3	3.5 2.9 ~4.0	0.9 0.8 ~1.0	0.7 0.5 ~0.9
95.9 78.0 ~106	640 564 ~748	898 748 ~1045	83 79~86	63 59~68	0.51 0.44 ~0.59	31.3 22.2 ~38.0	58.6 44.1 ~65.2	75.7 63.2 ~82.6	64.0 49.9 ~70.6	3.0 2.4 ~3.3	0.8 0.6 ~0.8	0.8 0.5 ~0.9
174 161 ~188	1213 1145 ~1500	1725 1413 ~1954	153 142 ~169	156 140 ~176	1.04 0.90 ~1.25	99.2 87.3 ~115	184 154 ~223	241 189 ~279	200 168 ~239	7.0 5.5 ~8.7	2.8 2.2 ~3.0	2.5 2.1 ~2.8
123 105 ~144	990 687 ~1220	1355 1012 ~1576	118 110 ~126	144 131 ~155	0.58 0.52 ~0.64	73.9 71.6 ~80.0	116 108 ~126	145 139 ~156	124 116 ~134	5.1 4.4 ~5.6	1.7 1.6 ~1.8	1.3 0.9 ~1.5
229 210 ~254	1726 1367 ~2060	2240 1630 ~2770	180 169 ~199	196 176 ~210	1.38 1.25 ~1.60	121 111 ~143	256 239 ~278	354 326 ~390	285 242 ~313	10.3 9.1 ~11.7	4.3 3.5 ~4.8	3.9 3.1 ~4.3
153 137 ~166	1277 1143 ~1428	1729 1506 ~1960	142 — ~182	178 172 ~182	0.69 0.61 ~0.92	82.1 62.1 ~100	150 127 ~162	203 182 ~219	168 150 ~180	7.9 7.0 ~8.1	2.3 1.8 ~2.5	1.8 1.5 ~2.1
106 95.4 ~122	843 684 ~1071	1046 876 ~1310	87 78~94	99 87 ~110	0.52 0.39 ~0.61	47.2 33.3 ~76.4	82.1 60.3 ~121	102 74.6 ~154	88.1 64.3 ~131	3.5 3.3 ~3.9	1.2 0.9 ~1.6	1.0 0.8 ~1.3
141 111 ~163	1121 735 ~1434	1518 1122 ~1835	133 115 ~140	167 157 ~180	1.30 1.09 ~1.55	100 91.2 ~106	171 163 ~183	220 210 ~234	186 176 ~200	7.4 6.9 ~7.9	2.8 2.5 ~3.0	2.3 1.9 ~2.5

Table 2. (つづき)

原木記号 Mark of study logs		容積重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Moisture content u %	静的曲げ Static bending			縦圧縮 Compression parallel to grain		
				E_b 10 ⁸ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_b kg/cm ²	E_c 10 ⁸ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_c kg/cm ²
バラウ VII I (2)	平均値 Mean	1.03	14.5	185	901	1595	230	556	782
	範囲 Range	0.99~1.08	14.5~14.5	171 ~201	858 ~941	1512 ~1654	197 ~250	487 ~630	680 ~835
バラウ VII J (3)	平均値 Mean	1.04	14.0	233	1077	1761	282	711	909
	範囲 Range	0.99~1.06	13.5~14.0	207 ~254	991 ~1127	1652 ~1843	236 ~346	624 ~823	841 ~968
ボルネオオーク VII K	平均値 Mean	1.05	14.5	203	907	1561	262	638	874
	範囲 Range	0.95~1.09	14.0~14.5	176 ~225	773 ~994	1254 ~1720	221 ~306	575 ~672	790 ~933
ケレダ VII L	平均値 Mean	0.57	14.0	121	513	854	162	451	518
	範囲 Range	0.55~0.61	14.0~14.5	116 ~125	482 ~586	823 ~894	147 ~177	410 ~472	503 ~537
ケラ VII M	平均値 Mean	0.76	15.0	134	592	1039	152	438	572
	範囲 Range	0.70~0.81	14.5~15.5	115 ~160	504 ~652	955 ~1076	125 ~193	384 ~487	528 ~621

 E_b : 曲げヤング係数 E_c : 縦圧縮ヤング係数 E_t : 縦引張ヤング係数 σ_p : 比例限度 σ_b : 曲げ強さ σ_c : 縦圧縮強さ σ_t : 縦引張強さ τ_R : せん断強さ (柱目面) τ_T : せん断強さ (板目面) a : 吸収エネルギー

YOUNG's modulus in static bending.

YOUNG's modulus in compression parallel to grain.

YOUNG's modulus in tension parallel to grain.

Stress at proportional limit.

Modulus of rupture in static bending.

Maximum crushing strength in compression parallel to grain.

Maximum strength in tension parallel to grain.

Shearing strength (Radial surface).

Shearing strength (Tangential surface).

Absorbed energy in impact bending.

含水率, 静的曲げ, 縦圧縮, 縦引張, せん断, 衝撃曲げ, 部分圧縮およびかたさの試験結果を各原木ごとに総括して Table 2 に示す。この表の容積重は静的曲げ, 縦圧縮, 縦引張, 衝撃曲げなどの試験体から求めた数値を総括したものである。なお, 引張試験体の容積重は曲率を付与する以前に測定した。気乾状態の含水率は14%前後であり, 心材部の容積重はジェルトン, カラス, ライト レッド メランチなどで 0.45 g/cm³ 前後, ケレダで 0.57 g/cm³, テラリン, レサク, バラウ (1), ケラットなどで 0.80 g/cm³ 前後, ギアム, バラウ (2), バラウ (3), ボルネオ オークなどで 1.00 g/cm³ 程度である。

つぎに, これら各種の強度値間の相互関係を Table 3 に示す。最大強さを容積量で除した形質商 (σ_{max}/R_u) は, 静的曲げの場合にカラスの 12.3 km からバラウ (3) の 17.0 km, 縦圧縮の場合にカラスの 7.2 km からケレダの 9.2 km, 縦引張の場合にケラットの 15.9 km からケレダの 28.0 km である。最大強さをヤング係数で除した値 (σ_{max}/E) は, 静的曲げの場合にジェルトンの 0.67×10^{-2} からレサクの 0.94×10^{-2} , 縦圧縮の場合にギアムの 0.31×10^{-2} からレサク, バラウ (1) などの 0.44×10^{-2} , 縦引張の場合にバラウ (3), ボルネオ オークなどの 0.88×10^{-2} からレサク, ケレダなどの 1.14×10^{-2} である。最大強さに対する比例限度の比 (σ_p/σ_{max}) は, 静的曲げの場合にレサクの 0.54 からバラウ (3)

(Continued)

縦 引 張 Tension parallel to grain			せん 断 Shear paral- lel to grain		衝撃曲げ Impact bend- ing	部分圧縮 (接線方向) Partial compression-perpendicu- lar to grain (Tangential direction)				か た さ Hardness		
E_t 10 ³ kg /cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_t kg/cm ²	τ_R kg/cm ²	τ_T kg/cm ²	a kg·m /cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_5\%$ kg/cm ²	H_l kg/mm ²	H_r kg/mm ²	H_t kg/mm ²
208 186 ~242	1505 1100 ~1722	2100 1800 ~2415	178 163 ~197	225 215 ~234	1.40 0.96 ~1.68	—	—	—	—	10.5 9.7 ~11.3	4.7 4.2 ~5.3	4.1 3.9 ~4.5
252 178 ~288	1603 1215 ~1918	2175 1745 ~2600	201 174 ~223	229 218 ~239	1.64 1.37 ~1.81	149 128 ~192	279 256 ~288	382 336 ~413	313 281 ~336	11.1 9.5 ~11.8	4.8 4.0 ~5.7	4.3 3.5 ~4.8
219 184 ~253	1606 1302 ~1924	1938 1623 ~2540	213 189 ~232	185 159 ~205	2.08 1.54 ~2.46	—	—	—	—	10.5 9.8 ~11.2	5.6 4.2 ~7.4	4.3 3.7 ~5.5
139 126 ~160	1225 1068 ~1362	1587 1400 ~1895	111 100 ~120	102 95 ~106	0.77 0.70 ~0.92	50.1 43.0 ~57.2	91.0 84.4 ~95.4	119 113 ~125	99.3 93.1 ~104	4.7 4.4 ~5.4	1.4 1.2 ~1.7	1.1 0.9 ~1.2
128 116 ~147	958 728 ~1240	1197 906 ~1665	129 118 ~140	140 121 ~157	0.86 0.69 ~1.03	—	—	—	—	6.2 4.9 ~7.2	1.8 1.6 ~2.2	1.6 1.1 ~2.0

σ_{1mm} : 1 mm部分圧縮強さ Compressive strength when compressed to 1 mm of side length in tangential direction.

σ_{2mm} : 2 mm部分圧縮強さ Compressive strength when compressed to 2 mm of side length in tangential direction.

$\sigma_5\%$: 5 %部分圧縮強さ Compressive strength when compressed to 5 % of side length in tangential direction.

H_l : 木口面かたさ End hardness.

H_r : 板目面かたさ Side hardness (Tangential surface).

H_t : 柁目面かたさ Side hardness (Radial surface).

の0.61, 縦圧縮の場合にパラウ(1)の0.68からライト レッド メランチ, ケレダンの0.87, 縦引張の場合にカラス, チャンパカなどの0.73からライト レッド メランチ, ケラットなどの0.81となっている。

各原木ごとの縦圧縮強さ (σ_c) と縦引張強さ (σ_t) の平均値を次式

$$\frac{3r-1}{r+1}\sigma_c = \sigma_{br} \quad \text{式中 } r = \frac{\sigma_t}{\sigma_c}$$

に代入して, 静的曲げ強さの計算値 (σ_{br}) を求めると, 実測値に対する計算値の比はパラウ(3), ケラットなどの0.94からジェルトンの1.27の範囲で, 13樹種の平均値は約1.05である。

縦圧縮強さを柁目面せん断強さで除した値 (σ_c/τ_R) はカラスがもっとも小さく3.9で, ジェルトンがもっとも大きく5.1である。なお, 柁目面せん断強さ (τ_R) と板目面せん断強さ (τ_T) を比較すると, カラスおよびボルネオ オークは板目面が弱く, これまで報告した樹種と傾向を異にするが, その他の樹種はほぼ同等か, あるいは板目面が若干強いものが多い。また, 縦圧縮強さを木口面かたさで除した値 (σ_c/H_l) について単位を無視して示すと, パラウ(2)の75からケレダンの110の範囲で, 13樹種の平均値は約92である。衝撃曲げ吸収エネルギーを容積重の2乗で除した値 (a/R_u^2) についても単位を無視して示す

Table 3. 各強度値の相互関係
Relations among mechanical properties

		静 的 曲 げ Static bending				縦 圧 縮 Compression parallel		
		σ_p/σ_b	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_b/R_u km	E_b/R_u 10 ² km	σ_p/σ_c	σ_c/E_c 10 ⁻²	σ_c/R_u km
ジェルトン VIA	平均値 Mean 範囲 Range	0.57 0.54 ~0.60	0.67 0.61 ~0.70	12.7 11.9 ~14.0	19.1 17.8 ~20.2	0.83 0.79 ~0.86	0.35 0.32 ~0.38	8.4 7.7~9.0
カラス VIB	平均値 Mean 範囲 Range	0.58 0.48 ~0.66	0.71 0.67 ~0.75	12.3 11.4 ~13.7	17.5 16.7 ~18.6	0.83 0.74 ~0.88	0.35 0.27 ~0.43	7.2 6.5~7.5
テラリン VIC	平均値 Mean 範囲 Range	0.56 0.49 ~0.61	0.82 0.78 ~0.87	15.4 13.2 ~16.3	18.7 15.9 ~20.2	0.80 0.75 ~0.85	0.39 0.36 ~0.44	8.5 7.9~9.1
チャンパカ VID	平均値 Mean 範囲 Range	0.57 0.51 ~0.61	0.80 0.71 ~0.99	16.8 15.2 ~17.6	21.3 17.6 ~24.9	0.81 0.62 ~0.94	0.38 0.34 ~0.40	8.9 8.3~9.9
ギアム VIE	平均値 Mean 範囲 Range	0.57 0.50 ~0.64	0.76 0.74 ~0.84	15.0 14.1 ~15.8	19.7 18.4 ~20.9	0.80 0.73 ~0.85	0.31 0.26 ~0.36	8.0 7.8~8.5
レサク VIF	平均値 Mean 範囲 Range	0.54 0.50 ~0.56	0.94 0.92 ~0.96	15.9 15.2 ~16.6	16.9 16.1 ~17.8	0.82 0.81 ~0.84	0.44 0.41 ~0.52	8.5 8.1~8.7
ライトレッド メラランチ VIG	平均値 Mean 範囲 Range	0.60 0.56 ~0.64	0.79 0.70 ~0.84	13.5 12.3 ~14.2	17.2 14.9 ~20.4	0.87 0.80 ~0.95	0.37 0.31 ~0.42	8.0 6.6~9.0
バラウ (1) VIH	平均値 Mean 範囲 Range	0.57 0.52 ~0.62	0.89 0.82 ~0.99	13.8 13.0 ~15.0	15.5 15.0 ~16.3	0.68 0.57 ~0.81	0.44 0.36 ~0.49	7.4 7.3~7.7
バラウ (2) VII F	平均値 Mean 範囲 Range	0.58 0.53 ~0.61	0.86 0.82 ~0.92	15.6 14.5 ~16.2	18.0 16.8 ~19.5	0.70 0.61 ~0.85	0.34 0.31 ~0.40	7.7 6.9~8.0
バラウ (3) VIJ	平均値 Mean 範囲 Range	0.61 0.53 ~0.68	0.77 0.69 ~0.89	17.0 16.0 ~18.2	22.6 19.9 ~25.2	0.78 0.68 ~0.85	0.33 0.29 ~0.41	8.8 8.2~9.7
ボルネオオーク VIK	平均値 Mean 範囲 Range	0.58 0.53 ~0.60	0.77 0.71 ~0.83	14.7 12.1 ~16.1	19.1 16.9 ~21.4	0.73 0.71 ~0.76	0.34 0.30 ~0.38	8.3 7.5~8.6
ケレダン VII L	平均値 Mean 範囲 Range	0.60 0.54 ~0.69	0.70 0.67 ~0.75	15.1 14.6 ~15.8	21.4 20.4 ~22.1	0.87 0.76 ~0.91	0.32 0.30 ~0.34	9.2 8.7~9.5
ケラット VIM	平均値 Mean 範囲 Range	0.57 0.53 ~0.62	0.78 0.64 ~0.86	13.4 12.3 ~14.2	17.3 14.7 ~22.2	0.77 0.72 ~0.83	0.38 0.31 ~0.44	7.6 7.3~7.9

(気乾状態, 心材部)
 (Air dry condition, Heartwood)

to grain	縦 引 張 Tension parallel to grain				せん断 Shear parallel to grain τ_T/τ_R	衝撃曲げ Impact bending a/R_u^2	相 互 関 係 Relation		
	E_c/R_u 10 ³ km	σ_p/σ_t	σ_t/E_t 10 ⁻²	σ_t/R_u km			E_t/R_u 10 ² km	σ_c/H_t	σ_c/τ_R
23.7 26.6 ~24.6	0.76 0.69 ~0.79	0.98 0.83 ~1.04	22.4 20.5 ~25.3	22.9 20.2 ~25.3	1.11 1.00 ~1.21	2.4 2.0~2.9	103 94~115	5.1 4.7~5.5	71 64~82
20.7 15.0 ~27.4	0.73 0.62 ~0.83	0.94 0.87 ~1.18	30.9 19.6 ~24.3	22.3 18.2 ~25.2	0.76 0.69 ~0.84	2.7 2.4~3.1	108 97~125	3.9 3.8~4.2	75 55~93
21.8 19.1 ~24.7	0.78 0.74 ~0.81	0.99 0.88 ~1.17	20.7 17.8 ~24.0	20.9 18.3 ~23.2	1.02 0.96 ~1.12	1.6 1.4~1.9	95 83~117	4.3 4.1~4.8	74 57~93
23.2 14.8 ~28.3	0.73 0.68 ~0.83	1.09 0.93 ~1.30	24.9 19.8 ~28.2	22.7 20.8 ~25.7	1.22 1.10 ~1.33	2.0 1.8~2.1	95 83~113	4.1 3.7~4.5	90 83~99
26.3 21.3 ~30.2	0.78 0.70 ~0.84	0.98 0.78 ~1.18	21.9 16.7 ~27.5	22.4 20.8 ~24.7	1.09 0.97 ~1.20	1.4 1.3~1.5	78 75~86	4.5 4.2~4.8	66 57~84
19.7 16.4 ~21.2	0.74 0.73 ~0.76	1.14 0.93 ~1.27	21.3 18.1 ~24.7	18.8 16.9 ~20.5	12.8 —	1.2 1.0~1.4	86 82~96	4.9 —	85 77~89
21.7 18.0 ~28.6	0.81 0.77 ~0.85	0.97 0.86 ~1.11	21.8 19.1 ~25.2	22.5 19.1 ~25.5	1.15 1.07 ~1.24	2.1 1.8~2.6	103 92~115	4.2 3.7~4.9	76 67~92
17.1 14.9 ~21.2	0.74 0.66 ~0.80	1.07 0.87 ~1.28	18.7 14.2 ~22.1	17.5 14.1 ~19.7	1.26 1.15 ~1.37	1.9 1.6~2.3	84 78~89	4.4 4.2~5.2	76 71~90
21.4 19.3 ~25.2	0.73 0.61 ~0.87	1.02 0.88 ~1.10	20.3 17.3 ~23.7	20.0 18.1 ~22.4	1.27 1.12 ~1.35	1.3 0.9~1.5	75 69~82	4.5 4.1~4.8	—
27.3 23.3 ~33.6	0.74 0.68 ~0.80	0.88 0.99 ~1.03	20.8 16.8 ~25.0	24.2 17.3 ~27.5	1.14 1.04 ~1.32	1.5 1.3~1.7	82 78~87	4.1 3.6~4.9	67 63~73
24.8 20.8 ~23.3	0.78 0.74 ~0.85	0.88 0.77 ~1.06	18.7 15.6 ~24.4	21.3 18.6 ~24.3	0.89 0.71 ~1.01	1.9 1.4~2.4	83 78~87	4.1 3.6~4.9	—
28.8 26.2 ~31.3	0.76 0.63 ~0.86	1.14 0.87 ~1.25	28.0 22.6 ~32.7	24.5 22.2 ~27.6	0.92 0.82 ~1.06	2.3 2.1~2.5	110 96~112	4.7 4.3~5.0	87 77~105
20.0 17.4 ~24.7	0.81 0.76 ~0.89	0.93 0.80 ~1.17	15.9 12.9 ~23.5	17.0 15.3 ~20.0	1.08 0.95 ~1.27	1.5 1.4~1.8	93 80~108	4.4 4.2~4.7	—

Table 4. 強度試験結果
Results of several mechanical test

原木記号 Mark of study logs		容積重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Moisture content u %	静的曲げ Static bending			縦圧縮 Compression paral- lel to grain		
				E_b 10 ³ kg /cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_b kg/cm ²	E_c 10 ³ kg /cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_c kg/cm ²
レ サ ク VII F	平均値 Mean	0.69	14.0	115	560	1009	139	484	565
	範囲 Range	0.66~0.74	13.5~14.0	114 ~120	532 ~586	949 ~1050	130 ~145	472 ~506	539 ~582
パ ラ ウ (1) VII H	平均値 Mean	0.78	14.0	119	611	1102	128	450	593
	範囲 Range	0.77~0.78	14.0~14.0	117 ~121	586 ~636	1061 ~1142	121 ~134	427 ~473	585 ~600
パ ラ ウ (2) VII I	平均値 Mean	0.92	14.5	178	879	1496	220	568	755
	範囲 Range	0.89~0.93	14.5~14.5	170 ~185	859 ~898	1468 ~1523	200 ~240	528 ~608	752 ~758
ボルネオ オーク VII K	平均値 Mean	0.98	14.0	168	718	1285	185	500	715
	範囲 Range	0.95~1.00	14.0~14.0	155 ~181	654 ~781	1172 ~1398	177 ~192	476 ~523	698 ~732
ケ ラ ッ ト VII M	平均値 Mean	0.72	14.5	109	508	922	140	445	590
	範囲 Range	0.70~0.77	14.5~14.5	102 ~117	490 ~540	852 ~1008	127 ~148	412 ~478	564 ~617

Table 5. 各強度値の相互関係
Relations among mechanical properties

原木記号 Mark of study logs		静的曲げ Static bending				縦圧縮 Compression parallel		
		σ_p/σ_b	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_b/R_u km	E_b/R_u 10 ² km	σ_p/σ_c	σ_c/E_c 10 ⁻²	σ_c/R_u km
レ サ ク VII F	平均値 Mean	0.56	0.87	15.0	17.1	0.86	0.40	8.4
	範囲 Range	0.55 ~0.57	0.85 ~0.92	14.3 ~15.7	16.8 ~17.5	0.83 ~0.88	0.40 ~0.41	8.2 ~8.7
パ ラ ウ (1) VII H	平均値 Mean	0.56	0.93	14.1	15.2	0.76	0.47	7.7
	範囲 Range	0.55 ~0.56	0.91 ~0.95	13.8 ~14.3	15.1 ~15.3	0.73 ~0.79	0.45 ~0.48	7.6 ~7.8
パ ラ ウ (2) VII I	平均値 Mean	0.55	0.84	16.5	19.6	0.75	0.35	8.3
	範囲 Range	0.54 ~0.56	0.82 ~0.86	16.4 ~16.5	19.1 ~20.0	0.70 ~0.80	0.31 ~0.38	8.2 ~8.4
ボルネオ オーク VII K	平均値 Mean	0.56	0.77	12.8	17.0	0.70	0.39	7.3
	範囲 Range	—	0.76 ~0.77	11.5 ~14.0	15.8 ~18.1	0.68 ~0.71	0.36 ~0.41	7.2 ~7.4
ケ ラ ッ ト VII M	平均値 Mean	0.55	0.84	12.9	15.2	0.75	0.42	8.1
	範囲 Range	0.54 ~0.58	0.79 ~0.88	11.5 ~14.4	14.4 ~16.6	0.73 ~0.77	0.40 ~0.44	8.1 ~8.2

(気乾状態, 辺材部)

(Air dry condition, Sapwood)

縦 引 張 Tension parallel to grain			せん 断 Shear paral- lel to grain		衝撃曲げ Impact bending	部分圧縮 (板目方向) Partial compression perpendicu- lar to grain (Tangential direction)				か た さ Hardness		
E_t 10 ³ kg /cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_t kg/cm ²	τ_R kg/cm ²	τ_T kg/cm ²	a kg·m/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_5\%$ kg/cm ²	H_l kg/mm ²	H_r kg/mm ²	H_t kg/mm ²
129	1140	1467	119	167	1.27	62.1	115	149	125	6.2	1.6	1.2
122 ~137	990 ~1285	1228 ~1650	114 ~124	159 ~164	1.05 ~1.31	62.0 ~62.1	110 ~119	144 ~155	120 ~130	5.8 ~6.6	1.5 ~1.8	1.2 ~1.3
—	—	—	122 119 ~124	159 155 ~162	—	74.3 71.7 ~76.8	133 131 ~134	174 174 ~174	145 144 ~146	6.8 6.8 ~6.8	2.3 2.1 ~2.4	1.6 1.3 ~1.8
—	—	—	167 166 ~167	188 186 ~189	—	112 104 ~120	181 173 ~189	254 240 ~267	197 194 ~200	8.4 8.3 ~8.5	3.5 2.9 ~4.1	2.7 2.7 ~2.7
—	—	—	222 210 ~233	170 168 ~172	—	126 124 ~127	229 213 ~244	314 —	257 242 ~271	9.2 8.8 ~9.5	4.8 4.5 ~5.0	3.4 3.4 ~3.4
—	—	—	130 123 ~141	136 132 ~142	—	73.3 71.7 ~76.3	126 117 ~140	165 152 ~186	137 127 ~153	5.7 5.3 ~5.9	1.7 1.6 ~1.8	1.4 1.4 ~1.5

(気乾状態, 辺材部)

(Air dry condition, Sapwood)

to-grain	縦 引 張 Tension parallel to grain				せん 断 Shear paral- lel to grain	衝撃曲げ Impact bending	相 互 関 係 Relation		
E_c/R_u 10 ² km	σ_p/σ_t	σ_t/E_t 10 ⁻²	σ_t/R_u km	E_t/R_u 10 ² km	τ_T/τ_R	a/R_u^2	σ_c/H_l	σ_c/τ_R	σ_{1mm}/H_t
20.4	0.77	1.14	21.4	18.8	1.35	1.3	91	4.9	93
19.7 ~21.6	0.74 ~0.80	0.95 ~1.35	18.1 ~24.3	16.9 ~19.3	1.30~1.39	1.1~1.3	87~93	4.6~5.1	85~99
16.6	—	—	—	—	1.31	—	87	4.9	88
15.7 ~17.4	—	—	—	—	1.25~1.36	—	86~88	4.8~4.9	74~101
24.1	—	—	—	—	1.13	—	90	4.5	67
21.5 ~26.7	—	—	—	—	1.11~1.14	—	89~91	—	64~70
19.2	—	—	—	—	0.77	—	77	3.3	67
17.9 ~20.2	—	—	—	—	0.74~0.80	—	—	3.0~3.5	63~72
19.2	—	—	—	—	1.05	—	104	4.5	88
18.1 ~20.6	—	—	—	—	0.94~1.12	—	100~106	4.4~4.8	84~93

と、レサクの 1.2 からカラスの 2.7 の範囲に分散しており、レサクは容積重のわりに衝撃曲げ吸収エネルギーが小さい。

つぎに、辺材部と心材部の比較をするため、レサク、バラウ(1)、バラウ(2)、ボルネオ オーク、ケラットの 5 樹種について気乾状態の辺材部の強度試験を行なった。レサクは辺材幅がかなり広がったので、縦方向のすべての種類について行なったが、その他の樹種については縦引張および衝撃曲げの試験を行なわなかった。試験結果を総括して Table 4 に、また、これら強度間の相互関係を Table 5 に示す。各樹種の辺材部の容積重は心材部より 5～14%程度小さく、とくにレサクでいちじるしい。強度値も全般的にみれば辺材部の値が小さいが、ボルネオ オークの柁目面せん断強さ、ケラットの縦圧縮比例限度および強さにみられるように例外もある。相互関係値はほぼ心材部の値に近似しているが、樹種あるいは試験の種類によってはかなり異なっているものもある。とくに、ボルネオ オークの辺材部の σ_b/R_u , σ_c/R_u , τ_T/τ_R , σ_c/τ_R などの値は心材部に比べてかなり小さな結果となっている。

ここで、気乾状態における縦方向の強度値と容積重の関係や、強度値相互間の関係を図示すると Fig. 1 から Fig. 7 のようになる。なお、図中には前述の心材部および辺材部の平均値のほか、すでに報告したカリマンタン地区産のクルイン (IV A), バンキライ (VI A) および ホワイト メランチ (VI B) の心材部の平均値も併示されている。容積重と静的曲げ強さ、縦圧縮強さ、縦圧縮ヤング係数、縦引張強さ、せん断強さなどの間にはほぼ直線的な関係が成立するとみてよい。なお、Fig. 5 の数値はすべて心材部に関するもので、辺材部の数値は図示されていない。また、縦圧縮強さと木口面かたさ、縦圧縮強さと柁目面せん断強さの間にもほぼ直線的な関係がみとめられるが、さきに述べたように、ボルネオ オークの

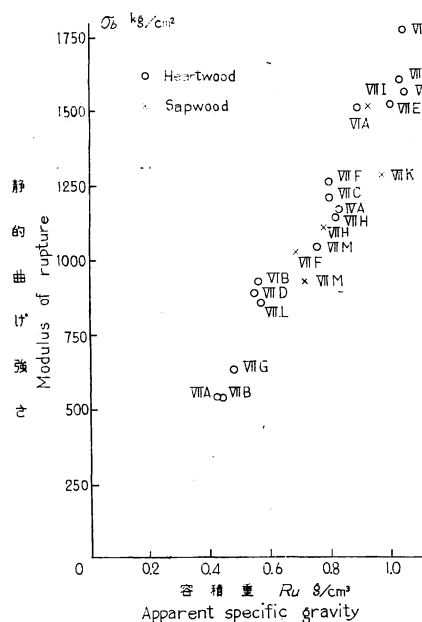


Fig. 1 容積重と静的曲げ強さとの関係
Relation between apparent specific gravity and modulus of rupture in static bending (IV A: Keruing, VI A: Bangkirai, VI B: White meranti).

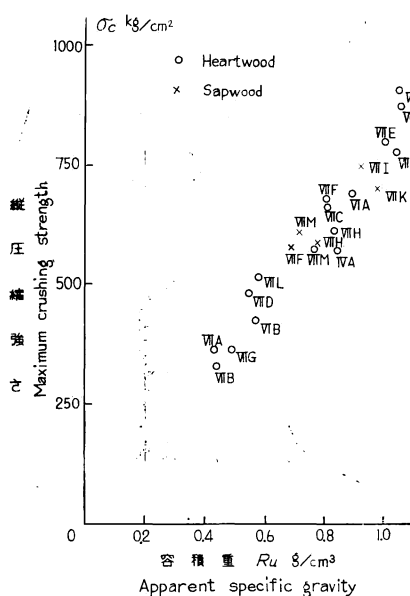


Fig. 2 容積重と縦圧縮強さとの関係
Relation between apparent specific gravity and maximum crushing strength in compression parallel to grain.

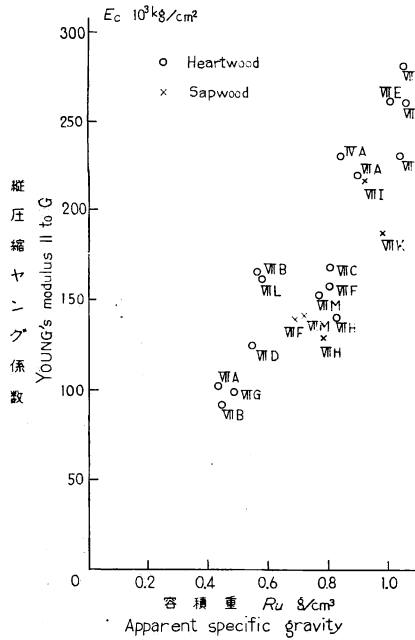


Fig. 3 容積重と縦圧縮ヤング係数との関係
Relation between apparent specific gravity and Young's modulus in compression parallel to grain.

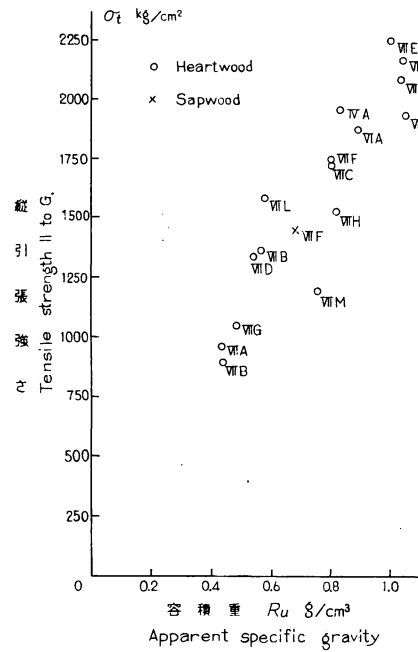


Fig. 4 容積重と縦引張強さとの関係
Relation between apparent specific gravity and maximum strength in tension parallel to grain (tensile strength).

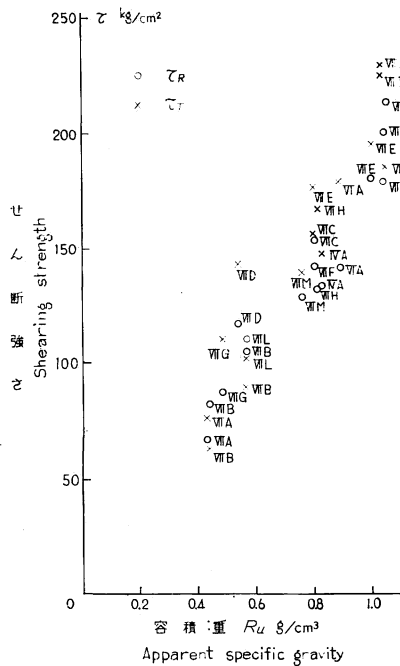


Fig. 5 容積重とせん断強さとの関係
Relation between apparent specific gravity and shearing strength.

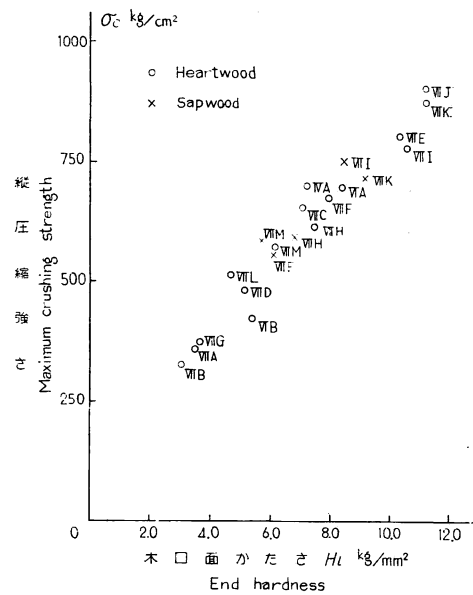


Fig. 6 木口面かたさと縦圧縮強さとの関係
Relation between end hardness and maximum crushing strength in compression parallel to grain.

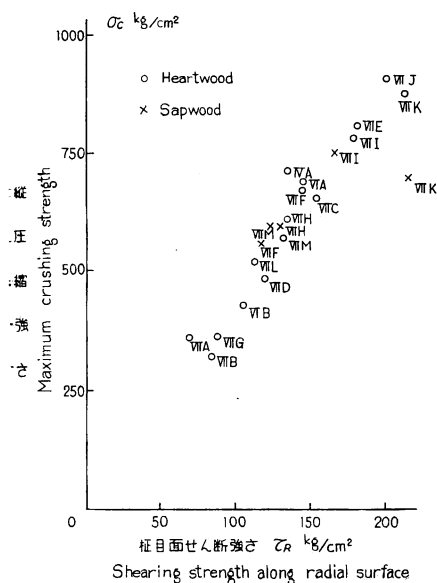


Fig. 7 柱目面せん断強さと縦圧縮強さとの関係

Relation between shearing strength along radial surface and maximum crushing strength in compression parallel to grain.

いる。

さらに、多湿状態における辺材部の試験結果を Table 8 に、また、相互関係を Table 9 に示す。この場合の樹種はギアム、レサク、パラウ(1)、パラウ(2)、ケラットの5樹種で、気乾状態における辺材部の樹種と必ずしも同一ではない。すなわち、気乾状態の場合はギアムがなく、ボルネオ オークが対象樹種となっていた。多湿状態における辺材部と心材部の縦強度値を比較すると、パラウ(1)の圧縮ヤング係数のように例外はあるが、概略的には辺材部の値がやや低い。なお、相互関係値は心材部の数値とほぼ近似しているが、前述のパラウ(1)の σ_c/E_c の値は辺材部がかなり小さい。しかし、気乾状態における σ_c/E_c の値は辺材部の方がかえって大きな結果となっているので、必ずしも辺材部の特徴とみなすことはできない。

つぎに、横方向の圧縮および引張の試験結果について述べる。前述のように割れの発生や木理不整のため木取り上の制約をうけ、全樹種について必ずしも統一的な試験結果を得ることができなかった。まず、気乾状態における心材部の横圧縮試験結果を Table 10 に示す。また、半径方向および接線方向におけるヤング係数と容積重の関係を、Fig. 8 および Fig. 9 に示す。これらの図中には前報のクルイン(IV A)、パンキライ(VI A)およびホワイト メランチ(VI B)の結果も併示されている。横圧縮ヤング係数と容積重の間にもほぼ正の相関がみられるが、ギアム、レサクなどは容積重のわりには横圧縮ヤング係数が小さい。なお、半径方向の圧縮ヤング係数は接線方向の値の 1.5~2.8 倍となっている。横圧縮における比例限度も概略的には容積重と正の相関を示し、13 樹種のうちで最大値を示す樹種はパラウ(2)である。また、半径方向の圧縮比例限度は接線方向の値の 1.1~2.1 倍であり、テラリン、パラウ(3)、ボルネオ オークなどは一般の樹種にくらべて両方向の差が小さいが、この結果のみで樹種的な特徴と速断すること

辺材部は柱目面せん断強さが大きいわりに縦圧縮強さが小さいため、一般的傾向からはずれている。

多湿状態における心材部の強度試験結果を総括して Table 6 に、それらの相互関係を Table 7 に示す。多湿状態での縦引張および衝撃曲げの試験結果はないが、その他の縦強度値について Table 2 の気乾状態の心材部の強度値と比較すると、その平均値はいずれも多湿の数値が低く、ヤング係数より最大強さにおける低減がいちじるしい。すなわち、気乾値に対する多湿値の比を 13 樹種について求めると、その平均値は静的曲げ強さで 0.74、縦圧縮強さで 0.68、せん断強さで 0.72、木口面かたさで 0.78 となるのに対し、曲げヤング係数で 0.91、縦圧縮ヤング係数で 0.93 となる。また、Table 7 の相互関係値についても Table 3 の気乾の数値と比較すると、両者の比は σ_b/E_b で 0.84、 σ_c/E_c で 0.74、 σ_c/H_1 で 0.89 となり多湿値がやや小さい。しかし、 τ_R/τ_T の値は両者の比が約 1.02 となり、レサクを除けば多湿値と気乾値とはほぼ近似して

は危険である。

気乾状態における心材部の横引張試験結果を、半径方向については Table 11 に、接線方向については Table 12 に示す。割れの発生のため試験結果のない樹種も多いが、対応のある部位について半径方向と接線方向の比較をすると、ヤング係数では半径方向が 1.2~2.5 倍大きく、横引張強さでは半径方向が 1.2~2.6 倍大きい。 ε_{max} , σ_T/E_T , σ_R/E_R などの値については、必ずしも方向差による一定の傾向は認められないが、ギアムおよびボルネオ オークの σ_T/E_T の値や、ギアムの σ_R/E_R の値がとくに小さく、 $0.51 \times 10^{-2} \sim 0.66 \times 10^{-2}$ となっている。なお、表中の ε_{max} は、最大荷重に達するほぼ直前の荷重域の変形量から、比例的に外挿した推定値である。

ここで、これまで述べた気乾状態における心材部のヤング係数について、繊維方向(L), 半径方向(R), 接線方向(T)の直交3軸に関する比率を求めると Table 13 のごとくなる。なお、同表には半径方向と接線方向の比(R/T), および引張試験と圧縮試験で求めた値の比($E_{tens.}/E_{comp.}$)が併記されている。圧縮ヤング係数と引張ヤング係数はほぼ近似しているが、テラリン, チャンパカの半径方向およびテラリンの接線方向などでは引張ヤング係数がかなり小さな結果となっている。いま、圧縮ヤング係数について3軸の比 L : R : T をみると、ケレダンは $100 : 7.7 : 3.3$ でかなり異方性がつよいが、パラウ(1)は $100 : 12.8 : 7.6$ でやや異方性がすくない。圧縮比例限度, 引張強さについて求めた3軸に関する比率を Table 14 に示す。なお、同表には半径方向と接線方向の比(R/T)が併記されている。圧縮比例限度に関する3軸の比をみれば、多少の例外はあるが、前述の圧縮ヤング係数の場合より縦方向と横方向の差がすくなくなっている。引張強さについては資料がすくないので速断することはできないが、圧縮比例限度の場合よりは異方性がつよい樹種が多い。

最後に、多湿円板から木取った横引張試験結果を半径方向について Table 15 に、接線方向について Table 16 に示す。半径方向と接線方向の比(R/T)を対応のある部位について求めると、ヤング係数で 1.2~2.8, 横引張強さで 1.2~2.3 となる。 ε_{max} の値はレサク以外は接線方向が大きいが、 σ_T/E_T および σ_R/E_R の値の大小関係は樹種によって異なり、一定の傾向は認められない。しかし、ギアム, パラウ(1), パラウ(2), パラウ(3), ボルネオ オークなどの ε_{max} , σ_R/E_R , σ_T/E_T の値は他の樹種にくらべてやや小さい。つぎに、接線方向における σ_T , E_T , ε_{max} , σ_T/E_T などの値が、採材部位によりどのように変化するかを Fig. 10 および Fig. 11 に示す。図中の横軸に%で表わした数値は、樹皮側の材縁から試験体までの距離を円板の半径に対する比率で示したものである。レサク, パラウ(1), パラウ(2), パラウ(3), ケレダンなどには辺材部(A)の試験結果も示されているが、強度値の採材部位による変化は原木によって異なり、特性的な傾向は認められなかった。しかし、レサク, パラウ(2), ケレダンなどでは辺材部のヤング係数および横引張強さがやや低減している。

む す び (摘要)

インドネシア共和国カリマンタン地区産の13樹種につき、無欠点小試験体による強度的性質を求めた。おもなるねらいは強度部材として利用する場合の一般的指標をうることに、多湿円板から木取った横引張試験体につき接線方向の応力-歪関係を求めて、単板切削加工条件に関連する基礎資料をうることにおかれている。試験原木に限られ、試料数もすくないので、樹種の代表値として速断することは危険であるが、標本例としてみた場合の結果を摘記すればつぎのごとくなる。

Table 6. 強度試験結果
Results of several mechanical tests

原木記号 Mark of study logs		容積重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Moisture content u %	静的曲げ Static bending			縦圧 Compression paral- grain	
				E_b 10 ⁸ kg/ cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_b kg/cm ²	E_c 10 ⁸ kg/ cm ²	σ_p kg/cm ²
ジェルトン VII A	平均値 Mean 範囲 Range	1.01 0.95 ~1.05	206 194 ~229	68.6 59.7 ~82.7	229 202 ~252	375 350 ~423	93.6 76.2 ~102	167 144 ~190
カラス VII B	平均値 Mean 範囲 Range	0.89 0.81 ~0.96	159 143 ~188	59.1 53.8 ~62.4	203 167 ~235	346 300 ~376	80.1 66.1 ~91.7	158 127 ~176
テラリン VII C	平均値 Mean 範囲 Range	1.08 0.97 ~1.14	71.0 64.0 ~76.5	137 130 ~145	542 446 ~600	956 869 ~1056	169 151 ~197	412 348 ~447
チャンパカ VII D	平均値 Mean 範囲 Range	1.15 1.12 ~1.16	157 152 ~161	105 99.1 ~115	351 302 ~407	642 555 ~775	127 106 ~159	249 222 ~272
ギアム VII E	平均値 Mean 範囲 Range	1.21 1.17 ~1.25	57.0 53.0 ~62.5	173 165 ~183	660 597 ~696	971 918 ~1045	207 176 ~225	415 344 ~478
レサク VII F	平均値 Mean 範囲 Range	1.20 1.18 ~1.24	96.0 91.0 ~102	124 118 ~134	602 552 ~650	955 920 ~1003	152 142 ~165	429 382 ~478
ライトレッドメ ランチ VII G	平均値 Mean 範囲 Range	0.91 0.80 ~1.01	138 124 ~147	73.5 66.1 ~82.4	310 266 ~366	554 481 ~692	87.2 73.3 ~96.1	211 175 ~224
パウラ (1) VII H	平均値 Mean 範囲 Range	1.10 1.06 ~1.19	62.5 57.0 ~67.0	121 113 ~130	587 504 ~648	952 882 ~1035	137 121 ~147	430 382 ~509
パウラ (2) VII I	平均値 Mean 範囲 Range	1.23 1.21 ~1.26	46.0 43.5 ~48.5	179 171 ~185	810 727 ~874	1370 1252 ~1418	215 170 ~261	575 514 ~637
パウラ (3) VII J	平均値 Mean 範囲 Range	1.22 1.19 ~1.23	43.5 39.0 ~46.0	221 203 ~241	915 806 ~1058	1431 1370 ~1500	275 213 ~310	615 476 ~671
ボルネオオーク VII K	平均値 Mean 範囲 Range	1.27 1.25 ~1.31	57.5 53.0 ~65.5	178 131 ~213	674 541 ~800	1130 925 ~1323	207 134 ~236	496 412 ~644
ケレダ VII K	平均値 Mean 範囲 Range	1.14 1.09 ~1.14	143 132 ~155	112 107 ~117	369 332 ~432	625 481 ~712	149 127 ~173	250 190 ~286
ケラット VII M	平均値 Mean 範囲 Range	1.20 1.16 ~1.22	96.0 85.0 ~107	117 93.7 ~129	485 399 ~568	796 721 ~857	137 119 ~150	322 254 ~348

(多湿状態, 心材部)
 (Wet condition, Heartwood)

縮 れ to	せん断 Tension parallel to grain		部分圧縮(板目方向) Partial compression perpendicular to grain (Tangential direction)				かたさ Hardness		
	σ_c kg/cm ²	τ_R kg/cm ²	τ_T kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_5\%$ kg/cm ²	H_l kg/mm ²	H_r kg/mm ²
195 171 ~225	49 45 ~54	57 50 ~63	18.2 12.8 ~22.3	35.2 30.4 ~39.8	45.0 40.0 ~50.6	38.1 33.3 ~42.8	2.4 1.8 ~2.9	0.7 0.6 ~0.7	0.5 0.5 ~0.9
191 175 ~208	52 48 ~56	39 29 ~48	18.0 14.4 ~24.0	35.0 29.1 ~42.9	45.2 39.4 ~54.3	37.9 32.0 ~46.1	2.0 1.8 ~2.2	0.4 0.3 ~0.5	0.4 0.3 ~0.5
467 414 ~507	116 101 ~129	115 102 ~127	76.9 71.4 ~79.5	148 131 ~169	190 162 ~218	161 137 ~184	5.6 4.6 ~6.5	2.5 1.9 ~2.9	2.4 1.8 ~2.7
307 290 ~324	83 78 ~86	90 84 ~95	51.3 44.6 ~57.6	91.0 79.2 ~99.8	112 99.2 ~123	97.6 85.4 ~107	3.3 3.0 ~3.7	1.3 1.1 ~1.5	1.1 0.9 ~1.4
492 446 ~530	100 95 ~112	118 109 ~132	98.3 85.5 ~121	168 155 ~179	209 197 ~217	178 165 ~188	6.7 5.9 ~7.2	2.7 2.4 ~3.2	2.6 2.1 ~3.0
488 449 ~540	85 76 ~90	125 121 ~129	76.1 64.2 ~89.6	145 131 ~163	168 154 ~184	151 138 ~166	6.0 5.8 ~6.6	1.8 1.7 ~1.9	1.6 1.4 ~1.7
252 220 ~306	72 62 ~85	77 70 ~89	44.5 28.6 ~63.7	78.3 65.2 ~100	90.9 68.7 ~116	82.3 66.8 ~106	3.0 2.7 ~3.4	1.4 1.1 ~1.6	1.1 1.0 ~1.3
506 478 ~548	111 106 ~119	134 126 ~144	91.7 83.2 ~108	142 131 ~151	175 159 ~186	151 138 ~161	6.1 5.7 ~6.5	2.3 1.8 ~2.9	1.8 1.6 ~2.0
672 643 ~706	157 144 ~167	179 173 ~184	159 127 ~192	278 232 ~311	332 296 ~357	256 297 ~326	9.7 8.9 ~10.3	4.7 4.0 ~5.2	4.4 4.1 ~4.7
756 717 ~803	159 148 ~172	174 151 ~198	137 111 ~159	248 207 ~288	325 282 ~366	272 217 ~315	9.5 8.1 ~11.2	4.2 3.4 ~4.7	3.8 3.2 ~4.3
565 498 ~703	160 142 ~177	129 121 ~134	175 104 ~256	297 181 ~328	340 258 ~369	313 205 ~337	8.1 7.0 ~10.2	4.2 3.4 ~5.5	4.0 2.6 ~5.5
306 238 ~337	66 61 ~71	78 68 ~84	34.5 31.8 ~47.8	58.9 54.1 ~77.7	77.7 71.7 ~101	64.8 59.2 ~84.0	3.8 3.5 ~4.1	0.7 0.6 ~0.8	0.6 0.5 ~0.7
393 352 ~409	92 85 ~101	103 97 ~108	92.9 76.4 ~110	162 131 ~187	172 143 ~195	167 135 ~192	4.9 4.5 ~5.2	1.9 1.7 ~2.2	1.7 1.4 ~2.2

Table 7. 各強度値の相互関係(多湿状態, 心材部)
Relations among mechanical properties (Wet condition, Heartwood)

原木記号 Mark of study logs		静的曲げ Static bending		縦圧縮 Compression parallel to grain		せん断 Shear parallel to grain	相互関係 Relation		
		σ_p/σ_b	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_p/σ_c	σ_c/E_c 10 ⁻²	τ_T/τ_R	σ_c/H_t	σ_c/τ_R	σ_{1mm}/H_t
ジェルトン VII A	平均値 Mean 範囲 Range	0.61 0.55 ~0.65	0.55 0.44 ~0.59	0.86 0.83 ~0.90	0.24 0.19 ~0.26	1.18 1.14 ~1.26	83 76~95	4.1 3.2~4.5	66 57~80
カラス VII B	平均値 Mean 範囲 Range	0.58 0.50 ~0.68	0.59 0.55 ~0.64	0.84 0.67 ~0.90	0.24 0.20 ~0.29	0.75 0.60 ~0.88	98 81~110	3.7 3.3~4.0	88 75~118
テラリン VII C	平均値 Mean 範囲 Range	0.56 0.51 ~0.63	0.68 0.49 ~0.75	0.88 0.84 ~0.92	0.24 0.25 ~0.32	0.99 0.95 ~1.05	84 74~98	4.0 3.8~4.4	64 60~71
チャンパカ VII D	平均値 Mean 範囲 Range	0.55 0.49 ~0.59	0.61 0.55 ~0.66	0.82 0.70 ~0.88	0.25 0.20 ~0.30	1.09 1.02 ~1.14	93 84~101	3.7 3.4~3.9	84 66~111
ギアム VII E	平均値 Mean 範囲 Range	0.68 0.62 ~0.73	0.75 0.53 ~0.63	0.84 0.74 ~0.92	0.24 0.22 ~0.30	1.18 1.15 ~1.22	74 67~85	4.9 4.5~5.4	63 59~68
レサク VII F	平均値 Mean 範囲 Range	0.63 0.60 ~0.69	0.77 0.70 ~0.79	0.88 0.80 ~0.93	0.32 0.27 ~0.34	1.48 1.34 ~1.70	80 68~85	5.8 5.0~6.4	93 82~102
ライトレッド メランチ VII G	平均値 Mean 範囲 Range	0.55 0.52 ~0.58	0.74 0.69 ~0.82	0.84 0.73 ~0.88	0.29 0.26 ~0.33	1.07 0.95 ~1.16	84 75~93	3.6 2.9~4.9	71 47~83
バラウ(1) VII H	平均値 Mean 範囲 Range	0.62 0.52 ~0.67	0.79 0.72 ~0.82	0.84 0.76 ~0.93	0.37 0.34 ~0.40	1.21 1.11 ~1.33	84 77~91	4.6 4.3~4.8	79 72~84
バラウ(2) VII I	平均値 Mean 範囲 Range	0.59 0.52 ~0.64	0.77 0.73 ~0.80	0.85 0.80 ~0.94	0.32 0.26 ~0.40	1.14 1.06 ~1.27	70 64~75	4.4 3.9~4.8	63 55~71
バラウ(3) VII J	平均値 Mean 範囲 Range	0.64 0.58 ~0.72	0.65 0.57 ~0.70	0.81 0.64 ~0.90	0.28 0.23 ~0.35	1.10 1.02 ~1.25	80 66~90	4.8 4.4~5.1	68 59~92
ボルネオオーク VII K	平均値 Mean 範囲 Range	0.60 0.48 ~0.69	0.64 0.55 ~0.77	0.88 0.80 ~0.96	0.28 0.22 ~0.39	0.81 0.72 ~0.89	70 66~73	3.6 2.9~4.3	64 55~74
ケレダン VII L	平均値 Mean 範囲 Range	0.60 0.51 ~0.74	0.57 0.42 ~0.72	0.82 0.75 ~0.87	0.21 0.16 ~0.26	1.18 1.01 ~1.33	80 66~89	4.6 3.9~5.2	100 78~130
ケラット VII M	平均値 Mean 範囲 Range	0.61 0.54 ~0.66	0.68 0.62 ~0.77	0.80 0.72 ~0.86	0.29 0.26 ~0.33	1.11 1.02 ~1.17	81 78~84	4.3 4.0~4.7	93 87~106

Table 8. 強度試験結果 (多湿状態, 辺材部)
 Results of several mechanical tests (Wet condition, Sapwood)

原木記号 Mark of study logs		容 積 重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含 水 率 Moisture content u %	静 的 曲 げ Static bending			縦 圧 縮 Compression parallel to grain			
				E_b 10 ³ kg /cm ²	σ_c kg/cm ²	σ_b kg/cm ²	E_c 10 ³ kg /cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_c kg/cm ²	
ギ ア ム VII E	平均値 Mean	1.19	55.5	161	588	923	202	442	493	
	範 囲 Range	1.17~1.20	53.5~57.0	159~163	586~590	879~977	189~214	413~470	448~537	
レ サ ク VII F	平均値 Mean	1.12	121	105	434	737	135	314	371	
	範 囲 Range	1.10~1.14	118~125	95.4 ~114	430~437	670~824	121~146	282~344	362~392	
バラウ(1) VII H	平均値 Mean	1.13	88.5	110	474	783	156	388	454	
	範 囲 Range	1.08~1.16	88.5~88.5	107~114	445~502	710~855	134~178	381~414	452~456	
バラウ(2) VII I	平均値 Mean	1.18	59.5	166	700	1229	210	518	645	
	範 囲 Range	1.17~1.18	59.0~60.0	162~170	700~700	1217 ~1240	172~248	477~558	637~652	
ケ ラ ッ ト VII M	平均値 Mean	1.18	95.5	102	399	695	117	255	368	
	範 囲 Range	1.15~1.19	91.5~100	92.8 ~111	398~400	690~700	116~118	222~288	363~372	
原木記号 Mark of study logs		せん 断 Shear-parallel- to-grain		部分圧縮 (接線方向) Partial compression-perpendicular- to-grain (Tangential direction)				か た さ Hardness		
		τ_R kg/cm ²	τ_T kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_{5\%}$ kg/cm ²	H_l kg/mm ²	H_r kg/mm ²	H_t kg/mm ²
ギ ア ム VII E	平均値 Mean	103	119	92.6	148	183	158	6.0	2.4	2.1
	範 囲 Range	96~107	115~123	89.6 ~95.5	143~153	176~189	150~166	6.0~6.0	2.4~2.4	2.1~2.1
レ サ ク VII F	平均値 Mean	72	114	47.9	75.4	96.6	81.3	4.9	1.4	1.1
	範 囲 Range	71~73	110~121	47.8 ~48.0	72.0 ~77.6	94.8 ~98.7	78.7 ~83.4	4.6~5.4	1.3~1.4	1.1~1.2
バラウ(1) VII H	平均値 Mean	91	114	57.4	95.1	124	104	5.6	1.2	1.1
	範 囲 Range	90~91	113~114	57.2 ~57.6	93.1 ~97.0	122~125	102~106	5.6~5.6	1.2~1.2	1.0~1.1
バラウ(2) VII I	平均値 Mean	131	153	84.0	152	203	167	7.8	3.0	2.4
	範 囲 Range	131 ~131	152~154	81.6 ~86.4	146~157	197~209	162~171	7.4~8.2	2.9~3.0	2.3~2.4
ケ ラ ッ ト VII M	平均値 Mean	93	104	47.8	102	132	112	4.6	1.6	1.1
	範 囲 Range	92~94	103~104	47.8 ~47.8	99.5 ~104	129~134	109~115	4.4~4.7	1.5~1.6	1.1~1.1

Table 9. 各強度値の相互関係 (多湿状態, 辺材部)
Relations among mechanical properties (Wet condition, Sapwood)

原木記号 Mark of study logs		静的曲げ Static bending		縦圧縮 Compression parallel to grain		せん断 Shear parallel to grain	相互関係 Relation		
		σ_p/σ_b	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_p/σ_c	σ_c/E_c 10 ⁻²	τ_T/τ_R	σ_c/H_t	σ_c/τ_R	σ_{1mm}/H_t
ギアム VII E	平均値 Mean	0.64	0.58	0.90	0.25	1.17	82	4.8	71
	範囲 Range	0.60 ~0.67	0.55 ~0.60	0.87 ~0.92	0.24 ~0.25	1.13 ~1.20	75~90	4.7~5.0	68~73
レサク VII F	平均値 Mean	0.59	0.70	0.84	0.28	1.58	77	5.2	69
	範囲 Range	0.53 ~0.64	0.63 ~0.77	0.78 ~0.92	0.27 ~0.31	1.51 ~1.66	69~85	5.0~5.4	65~72
バラウ (1) VII H	平均値 Mean	0.61	0.71	0.88	0.30	1.25	81	5.0	91
	範囲 Range	0.59 ~0.64	0.67 ~0.75	0.84 ~0.91	0.26 ~0.34	1.24 ~1.25	81~81	5.0~5.0	85~97
バラウ (2) VII I	平均値 Mean	0.57	0.75	0.81	0.32	1.17	83	4.9	63
	範囲 Range	0.56 ~0.58	0.72 ~0.77	0.73 ~0.88	0.26 ~0.37	1.16 ~1.18	78~88	4.9~5.0	63~64
ケラット VII M	平均値 Mean	0.55	0.68	0.69	0.32	1.12	81	4.0	93
	範囲 Range	0.52 ~0.58	0.63 ~0.74	0.61 ~0.77	0.31 ~0.32	1.10 ~1.13	79~83	4.0~4.0	91~95

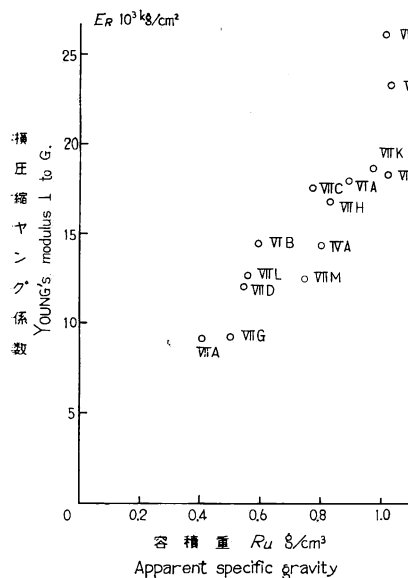


Fig. 8 容積重と横圧縮ヤング係数 (半径方向) との関係
Relation between apparent specific gravity and YOUNG's modulus in compression perpendicular to grain (Radial direction).

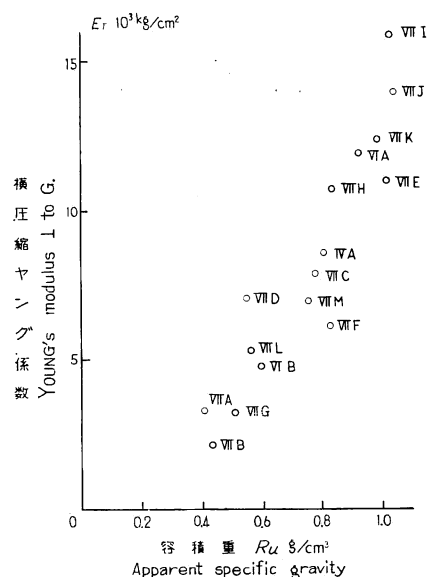


Fig. 9 容積重と縦圧縮ヤング係数 (接線方向) との関係
Relation between apparent specific gravity and YOUNG's modulus in compression-parallel to grain (Tangential direction).

Table 10. 横圧縮試験結果 (気乾状態, 心材部)
 Results of compression perpendicular to grain tests (Air dry condition, Heartwood)

原木記号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section		容積重 Ap- parent specific gravity R_{ug}/cm^3	含水率 Moisture content $u \%$	半 径 方 向 Radial direction			接 線 方 向 Tangential direction		
					E_R $10^3 kg/cm^2$	σ_p kg/cm^2	ϵ_p 10^{-2}	E_T $10^3 kg/cm^2$	σ_p kg/cm^2	ϵ_p 10^{-2}
ジェルトン VII A	B	平均値 Mean	0.41	15.0	9.13	31.2	0.34	3.27	16.0	0.51
		範 囲 Range	0.41 ~0.42	14.0 ~16.0	8.88 ~9.38	28.5 ~35.1	0.30 ~0.40	2.93 ~3.38	12.7 ~17.5	0.38 ~0.60
カ ラ ス VII B	B	平均値 Mean	0.43	15.0				2.08	10.0	0.49
		範 囲 Range	0.42 ~0.45	14.5 ~15.5	—	—	—	2.04 ~2.14	9.0 ~10.5	0.43 ~0.52
テ ラ リ ン VII C	B	平均値 Mean	0.77	15.5	17.7	52.0	0.30	7.87	47.9	0.63
		範 囲 Range	0.74 ~0.81	14.5 ~16.0	14.3 ~20.2	38.2 ~69.9	0.19 ~0.40	7.01 ~8.78	44.6 ~51.3	0.55 ~0.68
チャンパカ VII D	B	平均値 Mean	0.54	14.0	12.1	46.1	0.39	7.10	33.6	0.48
		範 囲 Range	0.53 ~0.55	13.5 ~14.0	10.7 ~15.1	38.3 ~52.6	0.32 ~0.48	6.73 ~7.32	28.6 ~38.2	0.42 ~0.54
ギ ア ム VII E	C	平均値 Mean	1.01	15.5	18.4	68.7	0.38	11.2	46.1	0.41
		範 囲 Range	0.99 ~1.03	15.5 ~16.0	18.2 ~18.9	62.1 ~75.9	0.33 ~0.42	9.80 ~12.6	38.4 ~51.2	0.30 ~0.46
レ サ ク VII F	B	平均値 Mean	0.83	15.5				6.07	40.7	0.70
		範 囲 Range	0.83 ~0.84	15.5 ~15.5	—	—	—	4.83 ~7.23	35.0 ~44.5	0.66 ~0.75
ライト レ ッド メラ ンチ VII G	C	平均値 Mean	0.50	15.5	9.13	29.4	0.32	3.32	17.3	0.52
		範 囲 Range	0.44 ~0.53	15.0 ~16.0	7.62 ~9.70	25.6 ~32.2	0.30 ~0.35	3.17 ~3.42	14.5 ~19.2	0.42 ~0.58
バラウ(1) VII H	B	平均値 Mean	0.83	15.0	18.2	72.7	0.40	10.8	34.9	0.33
		範 囲 Range	0.82 ~0.86	15.0 ~15.0	17.8 ~19.0	60.0 ~79.2	0.32 ~0.45	9.19 ~12.3	30.0 ~41.4	0.25 ~0.45
バラウ(2) VII I	B	平均値 Mean	1.02	15.5	26.3	94.7	0.36	16.0	64.5	0.40
		範 囲 Range	0.99 ~1.03	15.0 ~16.0	25.2 ~28.4	86.6 ~104	0.34 ~0.39	15.6 ~16.7	60.0 ~70.2	0.36 ~0.45
バラウ(3) VII J	B	平均値 Mean	1.03	16.0	23.2	57.2	0.25	14.0	47.0	0.35
		範 囲 Range	1.02 ~1.05	15.0 ~16.5	21.9 ~24.8	49.5 ~59.6	0.22 ~0.27	12.9 ~15.1	40.0 ~55.0	0.27 ~0.43
ボルネオ オーク VII K	B	平均値 Mean	0.98	16.0	18.8	53.1	0.33	12.4	44.5	0.36
		範 囲 Range	0.95 ~1.00	15.5 ~16.0	12.4 ~23.3	45.0 ~57.9	0.21 ~0.47	11.7 ~12.7	35.0 ~54.2	0.28 ~0.43
ケ レ ダ ン VII L	B	平均値 Mean	0.56	15.0	12.5	37.9	0.31	5.32	23.0	0.44
		範 囲 Range	0.55 ~0.58	14.5 ~15.5	11.6 ~15.0	31.8 ~43.1	0.21 ~0.36	4.97 ~5.52	22.3 ~25.6	0.40 ~0.52
ケ ラ ッ ト VII M	B	平均値 Mean	0.75	16.0	12.4	32.8	0.27	7.01	21.0	0.31
		範 囲 Range	0.72 ~0.79	15.0 ~16.5	8.70 ~14.4	29.1 ~40.4	0.22 ~0.37	6.15 ~8.00	19.9 ~22.5	0.25 ~0.36

 ϵ_p : 比例限歪 Strain at proportional limit.

Table 11. 横引張試験結果 (気乾状態, 心材部)
Results of tension perpendicular to grain tests (Air dry condition, Heartwood)

原木記号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section		半 径 方 向 Radial direction					相 互 関 係 Relations	
			E_R 10 ³ kg/ cm ²	σ_p kg/cm ²	ε_p 10 ⁻²	σ_R kg/cm ²	ε_{max} 10 ⁻²	σ_R/E_R 10 ⁻²	σ_p/σ_R
ジ エ ル ト ン VII A	B	平均値 Mean	8.84	56.5	0.65	116	—	1.32	0.50
		範 囲 Range	8.34 ~9.54	49.4 ~69.3	0.59 ~0.73	89.8 ~146	—	0.99 ~1.75	0.41 ~0.60
テ ラ リ ン VII C	B	平均値 Mean	13.7	40.1	0.29	109	1.25	0.80	0.37
		範 囲 Range	12.5 ~14.4	37.1 ~44.7	0.26 ~0.32	92.6 ~120	0.95 ~1.63	0.65 ~0.96	0.31 ~0.43
チ ャ ン パ カ VII D	B	平均値 Mean	8.10	48.3	0.60	118	2.45	1.47	0.41
		範 囲 Range	7.13 ~9.44	44.3 ~59.6	0.57 ~0.63	113 ~130	1.81 ~2.63	1.22 ~1.63	0.37 ~0.52
ギ ア ム VII E	C	平均値 Mean	17.1	31.1	0.18	91.2	0.79	0.54	0.34
		範 囲 Range	15.9 ~17.9	25.0 ~35.0	0.15 ~0.22	83.8 ~100	0.69 ~0.88	0.48 ~0.63	0.29 ~0.36
ライト レッド メ ランチ VII G	C	平均値 Mean	8.50	25.7	0.30	78.9	1.30	0.93	0.32
		範 囲 Range	8.25 ~8.68	24.7 ~29.4	0.29 ~0.34	74.0 ~82.3	1.21 ~1.39	0.87 ~0.97	0.30 ~0.36
ケ レ ダ ン VII L	B	平均値 Mean	9.89	59.4	0.51	86.0	0.93	0.90	0.56
		範 囲 Range	8.02 ~11.1	44.5 ~54.3	0.40 ~0.67	82.0 ~93.4	0.84 ~1.10	0.74 ~1.04	0.50 ~0.64

E_R : 半径方向のヤング係数
YOUNG's modulus in radial direction.

σ_R : 半径方向の引張強さ
Maximum tensile strength in radial direction.

ε_{max} : 最大歪 (破壊歪)
Strain at maximum tensile strength.

Table 12. 横引張試験結果 (気乾状態, 心材部)
 Results of tension perpendicular to grain tests (Air dry condition, Heartwood)

原木記号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section		接線方向 Tangential direction					相互関係 Relations	
			E_T 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ε_p 10 ⁻²	σ_T kg/cm ²	ε_{max} 10 ⁻²	σ_T/E_T 10 ⁻²	σ_p/σ_T
ジェルトン VIIA	B	平均値 Mean 範囲 Range	3.80 3.39 ~4.12	15.7 11.9 ~19.6	0.41 0.35 ~0.52	44.4 43.4 ~45.9	1.69 1.49 ~2.14	1.17 1.08 ~1.35	0.36 0.26 ~0.45
	C	平均値 Mean 範囲 Range	2.98 2.84 ~3.13	14.0 11.9 ~18.0	0.47 0.39 ~0.61	40.0 38.3 ~41.7	1.88 1.59 ~2.10	1.31 1.24 ~1.42	0.35 0.29 ~0.47
カラス VIIB	B	平均値 Mean 範囲 Range	2.89 2.63 ~3.23	15.8 14.5 ~17.5	0.55 0.52 ~0.58	32.8 29.2 ~35.9	1.55 1.24 ~2.15	1.14 1.00 ~1.36	0.48 0.41 ~0.54
	C	平均値 Mean 範囲 Range	1.96 1.68 ~2.31	10.4 10.1 ~10.5	0.53 0.45 ~0.60	26.9 26.0 ~27.6	2.02 1.80 ~2.34	1.39 1.18 ~1.61	0.38 0.37 ~0.40
テラリン VIIC	B	平均値 Mean 範囲 Range	7.68 5.74 ~9.82	31.0 29.7 ~34.8	0.41 0.31 ~0.52	78.3 73.0 ~83.8	1.88 1.13 ~2.78	1.05 0.85 ~1.36	0.40 0.36 ~0.45
	C	平均値 Mean 範囲 Range	8.41 7.09 ~9.38	27.9 19.9 ~34.7	0.34 0.28 ~0.38	77.0 73.4 ~79.4	1.56 1.03 ~1.99	0.94 0.81 ~1.11	0.36 0.25 ~0.46
チャンパカ VIID	B	平均値 Mean 範囲 Range	6.90 6.14 ~7.38	32.6 24.6 ~35.7	0.48 0.33 ~0.58	75.3 64.4 ~80.9	1.46 1.16 ~1.68	1.03 0.89 ~1.16	0.44 0.37 ~0.49
	C	平均値 Mean 範囲 Range	6.00 5.68 ~6.32	31.6 24.1 ~37.2	0.51 0.38 ~0.65	66.2 59.2 ~70.0	1.43 1.18 ~1.62	1.11 0.99 ~1.22	0.48 0.36 ~0.55
ギアム VII E	C	平均値 Mean 範囲 Range	10.6 9.58 ~11.3	25.5 24.3 ~29.3	0.24 0.22 ~0.27	70.7 64.2 ~75.8	1.65 1.32 ~2.25	0.66 0.60 ~0.76	0.36 0.34 ~0.39
ライトレッド メランチ VIIG	C	平均値 Mean 範囲 Range	3.46 3.27 ~3.64	11.6 10.0 ~14.1	0.34 0.29 ~0.40	46.9 43.4 ~50.9	2.39 2.12 ~3.00	1.36 1.20 ~1.47	0.25 0.20 ~0.29
ボルネオオーク VIK	B	平均値 Mean 範囲 Range	12.9 11.0 ~13.8	32.3 29.8 ~35.0	0.25 0.22 ~0.27	65.1 63.0 ~68.6	0.73 0.57 ~0.92	0.51 0.46 ~0.59	0.50 0.46 ~0.56
ケレダン VII L	B	平均値 Mean 範囲 Range	5.32 4.80 ~5.81	25.8 19.8 ~34.5	0.48 0.37 ~0.63	45.9 41.1 ~49.0	0.98 0.92 ~1.12	0.86 0.77 ~0.95	0.56 0.46 ~0.64
	C	平均値 Mean 範囲 Range	5.40 4.96 ~5.76	23.8 22.3 ~27.8	0.44 0.39 ~0.56	45.6 43.2 ~49.1	1.08 0.96 ~1.22	0.85 0.76 ~0.99	0.51 0.48 ~0.56

 E_T : 接線方向のヤング係数 YOUNG's modulus in tangential direction.

 σ_T : 接線方向の引張強さ Maximum tensile strength in tangential direction.

Table 13. 直交 3 軸に関するヤング係数の比較 (気乾状態, 心材部)
Comparisons of Young's modulus along three mutually perpendicular axes
(Air dry condition, Heartwood)

原木記号 Mark of study logs		圧縮試験 Compression test				引張試験 Tension test				圧縮と引張の比較 $E_{Tension}$ / $E_{Compression}$		
		比率(%) Percentage			比 Ratio R/T	比率(%) Percentage			比 Ratio R/T	L	R	T
		L	R	T		L	R	T				
ジュルトン	VII A	100	8.9	3.7	2.8	100	9.0	3.9	2.3	0.97	0.97	1.16
カラス	VII B	100	—	2.3	—	100	—	3.0	—	1.04	—	1.11
テラリン	VII C	100	10.5	4.7	2.3	100	7.9	4.4	1.8	1.03	0.77	0.77
チャンパカ	VII D	100	9.6	5.6	1.7	100	6.6	5.6	1.2	0.98	0.67	0.98
ギアム	VII E	100	7.0	4.3	1.6	100	7.5	4.6	1.6	0.87	0.93	0.95
レサク	VII F	100	—	3.9	—	100	—	—	—	0.98	—	—
ライトレッド メラランチ	VII G	100	9.2	3.4	2.8	100	7.9	3.2	2.5	1.08	0.93	1.03
パラウ(1)	VII H	100	12.8	7.6	1.7	100	—	—	—	0.99	—	—
パラウ(2)	VII I	100	11.4	7.0	1.6	100	—	—	—	0.90	—	—
パラウ(3)	VII J	100	8.4	5.0	1.7	100	—	—	—	0.89	—	—
ボルネオ オーク	VII K	100	7.2	4.7	1.5	100	—	5.9	—	0.84	—	1.09
ケレダン	VII L	100	7.7	3.3	2.4	100	7.1	3.8	1.9	0.86	1.15	1.00
ケラット	VII M	100	8.2	4.6	1.8	100	—	—	—	0.84	—	—

L: 繊維方向 Longitudinal axis, R: 半径方向 Radial axis, T: 接線方向 Tangential axis.

Table 14. 直交 3 軸に関する強度値の比較 (気乾状態, 心材部)
Comparisons of mechanical properties along three mutually perpendicular axes
(Air dry condition, Heartwood)

原木記号 Mark of study logs		圧縮比例限度 Stress at proportional limit in compression test				引張強さ Tensile strength			
		比率(%) Percentage			比 Ratio R/T	比率(%) Percentage			比 Ratio R/T
		L	R	T		L	R	T	
ジュルトン	VIA	100	10.5	5.4	2.0	100	12.1	4.6	2.6
カラス	VIB	100	—	3.7	—	100	—	3.7	—
テラリン	VIC	100	9.9	9.1	1.1	100	6.3	4.5	1.4
チャンパカ	VID	100	11.8	8.6	1.4	100	8.7	5.6	1.6
ギアム	VI E	100	10.8	7.2	1.5	100	4.1	3.2	1.2
レサク	VIF	100	—	7.3	—	100	—	—	—
ライトレッド メラランチ	VII G	100	9.3	5.5	1.7	100	4.6	2.7	1.7
パラウ (1)	VII H	100	17.3	8.3	2.1	100	—	—	—
パラウ (2)	VII I	100	17.0	11.6	1.5	100	—	—	—
パラウ (3)	VII J	100	8.0	6.6	1.2	100	—	—	—
ボルネオ オーク	VII K	100	8.3	7.0	1.2	100	—	3.4	—
ケレダン	VII L	100	8.4	5.0	1.7	100	5.4	2.9	1.9
ケラット	VII M	100	7.5	4.8	1.6	100	—	—	—

Table 15. 横引張試験結果 (多湿状態, 心材部)
 Results of tension perpendicular to grain tests
 (Wet condition, Heartwood)

原木記号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section		半 径 方 向 Radial direction					相 互 関 係 Relations	
			E_R 10 ³ kg /cm ²	σ_p kg/cm ²	ε_p 10 ⁻²	σ_R kg/cm ²	ε_{max} 10 ⁻²	σ_R/E_R 10 ⁻²	σ_p/σ_R
ジ エ ル ト ン VII A	B	平均値 Mean 範囲 Range	6.00 5.61 ~6.29	31.9 28.9 ~39.3	0.53 0.46 ~0.70	64.5 60.6 ~67.8	1.50 1.38 ~1.63	1.17 1.03 ~1.66	0.49 0.44 ~0.60
テ ラ リ ン VII C	B	平均値 Mean 範囲 Range	11.3 9.78 ~12.0	59.2 54.6 ~65.0	0.53 0.46 ~0.63	95.7 86.8 ~103	1.06 0.89 ~1.18	0.81 0.76 ~0.86	0.62 0.57 ~0.65
チ ャ ン パ カ VII D	B	平均値 Mean 範囲 Range	7.00 6.67 ~7.30	39.6 37.3 ~43.2	0.55 0.51 ~0.65	75.3 72.6 ~79.3	1.56 1.36 ~1.71	1.08 0.99 ~1.13	0.53 0.49 ~0.59
ギ ア ム VII E	C	平均値 Mean 範囲 Range	12.4 11.7 ~13.5	49.4 47.4 ~52.5	0.40 0.35 ~0.43	72.4 67.9 ~77.5	0.64 0.55 ~0.69	0.59 0.50 ~0.63	0.68 0.65 ~0.70
レ サ ク VII F	B	平均値 Mean 範囲 Range	11.1 10.3 ~11.9	69.2 62.9 ~74.7	0.64 0.58 ~0.68	122 118~129	1.28 0.96 ~1.48	1.10 1.02 ~1.16	0.57 0.52 ~0.63
ライト レッド メランチ VII G	C	平均値 Mean 範囲 Range	7.07 6.88 ~7.24	41.0 39.8 ~44.7	0.58 0.55 ~0.65	73.5 70.8 ~77.4	1.31 1.22 ~1.47	1.04 1.00 ~1.10	0.56 0.52 ~0.59
バ ラ ウ (1) VII H	B	平均値 Mean 範囲 Range	16.8 16.0 ~17.8	78.7 69.3 ~90.0	0.47 0.39 ~0.51	122 96.4 ~134	0.80 0.61 ~0.90	0.70 0.60 ~0.81	0.65 0.60 ~0.77
バ ラ ウ (2) VII I	B	平均値 Mean 範囲 Range	21.6 19.5 ~23.4	117 108~133	0.54 0.46 ~0.60	179 169~189	1.01 0.93 ~1.11	0.83 0.72 ~0.93	0.65 0.61 ~0.74
バ ラ ウ (3) VII J	B	平均値 Mean 範囲 Range	16.0 15.2 ~16.8	88.6 73.5 ~101	0.55 0.48 ~0.58	138 112~159	0.96 0.78 ~1.07	0.86 0.73 ~0.92	0.64 0.63 ~0.67
ボルネオ オーク VII K	B	平均値 Mean 範囲 Range	17.4 16.3 ~19.1	85.7 80.4 ~91.7	0.47 0.47 ~0.53	129 119~136	0.81 0.74 ~0.92	0.74 0.69 ~0.83	0.67 0.62 ~0.70
ケ レ ダ ン VII L	B	平均値 Mean 範囲 Range	5.68 5.35 ~6.00	35.1 33.0 ~37.1	0.62 0.55 ~0.66	61.6 59.8 ~63.5	1.29 1.25 ~1.37	1.09 1.02 ~1.15	0.57 0.54 ~0.60

Table 16. 横引張試験結果 (多湿状態, 辺材および心材部)
Results of tension perpendicular to grain tests (Wet condition, Sapwood & Heartwood)

原木記号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section		接線方向 Tangential direction					相互関係 Relations	
			E_T 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ε_p 10 ⁻²	σ_T kg/cm ²	ε_{max} 10 ⁻²	σ_T/E_T 10 ⁻²	σ_p/σ_T
ジェルトン VIIA	B	平均値 Mean 範囲 Range	2.55 2.12 ~2.74	10.6 9.68 ~10.9	0.42 0.40 ~0.46	29.7 27.5 ~31.7	2.40 2.10 ~2.71	1.17 1.09 ~1.30	0.36 0.34 ~0.38
	C	平均値 Mean 範囲 Range	2.43 2.06 ~2.79	9.89 9.64 ~10.6	0.41 0.36 ~0.47	30.1 29.4 ~51.5	2.45 2.08 ~2.62	1.25 1.08 ~1.34	0.33 0.31 ~0.35
カラス VII B	B	平均値 Mean 範囲 Range	1.48 1.27 ~1.65	6.86 6.84 ~6.88	0.48 0.42 ~0.54	14.8 14.1 ~15.5	1.61 1.36 ~1.86	1.10 0.94 ~1.16	0.46 0.44 ~0.49
	C	平均値 Mean 範囲 Range	1.81 1.73 ~1.86	7.98 6.82 ~9.94	0.44 0.39 ~0.54	16.6 15.0 ~17.7	1.35 1.07 ~1.94	0.92 0.84 ~1.02	0.48 0.38 ~0.60
	D	平均値 Mean 範囲 Range	2.07 1.80 ~2.36	8.13 6.96 ~9.42	0.40 0.33 ~0.44	20.1 19.0 ~21.1	1.71 1.54 ~1.90	0.98 0.89 ~1.09	0.41 0.37 ~0.46
テラリン VII C	B	平均値 Mean 範囲 Range	6.71 5.89 ~7.50	29.1 24.3 ~34.0	0.43 0.37 ~0.49	64.6 60.4 ~67.9	1.48 1.13 ~1.79	0.97 0.83 ~1.15	0.45 0.40 ~0.52
	C	平均値 Mean 範囲 Range	6.33 5.72 ~6.79	26.5 21.9 ~29.0	0.42 0.38 ~0.45	54.9 52.4 ~56.1	1.29 1.21 ~1.41	0.87 0.83 ~0.92	0.48 0.42 ~0.53
チャンパカ VII D	B	平均値 Mean 範囲 Range	4.78 4.24 ~5.19	20.0 19.6 ~22.1	0.43 0.38 ~0.47	46.1 44.5 ~46.8	1.73 1.29 ~2.08	0.97 0.86 ~1.09	0.44 0.42 ~0.47
	C	平均値 Mean 範囲 Range	4.05 3.69 ~4.83	20.4 19.5 ~23.2	0.50 0.47 ~0.53	43.2 39.8 ~45.6	2.06 1.18 ~2.85	1.08 0.83 ~1.20	0.47 0.43 ~0.58
	D	平均値 Mean 範囲 Range	4.46 4.12 ~4.80	20.6 19.7 ~21.8	0.46 0.41 ~0.50	43.7 42.2 ~45.3	1.67 1.49 ~1.92	0.98 0.94 ~1.07	0.47 0.43 ~0.51
ギアム VII E	B	平均値 Mean 範囲 Range	8.73 7.52 ~9.75	30.4 29.4 ~31.8	0.35 0.33 ~0.39	70.3 65.5 ~79.7	1.42 1.15 ~1.96	0.82 0.71 ~1.00	0.43 0.37 ~0.47
	C	平均値 Mean 範囲 Range	10.2 8.90 ~11.1	27.0 24.0 ~30.5	0.27 0.24 ~0.31	58.8 51.9 ~65.1	0.81 0.61 ~0.98	0.59 0.47 ~0.73	0.46 0.43 ~0.49

Table 16. (つづき) (Continued)

原木記号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section		接線方向 Tangential direction					相互関係 Relations	
			E_T 10 ³ kg/ cm ²	σ_p kg/cm ²	ε_p 10 ⁻²	σ_T kg/cm ²	ε_{max} 10 ⁻²	σ_T/E_T 10 ⁻²	σ_p/σ_T
ギ ア ム VII E	D	平均値 Mean	10.5	26.5	0.25	58.8	0.81	0.56	0.45
		範囲 Range	9.40 ~11.6	25.1 ~30.4	0.22 ~0.27	53.1 ~61.7	0.74 ~0.97	0.52 ~0.61	0.42 ~0.49
レ サ ク VII F	A	平均値 Mean	5.90	24.5	0.41	48.4	0.87	0.83	0.51
		範囲 Range	5.07 ~6.57	24.0 ~24.9	0.41 ~0.42	44.8 ~54.1	0.75 ~0.98	0.72 ~0.98	0.44 ~0.56
	B	平均値 Mean	5.87	31.4	0.54	53.5	1.14	0.91	0.61
		範囲 Range	5.57 ~6.36	30.1 ~33.3	0.48 ~0.58	49.0 ~58.2	1.01 ~1.29	0.83 ~1.01	0.57 ~0.66
	C	平均値 Mean	6.58	30.6	0.46	60.6	1.37	0.92	0.51
		範囲 Range	6.46 ~6.71	29.0 ~31.2	0.43 ~0.48	56.5 ~66.1	1.09 ~1.52	0.84 ~0.99	0.44 ~0.55
ライト レッド メ ランチ VII G	B	平均値 Mean	4.00	18.9	0.47	44.8	2.04	1.12	0.42
		範囲 Range	3.81 ~4.14	17.7 ~19.6	0.46 ~0.48	43.9 ~46.4	16.9 ~2.40	1.07 ~1.15	0.40 ~0.44
	C	平均値 Mean	3.07	14.9	0.49	37.7	2.20	1.24	0.40
		範囲 Range	2.76 ~3.60	13.3 ~16.1	0.41 ~0.58	26.9 ~41.2	1.04 ~2.75	0.87 ~1.45	0.36 ~0.49
バ ラ ウ(1) VII H	A	平均値 Mean	6.97	23.6	0.34	61.6	1.28	0.89	0.39
		範囲 Range	5.31 ~7.80	22.2 ~24.7	0.31 ~0.42	48.9 ~65.4	1.07 ~1.67	0.79 ~1.13	0.35 ~0.45
	B	平均値 Mean	6.08	24.4	0.43	52.9	1.26	0.91	0.47
		範囲 Range	4.81 ~8.37	20.0 ~27.6	0.29 ~0.52	44.3 ~67.0	1.05 ~1.62	0.80 ~1.06	0.36 ~0.57
	C	平均値 Mean	8.43	23.5	0.30	61.8	1.02	0.74	0.38
		範囲 Range	7.76 ~9.22	22.1 ~24.8	0.24 ~0.32	59.0 ~63.6	0.99 ~1.09	0.66 ~0.79	0.35 ~0.42
バ ラ ウ(2) VII I	A	平均値 Mean	10.2	31.5	0.31	74.6	1.25	0.74	0.42
		範囲 Range	9.97 ~10.6	28.9 ~34.1	0.29 ~0.33	73.6 ~76.6	1.15 ~1.33	0.70 ~0.77	0.38 ~0.46
	B	平均値 Mean	15.2	44.3	0.29	107	1.18	0.71	0.41
		範囲 Range	13.5 ~16.2	38.5 ~52.3	0.24 ~0.35	100 ~111	0.93 ~1.45	0.63 ~0.82	0.35 ~0.50
	C	平均値 Mean	16.8	40.4	0.24	104	0.88	0.63	0.39
		範囲 Range	14.4 ~18.0	36.0 ~43.4	0.21 ~0.30	101 ~108	0.80 ~0.98	0.59 ~0.72	0.35 ~0.42

Table 16. (つづき) (Continued)

原木記号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section		接線方向 Tangential direction					相互関係 Relations	
			$\frac{E_T}{10^3 \text{ kg/cm}^2}$	$\frac{\sigma_p}{\text{kg/cm}^2}$	$\frac{\varepsilon_p}{10^{-2}}$	$\frac{\sigma_T}{\text{kg/cm}^2}$	$\frac{\varepsilon_{max}}{10^{-2}}$	$\frac{\sigma_T}{E_T} 10^{-2}$	$\frac{\sigma_p}{\sigma_T}$
バラウ(3) VII J	A	平均値 Mean	10.7	31.9	0.30	81.2	1.23	0.76	0.39
		範囲 Range	10.1 ~11.3	28.9 ~34.0	0.29 ~0.31	75.9 ~85.4	1.01 ~1.49	0.67 ~0.85	0.35 ~0.43
	B	平均値 Mean	10.4	39.8	0.37	89.7	1.25	0.87	0.43
		範囲 Range	9.13 ~12.7	33.8 ~42.8	0.27 ~0.42	83.0 ~96.2	1.16 ~1.36	0.76 ~0.94	0.36 ~0.48
	C	平均値 Mean	10.9	37.6	0.34	79.5	0.98	0.70	0.52
		範囲 Range	9.40 ~11.7	29.1 ~43.4	0.31 ~0.38	57.3 ~84.0	0.94 ~1.01	0.51 ~0.84	0.37 ~0.76
ボルネオオーク VII K	B	平均値 Mean	8.56	29.5	0.28	61.4	0.97	0.72	0.48
		範囲 Range	7.80 ~9.21	24.9 ~34.9	0.27 ~0.42	51.7 ~65.8	0.66 ~1.11	0.56 ~0.78	0.42 ~0.54
	C	平均値 Mean	15.0	35.1	0.26	79.1	0.77	0.54	0.45
		範囲 Range	13.4 ~19.4	34.8 ~35.6	0.24 ~0.28	71.0 ~86.6	0.59 ~0.91	0.40 ~0.62	0.40 ~0.50
ケレダ VII L	A	平均値 Mean	3.72	13.3	0.39	35.9	1.70	0.99	0.37
		範囲 Range	3.35 ~4.78	11.9 ~14.9	0.36 ~0.44	34.7 ~36.7	1.62 ~1.90	0.75 ~1.08	0.33 ~0.41
	B	平均値 Mean	3.91	14.8	0.38	38.4	1.51	0.98	0.41
		範囲 Range	3.79 ~4.05	13.7 ~15.1	0.36 ~0.40	36.5 ~39.7	1.34 ~1.64	0.94 ~1.01	0.38 ~0.48
	C	平均値 Mean	3.95	17.9	0.45	40.1	1.65	1.02	0.45
		範囲 Range	3.73 ~4.28	15.0 ~20.0	0.38 ~0.51	37.3 ~41.5	1.46 ~1.81	0.96 ~1.07	0.37 ~0.53

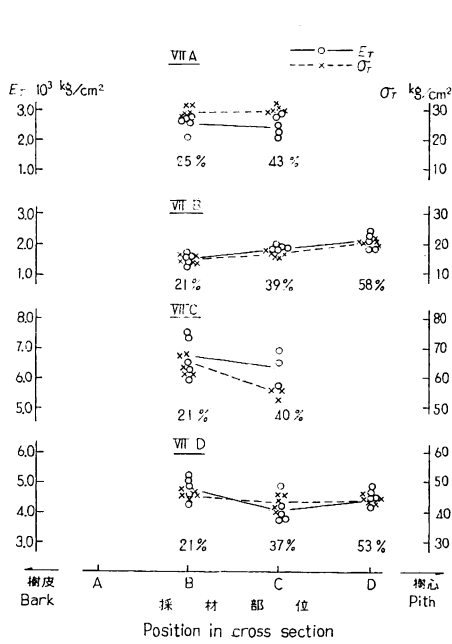


Fig. 10-1

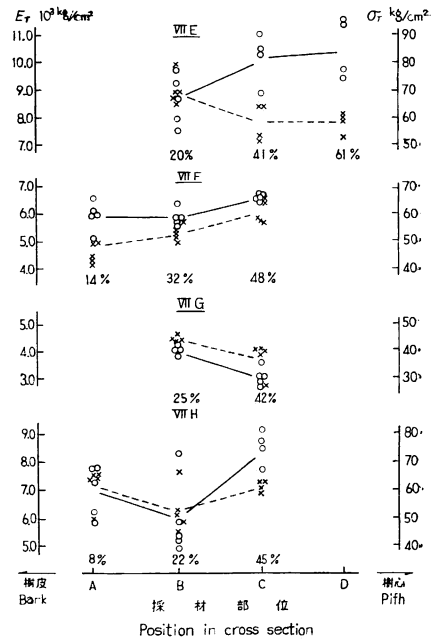


Fig. 10-2

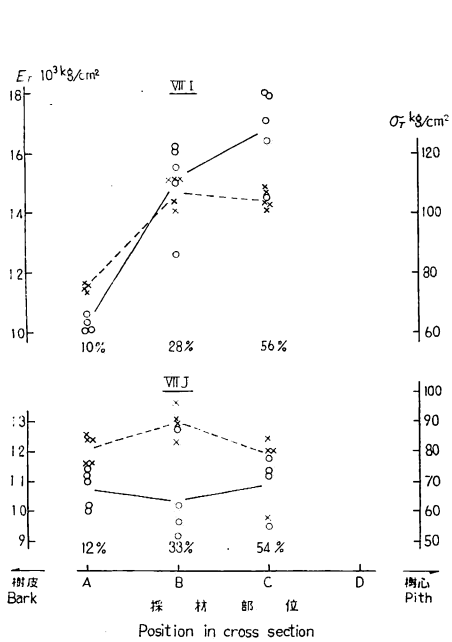


Fig. 10-3

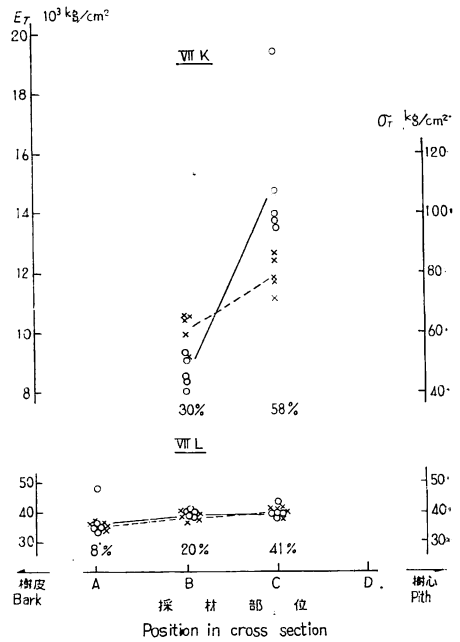


Fig. 10-4

Fig. 10 多湿円板における採材部位と E_T , σ_T との関係
Relations between position in cross section and values of σ_T , E_T in tension along tangential direction (Wet condition).

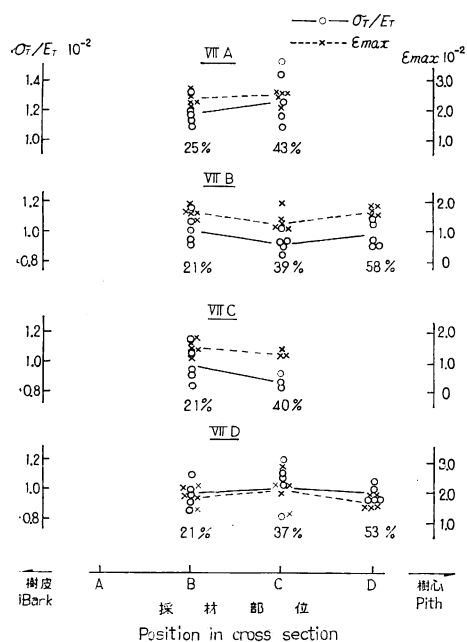


Fig. 11-1

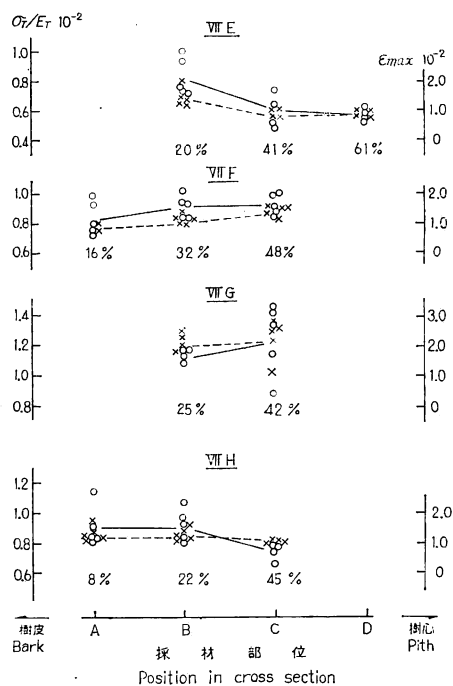


Fig. 11-2

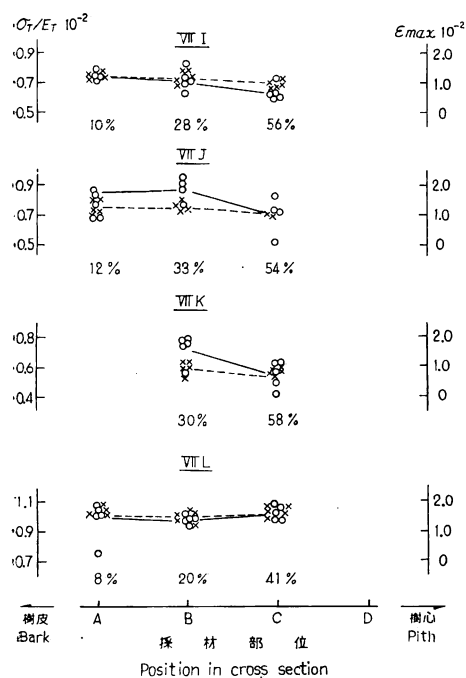


Fig. 11-3

Fig. 11 多湿円板における採材部位と σ_T/E_T , ϵ_{max} との関係

Relations between position in cross section and values of σ_T/E_T , ϵ_{max} in tension along tangential direction (Wet condition).

(1) 供試原木の気乾状態 (含水率約14%) における心材部の容積重はジェルトン, カラス, ライトレッド メランチなどで 0.45 g/cm^3 前後, ケレダンの 0.57 g/cm^3 , テラリン, レサク, パラウ(1), ケラットなどで 0.80 g/cm^3 前後, ギアム, パラウ(2), パウラ(3), ボルネオ オークなどで 1.00 g/cm^3 前後である。

(2) 気乾状態における強度値と容積重の間にはほぼ直線関係が認められる。最大強さを容積重で除した形質商 ($\sigma_{\max}/R_u$) は, 静的曲げの場合にカラスの 12.3 km からパラウ(3) の 17.0 km , 縦圧縮の場合にカラスの 7.2 km からケレダンの 9.2 km , 縦引張の場合にケラットの 15.9 km からケレダンの 28.0 km である。

(3) 気乾状態における心材部の最大強さをヤング係数で除した値 ($\sigma_{\max}/E$) は, 静的曲げの場合にジェルトンの 0.67×10^{-2} からレサクの 0.94×10^{-2} , 縦圧縮の場合にギアムの 0.31×10^{-2} からレサク, パラウ(1) などの 0.44×10^{-2} , 縦引張の場合にパラウ(3), ボルネオ オークなどの 0.88×10^{-2} からレサク, ケレダンなどの 1.14×10^{-2} である。横引張の場合は試験結果を欠く樹種もあるので, 樹種間の比較に問題があるが, 半径方向ではギアムの 0.54×10^{-2} からチャンパカの 1.47×10^{-2} , 接線方向ではボルネオ オークの 0.51×10^{-2} からライト レッド メランチの 1.36×10^{-2} である。

(4) 気乾状態における心材部のせん断強さについて柾目面と板目面の比較をすると, カラスおよびボルネオ オークは板目面の値が小さいが, その他の樹種ではほぼ同等か, あるいは板目面の値が大きい。縦圧縮強さを柾目面せん断強さで除した値 (σ_c/τ_R) は, カラス 3.9 のからジェルトンの 5.1 である。

(5) 気乾状態における心材部の縦圧縮強さを, 木口面かたさで除した値 (σ_c/H_i) は単位を無視して示すと, パラウ(2) の 75 からケレダンの 110 の範囲で, 13 樹種の平均値は約 92 である。

(6) 気乾状態における心材部の衝撃曲げ吸収エネルギーを, 容積重の 2 乗で除した値 (a/R_u^2) は単位を無視して示すと, レサクの 1.2 からカラスの 2.7 で, レサクは容積重のわりに衝撃曲げ吸収エネルギーが小さい。

(7) 気乾状態における縦強度値について心材部と辺材部の比較をすると, 若干の例外はあるが, 全般的には辺材部の方がやや小さい傾向がある。

(8) 心材部における縦強度値について気乾状態と多湿状態の比較をすると, 多湿状態の値が小さいが, ヤング係数における低減より最大強さにおける低減がいちじるしい。

(9) 繊維方向(L), 半径方向(R), 接線方向(T) の直交3軸に関する圧縮ヤング係数の比率, すなわち, $L : R : T$ の値は 13 樹種を平均してみればほぼ $100 : 10 : 5$ となるが, 個々の樹種についてみればかなり異なり, ケレダンでは $100 : 7.7 : 3.3$ でかなり異方性がつよいが, パラウ(1) では $100 : 12.8 : 7.6$ でやや異方性がすくない。また, 圧縮比例限度は圧縮ヤング係数より縦方向と横方向の差がすくない。

(10) 単板の切削加工条件に関連する基礎資料として, 多湿円板を部位別に区分して木取った接線方向横引張試験体につき, 横引張強さ (σ_T), ヤング係数 (E_T), σ_T/E_T , 最大歪 ($\varepsilon_{\max}$) などを求め, 採材部位の差異によるそれらの変化を Fig. 10 および Fig. 11 に図示したが, 特性的な傾向は認められなかった。

文 献

- 1) 農林省林業試験場木材部: 南洋材の性質 2, 林試研報, 190, pp. 127~133, (1966)
- 2) 同 上: 南洋材の性質 3, 林試研報, 194, pp. 7~39, (1966)

- 3) 同 上: 南洋材の性質 4, 林試研報, 197, pp. 74~88, (1967)
- 4) 同 上: 南洋材の性質 7, 林試研報, 206, pp. 30~41, (1967)
- 5) 同 上: 南洋材の性質 10, 林試研報, 208, pp. 116~131, (1968)
- 6) 同 上: 南洋材の性質 11, 林試研報, 218, pp. 1~97, (1968)

IV. Mechanical Properties of Thirteen Species of Kalimantan Woods

Kôichi KONDÔ and Ryôzaburô YAMAI

(Résumé)

This paper presents the results from experiments on the mechanical and elastic properties of thirteen species grown in Kalimantan, Indonesia. The common name, the botanical name and mark of test materials are given in Table 1. The general description of logs and test groups are given in the same table. The tests were conducted mainly by the methods provided in Japanese Industrial Standards of testing for small clear specimens (JIS Z 2111-2117). The main results obtained from these tests may be summarized as follows:

(1) The results of static bending test, compression parallel to grain test, tension parallel to grain test, impact bending test, partial compression perpendicular to grain test and hardness test are given in Table 2. The range of the apparent specific gravity of test specimens cut from heartwood at air dry condition (moisture content=about 14%) is 0.43 g/cm³ for Jelutong to 1.05 g/cm³ for Borneo oak.

(2) The mechanical and elastic properties parallel to grain show some tendency to increase with the apparent specific gravity as shown in Figs. 1~5. The relations between the maximum crushing strength in compression parallel to grain and end hardness or shearing strength along radial surface are shown in Fig. 6 and Fig. 7.

(3) The relations among each property of specimens cut from heartwood at air dry condition are given in Table 3. The mean values of the specific strength (σ_{max}/R_u , Gütezah) in compression parallel to grain are 7.2 km for Karas to 9.2 km for Keledang, those in static bending are 12.3 km for Karas to 17.0 km for Balau (3) and those in tension parallel to grain are 15.9 km for Kelat to 28.0 km for Keledang. The mean values of σ_{max}/E in compression parallel to grain are 0.31×10^{-2} for Giam to 0.44×10^{-2} for Resak and Balau (1), those in static bending are 0.67×10^{-2} for Jelutong to 0.94×10^{-2} for Resak and those in tension parallel to grain are 0.88×10^{-2} for Balau (3) and Borneo oak to 1.14×10^{-2} for Resak and Keledang.

(4) The mean values of the maximum crushing strength in compression parallel to grain to the shearing strength along radial surface (σ_c/τ_R) of specimens cut from heartwood at air dry condition are 3.9 for Karas to 5.1 for Jelutong, and the mean values of the maximum crushing strength in compression parallel to grain to end hardness (σ_c/H_i) are 75 for Balau (2) to 110 for Keledang.

(5) The results of several mechanical tests and the relations among each property of specimens cut from sapwood at air dry condition are given in Tables 4 and 5. Although the apparent specific gravity and some strength properties of sapwood are somewhat small in comparison with those of heartwood, no definite difference between the strength properties of heartwood and those of sapwood were recognized.

(6) The results of several mechanical tests and the relations among each property of specimens cut from heartwood and sapwood at wet condition are given in Tables 6, 7, 8 and 9. The strength properties at wet condition are smaller than those at air dry condition, and the degree of decrease due to moisture content is severe in maximum strength in comparison with the YOUNG's modulus.

(7) The results of compression perpendicular to grain test of specimens cut from heartwood at air dry condition are given in Table 10. The relations between the YOUNG's modulus and the apparent specific gravity are shown in Figs. 7 and 8.

(8) The results of tension perpendicular to grain test of specimens cut from heartwood at air dry condition are given in Tables 11 and 12. The values of σ_R/E_R for Giam and σ_T/E_T for Giam and Borneo oak are remarkably small in comparison with other species.

(9) The comparisons of YOUNG's modulus and mechanical properties along three mutually perpendicular axes obtained from heartwood at air dry condition are given in Tables 13 and 14.

(10) The relations between the position of cross section of the wet disk and the values of YOUNG's modulus, maximum strength, maximum strain and σ_T/E_T in tension along tangential axis are given in Figs. 10, 11 and Table 16. No definite relations due to the difference of position along the radius of disk could be detected.

寺 沢 真⁽¹⁾
佐 藤 庄 一⁽²⁾

ま え が き

この試験は木材部および林産化学部で行なっている南洋材に関する共同研究の一環としてとりあげたもので、入手されたカリマンタン産13樹種につき、板材の乾燥試験を行なったので、その結果をとりまとめ報告する¹⁾²⁾。

試験に際し、ご協力下された乾燥研究室長筒本卓造技官、同室員鷺見博史、片田 茂技官ならびに応用研究室の方々に深く感謝する。

1. 試験材の木取りと供試材

各丸太から長さ150 cmを玉切り、大略 Fig. 1 に示すように製材し、板材番号を付した部分から板目、柁目の試験原板を採取し、1枚の耳つき原板から乾燥性試験には3枚、人工乾燥スケジュール試験には1～2枚の試験材を木取った。

各試験に供した試験材番号はそれぞれの試験項目で述べる。

2. 試験内容と試験方法

試験内容は次のとおりである。

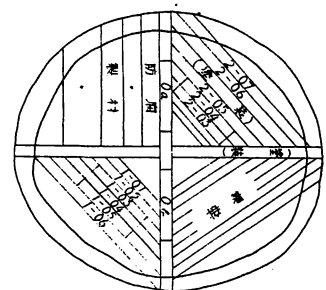


Fig. 1 各丸太の製材方法
Sawing methods of logs.

(1) 前木材部加工科長・現名古屋大学農学部教授・農学博士

(2) 木材部加工科乾燥研究室

- 1) 乾燥性試験³⁾
- 2) 100°C の急速乾燥試験⁴⁾
- 3) 2.7 cm 厚材の人工乾燥スケジュール試験

乾燥性試験は一定条件のもとでの乾燥速度を樹種別に測定し、乾燥スケジュール作製の基礎資料とするものであり、100°C の急速乾燥試験は一定寸法の板目生材を 100°C の条件下で急速乾燥し、その際に発生する損傷の種類と程度から、厚さ 2.7 cm の材の乾燥初期のスケジュール条件と終末温度および人工乾燥時間を推定し、実際のスケジュール試験に際しての最良スケジュールの探索時間と労力をはぶくものである。

人工乾燥スケジュール試験にあつては、100°C の急速乾燥試験により推定した概略のスケジュールを基準として、2.7 cm 厚材の乾燥試験を進行させ、乾燥過程において、乾燥経過および乾燥中の損傷発生の有無などから、乾燥条件を適当に補正しつつ乾燥を終了させる。乾燥後は各試験材の狂い、落込み、収縮率などの程度を参考とし、乾燥経過中の割れの量なども考慮し、実行したスケジュールを再検討し、その内容が実用上のスケジュールに相当していると考えられればそのままとし、多少のずれが認められる程度であれば経験的な手法で修正を加え、この際乾燥時間等も適当に推定し一応の実用スケジュールとする。

1 回の実験で得た条件があまりに不適当な場合は、次のスケジュールを推定し、これにもとづき再度の試験をくり返し、前回の結果との比較において適正条件を考察する。

一般に乾燥スケジュール試験を行なう際には供試樹種の初期含水率、発生する損傷の種類、程度がおのおの異なっており、正確を期するためには個別的に 1 樹種ずつ試験を行なうのが最良であるが、今回の試験のごとく供試樹種が多く、各樹種 1 本ずつの丸太しか供試されない場合は、あまり精度の高い試験を行なっても、各樹種についての実用上のスケジュールとしての平均的条件が得られにくいので、操作の繁雑さと時間の節約、試験精度等を勘案し、全樹種を 5～6 組程度に分類組分けし、各組についてスケジュール試験を行なうこととした。ただし、この際も初期含水率の違いや、初期条件、終末温度等の規制が各樹種で異なるため、それぞれの樹種についての大略のタイム スケジュールを推定し、乾燥開始時間をずらすなどの操作が必要となる。

このように組分けしたタイム スケジュールにしたがって実験をすすめた際含水率の減少が予想より速く、しかも損傷の発生をみない樹種（樹種の組）に対しては条件を早目に変化させ、初期割れなどの損傷の発生した樹種に対しては条件をゆるめるか、あるいは次の条件に変化させる時間をずらすなどの補正を行ない、はなはだしく割れの生じた樹種は組合せの条件からとり出し別のゆるい条件で試験をすすめるようにした。

今回の試験では全般的にみて推定したタイム スケジュールが各樹種に対し比較的適確な条件を示していたため、多くの樹種に対し乾燥試験は 1 回で完了したが、ギェム、レサク、ボルネオ オーク、ケラットについては、推定条件がかなり不適当であったため引きつづき 2 回目の試験を行なった。なお、この際追試の意味でバラウ（2）も試験した。

供試した実験装置、供試材寸法、収縮率測定方法などは、すでに発表した林試研報、南洋材の性質に関する試験に準じて行なった^{5)~8)}。

3. 試験の結果および考察

3-1. 乾燥性試験

各樹種の乾燥性試験の結果を Table 1 に示す。

またこれらについて全乾容積重と乾燥速度減少係数 ($1/\text{hr} \times 10^{-2}$) との関係を板目, 柾目材について示すと Fig. 2 となる。

全体の傾向として容積重の減少にともない乾燥速度減少係数は増加しているが, 容積重と比較して乾燥速度減少係数の大きな樹種はカラス, ギアム, レサク, ケレダンなどであり, その逆の樹種はライトレッド メランチ, ケラットなどである。

また板目材と柾目材との乾燥速度減少係数の値の似ている樹種は, テラリン, チャンパカで, 違いの大きい樹種は, パラウ(1), パラウ(2), パラウ(3), ボルネオ オーク, ケラットなど柾目材の乾燥速度

A: ジェルトン, B: カラス, C: テラリン, D: チャンパカ, E: ギアム, F: レサク, G: ライトレッド メランチ, H: パラウ(1), I: パラウ(2), J: パラウ(3), K: ボルネオ オーク, L: ケレダン, M: ケラット

A: Jelutong, B: Karas, C: Teraling, D: Champaka, E: Giam, F: Resak, G: Light red meranti, H: Balau (1), I: Balau (2), J: Balau (3), K: Borneo oak, L: Keledang, M: Kelat.

Fig. 2 乾燥速度減少係数と容積重との関係
Relation between coefficient of drying rate and apparent specific gravity in oven-dry.

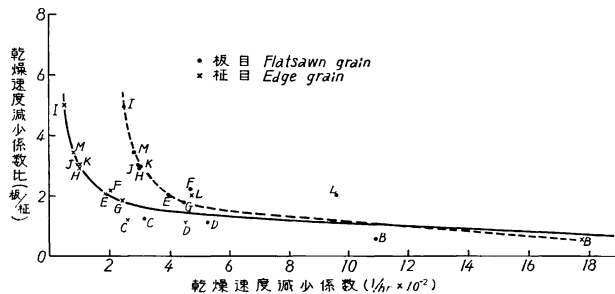
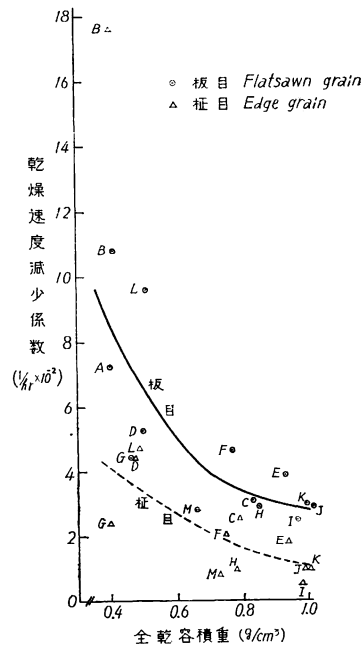


Fig. 3 板目, 柾目の乾燥速度減少係数比と乾燥速度の関係
Relation between drying rate and coefficient of drying rate in flat and edge grain.

Table 1. 各丸太の乾燥速度, 収縮率, 容積重
Drying rate, shrinkage and apparent specific gravity at oven dried of each log

樹 種	原木および 試験材原板 番 号	木取り	D.B.T. 60°C, W.B.T. 35°C の条件		板目、柾目材 についての乾 燥速度減少係 数の比率 (板/柾)	全 乾		
			含水率10%時 の乾 燥 速 度 (%/hr)	乾燥速度減少 係数 (1/hr×10 ⁻²)		収縮率(%)		容積重 (g/ cm³)
						幅	厚さ	
ジェルトン	VII A-1-04	板目	0.43	7.27	—	6.33	2.12	0.40
カ ラ ス	VII B-2-02	板目	0.65	10.87	0.61	7.67	4.24	0.41
	VII B-0 b	柾目	0.93	17.77		5.18	7.60	0.41
テ ラ リ ン	VII C-1-05	板目	0.11	3.10	1.21	8.37	4.85	0.83
	VII C-0 b	柾目	0.09	2.57		4.96	9.05	0.79
チャ ン パ カ	VII D-1-03	板目	0.26	5.27	1.18	6.07	3.50	0.50
	VII D-0 b	柾目	0.25	4.47		3.39	5.24	0.47
ギ ア ム	VII E-1-02	板目	0.15	3.93	2.10	9.92	5.83	0.93
	VII E-0 b	柾目	0.05	1.87		6.11	12.70	0.94
レ サ ク	VII F-2-03	板目	0.20	4.67	2.26	11.15	4.39	0.77
	VII F-0 b	柾目	0.07	2.07		4.85	14.06	0.75
ライト レッド メランチ	VII G-2-04	板目	0.19	4.47	1.86	8.48	2.35	0.47
	VII G-0 b	柾目	0.12	2.41		2.80	5.05	0.40
バ ラ ウ (1)	VII H-2-01	板目	0.09	2.99	2.99	8.46	3.44	0.85
	VII H-0 b	柾目	0.03	1.00		3.63	8.69	0.78
バ ラ ウ (2)	VII I-2-02	板目	0.09	2.50	5.00	9.54	3.90	0.97
	VII I-0 b	柾目	0.01	0.50		4.02	9.66	0.98
バ ラ ウ (3)	VII J-2-02	板目	0.10	2.93	3.02	10.44	5.00	1.02
	VII J-0 b	柾目	0.01	0.97		5.54	11.05	0.99
ボルネオ オ ー ク	VII K-1-03	板目	0.12	3.00	3.00	11.63	5.69	1.00
	VII K-0 b	柾目	0.04	1.00		7.05	14.39	1.03
ケ レ ダ ン	VII L-2-02	板目	0.53	9.60	2.04	7.31	4.39	0.51
	VII L-0 b	柾目	0.22	4.71		4.31	7.60	0.49
ケ ラ ッ ト	VII M-1-06	板目	0.14	2.83	3.45	8.43	4.62	0.66
	VII M-0 b	柾目	0.04	0.82		5.89	11.03	0.73

木取り別の試験材枚数は3枚ずつ。

Table 2. 100°C の急速乾燥試験結果 Result of quick drying test at 100°C temperature

樹 種	試験材番号	樹心から の距離 (cm)	欠点の種類と程度			初期含水 率 (%)	含水率1 %までの 乾燥時間 (hr)	推定された条件 (°C)			推定人工 乾燥時間 (日)	収 縮 率			ねじれ (mm)	備 考
			初期割れ	断面の 糸巻状 の变形	内部割れ			初期温度	初期乾燥 球温度差	終末温度		幅 (%)	厚さ (%)	比 (厚さ/ 幅)		
ジュルトン	VII A-1-04	16	3	2~3	1	121.0	19.0	60	4.3	85	5.7	6.0	4.6	0.77	2.0	欠点部分 を含む
	VII A-2-04	13	4	3	1	108.4	17.0	55	3.6	83	6.2	7.0	5.8	0.82	1.0	
カラス	VII B-2-02	13	1	2	1	86.8	16.0	66	6.0	88	4.1	6.7	6.7	0.99	3.5	
	VII B-2-03	15	1	3~4	1	88.2	16.0	56	4.4	82	5.1	6.9	6.0	0.87	3.0	
テラリン	VII C-1-05-a	14	5	4~5	2	56.4	44.2	52	3.0	79	11.3	8.1	9.2	1.13	2.0	
	VII C-1-05-b	14	5	4~5	2	58.2	43.3	52	3.0	79	11.1	8.0	9.1	1.13	2.0	
チャンパカ	VII D-1-02	9	3~4	2	1	159.5	17.4	57	4.0	84	5.8	7.2	4.1	0.56	1.5	
	VII D-1-03	11	3~4	1	1	147.7	21.8	57	3.9	84	6.5	7.2	5.4	0.75	3.5	
ギアム	VII E-1-01	10	8	7	5	54.3	84.0	45	1.8	71	23.8	7.4	16.2	2.19	1.5	
	VII E-1-02	13	8	6	5	55.7	81.5	45	1.8	71	23.5	8.4	15.7	1.85	1.5	
レサク	VII F-2-02	8	7	2	6	83.0	35.0	45	2.0	70	15.2	6.4	9.9	1.56	3.5	
	VII F-2-03	10	7	4	6	86.2	37.6	45	2.0	70	15.5	5.7	9.2	1.62	1.0	
ライトレッド メランチ	VII G-2-02	16	3~4	3	1	70.6	20.0	57	3.8	83	6.4	7.1	5.8	0.81	2.5	
	VII G-2-04	19	3~4	2~3	1	65.4	25.0	57	3.8	84	7.1	7.8	5.4	0.69	1.3	
パラウ(1)	VII H-2-01	14	7	4	2	43.4	92.0	47	2.0	80	21.7	9.0	7.6	0.84	2.8	
	VII H-2-02	16	7	3~4	3	50.2	84.5	47	2.0	77	20.8	8.7	7.5	0.86	3.5	
パラウ(2)	VII I-2-01	11	8	2	2	38.3	109.0	45	1.8	79	25.7	9.6	5.4	0.56	4.0	
	VII I-2-02	12	8	2	2	41.5	105.0	45	1.8	79	25.5	9.8	6.8	0.69	1.8	
パラウ(3)	VII J-2-01	8	8	3	2	36.3	75.0	45	1.8	79	22.9	10.3	6.8	0.65	5.0	
	VII J-2-02	10	8	3	2	36.9	101.0	45	1.8	79	25.2	9.5	8.0	0.84	4.5	
ボルネオ オーク	VII K-1-02	14	7~8	2~3	3~4	51.0	31.0	46	1.9	75	15.8	10.9	9.2	0.84	3.5	
	VII K-1-03	17	7~8	2	3	47.4	28.0	46	1.9	77	15.4	10.7	6.2	0.57	0.8	
ケレダン	VII L-2-02	10	4~5	1	1	97.9	20.0	54	3.3	83	7.3	7.9	4.2	0.52	0.0	
	VII L-2-04	14	4~5	1	1	120.4	18.0	54	3.3	83	6.9	8.4	4.3	0.50	0.5	
ケラット	VII M-1-06	12	6	4	5	76.4	36.0	48	2.3	71	13.0	7.7	7.6	0.99	5.5	辺 材
	VII M-1-07	14	5	2	1	70.6	32.4	53	3.0	82	9.7	9.2	6.8	0.74	6.5	

注：1) 推定乾燥時間(日)，乾燥条件は2.7cm 厚材用。

2) ねじれは試験材を平盤上におき一方の端をおさえたときの他端のもちあがった盤面との距離(mm)。

3) 欠点の程度は初期割れ，断面の变形は1~8，内部割れは1~6までの順位とし，数字の大きなものほどおのの欠点が大いことを示す。

4) VII B, VII Lは含水率1%までの乾燥時間がきわめて短いから多少条件をきびしく修正できる。

の低いものに多い(Fig. 3)。

カラスをのぞいて他の樹種はすべて板目材の乾燥速度減少係数が、柾目材より大きくなっており、この傾向は日本産広葉樹材についても同じである。

カラスのみ逆の傾向を示し、その数値の比がかなり大きいことについての理由は不明である。

3-2. 100°C の急速乾燥試験

100°C の急速乾燥試験の結果は Table 2 で、この表により供試樹種を損傷の種類と程度、乾燥時間、乾燥条件などで分類すると次のようになる。

(1) 乾燥初期の割れについて

きわめて割れやすい樹種はギアム、パラウ(2)、パラウ(3)、ボルネオ オークで、かなり割れやすい樹種はレサク、パラウ(1)、ケラット、やや割れやすい樹種はテラリン、ケレダン、あまり問題のない樹種はチャンパカ、ライト レッド メランチで、ほとんど問題のない樹種はジェルトン、カラスである。

ただし、ジェルトンは樹心近くに異常組織があり、部分的に割れやすい。

(2) 内部割れ、落込みについて

これらの欠点の発生しやすい樹種はギアム、レサク、ケラットである。

(3) 乾燥時間について

割れやすいか、水分の移動性が悪いかなどにより、人工乾燥の時間が長くなると思われる樹種はギアム、パラウ(1)、パラウ(2)、パラウ(3)で、これに次ぐ樹種はレサク、ボルネオ オーク、ケラットである。

乾燥時間および操作の中庸な樹種はテラリンで、かなり乾燥時間の短い樹種はジェルトン、チャンパカ、ライト レッド メランチ、ケレダンで、きわめて乾燥時間の短い樹種はカラスである。

(4) ギアム (*Cotylelobium*) とレサク (*Vatica*) は、同じ Dipterocarpaceae の重い材パラウ(1)、パラウ(2)、パラウ(3)の *Shorea* に属す樹種と比較して、内部割れの発生が多い。

以上の乾燥操作からみた特性を参考にして Table 2 を再検討し、試験精度をあまり落とさず、操作に便利のように各樹種の条件を修正し、供試樹種を分類、組分けすると Table 3 に示すような5組のタイム スケジュールに要約される。なお、この表の作成にあたっては次の条件を仮定して行なっている。

1) スケジュール試験における含水率の低下割合は、乾燥時間の経過に対し含水率 20 % 付近までは、ほぼ直線的にする。

2) 含水率の低下に際しての温度の上昇、乾湿球温度差の開きかたは、類似樹種の経験的なスケジュールを参考として行なう。

3) 乾燥時間は 100°C の急速乾燥試験の推定人工乾燥時間を利用する。

4) ギアム、レサクの終末温度は 70°C と推定されているが、操作の都合上これを 75°C まで上昇させる。

3-3. 人工乾燥スケジュール試験

人工乾燥スケジュール試験は厚さ 2.7 cm の材を対象とし、Table 3 のタイム スケジュールを基本として行なった。

各樹種の初期温湿度条件と供試材の枚数を、第1回および第2回試験につき Table 4, 5 に示す。また、Table 3 のタイム スケジュールを基本とし、実際の乾燥試験において損傷の発生、含水率の低下割合な

Table 3. 推定した樹種別タイム スケジュール (板厚2.7cm)
 Conclusion of time schedules of each log (Thickness 2.7cm)

経過時間 (日)	1		2		3		4		5	
	ジェルトン(VII A) カラス(VII B) ケレダン(VII L)		チャンパカ(VII D) ライト レッド メラランチ (VII G)		テラリン (VII C)		レ サ ク(VII F) ボルネオ オーク (VII K) ケラ ッ ト(VII M)		ギ ア ム(VII E) バラウ(1)(VII H) バラウ(2)(VII I) バラウ(3)(VII J)	
	温 度 (°C)	乾湿球 温度差 (°C)	温 度 (°C)	乾湿球 温度差 (°C)	温 度 (°C)	乾湿球 温度差 (°C)	温 度 (°C)	乾湿球 温度差 (°C)	温 度 (°C)	乾湿球 温度差 (°C)
0 ~ 1/2	54	4.0	57	4.0	53	3.0	45	2.0	45	1.8
1/2 ~ 1	55	4.5	57	4.0	53	3.0	45	2.0	45	1.8
1 ~ 1 1/2	60	5.5	57	4.0	55	3.0	45	2.0	45	1.8
1 1/2 ~ 2	60	5.5	57	4.0	55	3.0	47	2.3	45	1.8
2 ~ 2 1/2	60	8.0	57	6.0	55	4.0	47	3.0	45	1.8
2 1/2 ~ 3	65	12	57	6.0	55	4.0	47	3.0	45	1.8
3 ~ 3 1/2	65	15	60	9.0	60	5.0	50	4.5	45	2.0
3 1/2 ~ 4	70	20	65	13	60	5.0	50	4.5	45	2.0
4 ~ 4 1/2	70	25	70	18	60	8.0	50	6.0	45	2.2
4 1/2 ~ 5	70	25	75	25	60	8.0	50	6.0	45	2.2
5 ~ 5 1/2	85	30	85	30	65	12	55	6.0	46	3.0
5 1/2 ~ 6	85	30	85	30	65	12	60	8.0	46	3.0
6 ~ 6 1/2			85	30	65	16	60	10	46	3.0
6 1/2 ~ 7			85	30	65	16	60	10	46	3.0
7 ~ 7 1/2					70	20	65	14	48	3.0
7 1/2 ~ 8					70	20	65	14	48	3.0
8 ~ 9					70	25	65	18	48	4.5
9 ~ 10					80	30	65	23	50	4.5
10 ~ 11					80	30	70	25	50	6.0
11 ~ 12							70	25	53	6.0
12 ~ 13							75	30	53	8.0
13 ~ 14							75	30	57	8.0
14 ~ 15							75	30	57	10
15 ~ 16									62	10
16 ~ 17									62	13
17 ~ 18									66	15
18 ~ 19									66	18
19 ~ 20									70	22
20 ~ 21									70	25
21 ~ 22									70	25
22 ~ 23									75	30
23 ~ 24									75	30

注：乾燥開始時間をおくらせるもの VII A = 1/2日 VII B, VII J = 1日
 VII M, VII I = 2日 VII H = 3日

Table 4. 各樹種の温湿度条件と使用した試験材枚数 (第 1 回試験)
Drying conditions and number of test pieces (1st test)

樹 種	原木番号	初期条件 (°C)		終末温度 (°C)	木 取 り と 枚 数	
		乾球温度	湿球温度		板 目	桁 目
ジ ェ ル ト ン	VII A	55	50.5	85	1	1
カ ラ ス	VII B	60	54.5	85	1	1
テ ラ リ ン	VII C	53	50.0	80	² (1 枚を中間蒸煮)	² (1 枚を中間蒸煮)
チ ャ ン パ カ	VII D	57	53.0	85	1	² (1 枚を中間蒸煮)
ギ ア ム	VII E	45	43.2	70	1	1
レ サ ク	VII F	45	43.0	75	1	1
ライト レッド メランチ	VII G	57	53.0	85	1	² (1 枚を中間蒸煮)
パ ラ ウ (1)	VII H	45	43.0	75	1	1
パ ラ ウ (2)	VII I	45	43.2	75	1	1
パ ラ ウ (3)	VII J	45	43.2	75	² (1 枚を中間蒸煮)	1
ボルネオ オーク	VII K	45	43.0	75	1	1
ケ レ ダ ン	VII L	54	50.0	85	1	1
ケ ラ ッ ト	VII M	47	44.0	75	1	1

注: 試験材の大きさは厚さ 2.7 cm, 幅 20 cm, 長さ 60 cm。

Table 5. 各樹種の温湿度条件と使用した試験材枚数 (第 2 回試験)
Drying conditions and number of test pieces (2nd test)

樹 種	原木番号	初期条件 (°C)		終末温度 (°C)	木取りと枚数	
		乾球温度	湿球温度		板 目	桁 目
ギ ア ム	VII E	45	43.5	66	1	—
レ サ ク	VII F	〃	〃	75	1	1
パ ラ ウ (2)	VII I	〃	〃	〃	1	1
ボルネオ オーク	VII K	〃	〃	66	1	—
ケ ラ ッ ト	VII M	〃	〃	75	1	1

Table 6. 各樹種のスケジュール試験の乾燥日数
 Drying time (day) of each drying schedule test

樹 種	原木番号	含水率10%までの 乾燥日数 (日)		乾燥日数比 (板/枳)	中間蒸煮 の有無	実験番号
		板 目	枳 目			
ジェルトン	VII A	3.8	4.4	1.16		1
カラス	VII B	2.7	2.8	1.04		1
ケレダン	VII L	3.9	5.2	1.33		1
チャンパカ	VII D	5.0	6.5	1.30		1
		—	7.0	—	中間蒸煮	
ライト レッド メランチ	VII G	4.8	6.3	1.31		1
		—	6.0	—	中間蒸煮	
テラリン	VII C	8.5	8.5	1.00		1
		8.3	9.0	1.08	中間蒸煮	
ギアム	VII E	19.0	21	1.11		1
		27	(30)	(1.11)		2
レサク	VII F	18.0	24.5	1.36		1
		31	36	1.16		2
バラウ (1)	VII H	18.2	25.5	1.40		1
バラウ (2)	VII I	22.0	27.0	1.23		1
		26.0	33.0	1.27		2
バラウ (3)	VII J	21.0	23.5	1.12		1
		18	—	—	中間蒸煮	
ボルネオ オーク	VII K	19.5	23.0	1.18		1
		22.5	(26.5)	(1.18)		2
ケラット	VII M	23.0	30.0	1.30		1
		34.8	39.2	1.13		2

注: () は第1回試験の板目、枳目の日数比から求めた推定値。

どを考慮して修正しながら乾燥した第1回試験の乾燥経過をジェルトン、カラス、ケレダンについては Fig. 4, チャンパカ、ライト レッド メランチは Fig. 5, テラリンは Fig. 6 に示す。またレサク、ボルネオ オーク、ケラットについては、推定したスケジュールと適当な乾燥条件との間にかなり差があり、はなはだしい初期割れが生じ、3樹種を1組として乾燥することも不可能であったため、2組に分け大幅に条件をかえて乾燥した。この結果をレサク、ボルネオ オークについては Fig. 7, ケラットは Fig. 8 に示す。

ギアム、バラウ(1)、バラウ(2)、バラウ(3)は1組として乾燥したが、ギアムをのぞきはなはだしい

表面割れもなく、一応予定の乾燥経過にしたがったため、大きな修正はほどこさず乾燥をすすめた。これらの乾燥経過を Fig. 9, 10 に分割して示す。

第 1 回試験で十分な成果が得られなかったギアム、レサク、ボルネオ、オーク、ケラットについては第 2 回試験を行ない、Fig. 11 の経過を得た。なおこの際バラウ (2) を追試の意味で加えた。各試験における試験材の初期含水率、含水率 10% までの乾燥時間を Table 6 に示す。

乾燥終了後に試験材の所定の位置を切断し、全乾としたときの収縮率と採材時に試験材の両木口付近から木取った小試験片を室内で天然乾燥し、その後に全乾としたときの収縮率とを Table 7, 8 に示す。

以上の結果と乾燥経過中の損傷の発生状態、乾燥速度減少係数などを参考にして、樹種別 (樹種の組) に考察を加えると次のようになる。

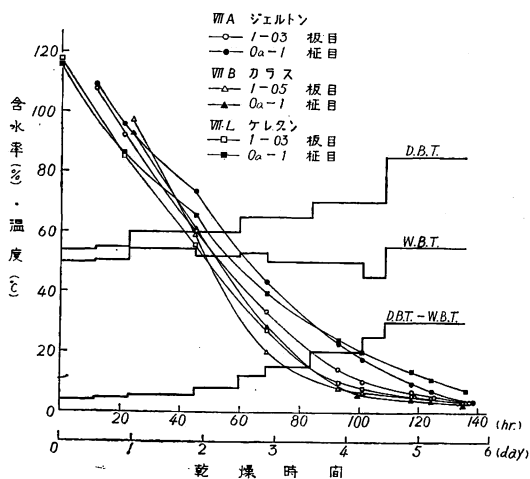


Fig. 4 ジェルトン (VII A), カラス (VII B), ケレダン (VII L) 材の乾燥経過

Drying process of Jelutong (VII A), Karas (VII B) and Keledang (VII L).

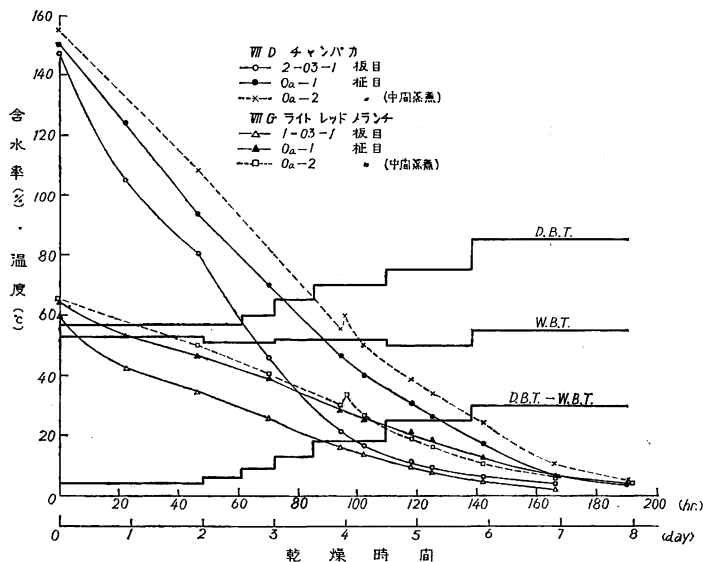


Fig. 5 チャンパカ (VII D), ライト レッド メランチ (VII G) 材の乾燥経過

Drying process of Champaka (VII D) and Light red meranti (VII G).

1) 乾燥容易な樹種

このグループに属する樹種は、Fig. 4 に示したジェルトン、カラス、ケレダンと Fig. 5 に示したチャンパカ、ライト レッド メランチである。いずれも板目材よりも柾目材の乾燥がおくれる傾向にあるが、カラスのみが板目、柾目の木取りにはあまり関係なく、同じような時間で乾燥している。カラスについては先の含水率 10 % の乾燥速度の測定において、柾目材の乾燥速度が板目材よりも良い結果が得られており、Fig. 4 の乾燥経過からみても低含水率域での柾目材の乾燥速度の方がよくなっている。しかし、高含水率域では板目材の乾燥が優先しているため、全体の乾燥時間の比較では両者があまりかわらないことになったとみられる。

つぎに乾燥により割れが生じた材は、ジェルトン材の板目とチャンパカ材の柾目材とであった。これは与えた温湿度条件がこれらの材に適していなかったというより、次に述べるような、それぞれの材質の欠陥によったものであろう。すなわちジェルトン材には、丸太により欠点として半径方向に帯状の海綿状の弱い組織がしばしば発見され、乾燥するとその部分が落ち込んだり、割れたりすることが認められている。今回供試した材も樹心近くにこの種欠点部分があり、たまたま試験材にこの欠点が含まれていた。

また、チャンパカは柾目木取りした樹心側の側面に、長さ 10 cm 程度の割れが乾燥初期に 2 本生じたが、原木の形状からみて立木時にあった中心部の割れが、乾燥により新たに発生したように見られたと思われる。そのため、それらを防止するための適当な乾燥条件は考えられず、木取方法を変えて乾燥歩止りを高めることなどが必要となろう。

Table 7 に示した人工乾燥と天然乾燥とを経て全乾としたときの収縮率を樹種別に比較すると、カラスのみが人工乾燥による収縮率の増加がみられず、他の樹種は人工乾燥材の方が大きくなっており、特にライト レッド メランチの接線方向の収縮率が大きく増加している。したがって、ジェルトンとライト レッド メランチは、人工乾燥の際の接線方向の収縮率が半径方向の収縮率と比べて、約 3 倍ほど大きな値となっている。

乾燥終了時の各試験材の状態は、板目材に 0~5 mm の cup があり、樹種別には $VI\ G > VI\ L > VI\ D = VI\ A > VI\ B$ の関係となっている。一方、板のねじれは今回の試験の範囲では、ジェルトンが他の樹種よりもやや大きく 5.0 mm、最も少ない樹種はチャンパカとなっているが、この関係は温湿度条件の違い、原木の形状の相違などにより異なるので、1 回の試験だけでは明らかにすることはできない。落込みは各樹種とも生じていない。

以上のことから、これらの材の乾燥条件は、Fig. 4, 5 に示すスケジュールで大略適当と考えられるが、丸太により狂いが生ずる危険性のあるジェルトン、カラスに対しては、終末温度は 80°C までとし、チャンパカ、ライト レッド メランチ等の狂いの少ないものに対しては、さらに乾燥条件をきびしくしてもよいのではないかと考えられる。

ライト レッド メランチはサラワク産レッド メランチ⁶⁾に似て蒸煮による割れ、収縮率の増加はないが、乾燥時間の短縮は、先に試験したサラワク産のものより望めないようである。

チャンパカは日本のホオノキに似て使いやすく、家具の材料に適していると思われる。乾燥時間は初期含水率が高いわりに短く、割れ、狂いが少ない。また、この樹種の蒸煮による乾燥時間の短縮は、期待できない。

ケレダンは、かびやすく、製材後直ちに人工乾燥しないと青変菌が繁殖する。ジェルトン、カラスもか

Table 7. 各試験材の初期含水率と人工乾燥材と天然乾燥を経た全乾収縮率 (第 1 回試験)
Initial moisture content of each tested board and shrinkage from green
to oven dry of kiln dried and air seasoned boards (1st test)

樹 種	原木および試験材 番 号		木取り	初 期 含水率 (%)	全 乾 収 縮 率 (%)			
	原木	試 験 材			人工乾燥材		天然乾燥材	
					幅	厚 さ	幅	厚 さ
ジ ェ ル ト ン	ⅦA	1-03	板 目	107.5	6.91	2.47	6.40	2.81
		0a-1	柁 目	100.9	3.08	9.36	2.85	7.79
カ ラ ス	ⅦB	1-05	板 目	97.6	6.97	4.05	7.50	3.95
		0a-1	柁 目	93.2	4.27	7.46	4.36	7.98
ケ レ ダ ン	ⅦL	1-03	板 目	118.0	8.05	4.16	7.36	4.09
		0a-1	柁 目	116.0	6.00	8.76	4.67	7.69
チ ャ ン パ カ	ⅦD	2-03-1	板 目	147.3	6.06	4.43	5.71	3.81
		0a-1	柁 目	150.3	3.47	8.08	3.78	6.47
		(0a-2)	柁 目	155.0	3.47	7.11	3.61	6.42
ライト レッド メランチ	ⅦG	1-03-1	板 目	60.1	10.84	3.40	6.58	2.53
		0a-1	柁 目	65.0	2.94	11.89	3.61	6.82
		(0a-2)	柁 目	65.4	3.39	10.48	3.43	6.89
テ ラ リ ン	ⅦC	1-03-1	板 目	64.4	8.64	6.09	8.04	5.24
		(1-03-2)	板 目	65.8	8.78	5.46	8.03	5.22
		0a-1	柁 目	61.6	4.72	10.42	5.49	8.30
		(0a-2)	柁 目	62.5	4.61	9.84	5.01	8.57
レ サ ク	ⅦF	1-03-1	板 目	95.8	14.00	6.03	11.11	3.66
		0a-1	柁 目	85.4	5.00	19.10	5.42	11.70
ボルネオオーク	ⅦK	1-04	板 目	50.6	11.66	7.26	9.95	5.47
		0b-1	柁 目	51.0	8.36	13.91	7.76	10.32
ケ ラ ッ ト	ⅦM	1-04-1	板 目	91.1	11.34	9.43	9.69	5.68
		0a-1	柁 目	94.4	5.97	15.85	5.35	10.34
ギ ア ム	ⅦE	2-04-1	板 目	42.9	13.96	7.32	12.84	6.91
		0a-2	柁 目	50.5	6.28	15.89	7.08	11.48
バ ラ ウ (1)	ⅦH	1-04	板 目	47.1	7.84	3.51	8.28	3.14
		0a-1	柁 目	54.5	2.32	11.30	3.30	8.18
バ ラ ウ (2)	ⅦI	1-03-2	板 目	44.5	9.39	4.37	8.76	3.67
		0a-1	板 目	42.8	4.03	12.45	4.20	9.65
バ ラ ウ (3)	ⅦJ	1-03-2	板 目	36.4	10.66	5.90	9.81	5.58
		(1-04-1)	板 目	33.7	9.44	4.95	10.30	5.06
		0a-1	柁 目	34.1	4.50	12.71	5.60	11.13

注: () は中間蒸煮した試験材である。

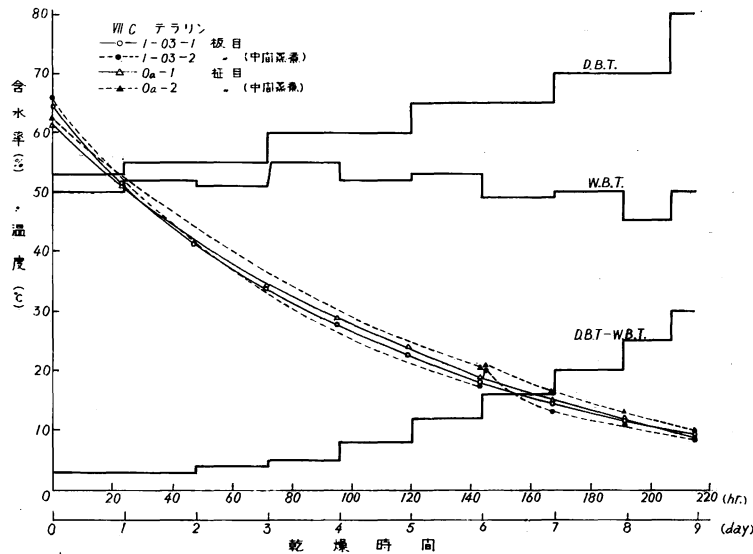


Fig. 6 テラリン材 (VII C) の乾燥経過
Drying process of Teraling (VII C).

びやすい傾向にあるが、ケレダンほどではない。

2) 乾燥中庸な樹種

これに属する材は、Fig. 6 に示すテラリンである。

乾燥日数は板目、柾目材とも、無処理材で生から含水率 10% まで 8.5 日を要し、木取りによる乾燥時間の差異は認められず、乾燥速度減少係数の測定における板目、柾目の比が少なくてよく一致している。また含水率 20% ところに中間蒸煮 (100°C 1 時間) した板目、柾目材ともその後の経過が速くなっていないので、この樹種は蒸煮により乾燥時間を短縮することは期待できない。

乾燥初期の割れは、板目、柾目材とも生じていないが、温湿度条件を変化した含水率 34% 時に、無処理柾目材の樹心側面に長さ 5 cm の割れが 2 本新たに生じた。また中間蒸煮した板目材の木口面に、処理後 7 本新たに生じた。

乾燥終了時の各試験材の状態は、板目材に 1.5~3.0 mm の cup と、1~7 mm のネジレがあり、中間蒸煮した板の方が大きな値を示している。

これは中間蒸煮した板の等級が悪かったためとも考えられるが、この樹種が蒸煮により狂いが大きくなる性質を有しているとも考えられる。落込みは無処理、蒸煮材とも柾目材の樹心側に生じていた。

次に収縮率については、板目、柾目材とも蒸煮による収縮率の増加は認められないが、柾目材の接線方向 (厚さ) の収縮率が無処理、蒸煮材とも板目材の接線方向の値よりも大きく、また天然乾燥を経て全乾とした材の収縮率と比較しても柾目材の厚さ方向の収縮率の増加割合が大きくなっている。このように収縮率が増加した原因は、主として柾目材の樹心側に生じた落込みが厚さ方向の収縮率の平均値に大きく影響したためであり、健全材部のみを比較すれば、これほどの差は生じないものとみられる。

以上のことから、テラリンの乾燥条件は初期および中間蒸煮を行わず、乾燥初期の温湿度は Fig. 6 の条件とし、なかごろの温度の急上昇と、湿度の急速な低下をせぬことがポイントである。

チャンパカと同様に家具、合板に適した材であらう。

3) 乾燥困難な樹種

このグループに属する材は、Fig. 7~11 に示すギアム、レサク、バラウ (1)、バラウ (2)、バラウ (3)、ボルネオ オーク、ケラットの 7 樹種である。

生から含水率 10% まで乾燥する時間は非常に長く、第 1 回試験において柁目材で 21~30 日を要し、一部の材についての第 2 回試験では 33~40 日を要している。特に乾燥期間の長い樹種はバラウ (2)、ケラットである。ただし初期含水率を考慮すると、レサクがいちばん水のぬけやすい材といえる。この関係は Table 1 の乾燥速度減少係数の柁目材の順位 $VII F > VII E > VII H = VII K > VII J > VII M > VII I$ とほぼ一致している。各樹種とも柁目材の乾燥がおそく、板目材の乾燥時間よりも 1.1~1.4 倍ほど延長している。

この関係を樹種別にみると、大略 $VII H > VII F > VII M > VII I > VII K > VII J > VII E$ の順となっている。Table 1 の乾燥速度減少係数での板目、柁目の比の大きなものについての順位は、 $VII I > VII M > VII J \geq VII K \geq VII H > VII F > VII E$ となっており、この結果のちがいは、先のカラスにおける場合と同じように、高含水率域での乾燥速度に影響されたためと思われる。

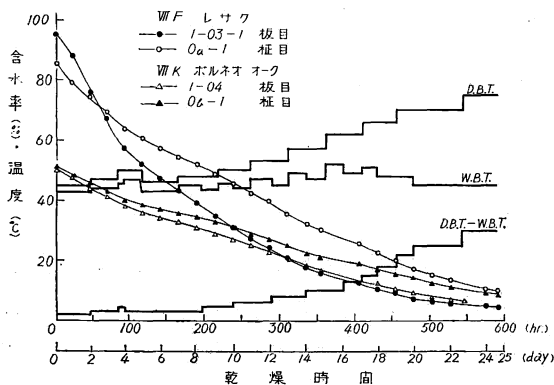


Fig. 7 レサク (VII F)、ボルネオ オーク (VII K) 材の乾燥経過
Drying process of Resak (VII F) and Borneo oak (VII K).

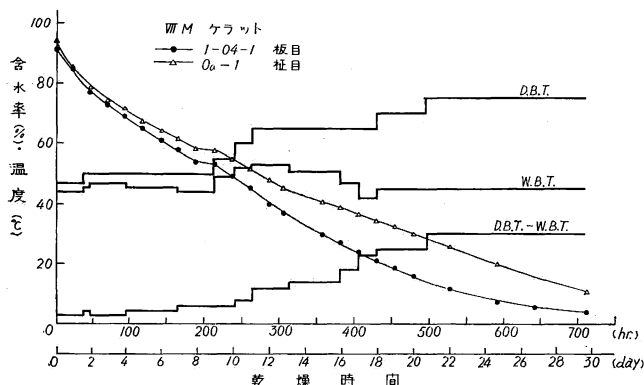


Fig. 8 ケラット (VII M) 材の乾燥経過
Drying process of Kelat (VII M).

割れについては樹種により発生状態が異なるけれども、各樹種とも乾燥初期から中期にかけて割れが生じやすい。第 1 回試験で観察した結果によれば、ギアムの板目材に、カンボジア産コキークサイ材に類似した割れが、乾燥直後に発生し、レサク、ボルネオ オーク、ケラットも乾燥初期に板目材に相当量の面割れが生じ、特にレサク、ケラットは長さ 20 cm ほどの割れが発生した。

また、ボルネオ オークの板目材は放射組織の線上に 1 cm ほどの割れが乾燥初期から全面にはなはだしく発生した。

バラウ (2)、バラウ (3) の両板目材は含水率 29% ごろに材面に長さ 2~4 cm 程度の割れが連鎖状に生じ、バラウ (1) の板目材には含水率 16% 時に 1 cm の割れが数本発生した。

なお、中間蒸煮したバラウ (3) の板目材は、処理後激しく割れを生じた。

なお、レサクとボルネオ オークの柁目材にも乾燥初期に板の側面に生じた。

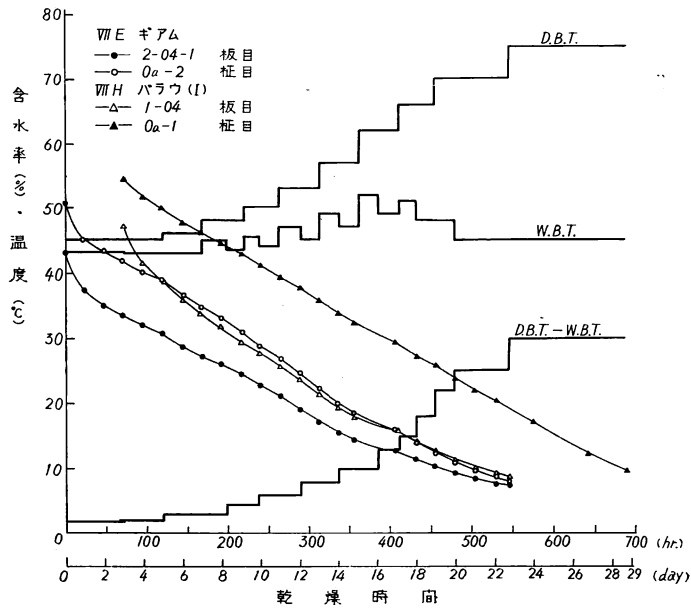


Fig. 9 ギアム (VII E), バラウ (1) (VII H) 材の乾燥経過
Drying process of Giam (VII E) and Balau (1) (VII H).

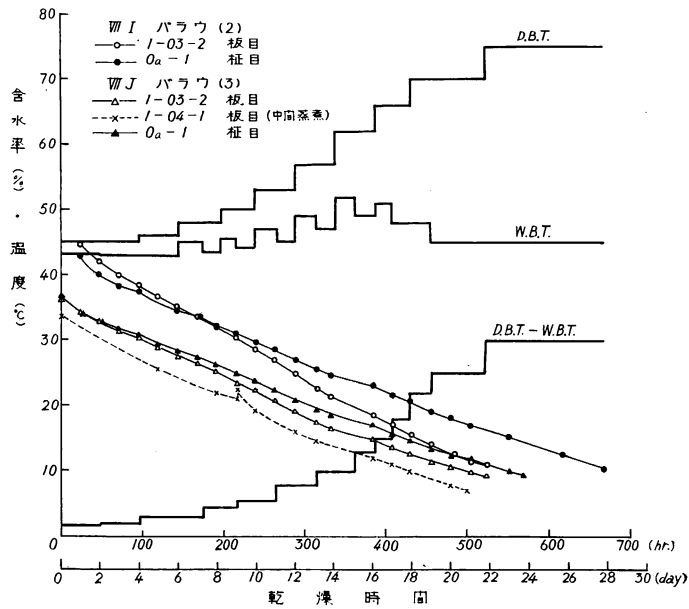


Fig. 10 バラウ (2) (VII I), バラウ (3) (VII J) 材の乾燥経過
Drying process of Balau (2) (VII I) and Balau (3) (VII J).

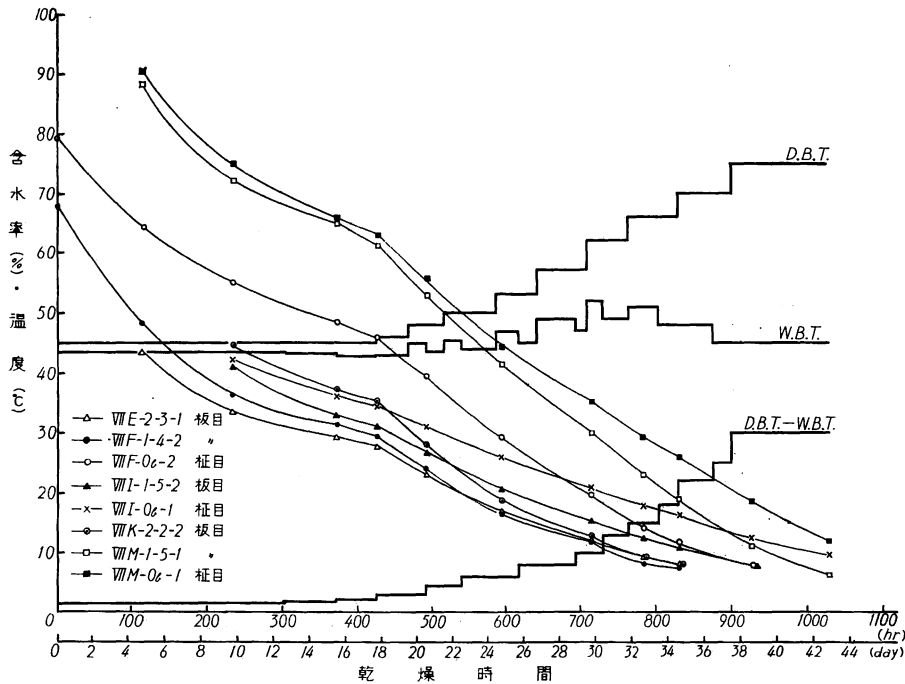


Fig. 11 ギアム (VII E), レサク (VII F), バラウ (2) (VII I), ボルネオ オーク (VII K), ケラット (VIIM) 材の乾燥経過 (第 2 回試験)
Drying process of Giam (VII E), Resak (VII F), Balau (2) (VII I), Borneo oak (VII K) and Kelat (VIIM) (2nd test).

以上の第 1 回試験の割れについての結果を要約すると, Fig. 6~9 に示した条件では, ギアム, レサク, ボルネオ オーク, ケラットには乾燥初期, 板目材に表面割れが生ずるため, さらに乾燥初期の乾湿球温度差が, 温度をゆるくし, 乾燥途中で割れの発生したバラウ類に対しては, 乾燥なかごろの条件変化をゆるやかにすることが必要となろう。

Fig. 11 に示した第 2 回試験では, 乾燥初期の乾湿球温度差を 1.5°C としたが, レサクの板目材には長さ 6 cm ほどの木口割れを含水率 48% のところに数多く生じ, 柾目材には 64% のとき樹心側の側面に 4 cm ほどの割れが生じた。

またケラットの板目材には含水率 72% のときに, ギアムの板目材には乾燥初期の含水率 43% のときに, それぞれ 1 本ずつの木口のさげが生じた。

これらの割れはすべて乾湿球温度差を変化させない 1.5°C の条件のときに発生している。

バラウ (2), ボルネオ オークの板目材は, それぞれ含水率 20%, 28% のときに, 前者は長さ 25~30 cm の表面割れが 3 本, 後者は放射組織のところに 2 cm ほどの割れが, 全面にわたり 40~50 本ほど発生した。

乾燥終了時の各試験材の状態は, 第 1 回試験ではすべての板目材に 2~5 mm の cup があり, バラウ (1) がいちばん少なく, ギアム, レサクが大きな価となっている。

板のネジレはケラットが最も大きく 23 mm, ついでボルネオ オークの 8.5 mm となり, 他の樹種は 1~4 mm 程度である。

柁目材の落込みは比較的少なく、ケラットの柁目材の樹心側、ギアムは柁目材の全面にわたり部分的にやや認められたが、他の樹種には生じていない。

第2回試験についての乾燥後のねじれは、第1回試験と同様板目材に多く発生し、ケラットが7.5 mm、レサクが5 mm、バラウ(2)、ボルネオ オークがそれぞれ1.5 mmと1.0 mm 生じたが、柁目材には認められなかった。

また、板目材の cup はギアムが8 mm、レサクが3 mm、バラウ(2)が2 mm、ボルネオ オークが0.5 mm、ケラットが1 mm ずつ生じたが、第1回試験の結果より、狂い、cup とともに少ないように観察された。

柁目材の狂いは、ギアム、ボルネオ オークの供試材がなかったので、不明であるが、レサク、バラウ(2)、ケラットには認められなかった。

また、柁目材の落込みは供試材の範囲には認められなかった。

Table 7, 8 に示す天然乾燥をしてから、全乾とした小試片の収縮率を樹種別にみると、第1回試験の結果 (Table 7) ではギアムの接線方向は11.48~12.84%、レサクが11.11~11.70%を示し、他の樹種よりも大きな値となっている。

また、天然乾燥材と人工乾燥材との収縮率を全乾時について比較すると、各樹種、各試験とも後者の方の収縮率が増加している。

しかし、その増加割合は柁目材の接線方向(厚さ)が各樹種とも大きく、樹種別にはレサクが1.63倍、ついでケラットが1.53倍、最も少ない樹種はバラウ(3)の1.14倍で、他の樹種は1.29~1.38倍の範囲を示している。

第2回試験では、人工乾燥による収縮率増加割合は第1回試験と同じくレサクがいちばん大きく1.64

Table 8. 各試験材の初期含水率と人工乾燥材と天然乾燥を経過した全乾収縮率 (第2回試験)
Initial moisture content of each tested board and shrinkage from green
to oven dry of kiln dried and air seasoned boards (2nd test)

樹種	原木および試験材 番 号		木取り	初 期 含水率 (%)	全 乾 収 縮 率 (%)			
	原木	試 験 材			人 工 乾 燥 材		天 然 乾 燥 材	
					幅	厚 さ	幅	厚 さ
ギ ア ム	VII E	2-03-1	板 目	43.7	14.92	6.91	11.58	6.61
レ サ ク	VII F	1-04-2	板 目	68.0	15.66	5.33	9.01	3.59
		0b-2	柁 目	79.5	4.88	18.74	4.57	11.39
バ ラ ウ (2)	VII I	1-05-2	板 目	40.5	9.41	4.38	9.02	3.85
		0b-1	柁 目	40.9	4.08	11.32	4.00	9.68
ボ ル ネ オ オ ー ク	VII K	2-02-2	板 目	44.6	11.72	5.82	10.85	6.19
ケ ラ ッ ト	VII M	1-05-1	板 目	88.3	10.05	7.88	8.98	5.39
		0b-1	柁 目	90.4	5.80	14.21	5.44	10.11

倍で、前回とほとんど同一な値となり、ケラットが1.40倍でわずかに少なく、バラウ(2)が1.17倍くらいで、前回試験の1.18倍と類似している。

以上の2回の試験結果からみて、乾燥困難な樹種に属す7樹種のうち、ギアム、レサク、ケラットは乾燥初期から板目材に表面割れが生じやすく、乾湿球温度差1.5°Cの条件でも割れが生じ、乾燥時間も27～40日程度要するため、実際の人工乾燥の操作技術や経済性からみて、これらは人工乾燥には不適当な材といえる。

しかし、初期割れが乾燥後にとじ、しかも狂いの少ないギアム、レサクのような樹種は、わずかな初期割れが、使用上の障害にならない用途にかぎり、かなり乾燥時間を短縮することができよう。

バラウ類は先に試験したバンキライに近い樹種であり¹⁾²⁾、初期割れはかなり生じやすいが、乾燥初期の乾湿球温度差を1.8°C以内におけば板目材の高含水率域での表面割れは発生しない。

しかし、第1回試験においてバラウ(2)、バラウ(3)の平均含水率が29%の乾湿球温度差がそれぞれ5.5、4.5°Cのときに、バラウ(1)は含水率16%の乾湿球温度差13°Cの時に、第2回試験ではバラウ(2)が含水率20%の乾湿球温度差6°Cの時に板目材にそれぞれ割れが生じている。

このような結果からしてバラウ類を含め、レサク、ギアム等の乾燥のきわめて困難な樹種に対しては、乾燥なかごろの乾湿球温度差の開きかたを、第2回試験よりもさらにゆるやかにする必要が認められる。

また、今回供試したバラウ類は先のバンキライより乾燥日数も長く、操作の困難な樹種である。

以上の7樹種は人工乾燥中に、板目材に表面割れが生じやすいことはすでに述べたとおりであるが、天然乾燥に際してもはなはだしい割れが生じやすく、とりあつかいの困難な材である。

しかし、レサクをのぞきギアム、バラウ類は初期含水率が低く、水分の移動が容積重に比較してよいため、天然乾燥の時間は思いのほかに短く、しかも乾燥初期の割れは乾燥後に閉鎖し、狂いも少ないため、乾燥初期の割れを見落とすと、案外乾燥容易な材と誤認されやすい。

4. ま と め

今回供試したカリマンタン産13樹種の人工乾燥スケジュールに関しては、各樹種に対し1～2回の試験しか行なっておらず、満足な結果の得られなかった樹種もあり、さらに入手原木が各樹種1本ずつであったため、この試験から直ちに企業的な乾燥スケジュールを決定することは多少困難である。しかし、すでに行なった近似樹種の経験的な性質や、乾燥特性に関する試験結果を総合し、損傷の発生した条件に対しては乾燥条件に修正を加え、それによる乾燥時間の延長や実際操作における乾燥むらによる追加時間等を加味すると、2.7cm厚材についてFig. 12に示すスケジュールが樹種別に推定できる。

この際コントロールサンプルは乾燥のおそい柱目材とする。なお、Fig. 12に示した乾燥スケジュールは、主として第1回試験の結果を修正して得たもので、乾燥困難な樹種に対しては、板目材の表面割れが多少認められる程度のものである。しかし、工場における時間短縮を目的とし、製材に際して板目木取をさける等の考慮と、乾燥材の使用目的などを選べば一応使用可能なものと思われる。さらに完全な乾燥スケジュールを望めば、Table 9が適当と考えられる。この際コントロールサンプルは板目材とする。

100°Cの急速乾燥による乾燥スケジュールの推定結果は、テラリンが最も正確で、ジェルトン、カラス、チャンパカ、ライトレッド、メランチ、ケレダンもかなり正しかったが、ギアム、レサク、ボルネオオーク、ケラットは特殊に割れやすい材質のため、大幅に推定結果がはずれた。バラウ類は類似材の経験

Table 9. 板目材の表面割れを完全に防止する人工乾燥スケジュール(サンプル ボードは板目材)
Perfect drying schedules for 2.7cm thickness flat sawn grain boards without face checking

Control sample : Flat sawn grain boards

Drying time : Including edge grain boards

Moisture content (%)	Species and drying conditions (Temperature °C)													
	Giam (VII E)		Resak (VII F)		Balau(1) (VII H)		Balau(2) (VII I)		Balau(3) (VII J)		Borneo oak (VII K)		Kelat (VII M)	
	D.B.T.	D.B.T- W.B.T.	D.B.T.	D.B.T- W.B.T.	D.B.T.	D.B.T- W.B.T.	D.B.T.	D.B.T- W.B.T.	D.B.T.	D.B.T- W.B.T.	D.B.T.	D.B.T- W.B.T.	D.B.T.	D.B.T- W.B.T.
90~60													40	1.5
60~45			40	1.5	45	1.5~1.8					45	1.5	45	1.8
45~40	40	1.5	40	1.5	45	1.5~1.8	45	1.5~1.8			45	1.8	45	2.2
40~35	40	1.5	40	1.5	45	1.5~1.8	45	1.5~1.8	45	1.5~1.8	45	2.0	47	3.0
35~30	43	1.5	43	1.8~2.0	45	1.8~2.0	45	1.8~2.0	45	1.8~2.0	45	2.2	50	5.0
30~25	43	1.8	45	2.0~2.5	45	2.5~3.0	45	2.5~3.0	46	2.2~2.5	45	3.0	55	8.0
25~20	45	2.0	46	3.0~4.0	46	4.0	46	4.0	47	3.0~3.5	46	4.0	60	12
20~18	47	3.0~5.0	47	5.0~6.0	47	5.5	47	5.5	47	4.5~5.0	48	5.0	60	20
18~15	50	8~12	50	8.0~12	50	8.0	50	8.0	50	7.0	50	8~12	65	25
15~10	60	20	60	20	60	10~15	60	10~15	60	8.0~13	60	20~25	65	25~30
10~ 7	70	20~30	70	20~30	75	20~25	75	20~25	75	20~25	70	25~30	65	25~30
Drying time to 10% (day)	32~34		35~38		30~32		32~35		28~30		30~32		37~40	

Fig. 12 乾燥スケジュール

もあったため、乾燥時間と乾燥初期の条件の推定結果にはあまりあやまりがなかったが、乾燥スケジュール試験における乾燥途中の乾湿球温度差の開きかたの判断があやまっていた。100℃試験におけるスケジュール推定の誤差のおもなるものは、供試する板目材の乾燥時間が、柾目材と比較して短すぎることと、100℃のような高温で乾燥した場合の時間短縮の割合が通常の乾燥試験よりはなほだしく短くなるためと思われる。

供試した13樹種のうち、乾燥のきわめて容易な樹種はジェルトン、カラス、ケレダンであり、かなり容易な材はチャンパカ、ライト レッド メランチである。乾燥の中庸な樹種はテラリンであり、乾燥の困難な材はバラウ類である。また人工乾燥のきわめて困難な樹種はギアム、レサク、ボルネオ オーク、ケラットである。

このうちボルネオ オークは4樹種のうちでは多少容易とみられる。

以上の樹種のうちカラス、ケラットは比較的乾燥による狂いが大きく、テラリン、チャンパカ、ライトレッド、メランチは少ない。

文 献

- 1) インドネシア国 カリマンタン 木材利用調査報告書, 木材資源利用合理化推進本部編, pp. 1~357, (1967)
- 2) カリマンタン産未開発13樹種の性質, 木材部資料, 45-5, (1967)
- 3) 寺沢 真・小玉牧夫・佐藤庄一: 日本産主要樹種の性質, 林試研報, 153, pp. 15~39, (1963)
- 4) 寺沢 真: 木材乾燥スケジュールの簡易決定法, 木材工業, **20**, 5, pp. 2~7, (1965)
- 5) 寺沢 真・佐藤庄一: 南洋材の性質 1, カンボジア産 8 樹種の乾燥スケジュール, 林試研報, 190, pp. 62~85, (1966)
- 6) 寺沢 真・佐藤庄一: 南洋材の性質 2, サラワク産メランチ類木材の乾燥スケジュール, 林試研

- 報, 190, pp. 134~149, (1966)
- 7) 寺沢 真・佐藤庄一: 南洋材の性質 4, 北ボルネオ産カプール材の乾燥スケジュール, 林試研報, 197, pp. 88~100, (1967)
- 8) 寺沢 真・佐藤庄一: 南洋材の性質 7, カリマンタン産クルイン材の乾燥スケジュール, 林試研報, 206, pp. 42~54, (1967)
- 9) 寺沢 真・佐藤庄一: 南洋材のスケジュール, 日本木材加工技術協会南洋材セミナー資料, (1967)

V. Drying Schedules of Thirteen Species of Kalimantan Woods

Shin TERAZAWA and Shôichi SATO

(Résumé)

This test has been carried out to clarify the drying schedules of 2.7 cm-thick board for thirteen species of Kalimantan trees.

From two fundamental tests which comprised drying rate test and high temperature quick drying test, thirteen rough schedules were designed as shown in Table 3 for each species.

Primary drying tests on 2.7 cm-thick boards were carried out according to these schedules.

In these tests, each rough schedule was corrected by occurrence of drying defects, and by the behavior of their drying rate.

By this method, the most suitable schedules of easy drying species of woods (VII A, VII B, VII C, VII D, VII G, VII L) were established as shown in Fig. 12.

But suitable schedules of the other seven slower drying species were remarkably different from the roughly established schedules.

By these results the other schedules for each of the seven species were made up. And using these schedules, the secondary drying schedule tests were carried out and the perfect drying schedules for each of the seven species were obtained (Table 9).

Ⅵ. カリマンタン産 14 樹種の丸ノコによる被削性

(南洋材の丸ノコによる被削性試験 3)

山 口 喜 弥 太⁽¹⁾

1. ま え が き

本試験は、当场木材部において実施されている南洋材の性質に関する試験の一部として計画されたもので、前報³⁾⁴⁾にひきつづきカリマンタン産材14種の丸ノコによる被削性を検討した。今回は材料の関係でパンキライをのぞく各樹種は切削抵抗のみにとどめ、ノコ歯に対する摩耗性は検討することができなかった。

(1) 木材部加工科製材研究室

Table 1. 供試材料の気乾容積重と試験時含水率 (南洋材および国産材)
 Apparent specific gravity and moisture content of test piece (Tropical woods and domestic wood)

現地名 Commercial name	学名 Botanical name	試片番号 Mark of log	切削抵抗試験 Cutting force test		ノコ歯摩耗試験 Saw tooth blunting test	
			気乾容積重 r_a (g/cm ³)	含水率 u (%)	気乾容積重 r_a (g/cm ³)	含水率 u (%)
バンキライ Bangkirai	<i>Shorea laevis</i>	VI A - 2	1.07 (1.04~1.10)	14.7 (14.7~14.8)	0.76 (0.74~0.80)	15.5 (14.2~16.9)
ジェルトン Jelutong	<i>Dyera</i> sp.	VII A	0.55 (0.51~0.61)	12.3 (11.4~12.7)	—	—
カラス Karas	<i>Aquilaria</i> sp.	VII B	0.41 (0.39~0.42)	13.8 (13.0~14.1)	—	—
テラリン Teraling	<i>Tarrietia</i> sp.	VII C	0.72 (0.68~0.76)	11.2 (10.4~14.8)	—	—
チャンパカ Champaka	<i>Michelia</i> sp.	VII D	0.50 (0.49~0.51)	12.7 (12.3~12.8)	—	—
ギアム Giam	<i>Cotylelobium</i> sp.	VII E	0.86 (0.73~1.01)	10.9 (10.7~11.3)	—	—
レサク Resak	<i>Vatica</i> sp.	VII F	0.79 (0.72~0.99)	10.3 (9.6~11.5)	—	—
ライトレッド メランチ Light red meranti	<i>Shorea</i> sp.	VII G	0.49 (0.45~0.54)	12.6 (11.9~13.9)	—	—
バラウ(1) Balau(1)	<i>Shorea</i> sp.	VII H	0.76 (0.71~0.80)	11.6 (11.0~12.1)	—	—
バラウ(2) Balau(2)	<i>Shorea</i> sp.	VII I	1.00 (0.95~1.03)	12.4 (11.7~13.0)	—	—
バラウ(3) Balau(3)	<i>Shorea</i> sp.	VII J	0.96 (0.89~1.02)	10.8 (10.0~11.7)	—	—
ボルネオオーク Borneo oak	<i>Quercus</i> sp.	VII K	0.88 (0.80~0.99)	10.8 (10.3~11.8)	—	—
ケレダン Keledang	<i>Artocarpus</i> sp.	VII L	0.49 (0.41~0.56)	11.9 (10.8~13.0)	—	—
ケラット Kelat	<i>Eugenia</i> sp.	VII M	0.65 (0.56~0.76)	13.0 (11.7~16.4)	—	—
カバ Kaba	<i>Betula Maximowicziana</i> REGEL	—	0.64 (0.62~0.71)	14.5 (13.4~15.3)	—	—

Note r_a : Apparent specific gravity in air dry (g/cm³).

u : Moisture content at test.

2. 供試材料および試験方法

2-1. 供 試 材 料

供試材料はカリマンタン産バンキライを含む 14 個体と比較のための国産材カバ 1 個体について試験した。これら材料の形質については他の報告を参照されたい。試験片は板目木取りで採材寸法ならびに含水率測定等は前報³⁾の要領にしたがったが、バンキライ以外は材料の関係でひき幅は 25 mm とし、ひき板表面と年輪とのなす角度は 28° 以内とした。これらの供試材料の試片番号とその切削時における含水率ならびに気乾容積重は Table 1 である。

2-2. 試 験 方 法

試験方法等は前報³⁾⁴⁾の結果と比較する意味もあって、まったく同一方法によった。すなわち、切削抵抗試験には Table 2 に示すような超硬チップ丸ノコを用い、切削抵抗は丸ノコ軸にトルクメーターを取りつけ、歪計によって測定し、増幅してペン書きオッシログラフによって記録させた。記録したトルク値を丸ノコ半径で除して平均切削抵抗を求めた。また、ノコ速度は 50.4 m/sec で一定とし、材の送り速度を 5 段階に変えて切込み深さを変化させた。この切込み深さ t mm は次式により求めた。

$$t = \frac{f}{n \cdot z} \cdot \frac{\sqrt{r^2 - h^2}}{r} \quad \text{ここで, } f: \text{送り速度 (m/mim), } n: \text{ノコ回転数 (r.p.m.),}$$

z : 歯数, r : 丸ノコ半径 (mm), h : ノコ中心よりひき幅中心までの距離 (mm)

計算によって得た切込み深さの段階は 0.10, 0.21, 0.28, 0.35, 0.43 mm であった。また、ノコ速度別の平均切込み深さと平均切削抵抗値の関係から、最小自乗法により次の実験式を求め、さらにその式から歯喉角 25°, 切込み深さ 0.21 mm における平均切削抵抗を算出し、材料間の比較値とした。

$$P = a + bt \quad P: \text{切削抵抗 (kg), } t: \text{切込み深さ (mm), } a \text{ および } b: \text{定数}$$

Table 2. 供 試 ノ コ 歯 型
Saw tooth

丸 ノ コ Saw	歯喉角 Hook angle	歯端角 Sharp- ness angle	歯背角 Clear- ance angle	歯 高 Depth of gullet	アサリ幅 Width of kerf	アサリの 逃げ角 (歯喉面) Side cle- arence angle on face	アサリの 逃げ角 (歯背面) Side cle- arence angle on back	研ぎ角 Bevel angle
切 削 抵 抗 試 験 用 Cutting force test 1	degree 20	degree 55	degree 15	mm 12	mm 3	degree 3	degree 3	degree 0
〃 2	25	50	15	12	3	3	3	0
〃 3	35	45	15	12	3	3	3	0

3. 試 験 結 果

3.1. 切削抵抗試験

各樹種の切削抵抗試験の結果は Fig. 1~15 に示すようである。各樹種ともに本試験の範囲内では、切

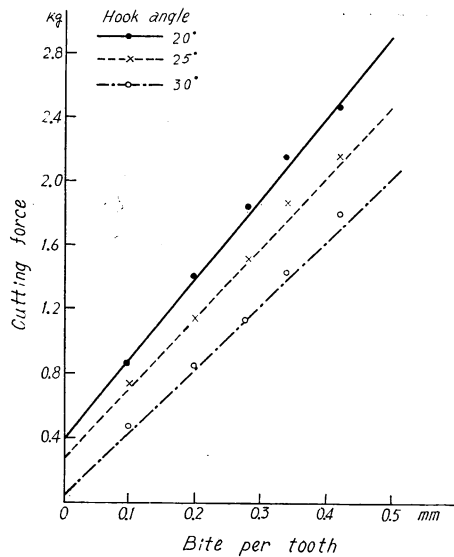


Fig. 1 切削抵抗と切込み深さとの関係
(バンキライ VI A-2)
Relation between cutting force and bite per
tooth (Bangkirai, VI A-2).

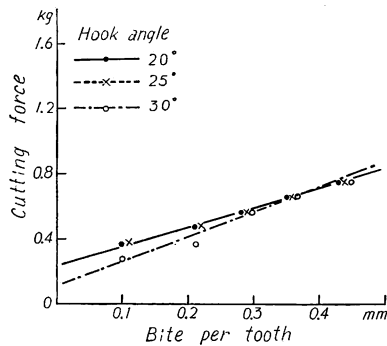


Fig. 3 切削抵抗と切込み深さとの関係
(カラス VII B)
Relation between cutting force and bite per
tooth (Karas, VII B).

Fig. 5 切削抵抗と切込み深さとの関係
(チャンパカ VII D)
Relation between cutting force and bite
per tooth (Champaka, VII D).

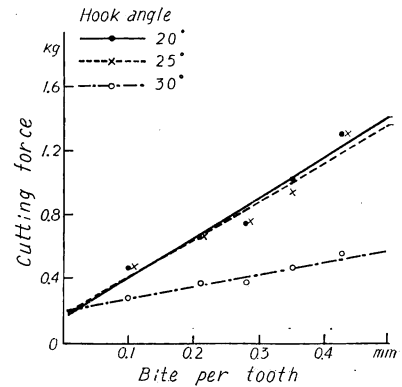


Fig. 2 切削抵抗と切込み深さとの関係
(ジェルトン VII A)
Relation between cutting force and bite
per tooth (Jelutong, VII A).

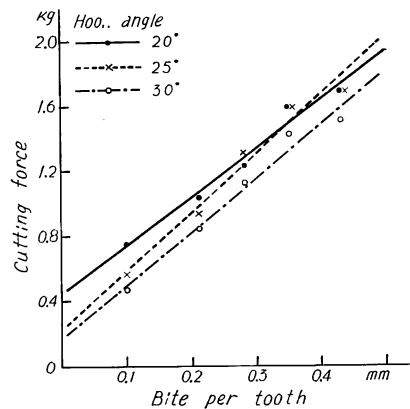
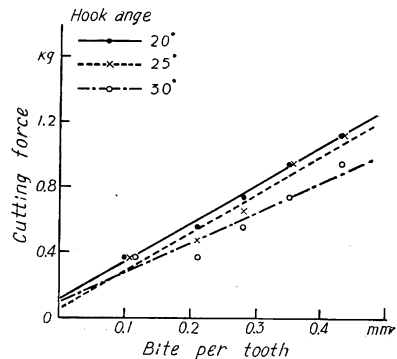


Fig. 4 切削抵抗と切込み深さとの関係
(テラリン VII C)
Relation between cutting force and bite
per tooth (Teraling, VII C).



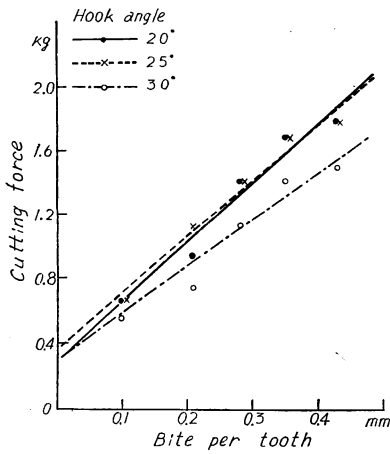


Fig. 6 切削抵抗と切込み深さとの関係
(ギアム VII E)

Relation between cutting force and bite per tooth (Giam, VII E).

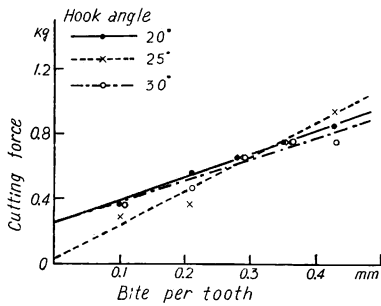


Fig. 8 切削抵抗と切込み深さとの関係
(ライト レッド メランチ VII G)

Relation between cutting force and bite per tooth (Light red melanti, VII G).

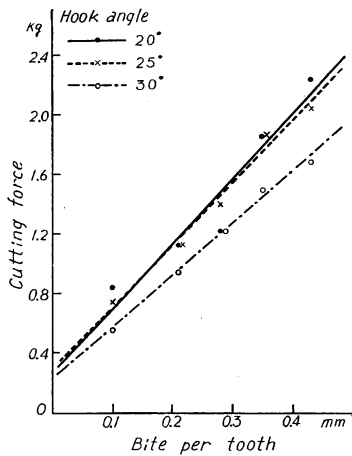


Fig. 10 切削抵抗と切込み深さとの関係
(バラウ(2) VII I)

Relation between cutting force and bite per tooth (Balau (2), VII I).

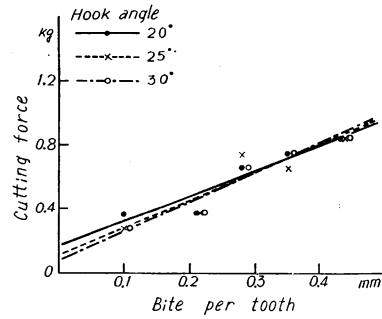


Fig. 7 切削抵抗と切込み深さとの関係
(レサク VII F)

Relation between cutting force and bite per tooth (Resak, VII F).

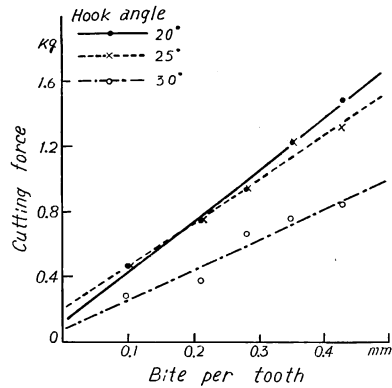


Fig. 9 切削抵抗と切込み深さとの関係
(バラウ(1) VII H)

Relation between cutting force and bite per tooth (Balau (1), VII H).

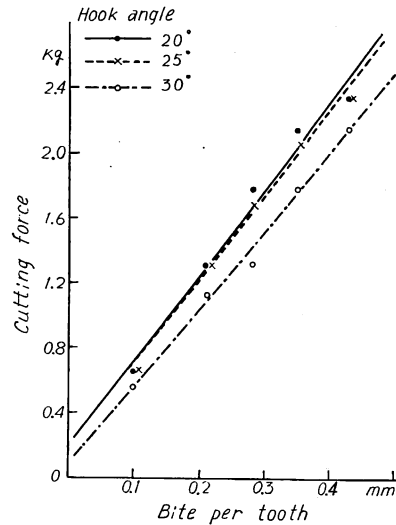


Fig. 11 切削抵抗と切込み深さとの関係
(バラウ(3) VII J)

Relation between cutting force and bite per tooth (Balau (3), VII J).

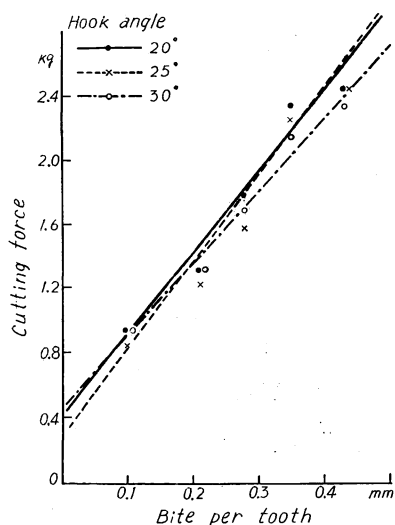


Fig. 12 切削抵抗と切込み深さとの関係
(ボルネオ オーク VII K).
Relation between cutting force and bite per
tooth (Borneo oak, VII K).

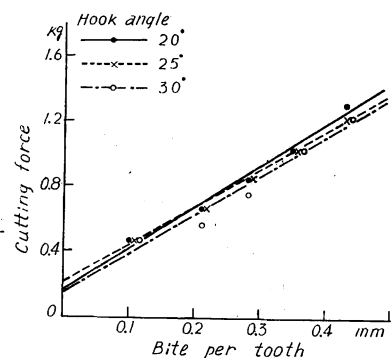


Fig. 14 切削抵抗と切込み深さとの関係
(ケラット VII M).
Relation between cutting force and bite per
tooth (Kelat, VII M).

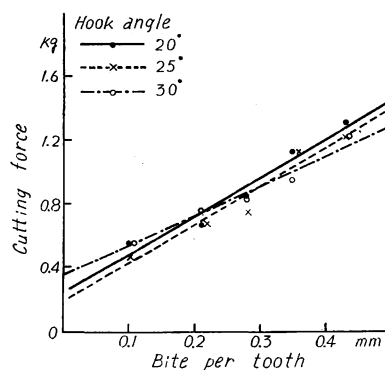


Fig. 13 切削抵抗と切込み深さとの関係
(ケレダン VII L).
Relation between cutting force and bite per
tooth (Keledang, VII L).

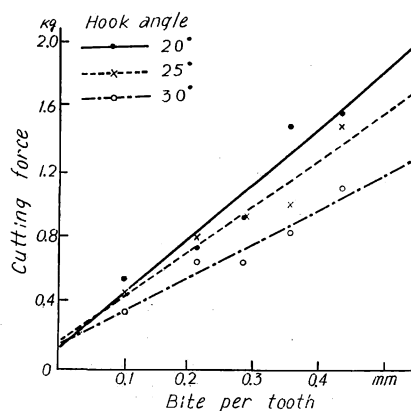


Fig. 15 切削抵抗と切込み深さとの関係
(カバ).
Relation between cutting force and bite per
tooth (Kaba).

削抵抗と切込み深さとの関係がほぼ直線となった。歯喉角と切削抵抗の関係については、樹種によりやや異なる傾向が認められたが、一般的には歯喉角の大きい方が切削抵抗の低くなる傾向を示した。パンキライおよび国産材カバの切削抵抗に対する歯喉角の影響は明りょうであった。

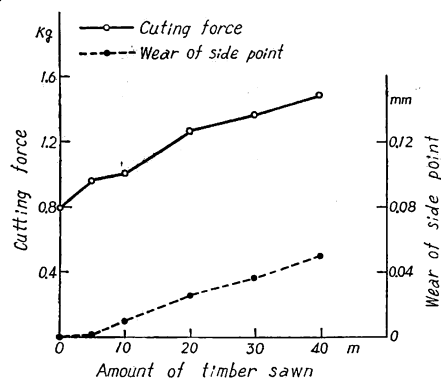
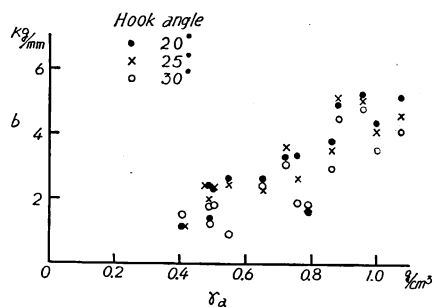
これらの試験から得た実験式 $P=a+bt$ の定数 a, b ならびにこの実験式から求めた切削抵抗比較値を前報³⁾の分類にしたがって、低い、中庸、高いおよび非常に高いの4段階に分類してみた。

以上の結果からみるとカラス、レサクおよびライト レッド メランチは切削抵抗が低く、やわらかい材の部類にはいるようである。

ジェルトン、チャンパカ、バラウ(1)、ケレダンおよびケラットは中庸で前報³⁾のレッド メランチ程度のおもわれた。このグループのなかでチャンパカを除き、他は全部ひき面に毛羽だちを生じた。

Table 3. a と b の 値
Values of a and b

樹 種 Species	Constant 歯喉角 Hook angle	a (kg)			b (kg/mm)			切削抵抗比較値 Cutting force for comparison	切削抵抗の程度 Level of cut- ting force
		20°	25°	30°	20°	25°	30°		
Bangkirai		0.38	0.27	0.03	5.08	4.52	4.07	1.17	非常に高い Very high
Jelutong		0.15	0.16	0.19	2.53	2.42	0.82	0.67	中 庸 Medium
Karas		0.24	0.24	0.11	1.18	1.18	1.52	0.47	低 い Low
Teraling		0.43	0.22	0.17	3.03	3.64	3.29	0.98	高 い High
Champaka		0.11	0.05	0.09	2.33	2.41	1.84	0.56	中 庸 Medium
Giam		0.28	0.36	0.30	3.71	3.53	2.95	1.10	非常に高い Very high
Resak		0.16	0.10	0.07	1.60	1.76	1.85	0.47	低 い Low
Light red meranti		0.25	0.03	0.25	1.42	2.08	1.29	0.47	低 い Low
Balau (1)		0.12	0.20	0.07	3.14	2.68	1.85	0.76	中 庸 Medium
Balau (2)		0.26	0.30	0.22	4.38	4.18	3.52	1.18	非常に高い Very high
Balau (3)		0.20	0.20	0.08	5.28	5.16	4.80	1.28	〃
Borneo oak		0.40	0.27	0.45	4.99	5.24	4.51	1.37	〃
Keledang		0.24	0.18	0.35	2.40	2.42	1.88	0.69	中 庸 Medium
Kelat		0.17	0.21	0.15	2.54	2.32	2.41	0.70	〃
Kaba		0.12	0.17	0.15	3.44	2.86	2.11	0.77	〃

Fig. 16 ひき材量と切削抵抗およびアサリ摩擦量との関係 (バンキライ, VI A-2)
Relation of amount of timber sawn to cutting force and wear of side point (Bangkirai, VI A-2).Fig. 17 b と気乾容積重 r_a との関係
Relation between b and apparent specific gravity in air dry r_a .

テラリンはブジック、イスノキ程度でギアム、パラウ(2)、パラウ(3)、ボルネオ オークおよびパンキライは非常にかたく、コムニヤン程度の材とおもわれた。

ノコ歯の摩耗性については前報³⁾の要領にしたがい、パンキライのみおこなったが、そのひき材量と切削抵抗およびアサリ摩耗量との関係は Fig. 16 に示すようである。このときのひき材長の変化による切削抵抗の増加度を、最初の切削抵抗に対する比で示すと 40 m のひき材で 1.84 であった。また、アサリの摩耗量はこの時点で 0.05 mm の摩耗量を示し、気乾容積重が 1 以上という特異な材質にもかかわらず、摩耗性は中庸のようであった。

定数 b と気乾容積重との関係は Fig. 17 のようで、かなりバラツキがあるが、一般的に各歯喉角とも容積重が増すと b も大になる。また同じ容積重では、歯喉角の大きい方が小さくなる傾向を示しているが、歯喉角 20° と 25° ではその差は明りょうでない。

4. 摘 要

カリマンタン産パンキライを含む 14 樹種と、比較のための国産材 1 樹種について、丸ノコによる被削性試験をおこなった。試験項目としては、パンキライ以外は供試材料の関係で切削抵抗試験のみをとりあげ、またひき幅は 25 mm とし、その他の試験法は前報³⁾の方法を踏襲した。その結果はつぎのようである。

(1) 切削抵抗は各樹種とも切込み深さに対して直線的に増大した。歯喉角の切削抵抗に対する影響は 20° と 25° の間では明りょうでないが、一般的には歯喉角の大きいほど切削抵抗は低いようである。

(2) 切削抵抗は一般に容積重が大になるほど高くなり、パンキライ、ボルネオ オーク、パラウ(3)、パラウ(2)およびギアムは非常に高く、前報コムニヤン程度の部類で、ついでテラリンはイスノキ程度のようである。パラウ(1)、ケラット、ケレダン、ジェルトンおよびチャンパカは中庸で、カラス、ライト レッド メランチおよびレサクはやわらかい材の部類にはいるようである。

文 献

- 1) 木材部：南洋材の性質 2，サラワク産メランチ類木材の性質(1)，林試研報，190，pp. 107～180，(1966)
- 2) 木材部：南洋材の性質 3，カンボジア産材の性質(2)，林試研報，194，pp. 1～105，(1966)
- 3) 青山経雄：南洋材の性質 6，南洋材の丸ノコによる被削性試験(1)，林試研報，200，pp. 195～211，(1967)
- 4) 木材部：南洋材の性質 10，南洋材の丸ノコによる被削性試験(2)，林試研報，208，pp. 149～156，(1968)

VI. Sawing Properties of Fourteen Species of Kalimantan Woods by Circular Saw (Sawing properties of tropical woods by circular saw)

Kiyata YAMAGUCHI

(Résumé)

The author carried out an investigation on the cutting properties by the circular saw for fourteen species from Kalimantan and one Japanese species for comparison.

Only the cutting force tests were performed on account of the shortage of test pieces. Sawing depth was equalized to 25 mm, and the remaining procedures were the same as those described in the last report. The following results have been revealed:

(1) Throughout all the species, the increase of the cutting force is linear to the bite per tooth. As for the influence in response to the hook angle, it seems that the cutting force in general becomes lower when the hook angle becomes greater, although it is not clear between 20 degrees and 25 degrees.

(2) The more the apparent specific gravity becomes, the higher the cutting force becomes generally. Bankirai, Borneo oak, Balau (3), Balau (2) and Giam are classified as "very high", just like Komnhan reported in the last report, followed by Teraling which is found to be equivalent to Isunoki, Balau (1) as well as Kelat, Keledang, Jelutong and Champaka are "medium", Karas, Light red meranti and Resak seem to be soft woods.

VII. カリマンタン産 13 樹種の回転鉋における被削性 (南洋材の回転鉋における被削性 第 7 報)

星 通⁽¹⁾

南洋材の性質に関する研究の一環としてカリマンタン産材 13 樹種について、回転鉋による被削性試験を実施したので報告する。

なお、本試験を実施するにあたり、試料の調整などにご協力いただいた乾燥研究室各位、応用研究室多田芳太郎技官に感謝する。

1. 試 験 方 法

1-1. 供試材および試験材の木取り

この 13 樹種の試験は供試材が少ないため切削抵抗試験のみを実施した。Table 1 に示す VII A ~ VII M までの原木丸太を長さ 500 mm に横切りし、林試研報 190 号および 197 号の試験法¹⁾²⁾に示す木取り法に準じ、厚さ 43 mm の円板 3 枚と厚さ 60 mm の挽板に製材した。これらの挽板は約 1 か月間天然乾燥したのち、最高温度 60°C で人工乾燥し、含水率 10% 前後に仕上げた。供試材はこれらの挽板のなかから、追粧面（切削面と年輪の接触角 $45 \pm 20^\circ$ ）が切削できるような挽板を選び、試験法¹⁾に示す形状および寸

(1) 木材部加工科加工研究室

Table 1. 切削抵抗試験用挽板
Sawn board for test piece of cutting test

樹 種 Species	試験材 No. Test piece No.	挽 板 番 号 Sawn board No.		
		縦 切 削 (L)	横 切 削 (T)	木口切削 (C)
ジ エ ル ト ン (VII A) Jelutong	1	05	03 *	05
	2	06	14	06
	3	11	12	04
カ ラ ス (VII B) Karas	1	02	2—1	12
	2	11	3—1	11
	3	12	3—2	13
テ ラ リ ン (VII C) Teraling	1	02	1—2	01
	2	13	3—1	12
	3	14	3—2	13
チ ャ ン パ カ (VII D) Champaka	1	02	1—2	01
	2	04	3—1	02
	3	11	3—2	12
ギ ア ム (VII E) Giam	1	11	02 *	02
	2	12	11	12
	3	12		12
レ サ ク (VII F) Resak	1	01	03 *	01
	2	02	02	02
	3	02		11
ライト レット メランチ (VII G) Light red meranti	1	02	1—2	13
	3	12	2—1	01
	3	13	3—1	12
バ ラ ウ (1) (VII H) Balau (1)	1	02	03 *	01
	2	12	11	11
	3	13	13	12
バ ラ ウ (2) (VII I) Balau (2)	1	03	03 *	02
	2	12	11	11
	3	12	11	12
バ ラ ウ (3) (VII J) Balau (3)	1	02	03 *	01
	2	12	02	11
	3	—	12	—
ボルネオオーク (VII K) Borneo oak	1	02	01 *	02
	2	13	11	12
	3	14	12	01
ケ レ ダ ン (VII L) Keledang	1	02	1—2	01
	2	03	2—1	01
	3	13	2—2	12
ケ ラ ッ ト (VII M) Kelat	1	01	02 *	01
	2	02	03	01
	3	13	13	12

挽板番号は切削抵抗試験材の木取りによる No.。

* は円板不良のため横接着をした試験材。

Table 2. 縦 切 削 の 試 験 結 果
 The a , α and β of longitudinal cutting

丸太 番号 Log No.	試験材 No. Test piece No.	切削時含水率 (%) Moisture content at cutting			容 積 重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α	β
		切 削 前 Before cutting	切 削 後 After cutting	平 均 Average	調湿容積重 After con- ditioning	全乾容積重 Oven dry			
VII A	1	9.21	9.83	9.52	0.39	0.37	0.45	2.91	
	2	9.34	9.89	9.62	0.39	0.37	0.45	2.91	
	3	9.69	10.40	10.05	0.41	0.40	0.58	2.84	
VII B	1	9.54	10.47	10.00	0.39	0.37	0.55	2.78	
	2	9.79	10.61	10.15	0.43	0.42	0.42	3.08	
	3	9.29	10.22	9.75	0.42	0.40	0.22	3.38	
VII C	1	9.44	9.44	9.44	0.76	0.73	2.22	5.20	2.19
	2	9.73	9.87	9.80	0.75	0.72	2.35	5.78	2.16
	3	8.33	9.59	8.96	0.78	0.75	1.90	4.77	1.36
VII D	1	10.70	13.99	12.35	0.52	0.49	1.00	3.71	
	2	11.45	12.78	12.12	0.54	0.51	0.58	4.10	
	3	12.88	12.19	12.54	0.54	0.52	0.77	4.50	
VII E	1	10.01	9.70	9.86	1.06	1.02	0.77	4.79	
	2	10.30	9.97	10.14	1.01	0.97	1.26	3.46	
	3	9.95	10.84	10.40	0.99	0.95	1.26	3.46	
VII F	1	9.04	8.97	9.01	0.75	0.70	1.80	4.65	2.47
	2	9.30	10.44	9.87	0.72	0.69	1.80	4.65	2.47
	3	9.81	9.71	9.76	0.70	0.68	1.50	3.11	2.60
VII G	1	12.33	12.28	12.31	0.45	0.43	0.35	1.08	
	2	10.57	13.19	11.88	0.51	0.47	1.06	2.68	
	3	12.17	15.03	13.60	0.51	0.48	0.91	1.89	
VII H	1	12.70	13.47	13.09	0.82	0.80	0.76	5.09	
	2	12.48	14.36	13.42	0.83	0.78	0.42	5.54	
	3	12.36	11.67	12.02	0.80	0.77	0.32	5.50	
VII I	1	10.77	12.23	11.50	0.99	0.95	1.07	5.10	
	2	9.87	12.96	11.42	1.05	1.01	0.90	5.50	
	3	9.40	11.04	10.22	0.99	0.96	0.90	6.61	
VII J	1	12.13	12.04	12.09	1.01		1.30	5.39	
	2	10.64	9.94	10.30	0.83		1.35	3.96	
VII K	1	10.59	10.66	10.63	1.07	1.03	2.20	6.61	
	2	9.99	9.82	9.91	1.05	1.02	2.05	5.10	
	3	9.81	9.32	9.57	0.96	0.94	2.20	4.26	
VII L	1	9.79	9.56	9.68	0.55	0.53	1.20	3.93	
	2	9.31	8.93	9.14	0.55	0.53	0.90	4.21	
	3	9.57	9.45	9.51	0.54	0.52	0.90	4.21	
VII M	1	10.72	19.71	15.22	0.69	0.67	0.55	3.54	
	2	10.88	14.67	12.78	0.75	0.73	1.29	4.51	
	3	14.64	18.15	16.40	0.72	0.69	1.25	4.29	

 $a, \alpha, \beta : P = a + \alpha f, P = a + \alpha f^{\beta}$ (実験式)

Table 3. 横切削の試験結果
The a and α of longitudinal cutting

丸太 番号 Log No.	試験材 No. Test piece No.	切削時含水率 (%) Moisture content at cutting			容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α
		切削前 Before cutting	切削後 After cutting	平均 Average	調湿容積重 After conditioning	全乾容積重 Oven dry		
VII A	1	9.67	10.67	10.17	0.41	0.39	0.60	0.80
	2	9.97	10.84	10.41	0.39	0.38	0.60	0.80
	3	10.41	10.78	10.59	0.40	0.38	0.80	0.94
VII B	1	9.80	11.88	10.84	0.40	0.38	1.35	1.13
	2	9.80	12.00	10.90	0.42	0.39	0.90	1.20
	3	9.76	12.50	11.13	0.42	0.40	1.00	1.20
VII C	1	10.58	11.62	11.10	0.76	0.73	0.80	2.20
	2	10.53	11.49	11.01	0.75	0.73	0.80	2.00
	3	10.21	11.49	10.85	0.76	0.73	0.80	2.23
VII D	1	8.89	10.70	9.79	0.53	0.51	1.80	0.68
	2	8.99	10.36	9.68	0.53	0.51	1.00	1.60
	3	8.33	10.48	9.41	0.51	0.49	1.80	0.68
VII E	1	11.00	11.71	11.31	1.01	0.97	1.80	1.97
	2	11.76	11.87	11.82	0.98	0.96	1.80	1.47
	3	—	—	—	—	—	1.80	1.47
VII F	1	—	—	—	0.68	0.60	1.50	4.14
	2	10.02	11.75	10.89	0.68	0.65	1.50	2.00
	3	—	—	—	—	—	—	—
VII G	1	10.47	11.47	10.87	0.52	0.49	0.50	0.80
	2	10.84	11.90	11.32	0.50	0.47	0.50	1.20
	3	9.55	11.35	10.45	0.50	0.48	1.00	0.68
VII H	1	13.02	12.86	12.94	0.84	0.82	1.20	2.53
	2	14.52	14.96	14.74	0.84	0.81	1.20	1.60
	3	13.10	13.51	13.31	0.78	0.75	0.70	2.17
VII I	1	12.93	15.31	14.12	0.98	0.94	1.00	2.53
	2	13.54	14.46	14.00	1.03	0.98	1.00	3.33
	3	13.75	15.85	14.80	0.99	0.96	1.90	1.97
VII J	1	11.82	12.06	11.94	1.06	1.03	1.10	2.40
	2	12.96	14.15	13.56	1.03	1.01	1.70	2.00
	3	12.18	12.04	12.11	1.01	0.99	2.20	1.47
VII K	1	12.04	12.64	12.34	1.04	1.03	2.30	2.40
	2	13.88	14.62	14.25	1.09	1.06	1.20	4.00
	3	11.48	—	—	1.04	1.02	—	—
VII L	1	10.25	11.51	10.88	0.55	0.53	0.80	2.20
	2	9.99	11.53	10.76	0.54	0.52	1.10	2.00
	3	9.96	11.53	10.75	0.55	0.53	0.30	2.53
VII M	1	10.82	15.43	13.13	0.73	0.68	1.60	1.74
	2	15.51	14.03	14.77	0.69	0.66	1.30	2.00
	3	10.53	15.34	12.94	0.67	0.64	1.30	1.60

 $a, \alpha; P=a+\alpha f$ (実験式)

Table 4. 木口切削の試験結果
 The a and α of cross cutting

丸太 番号 Log No.	試験材 No. Test piece No.	切削含水率 (%) Moisture content at cutting			容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α
		切削前 Before cutting	切削後 After cutting	平均 Average	調湿容積重 After con- ditioning	全乾容積重 Oven dry		
VII A	1	—	11.72	—	0.41	0.37	2.40	6.67
	2	—	12.11	—	0.39	0.37	2.20	6.00
	3	—	11.28	—	0.38	0.36	3.00	6.00
VII B	1	—	12.76	—	0.42	0.39	3.10	9.60
	2	—	12.85	—	0.41	0.39	2.70	10.01
	3	—	12.49	—	0.44	0.42	4.20	8.13
VII C	1	—	12.05	—	0.72	0.69	5.70	27.30
	2	—	12.14	—	0.74	0.71	5.20	21.85
	3	—	11.67	—	0.76	0.73	6.40	22.80
VII D	1	—	13.15	—	0.52	0.50	4.40	14.26
	2	—	11.53	—	0.53	0.50	3.40	16.67
	3	—	11.60	—	0.52	0.49	1.40	18.15
VII E	1	—	11.48	—	0.99	0.95	4.10	28.29
	2	—	11.58	—	0.98	0.94	3.30	27.20
	3	—	11.63	—	0.98	0.93	4.30	31.35
VII F	1	11.76	11.64	11.70	0.72	0.74	5.30	17.61
	2	11.89	11.60	11.75	0.75	0.72	4.20	17.61
	3	12.03	11.47	11.75	0.69	0.72	3.30	18.55
VII G	1	11.99	13.35	12.67	0.45	0.42	5.10	10.36
	2	11.78	15.09	13.44	0.45	0.46	5.10	11.61
	3	11.94	14.00	12.97	0.46	0.48	3.80	9.48
VII H	1	13.03	14.35	13.69	0.83	0.78	7.80	16.53
	2	13.33	14.08	13.71	0.85	0.82	4.60	21.20
	3	12.95	16.55	14.75	0.82	0.78	5.40	17.21
VII I	1	13.11	13.28	13.19	0.99	0.95	8.00	33.25
	2	13.72	14.22	13.97	1.05	1.00	5.60	45.87
	3	12.83	12.86	12.85	0.97	0.93	6.40	34.70
VII J	1	12.02	13.20	12.61	1.05	1.02	12.80	29.77
	2	12.35	12.72	12.54	1.08	1.00	12.80	29.77
	3	—	—	—	—	—	12.80	29.77
VII K	1	11.86	11.98	11.92	1.05	1.01	12.80	29.33
	2	11.87	12.17	12.02	1.09	1.03	4.00	40.80
	3	—	—	—	—	—	—	—
VII L	1	—	12.45	—	0.53	0.50	4.40	14.89
	2	—	12.31	—	0.54	0.51	3.50	18.40
	3	—	12.41	—	0.53	0.50	3.80	20.00
VII M	1	13.92	15.02	14.47	0.76	0.73	5.00	20.20
	2	14.74	15.31	15.03	0.71	0.69	3.80	20.27
	3	15.58	16.18	15.88	0.75	0.71	2.30	23.20

 $a, \alpha; P=a+\alpha f$ (実験式)

Table 5. 切 削 抵 抗 試 驗 結 果
The a , α and β of cutting force test

試 驗 材 Test piece		平均調湿容積重(g/cm ³) Apparent specific gravity after conditioning	平均全乾容積重(g/cm ³) Apparent specific gravity oven dry	a	α	β
VII A	縱 (L)	0.38~0.41(0.40)	0.37~0.40(0.39)	0.45	2.91	
	橫 (T)	0.39~0.41(0.40)	0.38~0.39(0.38)	0.60	0.94	
	木口(C)	0.38~0.42(0.39)	0.34~0.39(0.37)	2.56	6.22	
VII B	縱 (L)	0.39~0.43(0.41)	0.37~0.42(0.40)	0.42	3.08	
	橫 (T)	0.40~0.43(0.42)	0.38~0.41(0.40)	1.10	1.20	
	木口(C)	0.39~0.45(0.43)	0.37~0.43(0.41)	3.50	9.07	
VII C	縱 (L)	0.75~0.78(0.76)	0.72~0.75(0.73)	2.36	6.35	2.26
	橫 (T)	0.72~0.76(0.75)	0.70~0.74(0.73)	1.00	1.60	
	木口(C)	0.68~0.76(0.74)	0.66~0.73(0.71)	5.20	24.80	
VII D	縱 (L)	0.52~0.54(0.53)	0.49~0.52(0.51)	0.90	3.93	
	橫 (T)	0.50~0.53(0.52)	0.48~0.51(0.50)	1.00	2.00	
	木口(C)	0.51~0.54(0.52)	0.49~0.51(0.50)	3.60	16.00	
VII E	縱 (L)	0.99~1.06(1.02)	0.95~1.02(0.98)	1.18	3.79	
	橫 (T)	0.98~1.01(0.99)	0.96~0.97(0.97)	1.80	1.60	
	木口(C)	0.95~1.04(0.98)	0.92~0.98(0.95)	4.10	31.35	
VII F	縱 (L)	0.70~0.75(0.72)	0.68~0.70(0.69)	1.62	3.20	2.03
	橫 (T)	0.63~0.68(0.66)	0.60~0.65(0.63)	1.50	3.03	
	木口(C)	0.68~0.83(0.75)	0.65~0.79(0.73)	4.10	18.40	
VII G	縱 (L)	0.45~0.51(0.49)	0.37~0.48(0.42)	0.91	1.89	
	橫 (T)	0.45~0.52(0.49)	0.43~0.49(0.46)	1.20	1.07	
	木口(C)	0.37~0.52(0.45)	0.35~0.51(0.43)	4.50	12.41	
VII H	縱 (L)	0.80~0.83(0.82)	0.77~0.80(0.78)	0.67	5.11	
	橫 (T)	0.78~0.84(0.82)	0.75~0.82(0.79)	1.00	2.67	
	木口(C)	0.79~0.87(0.83)	0.76~0.84(0.80)	5.40	19.35	
VII I	縱 (L)	0.99~1.05(1.01)	0.95~1.01(0.97)	0.90	5.94	
	橫 (T)	0.98~1.03(1.00)	0.94~0.98(0.96)	1.40	2.53	
	木口(C)	0.95~1.06(1.01)	0.92~1.01(0.97)	7.00	38.70	
VII J	縱 (L)	0.83~1.01(0.92)	1.00~1.01(1.00)	1.32	4.69	
	橫 (T)	1.01~1.06(1.03)	0.99~1.03(1.01)	1.60	2.00	
	木口(C)	1.05~1.08(1.07)	1.00~1.02(1.01)	12.60	32.53	
VII K	縱 (L)	0.96~1.07(1.03)	0.94~1.03(1.00)	2.20	5.19	
	橫 (T)	1.04~1.09(1.06)	1.02~1.06(1.04)	1.60	3.87	
	木口(C)	1.05~1.14(1.08)	1.01~1.02(1.01)	8.20	34.93	
VII L	縱 (L)	0.54~0.55(0.55)	0.52~0.53(0.53)	0.82	4.40	
	橫 (T)	0.53~0.55(0.54)	0.51~0.53(0.52)	0.80	2.12	
	木口(C)	0.50~0.55(0.53)	0.47~0.53(0.51)	3.80	18.26	
VII M	縱 (L)	0.69~0.75(0.72)	0.67~0.73(0.70)	1.40	4.21	
	橫 (T)	0.67~0.73(0.70)	0.64~0.68(0.66)	1.40	1.20	
	木口(C)	0.71~0.76(0.74)	0.69~0.73(0.71)	3.60	21.47	

法に木取りし、縦、横、および木口切削試験材をそれぞれ3枚ずつ作った。なお、円板が乾燥中に木口割てれを生じ、横切削試験材ができないものは、厚さ 60 mm の挽板を長さ 40 mm に切り、横方向に接着し試験材を作った。この場合、接着剤は切削部分にはいらないように配慮した。試験材は平衡含水率 12% の恒温恒湿室で 7~15 日間含水率 $12 \pm 2\%$ を目標として調湿した。これらの供試挽板を Table 1 に示す。

1-2. 試験材の材質および含水率

1) 材質は容積重をもって代表させ、試験法¹⁾に示す容積重測定用切片(切削試験に用いる木理と同じ部分)から、20 mm × 50 mm × 20~40 mm の試験片を作り測定した。なお、容積重は調湿容積重と全乾容積重(全乾法 105°C)を測定した。木口および横切削試験材は切削する木理部分が長いので、前記の切片の両端から試験片をとり、その平均値で表示した。

2) 含水率は、切削前と切削後にそれぞれ試験材を 5 mm に切り、全乾法(105°C)により測定した。これらの測定結果をそれぞれ Table 2~4 に示す。

1-3. 試験方法

前記の試験材を切削試験装置¹⁾により送り速度を 3~7 m/min (1 刃あたりの送り量 3.3~7.7 mm) の 5 条件で切削し、ナイフに加わる切削抵抗をトルク値として記録させる。試験は 3 → 7 m/min の 5 切削条件を 3 回繰り返して行ない、1 条件について記録紙から 20 個の平均値をとり、切削抵抗に換算し、1 刃あたりの送り量(f)と単位幅あたりの切削抵抗(P)との関係図を求め、同図から f と P の関係における実験式 $P=a+\alpha f$, または $P=a+\alpha f^\beta$ の定数 a , α および指数 β を求め、切削抵抗試験における指標として表示した。

2. 試験結果および考案

前記の試験法により、縦、横および木口の 3 切削抵抗試験を行ない、1 刃あたりの送り量 f (cm) と単

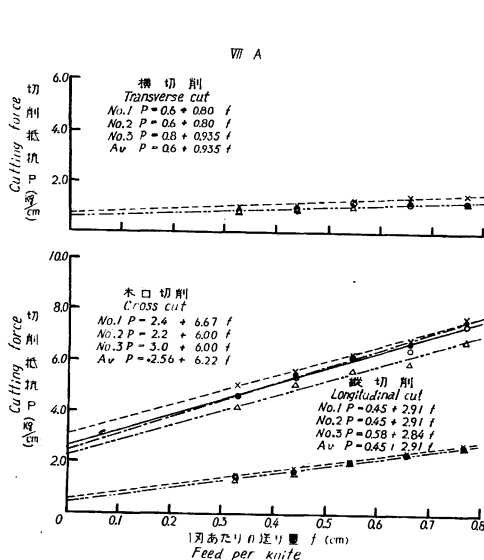


Fig. 1 VII Aにおける1刃あたりの送り量(f)と切削抵抗(P)との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Jelutong, VII A).

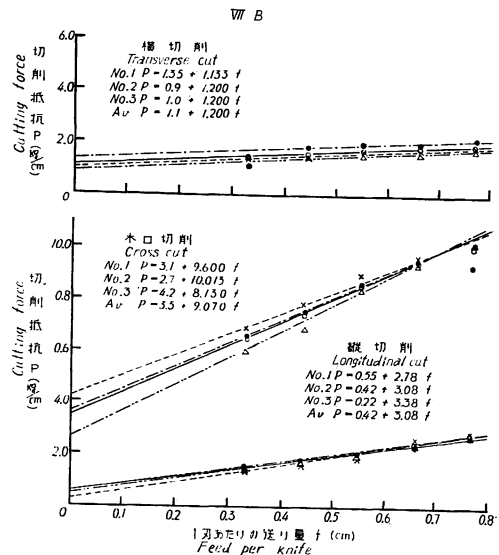


Fig. 2 VII Bにおける1刃あたりの送り量(f)と切削抵抗(P)との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Karas, VII B).

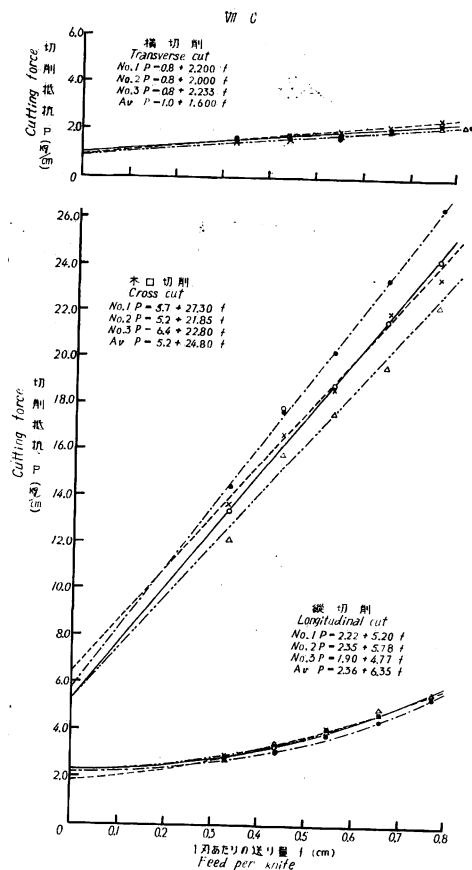


Fig. 3 VII Cにおける1刃あたりの送り量(f)と切削抵抗(P)との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Teraling, VII C).

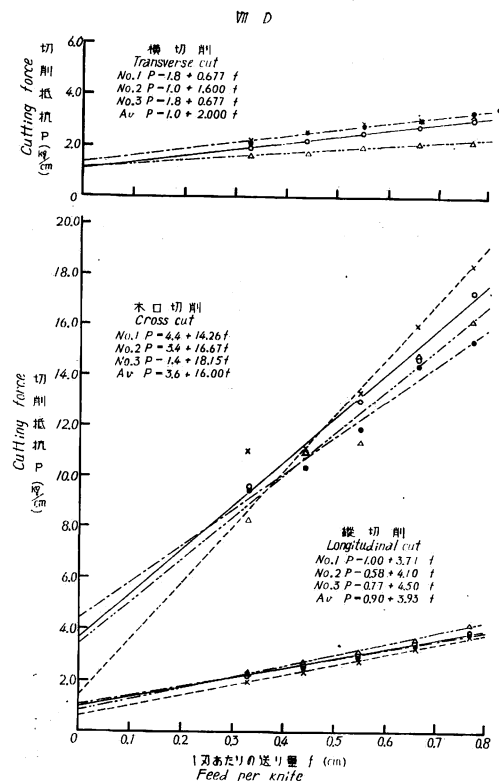


Fig. 4 VII Dにおける1刃あたりの送り量(f)と切削抵抗(P)との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Champaka, VII D).

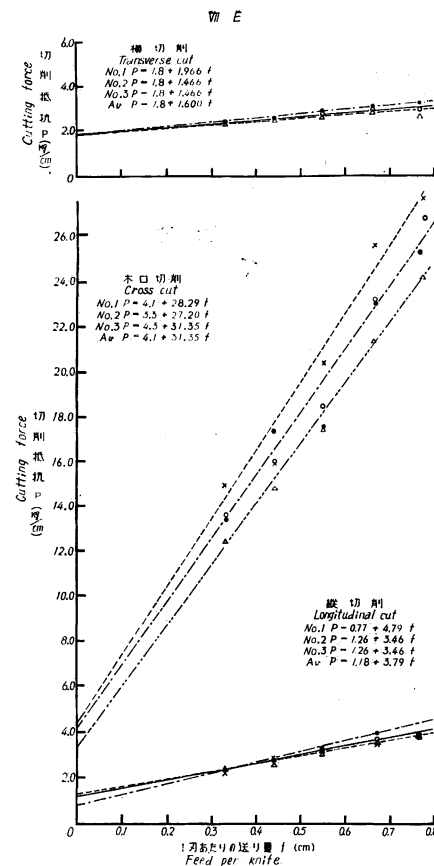


Fig. 5 VII Eにおける1刃あたりの送り量(f)と切削抵抗(P)との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Giam, VII E).

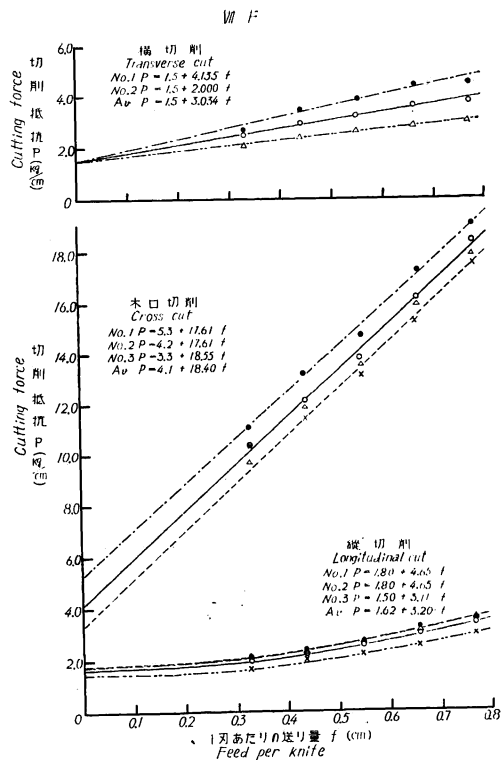


Fig. 6 VII Fにおける1刃あたりの送り量(f)と切削抵抗(P)との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Resak, VII F).

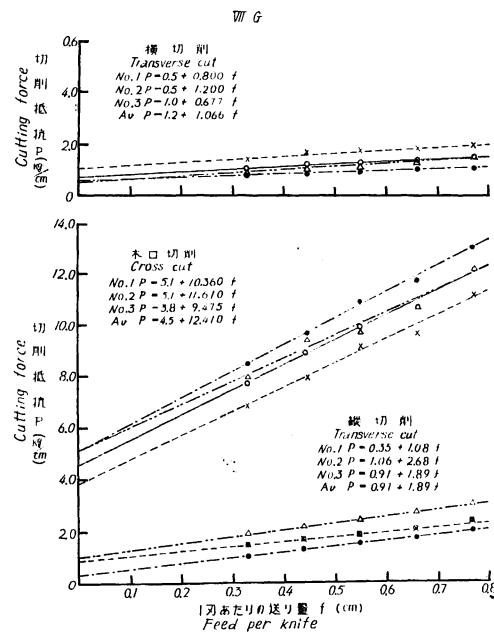


Fig. 7 VII Gにおける1刃あたりの送り量(f)と切削抵抗(P)との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Light red meranti, VII G).

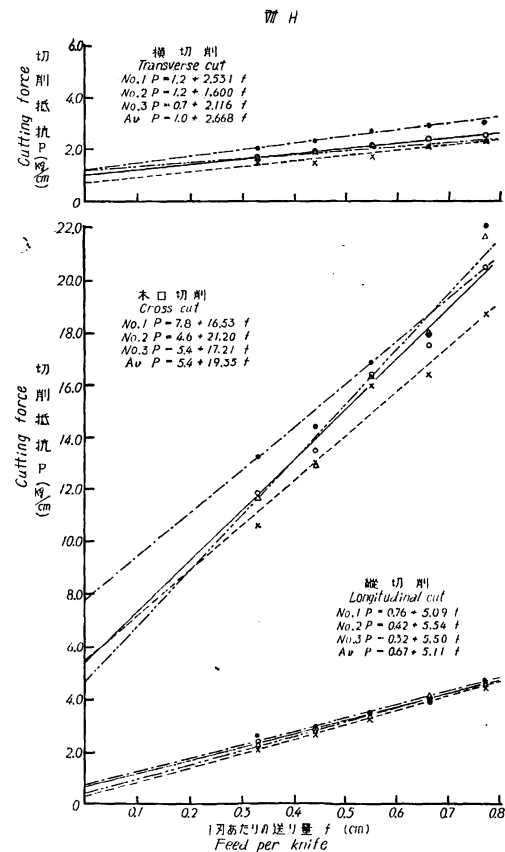


Fig. 8 VII Hにおける1刃あたりの送り量(f)と切削抵抗(P)との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Balau (1), VII H).

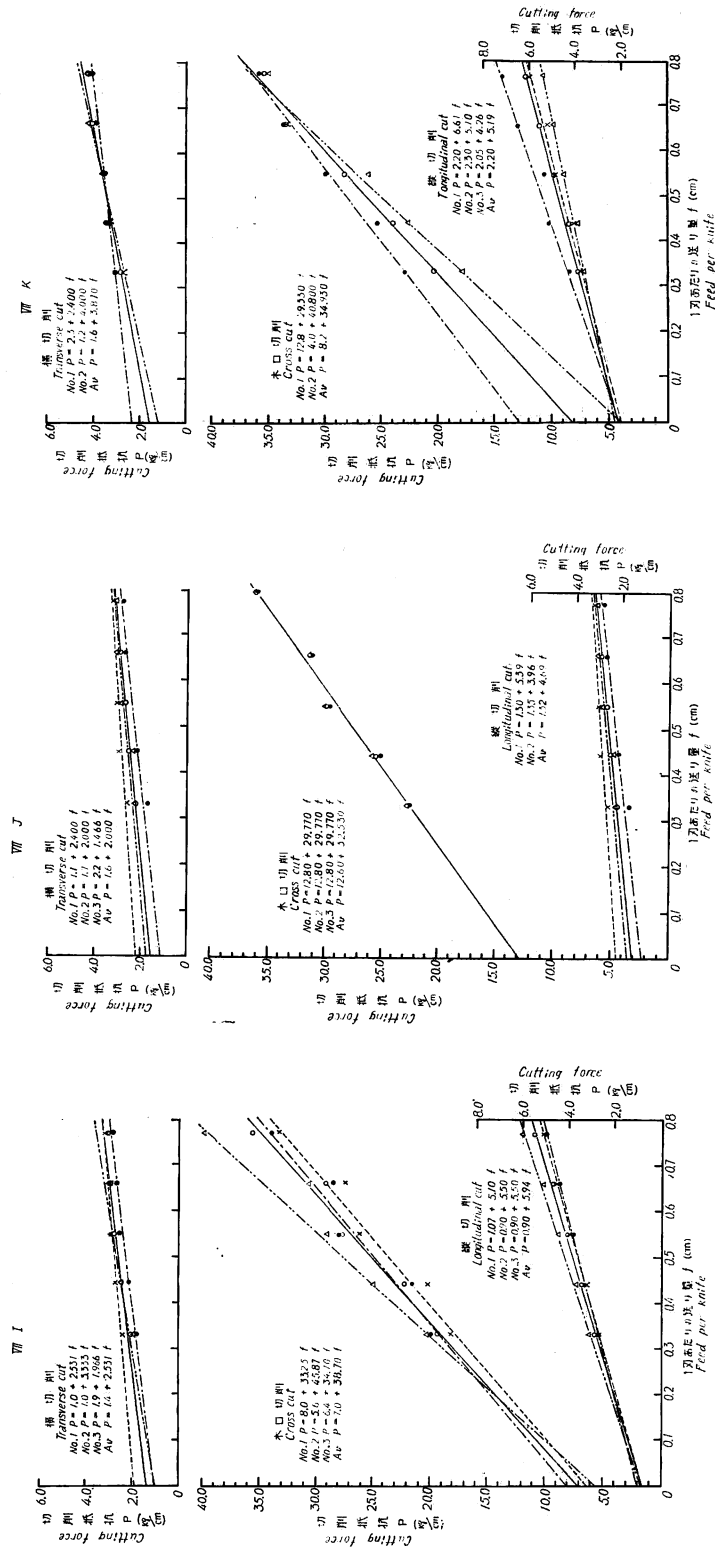


Fig. 9 VII I における 1 刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Balau (2), VII I).

Fig. 10 VII J における 1 刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Balau (3), VII J).

Fig. 11 VII K における 1 刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Borneo oak, VII K).

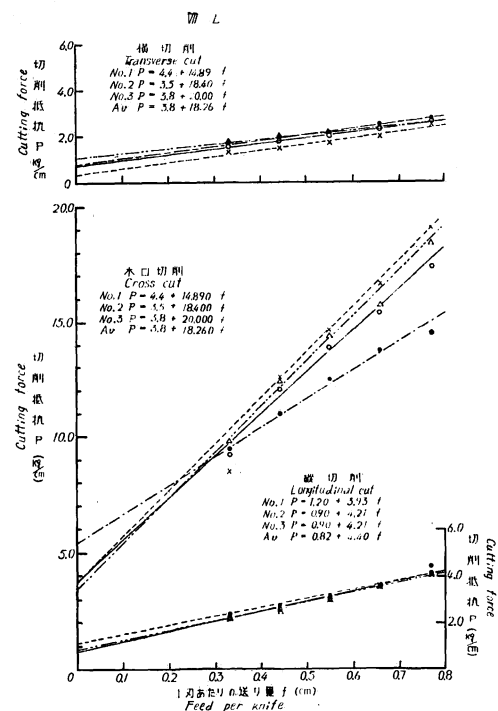


Fig. 12 VII Lにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Keledang, VII L).

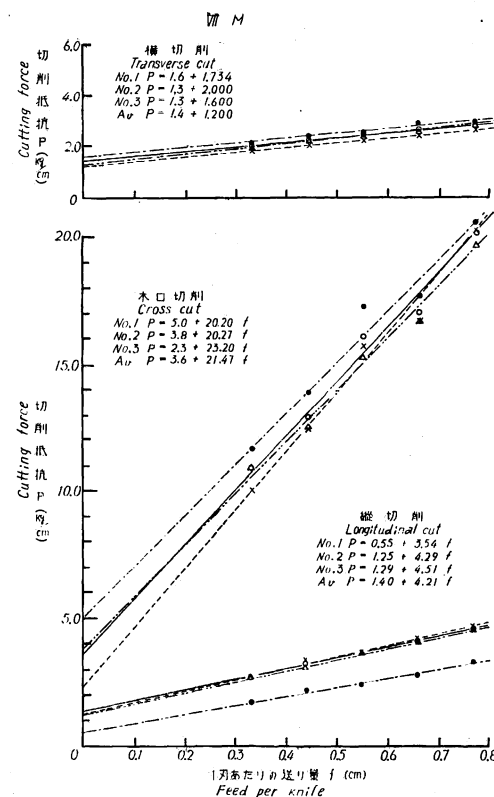


Fig. 13 VII Mにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Kelat, VII M).

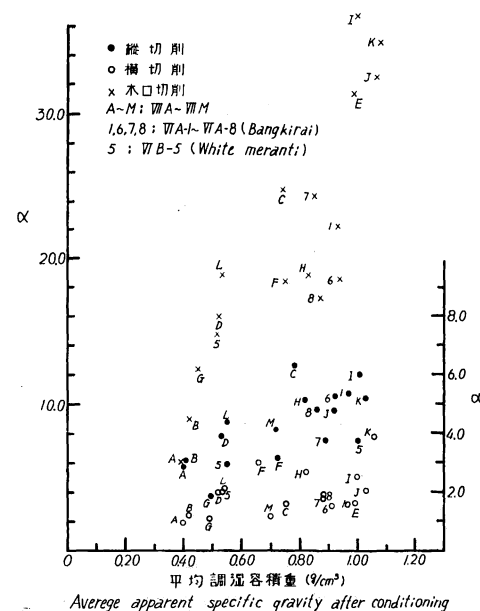


Fig. 14 変化定数 α と平均調湿容積重との関係
Relation between α and average apparent specific gravity after conditioning.

位切削幅あたりの切削抵抗 P (kg/cm) との関係を求め、VII A～VII M についてそれぞれ Fig. 1～13 に示す。同図から求めた実験式 $P=a+\alpha f$ および $P=a+\alpha f^\beta$ における定数 a , α および指数 β についてとりまとめ、縦、横および木口切削をそれぞれ Table 2～4 に示す。また、おのおの 3 枚の試験材の平均測定値から求めた定数および指数を Table 5 に示す。

以上の測定結果について考察すると、次のようになる。

1) テラリン (VII C) およびレサク (VII F) の縦切削における切削抵抗は、 $P=a+\alpha f^\beta$ の指数をもつ実験式として表わされ、他の 11 樹種および前記の 2 樹種における、横および木口切削における切削抵抗は、 $P=a+\alpha f$ の直線式として表わされる。

2) カラス (VII B) およびケレダン (VII L) は、材がやわらかく、逆目ぼれがおきやすかったが、ジェルトン (VII A) およびライト レッド メランチ (VII G) は、材はやわらかいが逆目ぼれはおきにくく、仕上げ面はよいように思われた。また、チャンパカ (VII D) も後者同様であったが、比較的切削抵抗は大きいように思われる。

3) ギアム (VII E), レサク (VII F) は容積重が大きいわりあいには、切削抵抗は小さいようである。

4) ギアム (VII E), パラウ (1) (VII H), パラウ (2) (VII I) およびパラウ (3) (VII J) は、比較的幅の広い交錯木理のために逆目ぼれが発生し、仕上げ面としてはあまりよくないように思われた。また、ケラット (VII M) は幅のせまい逆目ぼれが発生した。

5) テラリン (VII C) は比較的仕上げ面がよかった。

6) ギアム (VII E) およびレサク (VII F) は切り屑が非常に小さくこわれてでた。これは他の材よりもとくに横の強さが弱いためと思われる。

7) 切削抵抗の実験式における変化定数 α と平均容積重との関係 (Table 5) は、Fig. 14 にみられるごとくバラツキはあるが、一定の関係があるように思われる。なお、同図にはカリマンタン産バンキライ (VII A-1, 6, 7, 8) およびホワイト メランチ (VII B-5) を参考のため併記した⁴⁾。

8) 1 刃あたりの送り量 $f=3.25$ mm における切削抵抗を求め、小さいものから順にならべると次のようになる。なお、参考のためにカリマンタン産バンキライ⁴⁾ およびクルイン³⁾ も含めた。

カラス (VII B), ジェルトン (VII A), レサク (VII F), ライト レッド メランチ (VII G), チャンパカ (VII D), パラウ (1) (VII H), ケレダン (VII L), ギアム (VII E), クルイン (VII A-1, 2, 3, 4), ケラット (VII M), パラウ (2) (VII I), バンキライ (VII A-6), テラリン (VII C), パラウ (3) (VII J), バンキライ (VII A-7, 8), ボルネオ オーク (VII K), バンキライ (VII A-1)。

文 献

- 1) 星 通: 南洋材の性質 2 サラワク産レッド メランチ類木材の回転鉋における被削性試験 (南洋材の回転鉋における被削性試験 第 1 報), 林試研報, 190, pp. 155～160, (1966)
- 2) 星 通: 南洋材の性質 4 北ボルネオ産カブール材の回転鉋における被削性試験 (南洋材の回転鉋における被削性試験 第 3 報), 林試研報, 197, pp. 101～110, (1967)
- 3) 星 通: 南洋材の性質 7 カリマンタン産クルイン材の回転鉋における被削性試験 (南洋材の回転鉋における試験 第 4 報), 林試研報, 206, pp. 55～62, (1965)
- 4) 星 通: 南洋材の性質 11 カリマンタン産バンキライ, ホワイト メランチ材の回転鉋における被削性試験 (南洋材の回転鉋における被削性試験 第 6 報), 林試研報, 218, pp. 71～80, (1967)

**VI. Cutting Properties of Thirteen Species of Kalimantan
Woods by Rotating Knife
(Cutting properties of tropical woods by rotating knife 7)**

TOORU HOSHI

(Résumé)

This report was conducted to clarify the cutting properties of thirteen woods from Kalimantan as a part of the studies of properties on tropical woods. The value of cutting force for those species by rotating cutting was obtained and is reported below. Measurement method used in this experiment was the same method that was described in Bull. of Forest Experiment Station No. 190.

The results of cutting force tests were shown in Figs. 1~13 and Table 3, 4 and 5.

As a summary of results, the relation of cutting force (P) to feed per knife (f) could be expressed by the following linear and exponential formula.

$$P = \alpha + af$$

$$P = \alpha + af^{\beta}$$

In the above formula, the value of α for each of the thirteen logs is given in Table. 5.

VIII. カリマンタン産 14 樹種のひき板接着適性

森 屋 和 美⁽¹⁾
西 原 実⁽²⁾
菅 野 蓑 作⁽³⁾

南洋材のひき板接着適性について、今回はカリマンタン産 14 樹種の初期接着性能、耐久接着性能について試験したので、とりまとめ報告する。この試験の実施にあたり、試験片の作製を担当願った強度研究室田中辰五郎技官に謝意を表する。

1. 試 験 方 法

1. 供 試 材 料

(1) ひ き 板

供試ひき板を採取した原木丸太番号およびひき板番号を Table 1 に示す。原木丸太を長さ約 1.7 m に玉切りし、丸太の中心から四半分にして板目木取りにバンドソーを用いて、厚さ 2.5 cm のひき板を採材した。心材ひき板から辺材ひき板へ、ひき板番号を 1 から順に付した（ただし、VI A-6 は丸太の一方方向から順に採材し、ひき板番号をその順に付した）。ひき板は天然乾燥、人工乾燥をおこないプレーナー加工し、厚さ 2.0 cm、幅 11.1 cm、長さ 33.6 cm の供試ひき板を準備した。

(1)(2) 木材部材質改良科集成材研究室 (3) 木材部材質改良科集成材研究室長

Table 1. 供試原木番号とひき板番号
Species and marks of strips used for the test

一般名 Local name	原木丸太番号 Log number	ひき板番号 Strip number
Jelutong	VII A	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Karas	VII B	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Teraling	VII C	2, 3, 4, 5, 6
Champaka	VII D	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Giam	VII E	2, 3, 4, 5, 6, 7
Resak	VII F	1, 2, 3, 4, 5, 6
Light red meranti	VII G	2, 3, 4, 5, 6, 7
Balau (1)	VII H	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Balau (2)	VII I	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Balau (3)	VII J	1, 2, 3, 4, 5
Borneo oak	VII K	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Keledang	VII L	2, 3, 4, 5, 6
Kelat	VII M	1, 2, 3, 4, 5, 6
Bangkirai	VI A—6	2, 4, 6, 8, 12, 14, 18, 20, 22

(2) 接着剤

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の5種類を使用した。これらの銘柄, 諸性質は前報と同様である。

2. 供試集成材の調製

前記供試ひき板を樹種ごとに3枚積層接着し, 各接着剤ごとに2組調製した。ただし, 材料のつごうで Keledang (VII L) は1組, Kelat (VII M) は5枚積層接着1組, Bangkirai (VI A-6) は3枚積層接着3組調製した。

(1) ひき板の組合せ

各ひき板について, 気乾容積重を測定し, これらひき板を各接着剤ごとに気乾容積重が等しくなるように, それぞれ組み合わせた。その結果を各接着剤, 各樹種について Table 2~6 に示す。

(2) 接着時のひき板含水率

ひき板含水率は全乾法および含水率計によって測定計算した。その結果を Table 2~6 に示す。

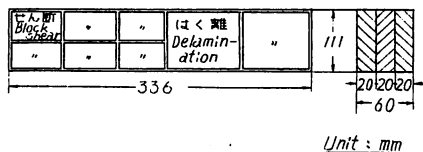


Fig. 1 試験片採取位置

The portions of the specimens cut from each sample.

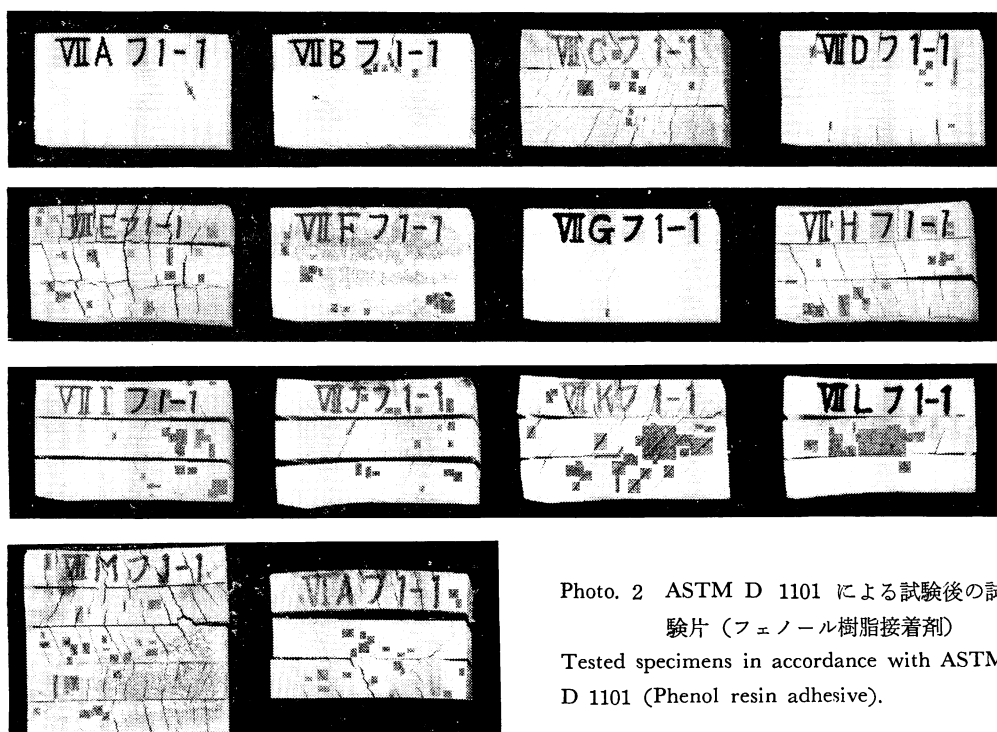
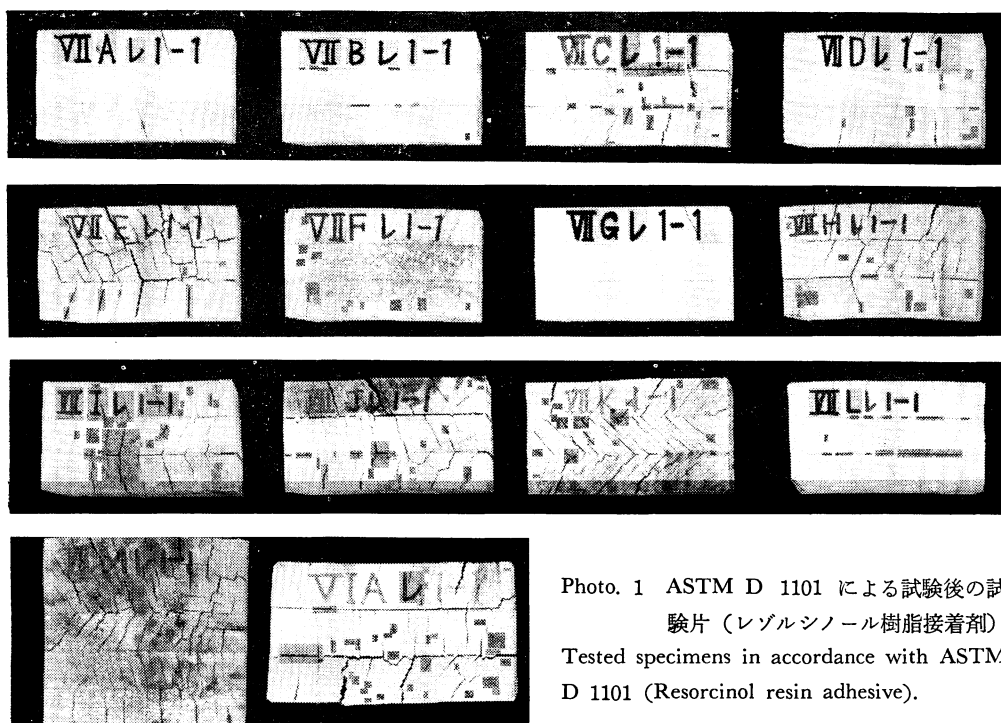


Table 2. レゾルシノール樹脂接着剤の
Gluing conditions and gluing

		樹 種 Wood species		Jelutong
接着条件 Gluing condition	ひき板条件 Condition of lamination	気乾容積重 Apparent specific gravity (in air dry)		0.42 (0.41~0.44)
		木 理 Grain		板 目 Flat grain
		含水率(%) Moisture content	全乾法 By oven dry method	10.2
			含水率計 By moisture meter	8.4 (7.5~10.0)
		接着時の温度 Temp. at the time of gluing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp.	22.6
			湿球温度 Wet bulb temp.	17.5
		塗 付 量 The amount of spreading glue (g/m ²)		330
		たい積時間 Assembling time (min)		6
		圧 縮 圧 力 Gluing pressure (kg/cm ²)		15
		硬化条件 Curing condition		D. B. T. $\approx$ 40°C D. B. T. $\approx$ 35°C
接着性能試験 Gluing faculty test	せん断試験 Block shear test	せん断強さ Shear strength (kg/cm ²)		98 $\pm$ 5 (89~107)
		木部破断率 Wood failure (%)		99 (90~100)
		含水率 Moisture content (%)		10.8 $\pm$ 0.9 (10.5~11.3)
		測定個数 Number of testing		24
		試験時の温度 Temp. at the time of testing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp.	27.8
			湿球温度 Wet bulb temp.	23.2
		A 法 A method	はく離率 Percentage of delamination (%)	—
			測定個数 Number of testing	—
		B 法 B method	はく離率 Percentage of delamination (%)	0
			測定個数 Number of testing	4

Table 3. フェノール樹脂接着剤の
Gluing conditions and gluing

		樹 種 Wood species		Jelutong
接着条件 Gluing condition	ひき板条件 Condition of lamination	気乾容積重 Apparent specific gravity (in air dry)		0.42 (0.41~0.44)
		木 理 Grain		板 目 Flat grain
		含水率(%) Moisture content	全乾法 By oven dry method	10.2
			含水率計 By moisture meter	8.0 (7.1~8.4)
		接着時の温度 Temp. at the time of gluing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp.	22.6
			湿球温度 Wet bulb temp.	17.5
		塗 布 量 The amount of spreading glue (g/m ²)		330
		たい積時間 Assembling time (min)		7
		圧 縮 圧 力 Gluing pressure (kg/cm ²)		15
		硬化条件 Curing condition		D. B. T. $\approx$ 40°C W. B. T. $\approx$ 35°C
接着性能試験 Gluing faculty test	せん断試験 Block shear test	せん断強さ Shear strength (kg/cm ²)		100 $\pm$ 10 (60~112)
		木部破断率 Wood failure (%)		92 (60~100)
		含水率 Moisture content (%)		11.3 $\pm$ 0.3 (11.2~11.6)
		測定個数 Number of testing		24
		試験時の温度 Temp. at the time of testing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp.	27.5
			湿球温度 Wet bulb temp.	24.0
		A 法 A method	はく離率 Percentage of delamination (%)	—
			測定個数 Number of testing	—
		B 法 B method	はく離率 Percentage of delamination (%)	17 (3~29)
			測定個数 Number of testing	4

接着条件と接着試験結果
 faculties (Resorsinol resin adhesive)

Karas	Teraling	Champaka	Giam
0.44 (0.42~0.45)	0.80 (0.76~0.83)	0.51 (0.50~0.52)	1.00 (0.96~1.03)
板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain
10.9	11.9	9.9	9.9
8.3 (7.7~9.8)	10.5 (9.0~12.5)	6.5 (6.3~6.6)	8.0 (7.3~8.4)
22.6	22.6	22.6	26.0
17.5	17.5	17.5	22.0
330	330	330	330
6	6	7	10
15	20	15	20
D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$
80 $\pm$ 5 (73~89)	182 $\pm$ 15 (149~204)	172 $\pm$ 10 (153~191)	196 $\pm$ 13 (169~217)
98 (90~100)	70 (50~100)	96 (70~100)	91 (40~100)
11.5 $\pm$ 0.8(11.3~11.7)	12.2 $\pm$ 0.4(12.0~12.4)	10.6 $\pm$ 0.3(10.3~10.8)	9.6 $\pm$ 0.4(8.6~10.2)
24	24	24	24
28.5	28.5	24.5	27.0
23.5	22.5	20.8	22.7
—	—	—	—
—	—	—	—
0	64 (54~80)	0	20 (3~59)
4	4	4	4

 接着条件と接着試験結果
 faculties (Phenol resin adhesive)

Karas	Teraling	Champaka	Giam
0.44 (0.42~0.45)	0.80 (0.75~0.84)	0.51 (0.50~0.52)	1.00 (0.96~1.03)
板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain
10.9	11.9	9.9	9.9
8.4 (7.6~9.5)	9.5 (8.8~10.0)	6.6 (6.3~7.2)	8.0 (7.5~8.3)
22.6	22.6	22.6	26.0
17.5	17.5	17.5	22.0
330	330	330	330
7	6	4	8
15	20	15	20
D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$
88 $\pm$ 6 (77~104)	192 $\pm$ 15 (158~222)	183 $\pm$ 10 (166~204)	224 $\pm$ 13 (195~245)
99 (95~100)	91 (80~100)	99 (95~100)	97 (85~100)
11.5 $\pm$ 0.9(10.6~11.8)	12.1 $\pm$ 0.4(12.0~12.2)	10.3 $\pm$ 0.3(10.2~10.5)	9.8 $\pm$ 0.3(9.7~10.2)
24	24	24	24
28.5	29.5	28.8	31.3
25.0	25.0	24.8	28.6
—	—	—	—
—	—	—	—
0	76 (68~82)	1 (0~2)	46 (30~61)
4	4	4	4

Resak	Light red meranti	Balau (1)	Balau (2)
0.69 (0.62~0.78)	0.44 (0.35~0.49)	0.80 (0.78~0.83)	0.99 (0.98~1.00)
板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain
9.4	11.6	10.6	9.5
8.8 (8.0~10.2)	11.4 (10.0~12.0)	7.7 (7.2~7.9)	7.4 (6.7~8.1)
26.0	22.6	26.0	26.0
22.0	17.5	22.0	22.0
330	330	330	330
8	7	8	10
15	15	15	20
D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$
174 $\pm$ 13 (152~198)	112 $\pm$ 16 (85~167)	173 $\pm$ 6 (155~182)	226 $\pm$ 14 (199~247)
98 (90~100)	94 (75~100)	84 (50~100)	61 (35~95)
9.5 $\pm$ 0.3(8.6~9.7)	12.0 $\pm$ 0.4(11.8~12.3)	9.6 $\pm$ 0.1(9.4~9.8)	9.5 $\pm$ 0.4(9.0~10.1)
24	24	24	24
28.8	25.0	29.5	28.7
23.0	21.0	23.2	24.8
—	—	—	—
—	—	—	—
0	15 (4~27)	44 (37~52)	56 (48~66)
4	4	4	4

Resak	Light red meranti	Balau (1)	Balau (2)
0.69 (0.62~0.79)	0.44 (0.37~0.47)	0.80 (0.78~0.82)	0.99 (0.97~1.01)
板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain
9.4	11.6	10.6	9.5
8.6 (7.9~10.0)	11.0 (10.1~12.0)	7.5 (7.1~8.2)	7.1 (6.6~7.7)
26.0	22.6	26.0	26.0
22.0	17.5	22.0	22.0
330	330	330	330
6	4	6	8
15	15	15	20
D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$
183 $\pm$ 14 (163~205)	112 $\pm$ 9 (96~130)	186 $\pm$ 14 (162~210)	204 $\pm$ 17 (167~225)
98 (95~100)	74 (50~100)	84 (60~100)	64 (40~90)
10.3 $\pm$ 0.2(10.1~10.6)	12.7 $\pm$ 0.7(12.6~13.0)	10.3 $\pm$ 0.4(10.0~11.6)	10.1 $\pm$ 0.2(9.5~10.4)
24	24	24	24
32.7	25.0	32.3	31.6
28.0	22.8	28.0	27.2
—	—	—	—
—	—	—	—
8 (2~12)	43 (27~65)	99 (96~100)	100 (100~100)
4	4	4	4

Balau (3)	Borneo oak	Keledang	Kelat	Bangkirai
1.01 (1.00~1.02)	1.01 (0.99~1.04)	0.54 (0.53~0.55)	0.72 (0.67~0.77)	0.92 (0.88~0.95)
板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain
9.5	9.3	10.4	11.0	9.4
7.9 (7.5~8.1)	9.7 (8.3~11.1)	12.1 (10.8~13.1)	10.5 (10.0~11.2)	6.8 (6.2~8.8)
26.0	26.0	26.0	26.0	21.0
22.0	22.0	22.0	22.0	16.3
330	330	330	330	330
12	10	9	11	15
20	20	15	15	20
D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$
230 $\pm$ 19(174~256)	233 $\pm$ 21(199~291)	149 $\pm$ 4(141~155)	165 $\pm$ 8(148~179)	196 $\pm$ 15(157~229)
68 (25~100)	87 (40~100)	100 (95~100)	99 (90~100)	82 (40~100)
10.2 $\pm$ 0.2(10.0~10.5)	10.1 $\pm$ 0.2(9.7~10.4)	10.3 $\pm$ 0.1(10.1~10.4)	10.6 $\pm$ 0.1(10.5~10.6)	9.2 $\pm$ 0.6(8.4~10.2)
24	24	24	16	24
30.6	30.6	30.7	29.8	13.5
25.0	25.2	25.0	25.0	11.9
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
49 (38~62)	23 (7~60)	0	11 (11~12)	60 (41~84)
4	4	2	2	6

Balau (3)	Borneo oak	Keledang	Kelat	Bangkirai
1.01 (1.00~1.03)	1.01 (0.96~1.04)	0.56 (0.55~0.57)	0.73 (0.68~0.82)	0.93 (0.91~0.95)
板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain
9.5	9.3	10.4	11.0	9.8
8.2 (7.9~8.8)	8.7 (7.5~9.7)	12.1 (11.7~12.6)	10.1 (9.6~10.7)	8.1 (7.4~8.9)
26.0	26.0	26.0	26.0	21.2
22.0	22.0	22.0	22.0	20.0
330	330	330	330	330
8	8	6	6	9
20	20	15	15	20
D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$
209 $\pm$ 17(178~237)	225 $\pm$ 19(184~245)	134 $\pm$ 8(113~147)	152 $\pm$ 10(132~165)	162 $\pm$ 3(94~196)
72 (50~90)	78 (35~100)	85 (55~100)	95 (80~100)	56 (20~90)
10.8 $\pm$ 0.9(10.1~10.9)	10.4 $\pm$ 0.2(9.9~10.8)	11.1 $\pm$ 0.5(11.0~11.3)	11.3 $\pm$ 0.2(11.2~11.6)	9.8 $\pm$ 0.4(9.3~10.1)
24	24	12	16	24
31.5	31.7	31.3	30.6	24.8
27.0	27.3	27.8	27.1	19.3
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
100 (98~100)	83 (72~90)	98 (96~99)	84 (83~85)	63 (38~90)
4	4	2	2	6

Table 4. ユリア樹脂接着剤の
Gluing conditions and gluing faculties

樹 種 Wood species				Jelutong
接 着 条 件 Gluing condition	ひき板条件 Condition of lamination	気 乾 容 積 重 Apparent specific gravity (in air dry)		0.42 (0.41~0.43)
		木 理 Grain		板 目 Flat grain
	接 着 工 程 Gluing processes	含 水 率 (%) Moisture content	全 乾 法 By oven dry method	10.2
			含 ¹ 水 ² 率計 By moisture meter	8.7 (7.6~12.5)
		接着時の温度 Temp.at the time of gluing(°C)	乾 球 温 度 Dry bulb temp.	22.6
			湿 球 温 度 Wet bulb temp.	17.5
		塗 付 量 The amount of spreading glue (g/m ²)		330
		た い 積 時 間 Assembling time (min)		6
	圧 縮 圧 力 Gluing ¹ pressure (kg/cm ²)		15	
	硬 化 条 件 Curing condition		D. B. T. ≒40°C W. B. T. ≒35°C	
接 着 性 能 試 験 Gluing faculty test	せ ん 断 試 験 Block shear test	せ ん 断 強 さ Shear strength (kg/cm ²)		90±7 (73~105)
		木 部 破 断 率 Wood failure (%)		100 (100~100)
		含 水 率 Moisture content (%)		10.9±0.7(10.2~11.4)
		測 定 個 数 Number of testing		24
	は く れ い 試 験 Delamination test	試験時の温度 Temp.at the time of testing(°C)	乾 球 温 度 Dry bulb temp.	24.0
			湿 球 温 度 Wet bulb temp.	20.5
		A 法 A method	は く 離 率 Percentage of delamination (%)	0 (0~0.5)
		B 法 B method	測 定 個 数 Number of testing	4
は く 離 率 Percentage of delamination (%)	—			
		測 定 個 数 Number of testing	—	

Table 5. 酢酸ビニル樹脂エマルジョン
Gluing conditions and gluing faculties

				樹 種 Wood species	Jelutong
接 着 条 件 Gluing condition	ひき板条件 Condition of lamination	気 乾 容 積 重 Apparent specific gravity (in air dry)			0.42 (0.41~0.43)
		木 理 Grain			板 目 Flat grain
	接 着 工 程 Gluing processes	含 水 率 (%) Moisture content	全 乾 法 By oven dry method		10.2
			含 水 率 計 By moisture meter		7.4 (7.1~8.1)
		接着時の温度 Temp. at the time of gluing(°C)	乾 球 温 度 Dry bulb temp.		26.0
			湿 球 温 度 Wet bulb temp.		24.0
		塗 布 量 The amount of spreading glue (g/m ²)			330
		た い 積 時 間 Assembling time (min)			6
		圧 縮 圧 力 Gluing pressure (kg/cm ²)			15
		硬 化 条 件 Curing condition			常 温 硬 化 Room temp. setting
	接 着 性 能 試 験 Gluing faculty test	せ ん 断 試 験 Block shear test	せ ん 断 強 さ Shear strength (kg/cm ²)		74±6 (63~84)
			木 部 破 断 率 Wood failure (%)		82 (40~100)
			含 水 率 Moisture content (%)		11.8±0.1(11.6~12.0)
			測 定 個 数 Number of testing		24
		は く 離 試 験 Delamination test	A 法 A method	試験時の温度 Temp. at the time of testing(°C)	
				湿 球 温 度 Wet bulb temp.	
B 法 B method	は く 離 率 Percentage of delamination (%)		0 (0~1)		
	測 定 個 数 Number of testing		4		
		は く 離 率 Percentage of delamination (%)		—	
		測 定 個 数 Number of testing		—	

接着条件と接着試験結果
(Urea resin adhesive)

Karas	Teraling	Champaka	Giam
0.44 (0.42~0.45)	0.79 (0.70~0.84)	0.51 (0.50~0.52)	1.00 (0.97~1.02)
板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain
10.9	11.9	9.9	9.9
8.9 (8.0~9.8)	9.7 (8.8~10.4)	6.9 (6.1~8.0)	7.6 (7.3~7.9)
22.6	22.6	22.6	26.0
17.5	17.5	17.5	22.0
330	330	330	330
6	6	6	10
15	20	15	20
D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\triangleq 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\triangleq 35^{\circ}\text{C}$
78 $\pm$ 9 (63~95)	171 $\pm$ 20 (130~200)	154 $\pm$ 8 (139~165)	230 $\pm$ 23 (193~296)
99 (90~100)	91 (60~100)	97 (80~100)	97 (80~100)
11.5 $\pm$ 0.1(11.3~11.7)	12.0 $\pm$ 0.5(11.2~12.5)	10.1 $\pm$ 0.2(9.9~10.3)	9.7 $\pm$ 0.2(9.4~10.2)
24	24	24	24
24.5	26.0	26.0	30.6
21.0	22.0	22.0	25.0
0 (0~0)	3 (0~10)	0 (0~0)	46 (35~62)
4	4	4	4
—	—	—	—
—	—	—	—

 接着剤の接着条件と接着試験結果
(Polyvinylacetate resin emulsion adhesive)

Karas	Teraling	Champaka	Giam
0.44 (0.41~0.46)	0.78 (0.66~0.84)	0.51 (0.50~0.52)	0.99 (0.96~1.01)
板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain
10.9	11.9	9.9	9.9
8.8 (8.3~9.7)	9.5 (8.8~10.1)	6.9 (6.3~7.3)	7.8 (7.2~8.3)
26.0	26.0	26.0	27.5
24.0	24.0	24.0	23.5
330	330	330	330
6	4	4	11
15	20	15	20
常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting
71 $\pm$ 6 (51~79)	103 $\pm$ 9 (75~111)	100 $\pm$ 8 (87~114)	110 $\pm$ 10 (75~133)
99 (90~100)	30 (0~80)	35 (10~70)	18 (0~55)
12.5 $\pm$ 0.1(12.3~12.7)	12.7 $\pm$ 0.2(12.5~13.0)	11.3 $\pm$ 0.2(11.0~11.6)	10.9 $\pm$ 0.2(10.5~11.4)
24	24	24	24
21.5	21.5	21.5	21.5
18.3	18.3	18.3	22.5
0 (0~0)	70 (44~97)	1 (0~2)	54 (31~79)
4	4	4	4
—	—	—	—
—	—	—	—

Resak	Light red meranti	Balau (1)	Balau (2)
0.69 (0.62~0.80)	0.44 (0.39~0.48)	0.80 (0.78~0.82)	0.99 (0.95~1.01)
板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain
9.4	11.6	10.6	9.5
8.7 (7.7~11.5)	11.1 (10.5~12.5)	7.5 (6.8~8.7)	8.1 (7.1~10.7)
26.0	22.6	26.0	26.0
22.0	17.5	22.0	22.0
330	330	330	330
8	6	8	10
15	15	15	20
D. B. T. $\cong 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\cong 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\cong 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\cong 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\cong 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\cong 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\cong 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\cong 35^{\circ}\text{C}$
181 $\pm$ 10 (161~199)	99 $\pm$ 7 (86~112)	173 $\pm$ 9 (131~206)	231 $\pm$ 19 (193~256)
9.7 (85~100)	89 (60~100)	85 (65~95)	78 (35~90)
9.7 $\pm$ 0.2 (9.4~10.1)	11.9 $\pm$ 0.5 (11.7~12.8)	9.8 $\pm$ 0.3 (9.3~10.2)	9.7 $\pm$ 0.2 (9.5~10.0)
24	24	24	24
30.3	25.5	31.5	32.5
26.7	21.5	26.9	24.5
0 (0~0)	0 (0~0)	94 (86~99)	88 (78~96)
4	4	4	4
—	—	—	—
—	—	—	—

Resak	Light red meranti	Balau (1)	Balau (2)
0.69 (0.62~0.80)	0.44 (0.40~0.47)	0.80 (0.78~0.82)	0.99 (0.97~1.02)
板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain
9.4	11.6	10.6	9.5
8.3 (8.0~8.5)	11.3 (10.2~11.7)	7.5 (6.9~7.9)	7.3 (7.0~7.7)
27.5	26.0	27.5	27.5
23.5	24.0	23.5	23.5
330	330	330	330
10	4	10	11
15	15	15	20
常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting
103 $\pm$ 9 (87~130)	69 $\pm$ 6 (54~80)	81 $\pm$ 8 (68~98)	99 $\pm$ 13 (75~131)
16 (0~40)	29 (10~50)	4 (0~20)	7 (0~20)
11.2 $\pm$ 0.3 (10.9~11.4)	13.2 $\pm$ 0.1 (13.0~13.5)	11.0 $\pm$ 0.2 (10.9~11.3)	10.9 $\pm$ 0.2 (10.6~11.0)
24	24	24	24
24.5	24.5	21.0	21.0
22.5	22.5	18.1	18.1
43 (3~72)	1 (0~4)	36 (16~52)	31 (15~44)
4	4	4	4
—	—	—	—
—	—	—	—

Balau (3)	Borneo oak	Keledang	Kelat	Bangkirai
1.01(0.98~1.03)	1.01(0.93~1.04)	0.54(0.53~0.55)	0.72(0.66~0.76)	0.92(0.88~0.95)
板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain
9.5	9.3	10.4	11.0	9.4
8.1 (7.9~8.5)	8.8 (7.5~9.6)	11.8(10.8~12.8)	9.7(8.7~10.2)	6.8(6.1~8.3)
26.0	26.0	26.0	26.0	21.0
22.0	22.0	22.0	22.0	16.3
330	330	330	330	330
10	10	8	8	5
20	20	15	15	20
D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$	D. B. T. $\div 40^{\circ}\text{C}$ W. B. T. $\div 35^{\circ}\text{C}$
226 $\pm$ 11(203~247)	226 $\pm$ 12(195~253)	146 $\pm$ 7(135~161)	168 $\pm$ 6(159~183)	181 $\pm$ 30(129~245)
87 (75~95)	88 (60~100)	87 (90~100)	87 (60~100)	90 (50~100)
10.0 $\pm$ 0.3(9.6~10.3)	9.9 $\pm$ 0.4(9.6~10.5)	11.0 $\pm$ 0.4(10.8~11.0)	10.3 $\pm$ 0.1(10.2~10.4)	9.3 $\pm$ 0.2(8.6~10.2)
24	24	12	16	24
32.7	33.8	30.2	30.5	18.6
26.0	26.7	27.6	27.7	15.0
96 (95~96)	56 (44~72)	0 (0~0)	7 (4~9)	44 (7~79)
4	4	2	2	6
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—

Balau (3)	Borneo oak	Keledang	Kelat	Bangkirai
1.01(1.00~1.03)	1.01 (0.95~1.05)	0.54(0.53~0.55)	0.73(0.68~0.81)	0.93 (0.92~0.95)
板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain
9.5	9.3	10.4	11.0	9.9
8.3(8.0~8.6)	8.8(7.3~10.0)	12.0(11.0~12.0)	10.1(8.7~11.4)	8.5 (7.0~9.5)
27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
23.5	23.5	23.5	23.5	18.2
330	330	330	330	330
11	11	10	10	5
20	20	15	15	20
常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting
88 $\pm$ 13(64~114)	94 $\pm$ 10(78~107)	95 $\pm$ 10(78~107)	82 $\pm$ 10 (63~100)	49 $\pm$ 8 (30~62)
4 (0~10)	2 (0~15)	44 (20~90)	8 (0~30)	0.3 (0 5)
11.3 $\pm$ 0.1(11.1~11.4)	11.2 $\pm$ 0.2(10.9~11.5)	11.9 $\pm$ 0.2(11.8~12.1)	11.4 $\pm$ 0.04(11.2~11.4)	10.0 $\pm$ 0.3(9.3~10.5)
24	24	12	16	24
21.0	21.0	21.0	21.0	22.0
18.1	18.1	18.1	18.1	20.0
58 (32~99)	22 (14~27)	19 (12~26)	17 (10~24)	55 (41~67)
4	4	2	2	6
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—

Table 6. カゼイン接着剤の接着
Gluing conditions and gluing

		樹 種 Wood species		Jelutong
接着条件 Gluing condition	ひき板条件 Condition of lamination	気乾容積重 Apparent specific gravity (in air dry)		0.42 (0.41~0.43)
		木 理 Grain		板 目 Flat grain
		含水率 (%) Moisture content	全乾法 By oven dry method	10.2
			含水率計 By moisture meter	7.3 (7.0~7.8)
		接着時の温度 Temp. at the time of guling (°C)	乾球温度 Dry bulb temp.	26.0
			湿球温度 Wet bulb temp.	24.0
		塗 布 量 The amount of spreading glue (g/m ²)		330
		たい積時間 Assembling time (min)		6
		圧 締 圧 力 Gluing pressure (kg/cm ²)		15
		硬化条件 Curing condition		常 温 硬 化 Room temp. setting
	せん断試験 Block shear test	せん断強さ Shear strength (kg/cm ²)		87±8 (70~99)
		木部破断率 Wood failure (%)		65 (20~100)
		含 水 率 Moisture content (%)		11.1±0.2 (10.8~11.5)
		測 定 個 数 Number of testing		24
		試験時の温度 Temp. at the time of testing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp.	25.8
接着性能試験 Gluing faculty test	はく離試験 Delamination test		湿球温度 Wet bulb temp.	23.1
		A 法 A method	はく離率 Percentage of delamination (%)	0 (0~0)
			測 定 個 数 Number of testing	4
		B 法 B method	はく離率 Percentage of delamination (%)	—
			測 定 個 数 Number of testing	—

(3) 接着剤の調製

前報²⁾と同様である。

(4) 接着剤塗付法および塗付量

塗付ははけ塗りによって両面塗付をおこない、塗付量は1接着層につき 330 g/m² とした。

(5) 圧締条件

たい積時間、圧締圧力、硬化条件を Table 2~6 に示す。

圧締時間は22~23時間とした。その他の接着条件は前報と同様である。

3. 接着性能試験

接着性能は常態における初期接着性と接着層のはく離を促進させる耐久接着性について試験することにし、各供試材の Fig. 1 に示す位置から、それぞれ試験片を採取し試験した。

(1) 初期接着性試験

ASTM D 805 に準拠する常態ブロックせん断試験をおこない、せん断接着強さ、木部破断率および含水率をそれぞれ測定計算した。

(2) 耐久接着性試験

A 法：集成材の日本農林規格³⁾に規定されている化粧用集成材の規格を適用し、浸せきはく離試験をおこない、処理後の接着層のはく離率を測定計算した。

B 法：ASTM D 1101 に準拠する屋外用集成材の乾湿くり返し試験をおこない、接着層のはく離率

条件と接着試験結果
 faculties (Casein adhesive)

Karas	Teraling	Champaka	Giam
0.44 (0.42~0.45)	0.78 (0.66~0.84)	0.51 (0.50~0.52)	0.99 (0.96~1.01)
板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain
10.9	11.9	9.9	9.9
8.7 (8.3~9.1)	9.7 (8.6~10.5)	6.8 (6.3~7.5)	8.2 (7.8~9.5)
26.0	26.0	26.0	27.5
24.0	24.0	24.0	23.5
330	330	330	330
6	4	4	9
15	20	15	20
常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting
73±4 (64~81)	156±20 (112~199)	160±12 (142~196)	190±26 (118~212)
98 (90~100)	38 (20~70)	95 (60~100)	60 (30~100)
12.2±0.4(11.8~12.7)	12.2±0.3(12.0~12.4)	106±0.4(10.3~10.9)	10.3±0.3(9.8~10.7)
24	24	24	24
25.0	25.0	24.8	28.7
22.4	23.2	23.2	26.5
0 (0~0)	8 (0~16)	0 (0~1)	85 (70~100)
4	4	4	4
—	—	—	—
—	—	—	—

を測定計算した。

2. 試験結果

試験の結果を一括して Table 2~6 および Photo. 1~2 に示す。

1. 初期接着性

せん断接着強さ

今回おこなったカリマンタン産 14 樹種のせん断接着強さを、各接着剤ごとにそれぞれ北海道産樹種のせん断接着強さと比較して、どのような位置にあるかを検討すると次のとおりである。

レゾルシノール樹脂接着剤についてみると、北海道産樹種の気乾容積重とせん断接着強さの関係は $y = 282x - 39$ (y = せん断接着強さ, x = 気乾容積重) なる関係式が導かれている。この式を用いて、それぞれ今回試験した樹種の気乾容積重から推定したせん断接着強さの計算値と実測値を示すと、Table 7 のとおりである。

Jelutong (VII A), Karas (VII B), Teraling (VII C), Champaka (VII D), Resak (VII F), Light red meranti (VII G), Keledang (VII L), Kelat (VII M) は本邦産樹種と同等以上の初期接着性能があった。Balau (1) (VII H), Balau (2) (VII I), Balau (3) (VII J), Borneo oak (VII K), Bangkirai (VI A-6) は若干低い。Giam (VII E) は低い値となっている。木部破断率についてみると Teraling (VII C), Balau (2) (VII I), Balau (3) (VII J) はやや低い但他の樹種は 80% 以上の値を示している。

Resak	Light red meranti	Balau (1)	Balau (2)
0.69 (0.62~0.80)	0.44 (0.40~0.48)	0.80 (0.78~0.82)	0.99 (0.96~1.01)
板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain	板 目 Flat grain
9.4	11.6	10.6	9.5
8.2 (8.0~8.5)	10.4 (10.1~10.7)	7.7 (6.9~8.7)	7.5 (7.1~7.8)
27.5	26.0	27.5	27.5
23.5	24.0	23.5	23.5
330	330	330	330
11	4	11	9
15	15	15	20
常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting
171±11 (143~185)	104±5 (91~115)	151±13 (125~173)	165±27 (100~214)
99 (95~100)	69 (50~95)	58 (45~75)	53 (40~70)
10.4±0.5(9.9~11.2)	12.6±0.4(11.7~13.0)	10.6±0.4(9.8~10.9)	10.4±0.3(9.9~10.7)
24	24	24	24
29.3	28.8	29.0	25.0
27.0	25.3	27.0	22.7
1 (0~2)	0 (0~0)	94 (87~99)	100 (100~100)
4	4	4	4
—	—	—	—
—	—	—	—

フェノール樹脂接着剤：同様に、北海道産樹種に関する $y=314x-65$ の関係式による各計算値と各樹種の実測値を Table 8 に示す。Jelutong (VII A), Karas (VII B), Teraling (VII C), Champaka (VII D), Resak (VII F), Light red meranti (VII G), Balau (1) (VII H), Keledang (VII L) は良好な接着性能を示し、特に Champaka, Light red meranti は高い値を示している。Giam (VII E), Balau (2) (VII I), Borneo oak (VII K), Kelat (VII M) はやや低い値となっている。Balau (3) (VII J), Bangkirai (VI A-6) は非常に低い。木部破断率は Jelutong (VII A), Karas (VII B), Teraling (VII C), Champaka (VII D), Giam (VII E), Resak (VII F), Kelat (VII M) は 90% 以上の高い値にあり、Balau (1) (VII H), Borneo oak (VII K), Keledang (VII L) は前記の樹種よりやや低い が 75% 以上の木部破断率を示している。Light red meranti (VII G), Balau (2) (VII I), Balau (3) (VII J), Bangkirai (VI A-6) は 75% 以下で、特に Bangkirai は低い。

ユリア樹脂接着剤：同様に $y=313x-48$ による各計算値と各樹種の実測値を Table 9 に示す。Jelutong (VII A), Champaka (VII D), Resak (VII F), Light red meranti (VII G), Keledang (VII L) が高い値にあり、Karas (VII B), Teraling (VII C), Giam (VII E), Balau (1) (VII H), Balau (2) (VII I), Balau (3) (VII J), Borneo oak (VII K), Kelat (VII M) はやや低い。Bangkirai (VII A-6) は特に低い値となっている。木部破断率は Jelutong (VII A), Karas (VII B), Teraling (VII C), Champaka (VII D), Giam (VII E), Resak (VII F), Keledang (VII L), Bangkirai (VI A-6) は 90% 以上の値にある。他は 75~90% にあった。ただし、Balau (2) (VII I) はやや低い。

カゼイン接着剤：同様に $y=269x-27$ による各計算値と各樹種の実測値を Table 10 に示す。せん断

Balau (3)	Borneo oak	Keledang	Kelat	Bangkirai
1.02(1.00~1.03)	1.01(0.97~1.05)	0.55(0.55~0.56)	0.72(0.67~0.78)	0.93(0.92~0.95)
板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain	板目 Flat grain
9.5	9.3	10.4	11.0	9.9
8.3(7.9~8.8)	8.8(7.3~10.5)	12.8(12.7~13.0)	10.2(9.7~11.4)	8.2 (7.2~8.7)
27.5	27.5	27.5	27.5	19.3
23.5	23.5	23.5	23.5	18.2
330	330	330	330	330
9	9	11	11	5
20	20	15	15	20
常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting	常温硬化 Room temp. setting
183±22(138~225)	220±15(185~244)	137±4(130~143)	156±7(139~164)	115±3 (67~176)
56 (35~75)	68 (30~95)	100 (100~100)	94 (80~100)	16 (5~40)
10.9±0.4(10.3~11.5)	10.4±0.2(10.1~10.8)	11.3±0.1(11.1~11.4)	11.4±0.2(11.2~11.6)	8.2±0.5(7.2~8.7)
24	24	12	16	24
25.8	25.7	25.9	25.4	24.2
23.0	22.8	22.9	22.8	19.6
98 (98~100)	50 (46~65)	0 (0~0)	0 (0~0)	87 (78~100)
4	4	2	2	6
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—

接着強さは Jelutong (VII A), Champaka (VII D), Resak (VII F), Light red meranti (VII G), Keledang (VII L) が高い値にあり, 特に Champaka (VII D) は高い値であった。Karas (VII B), Teraling (VII C), Balau (1) (VII H), Borneo oak (VII K), Kelat (VII M) はやや低い値であり, 特に Giam (VII E), Balau (2) (VII I), Balau (3) (VII J), Bangkirai (VI A-6) は接着性が悪いと思われる。木部破断率は Karas (VII B), Champaka (VII D), Resak (VII F), Keledang (VII L), Kelat (VII M) が90% 以上にあり良好な値を示している。他の樹種は75% 未満で Teraling (VII C), Bangkirai (VI A-6) は特に低い。

酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤: この接着剤については上記4接着剤のように本邦産の樹種別のデータが不足しているため, ここでは本邦産ナラ材と比較して検討した。ナラ材についての試験結果から気乾容積重とせん断接着強さの関係は $y = 165x + 30^{1)}$ (試験時温度 20~30°C) でこの計算値と実測値を比較すると Table 11 のとおりである。せん断接着強さは全樹種とも低い値で, 特に気乾容積重の高いものほど計算値との差が大きい。木部破断率は Karas (VII B) が良好であり, Jelutong (VII A) も高い値を示している。他の樹種は非常に低く, 特に気乾容積重の高い樹種は著しい。

2. 耐久接着性

(1) A 法

ユリア樹脂接着剤: Jelutong (VII A), Karas (VII B), Teraling (VII C), Champaka (VII D), Resak (VII F), Light red meranti (VII G), Keledang (VII L) は, はく離率が非常に少なく良好であった。Kelat (VII M) は前記樹種に比してやや多い。他の樹種は40% 以上のはく離率で特に Balau (1) (VII H), Balau (2) (VII I),

Table 7. レゾルシノール樹脂接着剤によるせん断接着強さ (kg/cm²)
Block shear strength (Resorcinol resin adhesive)

丸太番号 Mark of logs	計算値 (A) Calculated	実測値 (B) Measured	比 (B/A) Ratio	丸太番号 Mark of logs	計算値 (A) Calculated	実測値 (B) Measured	比 (B/A) Ratio
VII A	79	98	1.24	VII H	187	173	0.93
VII B	85	80	0.94	VII I	240	226	0.94
VII C	185	182	0.97	VII J	246	230	0.93
VII D	105	172	1.64	VII K	246	233	0.95
VII E	243	196	0.81	VII L	113	149	1.32
VII F	156	174	1.12	VII M	164	165	1.01
VII G	85	112	1.32	VII A-6	220	196	0.89

Table 8. フェノール樹脂接着剤によるせん断接着強さ (kg/cm²)
Block shear strength (Phenol resin adhesive)

丸太番号 Mark of logs	計算値 (A) Calculated	実測値 (B) Measured	比 (B/A) Ratio	丸太番号 Mark of logs	計算値 (A) Calculated	実測値 (B) Measured	比 (B/A) Ratio
VII A	67	100	1.49	VII H	186	186	1.00
VII B	73	88	1.21	VII I	246	204	0.83
VII C	186	192	1.03	VII J	252	209	0.83
VII D	95	183	1.93	VII K	252	225	0.89
VII E	249	224	0.90	VII L	111	134	1.21
VII F	152	183	1.20	VII M	161	152	0.94
VII G	73	112	1.53	VII A-6	227	162	0.71

Table 9. ユリア樹脂接着剤によるせん断接着強さ (kg/cm²)
Block shear strength (Urea resin adhesive)

丸太番号 Mark of logs	計算値 (A) Calculated	実測値 (B) Measured	比 (B/A) Ratio	丸太番号 Mark of logs	計算値 (A) Calculated	実測値 (B) Measured	比 (B/A) Ratio
VII A	83	90	1.08	VII H	202	173	0.86
VII B	90	78	0.87	VII I	262	231	0.88
VII C	199	171	0.86	VII J	268	226	0.84
VII D	112	154	1.38	VII K	268	226	0.84
VII E	265	230	0.87	VII L	121	146	1.21
VII F	168	181	1.08	VII M	177	168	0.95
VII G	90	99	1.10	VII A-6	240	181	0.75

Table 10. カゼイン接着剤によるせん断接着強さ (kg/cm²)
 Block shear strength (Casein adhesive)

丸太番号 Mark of logs	計算値 (A) Calculated	実測値 (B) Measured	比 (B/A) Ratio	丸太番号 Mark of logs	計算値 (A) Calculated	実測値 (B) Measured	比 (B/A) Ratio
VII A	86	87	1.01	VII H	188	151	0.80
VII B	91	73	0.80	VII I	239	165	0.69
VII C	183	156	0.85	VII J	247	183	0.74
VII D	110	160	1.45	VII K	245	220	0.90
VII E	239	190	0.83	VII L	121	137	1.13
VII F	159	171	1.08	VII M	167	156	0.93
VII G	91	104	1.14	VI A-6	223	115	0.52

 Table 11. 酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤によるせん断接着強さ (kg/cm²)
 Block shear strength (Polyvinylacetate resin emulsion adhesive)

丸太番号 Mark of logs	計算値 (A) Calculated	実測値 (B) Measured	比 (B/A) Ratio	丸太番号 Mark of logs	計算値 (A) Calculated	実測値 (B) Measured	比 (B/A) Ratio
VII A	99	74	0.75	VII H	162	81	0.50
VII B	102	71	0.70	VII I	193	99	0.51
VII C	159	103	0.65	VII J	197	88	0.45
VII D	114	100	0.88	VII K	197	94	0.48
VII E	193	110	0.57	VII L	119	95	0.80
VII F	144	103	0.72	VII M	150	82	0.55
VII G	103	69	0.67	VI A-6	183	49	0.27

Balau (3) (VII J) は高い値であった。

酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤: この接着剤ははく離の状態が Photo. 3 に示すようになり、はく離測定範囲の規定が困難である。この試験では、接着層のはく離長さ(糸状物と糸状物との間隙長さ)が 1 mm 以上あるものをはく離として測定した。この結果、Jelutong (VII A), Karas (VII B), Champaka (VII D), Light red meranti (VII G) は良好であった。Borneo oak (VII K), Keledang (VII L), Kelat (VII M) は前記樹種よりやや多い。他の樹種は 30% 以上のはく離率であった。

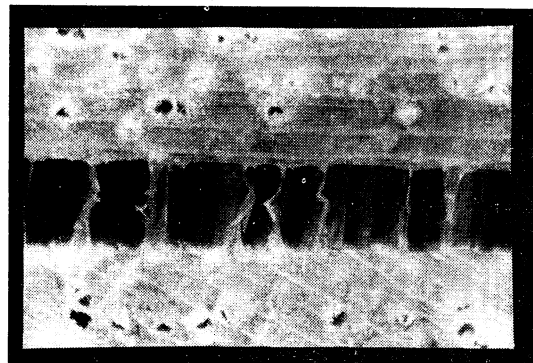


Photo. 3 酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着層はく離状況

Delamination of a glue line formed with polyvinylacetate resin emulsion adhesive.

Table 12. 木 部 破 断 率 に よ る
Evaluation of initial gluing

樹 種 Wood species	Jelutong	Karas	Teraling	Champaka	Giam	Resak
接 着 剤 Adhesive						
レゾルシノール樹脂接着剤 Resorcinol resin adhesive	+	+	—	+	+	+
フェノール樹脂接着剤 Phenol resin adhesive	+	+	+	+	+	+
ユリア樹脂接着剤 Urea resin adhesive	+	+	+	+	+	+
酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤 Polyvinylacetate resin emulsion adhesive	±	+	—	—	—	—
カゼイン接着剤 Casein adhesive	—	+	—	+	—	+

(Note) + 木部破断率の平均値が90%以上のもの。(Mean value of W.F.) $\geq 90\%$ ± 木部破断率の平均値が90%未満で79%以上のもの。 $90\% > (\text{Mean value of W.F.}) \geq 79\%$ — 木部破断率の平均値が75%以下のもの。(Mean value of W.F.) $< 75\%$ Table 13. は く 離 率 に よ る 耐
Evaluation of glue-bond durability with

樹 種 Wood species	Jelutong	Karas	Teraling	Champaka	Giam	Resak
接 着 剤 Adhesive						
レゾルシノール樹脂接着剤 Resorcinol resin adhesive	+	+	—	+	±	+
フェノール樹脂接着剤 Phenol resin adhesive	±	+	—	+	—	+
ユリア樹脂接着剤 Urea resin adhesive	+	+	+	+	—	+
酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤 Polyvinylacetate resin emulsion adhesive	+	+	—	+	—	—
カゼイン接着剤 Casein adhesive	+	+	+	+	—	+

(Note) + はく離率の平均値が10%以下のもの。(Mean value of delamination) $\leq 10\%$ ± はく離率の平均値が10%をこえ30%以下のもの。 $10\% < (\text{Mean value of delamination}) \leq 30\%$ — はく離率の平均値が30%をこえるもの。 $30\% < (\text{Mean value of delamination})$

カゼイン接着剤: Jelutong (VII A), Karas (VII B), Champaka (VII D), Resak (VII F), Light red meranti (VII G), Keledang (VII L), Kelat (VII M) は良好な値であった。Teraling (VII C) は前記樹種に比してやや悪い。他の樹種は50~100%の値にあり不満足であった。

(2) B 法

レゾルシノール樹脂接着剤: Jelutong (VII A), Karas (VII B), Champaka (VII D), Resak (VII F), Keledang (VII L) は、はく離がなく非常に良い耐久性を示している。Giam (VII E), Light red meranti (VII G), Borneo oak (VII K), Kelat (VII M) は10~30%のはく離率を示し、その他の樹種は40%以上の著しいはく離率を示した。

初期接着性能の評価
faculty with wood failure

Light red meranti	Balau (1)	Balau (2)	Balau (3)	Borneo oak	Keledang	Kelat	Bangkirai
+	±	—	—	±	+	+	±
—	±	—	—	±	±	+	—
±	±	±	±	±	+	±	+
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	+	+	—

久接着性の評価
percentage of delamination

Light red meranti	Balau (1)	Balau (2)	Balau (3)	Borneo oak	Keledang	Kelat	Bangkirai
±	—	—	—	±	+	±	—
—	—	—	—	—	—	—	—
+	—	—	—	—	+	+	—
+	—	—	—	±	±	±	—
+	—	—	—	—	+	+	—

フェノール樹脂接着剤: Karas (VII B), Champaka (VII D) は非常に良い値であり, Resak (VII F) も良好であった。Jelutong (VII A) は前記樹種よりやや劣る。その他の樹種は 40~100% のはく離率を示し, 非常に悪い値であった。

3. 考察

以上の試験結果を樹種, 接着剤別に, 木部破断率, はく離率を3区分に分類して評価した⁵⁾。その結果を Table 12~13 に示す。

1. せん断接着強さ

レゾルシノール樹脂接着剤およびフェノール樹脂接着剤の場合、レゾルシノール樹脂接着剤による Giam (VII E), フェノール樹脂接着剤による Balau (2) (VII I), Balau (3) (VII J), Bangkirai (VI A-6) は接着性が悪い。他の樹種はそれぞれ気乾容積重にみあった接着性能があり、接着しやすい材と思われる。ユリア樹脂接着剤およびカゼイン接着剤の場合、Teraling (VII C), Giam (VII E), Balau (1) (VII H), Balau (2) (VII I), Balau (3) (VII J), Borneo oak (VII K), Bangkirai (VI A-6) は接着性が悪く、気乾容積重にみあった接着性能は得られなかったが、他の樹種は接着性良好である。酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤の場合は、全樹種ともミズナラ材に比して接着性が不満足である。

2. 木部破断率

木部破断率を75%以上の場合良好とすると、レゾルシノール樹脂接着では、Teraling (VII C), Balau (2) (VII I), Balau (3) (VII J) が不満足であり、フェノール樹脂接着は Light red meranti (VII G), Balau (2) (VII I), Balau (3) (VII J), Bangkirai (VI A-6) が不満足である。ユリア樹脂接着は全樹種とも良好である。酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着では Jelutong (VII A), Karas (VII B) は良好であるが他の樹種は悪い。カゼイン接着は Karas (VII B), Champaka (VII D), Resak (VII F), Keledang (VII L), Kelat (VII M) は満足する値であるが他の樹種は不満足である。

3. 耐久接着性

耐久接着性については接着層のはく離率10%以下を良好とし、耐久性を評価すると次のようになる。

(1) A 法

ユリア樹脂接着剤は Jelutong (VII A), Karas (VII B), Teraling (VII C), Champaka (VII D), Resak (VII F), Light red meranti (VII G), Keledang (VII L), Kelat (VII M) は良好な値であるが他の樹種は不満足であった。酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤は Jelutong (VII A), Karas (VII B), Champaka (VII D), Light red meranti (VII G) は良好な値であるが、他の樹種は不満足な値である。カゼイン接着は、Jelutong (VII A), Karas (VII B), Champaka (VII D), Resak (VII F), Light red meranti (VII G), Keledang (VII L), Kelat (VII M) は不満足な値であり、Teraling (VII C) は前記樹脂に比してやや劣る。他の樹種は不満足な値である。

(2) B 法

レゾルシノール樹脂接着剤では Jelutong (VII A), Karas (VII B), Champaka (VII D), Resak (VII F), Keledang (VII L) は満足な値であった。他の樹種は不満足な値である。

フェノール樹脂接着剤は、Karas (VII B), Champaka (VII D), Resak (VII F) は満足な値を示し、他の樹種は不満足であった。

集成材の日本農林規格では、せん断接着強さが 100 kg/cm^2 以上ある場合は木部破断率の数値を無視することができ、また木部破断率が100%の場合はせん断接着強さの数値を無視できることになっている。この点を考慮して総合的にみると、レゾルシノール樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤は接着性能の観点からみると、屋内構造用集成材として全樹種とも規格に合格している。同様に化粧用集成材としての性能を日本農林規格によって評価すると、ユリア樹脂接着剤は Giam (VII E), Balau (1) (VII H), Balau (2) (VII I), Balau (3) (VII J), Borneo oak (VII K), Bangkirai (VI A-6) の4樹種が不合格で、その他の樹種は合格している。酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤は、気乾容積重の高い樹種ほど不満足な値である。これは接着剤の凝集力が弱いことと木材と接着剤間の比接着が十分でないことが影響していると思われる。Jelutong (VII A), Karas (VII B), Champaka (VII D), Light red meranti (VII G) は日本農林規格に合格しているが、

他の樹種は合格していない。カゼイン接着剤は Giam (VII E), Balau (1) (VII H), Balau (2) (VII I), Balau (3) (VII J), Borneo oak (VII K), Bangkirai (VI A-6) の樹種は化粧用集成材の規格に不合格であるが、その他の樹種は合格している。

4. 摘 要

カリマンタン産 14 樹種について、それぞれひき板の接着適性を試験した。

1. 供試樹種は Table 1 に示す。

2. 接着剤はレゾルシノール樹脂接着剤, フェニール樹脂接着剤, ユリア樹脂接着剤, 酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤, カゼイン接着剤を使用した。

3. 試験方法は初期接着性試験として ASTM D 805 による, 常態ブロックせん断接着強さおよび木部破断率, 耐久接着性試験として集成材の日本農林規格および ASTM D 1101 に準拠したはく離試験を行った。

4. 試験結果を Table 2~11 および Photo. 1~2 に示した。その結果から Table 12~14 に性能を評価した。

5. 試験結果を総合的に評価すると, レゾルシノール樹脂接着剤, フェニール樹脂接着剤を用いた場合, 接着性からみると屋内構造用集成材として全樹種とも利用可能と思われる。化粧用集成材としてユリア樹脂接着剤, カゼイン接着剤を使用した場合 Giam (VII E), Balau (1) (VII H), Balau (2) (VII I), Balau (3) (VII J), Borneo oak (VII K), Bangkirai (VI A-6) 以外の樹種は利用可能と判断される。酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤は Jelutong (VII A), Karas (VII B), Champaka (VII D), Light red meranti (VII G) は化粧用集成材に利用可能と思われるが他の樹種は不適と判断される。

文 献

- 1) 森屋和美: 未発表
- 2) 西原 実・森屋和美・菅野蓑作: 南洋材の性質 2 サラワク産メランチ類木材の性質(1), 林試研報, 190, pp. 160~167, (1966)
- 3) 農林省: 集成材の日本農林規格, 農林省告示第 1055 号, (1966)
- 4) 菅野蓑作・西原 実: 集成材に関する研究(第 4 報)北海道産主要樹種の接着性能について, 林試研報, 130, pp. 125~132, (1961)
- 5) 菅野蓑作・森屋和美・西原 実: 南洋材の性質 3 カンボジア産材の性質(2), 林試研報, 194, pp. 49~64, (1966)
- 6) 菅野蓑作・森屋和美・西原 実: 南洋材の性質 7 カリマンタン産クルイン材の性質(1), 林試研報, 206, pp. 64~72, (1967)

VII. Gluing Faculties of Laminated Wood Made of Fourteen Species of Kalimantan Woods

Kazumi MORIYA, Minoru NISHIHARA and Minosaku SUGANO

(Résumé)

In order to investigate suitability for gluing sawn board of tropical wood species produced in Kalimantan, this test on Jelutong, Karas, Teraling, Champaka, Giam, Resak, Light red meranti, Balau (1), Balau (2), Balau (3), Borneo oak, Keledang, Kelat and Bangkirai was carried out.

1. Adhesives used: Resorcinol resin adhesive, phenol resin adhesive, urea resin adhesive, polyvinylacetate resin emulsion adhesive, and casein adhesive.

2. Preparation of the samples for the test:

(1) A typical figure of a prepared sample for the test is shown in Fig. 1.

(2) Conditions of lamination and gluing conditions are shown in Table 2~6.

(3) Testing methods for gluing faculties.

Initial gluing faculties were tested with a block shear test (ASTM D 805). And shear strength and wood failure were measured and calculated.

Glue-bond durabilities were tested with delamination tests. Interior adhesives were tested by means of the Japanese Agricultural Standard of laminated wood method. Exterior adhesives were tested with the method specified in ASTM D 1101.

3. The results obtained are shown in Table 2~11 and Photo. 1~2.

Ⅸ. カリマンタン産 13 樹種の単板切削

江 草 義 正⁽¹⁾

ま え が き

南洋材の共同研究にカリマンタン産未利用樹種として 13 樹種がとりあげられ、その一分担としてロータリー単板切削を行なったので結果を報告する。

Ⅰ. 試料原木について

主査の寺沢科長が前記しているので省略する。

Ⅱ. 試験項目、サンプルのとりかたおよび試験方法について

これらは林試研報 190 号に準じて行なった。

(1) 前木材部加工科加工研究室長・現長浜プライウッド株式会社製造部長

Ⅲ. 結果および考察

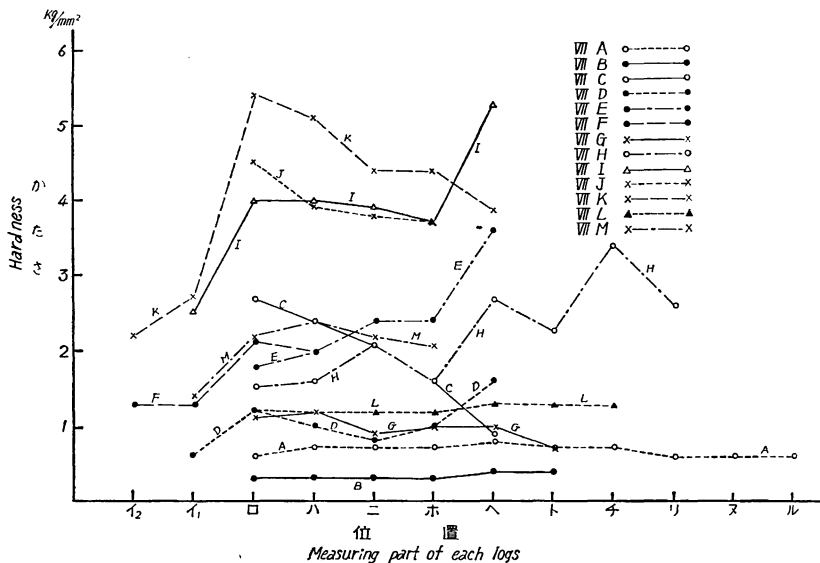
1) か た さ

無処理材 (生材) のかたさを Table 1 に示す。板目面のかたさで、平均値で約 0.3 kg/mm^2 のやわらかいカラス (VII B) から最もかたい約 4.0 kg/mm^2 のパラウ (2) (VII I), パラウ (3) (VII J), ボルネオオーク (VII K) の広範囲の樹種であった。内地材の硬材ケヤキで 2.0 kg/mm^2 ぐらいなので、南洋材の未利用樹種には相当硬材のものがあることがうかがわれる。しかし軟材では、シナノキ、サワグルミが大略 $0.3 \sim 0.4 \text{ kg/mm}^2$ なので、今回の未利用樹種のなかには、特にかけはなれた軟材の樹種はなかった。各樹種の個体内のかたさの変化を Fig. 1 に示す。大略ではあるが、辺、心材の境 (心材外部) がいちばんかたくて樹心に向かうにしたがってやわらかいもの (A型一般型), 辺材から樹心まであまり変化のないもの (B型), 心材で樹心になるにしたがってかたくなるもの (C型) に分けられる。

A型に属するもの: テラリン (VII C), ライト レッド メランチ (VII G), パラウ (3) (VII J), ボルネオオーク (VII K), ケラット (VII M)。

B型に属するもの: ジェルトン (VII A), カラス (VII B), チャンパカ (VII D), パラウ (2) (VII I), ケラダン (VII L)。

C型に属するもの: ギアム (VII E), レサク (VII F), パラウ (1) (VII H)。



注) 位置は辺心材の境を基準にして辺材をイ, 心材外部から樹心に向かって 3 cm おきにロ, ハ, ニ…………とした。ブリネル硬度計。4 点の平均値。

Note) Each symbol イ, ロ, ハ………… indicates the measured part in the log. イ: sapwood, ロ, ハ………… heartwood each 3 cm apart from the sapwood boundary toward the pith.

Brinell hardness. Average of four measured values.

Fig. 1 無処理材の各原木位置におけるかたさ
Hardness at green condition.

Table 1. 無処理材の各原木
Hardness of each log

位置 Measuring part 原木番号 Mark of logs		イ ₂	イ ₁	ロ	ハ	ニ	ホ
板 目 Tangential face	VII A			0.6 (0.55~0.65)	0.7 (0.65)	0.7 (0.65~0.75)	0.7 (0.60~0.75)
	VII B			0.3 (0.30~0.35)	0.3 (0.25~0.30)	0.3 (0.25~0.35)	0.3 (0.30~0.35)
	VII C			2.7 (2.50~2.75)	2.4 (2.00~2.85)	2.1 (1.60~2.45)	1.6 (1.30~1.85)
	VII D		0.6 (0.60~0.65)	1.2 (1.10~1.30)	1.0 (0.80~1.30)	0.8 (0.75~0.80)	1.0 (0.80~1.10)
	VII E			1.8 (1.45~2.25)	2.0 (1.85~2.10)	2.4 (2.35~2.50)	2.4 (2.15~2.55)
	VII F	1.3 (1.15~1.35)	1.3 (1.05~1.55)	2.1 (2.10~2.15)	2.0 (1.80~2.00)	2.4 (2.05~2.55)	
	VII G			1.1 (0.95~1.30)	1.2 (1.15~1.25)	0.9 (0.80~1.05)	1.0 (0.95~1.15)
	VII H			1.5 (1.35~1.80)	1.6 (1.40~1.75)	2.1 (1.90~2.40)	1.6 (1.40~1.85)
	VII I		2.5 (2.05~2.60)	4.0 (3.40~4.55)	4.0 (3.60~4.35)	3.9 (2.95~4.45)	3.7 (2.60~4.60)
	VII J			4.5 (4.10~5.10)	3.9 (3.75~4.00)	3.8 (3.50~3.95)	3.7 (3.40~3.80)
	VII K	2.2 (1.70~3.05)	2.7 (2.30~3.00)	5.4 (4.90~6.05)	5.1 (4.95~5.35)	4.4 (4.00~4.75)	4.4 (4.15~4.65)
	VII L			1.2 (1.10~1.30)	1.2 (1.15~1.40)	1.2 (1.00~1.35)	1.2 (1.20~1.30)
	VII M		1.4 (1.30~1.60)	2.2 (2.05~2.35)	2.4 (2.30~2.60)	2.2 (2.15~2.25)	2.1 (2.00~2.15)
桁 目 Radial face	VII A			0.5 (0.50~0.55)	0.7 (0.65~0.75)	0.5 (0.45~0.60)	0.6 (0.55~0.65)
	VII B			0.3 (0.25~0.40)	0.6 (0.45~0.65)	0.3 (0.30~0.35)	0.5 (0.40~0.50)
	VII C			2.5 (2.00~3.10)	2.1 (1.75~2.35)	2.0 (1.65~2.25)	1.8 (1.75~1.85)
	VII D		0.4 (0.40~0.45)	1.1 (1.00~1.25)	0.7 (0.65~0.80)	0.9 (0.65~1.30)	0.8 (0.65~0.95)
	VII E			1.4 (1.15~1.50)	2.1 (2.05~2.15)	2.3 (2.20~2.50)	2.4 (2.20~2.70)
	VII F	1.0 (0.90~1.50)	1.2 (1.00~1.25)	1.8 (1.65~2.00)	2.2 (2.05~2.40)	2.1 (1.90~2.30)	1.8 (1.65~1.90)
	VII G			1.1 (0.90~1.25)	0.9 (0.85~1.00)	0.9 (0.80~1.00)	0.9 (0.80~1.00)
	VII H			1.1 (1.10~1.20)	1.8 (1.60~1.90)	2.0 (1.70~2.50)	2.1 (1.90~2.25)
	VII I		2.8 (2.50~3.05)	3.5 (3.35~3.55)	4.2 (4.01~4.40)	4.1 (4.00~4.25)	3.8 (3.50~3.95)
	VII J			3.5 (3.20~3.75)	4.2 (3.55~4.30)	4.1 (3.65~4.85)	3.2 (3.05~3.40)
	VII K		2.2 (2.15~2.30)	2.0 (1.65~2.30)	4.1 (3.45~4.60)	4.0 (3.15~4.75)	4.9 (4.10~5.50)
	VII L			1.1 (1.00~1.10)	1.3 (1.10~1.50)	1.3 (0.95~1.50)	1.3 (1.20~1.35)
	VII M		1.3 (1.20~1.50)	2.3 (2.05~2.50)	2.1 (1.85~2.25)	2.2 (2.05~2.45)	2.3 (2.00~2.75)

注) 位置は辺心材の境を基準にして辺心材を イ, 心材外部から樹心に向かって 3 cm おきに ロ,
 Note) Each symbol イ, ロ, ハ……………indicates the measured part in the log. イ: sapwood,
 Brinell hardness. Average of four measured values.

位置におけるかたさ
 at green condition

 kg/mm²

へ	ト	チ	リ	ヌ	ル	平均 Mean
0.8 (0.70~0.85)	0.7 (0.65~0.70)	0.7 (0.65~0.75)	0.6 (0.55~0.65)	0.6 (0.50~0.60)	0.6 (0.55~0.70)	0.7 (0.50~0.85)
0.4 (0.30~0.50)	0.4 (0.35~0.50)					0.3 (0.25~0.50)
0.9 (0.80~1.05)						1.9 (0.80~2.85)
1.6 (1.50~1.65)						0.9 (0.60~1.65)
3.6 (3.45~3.75)						2.4 (1.45~3.75)
						1.8 (1.00~2.55)
1.0 (0.75~1.10)	0.7 (0.65~0.70)	0.7 (0.65~0.85)				0.9 (0.65~1.30)
2.7 (2.20~3.00)	2.3 (2.05~2.40)	3.0 (2.85~3.20)	2.6 (2.15~2.90)			2.2 (1.35~3.20)
5.3 (4.50~5.85)						3.9 (2.05~5.85)
						4.0 (3.40~5.10)
3.9 (3.35~4.35)						4.0 (1.70~6.05)
1.3 (1.30~1.40)	1.3 (1.05~1.40)	103 (1.25~1.40)				1.2 (1.00~1.40)
						2.1 (1.30~2.60)
0.6 (0.60~0.65)	0.5 (0.50~0.55)	0.6 (0.55~0.60)	0.5 (0.50~0.60)	0.5 (0.45~0.50)	0.6 (0.60~0.65)	0.6 (0.45~0.75)
0.4 (0.30~0.55)	0.4 (0.30~0.60)					0.4 (0.25~0.65)
0.6 (0.40~0.70)						1.8 (0.40~3.10)
1.3 (1.20~1.40)						0.9 (0.40~1.40)
3.3 (2.95~4.00)						2.3 (1.15~4.00)
						1.7 (0.90~2.40)
0.7 (0.60~0.75)	0.7 (0.60~0.75)	0.7 (0.60~0.75)				0.8 (0.60~1.25)
2.3 (2.05~2.55)	2.0 (1.80~2.10)	2.3 (1.90~2.60)	2.2 (2.05~2.25)			2.0 (1.10~2.60)
4.2 (3.80~4.75)						3.8 (2.50~4.75)
						3.8 (3.05~4.85)
3.7 (3.25~4.45)	3.8 (3.25~4.50)					3.5 (1.65~5.50)
1.2 (0.95~1.35)	1.1 (0.75~1.30)	1.0 (0.85~1.20)				1.2 (0.75~1.50)
						2.0 (1.20~2.75)

ハ、ニ…………とした。ブリネル硬度計による。4点の平均値。

ロ、ハ…………heartwood each 3 cm apart from the sapwood boundary toward the pith.

Table 2. 各 煮 沸 処 理 温 度,
Hardness of each logs at

原木番号 Mark of logs	煮沸温度 Temp. 煮沸時間 Time(hr)	60°C								
		無 処 理 Green condition	24	48	72	96	120	平 均 Mean	無 処 理 Green condition	24
VII A	平均 Mean	0.8	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.5
	範囲 Range	(0.7 ~0.9)	(0.6 ~0.7)	(0.7 ~0.9)	(0.6 ~0.7)	(0.6)	(0.6)	(0.6 ~0.9)	(0.7 ~0.9)	(0.4 ~0.6)
	比率* Ratio%	100	75	88	75	75	75	78	100	63
VII B	平均 Mean	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	
	範囲 Range	(0.5 ~0.6)	(0.5)	(0.4 ~0.5)	(0.4 ~0.5)	(0.3 ~0.5)	(0.3 ~0.4)	(0.3 ~0.6)	(0.5)	
	比率* Ratio%	100	100	80	80	80	60	80	100	
VII C	平均 Mean	2.7	2.1	2.1	2.1	2.1	1.9	2.1	2.4	1.4
	範囲 Range	(2.4 ~2.8)	(2.0 ~2.2)	(2.0 ~2.2)	(2.1 ~2.2)	(2.0 ~2.1)	(1.7 ~2.1)	(1.7 ~2.2)	(2.1 ~2.7)	(1.4 ~1.5)
	比率* Ratio%	100	78	78	78	78	70	76	100	58
VII D	平均 Mean	1.3	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.3	1.0
	範囲 Range	(1.3)	(1.0 ~1.2)	(1.1 ~1.2)	(0.9 ~1.2)	(1.0)	(0.9 ~1.0)	(0.9 ~1.2)	(1.3)	(1.0 ~1.1)
	比率* Ratio%	100	85	85	85	77	77	82	100	77
VII E	平均 Mean	2.8	2.6	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	3.0	2.1
	範囲 Range	(2.8 ~2.9)	(2.4 ~2.8)	(2.3 ~2.4)	(2.1 ~2.4)	(2.1 ~2.3)	(2.2 ~2.6)	(2.1 ~2.9)	(2.9 ~3.0)	(2.1 ~2.2)
	比率* Ratio%	100	93	82	82	82	82	84	100	70
VII F	平均 Mean	2.2	1.8	1.7	1.6	1.4	1.4	1.6	2.3	1.3
	範囲 Range	(2.0 ~2.5)	(1.6 ~2.0)	(1.5 ~1.9)	(1.5 ~1.8)	(1.3 ~1.6)	(1.2 ~1.5)	(1.2 ~2.0)	(2.2 ~2.4)	(1.2 ~1.3)
	比率* Ratio%	100	82	77	73	64	64	72	100	57
VII G	平均 Mean	1.4	1.1	1.3	1.2	1.1	1.0	1.1	1.4	0.8
	範囲 Range	(1.3 ~1.7)	(1.0 ~1.3)	(1.1 ~1.5)	(1.2 ~1.3)	(1.1 ~1.2)	(1.0 ~1.2)	(1.0 ~1.5)	(1.3 ~1.5)	(0.7 ~0.9)
	比率* Ratio%	100	79	93	86	79	71	82	100	57
VII H	平均 Mean	2.5	1.9	1.8	1.8	1.9	2.0	1.9	2.0	1.4
	範囲 Range	(2.2 ~2.9)	(1.6 ~2.2)	(1.6 ~2.0)	(1.7 ~2.0)	(1.7 ~2.1)	(1.8 ~2.3)	(1.6 ~2.3)	(1.9 ~2.1)	(1.3 ~1.6)
	比率* Ratio%	100	76	72	72	76	80	75	100	70
VII I	平均 Mean	4.2	3.4	3.1	3.1	3.0	2.9	3.1	4.4	3.0
	範囲 Range	(3.6 ~4.6)	(3.1 ~3.9)	(2.5 ~3.7)	(2.9 ~3.4)	(2.8 ~3.2)	(2.6 ~3.2)	(2.5 ~3.9)	(4.1 ~4.9)	(2.9 ~3.1)
	比率* Ratio%	100	81	74	74	72	69	74	100	68
VII J	平均 Mean	4.0	3.1	3.1	2.8	2.8	2.8	2.9	3.9	2.9
	範囲 Range	(3.9 ~4.2)	(3.1 ~3.2)	(2.9 ~3.2)	(2.8 ~3.2)	(2.6 ~3.0)	(2.8 ~2.9)	(2.6 ~3.2)	(3.7 ~4.1)	(2.7 ~3.3)
	比率* Ratio%	100	78	78	70	70	70	73	100	74
VII K	平均 Mean	5.0	3.6	3.8	3.6	3.4	3.7	3.6	5.5	3.3
	範囲 Range	(4.8 ~5.3)	(3.4 ~4.0)	(3.7 ~4.0)	(3.4 ~3.9)	(3.2 ~3.6)	(3.5 ~3.9)	(3.2 ~4.0)	(4.7 ~6.1)	(3.2 ~3.5)
	比率* Retio%	100	72	76	72	68	74	72	100	60
VII L	平均 Mean	1.2	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	1.3	0.8
	範囲 Range	(1.1 ~1.3)	(0.8 ~1.1)	(0.9 ~1.0)	(0.9 ~1.0)	(0.9 ~1.0)	(0.9 ~1.0)	(0.8 ~1.1)	(1.3 ~1.4)	(0.7 ~0.9)
	比率* Ratio%	100	75	83	83	75	75	78	100	62
VII M	平均 Mean	2.2	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	2.2	1.3
	範囲 Range	(2.1 ~2.4)	(1.7 ~2.0)	(1.7 ~1.9)	(1.6 ~1.8)	(1.5 ~1.8)	(1.6 ~1.7)	(1.5 ~2.0)	(2.1 ~2.3)	(1.1 ~1.5)
	比率* Ratio%	100	82	77	77	73	73	76	100	59

注) 板目面, 4点の平均値。

Note). Tangential face. Average of four measured values. * Green conditon 100%

時間におけるかたさ
 each cooking temperature

 kg/cm²

80°C					90°C						
48	72	96	120	平均 Mean	無処理 Green condition	24	48	72	96	120	平均 Mean
0.5 (0.5 ~0.6) 63	0.5 (0.5 ~0.6) 63	0.5 (0.5 ~0.6) 63	0.5 (0.5 ~0.6) 63	0.5 (0.4 ~0.6) 63	0.6 (0.6 ~0.7) 100	0.4 (0.4 ~0.5) 67	0.5 (0.5) 83	0.4 (0.4 ~0.5) 67	0.4 (0.3 ~0.5) 67	0.4 (0.4) 67	0.4 (0.3 ~0.5) 70
0.3 (0.2 ~0.4) 60	0.3 (0.3 ~0.4) 60	0.3 (0.2 ~0.4) 60	0.3 (0.2 ~0.4) 60	0.3 (0.2 ~0.4) 60	0.5 (0.5 ~0.6) 100	0.3 (0.3) 60	0.3 (0.2 ~0.3) 60	0.3 (0.3) 60	0.3 (0.3) 60	0.2 (0.2 ~0.3) 40	0.3 (0.2 ~0.3) 56
1.6 (1.5 ~1.7) 67	1.6 (1.4 ~1.7) 67	1.5 (1.4 ~1.8) 63	1.5 (1.4 ~1.7) 63	1.5 (1.4 ~1.8) 64	1.9 (1.8 ~2.1) 100	1.3 (1.2 ~1.6) 68	1.2 (1.2 ~1.3) 63	1.2 (1.2 ~1.3) 63	1.2 (1.2 ~1.3) 63	1.2 (1.2 ~1.3) 63	1.2 (1.2 ~1.6) 64
0.8 (0.8) 62	0.7 (0.7 ~0.8) 54	0.7 (0.7 ~0.8) 54	0.7 (0.7 ~0.8) 54	0.8 (0.7 ~1.1) 60	1.3 (1.2 ~1.4) 100	0.5 (0.5 ~0.6) 38	0.6 (0.6) 46	0.6 (0.6 ~0.7) 46	0.6 (0.5 ~0.7) 46	0.5 (0.4 ~0.5) 38	0.6 (0.4 ~0.7) 43
2.6 (2.4 ~2.7) 87	2.4 (2.3 ~2.5) 80	2.4 (2.2 ~2.5) 80	2.5 (2.5 ~2.6) 83	2.4 (2.1 ~2.7) 80	4.1 (3.6 ~4.5) 100	2.6 (2.5 ~2.8) 63	2.5 (2.3 ~2.9) 61	2.4 (2.4 ~2.6) 59	2.4 (2.2 ~2.6) 59	2.2 (2.2 ~2.5) 54	2.4 (2.2 ~2.9) 59
1.3 (1.2 ~1.4) 57	1.3 (1.3 ~1.4) 57	1.3 (1.3 ~1.4) 57	1.3 (1.2 ~1.4) 57	1.3 (1.2 ~1.4) 57	2.5 (2.2 ~2.7) 100	1.3 (1.2 ~1.4) 52	1.2 (1.1 ~1.4) 48	1.2 (1.2) 48	1.1 (1.1 ~1.2) 44	0.9 (0.9 ~1.0) 36	1.1 (0.9 ~1.4) 46
0.8 (0.7 ~0.9) 57	1.0 (1.0) 71	1.0 (1.0) 71	0.9 (0.9 ~1.0) 64	0.9 (0.7 ~1.0) 64	1.3 (1.2 ~1.5) 100	0.9 (0.7 ~1.1) 69	0.8 (0.7 ~1.0) 62	0.8 (0.6 ~0.8) 62	0.6 (0.6 ~0.7) 46	0.6 (0.5 ~0.7) 46	0.7 (0.5 ~1.1) 57
1.4 (1.2 ~1.6) 70	1.4 (1.4 ~1.5) 70	1.4 (1.3 ~1.6) 70	1.5 (1.4 ~1.6) 75	1.4 (1.2 ~1.6) 71	2.8 (2.5 ~3.1) 100	1.7 (1.6 ~1.9) 61	1.8 (1.7 ~1.9) 64	1.8 (1.7 ~1.9) 64	1.8 (1.7 ~2.0) 64	1.8 (1.7 ~2.1) 64	1.8 (1.6 ~2.1) 63
3.1 (2.9 ~3.3) 70	3.0 (2.9 ~3.2) 68	2.9 (2.7 ~3.0) 66	2.8 (2.7 ~3.0) 64	3.0 (2.7 ~3.3) 67	4.4 (3.5 ~4.9) 100	2.6 (2.4 ~2.9) 59	2.5 (2.2 ~2.7) 57	2.6 (2.3 ~3.0) 59	2.5 (2.1 ~2.9) 57	2.4 (2.0 ~2.7) 55	2.5 (2.0 ~3.0) 57
2.8 (2.7 ~2.9) 72	2.7 (2.7 ~2.8) 69	2.8 (2.7 ~2.8) 72	2.7 (2.7 ~2.8) 69	2.8 (2.7 ~3.3) 71	3.5 (3.3 ~3.8) 100	2.2 (2.0 ~2.4) 63	2.2 (2.1 ~2.2) 63	2.1 (2.0 ~2.2) 60	2.0 (1.9 ~2.1) 57	2.0 (1.9 ~2.1) 57	2.1 (1.9 ~2.4) 60
3.2 (3.0 ~3.5) 58	3.2 (3.0 ~3.4) 58	3.0 (2.7 ~3.4) 55	2.9 (2.9 ~3.1) 53	3.1 (2.7 ~3.5) 57	4.5 (4.4 ~4.7) 100	2.4 (2.1 ~2.7) 53	2.3 (2.1 ~2.6) 51	2.2 (2.1 ~2.4) 49	2.3 (2.2 ~2.4) 51	2.1 (2.0 ~2.4) 47	2.3 (2.0 ~2.7) 50
0.8 (0.8) 62	0.8 (0.8 ~0.9) 62	0.8 (0.7 ~0.8) 62	0.8 (0.7 ~0.9) 62	0.8 (0.7 ~0.9) 62	1.2 (1.1 ~1.3) 100	0.7 (0.7 ~0.8) 58	0.8 (0.7 ~0.8) 67	0.7 (0.6 ~0.8) 58	0.6 (0.6 ~0.7) 50	0.5 (0.5 ~0.6) 42	0.7 (0.5 ~0.8) 55
1.3 (1.2 ~1.4) 59	1.4 (1.3 ~1.4) 64	1.4 (1.3 ~1.4) 64	1.3 (1.3 ~1.4) 59	1.3 (1.1 ~1.5) 61	2.3 (2.1 ~2.5) 100	1.2 (1.1 ~1.4) 52	1.3 (1.2 ~1.4) 57	1.2 (1.1 ~1.3) 52	1.2 (1.1 ~1.3) 52	1.0 (0.9 ~1.2) 43	1.2 (0.9 ~1.4) 51

Table 3. 無処理材におけるヤング係数(E_b), 曲げ強さ(σ_b),
Young's modulus(E_b), bending strength(σ_b), and fictitious strain(ε_o)

原木番号 Mark of logs	位置 Measur. part	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)	平均 Mean
VII A	E_b (10^3kg/cm^2)	3.0 (2.9~3.1)	2.8 (2.7~2.9)	2.8 (2.7~2.9)	2.6 (2.3~2.7)		2.8 (2.3~3.1)
	σ_b (kg/cm^2)	47.6 (44.5~51.2)	43.0 (43.0)	48.1 (42.8~52.3)	45.9 (44.7~50.3)		46.2 (42.8~52.3)
	ε_o (%)	1.6	1.5	1.7	1.8		1.7
VII B	E_b (10^3kg/cm^2)	2.3 (1.9~2.5)	3.0 (2.8~3.1)	2.5 (2.0~3.0)	1.3 (1.0~1.5)		2.3 (1.0~3.1)
	σ_b (kg/cm^2)	42.5 (41.0~45.7)	48.5 (45.7~52.6)	44.7 (43.9~45.1)	24.5 (22.7~31.3)		40.0 (22.7~52.6)
	ε_o (%)	1.8	1.6	1.8	1.9		1.8
VII C	E_b (10^3kg/cm^2)		9.4 (8.5~10.1)	7.1 (6.5~8.3)	5.6 (5.5~5.9)		7.4 (5.5~10.1)
	σ_o (kg/cm^2)		110.6 (96.9~118.6)	95.4 (84.2~105.0)	90.8 (84.8~96.2)		99.0 (84.2~118.6)
	ε_o (%)		1.2	1.4	1.6		1.4
VII D	E_b (10^3kg/cm^2)	5.4 (4.8~5.7)	5.4 (4.9~5.6)	5.3 (4.9~5.5)	4.9 (4.7~5.2)		5.3 (4.7~5.7)
	σ_b (kg/cm^2)	72.2 (70.0~72.9)	77.3 (76.0~81.3)	91.1 (78.0~100.6)	74.3 (72.7~78.0)		78.7 (70.0~100.6)
	ε_o (%)	1.3	1.4	1.7	1.5		1.5
VII E	E_b (10^3kg/cm^2)	8.5 (8.2~8.6)	9.2 (8.7~9.7)	9.6 (8.6~10.1)	13.2 (12.2~14.2)		10.1 (8.2~14.2)
	σ_b (kg/cm^2)	106.3 (104.2~108.4)	119.9 (116.3~125.7)	116.1 (112.1~119.8)	107.2 (104.0~109.4)		112.4 (104.0~125.7)
	ε_o (%)	1.3	1.3	1.2	0.8		1.2
VII F	E_b (10^3kg/cm^2)	5.8 (5.6~6.0)	7.4 (6.8~8.0)	8.0 (7.2~9.3)			7.1 (5.6~9.3)
	σ_b (kg/cm^2)	69.5 (65.2~71.9)	92.8 (85.7~99.5)	86.3 (84.0~89.8)			82.8 (65.2~99.5)
	ε_o (%)	1.2	1.3	1.1			1.2
VII G	E_b (10^3kg/cm^2)		4.3 (4.1~4.6)	3.7 (3.5~3.9)	2.9 (2.7~3.0)		3.6 (2.7~4.6)
	σ_b (kg/cm^2)		65.8 (63.9~69.3)	59.2 (58.3~62.5)	51.4 (49.2~54.5)		58.8 (49.2~69.3)
	ε_o (%)		1.5	1.6	1.8		1.6

最大比例変形度(ε_0) (横曲げ試験による)

of each logs at green condition (Direction of grain is perpendicular to the span)

原木番号 Mark of logs	位置 Measur. part	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)	平均 Mean
VII H	E_b (10^3kg/cm^2)	7.4 (7.1~9.6)	9.4 (8.7~9.6)	10.5 (10.1~10.9)	13.0 (12.8~13.9)		10.1 (7.1~13.9)
	σ_b (kg/cm^2)	80.5 (76.2~83.1)	95.8 (91.1~100.2)	98.9 (85.7~105.3)	123.4 (112.8~132.6)		99.7 (76.2~132.6)
	ε_0 (%)	1.2	1.0	0.9	1.0		1.0
VII I	E_b (10^3kg/cm^2)	10.9 (10.3~11.6)	13.3 (11.7~14.9)	13.7 (12.8~15.0)	15.2 (13.3~17.1)		13.3 (10.3~17.1)
	σ_b (kg/cm^2)	119.6 (110.8~131.6)	154.7 (150.1~160.7)	151.0 (138.0~152.9)	154.1 (146.9~163.3)		144.8 (110.8~163.3)
	ε_0 (%)	1.1	1.2	1.1	1.0		1.1
VII J	E_b (10^3kg/cm^2)	12.3 (11.7~12.9)	12.9 (12.0~13.9)	11.6 (11.0~12.0)	10.1 (9.2~10.6)		11.7 (9.2~13.9)
	σ_b (kg/cm^2)	137.6 (134.6~142.4)	146.0 (139.7~150.1)	132.4 (124.0~139.0)	124.1 (121.2~129.2)		135.0 (121.2~150.1)
	ε_0 (%)	1.1	1.1	1.1	1.2		1.1
VII K	E_b (10^3kg/cm^2)	8.3 (7.8~8.5)	7.5 (6.9~8.2)	11.0 (9.5~11.7)	12.2 (11.6~12.8)	10.4 (10.0~10.9)	9.9 (6.8~12.8)
	σ_b (kg/cm^2)	104.1 (98.7~109.6)	98.7 (96.6~101.9)	121.6 (120.9~123.5)	142.3 (131.0~152.6)	156.0 (147.3~163.7)	124.6 (96.6~163.7)
	ε_0 (%)	1.3	1.3	1.1	1.2	1.5	1.3
VII L	E_b (10^3kg/cm^2)		5.0 (4.9~5.2)	3.7 (3.5~4.0)	3.7 (3.5~3.8)		4.1 (3.5~5.2)
	σ_b (kg/cm^2)		60.4 (57.2~62.5)	56.7 (55.9~58.3)	54.1 (49.6~57.2)		57.1 (49.6~62.5)
	ε_0 (%)		1.2	1.5	1.5		1.4
VII M	E_b (10^3kg/cm^2)	5.9 (5.7~6.3)	7.6 (6.7~8.3)	8.2 (7.9~8.4)			7.2 (5.7~8.4)
	σ_b (kg/cm^2)	75.3 (73.1~78.4)	86.0 (83.8~89.1)	93.4 (92.0~95.1)			84.9 (73.1~95.1)
	ε_0 (%)	1.3	1.1	1.1			1.2

注) 位置は辺心材の境を基準にして辺材を(イ), 心材外部から樹心に向かって5~6cmおきに(ロ), (ハ).....とした。5本の平均値。Note) Each symbol (イ), (ロ), (ハ).....indicates the measured part in the log. (イ): sapwood, (ロ), (ハ).....:heartwood, each 5~6 cm apart from the sapwood boundary toward the pith. Average of five measured values.

Table 4. 各煮沸温度、時間におけるヤング係数 (E_b),
YOUNG's modulus (E_b), bending strength (σ_b), and fictitious strain (ε_0) of each logs at

原木 番号 Mark of logs	煮沸温度 Temp. 煮沸時間 (hr) Time	60°C								
		無 処 理 Green condition	24	48	72	96	120	平 均 Mean	無 処 理 Green condition	24
VII A	E_b (10^3kg/cm^2)	2.8 (2.7 ~2.9)		1.8 (1.7 ~1.9)		1.8 (1.8 ~1.9)	1.7 (1.6 ~1.7)	1.8 (1.6 ~1.9)	2.8 (2.7 ~3.0)	1.4 (1.3 ~1.5)
	比率(%) Ratio*	100		66		66	60	64	100	49
	σ_b (kg/cm^2)	48.1 (42.8 ~52.3)		33.3 (30.6 ~36.1)		35.2 (30.0 ~40.7)	36.3 (36.3)	34.9 (30.0 ~36.3)	43.0 (43.0)	31.5 (30.1 ~35.3)
	比率(%) Ratio*	100		69.2		73.2	75.5	72.6	100	73
	ε_0 (%)	1.7		1.8		1.9	2.2	2.0	1.5	2.3
	比率(%) Ratio*	100		106		112	125	114	100	150
VII B	E_b (10^3kg/cm^2)	2.5 (2.0 ~3.0)		1.1 (1.1 ~1.2)		1.0 (1.0)	1.0 (1.0)	1.0 (1.0 ~1.2)	2.5 (2.0 ~3.0)	0.7 (0.6 ~0.7)
	比率(%) Ratio*	100		45		40	40	42	100	26
	σ_b (kg/cm^2)	44.7 (43.9 ~45.1)		28.6 (27.9 ~30.6)		27.6 (27.4 ~28.0)	29.2 (28.8 ~29.4)	2.8 (27.4 ~30.6)	44.7 (43.9 ~45.1)	25.4 (23.3 ~29.1)
	比率(%) Ratio*	100		64		62	65	64	100	57
	ε_0 (%)	1.8		2.6		2.8	3.0	2.8	1.8	3.9
	比率(%) Ratio*	100		142		154	164	153	100	219
VII C	E_b (10^3kg/cm^2)	9.4 (9.1 ~10.1)		6.2 (6.0 ~6.4)		6.0 (5.5 ~6.3)	5.8 (5.4 ~6.4)	6.0 (5.4 ~6.4)	7.1 (6.5 ~8.3)	4.1 (3.7 ~4.6)
	比率(%) Ratio*	100		66		63	62	64	100	58
	σ_b (kg/cm^2)	110.9 (96.8 ~118.6)		99.2 (95.6 ~102.9)		86.6 (84.2 ~91.4)	87.9 (83.1 ~95.6)	91.2 (83.1 ~102.9)	95.4 (84.2 ~105.0)	73.6 (70.7 ~78.0)
	比率(%) Ratio*	100		89		78	79	82	100	77
	ε_0 (%)	1.2		1.6		1.5	1.5	1.5	1.4	1.8
	比率(%) Ratio*	100		136		128	128	131	100	133
VII D	E_b (10^3kg/cm^2)	5.4 (4.9 ~5.6)		3.2 (3.1 ~3.4)		3.7 (3.7 ~3.9)	3.7 (3.4 ~3.9)	3.5 (3.1 ~3.9)	5.3 (4.9 ~5.5)	1.9 (1.7 ~2.0)
	比率(%) Ratio*	100		60		69	69	66	100	35
	σ_b (kg/cm^2)	77.3 (75.7 ~81.3)		60.5 (56.6 ~71.2)		63.2 (57.4 ~69.7)	64.7 (64.7 ~64.9)	62.8 (56.6 ~71.2)	91.1 (78.0 ~100.6)	47.2 (43.7 ~48.6)
	比率(%) Ratio*	100		78		82	84	81	100	52
	ε_0 (%)	1.4		1.9		1.7	1.8	1.8	1.7	2.5
	比率(%) Ratio*	100		130		119	122	124	100	146
VII E	E_b (10^3kg/cm^2)	13.2 (12.6 ~14.2)		7.9 (7.4 ~8.3)		9.6 (9.3 ~9.9)	9.3 (8.6 ~9.6)	8.9 (7.4 ~9.9)	9.6 (8.6 ~10.1)	4.8 (4.4 ~5.6)
	比率(%) Ratio*	100		60		73	70	68	100	50
	σ_b (kg/cm^2)	107.2 (104.0 ~109.4)		88.6 (85.4 ~92.3)		86.0 (79.2 ~92.8)	91.7 (86.5 ~91.7)	88.8 (79.2 ~92.8)	116.1 (112.1 ~119.8)	76.6 (75.4 ~78.1)
	比率(%) Ratio*	100		83		80	86	83	100	66
	ε_0 (%)	0.8		1.1		0.9	1.0	1.0	1.2	1.6
	比率(%) Ratio*	100		138		110	122	123	100	131

曲げ強さ (σ_b), 最大比例変形度 (ϵ_0) (横曲げ試験による)

each cooking temperature and time (Direction of grain is perpendicular to the span)

80°C					90°C						
48	72	96	120	平均 Mean	無処理 Green condition	24	48	72	96	120	平均 Mean
1.2 (1.1 ~1.5) 43	1.3 (1.2 ~1.5) 47	1.2 (1.1 ~1.3) 43	1.1 (1.0 ~1.1) 39	1.2 (1.0 ~1.5) 44	2.8 (2.7 ~2.9) 100	0.7 (0.6 ~0.7) 25		0.8 (0.8 ~0.9) 30		0.9 (0.8 ~0.9) 31	0.8 (0.6 ~0.9) 29
29.4 (27.4 ~32.6) 68	31.8 (28.6 ~33.4) 74	29.3 (27.9 ~33.4) 68	28.6 (27.2 ~30.6) 69	30.3 (21.2 ~35.3) 70	48.1 (42.8 ~52.3) 100	27.1 (26.7 ~27.3) 56		27.0 (26.8 ~27.4) 56		28.4 (26.4 ~32.0) 59	27.5 (26.4 ~32.0) 57
2.4 158	2.4 158	2.4 158	2.6 169	2.4 159	1.7 100	3.9 227		3.3 193		3.3 193	3.5 2.4
0.6 (0.6) 25	0.6 (0.6) 25	0.6 (0.5 ~0.7) 25	0.6 (0.5 ~0.6) 25	0.6 (0.5 ~0.7) 25							
26.6 (22.6 ~28.6) 60	28.0 (22.8 ~33.7) 63	28.1 (27.9 ~28.6) 63	23.6 (22.2 ~27.4) 53	26.3 (22.2 ~33.7) 59							
4.3 241	4.5 252	4.8 268	4.1 229	4.3 242							
3.8 (3.6 ~3.9) 53	4.5 (4.1 ~4.9) 63	4.5 (4.2 ~4.9) 63	4.1 (3.9 ~4.2) 58	4.2 (3.6 ~4.9) 59	9.4 (8.4 ~10.1) 100	3.6 (3.5 ~3.7) 38		3.8 (3.6 ~4.1) 40		3.4 (3.0 ~3.7) 36	3.6 (3.0 ~4.1) 38
69.3 (63.9 ~72.2) 73	68.5 (61.7 ~77.3) 72	76.2 (72.1 ~81.9) 80	74.6 (72.2 ~77.7) 78	72.4 (61.7 ~81.9) 76	110.9 (96.9 ~118.0) 100	67.7 (66.7 ~69.5) 61		65.2 (61.4 ~72.1) 59		63.1 (61.3 ~66.7) 57	65.3 (61.3 ~72.1) 59
1.8 136	1.5 114	1.7 124	1.8 136	1.7 129	1.2 100	1.9 159		1.7 146		1.9 159	1.8 155
1.9 (1.6 ~2.0) 35	1.9 (1.8 ~1.9) 35	1.8 (1.6 ~1.9) 34	1.7 (1.5 ~2.0) 33	1.8 (1.5 ~2.0) 34	5.4 (4.9 ~5.6) 100	1.4 (1.1 ~1.5) 25		1.6 (1.4 ~1.8) 29		1.5 (1.4 ~1.6) 28	1.5 (1.1 ~1.8) 27
46.2 (42.9 ~49.0) 51	49.4 (47.8 ~52.3) 54	47.2 (43.5 ~48.7) 52	47.2 (43.4 ~48.7) 52	47.4 (42.9 ~52.3) 52	77.3 (75.7 ~81.3) 100	47.6 (43.7 ~50.2) 62		42.9 (40.8 ~44.4) 56		41.9 (41.1 ~42.7) 54	44.1 (40.8 ~50.2) 57
2.5 145	2.7 154	2.7 154	2.8 160	2.6 152	1.4 100	3.5 243		2.7 190		2.8 195	3.0 209
6.9 (5.9 ~7.5) 73	6.2 (5.7 ~7.0) 65	8.0 (5.7 ~8.6) 84	6.5 (6.2 ~6.9) 68	6.5 (4.4 ~8.6) 68	9.2 (8.7 ~9.7) 100	4.6 (4.5 ~4.6) 50		5.3 (3.5 ~6.4) 58		6.7 (6.2 ~7.6) 73	5.5 (3.5 ~7.6) 60
80.5 (79.6 ~82.3) 69	73.4 (67.0 ~83.5) 63	76.1 (67.0 ~85.3) 66	86.6 (86.1 ~87.1) 75	78.6 (67.0 ~87.1) 68	119.9 (115.3 ~125.7) 100	81.1 (78.1 ~85.6) 68		72.4 (65.7 ~76.6) 60		72.6 (70.8 ~75.6) 61	75.4 (65.7 ~85.6) 63
1.2 98	1.2 98	1.0 79	1.3 110	1.3 103	1.3 100	1.8 135		1.4 104		1.1 83	1.4 107

Table 4. (つづき)

原木 番号 Mark of logs	煮沸温度 Temp.	60°C								
	煮沸時間 (hr) Time	無 処 理 Green condition	24	48	72	96	120	平 均 Mean	無 処 理 Green condition	24
VII F	E_b (10^3kg/cm^2)	8.0 (7.2 ~9.3)		4.5 (4.3 ~5.0)		4.8 (4.4 ~5.9)	4.3 (4.2 ~4.5)	4.5 (4.2 ~5.9)	7.4 (6.8 ~8.0)	3.3 (2.8 ~3.9)
	比率(%) Ratio*	100		57		60	54	57	100	46
	σ_b (kg/cm^2)	86.3 (84.0 ~89.8)		72.6 (71.7 ~73.1)		69.3 (63.3 ~74.1)	65.9 (63.4 ~67.7)	69.3 (63.3 ~74.1)	92.8 (85.7 ~99.5)	61.9 (57.6 ~64.2)
	比率(%) Ratio*	100		84		80	76	80	100	67
	ε_0 (%)	1.1		1.6		1.4	1.5	1.5	1.3	1.9
	比率(%) Ratio*	100		150		135	142	142	100	147
VII G	E_b (10^3kg/cm^2)	3.7 (3.5 ~3.9)		2.7 (2.6 ~2.7)		2.5 (2.3 ~2.9)	2.5 (2.4 ~2.5)	2.6 (2.3 ~2.9)	2.9 (2.7 ~3.0)	1.5 (1.2 ~1.7)
	比率(%) Ratio*	100		72		68	66	69	100	52
	σ_b (kg/cm^2)	59.2 (58.3 ~62.5)		47.8 (45.2 ~50.7)		47.4 (47.3 ~47.5)	48.1 (44.3 ~49.7)	47.8 (44.3 ~50.7)	51.4 (49.2 ~54.5)	41.4 (39.0 ~45.3)
	比率(%) Ratio*	100		81		80	81	81	100	81
	ε_0 (%)	1.6		1.8		1.9	2.0	1.9	1.8	2.8
	比率(%) Ratio*	100		113		119	123	118	100	157
VII H	E_b (10^3kg/cm^2)	10.5 (10.1 ~10.9)		6.7 (6.4 ~7.3)		6.8 (6.6 ~7.0)	7.0 (6.8 ~7.4)	6.8 (6.4 ~7.4)	13.0 (12.8 ~13.9)	5.4 (4.4 ~6.6)
	比率(%) Ratio*	100		64		65	66	65	100	41
	σ_b (kg/cm^2)	98.9 (85.7 ~105.3)		87.6 (82.7 ~97.1)		90.4 (88.4 ~96.1)	92.9 (85.9 ~101.5)	90.3 (82.7 ~101.5)	123.4 (112.8 ~132.6)	72.9 (70.3 ~75.4)
	比率(%) Ratio*	100		89		91	94	91	100	59
	ε_0 (%)	0.9		1.3		1.3	1.3	1.3	1.0	1.4
	比率(%) Ratio*	100		138		138	138	138	100	140
VII I	E_b (10^3kg/cm^2)	13.7 (12.8 ~15.0)		8.4 (7.8 ~8.9)		8.0 (7.5 ~8.6)	9.0 (8.8 ~9.2)	8.5 (7.5 ~9.2)	15.2 (13.3 ~17.1)	7.0 (6.1 ~7.9)
	比率(%) Ratio*	100		61		58	66	62	100	46
	σ_b (kg/cm^2)	151.0 (138.0 ~163.2)		112.1 (94.9 ~128.5)		113.1 (109.5 ~119.8)	129.5 (121.6 ~133.9)	118.2 (94.9 ~133.9)	154.1 (146.9 ~163.3)	89.8 (83.0 ~93.9)
	比率(%) Ratio*	100		74		75	86	78	100	58
	ε_0 (%)	1.1		1.3		1.4	1.4	1.4	1.0	1.3
	比率(%) Ratio*	100		121		130	130	127	100	130
VII J	E_b (10^3kg/cm^2)	10.1 (9.2 ~10.6)		7.4 (7.1 ~7.9)		6.9 (6.2 ~7.7)	6.4 (6.1 ~6.6)	6.9 (6.1 ~7.9)	11.6 (11.0 ~12.0)	6.5 (6.1 ~7.0)
	比率(%) Ratio*	100		73		68	63	68	100	57
	σ_b (kg/cm^2)	124.1 (121.2 ~129.2)		100.4 (98.4 ~103.9)		92.1 (84.8 ~94.8)	87.4 (83.1 ~90.7)	93.3 (83.1 ~103.9)	132.4 (124.0 ~139.2)	98.3 (98.2 ~98.4)
	比率(%) Ratio*	100		81		74	70	75	100	74
	ε_0 (%)	1.2		1.4		1.3	1.4	1.4	1.1	1.5
	比率(%) Ratio*	100		110		109	111	110	100	136

(Continued)

80°C					90°C						
48	72	96	120	平均 Mean	無処理 Green condition	24	48	72	96	120	平均 Mean
3.6 (3.0 ~4.9) 49	3.4 (3.3 ~3.5) 47	3.4 (3.2 ~3.7) 47	3.3 (3.1 ~3.4) 45	3.4 (2.8 ~4.9) 47	8.0 (7.2 ~9.3) 100	2.5 (2.3 ~3.0) 31				2.5 (2.2 ~2.6) 31	2.5 (2.2 ~3.0) 31
62.8 (61.0 ~64.2) 68	62.9 (58.9 ~64.2) 68	61.6 (58.8 ~64.9) 66	60.2 (57.3 ~63.0) 65	61.9 (59.3 ~64.9) 67	86.3 (84.0 ~89.8) 100	59.1 (56.6 ~63.0) 69				57.1 (56.6 ~57.7) 66	58.1 (56.6 ~63.0) 68
1.8 138	1.8 138	1.8 138	1.8 138	1.8 140	1.1 100	2.4 218				2.3 209	2.4 222
1.5 (1.3 ~1.7) 52	1.4 (1.3 ~1.5) 47	1.5 (1.3 ~1.7) 52	1.5 (1.2 ~1.9) 52	1.5 (1.2 ~1.9) 51	4.3 (4.1 ~4.6) 100	1.3 (1.3 ~1.4) 31		1.2 (1.1 ~1.3) 28		1.4 (1.4) 32	1.3 (1.1 ~1.4) 30
37.1 (35.9 ~40.6) 72	37.0 (35.0 ~40.6) 72	38.3 (35.9 ~40.5) 75	37.1 (35.0 ~41.3) 72	38.2 (35.0 ~45.3) 74	65.8 (63.9 ~69.3) 100	36.7 (36.7) 56		39.3 (36.7 ~40.6) 60		33.1 (31.2 ~36.8) 50	36.4 (31.2 ~40.6) 55
2.6 142	2.7 152	2.5 138	2.5 138	2.6 145	1.5 100	2.8 187		3.2 213		2.4 160	2.8 187
5.3 (4.0 ~6.4) 40	5.8 (5.2 ~7.2) 45	4.8 (4.5 ~5.1) 44	4.9 (4.6 ~5.5) 45	5.2 (4.0 ~7.2) 43	9.4 (8.7 ~9.6) 100	4.4 (3.1 ~5.7) 47		3.9 (3.9) 42		3.6 (3.6 ~3.9) 39	4.0 (3.1 ~3.9) 43
77.3 (74.3 ~82.0) 63	82.6 (76.5 ~88.4) 67	79.2 (69.9 ~91.3) 64	77.2 (71.2 ~80.3) 63	77.8 (69.9 ~91.3) 63	95.8 (91.1 ~100.2) 100	74.9 (71.4 ~76.7) 78		74.8 (71.4 ~78.3) 78		72.5 (71.0 ~74.2) 76	74.1 (71.0 ~78.7) 77
1.5 155	1.4 151	1.7 175	1.6 165	1.5 157	1.0 100	1.7 166		1.9 188		2.0 196	1.9 183
6.0 (4.7 ~7.0) 40	5.7 (5.4 ~6.1) 38	6.3 (5.9 ~7.1) 42	5.7 (4.9 ~6.3) 38	6.1 (4.7 ~7.9) 41	13.3 (11.7 ~12.9) 100	3.9 (3.5 ~4.4) 29		3.9 (3.2 ~4.4) 29		4.4 (4.2 ~4.6) 33	4.1 (3.2 ~4.6) 30
75.6 (68.8 ~80.5) 49	89.4 (75.1 ~104.3) 58	102.5 (98.7 ~106.7) 67	90.7 (83.0 ~98.3) 59	89.6 (68.8 ~106.7) 58	154.7 (150.1 ~160.7) 100	83.3 (78.1 ~91.0) 54		83.2 (83.1 ~83.4) 54		80.0 (72.8 ~87.9) 52	82.2 (72.8 ~91.0) 53
1.3 130	1.6 160	1.6 160	1.6 160	1.5 148	1.2 100	2.2 185		2.1 184		1.8 158	2.0 176
7.7 (7.6 ~7.8) 66	5.7 (5.7) 50	6.4 (5.9 ~6.9) 56	6.3 (5.2 ~7.2) 55	6.5 (5.2 ~7.8) 57	12.9 (12.0 ~13.9) 100	7.2 (7.2) 56				4.3 (3.3 ~5.1) 34	5.8 (3.3 ~7.2) 45
82.4 (80.0 ~85.0) 62	82.4 (80.0 ~85.1) 62	84.9 (84.8 ~85.1) 64	85.1 (80.0 ~90.1) 64	86.6 (80.0 ~98.4) 65	146.0 (139.7 ~150.1) 100	84.6 (84.6) 58				82.7 (81.6 ~83.4) 57	83.7 (81.6 ~84.6) 58
1.1 98	1.4 130	1.3 119	1.3 121	1.3 121	1.1 100	1.2 104				1.9 169	1.6 137

Table 4. (つづき)

原木 番号 Mark of logs	煮沸温度 Temp. 煮沸時間 (hr) Time	60°C						平均 Mean	無 処 理 Green condition	
		無 処 理 Green condition	24	48	72	96	120		無 処 理 Green condition	24
VII K	E_b (10^3kg/cm^2)	11.0 (9.5 ~11.7)		7.0 (6.7 ~7.2)		7.2 (6.9 ~7.4)	7.3 (7.0 ~7.5)	7.2 (6.7 ~7.5)	12.2 (11.6 ~12.8)	4.7 (4.4 ~4.9)
	比率(%) Ratio*	100		64		66	67	66	100	38
	σ_b (kg/cm^2)	121.6 (120.9 ~123.5)		97.9 (83.4~ 111.8)		107.2 (101.1 ~111.6)	106.0 (100.2 ~111.7)	103.7 (83.4 ~111.8)	142.3 (131.0 ~152.6)	80.2 (69.6 ~85.4)
	比率(%) Ratio*	100		81		88	87	85	100	56
	ε_0 (%)	1.1		1.4		1.5	1.5	1.5	1.2	1.7
VII L	E_b (10^3kg/cm^2)	5.0 (4.9 ~5.2)		2.9 (2.8 ~3.1)		2.9 (2.9)	2.9 (2.7 ~3.2)	2.9 (2.7 ~3.2)	3.7 (3.5 ~4.0)	1.4 (1.3 ~1.5)
	比率(%) Ratio*	100		58		58	58	58	100	37
	σ_b (kg/cm^2)	60.4 (57.2 ~62.7)		44.7 (42.6 ~45.3)		43.3 (43.3)	43.0 (41.3 ~47.4)	43.7 (41.3 ~47.4)	56.7 (55.9 ~58.3)	39.2 (35.6 ~42.4)
	比率(%) Ratio*	100		74		72	71	72	100	69
	ε_0 (%)	1.2		1.6		1.5	1.5	1.5	1.5	2.8
VII M	E_b (10^3kg/cm^2)	7.6 (6.7 ~8.3)		5.4 (5.0 ~6.1)		5.6 (5.0 ~6.2)	5.9 (5.4 ~6.2)	5.6 (5.0 ~6.2)	8.2 (7.9 ~8.4)	3.1 (2.9 ~3.2)
	比率(%) Ratio*	100		71		73	77	74	100	39
	σ_b (kg/cm^2)	86.0 (83.8 ~89.1)		78.4 (71.2 ~84.6)		78.7 (71.4 ~81.7)	77.8 (72.6 ~83.8)	78.3 (71.2 ~84.6)	93.4 (92.0 ~95.1)	57.7 (56.4 ~61.6)
	比率(%) Ratio*	100		91		92	91	91	100	62
	ε_0 (%)	1.1		1.4		1.4	1.3	1.4	1.1	1.9
	比率(%) Ratio*	100		127		127	117	124	100	164

注) 4本の平均値

Note) Average of four measured values.

* Green condition 100%.

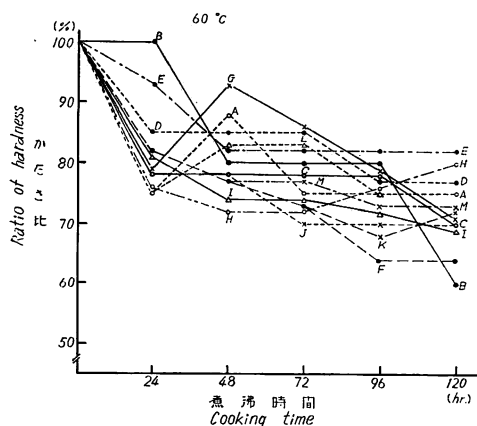


Fig. 2 各原木を 60°C で煮沸処理したときの各時間におけるかたさの低下率
Decrease of hardness of each logs at 60°C cooking temperature.

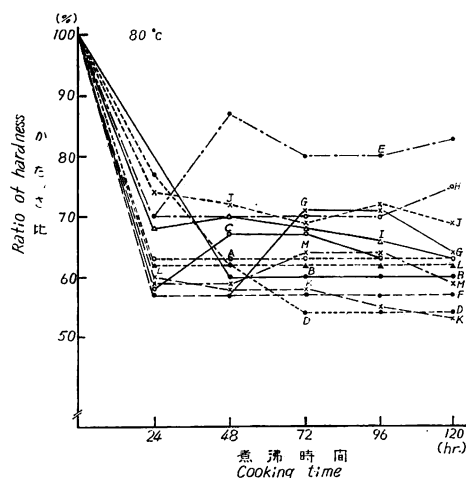


Fig. 3 各原木を 80°C で煮沸処理したときの各時間におけるかたさの低下率
Decrease of hardness of each logs at 80°C cooking temperature.

(Continued)

80°C					無 処 理 Green condition	90°C					平 均 Mean
48	72	96	120	平 均 Mean		24	48	72	96	120	
5.4 (4.5 ~6.3) 45	5.6 (4.6 ~6.4) 46	4.5 (4.1 ~5.1) 37	4.6 (4.4 ~4.7) 38	5.0 (4.1 ~6.4) 41	12.2 (11.6 ~12.8) 100	3.7 (2.9 ~4.3) 30		3.5 (3.2 ~3.8) 29		3.4 (2.7 ~4.3) 28	3.5 (2.7 ~4.3) 29
76.2 (72.1 ~80.1) 54	73.5 (71.0 ~78.0) 52	86.9 (81.8 ~94.0) 61	78.2 (69.5 ~88.8) 55	79.0 (69.5 ~94.0) 56	142.3 (131.0 ~152.6) 100	66.4 (58.6 ~71.0) 47		60.8 (56.5 ~69.5) 43		62.9 (58.8 ~65.5) 44	63.4 (56.5 ~71.0) 45
1.4 120	1.3 111	1.9 163	1.7 144	1.6 137	1.2 100	1.8 155		1.7 148		1.9 159	1.8 154
1.3 (1.2 ~1.5) 35	1.4 (1.2 ~1.5) 37	1.5 (1.5 ~1.6) 41	1.3 (1.1 ~1.4) 34	1.4 (1.1 ~1.6) 37	5.0 (4.9 ~5.2) 100	1.1 (1.0 ~1.2) 22		1.2 (1.1 ~1.2) 23		1.4 (1.3 ~1.6) 27	1.2 (1.0 ~1.6) 24
34.4 (30.1 ~36.1) 61	36.1 (35.4 ~36.9) 64	34.6 (31.0 ~36.1) 61	35.5 (30.7 ~39.1) 63	36.0 (30.1 ~42.4) 64	60.4 (57.2 ~62.7) 100	33.1 (32.8 ~33.4) 55		32.1 (30.1 ~35.3) 53		33.0 (30.2 ~34.9) 55	32.7 (30.1 ~35.3) 54
2.6 172	2.6 172	2.3 150	2.8 184	2.6 172	1.2 100	3.0 252		2.8 232		2.4 202	2.7 229
3.2 (3.0 ~3.5) 39	3.8 (3.5 ~4.3) 47	3.9 (3.5 ~4.1) 48	3.6 (3.5 ~3.8) 44	3.5 (3.0 ~4.3) 43	7.6 (6.7 ~8.3) 100	3.2 (2.9 ~3.5) 41				2.6 (2.3 ~2.8) 33	2.9 (2.3 ~3.5) 37
64.1 (61.4 ~72.1) 69	62.7 (57.4 ~68.0) 67	64.5 (61.4 ~67.0) 69	64.2 (61.4 ~66.8) 69	62.6 (56.4 ~72.1) 67	86.0 (83.8 ~89.1) 100	62.0 (61.6 ~62.8) 72				62.7 (62.4 ~63.0) 73	62.4 (61.6 ~63.0) 73
2.0 175	1.6 143	1.7 145	1.8 153	1.8 156	1.1 100	2.0 174				2.5 218	2.3 196

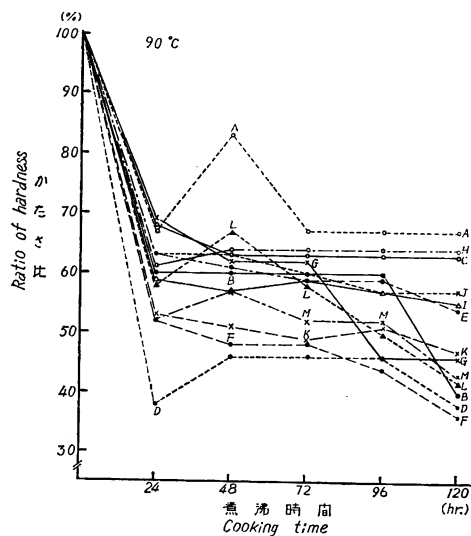
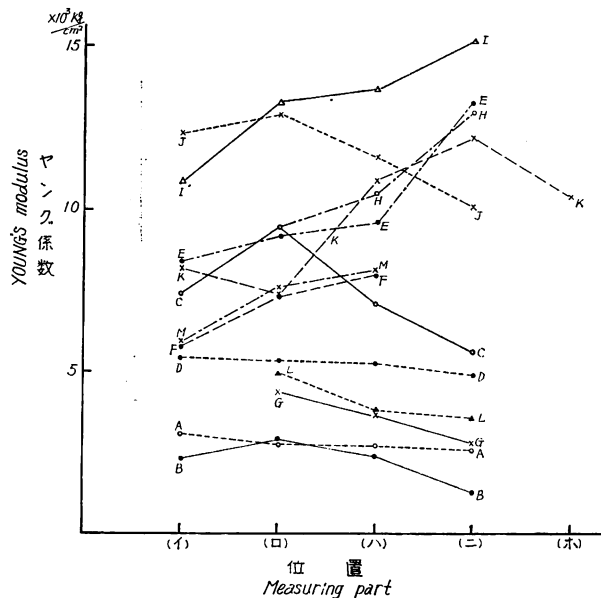


Fig. 4 各原木を 90°C で煮沸処理したときの
各時間におけるかたさの低下率
Decrease of hardness of each logs at
90°C cooking temperature.

各温度で煮沸したときのかたさおよびかたさの低下率を Table 2, Fig. 2~4 に示す。現在までの実験結果から、単板切削のかたさは少なくとも 1.0 kg/mm^2 以下が望ましい。これを考えると今回の 13 樹種のうちジェルトン(VII A), カラス(VII B), チャンパカ(VII D), ライト レッド メランチ(VII G)以外の 9 樹種は、処理温度には差があるとしても一応煮沸処理して切削することが理想的であろう。各温度で煮沸処理したときの低下率は、平均値で大略ではあるが 60°C で 80% ぐらい(無処理材 100%), 80°C で 65% ぐらい, 90°C で 55% ぐらいである。したがって、無処理材のかたさが 2.0 kg/mm^2 以上の原木は 90°C 以上の煮沸処理が必要といえる。

2) ヤング係数(E_b), 曲げ強さ(σ_b), 最大比例変形度(ϵ_0) (いずれも横曲げによる)

各原木の無処理材におけるこれらの値を Table 3, Fig. 5 に示す。 E_b はカラス(VII B)の $2.26 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ からパラウ(2)(VII I)の $13.3 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ まで、非常に差のある原木であった。また、各原木の位置による差は大略的にかたさの傾向と似ているともいえる。 ϵ_0 は一般的に E_b の低い原木が大きいといえる。また、内地材で E_b が同じぐらいの原木と比較すると、今回の樹種は一樣に低い数値を示している。したがって、内地材と比較してもろい(さくい)木といえよう。各温度で煮沸したときの E_b , σ_b , ϵ_0 およびこれらの変化率を Table 4, Fig. 6~11 に示す。現在までの実験結果より、大略ではあるが E_b は $2 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ ぐらい, ϵ_0 は 2.5% 以上の材質の原木から切削された単板の品質が良好であった。し



注) 位置は辺心材の境を基準にして辺材を(イ), 心材外部から 5~6 cm おきに樹心に向かって(ロ), (ハ),とした。5 本の平均値。
 Note) Each symbol (イ), (ロ), (ハ)..... indicates the measured part in the log.

(イ): sapwood, (ロ), (ハ).....: heartwood each 5~6 cm apart from the sapwood boundary toward the pith.

Fig. 5 無処理材の各原木位置におけるヤング係数 (横曲げによる).
 YOUNG's modulus of each logs at green condition.
 (Direction of grain is perpendicular to the span.)

たがって、一応これらの数値を目標にして煮沸処理をする必要があると考えている。

今回の 13 樹種のうちカラス (VII B) が他の樹種より極端に熱に対して影響をうけやすく、その反対にギアム (VII E) がうけにくい樹種のようなのである。このことは、他の試験結果を参照すればその原因も明らかになるかもしれない。この 2 樹種を例外とすれば、大略ではあるが、 E_b の低下率は 60°C で無処理材を 100% とすると約 65%, 80°C で約 50%, 90°C で約 35% と考えても大差はなかろう。これらの数値を内

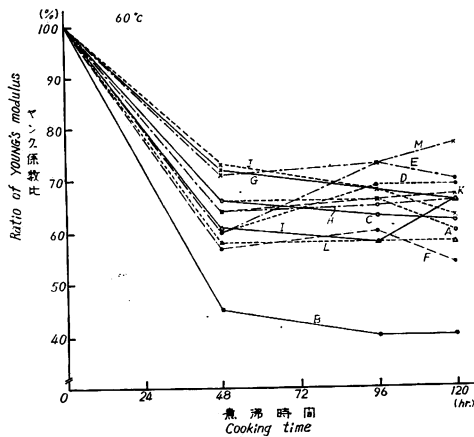


Fig. 6 各原木を 60°C で煮沸したときのヤング係数の低下率
Decrease of Young's modulus of each logs at 60°C cooking temperature.

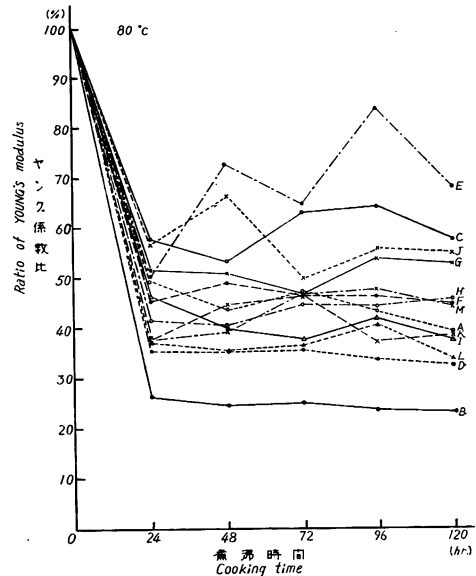


Fig. 7 各原木を 80°C で煮沸処理したときのヤング係数の低下率
Decrease of Young's modulus of each logs at 80°C cooking temperature.

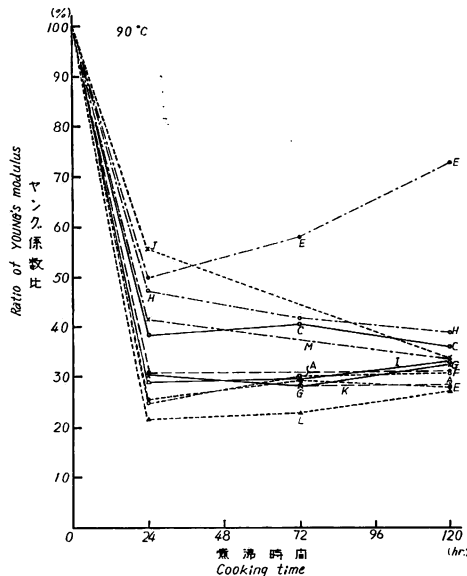


Fig. 8 各原木を 90°C で煮沸処理したときのヤング係数の低下率
Decrease of Young's modulus of each logs at 90°C cooking temperature.

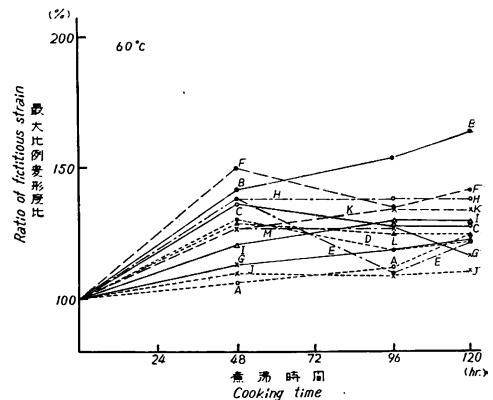


Fig. 9 各原木を 60°C で煮沸処理したときの最大比例変形度の増加率
Increase of fictitious strain of each logs at 60°C cooking temperature.

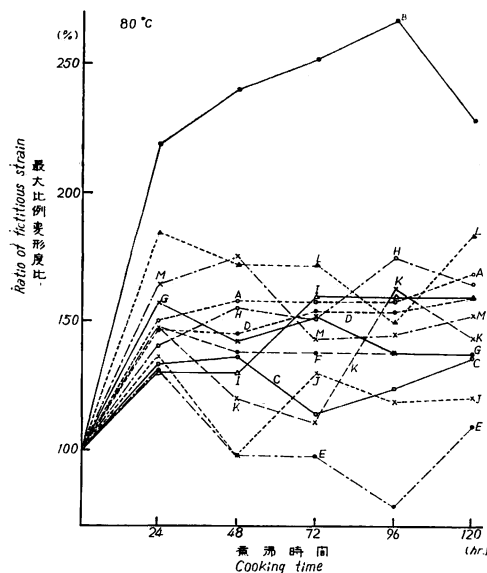


Fig. 10 各原木を 80°C で煮沸処理したときの最大比例変形度の増加率
Increase of fictitious strain of each logs at 80°C cooking temperature.

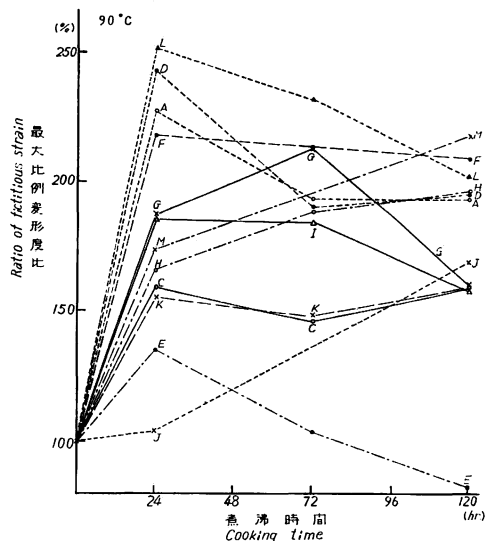


Fig. 11 各原木を 90°C で煮沸処理したときの最大比例変形度の増加率
Increase of fictitious strain of each logs at 90°C cooking temperature.

地産広葉樹と比較すると、60°C ではほぼ同じくらいであるが 80°C、90°C では 10% ぐらい高い数値である。すなわち、内地材より温度に対する影響が少ないといえよう。ただし、カラス (VII B) は内地材とほぼ同じ低下率を示している。

ε_0 の増加率は内地材では樹種による差がはなはだしく、各温度での増加率は求められなかったが今回の 13 樹種については、 E_b の低下率と同様、カラス、ギアムを除けば大略ではあるが、60°C では 120~130%、80°C では 140~150%、90°C では 180~190% ぐらいになるといえよう。したがって、 ε_0 を 2.5% 以上にしようとする煮沸温度の目安はつけうるであろう。また、ギアムの ε_0 が各温度で、増加率の差がほとんど現われなかったのに疑問がもたれる。

3) 切削割れ

切削割れのうち裏割率のみを Table 5 に示す。当実験室のロータリーでは、 E_b が $10 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ ぐらい以上の原木は切削できないので、今回の 13 樹種のうちパラウ (1) (VII H)、パラウ (2) (VII I)、パラウ (3) (VII J)、ボルネオ オーク (VII K) の 4 本は無処理では切削実験ができなかった。また、今回は試料原木量が少なかったため各温度煮沸処理は行なえず、無処理材の E_b をもとに低下率を考慮して、大略 $2 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ ぐらいを目標に煮沸温度を決めた。また、工場では実際に 90°C 以上で煮沸処理することは困難なので、最高温度は 90°C とした。

現在までの実験結果に示すように、今回の樹種も E_b が低く、 ε_0 が大きいものが裏割れ率が小さくなることはいえる (Table 5, 6 参照)。しかし、ギアムは E_b が高く、しかも、 ε_0 は少ないにもかかわらず、裏割れ率が比較的小く現われている。これは前記各項に記したように、他の樹種と異なった挙動を示しているからとも考えられるが、この原因は他の研究の結果より追求することとする。

Table 5. 無処理材および各温度で煮沸処理したときの裏割れ率
Rate of lathe check of each logs at green condition and each cooking temperature

(%)

原木番号 Mark of logs 刃口距離 Incline opening		VII A	VII B	VII C	VII D	VII E	VII F	VII G	VII H	VII I	VII J	VII K	VII L	VII M
送り厚さ Thickness of veneer 1.02 mm	無処理 Green condition	mm 0.99	31.5 (20~50)	23.5 (20~30)	48.8 (30~70)	39.1 (30~60)	25.9 (20~50)	44.4 (30~60)	44.0 (30~60)				36.9 (30~50)	38.4 (30~50)
		1.04	35.2 (20~60)	26.3 (20~40)	56.9 (40~80)	55.0 (40~70)	36.8 (20~60)	56.9 (40~80)	49.3 (40~60)				40.1 (30~60)	45.7 (30~60)
		1.09	35.5 (20~50)	28.4 (20~40)	64.3 (40~80)	54.5 (40~70)	47.2 (30~70)	65.6 (50~80)	58.0 (40~70)				46.1 (30~70)	48.8 (40~60)
	90°C	0.99			37.5 (30~50)		34.1 (20~60)	不明		31.1 (20~60)	35.0 (30~60)	45.2 (30~60)	不明	21.0 (20~30)
		1.04			45.4 (30~60)		38.3 (30~70)	20.0 (20)		39.6 (30~60)	45.7 (30~60)	56.5 (30~70)	22.2 (20~30)	23.1 (20~30)
		1.09			54.7 (40~70)		51.9 (30~70)	27.5 (20~50)		49.1 (30~60)	51.4 (30~70)	63.3 (50~70)	30.9 (20~40)	27.1 (20~40)
	80°C	0.99			20.0 (20)				23.2 (20~30)				20.0 (20)	
		1.04			20.0 (20)				31.0 (20~40)				21.1 (20~30)	
		1.09			20.0 (20)				35.9 (20~50)				23.0 (20~30)	
	60°C	0.99	20.0 (20)											
		1.04	20.0 (20)											
		1.09	23.8 (20~30)											

注) 刃物角: 21°, 逃角: 40~50' Note) Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50',

Table 6. Table 5 の裏割
Frequency of lathe

原木* ¹ 番号 刃口距離* ² (mm)	VII A			VII B			VII C			VII D			VII E			VII F		
裏割れ率* ³ (%)	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99
20 以下 Under 20	12.9 (4)	12 (3)	26.9 (7)	26.3 (5)	57.9 (11)	65 (13)	—	—	—	—	—	—	—	15.8 (3)	58.8 (10)	—	—	—
20~40	74.2 (23)	64 (16)	69.3 (18)	73.7 (14)	42.1 (8)	35 (7)	2.8 (1)	5.6 (2)	36.4 (12)	22.6 (7)	10 (3)	63.6 (21)	50 (9)	47.4 (9)	35.3 (6)	—	9.4 (3)	56.3 (18)
40~60	12.9 (4)	24 (6)	3.8 (1)	—	—	—	48.6 (17)	50 (18)	60.6 (20)	58.0 (18)	76.7 (23)	36.4 (12)	44.4 (8)	36.8 (7)	5.9 (1)	48.1 (13)	59.3 (19)	43.7 (16)
60~80	—	—	—	—	—	—	48.6 (17)	44.4 (16)	3.0 (1)	19.4 (6)	13.3 (4)	—	5.6 (1)	—	—	51.9 (14)	31.3 (10)	—
80 以上 Over 80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 cmあたり本数 Number of lathe check per cm	10.3	8.3	8.7	6.3	6.3	6.7	11.7	12.0	11.0	10.3	10.0	11.0	6.0	6.3	5.7	9.0	10.7	10.7

*1 Mark of logs, *2 Incline opening, *3 Rate of lathe check.

原木番号 Mark of logs	VII A			VII B			VII C			VII D			VII E			VII F		
煮沸* ⁴ 温度 刃口距離* ² (mm)	60°C			60°C			90°C			80°C			90°C			90°C		
裏割れ率 (%)	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99
20 以下 Under 20	62.5 (8)	100 (5)	100 (6)	—	—	—	—	—	—	100 (2)	100 (12)	100 (3)	—	—	—	50 (8)	—	—
20~40	37.5 (3)	—	—	—	—	—	23.3 (7)	50 (12)	79.2 (19)	—	—	—	29.0 (9)	75 (18)	18.5 (5)	43.8 (7)	—	—
40~60	—	—	—	—	—	—	56.7 (17)	50 (12)	20.8 (5)	—	—	—	61.3 (19)	20.8 (5)	63 (17)	6.2 (1)	—	—
60~80	—	—	—	—	—	—	20 (6)	—	—	—	—	—	9.7 (3)	4.2 (1)	18.5 (5)	—	—	—
80 以上 Over 80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 cmあたり本数 Number of lathe check per cm	8.0	5.0	6.0	—	—	—	10.0	8.4	8.0	2.0	4.0	3.0	10.3	8.0	8.0	5.3	—	—

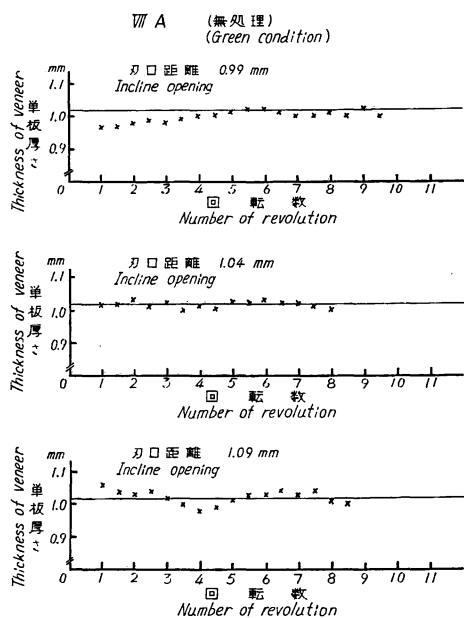
注) ()は裏割れ本数, 煮沸処理の時間は48時間

Note () Number of lathe check, Cooking time : 48hr, *4 Temperature

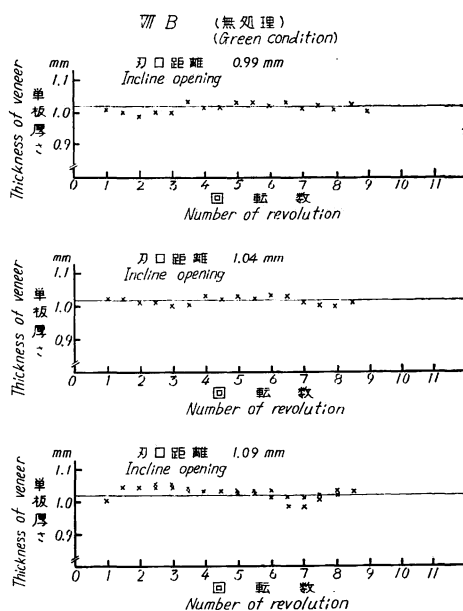
れ 率 の 頻 度
check on Table 5

VII G			VII H			VII I			VII J			VII K			VII L			VII M		
1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12 (3)	26.7 (8)	56.7 (17)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53.6 (15)	67.6 (23)	89.7 (24)	29.4 (5)	52.4 (11)	78.9 (15)
60 (15)	73.3 (22)	43.3 (13)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35.7 (10)	32.4 (11)	10.3 (3)	70.6 (12)	47.6 (10)	21.1 (4)
28 (7)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.7 (3)	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.3	10.0	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.0	11.3	9.7	5.7	7.0	6.3

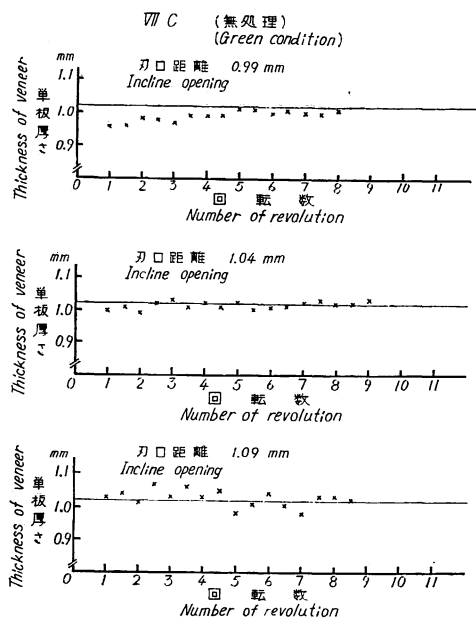
VII G			VII H			VII I			VII J			VII K			VII L			VII M		
80°C			90°C			90°C			90°C			90°C			80°C			90°C		
1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99	1.09	1.04	0.99
4.5 (1)	14.3 (3)	68.2 (15)	—	—	38.9 (7)	—	—	—	—	—	—	27.3 (3)	77.8 (7)	—	70 (14)	88.9 (16)	100 (8)	42.9 (6)	69.2 (9)	90 (9)
77.3 (17)	85.7 (18)	31.8 (7)	45.5 (10)	75 (18)	50 (9)	34.5 (10)	53.6 (15)	84.6 (22)	—	21.7 (5)	51.7 (15)	72.7 (8)	22.2 (2)	—	30 (6)	11.1 (2)	—	57.1 (8)	30.8 (4)	10 (1)
18.2 (4)	—	—	54.5 (12)	25 (6)	11.1 (2)	51.7 (15)	46.4 (13)	15.4 (4)	62.5 (14)	47.9 (11)	48.3 (14)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	13.8 (4)	—	—	37.5 (9)	30.4 (7)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.3	7.0	7.3	7.3	8.0	6.0	9.7	9.3	8.7	8.0	7.7	9.7	3.7	3.6	—	6.7	6.0	2.7	4.7	4.3	3.3



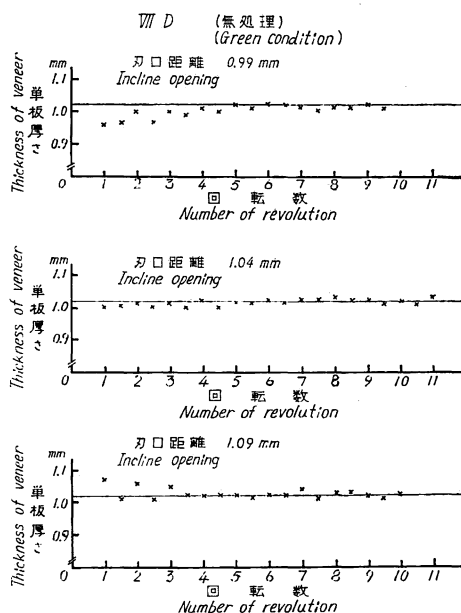
注) 刃物角: 21° , 逃角: $40\sim50'$
Note) Knife angle: 21° , Clearance angle: $40\sim50'$
Fig. 12 刃口距離と初期单板厚さ (VII A)
Thickness of veneer at the beginning of cutting
with each incline opening (VII A).



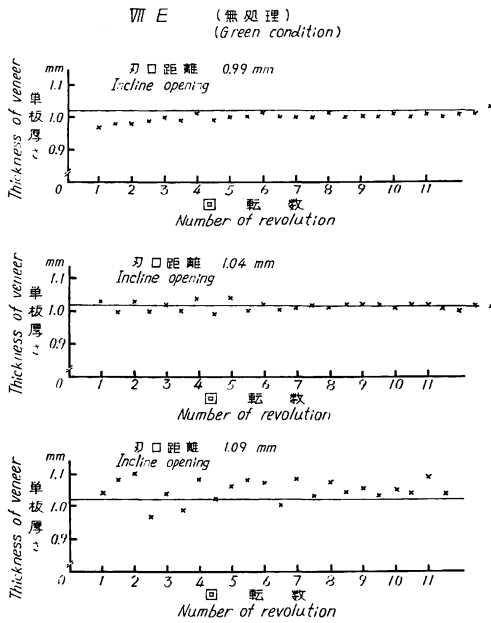
注) 刃物角: 21° , 逃角: $40\sim50'$
Note) Knife angle: 21° , Clearance angle: $40\sim50'$
Fig. 13 刃口距離と初期单板厚さ (VII B)
Thickness of veneer at the beginning of cutting
with each incline opening (VII B)



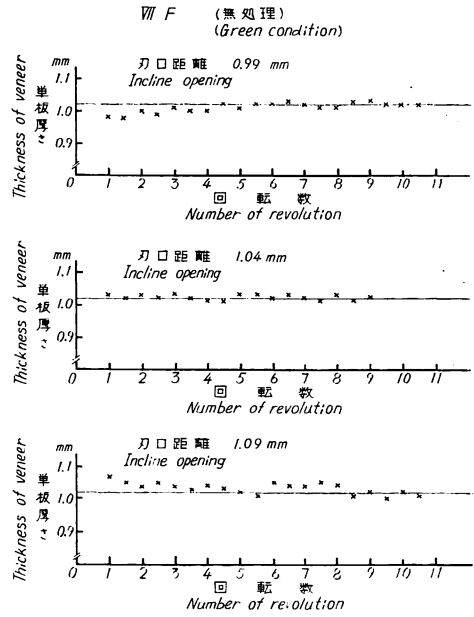
注) 刃物角: 21° , 逃角: $40\sim50'$
Note) Knife angle: 21° , Clearance angle: $40\sim50'$
Fig. 14 刃口距離と初期单板厚さ (VII C)
Thickness of veneer at the beginning of cutting
with each incline opening (VII C).



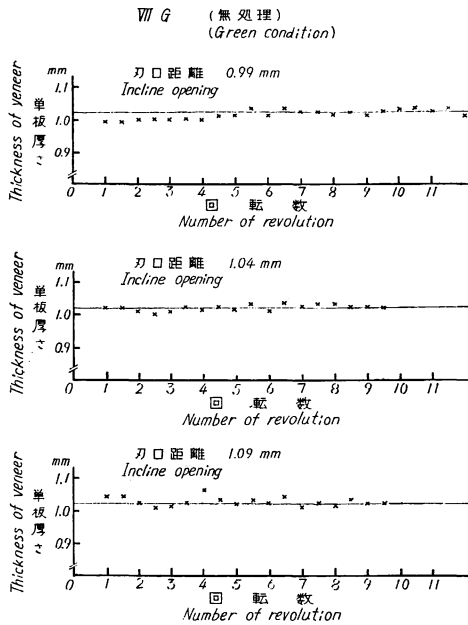
注) 刃物角: 21° , 逃角: $40\sim50'$
Note) Knife angle: 21° , Clearance angle: $40\sim50'$
Fig. 15 刃口距離と初期单板厚さ (VII D)
Thickness of veneer at the beginning of cutting
with each incline opening (VII D).



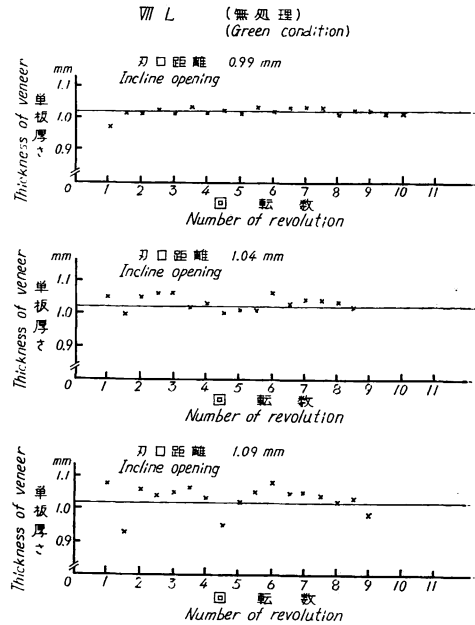
注) 刃物角: 21° , 逃角: $40\sim50'$
Note) Knife angle: 21° , Clearance angle: $40\sim50'$
Fig. 16 刃口距離と初期単板厚さ (VII E)
Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII E).



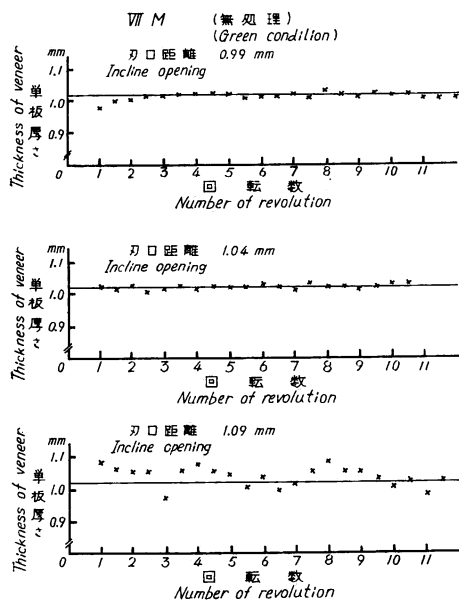
注) 刃物角: 21° , 逃角: $40\sim50'$
Note) Knife angle: 21° , Clearance angle: $40\sim50'$
Fig. 17 刃口距離と初期単板厚さ (VII F)
Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII F).



注) 刃物角: 21° , 逃角: $40\sim50'$
Note) Knife angle: 21° , Clearance angle: $40\sim50'$
Fig. 18 刃口距離と初期単板厚さ (VII G)
Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII G).



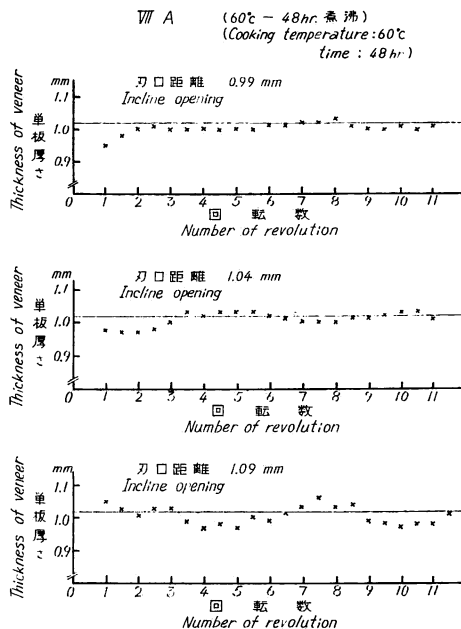
注) 刃物角: 21° , 逃角: $40\sim50'$
Note) Knife angle: 21° , Clearance angle: $40\sim50'$
Fig. 19 刃口距離と初期単板厚さ (VII L)
Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII L).



注) 刃物角: 21° , 逃角: $40\sim50'$

Note) Knife angle: 21° , Clearance angle: $40\sim50'$

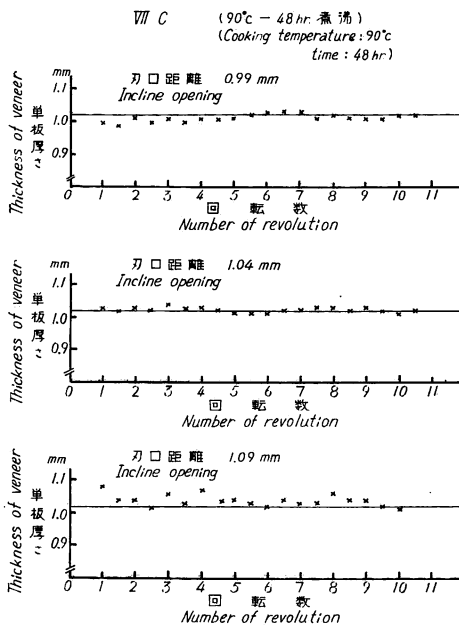
Fig. 20 刃口距離と初期単板厚さ (VII M)
Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII M).



注) 刃物角: 21° , 逃角: $40\sim50'$

Note) Knife angle: 21° , Clearance angle: $40\sim50'$

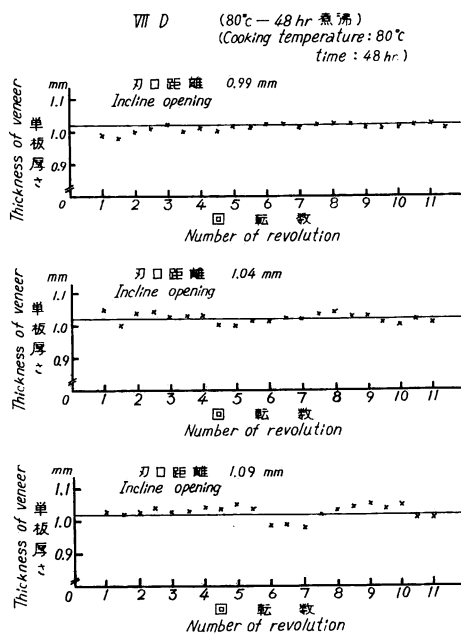
Fig. 21 刃口距離と初期単板厚さ (VII A)
Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII A).



注) 刃物角: 21° , 逃角: $40\sim50'$

Note) Knife angle: 21° , Clearance angle: $40\sim50'$

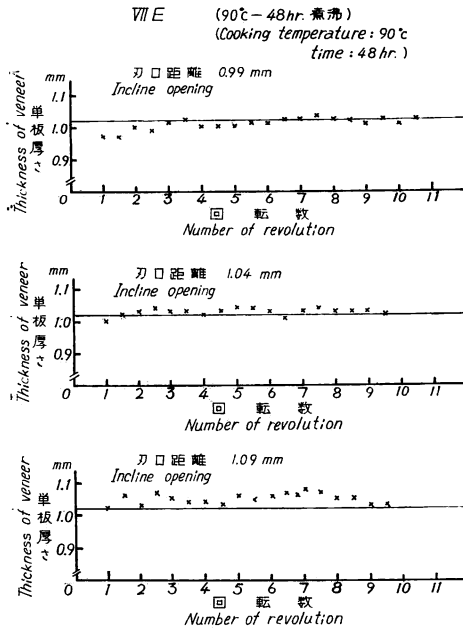
Fig. 22 刃口距離と初期単板厚さ (VII C)
Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII C).



注) 刃物角: 21° , 逃角: $40\sim50'$

Note) Knife angle: 21° , Clearance angle: $40\sim50'$

Fig. 23 刃口距離と初期単板厚さ (VII D)
Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII D).

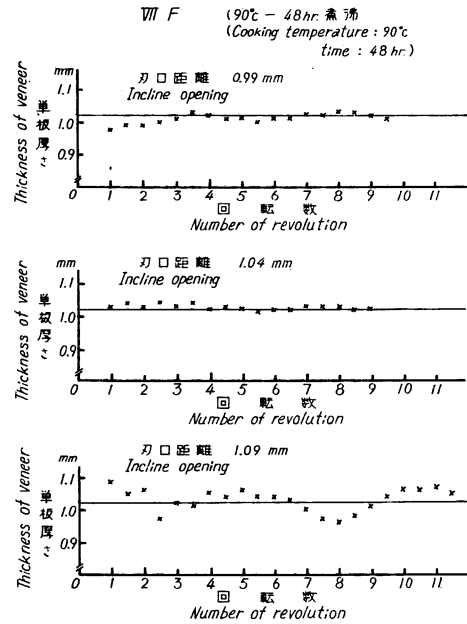


注) 刃物角: 21°, 逃角: 40~50'

(Note) Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50'

Fig. 24 刃口距離と初期単板厚さ (VII E)

Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII E).

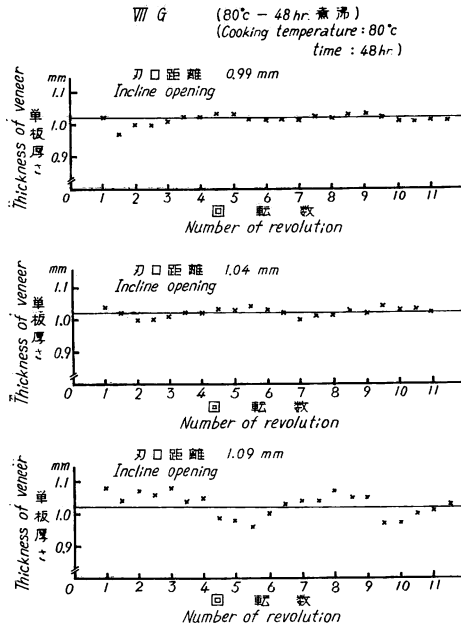


注) 刃物角: 21°, 逃角: 40~50'

(Note) Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50'

Fig. 25 刃口距離と初期単板厚さ (VII F)

Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII F).

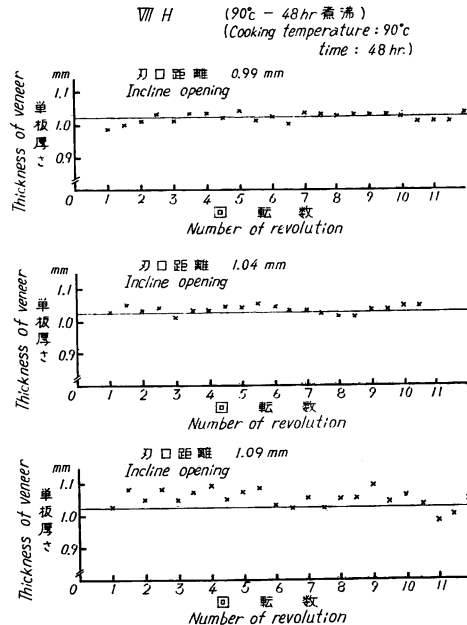


注) 刃物角: 21°, 逃角: 40~50'

(Note) Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50'

Fig. 26 刃口距離と初期単板厚さ (VII G)

Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII G).

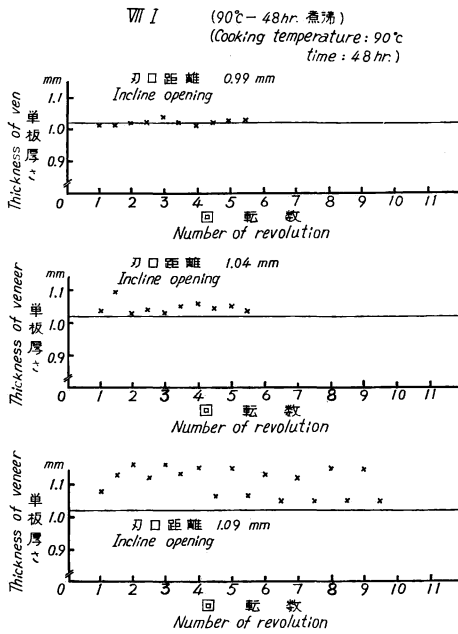


注) 刃物角: 21°, 逃角: 40~50'

(Note) Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50'

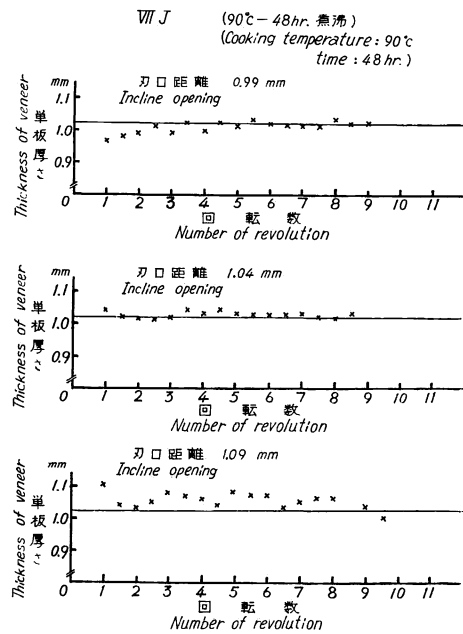
Fig. 27 刃口距離と初期単板厚さ (VII H)

Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII H).



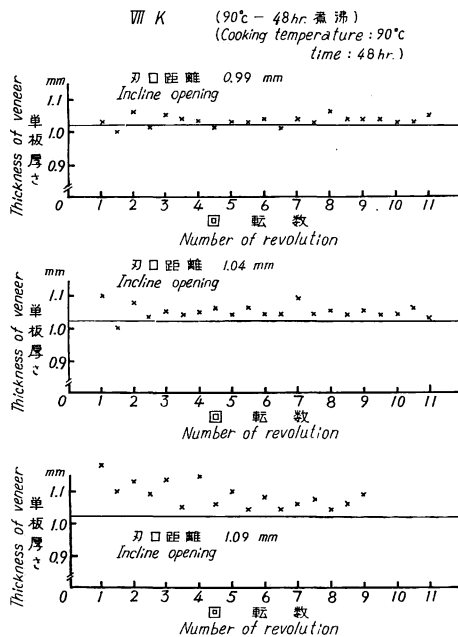
注) 刃物角: 21°, 逃角: 40~50'
Note) Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50'

Fig. 28 刃口距離と初期单板厚さ (VII I)
Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII I).



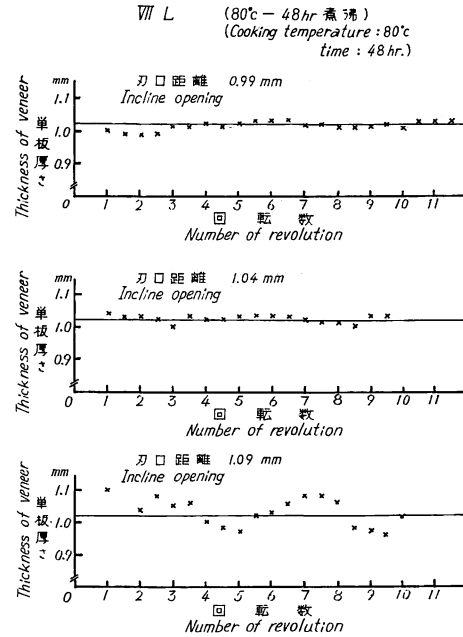
注) 刃物角: 21°, 逃角: 40~50'
Note) Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50'

Fig. 29 刃口距離と单板厚さ (VII J)
Thickness of veneer at the beginning with each incline opening (VII J).



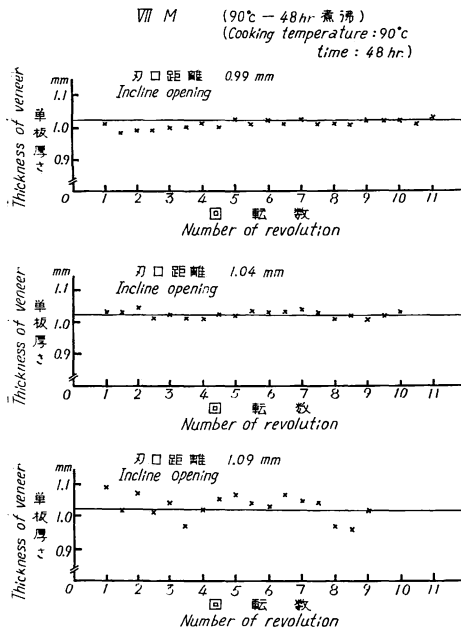
注) 刃物角: 21°, 逃角: 40~50'
Note) Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50'

Fig. 30 刃口距離と初期单板厚さ (VII K)
Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII K).



注) 刃物角: 21°, 逃角: 40~50'
Note) Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50'

Fig. 31 刃口距離と初期单板厚さ (VII L)
Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII L).



注) 刃物角: 21°, 逃角: 40~50'

(Note) Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50'

Fig. 32 刃口距離と初期単板厚さ (VII M)

Thickness of veneer at the beginning of cutting with each incline opening (VII M).

としては、刃物角 19°30'~20°, 刃口距離は 1.00 mm ぐらい (1.02 mm の送り厚さに対して), 煮沸処理を行えば刃物角 19° ぐらいでノーズバーによる圧縮は不要となろう。

チェンソーで玉切りしたとき、木口面に小さい割れが目だったが切削された単板には目立たなかった。

カ ラ ス (VII B)

原木径は現在の合板工場で使用しているものと比較すれば、若干細いのかもしれない。供試木が 1 本だったので確かなことはいえないが、入手したものに相当偏心もしており、しかも扁平材であった。その他切削上からの大きな欠点は見受けられなかった。かたさは非常にやわらかく (内地材ではサウ グルミ程度), E_b も低く、一見切削しやすいともいえるが、 E_b の値に比して ϵ_0 が低いので無処理材でノーズバーによる圧縮なしでは裏割れをなくすることはできないであろう。無処理材で E_b が $2 \times 10^8 \text{ kg/cm}^2$ ぐらいなので煮沸処理によって裏割れをなくしようとすると、毛ばち現象がおきることが予想されるので、一般に考えられている煮沸効果は望めないであろう。しかし 40°C ぐらいの煮沸、あるいは、いったん煮沸して、冷して切削する方法も考えられないこともない。

E_b , ϵ_0 が低いのでナイフの切れ味が単板の品質に関係することも考えられるので、研磨は刃型よりも、むしろ鋭利度に重点をおく必要があろう。切削条件としての刃物角は 17~18°, 刃口距離は 1.02 mm の送り厚さに対して 1.04 mm ぐらいが考えられる。

テ ラ リ ン (VII C)

供試したものは合板工場では小径木であろう。外観的には特に欠点はなかった。材色は赤く、しかもツヤがあり合板としての表板 (Face) 用として好まれるであろう。切削上からは、かたさはかたく (無処理

刃口距離をせばめることにより裏割れ率が減少することは当然であるが、Fig. 12~32 に示すように初期薄むけ現象がおこるので、これらの度合を考慮しなくてはならないだろう。すなわち、たとえば裏割れ率 30% 以下の単板を切削しようとする場合、刃口距離をせばめる方向で切削するか、適温で煮沸処理するか、これら両者を組み合わせて行なうかが実際には問題となろう。

以上の結果および現在まで行なった南洋材の切削試験の結果¹²⁾³⁾等を参照して、今回の 13 樹種の一応の切削条件および切削中の感じ等を略記する。

ジェルトン (VII A)

原木径も大きく外観的に特に欠点も見受けられず、かたさ E_b , ϵ_0 から一応無処理材 (生材) でも切削しやすい原木と思われる。理想的には低温度煮沸 (60°C ぐらい) が望まれるが、無処理切削でも現在の工場での単板品質を考慮するならばさしつかえはなかろう。無処理材の切削条件と

材で内地材のナラより若干かたい), しかも E_b が高いので, 単板の品質を考慮すればどうしても高温で煮沸することが必要条件となろう。90°C で煮沸すれば, 刃物角は 20° ぐらい, 刃口距離は 1.02 mm の送り厚さに対して 1.00 mm ぐらいで, 裏割れ率 30 数 % の単板が切削できよう。これ以上の品質を望むならば 90°C 以上の煮沸処理が必要となる。

チャンパカ (VII D)

入手された材は径もやや大きく, 外観的欠点も少なく, 合板用材としては適木と思われた。しかも試験した範囲では, かたさ, E_b , ϵ_0 等内地材のホオノキとほとんど差がなく(煮沸効果), 色も全く同じなので, もし現地に多量に蓄積があるならば実に有望材と思われる。切削条件としては, 無処理材では, E_b , ϵ_0 の数値からして裏割れ率 30% 以下の品質の単板は望みにくいが, 80°C ぐらいで煮沸処理して刃物角 19° ぐらいを用うればノーズバーによる圧縮なしでも良好な品質の単板が切削できよう。

ギ ア ム (VII E)

入手された原木径だと工場では作業性からみて若干細いかもしれない。外観的には大きな欠点は見受けられなかったが, 木口割れが若干目だった。材色は一般に好まれるものとは思われない。単板切削上からの材質は, 生材ではかたく, E_b も非常に高く, ϵ_0 は非常に低いのではなはだ切削し難い材といえる。切削された単板(無処理材, 煮沸処理材ともに)が平らにのびず, カールする性質が強く, これをのぼそうとすると単板が割れた。これ等を考え, 原木の性状から現在では合板用材としては不向きと思われる。また煮沸処理した場合, ヤング係数の低下率, ϵ_0 の増加率はなはだ悪く煮沸による効果はあまり望めない。これらの点から見ると, 単板の裏割れ率は非常に大きいはずであるが, 実際に切削した単板の裏割れ率は比較的小さかった。またしいていえば, 煮沸処理して切削した単板の方が, わずかながら裏割れ率が大きく現われた。この点は他の樹種と比較して非常に異なっているので, 今回の少量の実験結果だけでは, 切削条件が決めがたい。なお 90°C で煮沸処理したときにはなはだしく丸太の木口割れを生じた。

レ サ ク (VII F)

外観的にはギアムと大差がないように思われた。生材の性質をギアムと比較すると, E_b が若干低い程度でその他はよく似ているように思われた。しかも生材での切削では, ギアムと同じように困難性を感じた。しかし, 煮沸した場合の材質の変化は内地産広葉樹とほとんど同じくらしいを示した。したがって, 90°C で煮沸処理して切削した場合は, 裏割れはごく微少な単板が切削できたが, 煮沸による丸太木口の割れがはなはだしかった。これらを考慮すると, 煮沸温度は 80°C ぐらいで, 刃物角は 20° ぐらい, 刃口距離を, 送り厚さ 1.02 mm に対して 1.00 mm ぐらいで切削すれば, 一応品質良好な単板切削が可能と思われる。

ライト レッド メランチ (VII G)

入手原木の径は合板用材としては若干細いのかかもしれないが, パンキー部も小さく, 外観的にはすなおな材と見うけられた。しかし, レッド ラワン, マヤピスに目だつような葉節が多かった。単板切削から感じられた材質の程度は現在まで取り扱った材のうちでは良好な部類であった。今回の 13 樹種のうちでは, ジェルトンについて切削しやすい樹種といえる。かたさはフィリピン産のレッド ラワンと大差なかったが, E_b は若干ながら低く, ϵ_0 も大きかった。しかし, 切削単板の裏割れ率はレッド ラワンのと大差なかった。無処理材の切削では, 裏割れ率 30% 以下の単板は望めず, 理想的には 80°C ぐらいの煮沸処理を行ない, 刃物角 19° ぐらい, 刃口距離 1.02 mm (送り厚さ 1.02 mm に対して) ぐらいで, 裏割れ

率の微少な単板が得られるであろう。

パ ラ ウ (1) (VII H)

入手原木の径は、一般工場で使用されているものと比較すると大体中庸であろう。外観的にはコブ(節)があり、ピンホールが目だった。かたさ、 E_b は次に述べるバラウ(2) (VII I) より低く、ギアム(VII E) と似ているが、かなり高い部類にはいり、温度による E_b の変化割合はバラウ(2)より悪いが、ギアムよりは温度の影響を受けやすい。 ϵ_0 も低く 90°C で煮沸処理して切削したときの裏割れ率も大きく、無処理材では裏割れの微少な単板の切削は望めず、理想とすれば、90°C 以上の煮沸処理が必要と考えられるが、煮沸することにより丸太木口に割れを生ずるので、工場生産を考えると煮沸処理するとかえって損失を招くかもしれない。あるいは、煮沸温度は 80°C ぐらいにして、刃物角 21° ぐらい、刃口距離 1.00 mm ぐらいで切削するのが総合的には得策かもしれない。ただし、裏割れ率 30% 以下の品質の単板は望めないだろう。

パ ラ ウ (2) (VII I)

入手原木の径は工場では中庸であろう。外観的にはピンホールが目立ち、心腐れもあった(12~13 cm)。切削上からの材質として、かたさは非常にかたく、 E_b も非常に高く、今回の 13 樹種のうちではいちばん高い数値を示していた。当研究室のロータリーでは、無処理材では切削不能だった。これらを考えると、合板用材としては現状では考えられないだろう。なにか特殊用途を考える必要がある。特殊な目的で単板切削を考える場合は、高温煮沸(100°C ちかく)が第 1 条件であろう。それにしても品質良好な単板は望み難いと思われる。

パ ラ ウ (3) (VII J)

入手原木の径は工場では小径木として取り扱われるものであろう。外観的にはコブ、節があった。辺材に若干ピンホールが見受けられた。切削上からの性質はバラウ(2) (VII I) とほとんど同じで、90°C で切削した裏割れは今回の 13 樹種のうちでいちばん大きかった。特殊用材として考えれば別問題であるが、現在では合板用材としては不向きと思われる。

ボルネオ オーク (VII K)

入手原木は楕円形で木口割れも目だった。径は合板用材としては中庸であろう。単板切削をしてみて、今回の 13 樹種のうち最もかたく感じられ、 E_b も高く、生材では切削不能の材であった。内地産材のナラと比較すると、大略ではあるが、かたさ、 E_b ともに 2 倍ぐらいの数値を示している。煮沸処理によるこれらの性質の変化は、かたさ、 E_b は内地材のナラと大略同じ傾向を示しているが、 ϵ_0 は若干悪い結果を示している。しかし、総括的には煮沸処理における効果は、大きい木といえよう。90°C で煮沸処理して切削した単板の裏割れ率は、非常に小さく、 E_b 、 ϵ_0 の数値からは予想できかねるので、他の研究室との結果を比較検討する必要がある。90°C で煮沸したときの丸太の木口割れは非常に大きく、裏割れ率を考慮すれば 80°C でもよいのかもしれないが、90°C で煮沸処理しても切削音が大きいこと、かたさ、 E_b 、 ϵ_0 等を考えると矛盾が多いので、いままじ供試木を入手して試験する必要性を感じている。

ケ レ ダ ン (VII L)

入手原木は楕円形で、合板用原木としての径は中庸か、あるいは細い部類にはいるのかもしれないが、外観的欠点は見受けられなかった。切削上からの性質のうち、かたさは生材切削では、理想的にみると若干かたい数値を示している。 E_b は平均値で、南洋材としては中位か、あるいは若干低いといえるかもしれ

れない。これらの性質および肉眼的の感じでは、ラミンによく似ていると思われた。また一般工場ではレッド ラウン等と比較して生材でも切削しやすいと思われるかもしれないが、理想的には煮沸処理が望まれる。また煮沸処理による効果は、南洋材のうちでは大きいといえる。生材切削では刃物角は 20° ぐらい、刃口距離は送り厚さ 1.02 mm に対して 1.00 mm ぐらいで、裏割れ率は 30% 以下の品質は望めないが、 80°C で煮沸処理して、刃物角 19° ぐらいを使用すれば、ノーズバーの圧縮なしでも裏割れの微少な良好な単板が切削できよう。

材は白色で、表板としても十分利用できるものと思われる。

ケラット (VIM)

入手原木は合板工場用としては小径材で外観的にはコブがあり、心腐れもあった。切削上からの材質として、かたさはかたく、 E_b も高く、したがって、 ϵ_0 も低く無処理材では品質良好な単板は望めない。煮沸処理による効果は南洋材としては大きい方といえる。切削条件としては 90°C ぐらいで煮沸し、刃物角 20° ぐらい、刃口距離は 1.02 mm の送り厚さに対して 1.05 mm ぐらいで、一応品質良好な単板が切削できよう。

文 献

- 1) 江草義正・木下叙幸：南洋材の性質 1，カンボジア産材 8 樹種のロータリー切削，林試研報，190，pp. 86~100，(1966)
- 2) 江草義正：南洋材の性質 2，サラワク産メランチ類木材の単板切削，林試研報，190，pp. 168~177，(1966)
- 3) 江草義正：南洋材の性質 4，北ボルネオ産カプール材の単板切削，林試研報，197，pp. 110~120，(1967)

IX. Rotary Veneer Cutting of Thirteen Species of Kalimantan Woods

Yoshimasa EGUSA

(Résumé)

This report dealt with the rotary veneer cutting and some mechanical properties which were considered to be related to the quality of cut veneer on thirteen species of woods grown in Kalimantan.

The data obtained from tests of mechanical properties which comprised Brinell hardness, YOUNG's modulus, bending strength and fictitious strain (direction of grain is perpendicular to the span) on each green or cooked log are shown in Tables 1~6 and Figures 1~32.

In the cutting test, green and cooked logs at each cooking condition were cut to different incline opening and the rate of lathe check was measured.

By these results, fairly good veneer were obtained from Jelutong, Karas and Giam at green condition.

Good quality of veneer were obtained from, Champaka, Light red meranti and Keledang at cooked temperature 80°C , and from Resak, Borneo oak and Kelat at cooked temperature 90°C .

Good quality veneer was not obtained from Teraling, Giam and Balau (2), (3) even at cooked condition 90°C .

Balau (1), (2), (3) and Borneo oak are too difficult to cut at green condition

In this cutting test the following conditions were used for all species of woods.

Thickness of veneer: 1.02 mm

Knife angle: 21°

Clearance angle: $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$

Incline opening: 0.99 mm $\sim$ 1.09 mm

Cooked temperature and time: $60^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$, 24 hr $\sim$ 120 hr.

X. カリマンタン産 13 樹種の単板乾燥性

筒 本 卓 造⁽¹⁾

ま え が き

この報告はカリマンタン産材 13 樹種の合板適性試験のうち、単板の乾燥性についてとりあげたものである。ここでは各樹種の乾燥時間の測定に主体をおき、乾燥による収縮、狂いなどについて若干の検討を行なった。

1. 実 験 方 法

供試材は 13 樹種の丸太各 1 本から約 25 cm の長さを切断して、厚さ約 1 mm (歩出し厚さ 1.02 mm) に単板を切削し、大きさ 20×20 cm に裁断して実験に用いた。単板の採取位置、乾燥方法などはすべて林試研報 No. 190 と同じである。なお、この試験では、原木を無処理のまま切削した単板 (生単板) を原則としたが、パラウ (2)(VII I), パラウ (3)(VII J) およびボルネオ オーク (VII K) は無処理材の切削が困難であったため、原木を煮沸処理 (90°C, 48 hr) して切削した単板を用いた。

2. 実 験 結 果

1. 乾 燥 時 間

各丸太からの単板を一定条件 (D.B.T. 140°C, W.B.T. 56~58°C, A.V. 1.1 m/sec を目標) で乾燥したときの乾燥速度、乾燥時間などを Table 1 に示す。このなかで乾燥速度は乾燥初期の恒率的な期間の値のみをあげ、乾燥時間については仕上げ含水率 10% までの所要時間を測定値として示した。しかし、供試単板の厚さにある程度の差があったので、えられた乾燥時間を厚さ 1.0 mm の場合に換算し、さらに初期含水率についても 60% の場合に換算して、それぞれ換算値 (A), (B) とした。

今回供試した単板は容積重および初期含水率が非常に広範囲のもので、乾燥時間 (A) に著しい差がみられるが、これらを乾燥時間の程度によってわけると次のようになる。

(1) 乾燥時間の長いもの (6 min 以上)

ジェルトン, チャンパカ, レサク, ケレダン, ケラット

(2) 乾燥時間の中庸のもの (4~6 min)

(1) 木材部加工科乾燥研究室長・農学博士

Table 1. 単板の
Drying characteristics

樹 種 Tree kind	原木条件 Condition of log	厚さ(生) Thickness (green) (mm)	容積重(全乾) Apparent specific gravity (oven dry) (g/cm ³)	初期含水率 Initial M.C. (%)
Jelutong (VII A)	untreated	1.01 (1.01~1.02)	0.37 (0.36~0.38)	195.6 (184.9~208.0)
Karas (VII B)	untreated	0.99 (0.98~1.01)	0.42 (0.41~0.42)	107.4 (106.5~108.4)
Teraling (VII C)	untreated	0.96 (0.90~0.99)	0.73 (0.72~0.74)	55.1 (49.6~60.6)
Champaka (VII D)	untreated	1.01 (0.99~1.01)	0.49 (0.48~0.49)	142.3 (138.3~146.7)
Giam (VII E)	untreated	0.99 (0.98~0.99)	0.92 (0.91~0.93)	36.1 (35.3~37.5)
Resak (VII F)	untreated	1.01 (1.00~1.01)	0.64 (0.63~0.64)	83.2 (78.5~87.6)
Light red meranti (VII G)	untreated	0.99 (0.99~1.00)	0.47 (0.47~0.47)	56.3 (53.5~58.6)
Balau (1) (VII H)	untreated	1.00 (0.98~1.01)	0.77 (0.76~0.78)	50.4 (49.7~51.0)
Balau (2) (VII I)	cooked 90°C, 48hr	1.06 (1.05~1.06)	0.90 (0.90~0.91)	46.5 (46.2~46.9)
Balau (3) (VII J)	cooked 90°C, 48hr	1.04 (1.03~1.05)	0.93 (0.91~0.94)	43.1 (42.8~43.8)
Borneo oak (VII K)	cooked 90°C, 48hr	1.04 (1.03~1.05)	0.92 (0.89~0.93)	44.7 (44.4~44.9)
Keledang (VII L)	untreated	1.01 (1.00~1.02)	0.53 (0.52~0.53)	124.2 (113.9~129.0)
Kelat (VII M)	untreated	1.01 (1.00~1.01)	0.70 (0.69~0.71)	85.5 (84.9~86.0)

Note) *1 厚さ1.0mm 単板の乾燥時間 (初期含水率から10%まで)

*2 厚さ1.0mm 単板の乾燥時間 (60%から10%まで)

Size of sample : 20×20cm, Number of sample: 4

Drying condition : D.B.T. 138°C~140°C, W.B.T. 56°C~58°C,

乾 燥 性
of veneers

乾 燥 速 度 (乾燥初期) Drying rate (first stage)		乾 燥 時 間 Drying time			収縮率 (幅方向, 全乾) α_{ot}
% / min	10^{-3} g/cm ² hr°C	測 定 値 Measured (min)	換 算 値 (A)* ¹ Converted (min)	換 算 値 (B)* ² Converted (min)	Shrinkage (tang., green. to oven dry) (%)
19.5 (19.2~19.7)	2.43 (2.40~2.46)	9.25 (8.90~9.73)	9.13 (8.78~9.60)	3.07 (2.90~3.22)	5.75 (5.60~6.00)
19.7 (18.2~20.5)	2.69 (2.49~2.80)	5.54 (5.10~5.86)	5.61 (5.18~5.94)	3.17 (2.98~3.34)	7.52 (7.33~7.73)
13.5 (12.5~14.0)	3.08 (2.85~3.19)	4.53 (4.07~5.07)	4.78 (4.29~5.35)	5.11 (4.77~5.30)	8.20 (8.00~8.33)
16.1 (16.0~16.3)	2.67 (2.65~2.71)	9.32 (9.30~9.37)	9.20 (9.18~9.24)	4.05 (3.99~4.07)	5.48 (5.40~5.53)
8.3 (7.8~9.0)	3.28 (2.14~2.47)	4.29 (3.95~4.50)	4.35 (4.01~4.56)	—	11.60 (11.50~11.73)
12.8 (12.4~12.9)	2.72 (2.63~2.74)	7.01 (6.82~7.25)	6.92 (6.73~7.16)	5.11 (5.00~5.20)	10.43 (9.93~10.67)
18.8 (17.0~21.0)	2.94 (2.65~3.28)	3.35 (3.20~3.48)	3.39 (3.25~3.53)	3.65 (3.58~3.82)	6.62 (6.47~6.67)
11.5 (11.2~12.0)	2.87 (2.80~2.99)	5.20 (5.02~5.40)	5.20 (5.02~5.40)	5.89 (5.80~6.10)	8.54 (8.47~8.67)
8.5 (8.3~8.7)	2.60 (2.54~2.66)	5.08 (4.97~5.20)	4.71 (4.61~4.82)	—	9.62 (9.47~9.80)
10.4 (10.1~10.8)	3.16 (3.07~3.28)	4.51 (4.37~4.63)	4.29 (4.16~4.40)	—	10.04 (9.73~10.27)
8.5 (8.3~8.6)	2.56 (2.49~2.60)	5.48 (5.18~5.71)	5.21 (4.93~5.43)	—	10.80 (10.63~10.96)
15.0 (14.6~15.3)	2.63 (2.55~2.68)	8.21 (7.76~8.78)	8.10 (7.66~8.67)	3.93 (3.77~4.12)	7.26 (7.20~7.33)
11.4 (10.7~11.5)	2.49 (2.40~2.58)	8.22 (8.00~8.43)	8.11 (7.90~8.32)	6.05 (5.80~6.20)	9.00 (8.73~9.20)

Drying time of 1.0 mm thick veneer (M.C. reduction : original green M.C. to 10%)

A.V. 1.1m/sec. Drying time of 1.0 mm thick veneer (M.C. reduction : 60% to 10%)

カラス, テラリン, ギアム, パラウ(1), パラウ(2), パラウ(3), ボルネオ オーク

(3) 乾燥時間の短いもの (4 min 以下)

ライト レッド メランチ

以上の結果をフィリピン産レッド ラワン (容積重 $0.45 \sim 0.50 \text{ g/cm}^3$) と比較すると、(3) のライト レッド メランチがほぼ同程度であり、(1) のグループは、レッド ラワンの 1.5 倍以上の時間を要するものといえる²⁾。これらのなかには容積重はひくいのに、初期含水率が非常にたかいために乾燥時間の長いもの (ジェルトン, チャンパカ, ケレダン) があり、逆に容積重がたかいにもかかわらず、初期含水率がひくく乾燥時間の比較的短いもの (ギアム, パラウ(2), パラウ(3), ボルネオ オーク) がある。

今回の実験では、玉切り材を約 20 日間水中貯木したのち切削したため、この間ある程度の含水率増加がみられ、とくにジェルトンではこれが著しかった。すなわち、水中貯木しないで製材した、ほぼ同一位置の試料の初期含水率は約 130% であり、Table 1 の供試単板より 60% 以上も含水率が低かった。したがって、(1) のグループの容積重の低いもののなかには、貯木時の影響により、実際に合板工場で入手し利用する場合より初期含水率が高く、乾燥時間が過大に示されているものが含まれているように思われる。

なお、初期含水率の極端にひくかったものと煮沸処理したものをのぞき、同一初期含水率 (60%) に換算した乾燥時間 (B) を容積重に対してプロットすると Fig. 1 がえられ、ほとんどの樹種の乾燥時間は容積重とほぼ比例的な関係にある。このなかでチャンパカ、レサク、ケラットは容積重に対応した乾燥時間より幾分大きな値を示している。しかし、レサク、ケラットについて原木を煮沸した単板を測定した場合、乾燥時間が図のように短くなり、一般的な傾向と一致した。

類似の現象はすでにカンボジア産材ブジックについても認められており、これらは樹種的な特性として

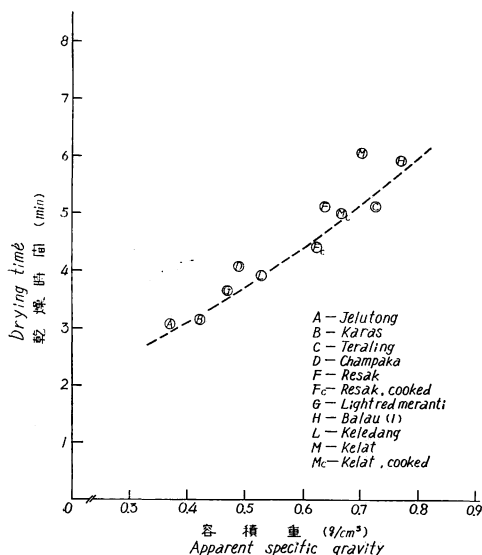


Fig. 1 容積重と乾燥時間との関係
Relation between apparent specific gravity and drying time.

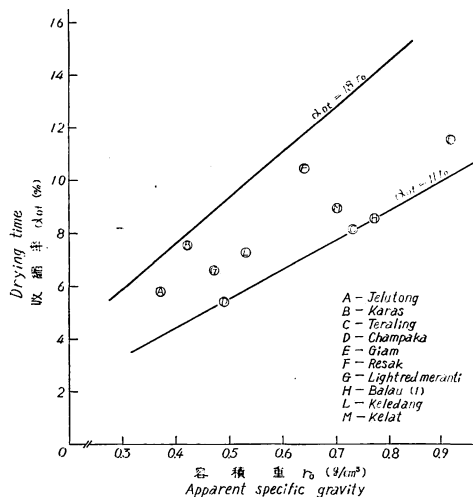


Fig. 2 容積重と収縮率との関係
Relation between apparent specific gravity and shrinkage.

乾燥を阻害する要因をもち、加熱処理によってそれがとりのぞかれるものと考えられる。

2. 収 縮 率

乾燥時間を測定した試料について幅方向(板目方向)の全乾収縮率を測定した結果を Table 1 に示した。生単板について容積重と収縮率との関係を求めると、Fig. 2 のように著しいバラツキがみられる。従来まで測定を行なった南洋材について、全乾収縮率(α_{ot})の全乾容積重(r_0)に対する比を求めてみると、その多くは14~17であったが³⁾、今回の供試樹種のうちテラリン、チャンパカ、パラウ(1)ではこれが約11であり、きわめて小さな値といえる。なお、いままで測定した樹種で同程度の値を示すものにコムニヤン、バンキライがあった³⁾。

以上のような単板の収縮率は原木の煮沸処理によって増加する樹種がすくなくないので、この点を検討するために別途次のような実験を行なった。すなわち、原木外縁部に近い心材部(前項単板切削の材質試験片(ロ)または(ハ)の位置)から厚さ5 mm、幅110 mmの板目板をとり、これから繊維方向長さ10 mmの連続試料をとって、無処理および煮沸処理(90°C, 48 hr)の試料を天然乾燥し、全乾とした時の収縮率を比較した。ここでひき材試料を用いたのは、単板の場合、無処理および煮沸処理をした試料を原木の同一位置からえがきたいためである。

測定結果は Table 2 に示すとおりで、収縮率は煮沸前の長さを基準にしたもの(A)と、煮沸後の長さを基準にしたもの(B)との2つを求めた。Table 2 でみられる煮沸による膨張は、樹木成長時の材内周囲方向の横圧縮塑性ひずみの回復がおもな原因と考えられ⁴⁾、このために収縮率(A)ではみかけ上煮沸により収縮率が減少するものもあった。供試した樹種で収縮率比が1.20以上、すなわち煮沸による収縮率増加が20%以上のものをあげると、ジェルトン、ライト レッド メランチ、ケラットの3樹種であり、10~20%のものはテラリン、チャンパカ、ケレダンである。

単板の厚さがうすい場合、このような収縮率増加は若干小さくあらわれる傾向にあるが、以上の結果で収縮率増加が20%以上の樹種では、生産工程では相当問題になるはずであり、切削時の煮沸条件の選定にあたってはこの点を十分考慮する必要がある。

なお、測定結果のなかで、ギアムのみは煮沸後の長さを基準にした収縮率についても、減少するという特異な現象を示したが、これが材内の局部的な材質によるものか、樹種の特性的なものかは不明である。

3. 乾燥による狂い、割れ

乾燥時間を測定したと同寸法の単板(1 mm, 20×20 cm)を金網式ドライヤーで乾燥し、乾燥による狂い、割れを観察した結果、樹種による差はそれほど著しいものではなかった。しかし、カラス、パラウ(2)、ケレダンは狂いが比較的大きく、ジェルトン、チャンパカ、パラウ(1)では比較的小さいように思われた。

これらは単板を自由な状態においたときの比較であり、容積重との関係は明らかでないが、一定荷重で圧縮した場合の狂い(積み重ねた単板の高さ)は、容積重とともに漸増するような傾向がみられた。

また、乾燥中の割れはどの樹種にもほとんどみられなかったが、ギアム、レサク、パラウ(1)、パラウ(2)の煮沸処理して切削した単板は、高温で巻き取ったときの単板の湾曲が、冷却後セットし、裁断あるいは乾燥のはじめに平らにのぼすとき、割れが多く生じた。

Table 2. 煮沸による
Increase of shrinkage by

樹 種 Tree kind	生 材 Untreated specimen		
	容積重 (全乾) Apparent specific gravity (oven dry) (g/cm ³)	初期含水率 Initial M.C. (%)	収縮率 (全乾) Shrinkage (green to oven dry) (%)
Jelutong (VII A)	0.38 (0.38~0.39)	121.5 (120.5~122.4)	6.8 (6.6~7.0)
Karas (VII B)	0.41 (0.41~0.41)	125.5 (124.7~126.7)	7.9 (7.8~8.1)
Teraling (VII C)	0.76 (0.75~0.77)	65.9 (65.2~66.7)	8.3 (8.2~8.3)
Champaka (VII D)	0.53 (0.52~0.54)	131.7 (129.6~135.1)	6.0 (6.0~6.1)
Giam (VII E)	0.96 (0.95~0.97)	55.5 (55.1~56.1)	12.5 (12.1~12.7)
Resak (VII F)	0.68 (0.66~0.71)	91.6 (89.3~94.8)	10.7 * (———)
Light red meranti (VII G)	0.48 (0.47~0.49)	150.5 (144.4~155.7)	7.5 (7.3~7.6)
Balau (1) (VII H)	0.83 (0.81~0.85)	38.5 (37.1~40.3)	9.2 (9.0~9.4)
Balau (2) (VII I)	0.98 (0.98~0.99)	44.4 (43.7~44.9)	9.6 (9.4~9.9)
Balau (3) (VII J)	0.95 (0.94~0.95)	49.4 (47.5~50.7)	10.4 (10.3~10.5)
Borneo oak (VII K)	0.91 (0.89~0.92)	54.5 (54.2~54.8)	12.1 (11.9~12.2)
Keledang (VII L)	0.53 (0.53~0.53)	123.0 (122.0~123.5)	8.2 (8.1~8.3)
Kelat (VII M)	0.67 (0.66~0.67)	94.8 (91.5~96.3)	8.8 (8.2~9.1)

Note) ①(A) 煮沸前の長さを基準にした収縮率

②(B) 煮沸後の長さを基準にした収縮率

Size of sample : 5 (rad.) × 10 (long.) × 110 (tang.) mm. Number

Cooking condition : 90°C, 48 hr. Drying condition : air dry

収縮率の増加
 cooking of tangential specimens

煮 沸 材 Cooked specimen					
煮沸後含水率 M.C. after cooking (%)	収縮率(全乾) ^① (A) Shrinkage (green to oven dry) (%)	収縮率比 Ratio	収縮率(全乾) ^② (B) Shrinkage (green to oven dry) (%)	収縮率比 Ratio	煮沸による膨張 Elongation by cooking (%)
233.6 (229.1~235.8)	8.5 (8.2~9.2)	1.25	9.2 (8.0~9.8)	1.35	0.63 (0.59~0.67)
206.3 (203.7~207.8)	8.1 (8.0~8.1)	1.02	8.6 (8.5~8.8)	1.09	0.65 (0.62~0.69)
80.8 (78.7~82.3)	9.2 (9.1~9.3)	1.11	9.8 (9.7~9.9)	1.18	0.68 (0.63~0.72)
151.5 (150.0~152.3)	6.6 (6.6~6.7)	1.10	7.1 (7.0~7.1)	1.17	0.45 (0.41~0.51)
74.1 (73.1~75.7)	6.8 (6.7~6.9)	0.54	8.8 (8.6~9.0)	0.71	2.50 (2.43~2.57)
126.8 (125.9~128.3)	10.0 (9.4~10.8)	0.94	11.5 (11.0~12.2)	1.07	1.40 (1.20~1.60)
194.5 (192.5~197.2)	9.4 (9.1~9.6)	1.25	9.8 (9.5~10.0)	1.31	0.44 (0.43~0.45)
75.6 (75.2~76.1)	7.8 (7.6~7.9)	0.85	9.4 (9.1~9.6)	1.02	1.74 (1.64~1.84)
60.4 (59.6~61.5)	8.0 (7.9~8.1)	0.83	9.6 (9.3~9.5)	1.00	1.59 (1.48~1.76)
61.7 (60.3~62.7)	10.2 (10.1~10.3)	0.98	11.2 (11.1~11.2)	1.07	1.07 (1.04~1.13)
71.5 (70.2~73.0)	11.6 (11.4~11.8)	0.96	12.4 (12.2~12.7)	1.02	0.91 (0.86~0.94)
148.5 (147.2~149.3)	9.1 (9.0~9.2)	1.11	9.6 (9.6~9.7)	1.18	0.59 (0.56~0.64)
114.0 (111.7~116.3)	11.2 (10.8~11.7)	1.28	11.8 (11.3~12.5)	1.34	0.68 (0.57~0.86)

of sample : 3~4, * 1 Shrinkage based on length before cooking.
 for 3 days and then oven dry. Shrinkage based on length after cooking.

む す び

今回供試したカリマンタン産 13 樹種には、非常に容積重のたかいものがふくまれており、前項の単板切削の試験において示されているように、ギアム、バラウ(1)、バラウ(2)、バラウ(3)では切削が困難で良品の単板がえがたく、合板用材として適当でないように思われる。したがって、これらの樹種の単板はほとんど乾燥の対象とならないものといえよう。

単板の乾燥時間は、ライト レッド メランチをのぞきいずれもフィリピン産レッド ラワンよりながく、とくに ジェルトン、チャンパカ、レサク、ケレダン、ケラットでは乾燥時間がレッド ラワンの 1.5 倍以上である。

一定含水率範囲を乾燥するとしたとき、乾燥時間は容積重に対しほぼ比例的に増大するが、チャンパカ、レサク、ケラットでは容積重にみあった乾燥時間より、ある程度大きい値を示す傾向にある。

板目方向の収縮率は一般に容積重とともに増大するが、テラリン、チャンパカ、バラウ(1)では容積重のわりに収縮率が小さいように思われる。また、煮沸処理による収縮率増加の大きい樹種として、ジェルトン、ライト レッド メランチ、ケラットがあげられる。

乾燥による狂いは樹種によってそれほど大きな差はみられないが、カラス、バラウ(2)、ケレダンは狂いが比較的大きく、ジェルトン、チャンパカ、バラウ(1)は比較的小さいようである。

文 献

- 1) 筒本卓造：南洋材の性質 1，カンボジア産材 8 樹種の単板の乾燥性，林試研報，190，pp. 100～105，(1966)
- 2) 筒本卓造：南洋材の性質 7，北ボルネオ産カプール材およびカリマンタン産クルイン材の単板の乾燥性，林試研報，206，pp. 87～92，(1967)
- 3) 筒本卓造：合板製造技術の最近の問題点—単板乾燥について—，合板工業，47，pp. 9～14，(1967)
- 4) 渡辺治人：樹幹の成長応力，材料，12，121，pp. 709～713，(1963)

X. Veneer Drying of Thirteen Species of Kalimantan Woods

Takuzô TSUTSUMOTO

(Résumé)

This experiment was conducted to determine the suitability for drying of veneer peeled from thirteen species of woods grown in Kalimantan.

The veneers of 1 mm thickness from each log were dried at 140°C D.B.T. and 1.1 m/sec air velocity in the experimental veneer dryer.

The results obtained from this drying test can be summarized as follows:

1. The veneers of each species except Light red meranti required longer time to dry for constant moisture content reduction from 60% to 10%, compared with that of Red lauan.
2. The relation between drying times of most of the tested veneers and the apparent specific gravities seemed to be linear with the exception of Champaka, Resak and Kelat, which needed longer time in proportion to their apparent specific gravities (Table 1, Fig. 1).

3. The various degrees of shrinkage increasing in tangential direction by cooking were obtained, and these depended on each species. The shrinkage ratios of the untreated specimens to the cooked ones (90°C, 48 hrs) from Jelutong, Light red meranti and Kelat were more than 1.2 (Table 2).

4. The warps of dried veneers of Karas, Balau (2) and Keledang were slightly greater than the others which were almost the same as that of Red lauan.

XI. カリマンタン産 14 樹種の単板接着性

柳 下 正⁽¹⁾
唐 沢 仁 志⁽²⁾

近来、合板用南洋材原木は主生産国の原木事情より、従来の地域以外に供給源を求めなければならない状況におかれていると考えられる。このたび、南洋材の性質に関する一連の試験にカリマンタン産未利用材 10 数種が取り上げられ、当研究室においては、それらの原木から切削されたロータリー単板の接着性を検討するため、3 種類の接着剤を使用して試験合板を作成し、引張剪断試験を行なったので、その結果を報告する。

本試験に使用した原木

本試験においては、Table 1 に示す原木から切削された単板を使用した。

試 験

1. 単板の調整

本試験に使用した単板は木材部加工科加工研究室で実験用小型ロータリーレースによって切削され、乾燥研究室で実験用ベニヤ・ドライヤーにより乾燥を行なったものである。

単板は生単板（未処理の原木から切削された単板）と煮沸単板（80°C または 90°C の温度で 48 時間煮沸を行なった原木から切削された単板）の 2 種類があり、樹種によっていずれか一方、あるいは両方の単板を使用して試験を行なった。樹種別の使用単板の種類および処理温度は Table 4 の原木処理欄に示す。

それらの単板は荒むきをした原木の外周から中心に向かって約 8 cm の範囲から切削されたもので、定寸に切断した後、組合せの決定に必要なため一連番号を付した。

単板の厚さは 1.0 mm、寸法はおおよそ 20 cm × 20 cm に切断した。

調湿には、単板を温度 20°C、関係湿度 45% の室内に約 3 週間放置し、調湿後の単板含水率は 8 ~ 10%（全乾法測定）であった（樹種による差が見られた）。

2. 試験合板の調整

試験合板の寸法……………20 cm × 20 cm

試験合板の構成……………1.0 mm + 1.0 mm + 1.0 mm, 3 ply

試験合板の数量……………1 種別につき 3 枚

(1) 木材部材質改良科接着研究室長

(2) 木材部材質改良科接着研究室

Table 1. 供 試 原 木
The logs used in this examination

樹 種 名 Commercial name	原 木 記 号 Mark of log	直 径 cm Diameter
パ ン キ ラ イ Bangkirai	VI A—3	62 ~ 66
パ ン キ ラ イ Bangkirai	VI A—9	65 ~ 70
ホ ワ イ ト メ ラ ン チ White meranti	VI B—10	59 ~ 62
ジ ェ ル ト ン Jelutong	VII A	75 ~ 83
カ ラ ス Karas	VII B	54 ~ 62
テ ラ リ ン Teraling	VII C	43 ~ 49
チ ャ ン パ カ Champaka	VII D	58 ~ 64
ギ ア ム Giam	VII E	58 ~ 62
レ サ ク Resak	VII F	54 ~ 58
ライト レッド メランチ Light red meranti	VII G	54 ~ 62
バ ラ ウ (1) Balau (1)	VII H	61 ~ 63
バ ラ ウ (3) Balau (3)	VII J	45 ~ 53
ボルネオ オーク Borneo oak	VII K	59 ~ 64
ケ レ ダ ン Keledang	VII L	49 ~ 54
ケ ラ ッ ト Kelat	VII M	49 ~ 54

単板の組合せ………原木の部位による影響をなるべく少なくするための配慮を行なって単板 3 枚を 1 組とした。表面単板と裏面単板はそれぞれタイトサイドを外側にし、中板単板はタイトサイドが表面単板のルーズサイドと接するように組み合わせた。

接着剤の種類および配合………接着剤には市販のフェノール樹脂接着剤 (I 類 P), メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 (I 類 M) およびユリア樹脂接着剤 (II 類) の 3 種類を使用し、その配合割合を Table 2 に示す。圧縮条件については Table 3 に示すとおりである。

接着剤液の塗布量は各類別ともに、 $20\text{ g}/(30\text{ cm})^2$ および $30\text{ g}/(30\text{ cm})^2$ の 2 種類とした。接着剤液塗布には小型グルースプレッダー (太平製作所製, ロール長さ 45 cm, ゴムロール径 12.5 cm, ゴム硬度 35°, ドクターロール付き) を使用し、圧縮には小型ホットプレス (名機製作所製, 総圧力 80 トン, 熱盤寸法 40 cm×40 cm, 3 段) を使用した。

3. 接着力試験

本試験では引張剪断接着力試験を行なった。

試験片………日本農林規格 (JAS) の B 型試験片を採用し、試験合板 3 枚からランダムに 24 片採取し、半数の試験片は順切込み、残り半数の試験片は逆切込みとした。

試験機………500 kg アムスラー型合板用引張試験機を使用し、カウンターバランスは 200 kg とした。

試験条件

I 類試験条件………煮沸繰返し試験 (試験片を 4 時間煮沸——温度 $60\pm 3^\circ\text{C}$ で 20 時間乾燥——4 時間

Table 2. 各類別接着剤配合割合および接着剤液の性質
 Mixing ratio and quality of glues

配合剤および接着剤液の性質 Formulation and performance of mixed glues		配合割合 (部) Mixing ratio (part)		
		I 類 Type I		II 類
		P ⑨	M ⑩	Type II
樹脂 Resin	フェノール樹脂接着剤 ① Phenolic resin	100		
	メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 ② Melamin-urea co-condensation resin		100	
	ユリア樹脂接着剤 ③ Urea resin			100
増量・充填剤 Extender and filler	ヤシ殻粉 Coconut shell flour ④	10		
	小麦粉 Wheat flour ⑤		13	15
	水 Water	5	3	10
硬化剤 Hardner	塩化アンモニウム NH_4Cl ⑥		1	1
接着剤液の pH ⑦ pH of mixed glues at 20°C		10.7~11.2	6.5~6.6	4.5~4.6
接着剤液の粘度 (cp) ⑧ Viscosity of mixed glues at 20°C		1800~2500	1600~1750	1050~1450

- | | |
|---------------------------|---|
| ① 日本ライヒホルド K.K. TD-683 HV | Japan Reichhold Chemicals, Inc. TD-683 HV |
| ② 東洋高圧 K.K. ユーロイド 346 | Tôyo Kôatsu Industries, Inc. U-346 |
| ③ 東洋高圧 K.K. ユーロイド 310 | Tôyo Kôatsu Industries, Inc. U-310 |
| ④ 200 メッシュ粉末 | Powder of 200 mesh |
| ⑤ 日本製粉 扇印 | Nippon Flour Mills Co., Ltd. |
| ⑥ 粉末 | Solid |
| ⑦ ガラス電極 pH 計にて測定 | Glass electrode pH meter |
| ⑧ B 型回転粘度計にて測定 | B type viscometer |
| ⑨ フェノール樹脂接着剤 | Water soluble phenolic resin |
| ⑩ メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 | Melamin-urea co-condensation resin |

 Table 3. 各接着剤の圧締
 Condition of pressing

接着剤 Glues		冷圧条件 Cold pressing		熱圧条件 Hot pressing		
		圧力 Pressure (kg/cm ²)	時間 Time (hr)	圧力 Pressure (kg/cm ²)	温度 Temperature (°C)	時間 Time (min)
I 類 Type I	P	10	1	8	140	3
	M	10	1	8	120	1.5
II 類 Type II		10	1	8	110	1.5

Table 4. カリマンタン産材単板の
Results of bond shear strength

塗布量 Spread g/(30cm) ²	樹種 Species	原木記号 Mark of logs	原木処理 Treatment of logs	類別 Type I P					
				接着力 (kg/cm ²) Bond strength			木破率 (%) Wood failure		
				Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
20	Bangkirai	VI A—3	Cooking 90°	31.6	40.0	24.0	39	100	0
		VI A—9	Cooking 90°	27.1	34.8	16.0	28	100	0
	White meranti	VI B—10	Non-cooking	21.1	26.8	16.0	99	100	80
		VI B—10	Cooking 90°	20.3	26.2	15.1	100	100	100
	Jelutong	VII A	Non-cooking	10.3	14.8	6.2	100	100	100
	Karas	VII B	Non-cooking	11.2	13.2	9.2	100	100	100
	Teraling	VII C	Non-cooking	22.2	25.8	20.0	58	100	20
		VII C	Cooking 90°	25.8	28.9	23.7	75	100	20
	Champaka	VII D	Non-cooking	18.5	24.9	12.9	100	100	100
		VII D	Cooking 90°	20.8	27.7	16.9	94	100	0
	Giam	VII E	Non-cooking	22.4	29.8	16.3	100	100	100
		VII E	Cooking 90°	21.9	33.8	13.2	99	100	80
	Resak	VII F	Non-cooking	22.5	25.8	20.0	99	100	80
		VII F	Cooking 90°	25.1	30.2	21.2	62	100	20
	Light red meranti	VII G	Non-cooking	16.3	23.1	11.7	99	100	80
		VII G	Cooking 90°	17.5	20.9	13.8	93	100	60
	Balau (1)	VII H	Cooking 90°	24.5	27.4	21.5	53	80	0
	Balau (3)	VII J	Cooking 90°	27.8	31.1	24.5	24	80	0
	Borneo oak	VII K	Cooking 90°	29.7	37.8	24.3	23	60	0
	Keledang	VII L	Non-cooking	19.7	24.9	14.5	100	100	100
		VII L	Cooking 90°	25.1	27.1	20.6	89	100	60
	Kerat	VII M	Non-cooking	11.9	14.2	9.2	3	60	0
		VII M	Cooking 90°	15.6	19.1	12.6	2	20	0
	Red lauan		Cooking 90°	20.8	25.8	16.0	85	100	20

* 木材部材料科物理研究室測定結果
()内は文献2)による。

引張剪断接着力試験結果 (1)

test for Kalimantan wood veneers (1)

類 別 Type			I M			類 別 Type			II			気 乾 容 積 重*
接 着 力 (kg/cm ²) Bond strength			木 破 率 (%) Wood failure			接 着 力 (kg/cm ²) Bond strength			木 破 率 (%) Wood failure			Apparent specific gravity (air dry)*
Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	
16.2	22.5	10.8	3	20	0	14.1	19.1	8.9	1	20	0	0.91
11.6	14.5	8.3	3	20	0	14.3	19.7	9.8	0	0	0	0.84
13.7	18.5	10.4	13	60	0	15.6	20.3	12.6	11	40	0	0.60
15.8	18.2	12.6	12	60	0	16.3	18.8	12.6	1	20	0	
7.0	8.6	5.5	0	0	0	11.2	13.2	9.5	99	100	80	0.40
7.2	8.3	5.8	50	100	20	9.3	11.7	7.4	89	100	40	0.42
15.5	17.5	12.9	13	20	0	26.0	32.3	20.6	92	100	60	0.81
15.4	17.8	12.9	11	20	0	28.9	32.3	25.5	43	100	20	
12.1	16.3	8.3	9	20	0	18.8	23.7	16.0	61	100	20	0.55
12.6	14.8	11.1	8	20	0	21.7	25.8	16.0	52	100	0	
15.1	19.7	12.0	0	0	0	28.5	31.0	25.2	64	100	0	1.01
14.0	16.0	10.2	2	20	0	20.6	24.3	16.3	16	80	0	
18.0	20.6	14.1	11	40	0	24.5	26.8	21.2	94	100	40	0.73
20.6	22.5	18.5	15	40	0	28.2	35.1	22.5	53	100	20	
10.5	11.7	9.2	11	20	0	15.9	19.7	13.2	70	100	20	0.49
11.5	14.5	10.5	20	20	0	19.1	24.0	16.9	57	100	20	
15.4	20.9	13.5	4	20	0	15.5	18.8	11.7	7	20	0	0.82
17.0	23.4	13.8	2	20	0	15.5	21.5	12.0	0	0	0	1.04
23.4	28.3	19.1	5	20	0	34.0	42.2	27.2	72	100	40	1.01
12.3	13.8	10.2	27	40	20	22.1	28.0	18.2	86	100	40	0.58
13.2	16.0	11.4	0	0	0	27.1	30.5	23.4	94	100	40	
11.8	14.5	9.2	18	20	0	21.0	26.2	17.5	52	100	20	0.69
12.7	14.2	9.2	0	0	0	24.4	29.8	17.8	32	100	0	
11.1	14.8	8.6	10	20	0	14.5	18.2	10.8	1	20	0	(0.49)

Measurement of Wood Physics Laboratory.

().....Cited literature 2).

Table 5. カリマンタン産材単板の
Results of bond shear strength

塗布量 Spread g/(30cm) ²	樹種 Species	原木記号 Mark of logs	原木処理 Treatment of logs	類 別 Type			I P		
				接着力 (kg/cm ²) Bond strength			木破率 (%) Wood failure		
				Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
30	Bangkirai	VI A—3	Cooking 90°	23.8	30.7	18.5	32	100	0
		VI A—9	Cooking 90°	24.2	29.5	18.8	28	80	0
	White meranti	VI B—10	Non-cooking	16.2	20.3	13.8	95	100	80
		VI B—10	Cooking 90°	22.2	27.7	16.6	89	100	60
	Jelutong	VII A	Non-cooking	8.5	12.0	6.2	100	100	100
	Karas	VII B	Non-cooking	10.4	15.1	7.7	100	100	100
	Teraling	VII C	Non-cooking	23.2	28.6	19.1	74	100	40
		VII C	Cooking 90°	25.8	28.9	21.5	64	100	20
	Champaka	VII D	Non-cooking	17.6	23.7	11.7	100	100	100
		VII D	Cooking 80°	21.6	27.7	16.6	100	100	100
	Giam	VII E	Non-cooking	24.5	31.7	19.1	100	100	100
		VII E	Cooking 90°	25.1	30.8	17.8	99	100	80
	Resak	VII F	Non-cooking	23.2	28.3	18.5	100	100	100
		VII F	Cooking 90°	26.9	32.3	21.5	86	100	40
	Light red meranti	VII G	Non-cooking	15.4	18.5	12.6	99	100	80
		VII G	Cooking 90°	17.4	21.5	13.2	100	100	100
	Balau (1)	VII H	Cooking 90°	25.6	32.0	21.5	43	100	0
	Balau (3)	VII J	Cooking 90°	32.9	37.8	27.1	24	80	0
	Borneo oak	VII K	Cooking 90°	34.9	40.3	28.0	30	100	0
	Keledang	VII L	Non-cooking	18.7	20.9	16.9	34	100	0
		VII L	Cooking 80°	23.7	26.5	19.4	78	100	20
	Kerat	VII M	Non-cooking	15.8	20.6	12.9	30	60	0
		VII M	Cooking 90°	18.7	27.4	15.4	10	60	20
	Red lauan		Cooking 90°	21.5	25.2	18.2	84	100	20

引張剪断接着力試験結果 (2)

test for Kalimantan wood veneers (2)

類 別 Type I M						類 別 Type II					
接着力 (kg/cm ²) Bond strength			木 破 率 (%) Wood failure			接着力 (kg/cm ²) Bond strength			木 破 率 (%) Wood failure		
Mean.	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
20.6	26.2	16.9	0	0	0	17.8	21.2	14.8	2	20	0
19.0	22.1	13.2	7	40	0	19.2	21.8	16.6	0	0	0
14.8	19.7	9.8	26	100	0	18.0	20.3	14.5	13	40	0
18.0	20.6	16.6	24	100	0	17.6	20.3	14.2	5	20	0
7.1	8.9	5.8	3	20	0	11.4	14.1	9.2	95	100	40
7.7	10.8	6.5	54	100	20	11.5	16.3	8.6	94	100	60
16.9	19.4	13.8	17	40	0	25.6	29.2	22.1	74	100	20
16.7	18.5	13.5	2	20	0	29.3	31.6	26.8	25	60	0
11.7	13.5	9.2	15	60	0	18.8	23.1	13.2	47	100	0
12.9	15.4	10.2	15	40	0	21.0	24.0	16.6	43	100	0
16.3	20.0	11.1	0	0	0	28.5	34.4	23.7	32	100	0
16.2	18.5	13.8	0	0	0	20.9	24.0	17.5	13	20	0
15.9	17.9	12.6	4	20	0	27.6	31.3	24.3	83	100	40
19.1	20.9	16.6	6	20	0	29.7	33.8	22.8	57	100	20
11.8	12.9	10.8	18	60	0	15.6	19.1	12.6	48	100	0
13.2	15.4	10.5	18	20	0	18.7	20.9	16.3	38	100	0
16.3	19.7	14.5	7	20	0	14.5	16.0	12.6	0	0	0
16.9	22.2	14.5	6	20	0	13.5	16.0	10.1	0	0	0
19.1	24.6	16.6	3	20	0	37.8	47.4	29.5	58	80	40
13.2	16.0	10.2	22	40	20	21.5	25.2	16.6	77	100	20
13.3	14.8	12.3	14	20	0	27.2	29.8	23.1	94	100	40
9.6	12.0	6.5	13	20	0	21.0	24.0	17.5	30	80	0
10.5	13.8	7.7	0	0	0	21.1	25.8	18.2	22	60	0
11.6	14.5	9.5	6	20	0	14.8	22.8	9.8	4	20	0

煮沸——冷水中で試験片がさめるまで浸漬し、直ちに濡れたまま試験を行なう。

Ⅱ類試験条件………温冷水浸漬試験（試験片を $60 \pm 3^\circ\text{C}$ の温水中に 3 時間浸漬し、その後冷水中でさめるまで浸漬、濡れたまま試験を行なう）。

4. 比較試験合板

南洋材単板の接着性に関する一連の報告¹⁾²⁾³⁾⁴⁾と同様に、本試験においてもレッド ラワン単板の接着力試験を同時に行ない、カリマンタン産材単板の接着力と比較した。

このレッド ラワンは、フィリピン・リヤング産で、*Shorea negrosensis* Foxw. である。接着力試験に供した単板は、加工研究室において切削した煮沸単板（ 90°C で 48 時間原木処理を行なった）である。

この比較試験合板は他の試験合板と同時に同一接着剤液、同一接着条件によって製作した。

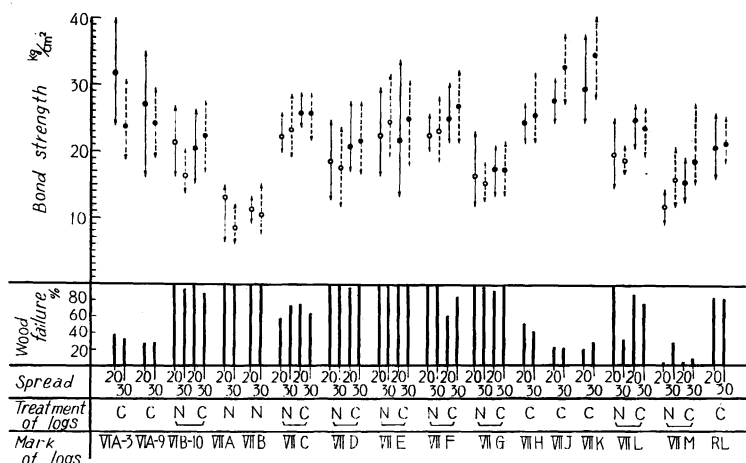
結 果 と 考 察

単板接着力試験結果を Table 4, Table 5, Fig. 1, Fig. 2 および Fig. 3 に示す。

I 類（フェノール樹脂）について

Fig. 1 から各供試材単板のフェノール樹脂による接着性は、大部分の樹種がレッド ラワンに比較して同等、あるいはそれ以上の数値を示している。ⅦA, ⅦB, ⅦG および ⅦM においてはレッド ラワンより接着力値において劣るが、ⅦMを除いてはいずれも木破率が高く、必ずしも接着性が劣るとは断定できない。だがⅦM (Kerat) は木破率も低く、他の同程度の木破率を示しているⅥA-3, ⅥA-9, ⅦH, ⅦJ および ⅦK などの接着力に比較して 40~50% の低下を示し、フェノール樹脂による接着性に問題があるように思われる。

原木煮沸処理が単板接着力を向上させることは、南洋材の性質に関する既報¹⁾²⁾³⁾⁴⁾に記述されているが、本実験においても一般的傾向として示されている。なおこの傾向は、I 類Pに限らずI 類M, II 類ともに見われている。



N.....Non-cooking, C.....Cooking, RL..... Red lauan

Fig. 1 I 類P接着力試験結果

The results of bond strength test (Phenoric resin).

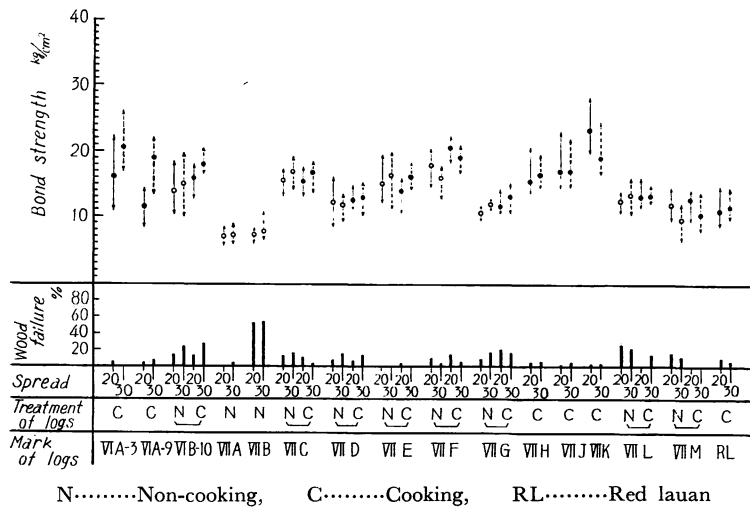


Fig. 2 I 類M接着力試験結果

The results of bond strength test (Melamin-urea co-condensation resin).

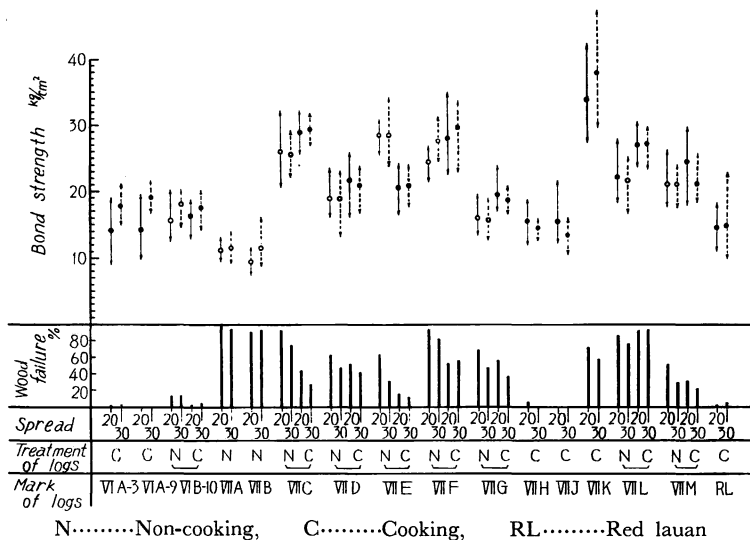


Fig. 3 II 類接着力試験結果

The results of bond strength test (Urea resin)

接着剤塗布量別の接着力値は樹種によって傾向が異なり、平均木破率40%以下の樹種のみについて比較対照するとⅦJ, ⅦK およびⅦMにおいては塗布量20gに対して、30gの結果は接着力値が約20%の向上を示しているが、ⅥA-3においては逆に低下している。その原因は解明していないがⅠ類Pの場合には塗布量20gと30gの間では重大な差を生ずることなく、いずれも良好な接着力が得られるものと思われる。ただし、ⅦMにおいては原木を煮沸処理し塗布量を30gとする最良条件によってもまだレッドラワンに匹敵する接着力に至っていない。

Ⅰ類(メラミン・ユリア共縮合樹脂)について

Fig. 2 からメラミン・ユリア共縮合樹脂による接着力試験結果をみると、樹種間の差異はフェノール樹

脂の場合と類似した傾向にあるが、接着力値は全般に低く、樹種により異なるがほぼ 30% 前後の低下が示され、木破率については極度に低下している。

レッド ラワンに比較したとき、VII A および VII B 以外の樹種にあっては、同等またはそれ以上の接着力値を示し、VI A-3, VII F および VII K などについては 50% 以上の高い値を示している。

塗布量別の接着力は樹種によって傾向が異なり、塗布量 20 g に対して 30 g の場合には多くは向上しているが VII F, VII K および VII M においては逆に低下を示している。一般的に塗布量を 30 g としたとき接着力値は向上しているが、VI A-3 および VI A-9 を除いては 10% 程度の差を示すにすぎない。塗布量と接着力値との関係は多分に木材の性質、特に吸水性に影響され、塗布量 30 g において接着力が高くないのは、本実験における他の接着条件が必ずしも最適でないために、塗布量の増加が接着力の向上に結びつかないものと思われる。

II 類 (ユリア樹脂) について

Fig. 3 から、ユリア樹脂による各供試材の接着性は、レッド ラワンの場合に比較して同等あるいはそれ以上の接着力値を示し、単板接着上、特に問題となる樹種はみあたらない。

原木煮沸処理の効果は、VII E の単板を除く 7 樹種については接着力を向上させている。また塗布量別においては 30 g の場合に、20 g よりも接着力は向上する傾向が見られるが、VI A および VII K 以外の樹種にあってはその差はきわめて僅少である。

単板接着力と容積重

合板の引張剪断接着力値はその木材の容積重と関係があるといわれている。本試験の供試材の単板切削部分における容積重はほぼ 0.4 から 1.0 の範囲にわたり、木材の容積重としては、小なるものから大なるものまでほとんどの範囲にわたっているため、これらの容積重と接着力値の関係について、Fig. 4 から Fig. 8 まで図示した。なお、容積重の数値は木材部物理研究室において測定した結果から、単板切削部分に相当する部位の平均値をとったものである。接着力値は樹種別の総平均値を用いてプロットした。

合板の引張剪断接着力試験においては、常に界面において破壊を生ずるとは限らず、木部の破断による

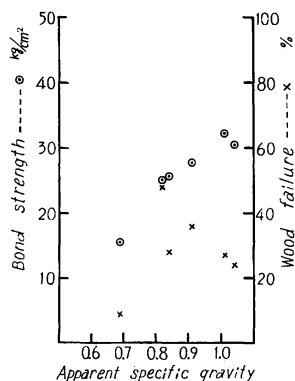


Fig. 4 接着力と容積重の関係—I 類 P
(平均木破率 50% 以下)

Relation between bond strength and apparent specific gravity—Type I phenolic resin (W.F. under 50%).

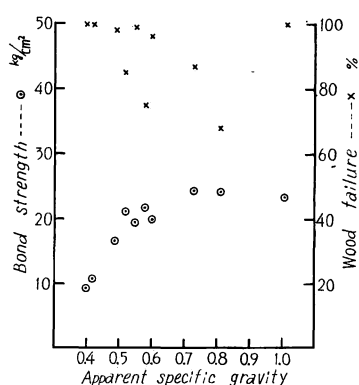


Fig. 5 接着力と容積重の関係—I 類 P
(平均木破率 50% 以上)

Relation between bond strength and apparent specific gravity—Type I phenolic resin (W.F. over 50%).

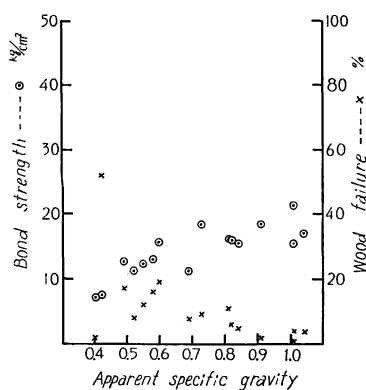


Fig. 6 接着力と容積重の関係—I類M
Relation between bond strength and apparent specific gravity—Type I melamin resin.

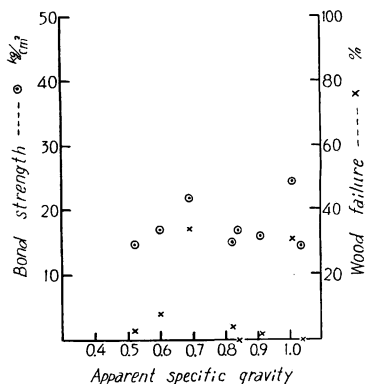


Fig. 7 接着力と容積重の関係—Ⅱ類
(木破率50%以下)
Relation between bond strength and apparent specific gravity—Type II
(W.F. under 50%).

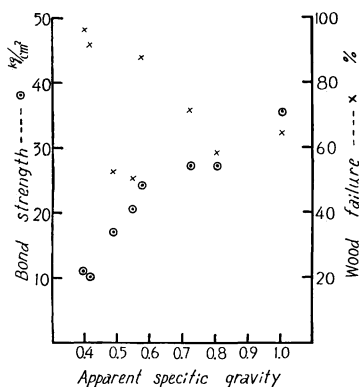


Fig. 8 接着力と容積重の関係—Ⅱ類
(木破率50%以上)
Relation between bond strength and apparent specific gravity—Type II
(W.F. over 50%).

破壊がしばしば生ずる。木部破断の大きな場合には、接着力値として表わされる数値は真の接着力と異なり、木材質の凝集力に依存する比率が大きいと考えられる。本試験における結果では、I類PおよびⅡ類タイプの場合に樹種によって木破率のパラツキが大きく、平均値において0%から100%まであり、I類Mの場合には大部分の樹種が20%以下となっている。したがって、接着力値と木破率の関係を見る上に、I類PおよびⅡ類タイプについては木破率の高いグループと、低いグループに層別して検討した。

Fig. 4 から Fig. 8 までのグラフから、木破率の高いグループ (Fig. 5 および 8) にあっては、容積重と接着力値 (この値は木材の凝集力に支配される力と考えられる) とは相関があると思われる。一方、木破率の低いグループ (Fig. 4, 6 および 7) にあってもI類PおよびI類Mタイプにおいては同じ傾向を示し、容積重の大きな場合に接着力値も大きい。ただしⅡ類タイプにおいてはその傾向はみられない。

文 献

- 1) 柳下 正・嵯峨途利・岡西高男: 南洋材の性質 2 サラワク産メランチ類木材の合板の接着力, 林試研報, 190, pp. 178~180, (1966)

- 2) 柳下 正・嵯峨途利・岡西高男：南洋材の性質3 カンボジア産材8樹種の単板接着性，林試研報，194，pp. 65～84，(1966)
- 3) 柳下 正・嵯峨途利：南洋材の性質4 カプール材単板の接着性，林試研報，197，pp. 121～131，(1967)
- 4) 柳下 正・嵯峨途利：南洋材の性質7 カリマンタン産クルイン材の単板接着性，林試研報，206，pp. 93～106，(1967)

XI. Adhesion Faculty in Veneers of Fourteen Species of Kalimantan Woods

Masashi YAGISHITA and Hitoshi KARASAWA.

(Résumé)

This examination was conducted for the purpose of estimating the bond strength of plywood produced by rotary veneers of 14 kinds of Kalimantan woods. The kinds of study logs are shown in Table 1.

1. Quality of veneers

The thickness of veneer was 1.0 mm in all veneers. The treatment of logs before rotary cutting is shown in Table 4, and cooking was continued for 48 hrs.

2. Adhesives, glue spreading and pressing

The kinds of adhesives, mixing ratio of glues and pressing conditions are shown in Table 2 and

3.

3. Test specimens

The types of plywoods used in this examination were 2 kinds of type I (phenol resin and melamin urea co-condensation resin) and type II (urea resin). The construction and size of the plywoods were 3 ply and 30×30 cm.

4. Bond strength test

The bond strength was measured by the method of plywood shear strength test established in JAS.

5. Red lauan plywood

Red lauan (*Shorea negrosensis* Foxw.) was used in standard test pieces. The Red lauan plywood was produced in the same way as the Kalimantan wood plywoods.

6. Result of test

The results of test of the bond strength are shown in Table 4, 5 and Fig. 1, 2 and 3. The relations between bond strength and apparent specific gravity are shown in Table 4, 5, 6, 7 and 8.

7. Observation

(1) In general, the result of the bond strength of Kalimantan wood plywoods tended to have similar or higher values in comparison with that of the red lauan plywood. But, the values of the bond strength of Jelutong and Karas plywoods in each adhesive and Kelat plywoods in phenol resin tended to decrease slightly compared with that of Red lauan plywoods. The bond strength of Borneo oak plywood showed the highest values among them.

(2) In this examination, the difference between cooking and non-cooking in treatment of logs was recognized. Results indicate that the bond strength of cooked veneers was higher than in the non-cooked veneers.

(3) The relation between the bond strength and the apparent specific gravity was recognized,

and the trend revealed was that the species of the group of higher apparent specific gravity showed better values of bond strength, except Jelutong in phenol resin and Kerat in melamin resin. This tendency was not recognized in urea resin.

XII. フィリピン産アピトン材およびカリマタン産 12 樹種の塗装適性

川 村 二 郎⁽¹⁾
中 村 章⁽²⁾

1. ま え が き

当場木材部が現在行なっている南洋材の材質試験の一環として、インドネシア共和国、東カリマンタン州ヌスカン島産クルイン、バンキライ、ホワイト メランチ、ジェルトン、カラス、テラリン、チャンベカ、ギアム、レサク、ライト レッド メランチ、パラウ(1)、ケレダン、フィリピン産アピトン材の塗装適性を調べる機会を得たので、その結果を報告する。

実験項目として、

- (1) 塗装作業の難易をみる——塗装作業性試験。
- (2) 塗膜の乾燥硬化時間をみる——塗料硬化試験。
- (3) 塗膜が木材と付着し、その持続がなされているかどうかをみる——塗膜付着性試験。
- (4) 塗膜耐久性をみる——塗膜割れ試験。
- (5) 着色剤による色むらの発生をみる——着色試験 (一部の樹種のみ)

を選定し、塗装適性試験として実験をすすめた。なお結果の考察にあたって、対照試験体としてフィリピン・リヤング地区産レッド ラワン²⁾を使用した。

実験をすすめるにあたって、ご指導をいただいた寺沢 真加工科長、材質改良研究室の方々に深く謝意を表します。

2. 供試材および調整

原 木

樹種名 (市場名)、学名、原木番号および容積重を Table 1 に示す。

クルイン、アピトン、バンキライおよびホワイト メランチは Fig. 1 のごとく、原木記号Ⅶの材は樹心からの相対的距離 60～70% の位置から採材した。採材した板は天然乾燥を 3～5 週間行ない、つづいて Fig. 2～4 の乾燥スケジュールでゆるやかに人工乾燥し、各試験片を製作した (試験片寸法は各試験項目中に記述)。

塗 装

塗装硬化試験を除いて Table 2 の塗装工程で塗装した。使用した目止剤および塗料の組成を Table 3 に示す。

(1) 木材部材質改良科材質改良研究室

(2) 木材部材質改良科長

Table 1. 樹種名 (市場名), 学名, 原木番号および容積重
Species, log number and apparent specific gravity of wood used for paintability test

樹種 Species	原木番号 Mark of log	r_{15}	r_0	樹種 Species	原木番号 Mark of log	r_{15}	r_0
レッド ラワン Red lauan <i>Shorea negrosensis</i>	R	0.55	0.48	テ ラ リ Teraling <i>Tarrietia</i>	VII C	0.82	0.73
クル イ Keruing <i>Dipterocarpus</i> sp.	IV A—2	⁽¹⁾ 0.81 ⁽²⁾ 0.70	⁽¹⁾ 0.73 ⁽²⁾ 0.63	チャ ン パ カ Champaka <i>Michelia</i> sp.	VII D	0.53	0.46
ア ビ ト Apitong <i>Dipterocarpus glandiflorus</i>	V A—4	0.77	0.68	ギ ア ム Giam <i>Cotylelobium</i> sp.	VII E	0.98	0.89
バ ン キ ラ イ Bangkirai <i>Shorea laevis</i>	VI A—3 VI A—9	0.91 —	0.81 —	レ サ ク Resak <i>Vatica</i> sp.	VII F	0.82	0.73
ホ ワ イ ト メ ラ ン チ White meranti <i>Shorea</i> sp.	VI B—10	0.60	0.53	ライト レッド メ ラ ン チ Light red meranti <i>Shorea</i> sp.	VII G	0.48	0.42
ジ エ ル ト Jelutong <i>Dyera</i> sp.	VII A	0.44	0.38	バ ラ ウ (1) Balau (1) <i>Shorea</i> sp.	VII H	0.85	0.75
カ ラ ス Karas <i>Aquilaria</i> sp.	VII B	0.44	0.38	ケ レ ダ ン Keledang <i>Artocarpus</i> sp.	VII L	0.57	0.50

Note) (1) : 心材 Heartwood

(2) : 辺材 Sapwood

r_{15} : 含水率15%に換算した容積重 (g/cm³)

Apparent specific gravity in air dry (at 15% moisture content) (g/cm³).

r_0 : 全乾容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity in oven dry (g/cm³).

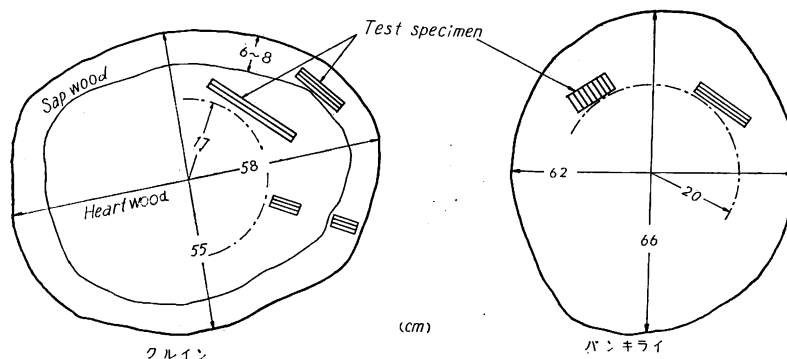


Fig. 1-1 原木丸太から各種試験片のとり方
Method of sampling from the bolt (Left: Keruing, Right: Bangkirai).

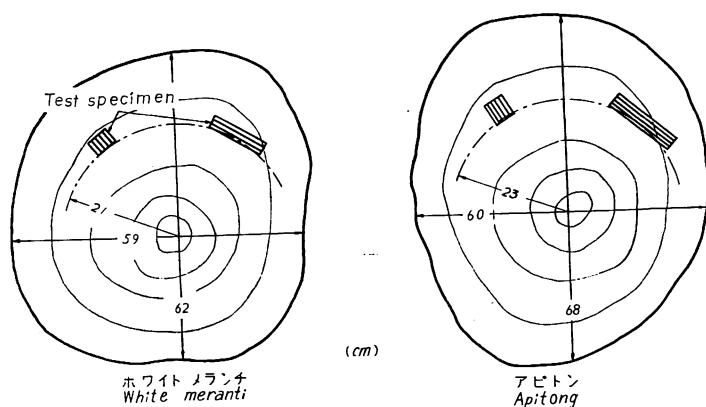


Fig. 1-2 原木丸太から各種試験片のとり方
Method of sampling from the bolt.

Table 2. 塗 装 工 程 (塗料硬化試験を除く)
Finishing process used for paintability test (Other finishing process used for curing test of paint).

塗 装 工 程 Finishing process	塗 装 材 料 Finishing material	備 考 Remark
研 摩 Sanding	#120ガーネットサンドペーパーで手研摩 Hand sanding with 120 mesh garnet sandpaper	
目 止 め Filling	水性目止剤 ⁽¹⁾ Fill by hand with water filler ⁽¹⁾ , after 10 min. and wipe off clean with fresh cloth across the grain	2 回行なう Two times
下 塗 り Under coating	目止剤が完全乾燥後, ウッドシーラー ⁽¹⁾ (不揮発分12%) ⁽²⁾ 吹付塗装1回 After drying a day, apply a coat of wood sealer ⁽¹⁾ with spray gun (12% non-volatile content) ⁽²⁾	
研 摩 Sanding	ウッドシーラーが乾燥後, #240 ガーネットサンドペーパーで手研摩 After drying a day, hand sanding with 240 mesh garnet sandpaper	
上 塗 り Top coating	ニトロセルロースクリヤーラッカー ⁽¹⁾ (不揮発分 17%) ⁽²⁾ 吹付塗装2回 Apply 2 coats of nitrocellulose clear lacquer ⁽¹⁾ with spray gun (17% non-volatile content) ⁽²⁾	

注) (1): 塗装材料の組成は Table 3 に示す。

Composition of finishing materials are shown in Table 3.

(2): 不揮発分の測定は JIS K 5400 82 による

Measured by JIS K 5400 82

試験片はすべて片面塗装とし, 塗布量は下塗り 150 g/m², 上塗り 300 g/m² 前後であった。

3. 塗装適性試験

1. 塗装作業性試験

塗装するさい作業に支障がないか, また硬化した塗膜の状態を III-2 以下の各塗装試験片を製作するさいに調べた。

Table 3. 水性目止剤, ウッドシーラーおよびニトロセルロースクリヤーラッカーの組成
Composition of water filler, wood sealer and nitrocellulose clear lacquer

塗 装 材 料 Finishing material	組 成 Formulation	重 量 % Percent by weight
水 性 目 止 剤 Water filler	砥 の 粉 Tonoko (body)	65.0
	醋ビ接着剤 Vinyl acetate adhesives (binder)	3.0
	水 Water	32.0
ウ ッ ド シ ー ラ ー Wood sealer	ニトロセルロース Nitrocellulose	14.0
	シェラック ワニス Shellac varnish	30.0
	可 塑 剤 Plasticizer	3.0
	エステル系溶剤 Esters	15.0
	アルコール系溶剤 Alcohols	30.0
	芳香族炭化水素系溶剤 Aromatic hydrocarbons	8.0
ニトロセルロース クリヤーラッカー Nitrocellulose clear lacquer	ニトロセルロース Nitrocellulose	16.1
	50% アルキド樹脂 50% alkyd resin	16.0
	可 塑 剤 Plasticizer	8.0
	エステル系溶剤 Esters	28.0
	アルコール系溶剤 Alcohols	7.9
	芳香族炭化水素系溶剤 Aromatic hydrocarbons	24.0

結果および考察

全樹種ともラッカー系ウッドシーラーおよびニトロセルロースクリヤーラッカー塗装では作業に支障なく、塗膜状態も異常がなかった。

ポリウレタン樹脂ウッドシーラー塗装の場合、クルインの板目板に樹脂状物質が点々と多数溶出し、その場所は塗料の硬化が不完全であった。柾目板ではその現象の出現はわずかで、上塗り塗装には影響がなかった。

アビトンにもクルインと同様な現象がみられた。他の樹種は塗料をはじいたり、極端に吸収することもなく、塗膜状態も異常がなかった。

2. 塗料硬化試験

現在木工塗装では、塗装工程の短縮化とプラスチックを張りつけたような塗面をうるために、不飽和ポリエステル塗料が大量に使用されている。しかし、この塗料は、硬化が材質によって影響を受けやすい欠点をもっている。この硬化障害は木材表面に存在する水分、抽出成分（フェノール性物質など）³⁾⁴⁾等が塗料の硬化反応を抑制するためである。

この塗料を試験片に塗装し、硬化時間を測定した。

実 験 方 法

試験片：各樹種の板・柾目試験片を各1枚、大きさ・長さ 25 cm, 幅 15 cm, 厚さ 1.2 cm, 温度 20°C, R.H. 65% 中で3か月以上調湿し、準備した。

塗 装：試験片を #120 ガーネットサンドペーパーで研磨後目止めをせずにポリウレタン樹脂ウッドシーラー（日本ペイント製）を吹付塗装し、硬化後 #240 ガーネットサンドペーパーで軽く研磨、不飽和ポリエステル樹脂塗料（日本ペイント製ポリエステルクリヤー 2000 SA）を、フィルムアプリーケーターで膜

Table 4. 塗料硬化試験に使用した塗料組成
Composition used for curing test of paint

塗 料 Paint	組 成 Composition (Percent by weight)	備 考 Remark
ポリウレタン ウッドシーラー Polyurethane wood sealer	ポリウレタン樹脂シーラー Polyurethane resin sealer 56	不揮発分 ⁽¹⁾ Non-volatile content 19.3% 塗布量 Applied quantity 40~50 g/m ²
	硬化剤 Hardener 14	
	シンナー Thinner 30	
不飽和ポリエステル 樹脂塗料 Unsaturated poly- ester resin varnish	不飽和ポリエステル樹脂 Unsaturated polyester resin 98.5	膜 厚 Thickness of wet film 250 μ
	メチルエチルケトンペーオキサイド Methyl ethyl ketone peroxide 1.5	

注) (1): 不揮発分の測定は JIS K 5400 82 による。
Measured by JIS K 5400 82.

 Table 5. 不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化時間 (時間)
Curing time of unsaturated polyester resin paint on woods (hrs)

樹 種 Species	硬化時間 Curing time	樹 種 Species	硬化時間 Curing time
レッド ラワン Red lauan	2.15	テ ラ リ ン Teraling	2.62
ク ル イ ン Keruing	2.28	チャンパカ Champaka	2.37
ア ピ ト ン Apitong	2.08	ギ ア ム Giam	2.75
バンキライ Bangkirai	2.08	レ サ ク Resak	2.75
ホワイト メランチ White meranti	1.78	ライト レッド メランチ Light red meranti	1.92
ジェルトン Jelutong	1.93	バラウ (1) Balau (1)	2.32
カ ラ ス Karas	2.20	ケ レ ダ ン Keledang	2.27

注) 温度 20°C, R.H. 75%の室内で測定。

Note) Measurements were held in the room at 75% relative humidity, 20°C temperature.

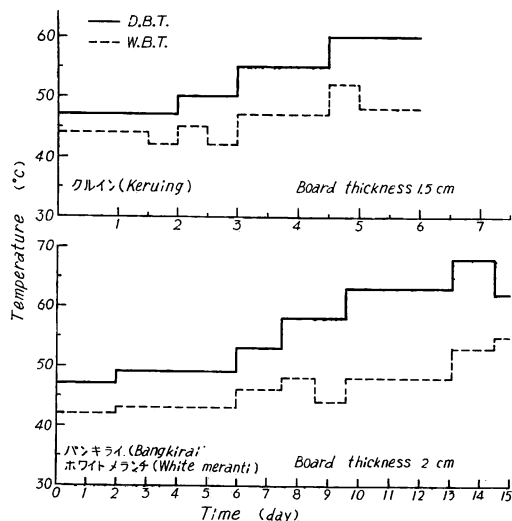


Fig. 2 塗装適性試験に使用した木材の乾燥スケジュール (ホワイト メランチは10日で終了)
Drying schedule of woods used for paintability test (White meranti: 10 days).

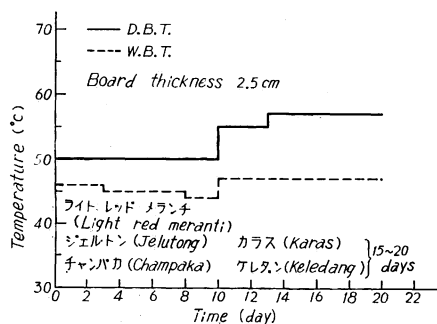


Fig. 3 塗装適性試験に使用した木材の乾燥スケジュール (各樹種は適当に乾燥度に応じ取り出す)

Drying schedule of woods used for paintability test.

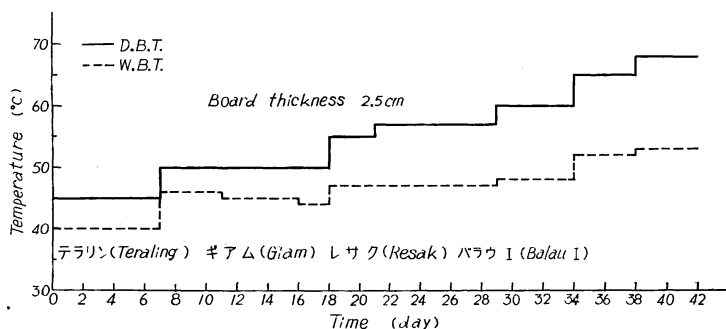


Fig. 4 塗装適性試験に使用した木材の乾燥スケジュール (テラリンは25日で取り出す)

Drying schedule of woods used for paintability test.

厚が 250μ になるように塗装した。塗料組成を Table 4 に示す。

硬化時間の測定: 温度 20°C , R.H. 75% の室内で塗膜上に金網をおき, 252 g/cm^2 の圧力をかけ傷跡のつかなくなったときを硬化とし, 重合触媒添加からその時までを硬化時間とした。

結果および考察

実験結果を Table 5 に示す。

板目, 柾目の間で硬化時間の差が少ないので平均値を Table 5 に使用した。

塗料硬化時間を対照試験体のレッド ラワンと比較すると, メランチ類は硬化が早く, テラリン, ギアムおよびレサクが約 30 分遅れ, 他の樹種は同程度の硬化時間を示した。

供試 13 樹種は, 不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化反応を著しく阻害することもないので, 標準的塗装方法で実用上支障がない。

3. 塗膜付着性試験

塗膜の付着試験法はたくさんの種類があるが決定的な良法はみいだされていない。それゆえ, この実験では簡単な判定法として多く採用されている基盤目試験法および乾湿繰返しによる離試験法を行ない, 塗膜付着性を比較した。

実験方法

A. 基盤目試験

試験片: 各樹種とも板・柾目板各 1 枚, 試験片木取のつごうでテラリンおよびケレダンには板目板, ライト レッド メランチは柾目板のみを使用した。大きさ・長さ 25 cm, 幅 15 cm, 厚さ 1.0~1.5 cm。

塗 装: Table 4 の塗装工程により, 塗装後温度 20°C, R.H. 65% 中に 1 か月以上調湿後次の実験を行なった。

片刃のかみそりで塗膜をつらぬき, 木材に達する平行線の傷を基盤目状に縦横 1 mm 間隔に 11 本ずつ作り, その上にセロテープ (幅 24 mm, 日バン製) を張りつけ, 急激にはがして, 1 目の面積のうち半分以上はがれないで残った目を健全なものとして, 100 個の基盤目のうち健全なものの数をもって各樹種の付着性を比較した。試験片の付着性の差異を平均化するため, 1 枚の試験片につき 5 か所測定した。

B. 乾湿繰り返しによる塗膜はく離試験

試験片: 各樹種とも板・柾目板 5 枚, 試験片木取のつごうでテラリンおよびケレダンは板目板, チャンパおよびライト レッド メランチは柾目板のみを使用した。大きさ 5 × 5 × 厚さ 1 (cm)。

塗装および調湿は基盤目試験と同じにした。

乾湿繰り返し促進条件: 水温 25 ± 1°C の水中に 2 時間浸漬後, ただちに温度 50 ± 1°C で 2 時間乾燥を 1 サイクルとし, 7 サイクル行ない, 各サイクルごとにはく離面積を測定した。

結果および考察

基盤目試験結果を Table 6, はく離試験の結果を試験片塗装面積に対するはく離率で Fig. 5~7 に示す。

初期付着性をみる基盤目試験結果では, 対照試験体のレッド ラワンと比較して同程度か, やや悪い付

Table 6 基 盤 目 試 験 結 果
Results of test for resistance of paint film to peeling

樹 種 Species		健全な目の数 Number of re- mained squares	樹 種 Species		健全な目の数 Number of re- mained squares
レッド ラワン Red lauan	柾目 E ⁽¹⁾	82	カ ラ ス Karas	板目 F 柾目 E	85 50
ク ル イ ン Keruing	板目 F ⁽²⁾ 柾目 E	52 64	テ ラ リ ン Teraling	板目 F	72
ア ピ ト ン Apitong	板目 F 柾目 E	86 68	ギ ア ム Giam	板目 F 柾目 E	76 62
バン キライ Bangkirai	VI A-3 ⁽³⁾ 板目 F 柾目 E	68 67	レ サ ク Resak	板目 F 柾目 E	73 44
	VI A-9 ⁽³⁾ 板目 F 柾目 E	52 67	ライト レッド メランチ Light red meranti	柾目 E	78
ホワイ ト メランチ White meranti	板目 F 柾目 E	74 88	パ ラ ウ (1) Balau (1)	板目 F 柾目 E	76 40
ジ ェ ル ト ン Jelutong	板目 F 柾目 E	59 62	ケ レ ダ ン Keledang	板目 F	70

注) Note) Cross-cut adhesion test on wood.

Peeled the paint film which was previously cut to 100 squares (1×1 (mm)) by a razor with a cellophane stick tape. Results may be expressed quantitatively by number of squares remaining.

(1): Edge grain

(2): Flat sawn grain

(3): 原木番号 Log number

値は 5 か所測定の平均値

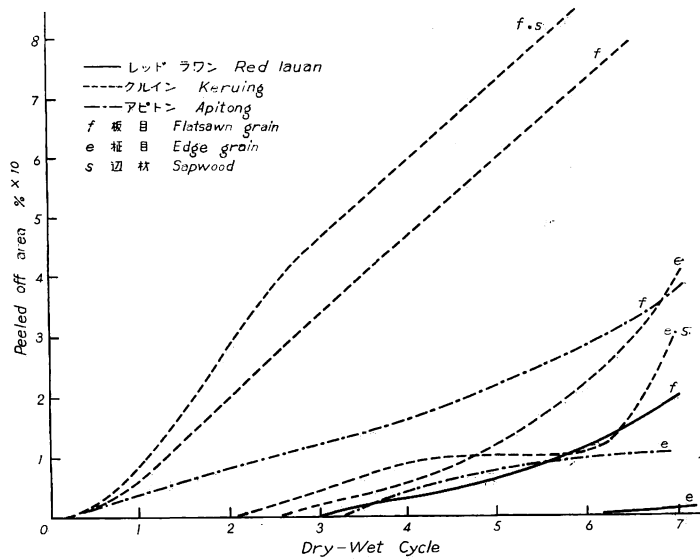


Fig. 5 乾湿繰り返しによる塗膜はく離
Peeling of paint film on woods in accelerated dry and wet test.

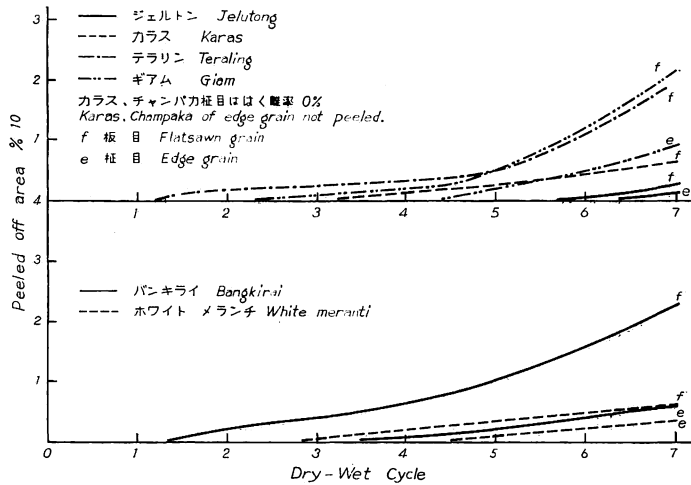


Fig. 6 乾湿繰り返しによる塗膜はく離
Peeling of paint film on woods in accelerated dry and wet test.

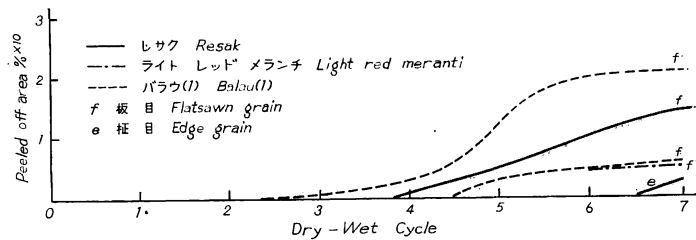


Fig. 7 乾湿繰り返しによる塗膜はく離
Peeling of paint film on woods in accelerated dry and wet test.

着性を示したが、値のばらつきが大きく樹種間の比較は困難である。

乾湿繰り返しによる塗膜はく離率は木材の膨張収縮と密接に関係し、同一樹種では板目面の塗膜はく離が柾目面より数倍多い。塗膜はく離率 10% 以下と、以上の樹種を区別すると、10% 以下ではバンキライ、ホワイ ト メランチ、ジェルトン、カラス、チャンパカの板・柾目板およびレッド ラワン、アピトン、ギアム、レサク、パラウ(1)の柾目板であった。それらの含水率 1%あたりの平均収縮率⁶⁾⁷⁾は 0.17 ~ 0.28 で、ホワイ ト メランチ板目板のみ 0.32 の高い値をもちながら、塗膜はく離率は 10% 以下であった。

塗膜はく離率 10% 以上の樹種はクルインの板・柾目板およびレッド ラワン、アピトン、バンキライ、テラリン、ギアム、レサク、パラウ(1)の板目板であった。それらの含水率 1%あたりの平均収縮率が 0.31 ~ 0.42 で、クルインの柾目板のみ 0.26 の低い値ながら高い塗膜はく離率を示した。

特に、クルイン板目板は以上の傾向を考慮しても、他の樹種よりだんぜん多い塗膜はく離率を示した。

初期付着性では樹種間の差が現われにくい、乾湿繰り返しによる付着耐久性では、樹種の含水率 1%あたりの平均収縮率が塗膜はく離に密接に関係した。

4. 塗膜割れ試験

塗膜割れの原因を大別すると、塗料、塗装工程(施工法)および被塗材に関係している⁵⁾。それゆえ、この実験では塗料および塗装工程を一定にし、塗膜割れの原因を被塗材の影響のみにしぼって、材質からおこる塗膜割れ発生を乾湿繰り返し促進試験方法によって調べた。

実験方法

試験片、塗装および乾湿繰り返し条件は、3-B 乾湿繰り返し塗膜はく離試験と同じ。

測定: 試験片中央部に繊維方向に直角に長さ 2 cm の線を引き、測定用基準線とした。乾湿繰り返し各サイクルごとに測定基準線を横切る塗膜割れ数を肉眼、および 10 倍率拡大鏡で測定した。

結果および考察

塗膜割れ試験結果を板目、柾目あわせて 1 樹種 10 個の平均値(テラリン、ケレダンは板目、チャンパカ、ライト レッド メランチは柾目のみ 5 個の平均値)で肉眼観察結果を Fig. 8, 9 に、拡大鏡観察結果を Fig. 10, 11 に示す。

(1) 塗膜割れ数の樹種間の比較

対照試験体のレッド ラワンより塗膜割れを多数発生した樹種は、両観察結果ともクルインの心、辺材、アピトン、カラス、10 倍観察結果のみホワイ ト メランチであった。他の樹種はギアムのみレッド ラワンと同程度で、あとは塗膜割れは少ない。

塗膜割れの多い樹種の乾湿繰り返しによる木部割れをみると、クルイン心材放射組織がわずかに割れた程度で他は木部割れを発生せず、これらの塗膜割れが木部割れの延長として起こったものではない。

(2) 塗膜割れ数と木材容積重の関係

乾湿繰り返し 7 サイクル後の塗膜割れ数と木材気乾(M.C. 15%)容積重との関係を Fig. 12 に示す。

木材の一般的性質として、木材容積重が高いものほど塗膜割れを多く発生する傾向がある¹⁾⁵⁾が、今回の試験樹種も肉眼および 10 倍観察結果ともに、ほぼ同様な傾向を示した。この傾向より大きくはずれたグループ(高容積重で塗膜割れが少ない)をみると、乾湿繰り返しによりバンキライ、テラリン、パラウ(1)に放射線割れが多く、特にレサクは放射線割れが相当はげしく塗膜下に発生した。ギアムは放射線

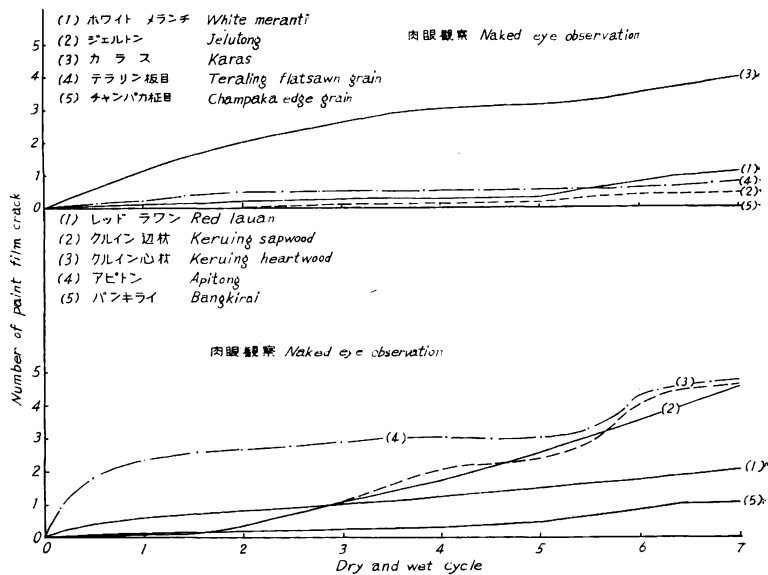


Fig. 8 促進試験による塗膜割れ数
Paint film cracking on woods in accelerated dry and wet test.

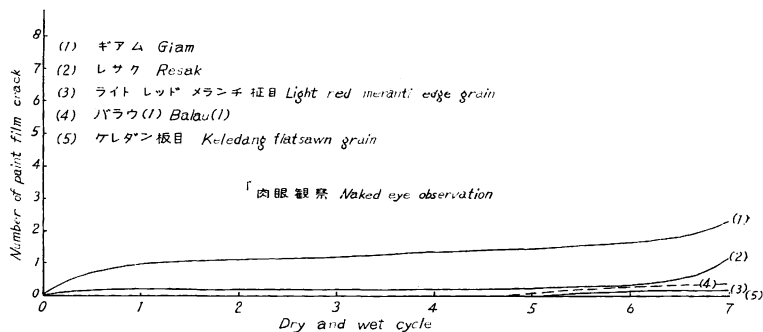


Fig. 9 促進試験による塗膜割れ数
Paint film cracking on woods in accelerated dry and wet test.

割れのほか、成長輪沿いに割れが発生した。木部割れの上には大きな塗膜割れが数少なく発生し、塗膜にかかる応力が緩和されたためか塗膜割れ数が少なく、木材容積重と塗膜割れの一般的傾向からはずれたものと考えられる。

5. 着色試験

一般的塗装工程には顔料および染料による木材の着色工程が含まれている。顔料は染料に比べ化学的に安定しているが、染料の場合木材抽出成分等により影響を受けやすく、色むらなどが出やすいので、本報では一般に使用されている酸性染料および NGR ステインで着色し、色むら、変色を観察した。

実験方法

供試材：ジェルトン、カラス、チャンパカの板・柾目板。テラリン、ライト レッド メランチ、ケレダンの板目板。

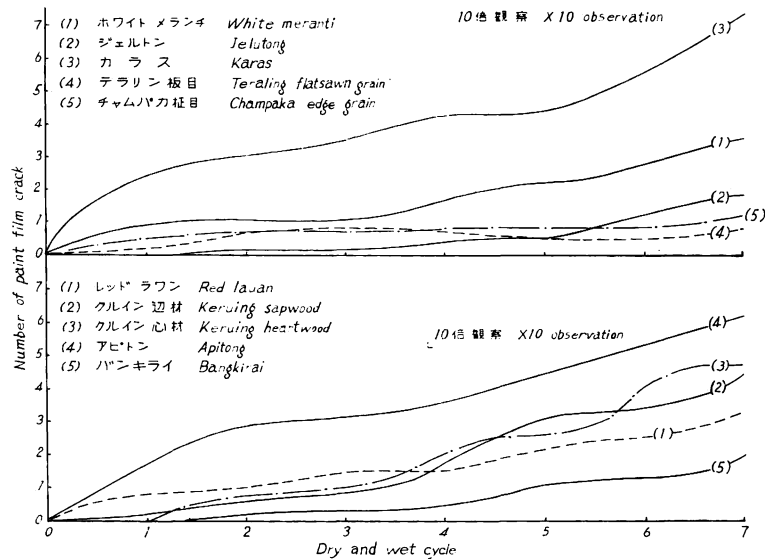


Fig. 10 乾湿繰り返しによる塗膜割れ数
Paint film cracking on woods in accelerated dry and wet test.

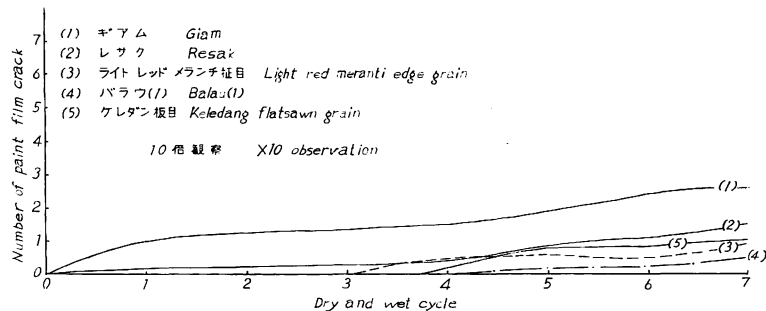


Fig. 11 乾湿繰り返しによる塗膜割れ数
Paint film cracking on woods in accelerated dry and wet test.

試験片: 大きさ, 長さ 15 cm, 幅 12 cm, 厚さ 1.2 cm 各 1 枚。含水率約 12%。

塗 装:

- 1) #240 ガーネットサンドペーパー (GS) で研磨。
- 2) 水溶性酸性染料 (スカーレット) を 80°C の温水に溶かし, 濃度 1% とし, 刷毛塗り 1 回。
NGR ステイン No. 3 (ダークマホガニー) を刷毛塗り 1 回。
- 3) ウッドシーラー* (不揮発分 8%) 吹付塗り 1 回。
- 4) #240 GS で軽く研磨。
- 5) 水性目止剤で目止 1 回。
- 6) ウッドシーラー*吹付塗り 1 回。
- 7) #240 GS で研磨。
- 8) ニトロセルロースクリヤーラッカー*吹付塗り 2 回。 * : Table 3 参照。

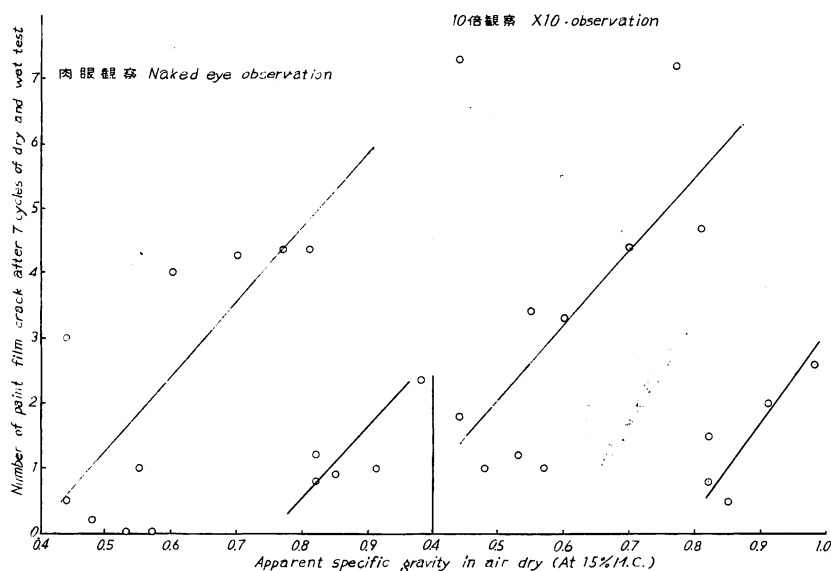


Fig. 12 木材気乾容積重と塗膜割れの関係
Relation between apparent specific gravity in air dry of woods and number of paint film crack on wood.

結果および考察

木材の抽出成分の影響による色むら変色等はあらわれなかった。カラスおよびケレダンに直接 NGR スティンを塗布すると、道管壁に他の部位よりも着色剤が強く沈着し濃色の点々となる。これは濃色の目止めを施せば目だたなくなる。

4. ま と め

塗装作業性試験、塗料硬化試験、塗膜付着性試験、塗膜割れ試験の結果からカリマンタン産クルイン、パンキライ、ホワイト メランチ、ジェルトン、カラス、テラリン、チャンパカ、ギアム、レサク、ライト レッド メランチ、パラウ(1)、ケレダンおよびフィリピン産アピトン材の塗装適性を考察すると次のように結論される。

吹付塗装による作業性の観点からは、ニトロセルロース系塗料では作業に支障がなく、塗膜状態も異常がない。ポリウレタン樹脂塗料の場合、クルインおよびアピトンに樹脂状物質が溶出し、硬化が阻害された。他の樹種では異常がなかった。

塗料硬化の観点からはレッド ラワンと比較した場合、メランチ類は硬化時間が短く、硬化の遅い樹種はテラリン、ギアムおよびレサクで、約 30 分の遅れで硬化をいちじるしく阻害する樹種はなく、標準的塗装方法でよい。

塗膜付着性の観点からは初期付着性ではほとんど差が認められないが、付着性の持続は木材の膨張収縮の少ない材ほど良い。この点を考慮しても、クルイン板目板の塗膜はく離率は多い。

塗膜割れの観点からはクルイン、アピトン、カラスがレッド ラワンより劣る。一般の木材と同じく、木材容積重の高いものほど塗膜割れを多数発生する傾向がある。試験片に木部割れが発生することによ

り、大きな塗膜割れが数少なく起こり、そのため塗膜にかかる応力が緩和され塗膜割れ数が減少した。このような材は木材容積重と塗膜割れ数の傾向よりはずれた。

以上、ポリウレタン塗装、乾湿繰り返しによる塗膜はく離率、塗膜割れ数等の場合クルインおよびアピトンに問題があることから、この2樹種は他の樹種に比較して塗装適性は劣る。他の樹種は塗装適性で特別に問題がなく、標準的塗装法で実用上支障がない。

文 献

- 1) BROWNE, F.L.: Wood properties that affect paint performance. Organic Protective Coatings, Reinhold Publishing Co., p. 248, (1953)
- 2) 江草義正・筒本卓造: ロータリー単板切削について (レッド ラワン), 林試木材部資料, 39-6, (1964)
- 3) 井上幸彦: 塗料及び高分子, 誠文堂新光社, p. 69, (1963)
- 4) GARDNER, A.F. Joseph: Extractive chemistry of wood and influence on finishing. Official Digest, June, pp. 698~706, (1965)
- 5) 中村 章・川村二郎: 塗装木材の塗膜割れについて (第1報), 林試研報, 176, pp. 187~214, (1965)
- 6) 中野達夫・蕪木自輔: カリマンタン産クルイン材の容積重と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 206, p. 18, (1967)

XII. Paintability Test of Apitong Wood grown in the Philippines and Twelve Species of Woods grown in Kalimantan

Jiro KAWAMURA and Akira NAKAMURA

(Résumé)

As a part of the wood quality tests for tropical woods, the paintability test on their solid woods was carried out.

In this test reported herein, the paintings on their solid woods, workability at painting, curing time of unsaturated polyester resin varnish, paint film adhesion, and peeling paint film and paint film cracks under accelerated weathering condition were studied and compared with those of Red lauan (*Shorea negrosensis*) grown in the Philippines.

Experimental procedure

Test specimen:

Botanical names and apparent specific gravities of those thirteen species are shown in Table 1. Finishing materials and process on the wood test specimens:

Finishing materials used in this experiment, their components and their finishing process are shown in Table 2, 3. For the curing test of unsaturated polyester resin varnish, another process shown in Table 4 was adopted.

Workability test of paint:

The properties of repelling and leveling in spraying of paint and the cured paint film condition was observed for all test specimens.

Curing test of paint:

The curing time of the unsaturated polyester resin varnish coated on the test specimens was measured in the air-conditioned room at 20°C, R.H. 75%. All test specimens were coated with the polyurethane wood sealer, and with the unsaturated polyester resin varnish in 250 μ thickness without filling.

Adhesion test of paint film:

Two kinds of peeling test method were carried out. One of them was cross cut adhesion test. In this test, the paint film which was previously cut to 100 squares (1×1 mm) by a razor was peeled with a cellophane stick tape. Results are expressed quantitatively by number of remaining squares. The other was dry and wet cycle test. In this test, peeled off area of paint film on the wood test specimens developed by the accelerated dry and wet cycle test were measured at each cycle within seven cycles.

One cycle consisted of soaking in water at $25 \pm 1^\circ\text{C}$ for two hours and drying at $50 \pm 1^\circ\text{C}$ for two hours.

Cracking test of paint film:

Numbers of cracks which occurred on wood test specimens by the accelerated test of dry and wet cycles were measured with naked eye and multiple projector ($\times 10$) along the measurement line (two cm line drawn perpendicular to grain on the center of the test specimens) at each cycle of the accelerated test within seven cycles.

Results

From the results obtained in each experiment, the paintabilities of the thirteen species of tropical wood were as follows:

1. It seems that the thirteen species show no adverse effect as regards workability, because they showed no bad effect on being painted with nitrocellulosic paints. When polyurethane resin was painted on Keruing and Apitong, a kind of resinous matter bled to the surface.

2. There was no difference in curing time of nitrocellulose clear lacquer on those wood surfaces in comparison with Red lauan. In the case of unsaturated polyester resin varnish, the curing time on Meranties was shorter and on Teraling, Giam, Resak was about 30 min. longer than that on Red lauan. It was found that these curing times could be shortened by increasing the curing agents or by giving an additional application of the wood sealer. Therefore, it was recognized that these species had no particular properties to disturb curing of paint (See Table 5).

3. Concerning the paint film adhesion on woods, the thirteen species were almost the same as Red lauan in initial adhesion of paint film (See Table 6).

The peeling off area of paint film on woods caused by accelerated dry and wet test increased with increase of the shrinkage and swelling of wood⁶⁾⁷⁾. On Keruing of the flatsawn grain test specimen it was larger than on all other species (See Fig. 5~7).

4. Concerning the paint film cracks, the number of cracks that developed on Keruing heartwood and sapwood, Apitong and Karas were more, and on other species were less than that of Red lauan (See Fig. 8~11).

The development of the paint film cracks increased with increase of the apparent specific gravity of wood. This tendency coincides with the tendency of paint film cracking for the general wood¹⁾⁵⁾.

In the case of Bangkirai, Teraling, Balau (1), Resak and Giam, only a few large paint film cracks occurred during weathering. These phenomena may be due to wood cracks and stress relaxation of

paint film caused by their cracks (See Fig. 12).

As a conclusion it can be recognized that paintabilities of Keruing and Apitong are inferior to the other species which have almost the same paintabilities as Red lauan for practical use.

XIII. カリマンタン産 13 樹種のパルプ化

香 山 彊⁽¹⁾・菊 池 文 彦⁽²⁾
高 野 勲⁽³⁾・宇 佐 見 国 典⁽⁴⁾
荻 野 健 彦⁽⁵⁾

この報告は、木材部、林産化学部共同研究“南洋材の性質”の一部としてカリマンタン産 13 樹種について行なった諸試験のうち、クラフト法によるパルプ化試験の結果についてのべたものである。

1. 供 試 材

供試材の詳細については緒言にのべられている。

2. 実 験

a) 試料調製

厚さ 20 mm の円板を各樹種の丸太の元口位置から 2～3 枚ずつ採取し、20×10～15×2～3 mm の手割りチップを作製し、パルプ化試験に供した。各樹種のチップの一部をとりワイリイミルで粉碎し 40～60 メッシュ部分を取り、木材分析（化学成分分析）用試料とした。各樹種の円板のなかから 1 枚ずつを選び、形態的性質測定用試料とした。

b) 材およびパルプの化学的試験

木材分析は JIS により行なった。ホロセルロースは WISE 法により測定した。α-セルロースは分離ホロセルロースについて常法により測定した。未漂白パルプの塩素吸収量 (Roe 価) は、TAPPI 標準法: T 202 os-61 により測定した。

c) 形態的性質測定

各樹種の円板試料の平均直径部から、1 半径方向において樹心から周辺部に向かって 5 点ずつ 3×3×20 mm の大きさの測定試料を採取した。試料採取点は Table 1 のとおりである。

採取試料はマッチの軸木状に分割後、シュルツ液で処理し、水洗後解繊して測定に供した。

上記試料について木部繊維の長さ、直径および細胞膜の厚さを万能投影機により測定した。測定個数は、繊維長については 1 測定点につき 200 本ずつで、1 樹種について 1,000 本、繊維細胞の直径、膜厚については 1 測定点につき約 40 本ずつ、1 樹種について約 200 本を測定した。

d) パルプ化

-
- (1) 林産化学部林産化学第 3 科パルプ研究室長・農学博士
(2) 林産化学部林産化学第 3 科パルプ研究室・主任研究官
(3)(4)(5) 林産化学部林産化学第 3 科パルプ研究室

Table 1. 木材繊維の形態的性質測定試料採取位置
Sampling points for determination of morphological properties of wood fibre

試 料 Wood sample		半 径 Radius (cm)	樹 心 からの 距 離 Distance from the pith (cm)				
現 地 名 Vernacular name	丸太番号 Log number		1	2	3	4	5
ジ ェ ル ト ン Jelutong	VII A	46.0	15.3	22.1	28.9	35.7	42.5
カ ラ ス Karas	VII B	29.0	9.7	13.9	18.2	22.5	26.8
テ ラ リ ン Teraling	VII C	25.5	8.5	12.2	16.0	19.8	23.6
チ ャ ン パ カ Champaka	VII D	31.6	10.5	15.2	19.9	24.6	29.3
ギ ア ム Giam	VII E	37.0	12.3	17.8	23.3	28.8	34.3
レ サ ク Resak	VII F	32.8	10.9	15.8	20.6	25.5	30.4
ライトレッドメランチ Light red meranti	VII G	29.7	9.9	14.3	18.7	23.1	27.5
パ ラ ウ(1) Balau (1)	VII H	31.6	10.5	15.2	19.9	24.6	29.3
パ ラ ウ(2) Balau (2)	VII I	29.8	9.9	14.3	18.7	23.2	27.6
パ ラ ウ(3) Balau (3)	VII J	24.0	8.0	11.6	15.1	18.7	22.2
ボルネオ オーク Borneo oak	VII K	31.3	10.4	15.0	19.7	24.3	29.0
ケ レ ダ ン Keledang	VII L	32.7	10.9	15.7	20.6	25.4	30.3
ケ ラ ッ ト Kelat	VII M	28.5	9.5	13.7	17.9	22.2	26.4

蒸解は4l容電熱式オートクレーブで行ない、得られたパルプは洗浄後、8カットスクリーンにより選別した。パルプについての諸試験は、パルプ収率の測定以外は精選パルプについて行なった。

e) 漂 白

パルプは5段法により漂白した。漂白条件は Table 5 のとおりである。漂白パルプの白色度は JIS によって測定した。漂白パルプの色もどりを前報記載の方法¹⁾で測定し、PC 価で表示した。

f) パルプの強度試験

パルプの叩解は Lampen mill で行ない、試験紙葉の調製および諸試験は JIS によって行なった。

3. 結果および考察

a) 化学的性質

材の化学分析の結果は Table 2 のとおりである。

供試材のリグリンとホロセルロースは、樹種によって含有量にかなりの変異は認められるが(ホロセルロース: 74.33~62.02%, リグニン: 37.60~26..8%), いずれもブナ材と比較してリグニン含有量が高く、ホロセルロース含有量が低かった(ブナ: リグニン 21.4%, ホロセルロース 85.0%)。これはさきに行なった10数種の南洋材の化学分析結果¹⁾²⁾と同様の傾向を示している。α-セルロースについては、ブナ材(49.1%)と比較するとほぼ同様の含有量を示すものは、カラス(50.29%), チャンパカ(50.62%), パラウ(2)(50.03%), ボルネオ オーク(50.39%), ケレダン(50.75%)の5樹種で、一方レサク(41.45%), ジェルトン(43.98%), テラリン(45.30%), パラウ(1)(44.74%)の4樹種のようにかな

Table 2. 化 学 組 成 (対絶乾材%)
 Chemical components of wood samples (All results are based on O.D. wood)

試 料 Wood sample		灰 分 Ash	可溶分 Solubility in		ホロ セルロース Holocellu- lose	α-セルロ ース α-cellu- lose	リグニン Lignin
現 地 名 Vernacular name	丸太番号 Log number		熱 水 Hot water	アルコール ベンゼン Et. OH- Benzene			
ジ エ ル ト ン Jelutong	VII A	1.53	8.93	4.48	70.17	43.98	27.33
カ ラ ス Karas	VII B	1.48	6.53	1.56	74.33	50.29	26.34
テ ラ リ ン Teraling	VII C	1.44	4.21	2.69	64.04	45.30	37.60
チ ャ ン パ カ Champaka	VII D	0.46	4.57	3.99	73.03	50.62	28.89
ギ ア ム Giam	VII E	0.84	10.73	13.82	62.02	45.73	26.08
レ サ ク Resak	VII F	0.71	12.78	11.63	65.04	41.45	27.07
ライト レッド メランチ Light red meranti	VII G	1.60	8.49	5.07	67.39	46.95	35.18
バ ラ ウ (1) Balau (1)	VII H	0.24	9.81	11.29	63.42	44.74	30.36
バ ラ ウ (2) Balau (2)	VII I	0.38	7.66	6.76	69.45	50.03	28.70
バ ラ ウ (3) Balau (3)	VII J	0.83	9.25	12.36	62.58	46.13	27.45
ボルネオ オーク Borneo oak	VII K	0.54	6.85	4.09	73.51	50.39	28.39
ケ レ ダ ン Keledang	VII L	1.55	4.00	0.91	71.77	50.75	31.05
ケ ラ ッ ト Kelat	VII M	0.81	4.47	5.90	63.71	46.68	34.53

り低い含有量を示すものもあり、これまでに行なってきた、10数種の南洋材の分析結果において認められた α-セルロースの含有量は、ブナ材とほぼ同様であるという事実とややことなった結果を示した。灰分含有量(1.60~0.24%)、熱水可溶分(12.78~4.00%)、およびアルコール・ベンゼン可溶分(13.82~0.91%)は、樹種によりかなりの変化が認められた。しかし、フタバガキ科に属するギアム、レサク、ライト レッド メランチ、バラウ(1)、バラウ(2)、バラウ(3)の6樹種の熱水、およびアルコール・ベンゼン可溶分は他樹種より多く、特異な現象を示した。

b) 材の形態的性質

材の形態的性質は Table 3 のとおりである。

供試材の繊維長は 1.08~1.81 mm、繊維幅は 18~49 μ、細胞膜の厚さは 5.4~10.4 μ の範囲であった。しかしバラウ(1)、バラウ(2)、バラウ(3)はルーメン幅が他樹種に比べ判然としない繊維が多かった。繊維長ではカラス、バラウ(3)を除いた他のすべての樹種、細胞膜壁厚ではすべての樹種が、い

Table 3. 材の形態的性質
Morphological properties of wood samples

丸太番号 Log number	繊維長 (μ) Fibre length (μ)			繊維幅 (μ) Fibre diameter (μ)			ルーメン幅 (μ) Lumen width	膜厚 (μ) Cell wall thickness	比重 (g/cm ³) Specific gravity
	平均 Ave.	最大 Max.	最小 Min.	平均 Ave.	最大 Max.	最小 Min.			
VII A	1,773	2,760	920	49.2	72	22	35.0	7.0	0.344
VII B	1,080	1,600	610	35.4	54	22	24.6	5.4	0.348
VII C	1,529	2,200	860	25.1	34	18	12.4	6.3	0.610
VII D	1,901	3,220	1,160	38.5	52	27	25.2	6.7	0.452
VII E	1,440	1,950	910	22.7	31	16	3.4	9.7	0.761
VII F	1,562	2,460	710	26.0	36	19	5.1	10.4	0.555
VII G	1,463	2,070	910	29.3	42	17	17.3	6.1	0.380
VII H	1,507	2,080	840	19.4	27	14	1.6	8.9	0.657
VII I	1,348	1,940	820	18.2	25	12	1.6	8.2	0.817
VII J	1,192	1,750	710	18.8	25	12	2.1	8.3	0.826
VII K	1,651	2,330	970	22.5	28	13	3.4	9.6	0.788
VII L	1,647	2,270	590	3.4	43	16	18.2	6.6	0.467
VII M	1,814	2,660	920	25.5	37	16	8.7	8.4	0.600

ずれもパルプ材として使用されている日本産広葉樹の平均値より、高い値を示した。これは、これまでに行なった南洋材についての測定結果¹⁾²⁾と同様の傾向を示している。供試材の比重（容積密度数）の変異は大きかった(0.34~0.83 g/cm³)。

c) パルプ化

パルプ化の条件および得られたパルプの性質は Table 4 のとおりである。

パルプ収率はテラリン、レサクの39%台から、ケラダンの、カラスの48%台の範囲で、樹種によりかなりの差が認められた。蒸解パルプはいずれもスクリーン粕が少なく、簡単に解繊された。ローエ価は2~8の範囲で、パルプ収率と同様に樹種によりかなりの差が認められたが、ほとんどの樹種が3.6~5.3とかなり高い値を示した。

日本産広葉樹を Table 4 に示したような条件で蒸解した場合、ローエ価は2前後で、高ローエ価のパルプが得られる例はほとんどなく、パルプ収率も一般には50%前後でかなり高い。したがって供試材パルプの収率が低く、ローエ価の高いことは、材の抽出成分およびリグニン含有量に関係があると考えられる。また日本産広葉樹材では、蒸解パルプのスクリーン粕率が少ない場合には、ローエ価が低いのが普通であるが、供試材ではチャンパカを除き、他の樹種はすべて得られたパルプのスクリーン粕率が低いのに、ローエ価は高かった。特にテラリン、ギアム、レサク、バラウ(1)、ケラットの5樹種のパルプでは、上記の事実のほかにパルプ収率も低かった(39.4~41.3%)。したがって、パルプ収率、漂白(漂白処理に際して多量の薬品を必要とする)の2点から考えてもこれら5樹種は、パルプ原木としてはかなり不利である。

Table 4. 硫酸塩パルプの蒸解条件および性質
 Pulping conditions and properties of sulphate pulps

蒸 解 条 件	Cooking conditions
全アルカリ (Na_2O として)	Total alkali 16%
硫 化 度	Sulphidity 25%
蒸解スケジュール	Cooking schedule
最高温度到達時間	1.5hr to 170°C
最高温度保持時間	1.5hr at 170°C

硫酸パルプの性質 Properties of sulphate pulps

丸 太 番 号 Log number	蒸解番号 Cook number	液 比 Liquor to wood ratio l/kg	収 率 Yield			ローエ価 Roe number	白 色 度 (未漂白) Brightness (unbleached)
			精 選 Screened	粕 Screenings	全 Total		
VII A	15	5.5	44.1	0	44.1	4.03	23.6
VII B	16	6.0	48.6	0	48.6	3.66	28.1
VII C	17	4.0	39.4	0	39.4	3.58	20.6
VII D	18	5.0	47.4	0	47.4	2.32	31.6
VII E	19	4.0	39.7	0.3	40.0	3.87	21.4
VII F	20	4.0	39.5	0.2	39.7	4.02	19.8
VII G	21	4.0	46.8	0.1	46.9	4.47	28.8
VII H	22	4.0	41.0	0.3	41.3	5.07	18.9
VII I	23	4.0	43.7	0.4	44.1	4.88	20.7
VII J	24	4.0	47.5	0.1	47.6	5.26	22.9
VII K	25	4.0	47.7	0.1	47.8	3.69	19.5
VII L	26	5.0	48.4	0	48.4	3.88	26.2
VII M	27	4.0	40.0	0.2	40.2	8.12	16.1

未漂白パルプの白色度は、ブナパルプ (25.8) より低いものが多いが、カラス (28.1)、チャンバカ (31.6)、ライト レッド メランチ (28.8)、ケレダ (26.2) の4樹種は、ブナパルプより高い値を示した。しかし、樹種によっては未叩解パルプシートにかなりの結束繊維、導管の存在が認められた。出現程度は次のとおりである。

	多 量	中 程 度	少 量
結 束 繊 維	ギアム	バラウ (1) バラウ (2) バラウ (3)	
道 管	チャンバカ レサク ケラット ギアム	バラウ (1) バラウ (2) バラウ (3)	ジェルトン ライト レッド メランチ ボルネオ オーク

Table 5. 硫酸塩パルプの漂白条件および漂白パルプの性質
Bleaching conditions and properties of bleached sulphate pulps

漂 白 条 件 Bleaching conditions				
処 理 Treatment	パルプ濃度 Pulp consistency %	温 度 Temperature °C	反 応 時 間 Reaction time hr	薬品添加量 Chemicals used %
第1段 (塩素化) First stage (Chlorination)	4	室 温 Room temp.	1	対ローエ価120% 120% of Roe number
第2段 (アルカリ抽出) Second stage (NaOH extraction)	6	70	1	2.5*
第3段 (ClO ₂ 漂白) Third stage (ClO ₂ bleaching)	6	70	2	1.0*
第4段 (アルカリ抽出) Fourth stage (NaOH extraction)	6	70	1	1.5*
第5段 (ClO ₂ 漂白) Fifth stage (ClO ₂ bleaching)	6	70	2	1.0*
第6段 (SO ₂ 処理) Sixth stage (SO ₂ treatment)	3	室 温 Room temp.	0.5	0.5*

* 対パルプ Pulp basis

漂 白 パ ル プ の 性 質 Properties of bleached sulphate pulps

パルプ番号 Pulp number	収 率 Yield %		白 色 度 Brightness		PC 価 PC value
	対未漂白パルプ Unbleached pulp basis	対 チ ッ プ O.D. wood basis	未 漂 白 Unbleached	漂 白 Bleached	
15 B	96.9	42.8	23.6	88.0	3.71
16 B	98.8	48.0	28.1	89.3	1.67
17 B	96.6	38.0	20.6	87.6	1.65
18 B	97.3	46.1	31.6	89.1	1.81
19 B	94.2	37.4	21.4	88.4	2.61
20 B	94.8	37.4	19.8	89.0	2.79
21 B	94.0	44.0	28.8	87.2	3.27
22 B	95.9	39.3	18.9	89.7	3.16
23 B	96.1	42.0	20.7	90.1	2.07
24 B	95.6	45.4	22.9	89.0	2.49
25 B	94.7	45.2	19.5	87.9	1.85
26 B	93.1	45.0	26.2	89.1	1.95
27 B	92.5	37.0	16.1	85.7	2.24

またカラスでは材内師部に起因すると思われる 10 mm 内外の毛髪状の褐色繊維性物質が多数認められたが、これら結束繊維、道管等の夾雑物は叩解処理によりほぼ消滅した。

d) 漂 白

漂白条件および漂白パルプの性質は Table 5 のとおりである。

供試パルプはいずれも漂白後、製紙用漂白パルプとして十分な白色度を示した。ケラットの白色度 (85.7) だけはやや低かった。

未漂白パルプの白色度、およびローエ価は漂白性にあまり関係ないように見受けられたが、ローエ価の高いパルプは塩素使用量が多く、これは当然漂白歩止まりに影響をおよぼすことが考えられる。未漂白パルプシートに認められた結束繊維等の夾雑物の色は、漂白処理によってほとんど消滅した。

パルプの色もどりの程度を示す PC 価は、ジェルトン (3.71)、ギアム (2.61)、レサク (2.79)、ライトレッド メランチ (3.27)、バラウ (1) (3.16)、バラウ (3) (2.49) の 6 樹種が 2.5 以上の高い値を示した。このうちジェルトン、ライトレッド メランチはシート全般にわたって黄色化したが、バラウ (1), (2), (3) では黄褐色の樹脂斑点が多数認められた。カラスは PC 価は低い (1.67)、未漂白パルプシートに認められた繊維状の夾雑物が加熱処理によりふたたび着色し、シート中に多数認められた。

e) パルプの物理的性質

供試材パルプ (未漂白および漂白) の物理的性質は Table 6 のとおりである。

供試材パルプは未漂白の場合、ブナ材パルプと比較するとチャンパカ材パルプの耐折度 (1,200) を除き、他はいずれも引裂強度が高く、引張り、破裂、および耐折強度が低かった。しかしレサク、カラス、チャンパカの 3 樹種のパルプの諸強度 (引張り、破裂、耐折) はブナ材パルプに近い値を示した。その他の樹種のパルプ強度はブナ材パルプよりかなり劣るが、テラリン、ギアム、バラウ (3) の樹種のパルプ強度は特に低かった。テラリン、ギアムのパルプシートの密度は 0.8 g/cm^3 近辺で、かなり高いにもかかわらず、引張り、破裂強度が低いのは注目値する。

漂白処理によりパルプ強度は低下した。漂白パルプの強度は未漂白パルプの場合と同様の傾向を示したが、レサク材パルプの強度は、ブナ材パルプより高かった。ジェルトン、カラス、チャンパカ材のパルプ強度はブナ材パルプとほぼ同様であった。

上記の強度的諸性質は材の形態的性質、化学的性質の影響を強く受けているものと考えられるが、これについてはさらに検討を要する。

以上諸試験の結論として、パルプ収率、漂白性、強度性質等の諸点から総合的に判断すると、日本産広葉樹材のパルプに匹敵する性質を備えているのはチャンパカ材のパルプだけで、強度的性質、パルプ収率のすぐれているカラス材のパルプは漂白パルプの色もどりの点で難点があり、レサク材のパルプは強度的性質はすぐれているが、パルプ収率が非常に低いという難点があり、色もどりの程度もやや高い。ジェルトン、ケレダン、ライトレッド メランチ、ボルネオ オークの 4 樹種のパルプの諸性質は、日本産広葉樹材パルプと比較すると、やや劣るが、用途によっては使用しうると考えられる。

ギアム、テラリン、ケラットの 3 樹種はパルプ収率、強度ともに非常に低く、パルプ材としては非常に不利である。バラウ (1), (2), (3) はピッチトラブルを発生する危険性が考えられるので注意を要する。

上記の諸結果にもとづいて、パルプ用材としての見地から供試材を分類すると、次のようになる。

1) チャンパカ

Table 6. 硫酸塩パルプの物理的性質
Evaluation of sulphate pulps

	丸太番号 Log number	パルプ番号 Pulp number	坪 量 Basis weight (g/m ²)	厚 さ Thick- ness	密 度 Density (g/cm ³)	裂 断 長 Breaking length (km)	比破裂度 Burst factor	比引裂度 Tear factor	耐 折 度 Folding endurance	汙水度 Freeness (C.S.F.)
未 漂 白 ・ Unbleached	VII A	15	60.43	0.067	0.90	8.9	4.6	125.1	350	210
	VII B	16	63.02	0.067	0.94	9.3	5.9	110.4	260	230
	VII C	17	60.68	0.077	0.79	5.8	2.8	108.8	20	210
	VII D	18	60.89	0.067	0.91	8.5	5.4	141.9	1200	205
	VII E	19	60.35	0.077	0.78	6.5	3.6	125.3	42	205
	VII F	20	62.63	0.077	0.81	9.5	6.4	122.6	450	215
	VII G	21	62.21	0.072	0.86	8.1	4.8	133.7	86	230
	VII H	22	62.56	0.088	0.71	8.4	5.8	146.3	200	225
	VII I	23	61.51	0.091	0.68	7.4	4.9	131.4	72	230
	VII J	24	62.98	0.087	0.72	6.6	3.7	86.4	30	210
	VII K	25	61.47	0.084	0.73	7.6	4.7	156.7	140	205
	VII L	26	61.55	0.071	0.87	8.6	4.9	135.2	250	230
	VII M	27	59.42	0.081	0.73	6.7	4.0	146.1	82	210
	ブナ		60.29	0.070	0.86	10.7	7.3	94.9	590	220
漂 白 ・ Bleached	VII A	15 B	62.26	0.070	0.89	7.5	3.9	134.9	120	220
	VII B	16 B	60.12	0.064	0.94	7.7	4.5	110.4	80	230
	VII C	17 B	60.61	0.072	0.84	4.9	2.5	92.4	12	205
	VII D	18 B	60.04	0.067	0.90	6.6	4.3	151.9	220	215
	VII E	19 B	62.40	0.081	0.77	5.6	2.9	123.1	19	230
	VII F	20 B	62.97	0.074	0.84	8.4	5.1	122.6	220	230
	VII G	21 B	63.01	0.069	0.91	7.3	4.3	118.9	77	205
	VII H	22 B	61.22	0.081	0.76	6.8	3.8	130.7	42	205
	VII I	23 B	62.64	0.087	0.72	6.0	3.4	121.3	25	230
	VII J	24 B	61.70	0.082	0.75	5.4	2.8	103.7	13	230
	VII K	25 B	62.53	0.080	0.78	6.5	3.7	139.8	60	205
	VII L	26 B	62.24	0.072	0.86	6.4	3.4	140.1	47	230
	VII M	27 B	62.68	0.079	0.79	6.1	3.4	148.1	44	205
	ブナ		62.07	0.074	0.83	8.0	4.4	57.4	31	230

2) カラス, ジェルトン, ケレダン, ライト レッド メランチ, ボルネオ オーク

3) レサク, バラウ (1), (2), (3)

4) ケラット, ギアム, テラリン

すなわち, 1), 2) に分類された供試材は, 製紙用硫酸塩パルプ製造に適當であると認められるが, 3), 4) に分類された供試材はビッチトラブルを発生する危険性や, パルプ収率, パルプ強度が非常に低い等の諸欠点を含むもので, パルプ用材としては不適當であるといえる。

文 献

- 1) 香山 彊・菊池文彦・高野 勲・宇佐見国典: 南洋材の性質 5, 林試研報, 197, pp. 155~166, (1967)
- 2) 香山 彊・菊池文彦・高野 勲・宇佐見国典・荻野健彦: 南洋材の性質 9, 林試研報, 207, pp. 165~186, (1967)

XII. Kraft Pulping and Papermaking Characteristics of Thirteen Species of Kalimantan Woods

Tsutomu KAYAMA, Fumihiko KIKUCHI, Isao TAKANO,
Kuninori USAMI and Takehiko OGINO

(Résumé)

This paper presents results on the kraft pulping and papermaking of thirteen species of tropical woods grown in Kalimantan.

The wood samples used are Jelutong (*Dyera* sp.), Karas (*Aquilaria* sp.), Teraling (*Tarrietia* sp.), Champaka (*Michelia* sp.), Giam (*Cotyllelobium* sp.), Resak (*Vatica* sp.), Light red meranti (*Shorea* sp.), Balau (1) (*Shorea* sp.), Balau (2) (*Shorea* sp.), Balau (3) (*Shorea* sp.), Borneo oak (*Quercus* sp.), Keledang (*Artocarpus* sp.) and Kelat (*Eugenia* sp.).

The results are summarized as follows:

1) The results of the chemical analysis of the wood samples are shown in Table 2.

These wood samples were relatively high in lignin and low in holocellulose content. The α -cellulose content of Karas, Champaka, Balau (2), Borneo oak and Keledang were very similar to that of beech wood (49.1%). On the other hand, the wood samples of Resak, Jelutong, Teraling and Balau (1) gave low α -cellulose content (41.5~45.3%). These results differed from the results reported in previous papers¹⁾²⁾. There were considerable variations in ash content, hot-water solubles and alcohol-benzene solubles. The hot-water and alcohol-benzene solubles of the wood samples of six species of Dipterocarpaceae (Giam, Resak, Light red meranti, Balau (1), (2) and (3)) were higher as compared with those of other wood samples of seven species.

2) Morphological properties of wood fibres of the samples are given in Table 3.

These samples ranged in fibre length from 1.08 to 1.81 mm, in diameter from 18 to 49 μ and in cell wall thickness from 5.4 to 10.4 μ . The fibre length and cell wall thickness of the wood samples, except fibre length of Karas and Balau (3), were higher than the average of Japanese hardwoods.

3) The results of pulping and bleaching tests are shown in Table 4 and 5, respectively.

Evaluation data for the unbleached and bleached pulps are shown in Table 6.

Total pulp yield ranged from about 39.5% (Teraling and Resak) to 48.5% (Keledang and Karas). The Roe numbers of most pulps were rather high (3.6 to 5.3). The low yield and high Roe number of the pulps seemed to be correlated with the species which are high in extractive and lignin contents. A large number of fibre bundles or vessel elements were found on the sheets of unbeaten pulps from Giam, Champaka, Resak, Kelat and Giam. However, most of these shives disappeared during beating.

All pulps produced clear and white pulps, but the pulps with high Roe numbers gave low yield after bleaching. The PC values of the pulps from Jelutong, Giam, Resak, Light red meranti, Balau (1), (2) and (3) were somewhat higher than in the other samples. The residual resin appeared as brown spots on the pulp sheets of Balau (1), (2) and (3) after aging procedure. The PC value of the pulp from Karas was low, but brown colored shives appeared again after aging procedure.

The unbleached pulps from the wood samples, except folding endurance of the pulp from Champaka, had higher tearing resistance, lower tensile strength, bursting strength, and folding endurance than the pulp from beech wood. The strength properties and the hand sheet density of the pulps from Resak, Karas and Champaka were similar to that of the pulp from beech wood. The strength properties of the pulps from Teraling, Giam and Balau (3) were extremely low as compared with those of the pulp from beech wood.

In conclusion, the wood samples were classified into four groups from the view point of pulp wood.

1. Champaka
2. Karas, Jelutong, Keledang, Light red meranti, Borneo oak
3. Resak, Balau (1), (2), (3)
4. Kelat, Giam, Teraling

The pulps from the wood samples numbered 1 and 2 in the above list give reasonable properties for papermaking. However, the pulps from the wood samples numbered 3 and 4 are not suitable for papermaking.

XIV. カリマンタン産 13 樹種のハードボード適性

長 沢 定 男⁽¹⁾
佐 野 弥 三 郎⁽²⁾

この実験は木材部および林産化学部との共同研究の一部として、カリマンタン産広葉材13樹種のハードボード適性（湿式法による）を検討調査することを目的としておこなったもので、本報でははじめにアスプルンド法における蒸煮温度の検索を全樹種についておこない、これらの試験板について熱処理の効果を調べ、その結果からボード材質の比較的劣ると思われる7樹種については、さらにサイジングおよび油処理をほどこして材質の改良をはかるなどの試験をおこなった。

この試験を実施するにあたり、応用研究室の各位のご協力を得たので深く感謝の意を表する。

(1) 林産化学部林産化学第3科繊維板研究室

(2) 林産化学部林産化学第3科繊維板研究室長

1. 供 試 材 料

供試材料は長さ 30~50 cm の丸太材を約 5~7 cm 角に挽き割りし、チップ化したものを用いた。

2. 試 験 方 法

2-1. パルプ化 (繊維化)

蒸煮および繊維化は実験室用アスブルンド・デファイブレーターを用いて Table 1 に示す条件下でこない、粗パルプを製造し、さらに小型スプラウト・ワルドロン型リファイナーで精砕をおこなって次の試験に供した。

はじめに供試13樹種の全部について、適正蒸煮温度を検討するため Table 1 のとおり 3 水準の温度をえらび蒸煮解繊をおこない、蒸煮時の廃液 pH、解繊動力 (対チップおよびパルプ)、パルプフリーネスおよび篩分析などの測定をおこなった。

Table 1. 蒸 煮 条 件
Cooking schedule

蒸 煮 温 度 (°C) Cooking temperature	165, 175, 183
蒸 煮 時 間 (min) Cooking time	4
解 繊 時 間 (min) Defibrating time	1

Table 2. 熱 圧 条 件
Hot pressing schedule

熱 板 温 度 (°C) Hot platen temperature	183
圧 締 時 間 (min) Pressing time	0.5~3.0~3.5
圧 締 圧 力 (kg/cm ²) Pressing pressure	50~5~50

2-2. 成型および熱圧

以上により得たパルプは、離解機を用い水中に解離したのち成型 (1枚あたりのパルプ使用量絶乾 200 g) し、Table 2 のごとき条件下で熱圧してハードボードを得た。

2-3. 熱 処 理

熱圧成板した供試ボードの一部は全樹種につき、150°C の熱風迅速乾燥機内で3時間熱処理をほどこし、材質改善への効果を検討した。

2-4. 材 質 試 験

得られたハードボードは RH 65%, 温度 20°C の恒温恒湿室中に約 1 週間放置して調湿をおこなったのち、裁断して次の材質試験に供した。

曲げ (5×20 cm), 吸水 (10×10 cm), 衝撃曲げ (1.5×8 cm), 引張り (2.5×20 cm), 硬度 (4×5 cm) の 5 種目につき材質試験をおこなった。

なお、ハンター比色計によりボード白色度をあわせ測定した。

2-5. サイズ処理試験

上記の供試ボードの材質試験の結果を総括し、13樹種中7樹種の材質が比較的劣られるので、材質改善をはかるため次のごときサイジング試験をおこなった。

前記の 2 試験の結果を総合検討し、次の 7 樹種（ジェルトン、カラス、テラリン、チャンパカ、レサク、パラウ（3）、ケレダン）の材質は比較的他の 6 樹種よりも劣ると思われるため、これら 7 樹種の材質を改善する意図からサイズ処理をおこなった。

使用パルプは 175°C 処理のパルプである。添加量はパラフィンエマルジョンを 0.5% の一定とし、フェノールレジン（0.3, 0.6, 0.9% の 3 段階）にわけて同時混入し硫酸アルミニウム溶液によりパルプ液の pH を 4.5 ± 0.2 に調整してサイズ剤を沈着させたのち、成型、熱圧および熱処理をほどこし材質試験をおこなった。

2-6. 油処理試験

前記の 7 樹種については、別途に次に記す油処理試験をおこない、その効果を検討した。

すなわち、熱圧直後のボードにアマニ油を両面より噴霧し、添加量 3, 6 および 9% の 3 水準をえらび熱処理（150°C, 3 時間）をほどこして材質試験に供した。

3. 試 験 結 果

3-1. 蒸煮温度別試験

蒸煮時の廃液 pH, 解繊動力, パルプフリーネス, 篩分析およびボード白色度の測定結果を Table 3 に示す。

蒸煮温度の差によるパルプ収率および各材質試験の結果は Fig. 1~13 に示す。

蒸煮温度の上昇にともなうパルプ収率の低下およびボード材質の向上は、前報までに報告した他の南洋材の場合とはほぼ同様の結果が得られた。

しかし、このうち 7 樹種は耐水性およびその他の材質が他の樹種と比較して多少劣ることが判明し、サイズ処理、油処理の必要があると思われる。

3-2. 蒸煮温度別熱処理試験

蒸煮温度別試験に用いたものと同様のパルプでボードを製造し、これに熱処理をほどこして材質試験に供したが、その結果は Fig. 1~13 に示す。

全般的に強度的材質面においては 10~40% 程度の向上がみられ、熱処理効果がみとめられたが衝撃曲げ強さの結果では、2, 3 の樹種をのぞきボード靱性がうしなわれる傾向を示した。

耐水性では熱処理の効果が非常に大きく、ある樹種においては吸水率が未処理ボードに比べ 1/3 以下に減少するものも認められた。繊維板における熱処理効果はボードの原料パルプ中に存在するヘミセルロース、リグニン、セルロースなどの熱化学的变化によるものといわれている。

すなわち、熱処理をほどこすことによって繊維の固有強度は減少するが、繊維間には強固な膠着結合が生ずるために、繊維板の性質が数段改善されるといわれている。

供試の南洋材では本邦産材に比し熱処理効果のよりいちじるしい樹種が多く、したがって、これらの樹種中にはそのような熱処理効果をもたらす有効成分が多いものと推論される。

3-3. サイズ試験

ファイバーボードにおけるサイズ処理では、耐水性をますために通常パラフィンエマルジョンタイプのものが用いられる。

このパラフィンサイズ剤は耐水剤としてすぐれた性質を有し、熱圧または乾燥（熱処理）工程中で容易

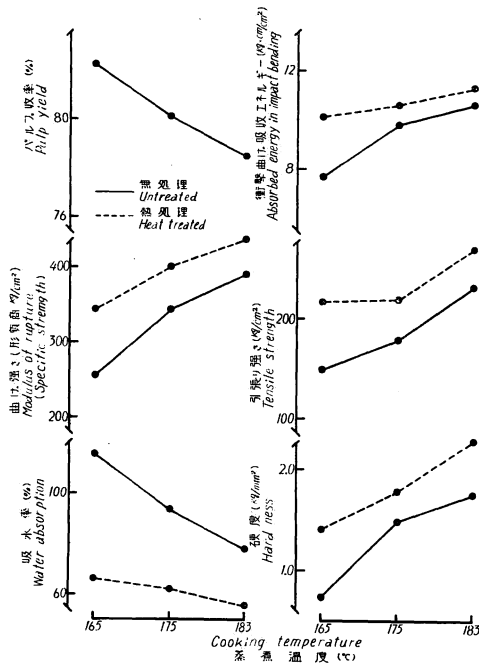


Fig. 1 蒸煮温度と材質との関係(ジェルトンVII A)
Relationship between cooking temperature and properties of hard-board (Jelutong).

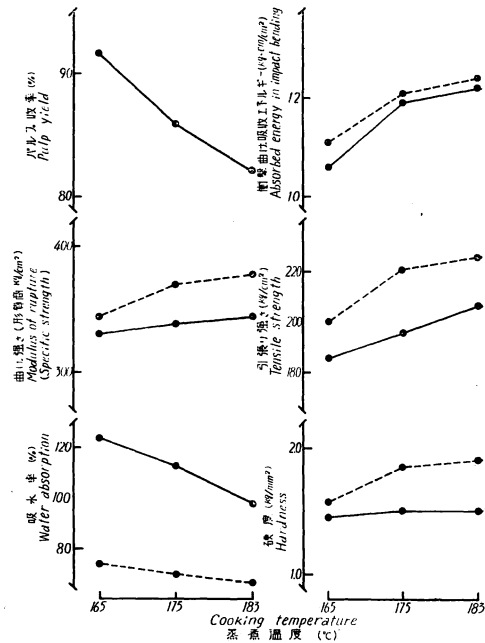


Fig. 2 蒸煮温度と材質との関係(カラスVII B)
Relationship between cooking temperature and properties of hard-board (Karas).

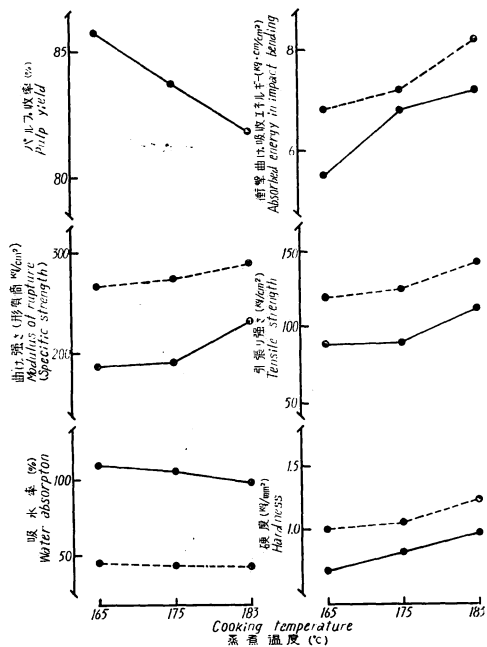


Fig. 3 蒸煮温度と材質との関係(テラリンVII C)
Relationship between cooking temperature and properties of hard-board (Teraling).

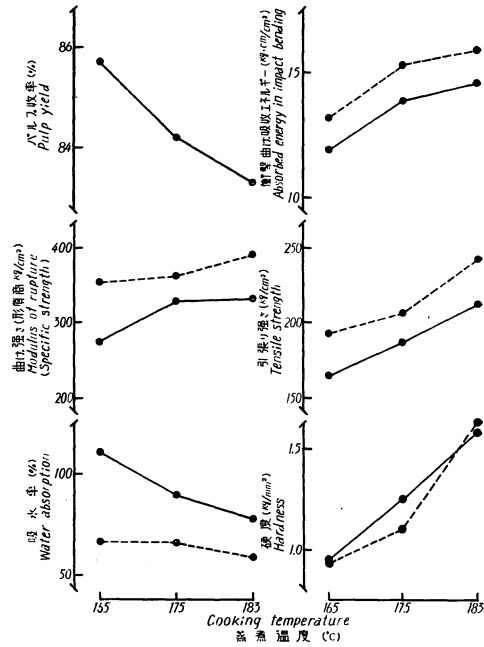


Fig. 4 蒸煮温度と材質との関係
(チャンパカVII D)
Relationship between cooking temperature and properties of hard-board (Champaka).

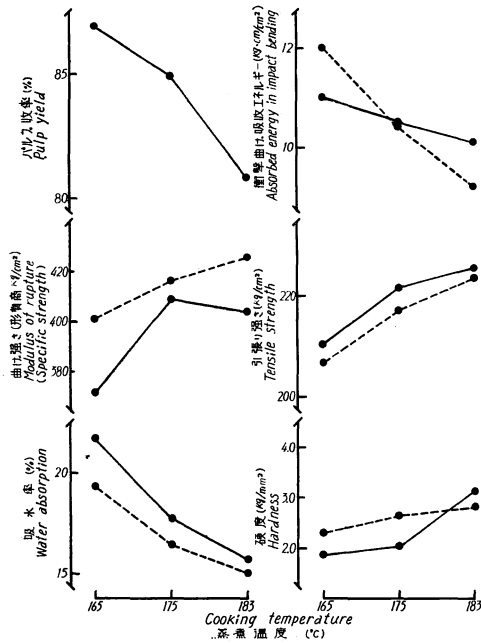


Fig. 5 蒸煮温度と材質との関係 (ギアムⅦE)
Relationship between cooking temperature and properties of hard-board (Giam).

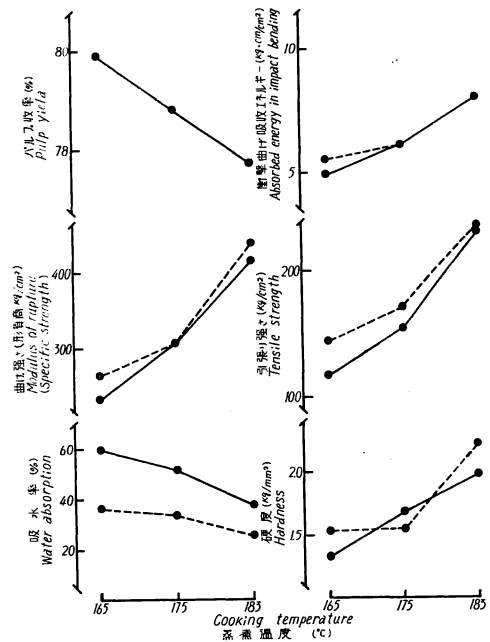


Fig. 6 蒸煮温度と材質との関係 (レサクⅦF)
Relationship between cooking temperature and properties of hard-board (Resak).

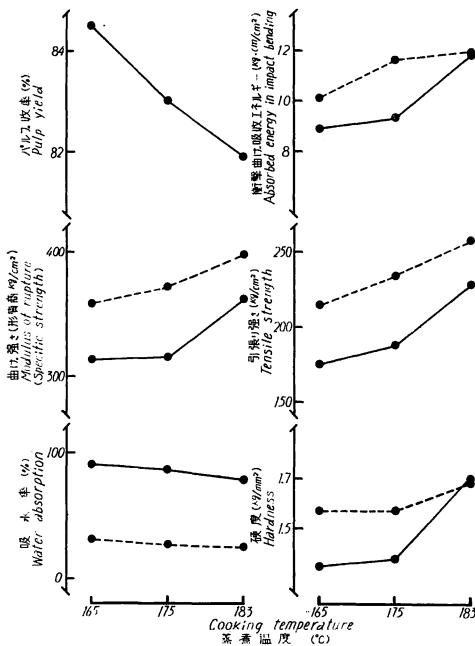


Fig. 7 蒸煮温度と材質との関係
(ライト レッド メランチⅦG)
Relationship between cooking temperature and properties of hard-board (Light red meranti).

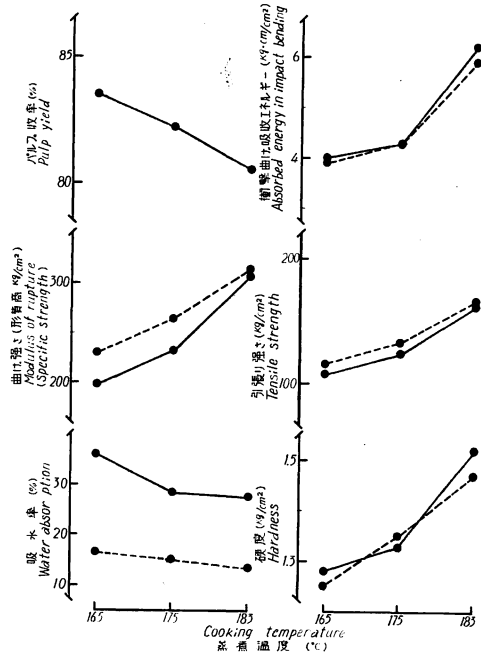


Fig. 8 蒸煮温度と材質との関係
(バラウ (1) ⅦH)
Relationship between cooking temperature and properties of hard-board (Balau (1)).

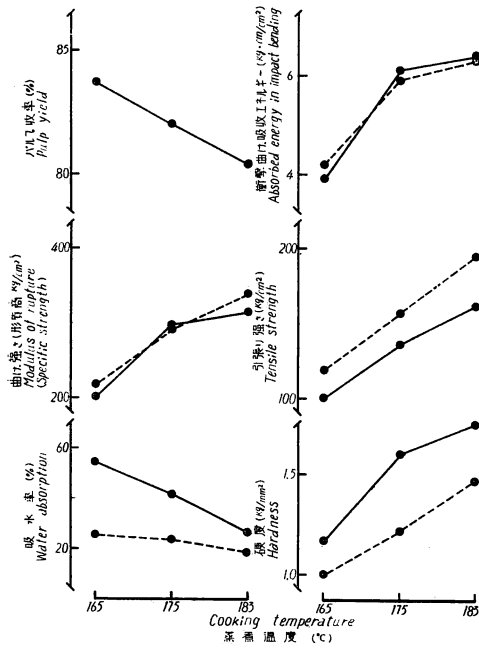


Fig. 9 蒸煮温度と材質との関係
(バラウ (2) VII I)
Relationship between cooking temperature
and properties of hard-board (Balau (2)).

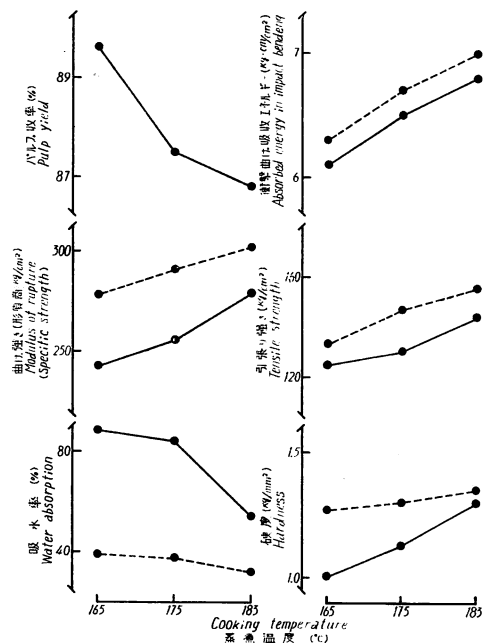


Fig. 10 蒸煮温度と材質との関係
(バラウ (3) VII J)
Relationship between cooking temperature
and properties of hard-board (Balau (3)).

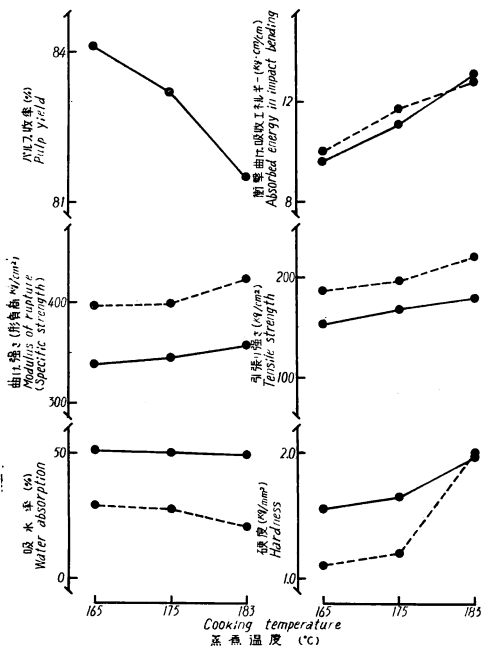


Fig. 11 蒸煮温度と材質との関係
(ボルネオ オーク VII K)
Relationship between cooking temperature
and properties of hard-board (Borneo oak).

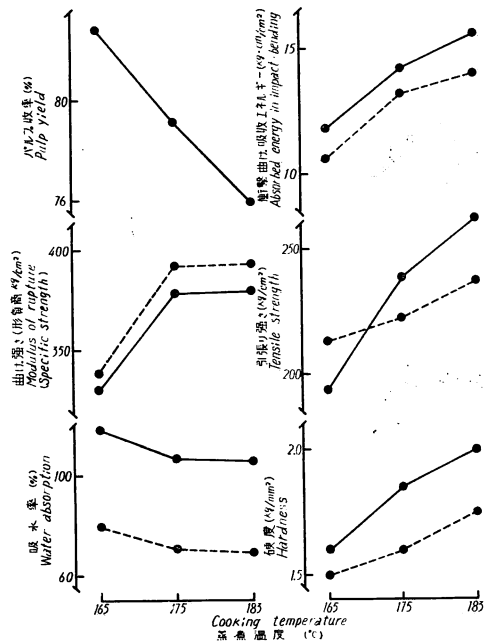


Fig. 12 蒸煮温度と材質との関係
(ケレダン VII L)
Relationship between cooking temperature
and properties of hard-board (Keledang).

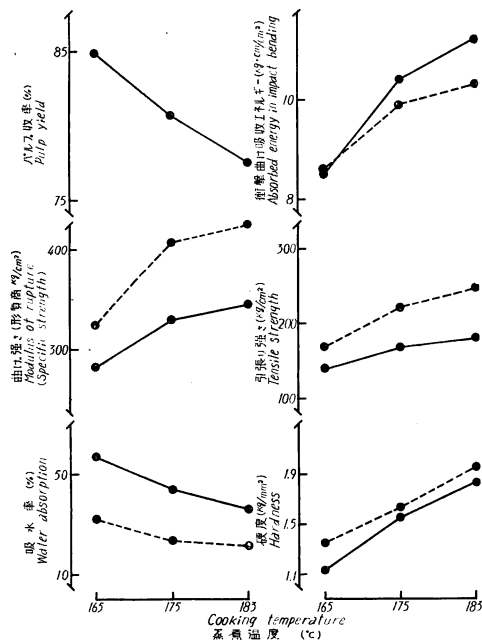


Fig. 13 蒸煮温度と材質との関係
(ケラット VII M)
Relationship between cooking temperature and
properties of hard-board (Kelat).

および繊維内の結合力を補強する。

本実験の結果、油処理の効果は、とくに強度に好影響がみとめられ 7 樹種とも材質は向上する結果が得られた。

全般的に、耐水性は油の添加量が 3 % 程度では JIS 規格に合格しうるボードが製造できないことが明らかとなった。

試験の結果は Fig. 14～20 に示す。

4. 実験結果の考察

4-1. ジェルトン (Jelutong) VII A

蒸煮温度は材質に強い影響をあたえた。すなわち、曲げ強さのみについてみても、蒸煮温度 165°C のものと 183°C のものとは 50 % 程度強さの増加がみられ、衝撃曲げ、引張り強さおよび硬度においてもほぼ同程度の材質向上を示した。

かつ、一般本邦産材（とくに広葉樹材）にくらべて、衝撃曲げ強さの結果からは高温蒸煮においても靱性がうしなわれないことが判明したことが注目される。

蒸煮温度試験と同時にあった熱処理試験の結果は、非常に良い効果を示し、とくに蒸煮温度の低いパルプを用いて製造したボードは、無処理のものより約 40 % 近い強度の増加を示した。それに対し、183°C 処理のものでは約 10 % 程度の強度増しか示さなかった。このことから、この材のボードを形成するパルプは低温蒸煮の場合とくに熱の反応性に富み、パルプの接着性、靱性が向上するものと考えられ

に流動溶融してファイバーの表面を被覆し、ボード自体に高度の耐水性をあたえるが、反面強度は普通 20～40 % 程度減少する。そのため、材質補強を目的としてフェノールレジンが併用されるが、本実験ではパラフィンサイズ量を一定とし、フェノール系サイズ剤の添加量を変えることによって材質への影響を検討した。

サイズ処理の効果は耐水性に好影響をおよぼし全樹種とも JIS 規格に準ずるボードが得られた。

また強度への影響は 1, 2 をのぞきほとんどの樹種の材質が向上する結果を示した。結果は Fig. 14～20 に示す。

3-4. 油処理試験

一般にファイバーボードは、油処理をおこなうことにより強度および耐水性がいちじるしく増加する。油脂はボード内部、繊維間隙および繊維内に浸透して繊維を被覆すると思われる、処理後の加熱乾燥により硬化して乾燥皮膜を形成し、繊維

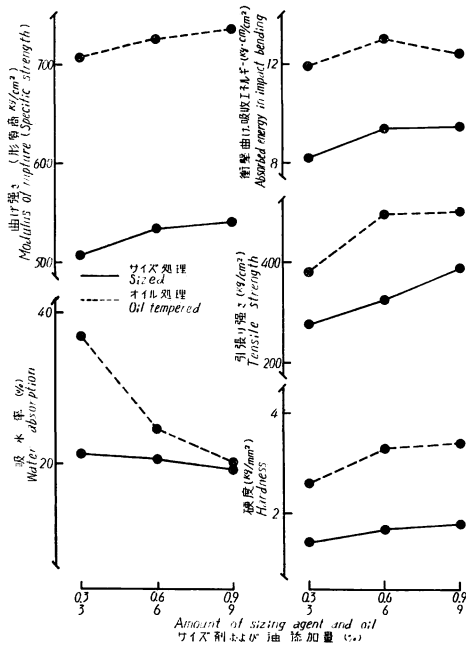


Fig. 14 サイズ剤および油添加量と材質との関係 (ジェルトン VII A)
Relationship between amount of sizing agent and oil, and properties of hard-board (Jelutong)

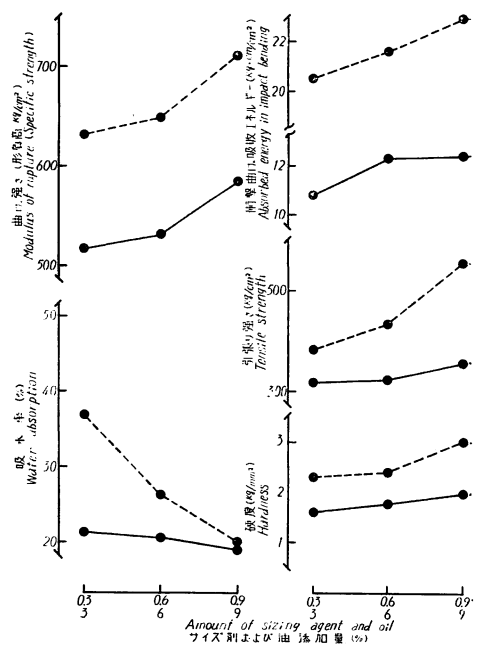


Fig. 15 サイズ剤および油添加量と材質との関係 (カラス VII B)
Relationship between amount of sizing agent and oil, and properties of hard-board (Karas).

る。これに反し高温度蒸煮のパルプは、すでに蒸煮時に高温の熱処理をうけるため、熱処理時の影響を受けることが少ないと判断される。このことは、この樹種に含まれる成分(リグニン、ヘミセルロースなど)の特異性と推論される。

油処理をほどこしたボードでは、強度ならびに耐水性に大きな効果が見られた。すなわち、無処理にくらべ曲げ強度で3倍、耐水性および寸度安定性(吸水厚さ膨張率にて示す)において約4倍近く、また衝撃曲げ強さ、引張り強さ、表面硬度では1.5~3倍というように材質の向上に油処理の効果が大きいことが明らかとなった。

また、サイズ処理したボードでは、サイズ剤添加量の増加にともなって各材質ともに向上する結果を示した。すなわち、フェノールサイズ剤の添加量が0.3% (パラフィン0.5%同時併用)の場合でも、曲げ強さ500kg/cm²をこえるボードが得られ、耐水性においては80~110%台の吸水率が一挙に20%に減少した。

その他引張り強さ、硬度においても向上はみとめられたが、ただ衝撃曲げ強さでは効果がみとめられず、逆にレジン添加による材質劣化の傾向が幾分みとめられる。

4-2. カラス (Kalas) VII B

この樹種はアルコール・ベンゼンによる抽出物が比較的少なく、また他の溶剤による抽出成分も少ないことが明らか(パルプ研究室および抽出成分研究室資料)となっているが、パルプ収率および得られたボードの材質は本邦産ブナ材によく類似している。

蒸煮時の温度の違いが材質に与える影響はあまり大きくないが、温度上昇にともない幾分よくなってい

る。

前述の溶剤抽出物が比較的少ないことから、ボードの材質に顕著な影響を与えると見られる樹脂分も少ないものとも推察され、またリグニン含量も低いため吸水率は相当高い値を示した。熱処理による効果はジェルトンほど顕著な数値を示さなかったが、吸水率には大きく影響し 40 % 近い減少を示した。しかし、通常の製造条件では耐水性が JIS 規格 (25 % 以下) に合格するのは困難であり、この点からもサイズ処理、油処理による材質向上は欠くことのできない樹種である。

また油処理は大きな効果があり、特に衝撃曲げ強さが顕著な向上を示して衝撃値 20 kg/cm² 以上となり本邦産材ではカラマツ以外にみられなかった高数値を示した。吸水率は油の添加量が 9 % 以下の場合では 45 % 以上の高い吸水性を示し、9 % になると 20 % 近くまで減少し比較的少量の油処理を必要とする樹種といえよう。

サイズ処理は耐水性でいちじるしい向上を示したほか曲げ強さその他の強度にも効果がみとめられ、とくに曲げ強さと引張り強さは 70 ~ 80 % 程度増大する結果をあらわした。しかし、衝撃曲げ強さおよび硬度では無処理のボードと大差なく、ほとんどサイズ剤添加の影響がみとめられなかった。

4-3. テラリン (Teraling) VII C

13 樹種中で本樹種を原料としたボードは最も低い材質を示した。すなわち、曲げ強さでは 165 および 175 °C 処理によるものは 200 kg/cm² にも達せず、吸水率も 100 % をこえている。

パルプ中に存在するリグニンは、ボードの耐水湿性に関連があるとの一般の推論があるが、この樹種は 13 樹種中最もリグニン含有量が高いにもかかわらず、耐水性がきわめて悪い点が注目される。しかし、

熱処理によって耐水性は非常に改善され、吸水率は半分以下に減少している。

また曲げ強さ、衝撃曲げ強さ、引張り強さ、硬さ等の強度も高い値を示し、熱処理効果の大きい事をあらわしている。

さらに油処理はいちじるしい効果を示し、JIS 規格に優に合格しうるボードが得られることが明らかとなった。

サイズ処理ボードの材質については耐水性の改善が注目され、0.3 % フェノールレジン添加量のボードでも吸水率が 20 % 以下の好材質を示し、無処理のボードが 100 % 内外の高吸水率を示している点からみるとサイズ処理効果の大きいことがよくわかる。

その他の機械的な材質は曲げ強さが 70 ~ 80 %、引張り強さ、硬度は 20 ~ 30 % 良くなる結果となった。衝撃曲げ強さではほとんど差はみられず、サイジングの影響はみとめられなかった。

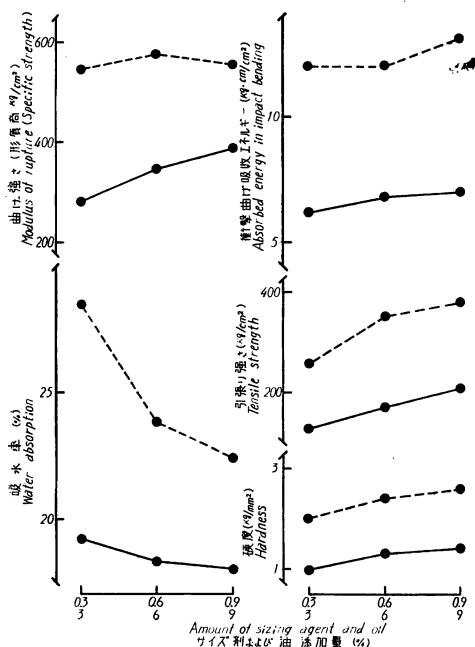


Fig. 16 サイズ剤および油添加量と材質との関係 (テラリン VII C)
Relationship between amount of sizing agent and oil, and properties of hard-board (Teraling).

4-4. チャンパカ (Champaka) VII D

チャンパカを原料としたボードは比較的繊維長が長く、ボードの色調も黒色をおびていて一見強度的性質は良好とおもわれたが、材質試験の結果はジェルトンによく類似し、後処理（サイズ処理、熱処理等）を必要とする樹種である。ジェルトンに比し蒸煮温度上昇にともなう材質向上率はいくぶん低い、衝撃曲げ強さは比較的高い結果をあらわして、一概に繊維長差、化学成分含有量差のためと推論できない。しかし熱処理の効果は吸水率等にいちじるしくあらわれ、全般的に 20~40 % 程度の材質向上を示した。

ただし、表面硬度は顕著な効果がみとめられず、無処理よりもやや下回った値を示した。

この樹種はヘキサン抽出物が非常に多く、エーテル抽出物が少ないことが明らか（抽出成分研究室資料）となっているが、このような樹種からは材質的に良好な板を得られにくいようである。

本樹種も油処理の材質におよぼす影響は多大で、この点でも前出のジェルトンによく似た傾向をあらわし、耐水性やその他の機械的性質もほぼ類似した結果となっている。なかでも、衝撃曲げ強さが特に大きな値を示しているのは注目される点であろう。

先にものべたように、この樹種は繊維長が非常に長いこと、製造したボードは油の含浸性が良好であること（油噴霧時の観察による）、およびホロセルローズが多いことなどが材質強化にやくだっているものといえよう。

また、サイズ処理が材質におよぼす影響は顕著にあらわれ、あらゆる点で好結果を示した。すなわち、曲げ強さは無処理の倍近く向上し、吸水率も JIS 規格に十分合格できる値となり、また引張り強さにも大きな効果がみとめられた。

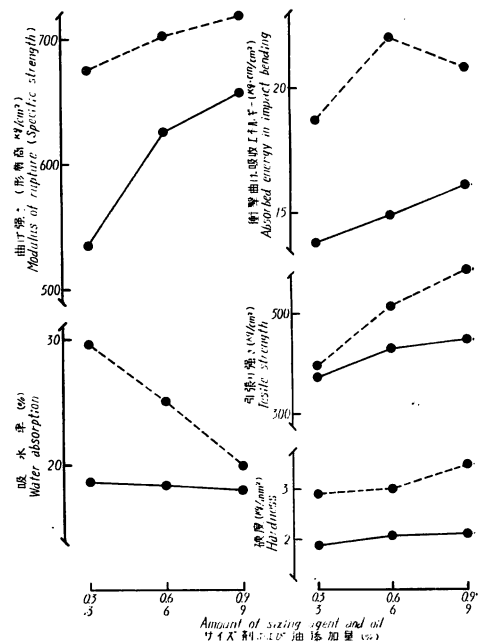


Fig. 17 サイズ剤および油添加量と材質との関係 (チャンパカ VII D)
Relationship between amount of sizing agent and oil, and properties of hard-board (Champaka).

4-5. ギアム (Giam) VII E

本樹種の場合、無処理でも JIS 規格に規定されている S 350 (比重 0.8 以上、含水率 5~13%, 曲げ強さ 350 kg/cm² 以上、吸水率 25 % 以下) に優に合格しうるボードを製造可能なことが判明した。すなわち、曲げ強さでは蒸煮温度が 165, 175°C と高くなるにつれて強度も上昇するが、175°C 程度の蒸煮が最適とおもわれ、183°C 蒸煮になるとしだいに強度が低くなる傾向を示している。

引張り強さおよび硬度で、183°C の蒸煮においてもボードの材質低下はみられなかったが、衝撃曲げ強さでは 165°C 蒸煮のボードが高くしだいに弱くなる傾向をあらわしている。さらに耐水性は 165°C 蒸煮のものでもすでに JIS 規格に合格するが、蒸煮温度の上昇はさらに耐水性に好効果をもたらし、最高温度 183°C においては吸水率 15 % 台というきわめて良い値を示した。

アルコール・ペンゼン抽出物、あるいはエーテル抽出物が多いことが耐水性を良好にしている一因と考

えられる。

熱処理をおこなったボードでは無処理の場合と大差なく曲げ強さ、吸水率、硬度が多少改善されたにとどまった。この原因としては、この材のファイバーパルプの熱化学的变化は、ホットプレス時においてすでにほとんど終了したと考えられ、したがって、加熱処理による材質的な向上の余地がうしなわれたと推察しうる。

このように、無処理のボードでも JIS 規格に合格しうる樹種は、本邦産材にはもちろん南方材を含めて他の外材にも少ないと考えられ、特異性をもつ材といえる。

4-6. レサク (Resak) VII F

本樹種は低温度蒸煮では材質が低く、200~300 kg/cm² の曲げ強さしか示さなかったが耐水性は比較的好結果をあらわし、本邦産材のスギに似ている。しかし、JIS 規格に合格しうる材質までには至らず、

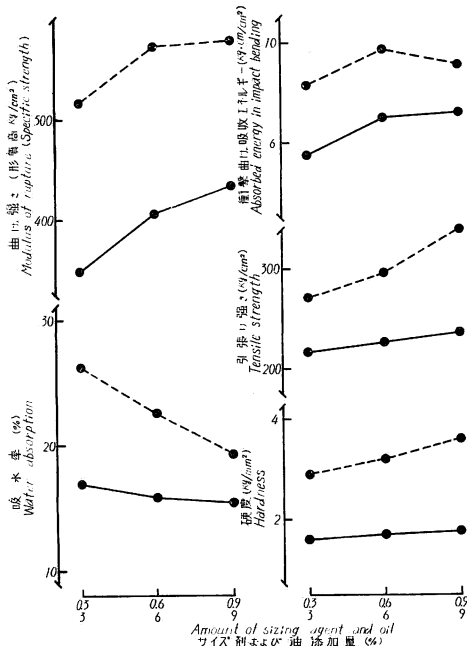


Fig. 18 サイズ剤および油添加量と材質との関係 (レサク VII F)

Relationship between amount of sizing agent and oil, and properties of hard-board (Lesak).

〜6%以上の油処理が必要である。

4-7. ライト レッド メランチ (Light red meranti) VII G

この樹種からは比較的収率の高いパルプが得られるが、ボードの色調は灰黒色に近いものとなる。

蒸煮温度 165°C および 175°C では良い材質のボードは得られないが、183°C の温度の場合は好材質のボードが得られる。すなわち、曲げ強さでは 165~175°C 蒸煮で 300 kg/cm² 内外の強度を示したが、183°C 蒸煮の場合は JIS 規格 S 350 をしのぐ良い結果が得られ、また衝撃曲げ強さ、引張り強さにおいても同じような増加がみとめられた。

また、この樹種はリグニンの含有率が比較的多いが、無処理の場合の吸水率は割合高く 80~90% 台で

ジェルトンやカラス等と同じく、サイズ処理や油処理等の後処理をおこなう必要性をもった樹種と判断される。

また、この材のパルプ収率は比較的低い値であったが、これは熱水抽出物がきわめて多いことにも原因していると思われる。

熱処理をおこなった場合のボード材質は無処理の場合と比較しそれほど大差はなかったが、吸水率に効果がみとめられ、183°C 蒸煮処理のボードは熱処理のみでは JIS 規格に合格しうる材質を示した。

サイズ処理はあらゆる材質に効果がみとめられ、特にフェノールレジン添加の効果がいちじるしくあらわれた。さらに油処理によるボードは他材と同程度に材質の向上をあらわし、曲げ強さ、衝撃曲げ強さ、引張り、硬度などの機械的材質は非常に良くなり、なかでも曲げ強さは、3%のオイル添加ですら 500 kg/cm² を上まわる板をつくりうることを示した。しかし、吸水率の点で 5

あり、おおむね本邦産材のブナ、ナラによく類似した材質結果を示した。

加熱処理は耐水性に強く効果をあたえ、183°C 蒸煮のものは JIS 規格に適合する範囲内にまで向上し、曲げ強さおよび引張り強さもほぼ無処理より 20~30% 程度の材質向上を示した。衝撃曲げ強さも熱処理による効果はある程度みとめられるが、183°C 蒸煮の場合には材質がやや脆弱化する傾向がうかがわれた。

4-8. パラウ (1) (Balau) VII H

本樹種のパルプ収率もライト レッド メランチにほぼ類似する高収率が得られた。

蒸煮温度が高くなるにつれ、強度および耐水性の向上がみとめられた点是他樹種の場合と同様であったが、その絶対値は割合に低い数値を示した。すなわち、曲げ強さが 200 から 300 kg/cm² 内外しか示さず、また衝撃曲げ強さの点でも 4~6 kg・cm/cm² と低く、引張り強さ、表面硬度も他の南洋材と比較して若干低い数値を示した。しかし、耐水性は非常に良く、175~183°C 蒸煮のパルプを使用して製造したボードの吸水率は 27~28% となり、この点では VII E のギアムに匹敵している。この原因としては、パラウ (1) 材の有機溶剤抽出分が多いことが、ボードの耐水性を増している理由の一つではないかと思われる。

熱処理による吸水率の低下は非常に大きく、14~16% 程度の吸水率となり、また、熱処理が蒸煮温度の差によぼす影響はほとんどみとめられなかった。

加熱処理によるヘミセルロース、とくにポリウロナイド物質の熱化学的变化に基因する効果についてはすでに文献がみられるが (No. 12)、このことは本供試材の場合にも共通していえるのではないかと推察される。しかし、強度が無処理にくらべ、向上を示さなかった原因は明らかでない。

4-9. パラウ (2) (Balau) VII I

本樹種はパラウ (1) VII H とほとんど同様なパルプ収率を示し、その他の機械的性質も非常に類似した結果がみとめられた。

蒸煮温度 165, 175°C の場合には曲げ強さ、引張り強さその他の強度的性質が向上することがみとめられたが、温度 183°C 蒸煮では強度上昇の度合はすでに低下の傾向をあたえはじめるものと推察しうる。

この材の吸水率も非常に好結果をあらわし、無処理で 30~50%, 熱処理をおこなった場合には 18~25% と低下し、規格に適應する値が得られた。

4-10. パラウ (3) (Balau (3)) VII J

蒸煮温度 165°C で蒸煮したパルプの収率は 90% 近い高収率を示し、175, 183°C と処理温度の上昇にともない減少傾向がみとめられた。しかし、いずれも 13 樹種中最高で本邦産材マツ、スギ等の針葉樹に匹敵する。

エーテルおよびアルコール・ベンゼン抽出物は、ギアム (VII E) について多い値を示しているが、材質に与える影響はあまり顕著にあらわれなかった。また吸水率のみは前 2 者 (パラウ (1), パラウ (2)) に比べると良い結果は得られず、その他の機械的な強度は比較的類似する値を示した。また、蒸煮温度が最高の場合においても、吸水率や他の強度で JIS 規格に合格する数値を示さず、熱処理の影響は吸水率はじめその他の性質に若干の好影響がみとめられたが、期待したほどの数値は示さなかった。したがって耐水性、強度ともに向上させて JIS 規格に準ずるボードを製造するには、サイズ処理や油処理等の必要性がみとめられる。

油添加量の多少は材質に大きな影響を与えなかったが、全般的に無処理あるいは熱処理をほどこしたバ

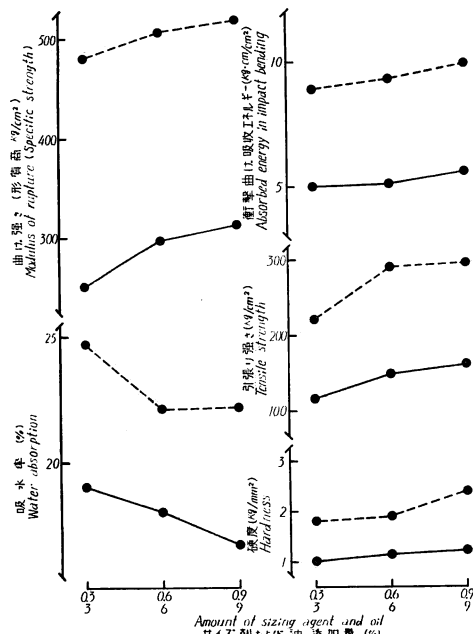


Fig. 19. サイズ剤および油添加量と材質との関係 (パラウ (3) VII J)

Relationship between amount of sizing agent and oil, and properties of hard-board (Balau(3)).

吸水試験の結果から、蒸煮温度の差はボードの耐水性にあまり大きな影響を与えないことがわかり、曲げ強さでもこの傾向がみられ、165°C 蒸煮の場合と 183°C の場合との間には 20kg/cm² 程度の差しかみとめられなかった。

さらにこのような傾向は他の衝撃曲げ、引張り強さ、硬度にもみられ、この材が高温度蒸煮の影響を受けにくい樹種であると推察されるが、成分的な面からもしっかりした説明はつけにくい。しいていば、ホロセルロース分が割合多いことがあげられるが、成分的特性の究明は今後の研究にまたねばならない。熱処理の影響は強度よりも耐水性に強くあらわれ、処理ボードは 20~29% 程度の吸水率しか示さず、効果の大きいことがみとめられた。強度的には曲げ強さが 400kg/cm² にまで上昇したのが注目されるが、その他の材質にはあまり大きな変化はみとめられず、前にものべた繊維の特性が多少とも影響しているものと考えられる。

4-12. ケレダン (Keledang) VII L

ケレダンの化学的成分の特徴はα-セルロースが多く、ヘキサン抽出物とアルコール・ベンゼン可溶物が13樹種中最小値を示している点であるが、この特殊性はボード材質に顕著にあらわれなかった。また、熱水可溶分も少ない（パルプ研究室および抽出成分研究室分析資料による）わりには収率の比較的低いパルプが得られ、その上蒸煮温度の上昇がいちじるしく収率に影響し、直線的な減少を示した。また得られたボードの吸水率が非常に高く、105~120% 近い値を示した。

これに反し曲げ強さ、引張り強さでは比較的良好な結果がみとめられ、とくに高温度蒸煮（175, 183°C）のパルプを原料とした場合、ボード強度は良好で JIS 規格に十分適合しうるものが製造し得た。

ードと比較した場合、材質的な向上は非常に大きく無処理ボードより約 2 倍、熱処理をおこなったのみのボードより約 80% 近い向上を示した。

サイズ処理試験の結果からは期待したとおり、耐水性に良い数値がみられ、油処理の場合と同じく規格内にはいる結果を示している。しかし、他の材質面では無処理ボードとほとんど変わらない値を示した。これは他の材とやや異なる点で、特別な処理、たとえばサイズ剤添加量の増加（とくにフェノールレジンなどの補強剤）、または特殊な場合としてさらに油処理をほどこす必要性も考えられる。

4-11. ボルネオ オーク

(Borneo oak) VII K

機械的な強度は本邦産材ナラ等に類似していると推定され、比較的キメ（肌理）のこまかい良好なボードを製造しうる。パルプ収率も蒸煮温度の差こそあれ 80~84% を示し、この点もナラ、ブナとほぼ同様な値を示した。

加熱処理の効果はいくぶん耐水性にみとめられ、30%程度の上昇となったがその他ではあまり好結果が得られず、サイジングあるいは油処理の材質向上を目的とした処理が必要と思われる。

油処理とサイジング処理との差は Fig. 19 にみられるように強度には油処理、耐水性にはサイジングが有効な傾向がみられたが、曲げ強さに与える両処理の効果と吸水率にあらわれたサイジングの効果は特に注目に値する数値を示している。

また、フェノールレジン添加量が0.6, 0.9%のボードは無処理、熱処理および0.3%フェノールレジン添加のものより、いちじるしく良好な結果を示し、曲げ強さは600kg/cm²と高い値を示し、また吸水率は20%以下の低率を示して、13樹種中最高品質のボードが得られた。さらに油処理ボードは曲げ強さ660~710kg/cm²と高い材質をあらわし、耐水面では9%の高添加量においてはじめてJISに合格しうるボードが得られることが判明した。

衝撃曲げ強さにおける油添加の結果からは、添加油量が増量されるにつれて衝撃吸収力が減少し、靱性が失われることを示したが引張り強さ、硬度では添加量の増加にともない向上が認められた。

4-13. ケラット (Kelat) VII M

この材からは蒸煮温度が高くなるにつれてパルプ収率の減少、曲げ強さ、引張り強さ、衝撃曲げ強さおよび硬度等の機械的強度の大きな増加、その他吸水率の漸減と一般本邦産材が示す傾向、とくにカエデによく似た材質のボードが得られる。ただし、吸水率ではカエデは比較的高い値を示すがケラットの場合は良好な値を示して、183°C処理パルプのボードでは35%の好結果を示し、さらに熱処理をおこなうことによって20%以下の数値となった。これは撥水性を有すると思われるリグニン含有量が割合多いことが原因の一つとも考えられ、また、エーテル抽出物の比較的多い点もギアムVII Eに類似し、材質に少なからず寄与しているものと推察される。

熱処理による曲げ強さの影響もはなはだ大きく、高温蒸煮のパルプを用いたボードでは曲げ強さ400kg/cm²をこえるものが得られた。その他の衝撃曲げ強さ、引張り強さ、硬度等への熱処理効果はあまり顕著ではなかった。

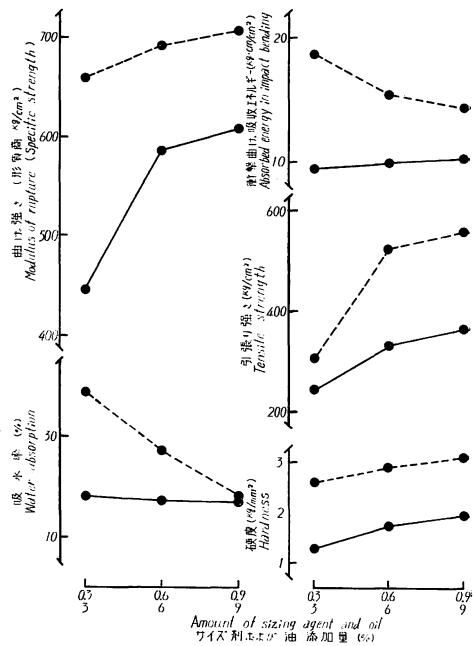


Fig. 20. サイズ剤および油添加量と材質との関係 (ケレダング VII L)

Relationship between amount of sizing agent and oil, and properties of hard-board (Keledang).

Table 3. 13 樹種のパルプ化と白色度
Results of pulping and brightness of board in thirteen species

樹種および 原木番号 Wood species and mark of studies log	蒸煮温度 Cooking tempera- ture (°C)	廃液pH pH of waste liquid	消費電力 (KWH/ton) Power consumption based on		フリー ネス Pulp freeness (sec)	篩 分 析 Screen analysis (%)					白色度 Bright- ness of boards
			チップ Chip	パルプ Pulp		>24 (mesh)	24~48 (mesh)	48~80 (mesh)	80~ 150 (mesh)	<150 (mesh)	
ジェルトン Jelutong VII A	165 175 183	4.16 3.93 3.85	869 816 692	1024 968 843	18.7 19.9 21.1	16.7 19.4 30.1	63.0 51.2 30.3	11.6 2.6 1.4	5.4 5.9 1.2	3.3 20.9 37.0	43.8 40.3 34.9
カラス Karas VII B	165 175 183	5.65 5.35 5.05	732 731 678	630 615 569	21.3 21.9 20.8	15.7 28.0 21.6	33.3 43.7 40.5	30.6 16.0 25.9	8.1 5.4 7.1	12.3 6.9 4.9	47.1 45.7 39.9
テラリン Teraling VII C	165 175 183	5.30 5.20 4.97	813 713 688	602 581 507	19.8 17.7 20.1	11.4 12.0 7.8	27.3 33.6 33.6	15.5 22.2 19.0	3.8 3.3 7.4	42.0 28.9 32.2	28.0 25.2 21.1
チャンパカ Champaka VII D	165 175 183	5.20 4.90 4.75	737 711 715	1009 997 951	18.4 18.7 18.2	14.2 19.9 17.4	33.1 42.3 49.2	11.8 11.2 5.2	3.3 3.6 0.6	37.6 23.0 27.6	25.6 21.9 19.2
ギアム Giam VII E	165 175 183	3.90 3.75 3.73	566 495 465	473 418 398	22.3 27.0 28.0	6.9 7.0 3.1	37.8 39.2 33.5	16.9 15.1 20.9	6.5 5.6 8.1	31.9 33.1 34.4	14.6 14.6 10.2
レサク Resak VII F	165 175 183	5.10 5.05 4.85	651 538 520	528 521 392	18.1 20.4 27.0	12.1 9.8 8.5	31.4 28.7 31.0	14.2 21.8 18.9	8.6 9.6 8.0	33.7 30.1 33.6	26.3 17.9 15.2
ライトレッド メランチ Light red meranti VII G	165 175 183	5.62 4.88 4.75	1036 929 800	972 894 800	23.3 24.0 21.9	8.0 20.3 9.2	34.5 37.8 38.9	20.8 12.6 18.6	8.2 7.9 4.4	28.5 21.4 28.9	43.2 39.7 28.5
バラウ(1) Balau (1) VII H	165 175 183	4.00 4.00 3.90	851 613 601	554 542 390	20.8 21.4 21.2	14.5 11.0 10.8	33.2 21.2 23.7	17.8 22.0 19.7	10.2 11.2 9.2	24.3 34.6 36.6	28.7 24.9 23.2
バラウ(2) Balau (2) VII I	165 175 183	4.30 4.03 3.90	624 610 577	604 559 299	18.6 20.4 22.8	6.7 12.9 9.0	20.5 28.6 24.3	20.8 22.1 19.8	13.3 10.7 9.9	38.7 25.7 37.0	32.7 28.7 20.4
バラウ(3) Balau (3) VII J	165 175 183	4.25 4.15 3.85	603 535 534	545 535 409	21.2 22.4 22.7	7.6 10.0 7.0	30.0 29.8 34.2	18.7 23.7 22.1	4.7 7.7 8.4	39.0 28.8 28.3	34.0 30.9 24.7
ボルネオ オーク Borneo oak VII K	165 175 183	5.00 4.97 4.90	787 708 627	930 876 802	22.5 21.8 20.0	2.7 6.9 14.0	28.9 36.9 42.9	17.0 17.8 18.3	12.5 7.1 7.2	38.9 31.3 24.8	25.7 18.1 22.4
ケレダン Keledang VII L	165 175 183	6.45 6.23 6.03	859 688 690	947 798 729	19.5 21.5 19.5	19.0 27.4 20.2	38.9 36.5 38.5	11.6 10.6 8.4	2.5 5.5 1.9	28.0 20.0 31.0	46.6 41.4 35.0
ケラット Kelat VII M	165 175 183	4.82 4.80 4.50	761 737 704	878 848 830	17.5 20.4 21.8	8.7 14.5 11.5	38.1 38.5 32.7	21.9 14.1 16.2	8.3 8.4 8.5	23.0 24.5 31.1	31.3 28.3 25.4

5. 摘 要

本報告はカリマンタン地区産13樹種を原料としたボードの材質試験をおこない、ハードボード原料としての適性を検討したものである。

得られた結果を要約すると次のとおりである。

1. パルプ収率、曲げ強さ、吸水率、衝撃曲げ吸収エネルギー、引張り強さ、硬度試験の結果は Table 3 および Fig. 1～20 に示す。
2. パルプ収率は、一般的に本邦産材よりも高い傾向がみられた。
3. 化学的成分と材質との関係には一定した傾向は見られなかったが、樹脂分の多いと思われる樹種は比較的良好な材質を示した。
4. 蒸煮温度の高くなるにしたがい、おおむね機械的強度も高くなり、吸水率は温度が高くなるにつれて減少し、2～3の樹種では無処理（サイズ処理、油処理等をおこなわない）のボードでも25%以下の吸水率を示した。
5. 熱処理は全樹種の材質に効果を与えボード吸水率で10～40%近い向上を示した。
6. サイズ処理は強度には効果を示さなかったが、耐水性に大きな効果を示し、ほとんどの樹種の吸水率はJIS規格に合格しうる値を示した。
7. 油処理では各材質ともに向上し、特に効果が大きいことを示した。
8. 以上の結果から13樹種のハードボード適正を一覧表に示すと次のようになる。

樹 種	適・否	樹 種	適・否
ジ エ ル ト ン	○	バ ラ ウ (1)	○
カ ラ ス	○	バ ラ ウ (2)	○
テ ラ リ ン	△	バ ラ ウ (3)	○
チ ャ ン パ カ	○	ボ ル ネ オ オ ー ク	○
ギ ア ム	◎	ケ レ ダ ン	○
レ サ ク	○	ケ ラ ッ ト	○
ライト レッド メランチ	○		

◎……適

○……やや適

△……やや不適

文 献

- 1) 保坂秀明ほか5名：繊維板の材質向上試験—主として耐水性について、木材工業，**9**，82，pp. 101～103，(1954)
- 2) 北原覚一・福原敬彦：硬質繊維板の熱処理効果について（第1報），日本林学会誌，**38**，5，pp. 91～93，(1956)
- 3) 北原覚一・丸山憲一郎：ファイバーボード・パーティクルボード，森北出版，p. 334，(1962)
- 4) 黒木康雄・梶田 茂：人造板に関する研究（第5報）湿式繊維板の樹脂処理について，木材学会誌，**3**，4，pp. 128～132，(1957)
- 5) ————：同上（第6報）ファイバーボードの樹脂サイジングについて，木材研究，

- 21, pp. 61~72, (1959)
- 6) ———・棚橋信正：ハードボードのオイルテンパリングに関する研究（第2報） トール油中の脂肪酸とそのエステルがハードボードの材質におよぼす影響，木材学会誌，9，3，pp. 114~117, (1963)
- 7) 村田藤橘・佐野弥三郎・岩下 睦・高村憲男：繊維板，森林資源総合対策協議会，390 pp., (1961, 9)
- 8) 永田潤一・岡本健治・成田 仁：硬質繊維板のオイル・テンパリングに関する研究（第1報），日本林学会大会講演集（第63回），pp. 330~332, (1954)
- 9) 永田潤一・岡本健治・出井利長：同上（第2報），日本木材学会大会要旨集（第3回），p. 90, (1956)
- 10) ———・———・———：同上（第3報），日本木材学会大会要旨集（第3回），p. 91, (1956)
- 11) ———・———・———：同上（第4報），日本木材学会大会要旨集（第4回），p. 84, (1957)
- 12) 永田潤一・関本鉄男：硬質繊維板の熱処理による組成に関する研究，宇都宮大学農学部学術報告，6，2，pp. 13~14, (1965)
- 13) 新納 守・前田市雄・西川介二：ハードボードのテンパーおよびオイルテンパー 試験結果，北海道林業指導所月報，94，pp. 4~6，(1959)
- 14) 林業試験場：木材工業ハンドブック，丸善，pp. 541~603, (1959)
- 15) 鈴木岩雄・米沢保正：ファイバーボード原料の物理的・化学的性質に関する研究（第1報），原料の化学的成分の影響（第3報），林試研報，138，pp. 85~106, (1962)
- 16) ———・———：同上（第4報），林試研報，162，pp. 89~110, (1964)
- 17) ———：同上（第5報），林試研報，199，pp. 109~140, (1967)
- 18) 高村憲男：ファイバーボードの熱圧乾固に関する研究（第1報） ハードボードの熱圧におけるファイバーマット中の水分の挙動について，林試研報，144，pp. 123~144, (1962)
- 19) ———：同上（第2報） ハードボードの熱圧における繊維成分の挙動について，林試研報，199，pp. 141~161, (1967)
- 20) 米沢保正・村田藤橘・鈴木岩雄：ファイバーボード原料の物理的・化学的性質に関する研究（第1報） 原料の化学的成分の影響（1），林試研報，pp. 111~118, (1959)
- 21) ———：同上（第2報） 同上（II），林試研報，113，pp. 119~134, (1959)

XIV. Hardboard Making Characteristics of Thirteen Species of Kalimantan Woods

Sadao NAGASAWA and Yasaburo SANO

(Résumé)

This report presents the results of test on the water repellency and mechanical properties of hardboard from thirteen wood species grown in Kalimantan, Indonesia.

The results obtained from the present tests are summarized as follows:

- 1) The results of pulp yield, static bending strength, water absorption, absorbed energy in impact bending, tensile strength and hardness are shown in Table 3 and Fig. 1~20.
- 2) The pulp yield in each species is in inverse proportion to the cooking temperature, but these were higher in comparison with that in the broad-leaved wood species grown in Japan.

3) The relationship between chemical composition of raw materials and properties of hardboard were not clearly observed; however, it seems likely that the wood species with a larger resinous material gave the hardboard the better qualities.

4) The mechanical strength and water repellency of hardboard are increased with a higher cooking temperature.

Some of the wood species investigated provided the boards which have the water absorption of lower than 25%, even without sizing and oil tempering.

5) The heat-treating of hardboards was significantly effective for improving the board qualities in all wood species tested, and the rate of improvement on board qualities are roughly estimated at 10 to 40% based on the qualities level of untreated board.

6) The sizing was not effective for increasing of strength, but it was for water repellency, so most of the boards sized could meet the specification in Japanese Industrial Standard for hardboard.

7) The oil-tempering was particularly successful for improving the various properties of boards in all wood species used.

8) In conclusion it may be said that the aptitude of wood species investigated as a raw material for manufacture of hardboard could be ranked as follows: 1) Giam, 2) Resak, Kelat, Borneo oak, 3) Light red meranti, Balau(1), Balau (2), Balau(3), Jelutong, Karas, Champaka, Keledang, 4) Teraling.