

パプアニューギニア材の加工的性質 第2報

東ニューブリテン産材による合板・

ボード類・パルプおよび木炭の製造

未利用樹種研究班⁽¹⁾

Working Group on Utilization of Tropical Woods :
 Properties of Some Papua New Guinea Woods Relating
 with Manufacturing Processes II
 Plywood, particleboard, fiberboard, pulp and charcoal
 from some East New Britain woods

要 旨：東ニューブリテン島オープンベイ地区で採集した24種30個体の木材について、単板、合板、パーティクルボード、ハードボード、パルプ、木炭などの製造における加工上の特性と製品性能を樹種別に試験した。合板製造では、単板切削の困難なもの、単板品質の不良なもの、単板乾燥に時間のかかるもの、単板接着の不良なもの、などがそれぞれ数樹種ずつ認められたが、中程度の比重のものは概して無難な加工性を示した。パーティクルボードの製造では、樹種により接着剤の硬化障害で成板不良のものがあつたほか、削片製造上あるいは製品品質上好ましくないものが低比重と高比重の材に多く認められた。ハードボードについては、サイジングを施す限り製造上あるいは製品品質上特に問題となる樹種は認められず、クラフトパルプについても、パルプの収率と強度が国産材の場合に比べやや低い点を除けば、いずれの樹種も利用可能と判断された。木炭製造では、家庭用または工業用になりうる硬質木炭が高比重の4個体から得られた。

目 次

ま え が き	98
1. 合板製造	98
1.1 単板切削性	98
1.2 単板乾燥性	104
1.3 単板接着性	112
2. ボード類の製造	121
2.1 パーティクルボード適性	121
2.2 ハードボード適性	123
3. パルプ化	138
3.1 繊維形態	138
3.2 パルプ化	140
4. 炭 化	146
引用文献	150
Summary	151

ま え が き

第 1 報に続いて、1975 年 3 月東ニューブリテンのオープンベイ地区で採集した大径木 24 種 30 個体についての単板、合板、パーティクルボード、ハードボード、パルプおよび木炭の製造に関する試験結果を報告する。供試材は前報のひき材加工に関する試験に用いたものと同じ個体で、丸太の形状および玉切り法は第 1 報に示したとおりである。

本報では各試験項目ごとの結果をたがいに関連なく記載するにとどめ、諸特性値間の関連性や樹種別の利用適性については全試験の終了後に総合的な検討を加えることにした。

本研究を進めるにあたり各方面より多大のご協力を賜っている。特に供試木の採集・同定についてはパプアニューギニア国の Department of Forests のご支援によるところが多い。また採集の現地作業と採集木の輸送については総武通商株式会社と Open Bay Timber Pty. Ltd. のご協力を得た。ここに深甚の謝意を表する。

研究の計画と実施に際しては、上村 武場長および加納 孟木材部長のご配慮にあずかり、試験材の木取り・加工等については製材研究室・木工室・応用研究室をはじめ部内関係各位に大へんお骨折りをいただいた。この機会をかりて厚くお礼申し上げる。

1. 合 板 製 造

1.1 単 板 切 削 性

木下叙幸・大平 裕

小型のベニヤレースにより、生材状態で単板切削を行い、単板の品質（裏割れ、面あらさ、けばだちの程度）、さらに供試樹種の基礎的な材質値として求めた生材についてのブリネルかたさ、横曲げ試験によるヤング係数、曲げ強さ等の値を参考にして、供試 24 樹種（30 個体）の単板切削における適性を検討した。

(1) 実験方法

1) 単板切削 使用したベニヤレースは小型の実験用レース（刃物の最大長さ 45 cm）で、単板の送り厚さ 1.02 mm、刃口間隔は水平方向絞りを 10% とした。供試原木はあらむきすることにより直径約 50~60 cm にそろえた後に、長さ約 25 cm に横切りし、上記の条件で単板切削を行った。単板切削は生材状態でを行い、煮沸処理を行ったものについての単板切削は実施しなかった。

切削された単板について、辺材に近い部分および心辺境界と樹心とのほぼ中央部分からそれぞれ原木 5 回転分の単板を選び、裏割れおよび面あらさ測定用の試験片を作製した。裏割れの測定は単板木口面を万能投影機により 20 倍に拡大して、発生している割れの深さを測定し、単板厚さで除した値を裏割れ率として求めた。面あらさは、主に単板面の目ばれの程度を検討するために測定したもので、測定はけばだちの発生が顕著な部分はできるだけ避け、触針式あらさ計により中心線平均あらさを、単板表面および裏面について求めた。さらに、単板面におけるけばだちの程度を肉眼により評価した。

2) 曲げ試験 曲げ試験片および次項に記すかたさ試験片は、単板切削用丸太に隣接した部分で丸太の半径方向において樹心から丸太半径の約 70% の位置で採材した。

曲げ試験片の寸法は、130 mm（長さ）×15 mm（幅）×7 mm（厚さ）で、スパン方向は繊維方向に直

Table 1. 単板品質

Veneer qualities

樹種 Species	原木番号 Log No.	裏割れ率 (%) Ratio of lathe check depth to veneer thickness	面あらし ¹⁾ Roughness of cut surface (μ)		けばだち の程度 ²⁾ Degree of fuzzy surface
			単板裏面 Loose side of veneer	単板表面 Tight side of veneer	
スポンジマス <i>Spondias dulcis</i>	1	—	—	—	+
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	33.8 22.5~41.2	12.1 9.5~15.4	11.1 9.1~13.0	+
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	40.6 29.2~53.7	9.4 7.0~11.8	8.0 6.8~9.5	
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	55.1 47.7~63.1	8.0 6.0~10.5	7.7 6.0~10.8	
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	47.2 37.9~68.0	14.8 11.5~17.4	12.9 10.2~16.2	+
"	6	47.0 38.3~60.2	14.9 10.8~18.4	13.2 9.8~16.4	+
"	7	57.6 45.7~61.9	7.8 4.5~12.2	8.6 5.8~10.6	
エリマ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	37.8 34.2~41.9	15.5 12.7~17.8	14.1 12.0~16.0	+
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	45.5 31.9~52.6	12.1 6.8~14.4	11.8 7.5~14.6	
マラス <i>Homalium foetidum</i>	10	—	—	—	—
カロフィルム <i>Calophyllum vexans</i>	11	32.5 27.6~38.6	10.7 8.5~13.0	11.9 9.2~13.8	
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	25.0 13.3~30.0	11.9 7.8~16.0	13.5 11.5~15.5	+
クイラ <i>Intsia bijuga</i>	13	—	—	—	—
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	48.4 31.9~58.9	12.4 7.0~18.6	10.8 7.8~16.6	
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	25.9 20.4~31.6	12.3 9.8~14.5	10.7 8.0~15.2	+
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	31.8 19.1~42.4	14.3 12.2~18.2	13.5 10.2~17.2	+
カメレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	70.5 54.6~86.2	11.0 8.0~13.0	9.8 8.2~13.0	
"	18	60.0 46.2~74.8	17.6 14.5~21.0	14.6 11.5~18.5	
"	19	63.9 61.3~66.4	17.9 16.0~19.8	15.9 13.2~18.5	+
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	44.3 33.0~57.5	9.6 8.5~11.8	8.7 7.0~10.2	
ラブラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	26.1 22.2~30.4	10.6 8.5~12.5	9.4 3.8~12.0	
エボジア <i>Evodia elleryana</i>	22	36.7 29.8~44.8	9.5 7.9~11.8	11.0 8.6~14.0	
タン <i>Pometia pinnata</i>	23	39.6 28.2~54.2	10.1 6.8~14.0	8.5 5.2~11.6	
"	24	34.9 28.0~47.2	10.6 8.8~13.5	8.6 4.2~11.5	
"	25	36.0 22.8~51.8	10.9 8.0~17.5	10.4 6.8~16.5	
タン <i>Pometia</i> sp.	26	52.0 42.7~66.3	12.3 10.6~14.6	11.2 8.0~14.2	
パラキユウム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	40.4 31.0~51.5	12.0 9.5~14.5	11.9 9.8~15.2	+
プランチョネラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	31.7 24.0~41.7	11.1 10.0~13.2	10.0 9.0~11.5	+
アンペロイ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	29.5 22.5~35.3	13.9 8.5~16.8	13.4 11.2~15.6	+
セルチス <i>Celtis kajeuskii</i>	30	51.3 38.7~67.2	14.4 9.6~18.0	12.6 9.2~17.0	+

注) 1) 触針式あらし計による中心線平均あらし

Note) Roughness of center line average measured with the stylus method type instrument of measurement of surface roughness.

2) + けばだちの発生が非常に顕著, + けばだちの発生やや顕著

++ Very remarkable fuzzy surface. + Remarkable fuzzy surface.

Table 2. 供試樹種のブリネルかたさ (生材),
Brinell hardness (green), Young's modulus and modulus

樹 種 Species	原木番号 Log No.	比 重 (全乾) Specific gravity (Oven dry)	ブリネルかたさ Brinell hardness	
			板 目 面 ¹⁾ Tangential surface	
ス ポ ン ジ ア ス <i>Spondias dulcis</i>	1	0.33 0.30~0.36	0.63	0.35~1.00
ア ル ス ト ニ ア <i>Alstonia scholaris</i>	2	0.27 0.26~0.26	0.46	0.40~0.55
カ ナ リ ウ ム <i>Canarium indicum</i>	3	0.51 0.49~0.53	1.35	1.28~1.44
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	0.57 0.50~0.64	1.18	0.82~1.60
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	0.41 0.36~0.45	0.92	0.70~1.30
" "	6	0.43 0.39~0.47	0.98	0.62~1.20
" "	7	0.40 0.33~0.48	0.92	0.71~1.16
エ リ マ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	0.30 0.23~0.35	0.47	0.26~0.58
ク ワ ン ド ン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	0.45 0.39~0.49	1.07	0.82~1.54
マ ラ ス <i>Homalium foetidum</i>	10	0.76 0.69~0.79	2.25	2.00~2.52
カ ロ フ ィ ル ム <i>Calophyllum vexans</i>	11	0.39 0.37~0.41	0.84	0.56~1.10
マ ソ イ ア <i>Cryptocarya massey</i>	12	0.35 0.34~0.36	0.60	0.54~0.68
ク イ ラ <i>Intsia bijuga</i>	13	0.70 0.65~0.73	2.42	1.44~3.32
ダ イ ゾ ッ ク ス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	0.64 0.57~0.69	1.24	0.78~1.60
ア ン チ ア リ ス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	0.26 0.21~0.32	0.46	0.36~0.56
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	0.30 0.27~0.33	0.57	0.48~0.70
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	0.53 0.48~0.60	0.95	0.84~1.02
" "	18	0.45 0.40~0.56	0.80	0.56~0.98
" "	19	0.53 0.47~0.62	1.02	0.64~1.48
ウ ォ ー タ ー ガ ム <i>Syzygium</i> sp.	20	0.58 0.55~0.62	1.19	0.90~1.54
ラ ブ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	0.39 0.35~0.40	0.84	0.70~1.04
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	0.37 0.31~0.40	0.67	0.50~0.76
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	23	0.56 0.51~0.66	1.24	0.80~2.04
" "	24	0.75 0.72~0.82	1.77	1.52~2.00
" "	25	0.72 0.68~0.75	1.83	1.52~2.24
タ ウ ン <i>Pometia</i> sp.	26	0.62 0.53~0.69	1.32	1.10~1.60
パ ラ キ ユ ウ ム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	0.41 0.40~0.43	0.90	0.74~1.04
プ ラ ン チ ョ ネ ラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	0.39 0.37~0.42	0.57	0.42~0.70
ア ン ベ ロ イ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	0.29 0.24~0.34	0.39	0.30~0.54
セ ル チ ス <i>Celtis kajeuskii</i>	30	0.53 0.49~0.57	1.16	0.88~1.56

注) 1)2) 8~10 個の測定値の平均

3) 荷 重 面

4) 試験片数は各原木に対して 8~10 本

曲げヤング係数，曲げ強さ（生材，横曲げ）

of rupture (green, bending perpendicular to grain)

(kg/mm ²)		ヤ ン グ 係 数 YOUNG's modulus (10 ⁸ kg/cm ²)		曲 げ 強 さ Modulus of rupture (kg/cm ²)					
柱 目 面 ²⁾ Radial surface		板 目 面 ³⁾⁴⁾ Tangential surface		板 目 面 ³⁾⁴⁾ Tangential surface		柱 目 面 ³⁾⁴⁾ Radial surface			
0.52	0.22~0.98	2.71	2.22~ 3.18	2.96	2.83~ 3.18	37.7	32.6~ 41.1	33.5	31.9~ 35.5
0.33	0.22~0.38	2.40	2.19~ 2.74	4.34	3.88~ 4.57	35.2	33.7~ 36.7	61.1	57.4~ 64.7
1.10	0.90~1.42	5.82	5.08~ 6.46	8.20	7.98~ 8.59	74.6	65.7~ 82.2	85.9	77.8~ 92.6
1.01	0.72~1.40	5.24	4.52~ 6.13	8.68	8.38~ 9.06	70.3	64.2~ 76.0	101.8	97.5~105.7
0.76	0.64~0.90	3.80	3.08~ 4.60	6.69	6.31~ 7.14	64.0	55.1~ 74.0	85.4	80.7~ 93.5
0.75	0.44~0.90	4.56	3.46~ 5.45	7.22	6.81~ 7.86	67.3	51.2~ 79.5	95.7	90.3~106.2
0.89	0.68~1.16	4.47	3.31~ 6.09	7.12	6.80~ 7.67	66.6	57.3~ 80.1	95.7	77.1~100.2
0.46	0.22~0.75	3.15	2.33~ 4.29	4.99	4.54~ 5.41	45.3	31.0~ 59.3	55.3	51.9~ 57.8
0.80	0.68~0.94	5.38	4.53~ 7.92	8.86	8.35~ 9.38	75.3	60.8~ 99.3	98.5	93.8~104.4
1.65	1.44~1.98	8.87	7.83~ 9.69	15.78	15.31~16.30	105.5	90.1~113.0	198.7	190.9~207.1
0.63	0.40~0.92	3.92	3.43~ 4.55	6.82	6.47~ 7.03	62.9	54.5~ 71.3	94.2	90.0~ 99.4
0.42	0.28~0.48	2.88	2.31~ 3.51	5.28	4.90~ 5.85	48.8	41.4~ 57.7	68.5	64.0~ 74.6
2.19	1.28~2.68	11.49	9.65~12.69	13.92	13.11~14.88	137.6	115.9~156.1	168.0	161.7~177.4
0.98	0.68~1.36	7.10	6.11~ 8.73	12.15	11.57~13.00	87.9	77.2~ 99.2	138.3	134.7~142.3
0.41	0.34~0.53	1.95	1.57~ 2.27	3.86	3.53~ 4.33	35.2	28.5~ 41.8	49.0	44.5~ 52.0
0.44	0.32~0.56	2.13	1.35~ 2.73	4.80	4.65~ 5.09	37.8	29.7~ 47.5	51.6	49.9~ 53.9
0.83	0.53~1.04	4.05	2.90~ 6.31	7.12	6.59~ 7.38	55.4	39.2~ 87.2	71.4	66.9~ 74.8
0.53	0.40~0.79	3.04	1.85~ 5.05	6.77	6.48~ 7.00	43.2	31.0~ 69.4	68.4	64.2~ 74.8
0.86	0.53~1.48	3.81	2.33~ 6.19	7.52	7.04~ 7.85	51.2	34.0~ 83.5	75.4	66.4~ 81.4
1.14	0.70~1.78	9.27	4.61~11.88	10.20	8.51~11.35	108.6	60.7~134.9	128.9	112.3~142.4
0.58	0.50~0.20	3.67	3.12~ 4.47	7.28	6.65~ 8.20	52.4	44.1~ 60.7	84.6	73.3~ 91.9
0.50	0.38~0.64	4.27	3.94~ 4.61	6.11	5.59~ 6.33	61.2	54.8~ 67.6	79.3	75.8~ 83.5
1.20	0.80~1.76	7.31	4.82~ 9.54	7.97	7.25~ 8.57	91.4	79.4~102.7	109.6	104.1~115.3
1.36	1.16~1.88	9.36	8.33~10.97	10.37	9.95~10.87	110.4	89.0~134.4	126.0	121.9~130.6
1.69	1.00~2.28	7.66	5.66~ 9.12	9.50	8.71~10.32	102.4	78.6~129.5	121.3	113.7~130.3
1.40	0.90~2.00	7.23	5.72~ 8.59	8.63	8.16~10.03	95.1	83.2~111.8	104.0	95.5~123.4
0.73	0.53~0.96	3.25	2.71~ 3.45	7.07	6.52~ 8.07	56.9	52.7~ 60.1	94.0	90.7~ 96.5
0.45	0.38~0.48	2.74	2.19~ 3.47	5.95	5.80~ 6.11	47.4	40.5~ 54.5	68.7	65.9~ 72.9
0.22	0.18~0.28	1.53	1.06~ 1.73	3.17	2.94~ 3.34	13.0	9.4~ 15.6	32.8	30.4~ 35.9
0.88	0.78~1.04	6.24	6.05~ 6.49	7.66	7.13~ 8.97	84.7	80.1~ 90.3	101.4	85.8~125.9

Notes) 1)2) Average of 8 to 10 values.

3) Surface loaded.

4) Number of specimen was 8 to 10 for each log.

角、荷重面は板目面（荷重方向は木材の半径方向）およびまさ目面（荷重方向は接線方向）として、各荷重方向の試験に対して 8～10 本の試験片を用意した。曲げ試験は生材状態の試験片に中央集中荷重を加えて行い、スパンは 90 mm、たわみ速度は 3 mm/min. とし、これから曲げヤング係数、曲げ強さを求めた。

3) かたさ試験 試験片寸法は 4 cm×4 cm×4 cm とし、各原木について 4～5 個の試験片を作製した。なお、測定は生材状態の試験片の板目面、まさ目面について、それぞれ試験片 1 個あたり 2 点ずつ行った。

(2) 実験結果

各原木についての単板品質に関する試験結果を Table 1 に、ブリネルかたさ、および横曲げ試験によるヤング係数、曲げ強さの値を Table 2 に示す。なお、単板切削に際して本実験に使用したベニヤレーズの能力にもよるが、マラス (10)、クイラ (13) の両樹種は切削困難で、またスポンジマス (1) の場合繊維の切断不良による連続した単板切削が困難であった。上記の理由により、これら 3 樹種についての単板品質に関する実験結果は記載していない。

Table 1 に示した裏割れ率をみると、アルストニア (2)、カロフィルム (11)、マソイア (12)、アンチアリス (15)、アルトカルプス (16)、ラブラ (21)、プランチョネラ (28)、アンペロイ (29) 等で 30% 前後の低い値を示しており、もっとも高い値を示しているのはカメレレで 60～70% の値を示している。カメレレは 3 個体について実験を行っているが、個体間における裏割れ率の相違は 10% 程度でありあまり大きくない。ただ面あらさをみると、裏割れ率が 3 個体中もっとも高い値を示している No. 17 の面あらさは他の 2 個体に比較してかなり良好な値を示している。これと同様なことは、やはり 3 個体について実験を行ったレッドブラウンターミナリアについても認められる。つまり、No. 5, 6 における裏割れ率は 47% 程度で、No. 7 の場合約 58% とやや高い値を示しているが、逆に単板裏面における面あらさをみると、前 2 者の場合の約 15 μ に対し、後者では 7.8 μ とかなりの相違が認められる。

面あらさの場合、全般的にみて単板表面に比較して単板裏面における値がやや大きいのが、両者間の差はあまり大きくはない。なお、肉眼による判定でけばだちの発生が大きな原木の場合、面あらさもかなり不良になる結果が示されている。

供試 24 樹種を比重についてみると、アルストニア (2)、エリマ (8)、アンチアリス (15)、アルトカルプス (16)、アンペロイ (29) の 0.3 前後の値から、マラス (10)、クイラ (13)、タウン (24, 25) の 0.7～0.8 の範囲にわたっている。供試 24 樹種の中で高比重材に属するマラス、クイラ、タウンのブリネルかたさをみると、板目面について求めた値はマラス、クイラがそれぞれ 2.25 kg/mm²、2.42 kg/mm² であるのに対し、これら両樹種とほぼ同程度の比重のタウンでは 1.77 kg/mm² (No. 24)、1.83 kg/mm² (No. 25) と、かなり低い値が得られている。同様に、曲げヤング係数、曲げ強さについても、マラス、クイラに比較してタウンの値は低くあらわれており、この場合マラスの曲げヤング係数は荷重方向の相違により、かなり大きく左右されるのがわかる。なお、比重およびブリネルかたさがあまり高い値を示さないウォーターガム (20) の曲げヤング係数、曲げ強さは、タウン (24) とほぼ同程度の高い値を示している。

Table 1, 2 に示した単板品質についての測定結果および材質的な測定値等を総合して、単板切削に際しての樹種の特徴を要約すると次のようになる。

a) マラス (10), クイラ (13)

比重あるいはブリネルかたさからみても、かなり硬材の部類に含まれる。本実験に用いたベニヤレースは小型の実験的な規模の機械であり、チャックへのかたい原木の取り付けが困難で、また切削時に機械に作用する負荷が大きく、これら2樹種を生材で切削することは困難であった。構造的に強固な実用レースで切削した場合でも、単板厚さを厚くして切削することには相当制約を受け、切削に際してはかなり高温で原木を煮沸処理する必要があると思われる。また、実用レースであらむきした段階では、切削された単板の湾曲が非常に大きく、これら両樹種を利用するにはかなり問題がある。

b) スポンジス (1)

比重およびその他の材質的な値からみて、極端な軟材であるとはいえないが、単板切削においては、繊維の切断が非常に悪く、刃口に繊維がつまり切削不能になる場合が非常に多い。この現象は、研摩直後の鋭利な刃先の刃物で切削しても、また刃口の間隔を変化させることによっても解決することは困難であった。

c) エリマ (8), マソイア (12), アンチアリス (15), アンペロイ (29)

裏割れ率はいずれも30%前後の値で問題はないが、けばだちの発生が非常に顕著であり、切削面もあらい。いずれの樹種も低比重材で切削は容易であるが、けばだちの発生のため合板の表板として利用することには問題がある。

d) アルストニア (2), レッドブラウンターミナリア (5, 6), アルトカルプス (16), パラキウム (27), プランチョネラ (28), セルチス (30)

裏割れ率はレッドブラウンターミナリアで約50%となり、やや高い値を示しているが、それ以外の樹種では30%程度の値で問題はない。しかし、けばだちの発生程度がやや大きく、この場合アルストニア、レッドブラウンターミナリア、パラキウムでは、原木周辺部においては切削面は非常に良好であるが、原木中心部になるにつれてけばだちの発生が大きくなり、アルトカルプス、プランチョネラ、セルチスでは、原木を1回転切削する間に、切削面が良好な部分と極端に不良な部分が出現する傾向がみられる。

e) カメレレ (17, 18, 19)

No. 19の原木中心に近い部分から得られた単板にけばだちの発生が認められるが、その程度はあまり大きくない。しかし、これら3個体に共通して裏割れ率は60~70%と非常に大きな値を示し、またNo. 18, 19の単板裏面における面あさは供試樹種中もっとも高い値を示している。さらに、No. 18の場合、切削された単板は非常に切断されやすく、リーリング時に問題になってくる。

f) イエローターミナリア (4), レッドブラウンターミナリア (7), タウン (26)

けばだち、面あさとも大きな問題は認められないが、裏割れ率は50%以上の値を示し、やや高い。

g) カナリウム (3), クワンドン (9), カロフィルム (11), ダイゾックス (14), ウォーターガム (20), ラブラ (21), エボジア (22), タウン (23, 24, 25)

カナリウム、クワンドン、ダイゾックスの裏割れ率は40~50%とやや高いが、切削面も含めて全般的にみた場合、上記樹種を利用する場合別に問題はないものと思われる。タウンのうちNo. 24, 25を切削した場合、原木中心部に接近するにつれて、切削音が高くなり、ベニヤレースに対して負荷が大きくなる傾向はみられるが、生材でも十分切削可能であり、単板品質も良好である。

1.2 単板乾燥性

久田卓興・筒本卓造

合板利用適性を求める試験の一環として、単板の乾燥性について検討した。ここでは乾燥時間の比較に重点をおき、併せて収縮率および狂いの程度について検討した。

(1) 試験方法

1) 供試単板

供試木は採取した 24 樹種 (30 個体) のうち、マラス (10)、クイラ (13) を除いた 28 個体である。丸太は大型のロータリーレースであらかじめ直径約 50~60 cm に荒むきしてから長さ約 35 cm に玉切りし、次に小型のロータリーレースで厚さ約 1 mm (送り厚さ 1.02 mm) に切削した。乾燥時間と収縮率測定用の単板はこうにして荒むきした丸太の外縁より樹心に向かって 3~4 cm の位置から数回転分の単板を取り、これらを 30×30 cm に裁断して用いた。ただし狂いの測定に際しては特に試片の採材位置は定めず、より広い範囲からの単板について測定した。

2) 乾燥方法、測定方法

実験装置は電気ヒーター式の乾燥装置を用い、乾燥条件は下記のとおり一定とした。乾球温度 140°C、湿球温度 58°C、風速 1.6 m/sec、単板は金わくに入れ送風方向と平行につり下げて乾燥し、乾燥装置上部に設置した小型のロードセルにより重量減少を連続的に測定した。また幅方向 (接線方向) の収縮率についてはあらかじめ繊維方向の中央および両端から 5 cm の位置に標点距離 20 cm を定めて測定した。

単板の狂いについては、応用研究室に設置している横循環式単板乾燥機のコネット送りで乾燥して、仕上がり状態を比較した。この時の機内温度は 130~140°C であった。

(2) 試験結果

1) 乾燥時間

前述の方法により乾燥試験を行い、それぞれの単板について含水率減少曲線を描いて乾燥速度と乾燥所要時間を求めた。これらの結果を樹種ごとに比重、初期含水率などと共に Table 3 に示した。このなかで乾燥速度の項は乾燥初期の恒率的な速度および蒸発係数のみをあげた。乾燥時間については、仕上がり含水率 10% までの所要時間を示したが、供試単板の厚さにある程度差があるため、得られた乾燥時間を厚さ 1.0 mm の場合に換算して乾燥時間 (A) とし、さらに初期含水率についてもすべて 60% の場合に換算して乾燥時間 (B) とした。

試験結果によればそれぞれの初期含水率からの全乾燥時間と比重や初期含水率などとの単相関はかなり低く、これらの変数による乾燥時間の推定は困難と思われたが、乾燥初期の乾燥速度および含水率 60% から 10% までの乾燥時間 (B) は、Fig. 1, 2 に示すように、いずれも比重と高い相関関係を示した。これらのことから初期含水率から 10% までの乾燥時間 (A) は初期含水率と比重との両者を変数とした式により示されることが予想された。次式は今回の試験結果に重回帰分析を適用して得られた回帰式である。

$$t = -2.428 + 0.03369U_a + 7.42r_0 \quad (R=0.937)$$

ただし

t : 乾燥時間 (A), min U_a : 初期含水率, %

r_0 : 全乾比重

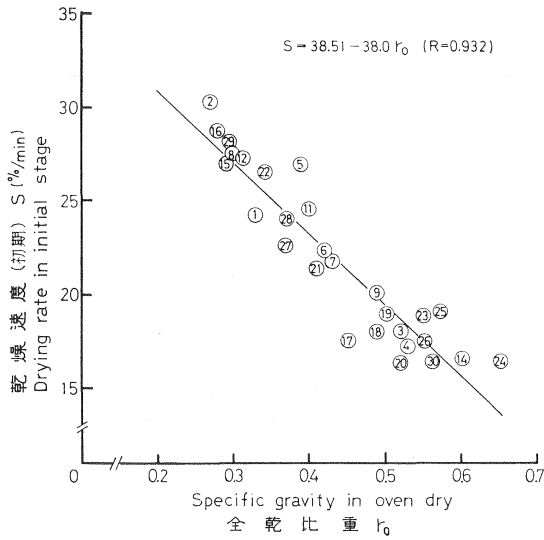


Fig. 1 乾燥速度と比重との関係
Relation between drying rate and specific gravity.

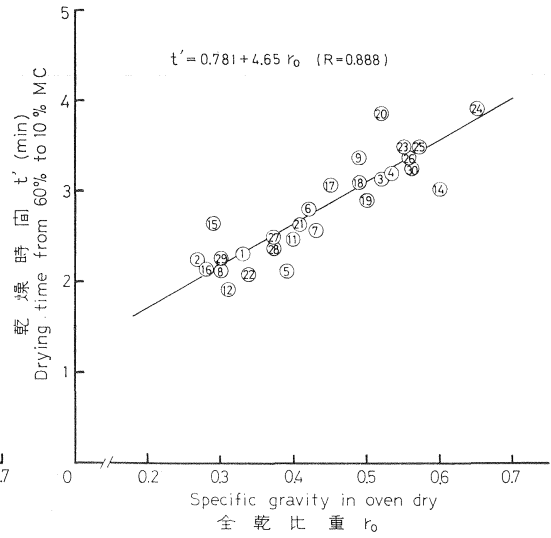


Fig. 2 乾燥時間と比重との関係
Relation between drying time and specific gravity.

このように、初期含水率と比重から乾燥時間がよく説明されることがわかる。しかし、この中にも樹種によっては多少異なった傾向を示すものも含まれている。その主なものはウォーターガム (20) とダイブックス (14) であるが、これらの樹種について回帰式による推定乾燥時間と実測乾燥時間を比較してみると、その差はそれぞれ 1.1 分、0.6 分であった。これらはそれぞれ推定乾燥時間の 22% および 12% に相当する。なお、その他の樹種については得られた重回帰式によりかなりの精度で乾燥時間が推定できるものと思われる。

2) 乾燥による収縮

Table 3 に供試単板の幅方向 (接線方向) の全収縮率を示した。Fig. 3 はこれらと比重との関係を示したものである。これによると全収縮率 (α_t) を全乾比重 (r_0) で除した値 (α_t/r_0) はエリマ (8), パラキウム (27), マソニア (12), アルトカルプス (16) が 20 以上でやや大きな値を示したが、その他の樹種は今までに測定された多くの南洋材とはほぼ似たような値を示している。なお今回のデータの全収縮率と全乾比重との相関係数は 0.66 であった。

3) 乾燥による狂い

乾燥時間を測定したものと同寸法の単板 (30×30 cm) を、金網式ドライヤーで温度 130~140°C に

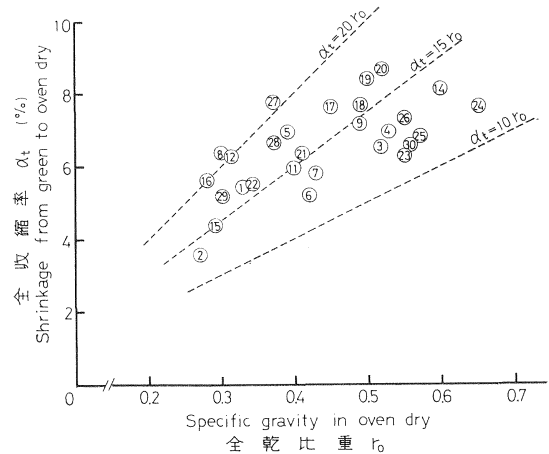


Fig. 3 全収縮率と比重との関係
Relation between shrinkage from green to oven dry and specific gravity.

Table 3. 単板の乾燥
Drying time and

樹 種 Species	原木番号 Log No.	厚 さ (生) Thickness in green (mm)	比 重 (全乾) Specific gravity in oven dry	初期含水率 Initial M. C. (%)
ス ポ ン ジ ア ス <i>Spondias dulcis</i>	1	1.11 1.06~1.14	0.33 0.32~0.35	167.1 162.3~170.9
ア ル ス ト ニ ア <i>Alstonia scholaris</i>	2	1.09 1.06~1.11	0.27 0.26~0.27	194.5 190.1~196.4
カ ナ リ ウ ム <i>Canarium indicum</i>	3	1.08 1.07~1.09	0.52 0.52~0.52	75.5 73.9~ 76.8
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	1.12 1.11~1.13	0.53 0.52~0.53	116.3 115.2~117.8
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	1.15 1.11~1.20	0.39 0.37~0.39	94.8 91.5~ 96.5
"	6	1.12 1.11~1.13	0.42 0.40~0.44	99.9 96.3~102.6
"	7	1.14 1.11~1.16	0.43 0.42~0.44	81.1 79.2~ 82.6
エ リ マ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	1.10 1.09~1.10	0.30 0.29~0.30	96.4 92.2~ 99.8
ク ワ ン ド ン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	1.05 1.03~1.07	0.49 0.48~0.49	77.5 70.9~ 84.0
カ ロ フ ィ ル ム <i>Calophyllum vexans</i>	11	1.09 1.07~1.11	0.40 0.39~0.40	72.3 68.3~ 74.8
マ ソ イ ア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	1.12 1.11~1.13	0.31 0.31~0.32	130.2 125.9~133.1
ダ イ ゾ ッ ク ス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	1.14 1.12~1.16	0.60 0.59~0.61	86.7 82.9~ 88.9
ア ン チ ア リ ス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	1.04 1.02~1.06	0.29 0.28~0.30	161.9 151.1~170.0
ア ル ト カ ル プ ス <i>Artocarpus incisus</i>	16	1.08 1.04~1.09	0.28 0.27~0.29	205.4 202.2~208.1
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	1.16 1.13~1.17	0.45 0.44~0.46	88.0 84.6~ 89.4
"	18	1.13 1.11~1.14	0.49 0.48~0.50	76.1 71.2~ 79.9

時 間, 収 縮 率

shrinkage of veneer

乾 燥 速 度 (乾燥初期) Drying rate (Initial stage)		乾 燥 時 間 Drying time			収 縮 率 (幅方向, 全乾) Shrinkage (Tang., green to oven dry) (%)
(%/min)	($10^{-3}\text{g}/\text{cm}^2$ $\text{hr } ^\circ\text{C}$)	測 定 値 ¹⁾ Measured (min)	換算値 (A) ²⁾ Converted (A) (min)	換算値 (B) ³⁾ Converted (B) (min)	
24.3 22.5~26.0	3.03 2.90~3.10	6.55 6.25~7.05	5.72 5.57~5.94	2.31 2.29~2.36	5.45 5.35~5.55
30.3 29.0~31.0	3.08 2.90~3.18	6.44 6.10~6.65	5.76 5.45~6.16	2.23 2.10~2.50	3.59 3.55~3.65
18.0 17.5~18.5	3.33 3.24~3.44	4.30 4.20~4.40	3.89 3.80~3.98	3.15 3.08~3.25	6.54 6.45~6.60
17.3 16.5~17.5	3.29 3.19~3.32	6.78 6.65~6.85	5.58 5.74~5.94	3.18 3.15~3.19	6.98 6.85~7.05
26.9 25.5~28.5	3.94 3.65~4.22	3.95 3.70~4.05	3.29 3.20~3.46	2.13 2.09~2.22	6.98 6.80~7.05
22.3 21.0~23.0	3.46 3.38~3.52	5.05 4.95~5.15	4.36 4.32~4.45	2.80 2.79~2.84	5.18 5.10~5.20
21.8 21.5~22.0	3.52 3.46~3.55	3.95 3.85~4.05	3.33 3.25~3.37	2.56 2.47~2.66	5.80 5.75~5.85
27.6 26.0~29.0	2.98 2.82~3.10	3.56 3.40~3.65	3.15 3.00~3.26	2.13 2.12~2.19	6.41 6.30~6.50
20.1 19.0~21.5	3.39 3.25~3.61	4.33 4.00~4.75	4.06 3.85~4.35	3.37 3.34~3.38	7.13 7.10~7.15
24.6 22.5~26.0	3.55 3.24~3.75	3.25 3.10~3.35	2.91 2.81~2.98	2.49 2.40~2.56	6.00 5.95~6.05
27.3 26.0~29.0	3.22 3.06~3.42	4.54 4.30~4.70	3.92 3.76~4.01	1.91 1.83~1.98	6.33 6.25~6.45
16.6 16.0~17.0	3.67 3.57~3.73	5.15 5.10~5.20	4.34 4.20~4.44	3.04 2.97~3.11	8.13 8.05~8.20
27.0 26.0~28.5	2.77 2.67~2.95	5.86 5.80~5.95	5.57 5.38~5.80	2.65 2.41~2.77	4.38 4.30~4.50
28.8 26.0~30.0	2.98 2.68~3.08	6.96 6.80~7.15	6.30 6.08~6.80	2.15 2.06~2.42	5.66 5.60~5.75
17.6 16.5~18.0	2.94 2.79~3.05	5.13 4.95~5.30	4.23 4.08~4.52	3.08 2.97~3.28	7.60 7.40~7.80
18.0 17.5~18.5	3.19 3.08~3.29	4.51 4.25~4.65	3.85 3.71~3.97	3.11 3.04~3.25	7.69 7.45~7.85

Table 3. (つづき) (Continued)

樹 種 Species	原木番号 Log No.	厚 さ (生) Thickness in green (mm)	比 重 (全乾) Specific gravity in oven dry	初期含水率 Initial M. C. (%)
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	19	1.16 1.15~1.17	0.50 0.49~0.50	68.8 66.7~70.1
ウ ォ ー タ ー ガ ム <i>Syzygium</i> sp.	20	1.11 1.09~1.13	0.52 0.51~0.52	103.8 101.3~105.6
ラ ブ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	1.09 1.08~1.10	0.41 0.40~0.41	145.8 144.9~147.1
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	1.08 1.06~1.08	0.34 0.34~0.34	152.5 150.9~154.4
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	23	1.11 1.08~1.13	0.55 0.54~0.56	65.5 61.1~69.3
”	24	1.13 1.12~1.14	0.65 0.65~0.65	66.2 61.4~68.7
”	25	1.16 1.12~1.19	0.57 0.57~0.57	60.1 57.3~61.5
タ ウ ン <i>Pometia</i> sp.	26	1.11 1.10~1.12	0.55 0.55~0.55	77.4 76.6~79.1
パ ラ キ ュ ウ ム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	1.12 1.11~1.12	0.37 0.37~0.37	99.1 91.4~105.7
プ ラ ン チ ョ ネ ラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	1.09 1.08~1.10	0.37 0.37~0.38	142.1 141.3~142.9
ア ン ベ ロ イ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	1.06 1.04~1.07	0.30 0.29~0.30	173.4 166.0~178.1
セ ル チ ス <i>Celtis kajewskii</i>	30	1.12 1.10~1.15	0.56 0.55~0.56	92.1 86.6~95.4

注) 1) 初期含水率から含水率 10% までの乾燥時間

2) 厚さ 1.0 mm の単板を初期含水率から 10% まで乾燥する時間

3) 厚さ 1.0 mm の単板を含水率 60% から 10% まで乾燥する時間

試料寸法: 30×30 cm, 乾燥条件: 乾球温度 140°C, 湿球温度 58°C, 風速 1.6 m/sec, 試料数: 4

乾 燥 速 度 (乾燥初期) Drying rate (Initial stage)		乾 燥 時 間 Drying time			収 縮 率 (幅方向, 全乾) Shrinkage (Tang., green to oven dry) (%)
(%/min)	($10^{-3}\text{g}/\text{cm}^2$ $\text{hr } ^\circ\text{C}$)	測 定 値 ¹⁾ Measured (min)	換算値 (A) ²⁾ Converted (A) (min)	換算値 (B) ³⁾ Converted (B) (min)	
18.9 18.5~19.5	3.40 3.34~3.48	3.98 3.90~4.10	3.28 3.22~3.42	2.92 2.88~2.96	8.39 8.35~8.50
16.4 15.5~17.0	3.04 2.86~3.13	6.86 6.65~7.20	5.99 5.67~6.29	3.87 3.71~4.02	8.65 8.60~8.70
21.5 21.5~21.5	3.20 3.15~3.23	6.55 6.45~6.70	5.86 5.76~6.06	2.62 2.55~2.71	6.35 6.25~6.40
26.5 25.5~27.5	3.30 3.19~3.40	5.49 5.30~5.75	4.97 4.80~5.20	2.09 1.99~2.17	5.50 5.45~5.55
18.9 17.5~20.5	3.76 3.42~4.16	4.33 4.20~4.40	3.78 3.62~3.98	3.50 3.37~3.71	6.29 6.20~6.35
16.5 16.0~17.0	3.92 3.77~4.05	5.05 5.00~5.15	4.31 4.26~4.34	3.92 3.79~4.14	7.59 7.50~7.70
19.1 18.5~20.0	4.06 3.84~4.33	4.31 4.15~4.40	3.55 3.31~3.80	3.49 3.27~3.71	6.79 6.70~6.85
17.5 17.0~18.0	3.46 3.39~3.57	4.98 4.85~5.05	4.35 4.27~4.41	3.47 3.41~3.58	7.36 7.25~7.50
22.6 22.0~23.5	3.02 2.95~3.11	4.45 4.05~4.75	3.84 3.54~4.10	2.49 2.40~2.59	7.75 7.65~7.80
24.1 22.5~25.0	3.23 3.01~3.38	5.88 5.60~6.10	5.26 5.07~5.45	2.40 2.26~2.61	6.68 6.60~6.75
27.6 26.5~28.5	2.97 2.86~3.06	6.00 5.80~6.10	5.56 5.51~5.73	2.25 2.20~2.33	5.15 5.05~5.20
16.5 16.0~17.0	3.45 3.37~3.55	5.76 5.55~6.10	4.97 4.63~5.20	3.26 3.22~3.32	6.66 6.60~6.75

Notes) 1) Drying time for MC reduction from initial to 10%.

2) Drying time of 1.0 mm thick veneer for MC reduction from initial to 10%.

3) Drying time of 1.0 mm thick veneer for MC reduction from 60% to 10%.

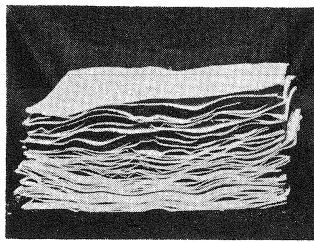
Size of specimen : 30×30 cm, drying condition : D. B. T. 140°C, W. B. T. 58°C, A. V. 1.6 m/sec, number of specimen : 4.

Table 4. 単板の狂い

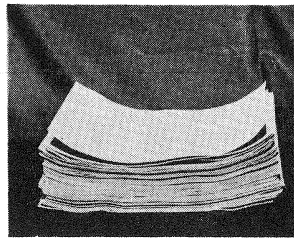
Warping of veneer

樹種 Species	原木番号 Log No.	試料数 Number of specimens	単板 50 枚の高さ Height of 50 sheets of veneer			
			無負荷 Unloaded (cm)		負荷* Loaded (cm)	
スポンジアス <i>Spondias dulcis</i>	1	2	12.3	11.3~13.4	8.8	8.8~8.9
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	3	7.3	7.1~7.5	6.3	6.3~6.4
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	3	8.1	7.7~8.7	6.7	6.5~6.8
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	3	8.9	8.1~9.4	7.1	6.9~7.4
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	3	9.0	8.5~10.0	7.1	6.9~7.2
"	6	3	8.3	7.9~8.6	6.4	6.3~6.5
"	7	3	8.7	8.2~9.3	6.8	6.7~6.9
エリマ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	3	8.1	7.6~8.5	6.3	6.2~6.5
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	3	9.9	9.4~10.5	7.5	7.0~7.7
カロフィルム <i>Calophyllum vexans</i>	11	3	7.7	7.5~7.8	6.4	6.1~6.7
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	3	9.2	8.6~10.1	7.3	7.3~7.4
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	3	9.5	8.3~11.8	7.5	6.9~8.4
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	3	8.2	8.1~8.2	6.4	6.2~6.6
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	3	9.9	9.5~10.5	7.6	6.9~8.0
カメレレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	3	7.0	6.6~7.5	6.2	6.1~6.2
"	18	3	7.7	7.2~8.3	6.6	6.4~6.7
"	19	3	7.6	6.6~7.9	6.5	6.4~6.6
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	3	9.4	8.3~11.3	7.2	7.0~7.6
ラブラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	3	7.9	7.7~8.4	6.6	6.6~6.6
エボジア <i>Evodia elleryana</i>	22	3	8.5	7.4~10.0	6.5	6.2~6.6
タウソ <i>Pometia pinnata</i>	23	3	7.2	6.6~8.2	6.2	6.0~6.4
"	24	3	7.0	6.5~7.6	6.3	6.0~6.6
"	25	3	7.2	6.5~8.6	6.3	6.0~6.6
タウソ <i>Pometia</i> sp.	26	3	7.9	7.0~9.3	6.5	6.1~6.6
パラキウム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	3	8.6	8.1~9.5	6.9	6.6~7.2
プランチョネラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	3	8.3	7.8~8.6	6.6	6.4~6.7
アンベロイ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	3	7.7	7.4~8.3	6.4	6.4~6.4
セルチス <i>Celtis kajewskii</i>	30	3	8.8	8.5~9.0	7.2	6.9~7.5

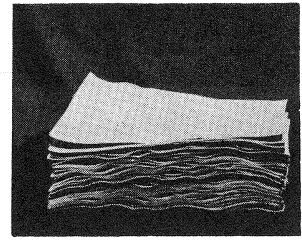
注) * 荷重 約 10 g/cm²Note) * Load : about 10 g/cm²



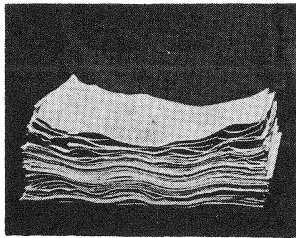
スポンジマス (1)
Spondias dulcis



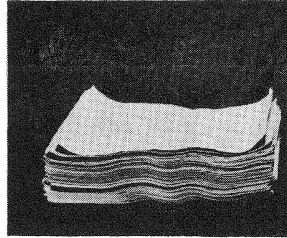
レッドブラウターミナリア (6)
Terminalia solomonensis



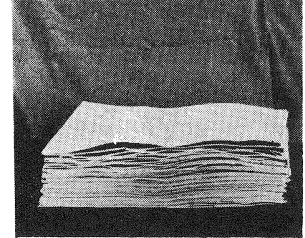
クワンドン (9)
Elaeocarpus sphaericus



アルトカルプス (16)
Artocarpus incisus



カメレレ (19)
Eucalyptus deglupta



タウソ (23)
Pometia pinnata

Photo. 1 単板の狂い (各々 50 枚)
Warping of veneer (50 sheets for each pile).

いて、含水率 5% 以下に乾燥し 50 枚積み重ねた時の高さを無負荷および負荷（約 10 g/cm²）時について測定し、Table 4 に示した。これらの値から乾燥による狂いを一定の基準²⁾に基づいて比較してみると、やや狂いの大きいものとしてスポンジマス (1) があり、中程度のものにクワンドン (9)、アルトカルプス (16) があげられる。しかしその他の樹種はいずれも狂いの程度が小さく合板製造上特に問題となる樹種は見あたらない。これらについては Photo. 1 に 50 枚積み重ねたときの写真でその状態を示す。

以上の結果から、供試した 28 樹種の単板の乾燥性について要約すれば次のようになる。

- a) アルトカルプス (16) は初期含水率が非常に高く、乾燥に要する時間が特に長い。
- b) スポンジマス (1) は初期含水率が高く乾燥時間はやや長い。また単板の狂いもやや大きい。
- c) アルストニア (2)、イエローターミナリア (4)、アンチアリス (15)、ラブラ (21)、プランチョネラ (28)、アンペロイ (29) は初期含水率が高く、乾燥時間はやや長い、狂いはそれほど大きくない。
- d) ウォーターガム (20) は初期含水率はやや高い程度であるが、乾燥時間がやや長い。
- e) マソイア (12)、エボジア (22) は初期含水率が高いが、乾燥時間はそれほど長くない。
- f) その他の樹種については、単板の乾燥性に関して利用上特に問題となることはない。

1.3 単板接着性

唐沢仁志・柳下 正

供試材から切削された単板の接着適性を検討するために、3種類の市販合板用接着剤を使用して試験合板を作成し、接着力試験を行った。

(1) 試験方法

1) 供試単板

前項乾燥試験と同条件で切削した単板を幅約 35 cm に裁断したのち、金網送りベニヤドライヤーによって含水率約 10% に乾燥し供試した。

供試単板はさらに調湿のため、温度 20°C、関係湿度約 55% の恒温恒湿室内に約 4 週間放置した。使用時の単板含水率は 9.5~11.5%、平均 10.5% であった。

2) 使用接着剤

接着剤には、一般に合板製造に使用されているフェノール樹脂接着剤（記号：P）、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤（記号：M）およびユリア樹脂接着剤（記号：U）の3種類を使用した。P は合板の日本農林規格における特類または 1 類合板用、M は 1 類合板用、U は 2 類または 3 類合板用として市販されているものである。

接着剤液の配合割合とその性質は Table 5 に示す。

Table 5. 各接着剤液配合およびその性質
Formulation and property of glues

接 着 剤 Glue	配 合 割 合 Mixing ratio (parts)					接着剤液の性質 Property of mixed glue	
	樹 脂 Resin	増 量 ・ 充 填 剤 Extender and filler			硬 化 剤 Hardener	pH ⁵⁾	粘 度 ⁶⁾ Viscosity (poise)
		F-5 ⁴⁾	小麦粉 Wheat flour	水 Water			
フェノール樹脂接着剤液 (P) Phenolic resin glue	100 ¹⁾	10	5	5		12.0 (21°C)	28 (21°C)
メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤液 (M) Melamine-urea co-condensation resin glue	100 ²⁾		17	8	0.5	6.1 (20°C)	36 (20°C)
ユリア樹脂接着剤液 (U) Urea resin glue	100 ³⁾		17	8	0.5	5.0 (17°C)	28 (17°C)

注) 1) 三井東圧化学(株)ユーロイド PL-251

Notes) U-Loid PL-251 (Mitsui-Toatsu Chemicals, Inc.).

2) 三井東圧化学(株)ユーロイド 350

U-Loid 350 (Mitsui-Toatsu Chemicals, Inc.).

3) 三井東圧化学(株)ユーロイド 310

U-Loid 310 (Mitsui-Toatsu Chemicals, Inc.).

4) 三井東圧化学(株)ユーロイド PL-251 専用充填剤

Filler for exclusive use with U-Loid PL-251 (Mitsui-Toatsu Chemicals, Inc.)

5) ガラス電極 pH 計

Glass electrode pH meter.

6) B型回転粘度計

B. F. type viscosimeter.

3) 試験合板

供試単板の切削部位によるかたよりを生じさせないように配慮して、3枚1組の単板組合わせを行い、原木別、接着剤別および塗布量別に3プライ合板3枚分を準備した。

なお、比較試験合板用としてレッドラワン (*Shorea negrosensis*) 材から剥板した厚さ 1.0 mm の単板を同数準備した。

接着剤液の塗布にはドクターロール付小型スプレッダーを使用し、塗布量は各接着剤について $20 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ および $30 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ の2水準を目標とした。実際の塗布量は各水準ともに $\pm 1 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ の範囲のばらつきを示した。

圧縮には小型ホットプレス（熱盤面 $40 \times 40 \text{ cm}$ 、電熱式、総加圧力 80 t、3 段）を使用し、冷圧後熱圧法によって試験合板を作成した。圧縮条件は Table 6 に示す。

4) 接着力試験

本実験では引張りせん断接着力試験を行った。試験片の形状は「普通合板の日本農林規格」（以下 JAS 規格という）に規定されている B 型試験片（試験面 $25 \times 13 \text{ mm}$ ）とし、心板の裏割れの方に対する切込みの位置の関係における順逆を交互にして同数となるように作成した。試験片の数量および接着力試験法を Table 7 に示す。

(2) 試験結果

接着力試験の結果を Table 8 [塗布量 $20 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ の場合] および Table 9 [塗布量 $30 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ の場合] に示す。また、一般に接着力値は材の比重と関係があり、比重の大きい材ほど高い接着力値を示

Table 6. 各接着剤別圧縮条件
Condition of pressing

接着剤 Glue	冷 圧 Cold pressing		熱 圧 Hot pressing		
	圧 力 Pressure (kg/cm^2)	時 間 Time (hr.)	圧 力 Pressure (kg/cm^2)	温 度 Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	時 間 Time (min.)
<i>P</i>	10	1	8	140	3
<i>M</i>				120	1.5
<i>U</i>				110	1.5

Table 7. 接着剤別試験片数および接着力試験法
Number of test specimens and method of bond strength test

接着剤 Glue	条件区分 Item	試験合板数 Number of plywood (sheet)	試験片総数 Number of specimen (piece)	接着力試験法 Method of bond strength test
<i>P</i>	各樹種、塗布量 ごとに For each species and glue spread	3	36	JAS 煮沸繰返し試験 Cyclic boil test in JAS*
<i>M</i>				
<i>U</i>				JAS 温冷水浸漬試験 Hot and cold soak test in JAS*

* JAS……日本農林規格

JAS : Japaness Agricultural Standard.

Table 8. 接着力 [接着剤液塗布量: 20 g/(30 cm)²]
Bond strength test [Glue spread: 20 g/(30 cm)²]

樹種 Species	原木番号 Log No.	全乾比重 Specific gravity in oven dry	フェノール樹脂接着剤 Phenolic resin		メラミン・ユリア 共縮合樹脂接着剤 Melamine-Urea co-condensation resin		ユリア樹脂接着剤 Urea resin	
			接着力 Bond strength (kg/cm ²)	木破率 Wood failure (%)	接着力 Bond strength (kg/cm ²)	木破率 Wood failure (%)	接着力 Bond strength (kg/cm ²)	木破率 Wood failure (%)
スポンジアス <i>Spondias dulcis</i>	1	0.35	10.7 7.4~15.7	22 0~100	7.8 4.6~10.5	6 0~40	11.0 8.0~12.6	23 0~100
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	0.29	9.9 7.4~12.6	54 0~100	8.5 6.5~10.5	39 0~100	7.5 5.5~9.8	9 0~80
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	0.54	13.2 10.6~16.0	0	16.3 11.4~19.1	0	17.7 13.8~20.6	9 0~60
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	0.55	6.2 3.7~7.8	0	6.9 4.6~9.5	0	15.4 12.6~19.2	8 0~60
レッドブラウン ターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	0.43	11.0 7.7~14.5	7 0~40	11.3 8.2~13.2	8 0~40	13.4 10.2~16.6	20 0~80
"	6	0.42	11.5 7.1~14.8	6 0~100	11.3 9.5~13.2	6 0~60	14.2 11.2~15.7	32 0~100
"	7	0.44	6.8 5.1~10.5	0	9.4 6.3~12.5	0	14.4 12.0~18.5	10 0~40
エリマ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	0.34	9.7 5.7~12.9	23 0~80	11.1 9.4~13.7	28 0~80	7.8 5.1~10.8	0
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	0.50	13.6 7.7~17.2	9 0~80	9.5 7.4~12.6	0	14.7 11.1~18.6	11 0~80
マラス <i>Homalium foetidum</i>	10	—	—	—	—	—	—	—
カロフィルム <i>Calophyllum vexans</i>	11	0.41	14.0 10.5~18.0	27 0~100	15.8 13.2~18.2	33 0~80	16.0 12.3~20.0	36 0~80
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	0.37	11.4 6.3~15.1	3 0~60	8.8 6.5~11.5	0	7.1 4.3~9.5	0
クイラ <i>Intsia bijuga</i>	13	—	—	—	—	—	—	—
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	0.64	13.4 8.6~20.6	3 0~100	11.4 8.2~15.1	0	13.0 9.4~16.9	8 0~100
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	0.32	9.3 5.8~11.8	59 0~100	9.0 5.8~11.8	34 0~100	5.7 4.3~7.4	10 0~100
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	0.32	9.1 5.5~12.3	39 0~100	8.9 5.8~10.5	29 0~100	9.2 7.2~11.2	39 0~100

Table 8. (つづき) (Continued)

樹 種 Species	原木番号 Log No.	全乾比重 Specific gravity in oven dry	フェノール樹脂接着剤 Phenolic resin		メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 Melamine-Urea co-condensation resin		ユリア樹脂接着剤 Urea resin	
			接着力 Bond strength (kg/cm ²)	木破率 Wood failure (%)	接着力 Bond strength (kg/cm ²)	木破率 Wood failure (%)	接着力 Bond strength (kg/cm ²)	木破率 Wood failure (%)
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	0.50	10.9 6.3~16.9	25 0~100	12.1 8.9~16.9	29 0~80	13.8 9.8~18.3	41 0~100
”	18	0.48	6.8 3.8~14.3	0	12.4 9.4~17.2	26 0~80	12.2 8.0~16.3	23 0~60
”	19	0.48	7.1 4.6~10.2	9 0~80	10.9 6.5~15.1	19 0~100	11.7 8.2~16.6	39 0~100
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	0.57	5.7 2.9~7.5	0	8.0 5.5~10.8	0	12.5 10.0~16.0	13 0~80
ラ ブ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	0.41	13.4 11.1~15.8	11 0~80	8.3 6.2~12.0	0	10.1 6.9~14.0	3 0~60
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	0.36	14.9 10.5~19.5	13 0~100	11.5 9.7~12.9	0	12.3 9.1~16.0	3 0~40
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	23	0.63	16.2 12.9~20.6	48 0~100	16.5 12.9~22.5	50 0~100	16.7 11.7~20.5	34 0~100
”	24	0.72	20.8 16.0~24.8	19 0~100	16.6 13.8~20.0	0	18.8 13.4~24.3	9 0~100
”	25	0.66	19.6 14.9~26.2	13 0~100	17.2 13.8~22.6	8 0~40	19.4 14.2~24.9	4 0~40
タ ウ ン <i>Pometia</i> sp.	26	0.59	17.2 11.7~22.0	17 0~80	17.2 12.9~21.8	37 0~100	17.9 14.3~22.9	12 0~80
パラキウム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	0.41	12.9 9.2~15.5	20 0~100	12.0 10.5~14.2	14 0~40	13.7 10.8~18.2	19 0~100
プランチョネラ <i>Planchonella thyrsoides</i>	28	0.44	14.9 11.7~19.4	23 0~100	11.0 8.9~14.0	0	12.9 10.8~15.2	36 0~100
アンベロイ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	0.30	9.5 7.7~12.3	13 0~80	5.4 3.8~6.9	0	3.2 2.3~4.5	0
セルチス <i>Celtis kajewskii</i>	30	0.58	10.7 7.7~14.9	0	8.3 5.8~12.6	0	5.5 0~13.2	0
レッドラワン <i>Shorea negrosensis</i>	(L)	0.53	15.1 11.1~19.1	5 0~80	8.0 5.8~10.9	0	10.6 9.2~12.5	0

Table 9. 接着力 [接着剤液塗布量: 30 g/(30 cm)²]
Bond strength test [Glue spread: 30 g/(30 cm)²]

樹 種 Species	原木番号 Log No.	全乾比重 Specific gravity in oven dry	フェノール樹脂接着剤 Phenolic resin		メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 Melamine-Urea co-condensation resin		ユリア樹脂接着剤 Urea resin	
			接着力 Bond strength (kg/cm ²)	木破率 Wood failure (%)	接着力 Bond strength (kg/cm ²)	木破率 Wood failure (%)	接着力 Bond strength (kg/cm ²)	木破率 Wood failure (%)
スポンジマス <i>Spondias dulcis</i>	1	0.35	12.3 9.2~16.3	48 0~100	9.7 6.8~12.8	42 0~100	10.8 8.5~12.0	37 0~100
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	0.29	10.7 7.4~14.9	66 20~100	10.3 8.3~12.0	44 0~100	8.8 7.2~10.5	24 0~100
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	0.54	15.9 10.3~19.7	12 0~80	19.8 16.3~24.2	15 0~80	18.6 14.8~23.1	5 0~40
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	0.55	6.0 3.1~10.5	0	11.1 8.3~13.1	0	16.2 11.8~19.7	14 0~100
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	0.43	12.8 10.2~16.0	32 0~100	14.0 10.2~16.9	23 0~80	15.6 12.3~18.8	29 0~100
"	6	0.42	13.6 11.1~15.8	40 0~100	13.9 11.5~16.2	19 0~100	15.4 12.8~19.4	27 0~100
"	7	0.44	8.8 6.6~11.8	0	12.4 9.7~15.1	0	15.6 12.2~18.5	12 0~80
エリマ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	0.34	12.2 8.6~15.1	68 20~100	11.9 10.2~14.2	40 0~100	9.6 5.8~10.8	0
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	0.50	14.8 10.8~19.2	29 0~100	12.4 8.5~16.3	0	16.2 12.2~23.2	19 0~100
マラス <i>Homalium foetidum</i>	10	—	—	—	—	—	—	—
カロフィルム <i>Calophyllum vexans</i>	11	0.41	16.8 12.5~20.6	62 20~100	17.2 12.9~19.5	48 0~100	16.7 13.4~19.2	41 0~80
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	0.37	14.2 9.2~17.2	26 0~100	10.8 8.0~13.8	0	8.8 5.7~10.8	0
クイラ <i>Intsia bijuga</i>	13	—	—	—	—	—	—	—
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	0.64	12.9 9.2~16.2	0	13.7 9.8~16.6	0	13.6 9.7~17.2	24 0~100
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	0.32	10.0 6.2~13.8	11 0~100	11.4 8.6~15.4	67 0~100	7.4 5.2~9.2	5 0~80
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	0.32	11.6 9.2~15.7	66 20~100	10.9 8.8~13.4	46 0~100	11.4 9.8~14.0	56 0~100

Table 9. (つづき) (Continued)

樹 種 Species	原木番号 Log No.	全乾比重 Specific gravity in oven dry	フェノール樹脂接着剤 Phenolic resin		メラミン・ユリア 共縮合樹脂接着剤 Melamine-Urea co-condensation resin		ユリア樹脂接着剤 Urea resin	
			接着力 Bond strength (kg/cm ²)	木破率 Wood failure (%)	接着力 Bond strength (kg/cm ²)	木破率 Wood failure (%)	接着力 Bond strength (kg/cm ²)	木破率 Wood failure (%)
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	0.50	11.6 7.5~16.3	58 20~100	14.2 9.8~19.2	56 0~100	14.8 10.8~18.0	52 0~100
”	18	0.48	10.1 5.1~14.8	15 0~60	16.1 12.2~20.3	46 0~100	14.8 10.8~19.2	58 0~100
”	19	0.48	10.5 4.5~14.6	12 0~60	14.9 10.3~18.9	39 0~100	14.9 11.7~18.5	34 0~80
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	0.57	6.0 3.2~10.6	0	10.7 8.0~13.2	0	13.8 11.5~16.3	13 0~100
ラ ブ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	0.41	14.6 10.6~17.8	35 0~100	10.9 8.8~13.8	0	12.0 10.2~14.5	7 0~100
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	0.36	15.7 12.0~19.1	27 0~100	12.5 10.5~14.9	8 0~80	13.0 11.1~15.2	4 0~40
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	23	0.63	14.6 11.8~18.8	61 0~100	18.2 12.9~23.4	67 0~100	16.2 13.2~20.3	32 0~100
”	24	0.72	19.7 16.0~22.5	22 0~100	19.1 14.9~24.2	16 0~100	17.4 13.2~23.1	3 0~60
”	25	0.66	18.9 16.3~22.8	29 0~80	21.2 16.2~24.9	21 0~80	20.0 16.2~24.2	4 0~20
タ ウ ン <i>Pometia</i> sp.	26	0.59	16.8 12.0~20.5	41 0~100	21.4 16.8~26.2	51 0~100	18.5 14.8~23.2	19 0~60
パラキウム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	0.41	13.7 10.8~16.8	54 20~100	14.7 13.2~16.6	31 0~100	15.2 12.9~18.5	44 0~100
プランチョネラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	0.44	14.3 11.8~17.8	32 0~100	12.2 10.3~14.8	16 0~100	13.8 11.8~16.5	27 0~100
アンベロイ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	0.30	9.8 7.4~12.5	13 0~40	6.9 5.2~8.5	0	5.6 4.0~6.9	0
セルチス <i>Celtis kajewskii</i>	30	0.58	12.2 8.5~16.9	9 0~80	10.0 6.9~15.7	4 0~80	9.1 2.2~13.4	0
レッドラワン <i>Shorea negrosensis</i>	(L)	0.53	13.4 10.2~19.1	6 0~40	10.8 8.6~13.5	0	10.7 7.1~12.3	0

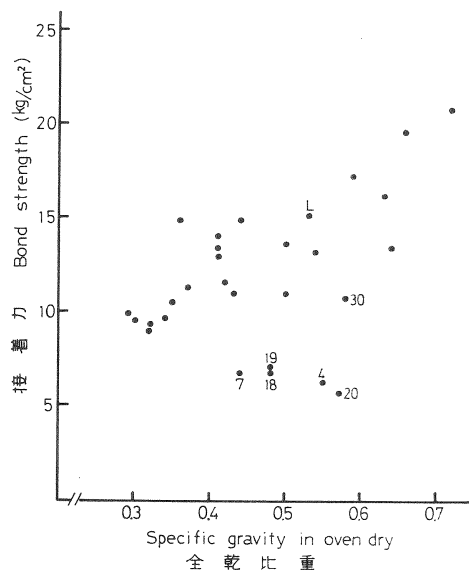


Fig. 4 比重と接着力の関係
Relation between bond strength
and specific gravity.
〔フェノール樹脂接着剤：
塗布量 $20 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ の場合〕
〔Phenolic resin : Glue spread $20 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ 〕

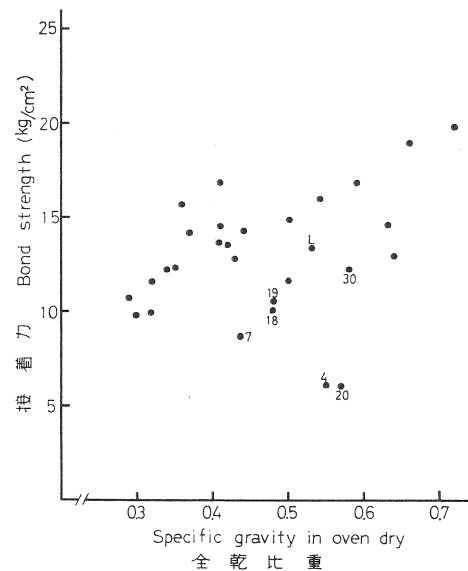


Fig. 5 比重と接着力の関係
Relation between bond strength
and specific gravity.
〔フェノール樹脂接着剤：
塗布量 $30 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ の場合〕
〔Phenolic resin : Glue spread $30 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ 〕

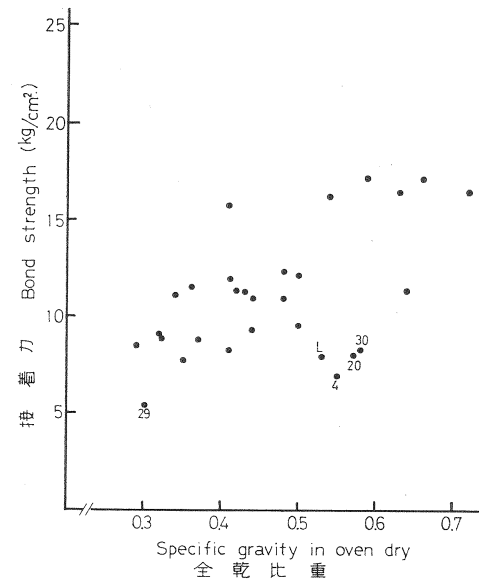


Fig. 6 比重と接着力の関係
Relation between bond strength
and specific gravity.
〔メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤：
塗布量 $20 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ の場合〕
〔Melamine-urea co-condensation resin :
Glue spread $20 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ 〕

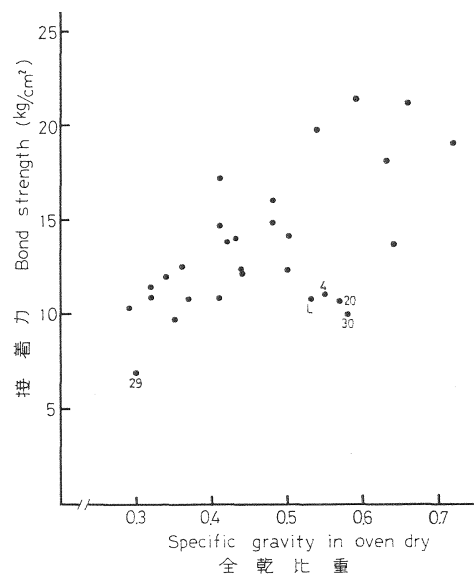


Fig. 7 比重と接着力の関係
Relation between bond strength
and specific gravity.
〔メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤：
塗布量 30 g/(30 cm)² の場合〕
〔Melamine-urea co-condensation resin :
Glue spread 30 g/(30 cm)²〕

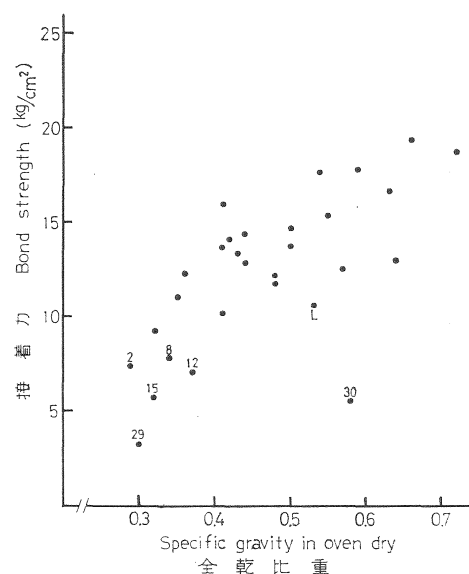


Fig. 8 比重と接着力の関係
Relation between bond strength
and specific gravity.
〔ユリア樹脂接着剤：
塗布量 20 g/(30 cm)² の場合〕
〔Urea resin : Glue spread 20 g/(30 cm)²〕

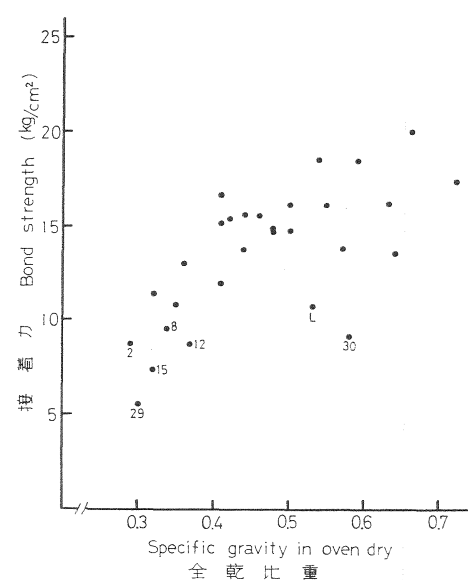


Fig. 9 比重と接着力の関係
Relation between bond strength
and specific gravity.
〔ユリア樹脂接着剤：
塗布量 30 g/(30 cm)² の場合〕
〔Urea resin : Glue spread 30 g/(30 cm)²〕

すとされているため、各試験合板に用いた単板の全乾比重と接着力の関係を Fig. 4 から Fig. 9 までに接着剤別、塗布量別に示す。

以上の結果からそれぞれの接着剤について接着力の劣っている試験合板を拾いだしてみると次のような樹種あるいは原木個体が挙げられる。

1) フェノール樹脂接着剤

この接着剤については、ウォーターガム (20)、イエローターミナリア (4) およびレッドブラウンターミナリア (7) は塗布量の多少にかかわらず、比較的低い接着力を示し、フェノール樹脂接着剤による接着に問題点のあることを示している。レッドブラウンターミナリアは3個体あるうちで、No. 7 のみが他の個体 (5, 6) における接着力の 60% にとどまっている。この原因は不明であるが、カプール材の場合にも個体による接着性の相違が認められた報告がある。

カメレレ 2 個体 (18, 19) は塗布量が少ない場合に低い接着力値を示し、塗布量を増すことによって接着力は約 50% 向上している。塗布量 $20 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ において、セルチス (30) は比較的高比重材であるにもかかわらず、比重に応じた接着力値を示していないことから接着性に問題があるように思われる。

2) メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤

この接着剤による接着力の低い樹種には、アンベロイ (29)、イエローターミナリア (4)、ウォーターガム (20) およびセルチス (30) などがある。これらは塗布量を増すことによって接着力は 30~50% の向上が認められるが、それぞれの樹種と同程度の比重をもつ他の材に比較するとかなり低い値であり、接着性に難点を有する樹種と思われる。

3) ユリア樹脂接着剤

この接着剤において接着力の低い樹種にはアンベロイ (29)、アンチアリス (15)、セルチス (30)、マソシア (12)、アルストニア (2) およびエリマ (8) などがある。これらの樹種は塗布量を増すことによって接着力は 20~50% 向上するが、それぞれ同程度の比重の材に比較してかなり劣っているため、接着の困難な材であるといえよう。

また、接着剤液塗布量の相違による接着力値への影響は、一般に塗布量を増すことによって接着力は向上している。その影響の度合はメラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤において最も大きく、塗布量水準を 20 g から 30 g にすることによって接着力は平均 $2.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 上昇している。次いでユリア樹脂接着剤では $1.2 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 、フェノール樹脂接着剤では $1.0 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の上昇を示している。これは全般的な傾向であって樹種によっては影響の認められないものもあり、比較的 low 比重材において影響が大きいように思われる。

特に注目されることは、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤の場合、塗布量水準 20 g において平均接着力が $10 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 以下を示した供試個体が 12 個あったものが 30 g においては 2 個に減少している。平均接着力が $10 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 未満の場合には JAS 規格における最低基準 $7 \text{ kg}/\text{cm}^2$ に達しない試験片が何片か混在することが多く、合板製造の実際においては注意を要する点かと思われる。同様の傾向は他の 2 接着剤にも見られるが該当する供試個体は僅少である。

2. ボード類の製造

2.1 パーティクルボード適性

岩 下 睦

この項目ではパーティクルボード原料適性を調べるために、原料木材の比重と抽出成分が小片切削時の切削加工性とボードの材質におよぼす影響について検討した。

(1) 実験方法

1) パーティクルボードの製造

実験に供した試料は30個体（24樹種）で当场設置のシェービング・マシンおよびクラッシャによって、 $0.2\text{ mm} \times 1 \sim 5\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ の表層小片と $0.5\text{ mm} \times 5 \sim 10\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ の内層小片を作製した。

小片含水率は接着剤塗布後において表層を18%、内層を10%になるように調整した。しかしながらアンペロイ（29）、アルストニア（2）、アンチアリス（15）は熱圧に際し、パンクを生じたため、表層小片含水率を15%に低下せしめた。接着剤はユリア樹脂（ホーラミンJ-492、不揮発分49%）、含脂率は表層11%、内層7%、硬化剤はCatalyst 376を接着剤液に対して3%使用した。上記パンク3樹種中、アンペロイは表層小片含水率を15%にさげてもふたたびパンクしたため、フェノール樹脂PR-51235を上記含脂率にて使用した。

ホーミングは表層・内層小片の全乾重量比が1:2になるように木枠中に手で散布し、成板ボードの大きさを $15\text{ mm} \times 35\text{ mm} \times 35\text{ mm}$ とした。目標ボード比重は0.70、熱圧温度は 150°C （フェノール樹脂の場合は 180°C ）、熱圧時間は10分、圧縮圧は 30 kg/cm^2 （3分）、 15 kg/cm^2 （3分）、 5 kg/cm^2 （4分）のステップダウン・システムとした。成板枚数は各樹種とも3枚とした。

2) 測定方法

冷水抽出量とそのpHの測定は、約50gの内層小片を2lの蒸留水中に24時間浸漬して行った。

すべてのボード試料は、 20°C 、65%関係湿度の空気条件にて3週間調湿後試験に供された。曲げ性能、はく離抵抗、木ねじ保持力ならびに24時間吸水厚さ膨張率の各試験はJIS A 5908によって行った。

(2) 結果

1) 小片切削加工性

この実験に使用した原料木材の比重はTable 10に示すように0.31から0.86まで広い範囲にわたっているため、小片切削に際しその難易におよぼす比重の影響がかなり見られた。高比重の木材の場合は、当然のことながらシェービング・マシンのナイフの切れ味の低下は早かった。また、本実験のパプアニューギニア材は0.4以下の比重のものが約30%も含まれていたが、このような低比重の木材の場合に、ナイフの切れ味は意外に早く低下した。これは削るよりも、むしろ取られるような形でできたささくれが、刃先に付着したためである。したがって小片切削の観点からすれば、原料木材の最適比重は0.40～0.70の間にあるように思われる。

そのほか切削に際して、ナイフやナイフ・ディスクの表面に木材から浸出する成分の焼き付き現象が見られ、極端な場合、切削を阻害する傾向にあった。その焼き付きは水で洗い落せるものであり、2%以上の抽出成分量のものに多く見られた（Table 10 参照）。

Table 10. パーティクルボード原料特性¹⁾
 Characteristics of raw materials for particleboard

樹 種 Species	原木番号 Log No.	原料比重 S. G. 気 乾 (air dry)	小 片 切 削 性 Machinability in shaving			青かび Blue stain	冷 水 抽出量 Ex- tractives (%)	酸 度 Acidity (pH)	パンクの 発 生 Punc- ture in hot- pressing
			刃傷み Dulling in knife	目あれ Raised grain	焼付き Burn, ex- tractives				
ア ン ベ ロ イ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	0.31				卅	3.37	7.3	卅
ア ル ス ト ニ ア <i>Alstonia scholaris</i>	2	0.31			+	卅	3.52	6.2	卅
ア ン チ ア リ ス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	0.31				卅	2.75	7.3	卅
エ リ マ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	0.32		+			1.52	7.0	
ア ル ト カ ル プ ス <i>Artocarpus incisus</i>	16	0.33	卅			+	1.47	6.4	
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	0.38					1.87	5.8	
マ ソ イ ア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	0.38				+	1.55	6.9	
ス ポ ン ジ ア ス <i>Spondias dulcis</i>	1	0.39	卅		+	卅	2.86	5.5	
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	7	0.44					1.14	4.5	
ラ ブ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	0.45			+	+	3.28	5.2	
プ ラ ン チ ョ ネ ラ <i>Planchonella thyrsoides</i>	28	0.45	+ ²⁾			+	1.65	6.8	
カ ロ フ ィ ル ム <i>Calophyllum vexans</i>	11	0.45		+			0.82	6.0	
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	0.45	+ ²⁾	卅			1.24	5.1	
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	0.46					1.71	5.0	
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	18	0.46	+				1.09	5.1	
ク ワ ン ド ン <i>Elaeocarpus spharicus</i>	9	0.48					0.73	4.5	
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	6	0.48		+	+		1.91	5.4	
パ ラ キ ュ ウ ム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	0.52					2.04	7.0	
カ ナ リ ウ ム <i>Canarium indicum</i>	3	0.57		+	+	+	1.36	5.6	
セ ル チ ス <i>Celtis kajewskii</i>	30	0.60	+			卅	3.47	6.3	
ウ ォ ー タ ー ガ ム <i>Syzygium</i> sp.	20	0.60					2.39	5.6	
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	23	0.63	+ ²⁾				2.52	5.6	
タ ウ ン <i>Pometia</i> sp.	26	0.64			+		2.42	5.4	
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	19	0.65		+			1.61	5.0	
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	24(25)	0.70	+		+		3.33	6.0	
ダ イ ゾ ッ ク ス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	0.70				卅	1.76	6.4	
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	0.70			+		3.65	4.1	
ク イ ラ <i>Intsia bijuga</i>	13	0.77	+		+	+	7.42	5.4	
マ ラ ス <i>Homalium foetidum</i>	10	0.86	卅		+		1.48	6.0	

注) 1) 樹種は比重の順に配列した
 Notes) Species are being arranged in the order of the specific gravity.
 2) 刃先に付着したささくれによって生じた
 It was caused by fuzzy grain which adhered to the edge of the knife.

2) 樹種の pH と小片の接着性の関係

一般に木材の冷水抽出液の pH は弱酸性であるが、この実験では、アンペロイ、アンチアリス、エリマ (8)、パラキウム (27) が、pH 7 もしくはそれ以上の値を示した (Table 10)。たまたまこれらの樹種の中にブルースティンに極端に侵されていたものが見受けられ、その自己分解によるアンモニアの生成が原因とも考えられた。しかし本実験の 30 樹種中、12 樹種の辺材にブルースティンの発生が認められ、それゆえブルースティンと冷水抽出液のアルカリ性の間には相関が認められなかった。

一方アルカリ性を示した樹種のうち、アンペロイとアンチアリスは熱圧に際し、接着不良のためパンクを生じた。これは弱酸性側で硬化が進むユリア樹脂接着剤の硬化が材のアルカリ性により阻害されたものと思われる（エリマはパンクしないまでも接着性は明らかに低下した）が、パラキウムのように接着不良を全く生じないものもあり、また逆にアルストニアのように pH 6.2 でもパンクを生じたものもあり、その因果関係は一概にいけない。

3) ボード材質におよぼす圧縮比の影響

予備的にボード比重とボード材質の間の相関を調べたところ、いくつかの樹種で相関が得られず、一定比重への強度値の換算が困難であったので、樹種間のボード材質を比較する際に、圧縮比（ボード比重／原料比重）を基準にすることにした。

一般にボード材質は原料比重の増大とともに、すなわち圧縮比の低下とともに低下するといわれている²⁾³⁾。これは小片の圧縮性が低下するためであり、この実験でも同様な傾向がみられた。しかし 0.4 以下の低比重域あるいは高圧縮比の場合にパンクを生じたり、接着不良のため、材質が低下したものがあらわれた (Table 11)。その原因については、前項で述べた pH 関係のほかに、極端な原料比重の低下が小片表面積の増大を招き一定接着剤塗布量の条件下では、小片の単位面積当たりの接着剤塗布量の減少をきたしたためと思われる。

24 時間水漬における吸水厚さ膨張率は圧縮比が低下しても、それほど大きな増大は見られなかった。

以上の材質試験の結果、ユリア樹脂接着剤でパーティクルボードを製造する場合、単一樹種ではアンペロイ、アルストニア、アンチアリス、エリマ、ウォーターガム (20)、マラスの使用はさけるべきであろう。

2.2 ハードボード適性

長 沢 定 男

本項目ではハードボードの製造実験をおこない原料適性を検討した。

(1) 実験方法

1) 繊維化

24 樹種 30 個体から得られたチップは実験室用のアスプルンドデファイブレータをもちい、蒸煮温度 3 水準 (165°C, 175°C, 183°C)、蒸煮時間 4 分、解繊時間 1 分の条件下で蒸煮解繊をおこなってパルプを製造し、さらにスプラウトワルドロン型のリファイナで精砕してフリーネス 22 秒 ± 2 秒のパルプを得た。

2) 成型および熱圧

以上により得られたパルプはよく解離したのち成型（1 枚あたりのパルプ使用量は絶乾 200 g）し、Fig. 10 に示すスケジュールで熱圧してハードボードを得た。

Table 11. パーティクル
Characteristics of

樹 種 Species	原木番号 Log No.	ボ ー ド 比 重 S. G. in board 気 乾 air dry	圧 縮 比 Density factor
ア ン ベ ロ イ ²⁾ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	0.67 0.66~0.68	2.16
ア ル ス ト ニ ア ³⁾ <i>Alstonia scholaris</i>	2	0.68 0.65~0.69	2.19
ア ン チ ア リ ス ³⁾ <i>Antiaris toxicaria</i>	15	0.67 0.61~0.70	2.16
エ リ マ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	0.66 0.64~0.67	2.06
ア ル ト カ ル プ ス <i>Artocarpus incisus</i>	16	0.68 0.66~0.70	2.06
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	0.69 0.68~0.70	1.82
マ ソ イ ア <i>Cryptocarya masseyi</i>	12	0.69 0.67~0.70	1.82
ス ポ ン ジ ア ス <i>Spondias dulcis</i>	1	0.67 0.66~0.68	1.72
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	7	0.68 0.67~0.70	1.55
ラ ブ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	0.70 0.67~0.73	1.56
プ ラ ン チ ョ ネ ラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	0.69 0.67~0.70	1.53
カ ロ フ ィ ル ム <i>Calophyllum vexans</i>	11	0.70 0.67~0.73	1.56
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	0.70 0.68~0.73	1.56
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	0.68 0.66~0.69	1.48
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	18	0.67 0.65~0.68	1.46
ク ワ ン ド ン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	0.67 0.65~0.70	1.41
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	6	0.70 0.68~0.72	1.46
パ ラ キ ュ ウ ム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	0.68 0.67~0.69	1.33
カ ナ リ ウ ム <i>Canarium indicum</i>	3	0.69 0.67~0.69	1.18
セ ル チ ス <i>Celtis kajeewskii</i>	30	0.67 0.66~0.70	1.12
ウ ォ ー タ ー ガ ム <i>Syzygium</i> sp.	20	0.68 0.67~0.70	1.13
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	23	0.70 0.68~0.73	1.11
タ ウ ン <i>Pometia</i> sp.	26	0.67 0.65~0.70	1.05
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	19	0.69 0.67~0.71	1.06
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	24(25)	0.69 0.68~0.71	0.99
ダ イ ゾ ッ ク ス <i>Dysoxylum geudichaudianum</i>	14	0.69 0.68~0.70	0.99
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	0.71 0.69~0.75	1.01
ク イ ラ <i>Intsia bijuga</i>	13	0.70 0.68~0.72	0.91
マ ラ ス <i>Homalium foetidum</i>	10	0.69 0.69~0.70	0.80

注) 1) 樹種は比重の順に配列した。

2) この樹種は表層小片含水率を 15% にしてもパンクしたので、フェノール樹脂接着剤を使用した。

3) これらの樹種は表層小片含水率 18% でパンクしたので、15% にさげて成板した。

ボード特性¹⁾
particleboard

曲げ強さ M. O. R. (kg/cm ²)	曲げヤング率 M. O. E. ×10 ⁴ (kg/cm ²)	はく離抵抗 Internal bond (kg/cm ²)	木ねじ保持力 Wood screw holding strength (kg)	吸水厚さ膨張率 Thickness swelling (%)
407 397~419	5.0 4.8~5.3	2.5 2.2~2.7	47.5 42.7~49.3	14.8 14.0~ 15.5
398 329~442	4.9 4.8~5.1	3.8 3.3~4.1	52.8 47.5~57.2	26.6 21.3~ 33.7
370 288~410	4.8 4.3~5.1	1.8 1.0~2.6	46.6 41.2~51.1	85.2 57.7~122.6
356 296~429	5.1 4.9~5.4	1.7 0.5~2.7	44.9 40.8~50.1	46.8 37.4~ 57.1
453 428~497	5.4 5.1~5.8	4.2 3.8~4.5	61.8 58.3~65.6	14.3 11.3~ 16.8
496 468~524	5.5 5.2~5.7	5.3 3.9~6.0	60.8 55.5~65.3	20.1 18.8~ 21.9
460 430~470	5.0 4.8~5.3	3.0 2.1~4.3	52.6 49.0~56.7	38.8 33.5~ 43.3
411 337~472	4.9 4.6~5.4	3.6 2.9~4.3	55.1 52.5~60.2	19.2 17.4~ 24.2
420 383~475	4.8 4.5~5.2	5.7 4.8~6.4	76.0 71.1~80.9	6.3 5.0~ 8.9
501 465~533	5.7 5.3~6.1	3.3 2.6~3.9	63.6 58.0~70.6	27.7 25.0~ 30.7
447 421~490	5.4 5.1~5.8	3.9 3.2~4.7	53.8 45.6~62.6	22.8 19.4~ 22.6
514 481~571	5.7 5.4~5.9	4.6 3.6~5.7	63.5 55.3~70.4	6.2 4.9~ 8.5
391 344~443	4.7 4.3~5.0	3.1 2.2~3.7	52.7 43.5~72.3	5.1 4.5~ 5.7
435 395~460	4.7 4.4~4.8	4.9 3.7~5.6	66.4 59.2~72.5	4.9 4.2~ 5.8
397 358~456	4.7 4.4~5.0	3.7 3.3~4.6	57.2 53.1~62.2	4.5 4.2~ 5.0
413 353~465	5.2 4.8~5.6	3.1 2.2~3.9	54.4 47.3~58.9	20.0 13.2~ 26.5
462 412~531	5.0 4.8~5.3	5.3 4.2~6.3	64.6 58.4~70.0	7.0 4.1~ 8.5
463 418~513	5.3 5.0~5.6	4.5 2.8~5.7	59.7 53.3~65.5	13.7 10.2~ 17.5
453 409~480	5.1 4.8~5.3	4.5 3.3~5.8	66.7 47.8~78.1	5.0 3.8~ 7.5
240 208~288	4.3 4.0~4.8	0.9 0.7~1.0	44.9 35.3~58.3	32.2 29.0~ 36.4
261 238~281	3.7 3.4~4.0	1.9 1.2~2.6	36.7 30.6~44.6	5.4 4.7~ 6.0
408 325~514	5.0 4.7~5.3	3.0 1.8~3.9	67.5 60.6~75.2	7.7 5.0~ 9.6
402 318~454	4.8 4.1~5.3	3.0 2.2~3.9	56.2 45.1~62.0	6.5 5.2~ 7.9
401 364~465	4.7 4.4~5.1	2.9 2.1~3.3	52.7 44.1~63.7	4.6 4.3~ 5.3
363 309~408	4.3 3.9~4.5	1.6 1.0~1.9	49.9 40.1~57.9	19.2 17.9~ 20.7
353 312~402	4.7 4.4~4.8	2.0 1.2~2.7	52.2 46.0~61.7	19.5 17.3~ 22.2
434 350~549	5.3 4.8~5.8	4.2 3.1~4.9	63.5 56.6~69.4	12.8 9.6~ 15.5
377 341~405	4.6 4.3~4.8	1.5 1.2~1.9	52.2 46.0~57.9	9.6 9.1~ 10.6
276 242~316	3.8 3.6~4.2	1.8 1.2~2.4	37.4 29.1~49.4	12.4 10.7~ 13.8

Notes) 1) Species are being arranged in the order of the specific gravity.

2) Phenolic resin was used for this species which occurred the blow or puncture even in 15% surface moisture content.

3) These species caused the blow or puncture during hot-pressing, then the moisture content of surface particle was depressed to 15%.

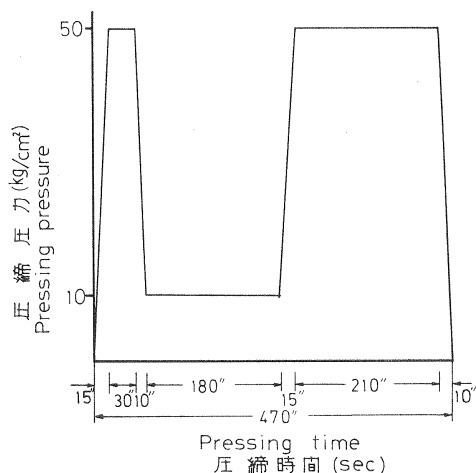


Fig. 10 熱圧スケジュール
Hot pressing schedule.

3) サイズ処理試験—1

材質向上とくに耐水性の改善を目的として次のサイズ試験をおこなった。

183°C で蒸解したパルプに、解繊中にパラフィンエマルジョンを3水準の添加率（対パルプ重量比 0.3%, 0.6%, 0.9%）で添加し、さらにそれぞれフェノールレジン 0.3% を混入した。次いで沈着剤として硫酸アルミニウムの水溶液をもちいて pH を 4.5 ± 0.2 に調製したのち成型、熱圧し、さらに熱処理（150°C 熱風中で3時間）をおこなって材質試験に供した。

4) サイズ処理試験—2

フェノールレジンに対パルプ重量比 0.3%, 0.6%, 0.9% の3水準加へ、パラフィンエマルジ

ン 0.3% を併用し、次いで以下は3)と同様の処理をほどこして材質試験をおこなった。

5) 油処理試験

熱圧直後のボードの表裏面に亜麻仁油を対パルプ重量比 3%, 6%, 9% 噴霧添加した後、3)と同様の熱処理をおこない、さらに調湿後、材質試験をおこなった。

以上を表にすれば Table 12 の通りである。

6) 材質試験

曲げ試験と吸水試験は JIS A 5907 によった。

衝撃曲げ試験はシャルピー式衝撃試験機をもちい、また引張試験はランシロン型強度試験機により測定した。

試験片数はそれぞれ3～6個であった。

Table 12. サイジングおよび油処理
Treatment of sizing and oil

項 目 Items	添加剤添加量（対パルプ重量比）（%） Rate of additives based on weight of pulp				熱 処 理 Heat treatment
	パラフィン・ エマルジョン Paraffin emulsion	フェノール・ レジン Phenolic resin	亜麻仁油 Linseed oil	硫酸バンド* Aluminum sulphate	
サイ ズ 試 験 (1) Sizing test	0.3, 0.6, 0.9	0.3	—	3.5	150°C 3時間 150°C for 3 hours
サイ ズ 試 験 (2) Sizing test	0.3	0.3, 0.6, 0.9	—		
オ イ ル 処 理 試 験 Oil treatment test	—	—	3, 6, 9	—	

* pH を 4.5 に調整
To adjust pH to 4.5.

（2） 結 果

蒸煮温度 183°C で蒸解したパルプから無処理，サイズ剤添加および油処理をほどこしたハードボードを製造し，材質試験をおこなった結果を Table 13 に示す。

1) 製造上の問題点

蒸煮解繊時に特異な現象が認められた材はウォーターガム（20），エリマ（8）があげられる。

エリマは湿潤時にも悪臭を放つ⁴⁾ことがすでに知られているが，両材とも蒸煮時に嘔吐をもよおすほどの非常に強い悪臭を放散する。

またクイラ（13）およびウォーターガムの場合はパルプが蒸煮釜の内壁に付着し，容易に剥落しない特徴を示した。

これらの樹種は熱水可溶分，1% NaOH 可溶分，アルベン可溶分，アセトン，メタノール，エーテル各抽出物等を比較的多く含み，ワックス類，樹脂類，揮発性テルペン類の影響が剥落しない主因の一つであると考えられる。

蒸煮廃液の pH は 3.85～5.68 を示し，蒸煮温度の上昇にしたがって酸性度は高くなる傾向が認められた。

一般に酸性度が大になれば強度等は改良されるといわれているが，廃液の酸性度と強度または耐水性の間には適確な関係は認められなかった。

マラス（10）のパルプは一見微細で柔軟性が認められたが，ボードを製造した場合，今回の供試材の中では最も低い強度値（曲げ強さ，引張り強さ等）を示し，既報⁵⁾の同種とほぼ類似した結果が認められた。

この材から得られたパルプはやや長繊維であるが膜厚は非常に厚く，このことが強度に関与する割合がとくに大きかったものと推察される。

一般に膜厚の厚い繊維ほど横断面は円形を呈し硬直性が強くなる。したがって単繊維間の接触面積は減少し間隙が増すものと思われる⁶⁾。このためボードはややかさ高となり密性が極度に減少するため，脆弱性が增大するものと考えられる。

タウン（23～26）はムクロジ科 (Sapindaceae) に属するが，この材の特徴は Saponin を多く含有する⁷⁾ところから起泡性に富み，ボード成型時にパルプを攪拌すると多量の泡末が生じ，成型をいちじるしく阻害する特異な点が認められ，とくに攪拌槽内でパラフィン・サイジングをおこなった場合，泡末層の厚さは 100 mm にもおよんだ。

この起泡性はボードの耐水性にも影響するものと思われ，パラフィン・エマルジョンの添加量が大(0.9%)になっても JIS 規格に適合する吸水率は得られなかった。

なおこの材は比較的蓄積が多いため，工場規模で大量に使用された場合はサイズ剤の添加部門で生産ラインにある程度の支障を起こす可能性があり，一考を要する材であるといえよう。

2) 付加処理がボード材質におよぼす影響

今回の供試材は全樹種ともサイズ剤（主としてフェノールレジン）が強度面に非常に大きな効果を示し，数樹種〔アルストニア（2），カナリウム（3），レッドブラウンターミナリア（5～7），アンチアリス（15），アルトカルプス（16）およびプランチョネラ（28）〕の曲げ強さは 700 kg/cm² 以上にも達した。

その他の機械的性質（衝撃曲げ強さ，引張り強さ）もほとんどの樹種で改善（無処理の場合に比較し

Table 13. ハードボ
Properties

樹 種 Species	原木番号 Log No.	処理* Treatment	厚 さ Thickness (mm)	含 水 率 Moisture content (%)	比 重 Specific gravity	
					気 乾 in air dry	絶 乾 in oven dry
スポンジマス <i>Spondias dulcis</i>	1	I	3.32 3.24~3.38	8.3 8.0~8.6	0.99 0.97~1.00	0.91 0.89~0.93
		II	3.25 3.23~3.27	7.2 7.0~7.3	0.98 0.97~1.00	0.92 0.91~0.93
		III	3.29 3.28~3.30	7.0 7.0~7.0	1.00 1.00~1.01	0.94 0.93~0.94
		IV	3.14 3.10~3.17	6.6 6.5~6.6	1.01 1.00~1.01	0.95 0.94~0.95
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	I	3.30 3.22~3.36	8.8 8.6~9.1	0.97 0.94~0.98	0.89 0.87~0.90
		II	3.05 2.97~3.14	7.5 7.1~8.0	0.97 0.95~0.98	0.90 0.88~0.91
		III	3.35 3.30~3.40	7.2 6.9~7.5	0.98 0.97~1.00	0.92 0.91~0.93
		IV	2.72 2.71~2.74	6.8 6.6~7.0	1.03 1.02~1.03	0.96 0.95~0.97
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	I	3.28 3.23~3.34	8.0 7.7~8.2	0.97 0.97~0.98	0.90 0.89~0.91
		II	3.22 3.20~3.23	7.5 4.8~8.5	0.98 0.97~1.00	0.91 0.89~0.93
		III	3.19 3.19~3.19	8.4 8.3~8.5	0.98 0.98~0.99	0.91 0.90~0.91
		IV	3.27 3.26~3.28	6.4 6.1~6.6	1.04 1.04~1.04	0.98 0.98~0.98
イエロー ターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	I	3.23 3.18~3.31	7.2 7.0~7.4	0.97 0.94~0.98	0.90 0.88~0.92
		II	3.51 3.48~3.64	7.3 7.3~7.4	0.97 0.95~0.99	0.91 0.89~0.92
		III	3.46 3.40~3.50	7.8 7.6~8.0	0.96 0.96~0.97	0.89 0.89~0.90
		IV	3.47 3.42~3.53	7.5 7.3~7.5	1.02 1.01~1.04	0.95 0.94~0.97
レッドブラウン ターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	I	3.24 3.20~3.26	8.8 8.5~9.1	0.99 0.98~1.00	0.91 0.90~0.92
		II	3.00 2.98~3.03	6.0 5.9~6.0	0.99 0.98~1.01	0.94 0.93~0.96
		III	3.33 3.25~3.43	8.3 8.2~8.5	0.96 0.94~0.97	0.89 0.87~0.90
		IV	3.27 3.25~3.28	6.5 6.3~6.7	1.03 1.02~1.04	0.97 0.96~0.98
"	6	I	3.27 3.23~3.31	8.6 8.4~8.7	0.97 0.96~0.97	0.89 0.89~0.90
		II	3.39 3.38~3.40	8.5 8.3~9.6	0.95 0.94~0.97	0.88 0.86~0.89
		III	3.19 3.10~3.29	7.3 7.0~7.6	0.97 0.97~0.98	0.91 0.90~0.92
		IV	3.28 3.27~3.28	7.0 7.0~7.0	0.97 0.96~0.97	0.90 0.90~0.92

ー ド の 材 質
of hardboard

曲 げ 強 さ (kg/cm ²) Bending strength		吸 水 率 Water absorption (%)	吸水厚さ膨張率 Thickness swelling (%)	衝撃曲げ強さ Impact bending strength (kg·cm/cm ²)	引張り強さ Tensile strength (kg/cm ²)
破壊係数 Modulus of rupture	形 質 商 Specific strength				
338 325~351	371 352~393	73 71~75	50 49~52	14 14~15	240 232~252
509 479~575	555 519~619	31 30~32	21 20~21	12 10~14	356 346~367
559 552~567	596 592~601	47 43~49	21 20~22	13 12~15	386 342~426
639 632~645	676 674~677	43 41~45	23 23~24	16 15~18	474 452~479
413 391~442	465 443~501	60 58~63	34 34~34	12 11~13	275 265~289
600 575~618	667 651~680	42 35~46	21 20~21	11 10~13	408 376~440
701 652~723	764 719~788	27 25~28	16 16~16	10 9~12	543 515~571
663 656~677	689 685~701	40 38~42	18 17~18	12 11~14	456 427~485
375 349~420	416 391~465	76 76~77	48 46~50	17 15~19	259 250~267
524 500~558	574 560~607	30 27~32	19 17~20	18 16~19	442 396~487
637 615~659	702 672~731	21 19~23	11 11~11	23 21~25	510 463~558
701 694~707	716 707~725	35 32~38	21 18~22	24 23~24	528 519~545
383 339~416	423 387~454	99 98~100	67 65~69	15 13~16	235 215~249
459 438~485	507 484~532	17 14~18	11 10~11	5 4~ 6	316 309~323
483 429~528	541 485~594	24 24~25	20 10~25	10 4~16	352 341~363
635 618~659	668 645~682	34 31~38	15 11~18	18 15~19	436 416~456
411 396~427	453 442~470	66 65~67	40 39~40	20 19~22	275 264~284
615 598~637	656 639~679	17 16~20	14 14~15	9 8~10	442 381~491
612 592~635	691 671~711	40 35~45	15 15~15	12 11~14	448 444~451
701 677~719	722 701~750	37 29~42	18 17~19	19 18~21	497 397~402
430 413~450	483 465~506	74 72~76	44 43~46	22 20~24	300 289~313
566 537~591	645 622~661	27 24~29	15 14~16	12 10~13	395 389~401
679 639~701	749 710~772	28 26~30	14 13~16	12 10~14	474 461~486
613 610~615	679 675~683	46 46~47	17 16~18	20 19~21	467 417~538

Table 13. (つづき) (Continued)

樹 種 Species	原木番号 Log No.	処理* Treatment	厚 さ Thickness (mm)	含 水 率 Moisture content (%)	比 重 Specific gravity	
					気 乾 in air dry	絶 乾 in oven dry
レッドブラウン ターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	7	I	3. 25 3. 20~3. 29	8. 5 8. 2~8. 7	0. 98 0. 97~0. 99	0. 90 0. 89~0. 91
		II	3. 17 3. 11~3. 22	7. 0 6. 9~7. 1	0. 98 0. 97~0. 99	0. 92 0. 91~0. 93
		III	3. 19 3. 10~3. 29	7. 3 7. 0~7. 6	0. 97 0. 97~0. 98	0. 91 0. 90~0. 92
		IV	3. 23 3. 22~3. 24	6. 5 6. 4~6. 5	1. 05 1. 03~1. 06	0. 98 0. 97~1. 00
エ リ マ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	I	3. 36 3. 29~3. 41	8. 7 8. 5~9. 0	0. 97 0. 95~0. 99	0. 89 0. 87~0. 91
		II	3. 39 3. 36~3. 41	8. 7 8. 5~8. 8	0. 96 0. 95~0. 98	0. 89 0. 87~0. 90
		III	3. 39 3. 36~3. 40	8. 5 8. 5~8. 6	0. 98 0. 96~0. 99	0. 90 0. 88~0. 92
		IV	3. 41 3. 38~3. 43	6. 5 6. 4~6. 5	1. 00 0. 99~1. 01	0. 94 0. 93~0. 95
ク ワ ン ド ン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	I	3. 06 3. 03~3. 09	7. 6 7. 3~7. 7	1. 02 0. 99~1. 04	0. 95 0. 93~0. 96
		II	3. 18 3. 15~3. 23	8. 4 8. 4~8. 5	1. 02 1. 00~1. 02	0. 94 0. 93~0. 94
		III	3. 07 3. 01~3. 12	7. 5 4. 8~8. 4	1. 02 1. 00~1. 03	0. 95 0. 94~0. 96
		IV	3. 19 3. 17~3. 21	6. 1 6. 0~6. 1	1. 07 1. 06~1. 09	1. 01 1. 00~1. 03
マ ラ ス <i>Homalium foetidum</i>	10	I	3. 41 3. 33~3. 46	7. 5 7. 4~7. 5	0. 91 0. 91~0. 93	0. 85 0. 84~0. 86
		II	3. 70 3. 60~3. 80	6. 8 6. 7~6. 9	0. 92 0. 91~0. 92	0. 86 0. 85~0. 86
		III	3. 76 3. 64~3. 92	6. 7 6. 5~7. 0	0. 91 0. 90~0. 94	0. 85 0. 83~0. 88
		IV	3. 41 3. 39~3. 43	7. 2 6. 7~7. 8	0. 97 0. 94~1. 00	0. 90 0. 88~0. 94
カ ロ フ ィ ル ム <i>Calophyllum vexans</i>	11	I	3. 23 3. 19~3. 25	7. 3 7. 1~7. 5	0. 98 0. 96~1. 00	0. 91 0. 90~0. 92
		II	3. 20 3. 20~3. 20	7. 4 7. 4~7. 5	0. 98 0. 95~1. 00	0. 91 0. 89~0. 93
		III	2. 88 2. 62~3. 16	7. 9 7. 5~8. 2	0. 98 0. 97~1. 01	0. 91 0. 90~0. 93
		IV	3. 19 3. 13~3. 21	7. 4 7. 21~7. 45	1. 05 1. 03~1. 07	0. 98 0. 96~1. 00
マ ソ イ ア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	I	3. 23 3. 20~3. 26	8. 4 8. 1~8. 7	0. 99 0. 99~1. 00	0. 92 0. 91~0. 92
		II	3. 26 3. 21~3. 28	8. 7 8. 6~8. 8	1. 02 1. 00~1. 04	0. 94 0. 92~0. 95
		III	3. 24 3. 20~3. 28	8. 3 7. 9~8. 8	1. 02 1. 00~1. 04	0. 94 0. 93~0. 96
		IV	3. 18 3. 15~3. 21	6. 4 6. 3~6. 5	1. 04 1. 02~1. 05	0. 98 0. 96~0. 99

曲 げ 強 さ (kg/cm ²) Bending strength		吸 水 率 Water absorption (%)	吸水厚さ膨張率 Thickness swelling (%)	衝撃曲げ強さ Impact bending strength (kg·cm/cm ²)	引張り強さ Tensile strength (kg/cm ²)
破壊係数 Modulus of rupture	形 質 商 Specific strength				
404 378~427	447 419~470	83 81~84	53 49~55	28 26~32	328 317~334
622 603~646	677 662~702	20 20~20	14 13~14	13 12~13	458 428~489
679 639~701	749 710~772	28 26~30	14 13~16	12 10~14	474 461~486
761 738~785	774 762~786	35 32~38	21 20~23	22 21~23	546 531~570
338 317~363	380 352~410	80 78~83	52 51~54	12 11~13	245 216~263
470 430~499	530 492~561	12 12~13	12 11~12	9 8~10	399 394~404
603 568~658	671 640~718	15 15~15	12 11~12	10 9~12	471 462~481
629 593~666	669 635~703	21 19~23	13 11~15	14 13~15	436 426~459
365 330~385	385 347~407	59 57~61	38 35~41	20 18~21	269 252~281
498 469~523	532 504~554	17 17~17	11 11~11	20 18~21	372 360~384
537 513~560	567 538~586	15 14~15	12 11~12	15 14~16	424 414~434
643 616~670	635 617~653	20 17~24	13 10~14	27 26~28	472 448~490
240 227~253	282 269~299	94 93~95	54 51~57	7 6~ 8	132 130~133
378 358~364	441 419~476	19 16~22	15 14~15	5 4~ 5	242 240~243
472 438~488	554 503~587	19 17~20	15 12~19	4 3~ 5	256 252~256
496 436~559	549 497~598	38.0 34~43	13 12~14	8 8~ 9	314 278~349
487 453~512	534 505~560	64 64~64	38 37~38	18 17~21	340 328~357
588 560~599	647 630~678	14 13~15	12 11~12	12 11~13	398 383~412
630 583~674	693 647~723	17 14~20	12 11~13	12 11~14	388 373~463
739 684~777	754 710~780	33 29~37	15 13~17	17 16~19	506 486~526
326 304~347	356 331~378	76 74~77	51 49~53	15 13~16	231 205~247
521 498~542	555 535~568	45 44~47	21 20~22	16 13~19	400 398~402
619 586~681	656 631~708	47 46~49	21 20~22	15 13~16	409 407~411
682 645~717	699 661~729	48 48~49	27 26~27	17 16~17	444 436~460

Table 13. (つづき) (Continued)

樹 種 Species	原木番号 Log No.	処理* Treatment	厚 さ Thickness (mm)	含 水 率 Moisture content (%)	比 重 Specific gravity	
					気 乾 in air dry	絶 乾 in oven dry
ク イ ラ <i>Intsia bijuga</i>	13	I	3.06 2,93~3,16	7.8 7.7~7.9	0.98 0.96~0.99	0.91 0.89~0.92
		II	3.10 3,08~3,12	6.8 6.7~7.0	1.00 0.98~1.01	0.93 0.91~0.94
		III	3.09 3,07~3,12	8.1 6.9~10.8	0.99 0.99~1.00	0.92 0.91~0.93
		IV	3.20 3,16~3,25	6.9 6.8~7.0	1.04 1.00~1.06	0.98 0.97~0.99
ダ イ ゾ ッ ク ス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	I	3.31 3,25~3,39	8.4 8.1~8.6	0.97 0.95~0.98	0.89 0.88~0.91
		II	3.17 3,14~3,22	6.8 6.6~7.0	0.98 0.98~0.98	0.92 0.91~0.92
		III	3.18 3,15~3,21	6.7 6.4~7.1	0.97 0.96~0.98	0.91 0.90~0.91
		IV	3.22 3,21~3,23	6.8 6.8~6.8	1.00 0.99~1.00	0.93 0.93~0.94
ア ン チ ア リ ス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	I	3.22 3,13~3,30	8.7 8.5~9.0	0.97 0.95~0.97	0.89 0.88~0.89
		II	3.19 3,09~3,31	8.6 8.4~8.8	0.97 0.96~0.98	0.89 0.89~0.90
		III	3.30 3,27~3,33	8.6 8.5~8.7	0.98 0.97~1.00	0.90 0.98~0.92
		IV	3.38 3,38~3,38	6.5 6.2~6.7	1.02 1.00~1.03	0.96 0.94~0.97
ア ル ト カ ル プ ス <i>Artocarpus incisus</i>	16	I	3.22 3,15~3,30	7.7 7.5~7.9	1.00 0.99~1.01	0.93 0.92~0.94
		II	3.16 3,16~3,16	6.4 6.3~6.4	1.01 1.00~1.02	0.95 0.94~0.95
		III	3.22 3,20~3,24	6.1 5.9~6.3	1.02 1.01~1.04	0.96 0.95~0.98
		IV	3.38 3,37~3,39	5.9 5.8~6.0	1.04 1.04~1.04	0.98 0.98~0.99
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	I	3.24 3,19~3,27	7.0 6.8~7.2	0.96 0.95~0.97	0.90 0.89~0.90
		II	3.34 3,31~3,37	7.5 7.4~7.8	0.95 0.93~0.97	0.88 0.86~0.90
		III	3.21 3,08~3,36	7.3 7.2~7.4	0.96 0.95~0.96	0.90 0.89~0.90
		IV	3.34 3,32~3,37	7.7 7.7~7.8	1.00 0.99~1.01	0.93 0.92~0.94
"	18	I	3.30 3,28~3,30	6.9 6.7~7.1	0.94 0.93~0.95	0.89 0.87~0.88
		II	3.40 3,36~3,42	7.4 7.2~7.7	0.94 0.93~0.94	0.87 0.87~0.88
		III	3.40 3,37~3,42	7.5 7.4~7.6	0.94 0.93~0.94	0.87 0.86~0.88
		IV	3.44 3,41~3,46	7.0 7.0~7.1	0.99 0.98~1.01	0.92 0.91~0.94

曲 げ 強 さ (kg/cm ²) Bending strength		吸 水 率 Water absorption (%)	吸水厚さ膨張率 Thickness swelling (%)	衝撃曲げ強さ Impact bending strength (kg·cm/cm ²)	引張り強さ Tensile strength (kg/cm ²)
破壊係数 Modulus of rupture	形 質 商 Specific strength				
370 344~389	409 388~427	82 80~85	53 51~54	18 16~21	215 212~219
490 471~516	530 515~547	18 16~22	13 13~13	11 11~12	303 292~314
500 491~511	545 535~564	18 17~19	12 11~13	9 7~11	349 338~360
622 587~658	637 608~665	21 18~21	11 11~12	17 15~21	404 401~408
353 341~358	397 389~403	93 91~94	62 61~63	22 17~25	245 235~263
486 466~508	530 507~552	30 30~31	19 18~19	13 13~14	363 326~399
552 490~581	606 545~636	31 30~33	19 18~20	20 18~22	414 410~422
651 643~659	698 694~702	47 43~52	24 22~27	23 23~24	486 453~515
412 383~437	465 438~492	75 73~77	47 45~48	13 11~15	310 299~327
587 551~644	658 621~712	34 28~44	18 17~21	12 11~13	393 378~407
679 636~749	752 710~812	46 45~46	19 18~20	13 12~14	492 480~504
701 693~709	734 732~737	44 40~49	20 18~23	14 13~15	498 483~527
391 371~405	421 400~436	56 54~56	31 31~31	23 20~26	284 253~318
561 550~572	569 561~577	17 15~18	12 10~13	13 12~13	425 418~438
731 703~746	760 740~774	16 15~18	12 12~13	16 14~17	431 426~437
784 775~793	797 791~803	24 23~25	9 8~10	24 23~25	536 501~556
403 386~425	449 434~470	84 82~87	15 14~17	16 14~17	251 241~259
518 488~554	585 566~623	16 15~19	14 13~14	15 12~16	348 326~371
523 499~611	613 556~679	18 16~20	14 13~14	11 10~13	396 386~405
615 584~612	662 637~707	27 26~29	15 15~16	19 17~22	441 412~471
382 358~401	436 411~460	86 86~86	50 48~52	14 12~16	254 248~266
460 445~482	526 515~550	18 15~21	15 14~16	10 9~11	327 315~338
538 526~549	618 600~628	17 15~19	14 14~15	11 10~12	307 289~325
611 565~639	662 619~689	27 25~30	14 12~15	24 18~26	493 486~500

Table 13. (つづき) (Continued)

樹 種 Species	原木番号 Log No.	処理* Treatment	厚 さ Thickness (mm)	含 水 率 Moisture content (%)	比 重 Specific gravity	
					気 乾 in air dry	絶 乾 in oven dry
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	19	I	3.62 3.51~3.73	7.1 6.9~7.2	0.92 0.91~0.94	0.86 0.85~0.87
		II	3.51 3.49~3.53	7.8 7.7~7.9	0.90 0.89~0.91	0.83 0.83~0.84
		III	3.51 3.49~3.53	8.0 7.5~8.3	0.90 0.89~0.92	0.84 0.82~0.86
		IV	3.62 3.60~3.63	7.4 7.26~7.57	0.94 0.91~0.96	0.88 0.85~0.90
ウ ォ ー タ ー ガ ム <i>Syzygium</i> sp.	20	I	3.19 3.17~3.23	8.0 7.8~8.2	0.95 0.93~0.95	0.88 0.86~0.88
		II	3.20 3.19~3.22	7.7 7.4~8.0	0.95 0.94~0.95	0.88 0.87~0.89
		III	3.24 3.18~3.32	7.82 7.68~7.92	0.95 0.92~0.96	0.88 0.85~0.89
		IV	3.21 3.14~3.26	6.9 6.8~7.1	1.00 0.99~1.01	0.94 0.92~0.95
ラ ブ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	I	3.27 3.20~3.33	8.9 8.5~9.2	0.99 0.97~1.02	0.91 0.89~0.93
		II	3.33 3.30~3.36	8.7 8.6~8.8	1.00 0.98~1.02	0.92 0.91~0.94
		III	3.33 3.32~3.35	8.9 8.8~9.1	1.00 0.99~1.01	0.92 0.91~0.92
		IV	3.20 3.19~3.22	6.8 6.6~6.9	1.06 1.05~1.07	0.99 0.98~1.00
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	I	3.20 3.12~3.26	8.4 8.0~8.8	0.99 0.97~1.00	0.91 0.89~0.93
		II	2.75 2.71~2.78	7.0 6.7~7.4	1.00 0.98~1.01	0.93 0.92~0.94
		III	2.69 2.67~2.72	6.7 6.6~6.9	1.00 0.99~1.01	0.94 0.93~0.95
		IV	2.69 2.66~2.71	6.0 5.8~6.0	1.04 1.03~1.05	0.98 0.98~0.99
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	23	I	3.15 3.10~3.19	7.1 7.0~7.1	0.98 0.98~0.99	0.92 0.91~0.92
		II	3.27 3.25~3.29	8.7 8.6~8.7	0.97 0.97~0.98	0.90 0.90~0.90
		III	3.19 3.13~3.23	8.5 8.4~8.7	0.98 0.98~0.99	0.90 0.90~0.91
		IV	3.28 3.25~3.31	7.3 7.2~7.4	1.02 1.01~1.04	0.95 0.94~0.97
"	24	I	3.29 3.20~3.40	8.7 8.6~8.8	0.97 0.94~0.98	0.89 0.87~0.91
		II	3.23 3.19~3.28	8.7 8.5~8.9	0.94 0.93~0.95	0.87 0.85~0.88
		III	3.31 3.29~3.33	8.9 8.8~9.0	0.95 0.94~0.95	0.87 0.87~0.87
		IV	3.30 3.26~3.33	8.0 7.8~8.1	0.99 0.98~1.01	0.92 0.91~0.94

曲 げ 強 さ (kg/cm ²) Bending strength		吸 水 率 Water absorption (%)	吸水厚さ膨張率 Thickness swelling (%)	衝撃曲げ強さ Impact bending strength (kg·cm/cm ²)	引張り強さ Tensile strength (kg/cm ²)
破壊係数 Modulus of rupture	形 質 商 Specific strength				
371 350~404	432 412~463	99 97~101	55 54~56	13 13~15	210 208~212
389 377~409	466 453~486	20 19~20	14 13~14	6 5~ 7	246 239~253
467 440~483	557 535~575	19 19~21	13 13~14	17 6~ 8	246 244~248
531 507~568	607 588~633	30 29~32	14 12~15	13 11~14	383 373~392
338 308~380	386 351~430	55 53~56	44 44~44	11 10~13	190 163~213
358 355~366	407 398~409	19 18~20	13 13~13	4 3~ 5	223 223~223
401 445~423	457 445~475	19 18~20	13 12~13	4 4~ 4	232 230~234
514 495~542	550 526~571	19 18~20	13 12~14	12 11~13	332 330~334
408 393~425	447 433~467	87 85~89	61 59~62	20 19~22	291 276~300
549 525~587	597 580~630	33 31~34	20 19~20	17 16~18	414 383~444
626 576~666	683 635~727	38 36~41	19 18~19	22 20~24	474 462~485
774 747~796	782 760~810	47 44~49	30 27~33	25 24~26	507 498~516
412 404~422	451 438~464	69 67~72	45 43~47	26 21~30	323 308~352
597 542~641	641 591~691	21 21~21	15 14~15	15 14~16	463 459~467
645 608~675	685 656~715	19 19~20	15 15~15	17 16~18	568 546~590
702 668~731	715 685~739	29 26~32	16 16~16	27 25~29	502 441~563
398 381~411	434 413~448	75 74~76	47 46~47	18 17~20	247 240~253
479 476~498	535 522~557	39 39~39	16 15~17	9 8~11	330 311~348
568 554~586	630 613~650	40 39~41	16 15~16	10 9~10	376 344~407
575 545~604	605 570~641	39 38~39	17 15~17	16 15~17	414 395~433
423 402~432	474 458~482	72 71~73	46 45~46	15 14~16	252 223~272
382 368~392	442 428~460	46 44~49	18 17~18	7 7~ 8	248 235~261
472 454~485	542 524~556	43 41~44	16 16~16	8 7~10	322 311~334
544 533~554	591 569~611	42 39~44	18 17~19	17 16~18	360 342~377

Table 13. (つづき) (Continued)

樹 種 Species	原木番号 Log No.	処理* Treatment	厚 さ Thickness (mm)	含 水 率 Moisture content (%)	比 重 Specific gravity	
					気 乾 in air dry	絶 乾 in oven dry
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	25	I	3.20 3.16~3.30	8.3 7.8~8.9	0.95 0.93~0.97	0.88 0.86~0.90
		II	3.31 3.27~3.34	8.5 8.4~8.6	0.95 0.92~1.00	0.87 0.85~0.90
		III	3.24 3.17~3.31	8.7 8.5~8.9	0.96 0.94~0.97	0.88 0.86~0.90
		IV	3.28 3.24~3.32	7.6 7.3~8.0	0.99 0.96~1.01	0.92 0.89~0.94
タ ウ ン <i>Pometia</i> sp.	26	I	3.24 3.19~3.31	8.3 8.2~8.6	0.99 0.98~1.00	0.91 0.91~0.92
		II	3.24 3.15~3.33	8.8 8.7~9.0	0.95 0.94~0.97	0.88 0.86~0.89
		III	3.21 3.19~3.25	8.9 8.8~9.0	0.95 0.93~0.98	0.87 0.86~0.90
		IV	3.31 3.27~3.35	7.5 7.4~7.7	1.02 1.00~1.04	0.95 0.93~0.97
パ ラ キ ュ ウ ム <i>Palaequium erythrospermum</i>	27	I	2.80 2.76~2.83	7.3 7.6~7.9	0.98 0.95~1.01	0.91 0.88~0.94
		II	2.84 2.8 ~2.9	8.7 8.4~8.9	0.95 0.93~0.97	0.87 0.85~0.89
		III	2.86 2.83~2.89	8.9 8.8~8.9	0.95 0.95~0.95	0.87 0.87~0.87
		IV	3.48 3.45~3.51	7.3 7.1~7.6	1.01 1.00~1.02	0.94 0.93~0.95
プ ラ ン チ ョ ネ ラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	I	3.26 3.21~3.33	8.5 8.1~9.0	1.00 0.98~1.02	0.92 0.89~0.94
		II	3.17 3.14~3.19	6.8 6.6~7.1	1.02 1.02~1.03	0.96 0.95~0.97
		III	3.16 3.13~3.19	8.0 7.0~10.7	1.01 1.00~1.02	0.93 0.92~0.94
		IV	3.24 3.24~3.24	6.1 5.9~6.2	1.05 1.05~1.05	1.00 0.99~0.99
ア ン ベ ロ イ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	I	3.29 3.27~3.31	8.9 8.7~9.2	0.97 0.95~0.98	0.89 0.88~0.90
		II	3.47 3.45~3.49	8.3 8.2~8.5	0.96 0.95~0.97	0.89 0.88~0.90
		III	3.45 3.42~3.48	8.9 8.6~9.1	0.98 0.95~1.00	0.90 0.88~0.92
		IV	3.39 3.32~3.44	6.8 6.6~7.0	1.02 0.97~1.05	0.95 0.91~0.98
セ ル チ ス <i>Celtis kajewskii</i>	30	I	3.28 3.23~3.32	8.7 8.6~8.7	0.96 0.95~0.97	0.89 0.88~0.89
		II	3.44 3.37~3.47	8.4 8.3~8.6	0.95 0.94~0.95	0.87 0.86~0.88
		III	3.43 3.42~3.43	8.1 7.7~8.3	0.95 0.94~0.97	0.88 0.87~0.89
		IV	3.37 3.33~3.40	7.6 7.4~7.8	1.00 0.99~1.01	0.93 0.92~0.94

注) I : 無処理, II : パラフィンエマルジョン0.6%+フェノールレジン0.3%+硫酸バンド3.5%, III : フェノールレジン0.6%+パラフィンエマルジョン0.3%+硫酸バンド3.5%, IV : 亜麻仁油6% (対パルプ重量比)

曲げ強さ (kg/cm ²) Bending strength		吸水率 Water absorption (%)	吸水厚さ膨張率 Thickness swelling (%)	衝撃曲げ強さ Impact bending strength (kg·cm/cm ²)	引張り強さ Tensile strength (kg/cm ²)
破壊係数 Modulus of rupture	形質商 Specific strength				
368 343~391	419 400~438	80 79~80	49 48~50	15 13~16	208 202~213
447 430~478	513 495~534	37 31~40	15 15~16	9 8~10	302 297~306
501 484~532	568 555~597	44 40~48	16 15~19	10 8~13	319 319~320
580 550~612	631 606~650	44 39~48	20 18~22	17 16~20	390 326~454
422 409~431	464 447~475	81 80~82	55 52~57	19 18~20	264 251~271
445 435~458	508 505~514	40 38~41	17 17~17	10 9~11	333 323~343
514 460~561	589 540~652	37 34~40	15 14~16	7 7~9	417 399~435
558 539~584	590 567~617	43 40~45	21 18~23	17 15~19	391 366~417
430 390~450	475 435~507	71 70~73	44 44~46	18 17~20	271 252~291
466 449~474	534 526~541	22 21~22	14 14~14	6 6~7	378 370~386
515 503~534	590 576~592	23 23~24	19 12~30	8 6~11	412 405~418
602 571~629	642 609~679	25 16~37	12 9~17	18 16~21	449 425~472
350 325~371	380 362~394	75 75~75	51 50~52	14 13~16	248 241~261
591 557~623	617 584~644	27 26~28	20 20~21	15 12~16	468 450~486
673 648~706	720 694~749	39 26~45	25 23~26	18 16~20	538 533~544
727 716~737	734 722~746	36 35~38	17 15~18	21 19~22	512 495~541
364 353~379	409 391~431	96 94~97	64 62~66	17 15~20	286 275~293
550 519~586	618 585~652	36 34~39	23 23~24	15 14~16	476 452~499
649 606~693	723 690~755	44 43~46	21 21~22	16 14~18	558 553~563
696 662~723	732 722~745	44 39~47	26 23~29	19 18~20	536 518~553
353 339~357	398 383~408	101 100~102	69 68~69	12 11~12	210 200~219
430 415~448	493 482~511	33 30~36	19 19~20	9 9~10	267 264~270
482 472~491	550 541~555	49 47~51	22 20~25	11 9~11	308 291~326
543 524~555	584 559~599	38 29~43	19 17~21	12 10~14	341 319~363

Notes) I : Untreated specimen, II : 0.6% paraffin emulsion+0.3% phenolic resin+3.5% aluminum sulphate, III : 0.6% phenolic resin+0.3% paraffin emulsion+3.5% aluminum sulphate, IV : 6% linseed oil (based on weight of pulp).

て)され、さらに耐水性への効果も下記以外の樹種では顕著に認められた。

アルストニア、カナリウム (3)、アンチアリス、プランチョネラ、タウン等ではパラフィンエマルジョンの添加量を 1% あるいはそれ以上にしなければ JIS 規格に適應する値 (吸水率 25% 以下) が得られなかった。

このことはコストの面で問題があり、何らかの他の改良策をほどこす必要があろう。

テンパリングの効果はさらに強度面に強くあらわれ、多くの樹種の曲げ強さは 600 kg/cm^2 をこえる値を示し、エリマ、プランチョネラにおいては、添加量が 9% の場合 800 kg/cm^2 以上の曲げ強さを示した。

このように強度面では良質のボードが得られても耐水性の改善にはやはりサイズ剤との併用がより必要であると思われた。

以上の結果、次のことが明らかになった。

- 1) 無処理のボードは全樹種とも耐水性はおおむね本邦産材 (主としてブナ、ナラ等の広葉樹) より良好と認められるが、しかし一般的な耐水処理は不可欠である。
- 2) パラフィンサイズ処理をほどこしたボードはとくに耐水性が著しく改善され、多くの樹種は JIS 規格に適合する値を示した。
- 3) また、フェノールレジンのサイジングをおこなったボードでは添加率の増大にしたがってとくに強度の著しい向上が認められた。
- 4) 油処理は全樹種の材質改善に効果をあたえ、無処理に比べ 30~50% 近い向上を示した。
- 5) 繊維形態、材の化学組成、逐次抽出物とボードの材質との間に相関が認められたのは次の項目である。

吸水率とアセトン、衝撃曲げ強さと繊維幅衝撃曲げ強さと繊維長、繊維幅との比、曲げ強さとヘキサン抽出物、曲げ強さと熱水可溶分、引張り強さとヘキサン抽出物。

3. パ ル プ 化

3.1 繊維形態

高 野 勲

繊維の形態的性質から樹種特性を明らかにするとともに、パルプ、繊維板等の品質検討の基礎資料を提供するために繊維長、繊維幅、膜壁厚を測定した。

(1) 試験方法

- 1) 測定試料は 3.2 において調製されたクラフトパルプを乾燥することなく用いた。
- 2) 測定は万能投影機を用い、繊維長は 100 倍で 150 本、繊維幅およびルーメン幅は 1,000 倍でそれぞれ 50 本測定した。
- 3) 膜壁厚は次式によって算出した。

$$\text{膜壁厚(平均)} = \frac{\text{平均繊維幅} - \text{平均ルーメン幅}}{2}$$

(2) 結果

測定結果は Table 14 のとおりである。Fig. 11 は測定した全繊維長の分布図と各樹種の繊維長 (平均

Table 14. 供試材繊維の形態的性質
Morphological properties of wood fibers

樹種 Species	原木番号 Log No.	繊維長 Fiber length (mm)	繊維幅 Fiber diameter (μ)	膜壁厚 Cell wall thickness (μ)
スポンジアス <i>Spondias dulcis</i>	1	1.39 0.73~1.85	37 23~51	7.6
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	1.39 0.84~1.85	43 34~56	6.4
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	1.32 0.91~1.86	26 18~34	7.5
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	1.46 0.98~2.12	27 18~43	8.1
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	1.32 0.95~1.84	27 17~42	6.2
"	6	1.30 0.80~1.90	23 14~33	5.8
"	7	1.41 0.94~2.19	23 15~30	6.3
エリマ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	1.76 1.12~2.44	41 30~60	6.5
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaeriscus</i>	9	1.31 0.85~1.96	30 17~41	7.5
マラス <i>Homalium foetidum</i>	10	1.80 1.07~2.37	31 20~44	11.2
カロフィラム <i>Calophyllum vexans</i>	11	1.17 0.72~1.63	26 17~36	5.7
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	1.28 0.80~1.76	38 24~56	6.7
クイラ <i>Intsia bijuga</i>	13	1.38 0.86~1.87	23 18~28	6.8
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	1.45 1.04~1.84	26 18~38	9.3
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	1.02 0.65~1.62	32 17~49	6.1
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	1.60 1.03~2.34	41 25~65	5.9
カメレレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	1.29 0.78~1.82	21 15~29	7.7
"	18	1.30 0.83~1.76	22 13~29	8.2
"	19	1.28 0.85~1.72	20 14~30	8.6
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	1.67 0.97~2.28	28 21~38	9.7
ラブラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	1.55 0.87~2.13	38 25~54	9.0
エボジア <i>Evodia elleryana</i>	22	1.44 0.93~2.04	29 19~44	6.8
タウソ <i>Pometia pinnata</i>	23	1.01 0.70~1.34	23 17~32	6.5
"	24	1.00 0.61~1.31	25 15~32	7.0
"	25	1.08 0.75~1.38	21 15~28	6.6
タウソ <i>Pometia</i> sp.	26	0.99 0.67~1.26	23 14~31	6.4
パラキウム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	1.94 1.20~2.86	41 24~55	8.7
プランチョネラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	1.37 0.77~1.74	42 34~53	8.2
アンペロイ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	1.43 0.87~1.98	39 23~52	8.0
セルチス <i>Celtis kajeuskii</i>	30	1.39 1.00~1.82	22 16~30	7.0

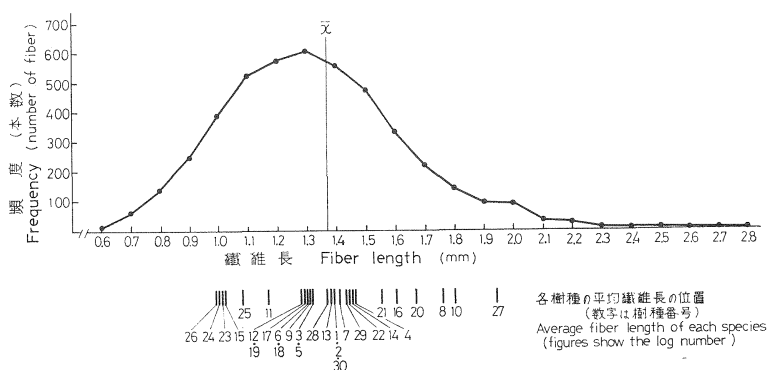


Fig. 11 繊維長分布図
Distribution for fiber length of 4,500 specimens.

値)が全体の中でどの位置にあるかを示したものである。繊維長はパラキウム (27) が最も長く、次いでマラス (10), エリマ (8), ウォーターガム (20), アルトカルプス (16) およびラブラ (21) であり、いずれも 1.5 mm 以上で長繊維グループに属する。短繊維のグループはタウン (23~26), アンチアリス (15) およびカロフィルム (11) など、邦産材と同程度である。他の 18 樹種は 1.28~1.46 mm の範囲に集中している。

繊維幅は 20~43 μ の範囲にあるが、幅の広いものとしてはアルストニア (2), プランツォネラ (28), パラキウム, アルトカルプスおよびエリマなどがあげられ、いずれも 40 μ 以上であった。

膜壁厚はマラスが最も厚く 11.2 μ であった。その他の樹種は総て 9.7~5.7 μ の範囲にあった。

3.2 パルプ化

荻野健彦・島田謹爾・宇佐見国典

本項目ではクラフト法によるパルプ化と得られたパルプの性質について、試験を行った。

(1) 試験方法

1) パルプ化

供試材をギロチン型チップパーでチップとし、気乾にしたものを試料とした。蒸解は 4 l 容ステンレス鋼製のオートクレーブを用い、対時温度調節器で制御された電気ヒーターで加熱した。蒸解条件は、最高温度 170°C, 同到達時間 1.5 時間, 同保持時間 1.5 時間とした。蒸解薬液の活性アルカリは溶液濃度 3.2% (Na_2O として) と一定にした。液比は供試材の比重の差異により 4~7 の範囲に種々変えた。したがって活性アルカリの木材に対する濃度は 12.8~22.4% の範囲になった。硫化度は 25% とした。

蒸解終了後、内容物を適当に水洗し、解繊機にかけてから、8 カットフラット・スクリーンで精選した。パルプは 150 メッシュのふるいに受け、遠心脱水したのち、一部のパルプをとり、赤外線水分計で乾燥して収率を求めた。以後の試験には精選パルプを使用した。

2) カッパー価

蒸解程度の指標の一つであるパルプ中の残存リグニン量を知るために、カッパー価を標準法で測定した。さらにカッパー価に係数 0.16 を乗じてローエ価を算出した。

3) 漂白試験と白色度測定

Table 15. 液比, 収率およびクラフトパルプの性質
Pulping conditions and properties of unbleached sulphate pulps

樹 種 Species	原木 番号 Log No.	液 比 Liquor to wood ratio	収 率 Yield (%)			カッパ 価 Kappa number	ローエ 価 Roe number	白 色 度 (未漂白) Brightness (un- bleached)
			精 選 Screened	粕 Screenings	全 Total			
ス ポ ン ジ ア ス <i>Spondias dulcis</i>	1	5.5	49.3	trace	49.3	23.6	3.8	21.8
ア ル ス ト ニ ア <i>Alstonia scholaris</i>	2	6.0	40.7	trace	40.7	36.1	5.8	22.0
カ ナ リ ウ ム <i>Canarium indicum</i>	3	4.0	48.6	0.74	49.3	33.2	5.3	19.1
イ エ ロ ー タ ー ミ ナ リ ア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	5.0	45.6	0.04	45.6	46.2	7.4	16.7
レ ッ ド ブ ラ ウ ン タ ー ミ ナ リ ア <i>Terminalis solomonensis</i>	5	5.5	43.6	trace	43.6	22.7	3.6	22.5
"	6	5.0	42.8	trace	42.8	24.5	3.9	21.5
"	7	5.5	45.3	trace	45.3	20.3	3.3	25.6
エ リ マ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	6.0	43.6	trace	43.6	26.3	4.2	22.7
ク ワ ン ド ン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	4.5	47.3	0.2	47.5	25.1	4.0	23.1
マ ラ ス <i>Homalium foetidum</i>	10	4.0	45.7	0.44	46.1	51.8	8.3	11.7
カ ロ フ ィ ル ム <i>Calophyllum vexans</i>	11	5.5	46.3	0.02	46.3	25.1	4.0	17.8
マ ソ イ ア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	5.0	47.5	trace	47.5	16.6	2.7	28.2
ク イ ラ <i>Intsia bijuga</i>	13	5.0	47.2	0.48	47.7	26.6	4.3	14.6
ダ イ ゾ ッ ク ス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	4.0	47.6	0.38	47.9	27.1	4.3	23.7
ア ン チ ア リ ス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	7.0	45.6	trace	45.6	20.5	3.3	25.2
ア ル ト カ ル プ ス <i>Artocarpus incisus</i>	16	5.5	46.9	0.24	47.1	25.4	4.1	25.1
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	5.0	49.9	0.02	49.9	30.0	4.8	21.3
"	18	5.0	50.2	0	50.2	25.1	4.0	21.5
"	19	5.0	47.4	0.1	47.5	22.6	3.6	20.0
ウ ォ ー タ ー ガ ム <i>Syzygium</i> sp.	20	5.0	42.7	0.06	42.8	36.1	5.8	15.9
ラ ブ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	5.5	43.6	trace	43.6	21.5	3.4	24.7
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	5.0	45.9	0.02	45.9	17.4	2.8	28.1
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	23	5.0	43.8	0.13	43.9	22.3	3.6	19.0
"	24	5.0	41.6	0.04	41.6	18.8	3.0	17.0
"	25	5.0	41.2	0.02	41.2	20.1	3.2	17.8
タ ウ ン <i>Pometia</i> sp.	26	5.0	44.4	0.44	44.8	20.9	3.4	20.4
パ ラ キ ユ ウ ム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	5.5	47.7	0.03	47.7	23.9	3.8	16.6
プ ラ ン チ ョ ネ ラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	5.5	50.5	trace	50.5	15.7	2.5	28.2
ア ン ベ ロ イ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	5.5	48.4	trace	48.4	28.4	4.6	20.2
セ ル チ ス <i>Celtis kajewskii</i>	30	5.0	47.0	0.14	47.1	31.1	5.0	21.5

注) パルプ化条件: 薬液濃度 (Na₂O として) 3.2% W/V, 硫化度 25% (対活性アルカリ),

蒸解スケジュール: 最高温度 170°C, 到達時間 1.5 時間, 保持時間 1.5 時間

Note) Pulping condition: Active alkali concentration (as Na₂O) 3.2% W/V, Sulphidity 25% (based on active alkali), Cooking temperature 170°C, Time to the temperature 1.5 hr, Time at the temperature 1.5 hr.

特に既往のデータの無い 8 樹種について、C-E-D-E-D の 5 段階漂白試験をおこなった。未漂白および漂白パルプのハンター白色度測定には測色色差計 ND-K 5 (日本電色工業株式会社製) を使用した。漂白パルプの色戻りについては、標準法により抄紙した漂白パルプ・シートを 105°C に 18 時間加熱してその前後の白色度から PC 価を算出した。

4) 叩解および抄紙

PFI ミルを用い、TAPPI 標準法 T 248 により、フリーネスが 220 ± 20 ml (CSF) になるように叩解した。なお、一部の樹種について、比較のため異なるフリーネスに叩解した。叩解パルプは TAPPI 標準法にしたがって抄紙した。

5) パルプの紙力試験

パルプの紙力試験は JIS にしたがって、裂断長、比破裂強さ、比引裂強さおよび耐折強さを測定した。

(2) 結 果

クラフトパルプ化における液比、収率および得られたパルプの性質は Table 15 のとおりである。

液比は 4 を最低とし、大部分 5.0~5.5 で蒸解されたが、アンチアリス (15) は 7 を要した。パルプ全収率は 40.7~50.5% の範囲にあった。収率の比較的低い樹種はアルストニア (2)、ターミナリア (5, 6)、ウォーターガム (20)、ラブラ (21) およびタウン (23~25) であり、比較的高収率の樹種はスポンジス (1)、カナリウム (3)、カメレレ (17, 18)、プランツォネラ (28) であった。

Table 16. 漂 白 パ ル プ の 性 質
Properties of bleached sulphate pulps

樹 種 Species	原木番号 Log No.	収 率 Yield (%)		白 色 度 Brightness		PC 価* PC number
		漂白歩止り Un-bleached pulp basis	対木材歩止り o. d. wood basis	未 漂 白 Un-bleached	漂 白 Bleached	
ク ワ ン ド ン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	92.6	43.8	23.1	81.3	1.9
マ ソ イ ア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	95.6	45.4	28.2	80.3	1.5
ク イ ラ <i>Intsia bijuga</i>	13	94.1	44.4	14.6	80.4	2.3
ダ イ ゾ ッ ク ス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	93.3	44.4	23.7	82.0	1.8
ア ン チ ア リ ス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	94.5	43.1	25.2	76.9	2.7
ア ル ト カ ル プ ス <i>Artocarpus incisus</i>	16	94.3	44.2	25.1	78.7	2.3
ウ ォ ー タ ー ガ ム <i>Syzygium</i> sp.	20	94.1	40.2	15.9	78.2	2.2
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	95.5	43.8	28.1	81.0	1.4

注) 漂白順序: C-E-D-E-D

Notes) Sequence of bleaching: C-E-D-E-D.

エージング条件: 105°C, 18 時間

Ageing condition: 105°C, 18 hr.

*PC 価 = (加熱後 K/S - 加熱前 K/S) $\times 100$

*PC No. = (K/S after heating - K/S before heating) $\times 100$.

ここに $K/S = (1 - R\alpha)^{2/2R\alpha}$

K : シートの吸収係数, S : シートの分散係数, $R\alpha$: 白色度

where $K/S = (1 - R\alpha)^{2/2R\alpha}$

and K : the absorption coefficient of the sheet, S : the scattering coefficient of the sheet,

$R\alpha$: brightness.

粕率はいずれも低いものが多く、繊維化は良好といえる。カップー価は大部分クラフトパルプとしての平均的な値を示した。しかしマソイア (12), エボジア (22), タウン (24), プランチョネラのカップー価はかなり低く、したがって、これらは比較的蒸解されやすい樹種といえる。

ウォーターガムは蒸解チップにやや多量の暗褐色ピッチ状沈着物がみられたが、漂白処理には障害を認められなかった。

未漂白パルプの白色度は、マソイア、プランチョネラ、エボジアなどが比較的高く、マラス (10) は特に低い値を示した。

パラキュウム (27) はスクリーニングに比較的長時間を要したが、これは繊維形態に特徴のあるためであると思われる。

漂白パルプの性質は Table 16 のとおりである。

白色度は 76.9~82.0 の範囲にあった。漂白性は全般的に邦産材に比べて劣る。アンチアリスは特に漂白性が悪く、色戻りも大きかった。

未漂白および漂白パルプの紙力試験の結果は Table 17 のとおりである。

樹種により叩解の難易がかなりあった。中でもカロフィルム (11), タウン (23) はやや難叩解性であった。紙力試験の結果は全体的に南洋材の平均的値よりやや高く、ブナなどの邦産広葉樹パルプの強度に近い値を示した。ターミナリア (6, 7), カロフィルム, エボジア, セルチス (30) などでは中でも強度が強く、シート密度も比較的高かった。

以上の結果、試験に供された 30 個体の材は、すべて製紙用クラフトパルプ原木としての適性を持っていると概観された。

Table 17. 紙 力
Evaluation of

樹 種 Species	原木番号 Log No.	絶乾坪量 Basis weight (o. d.) (g/m ²)	厚 さ Thickness (μ)	絶乾密度 Density (o. d.) (g/cm ³)
ス ポ ン ジ ア ス <i>Spondias dulcis</i>	1	61.46	71.9 69~ 75	0.86
ア ル ス ト ニ ア <i>Alstonia scholaria</i>	2	63.27	74.8 72~ 78	0.85
カ ナ リ ウ ム <i>Canarium indicum</i>	3	65.99	81.5 77~ 88	0.81
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	60.13	77.4 75~ 80	0.78
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	60.36	70.6 67~ 75	0.86
" "	6	60.37	74.7 71~ 82	0.81
" "	7	63.83	75.5 72~ 79	0.85
" "	7	61.68	72.0 69~ 75	0.86
エ リ マ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	58.78	71.9 69~ 78	0.82
ク ワ ン ド ン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	65.71	80.3 76~ 85	0.82
" "	9	62.97	80.3 77~ 85	0.78
マ ラ ス <i>Homalium foetidum</i>	10	62.12	100.6 97~104	0.62
カ ロ フ ィ ル ム <i>Calophyllum vexans</i>	11	60.76	67.4 66~ 70	0.90
マ ソ イ ア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	62.85	73.0 70~ 77	0.86
ク イ ラ <i>Intsia bijuga</i>	13	62.33	80.3 78~ 84	0.78
ダ イ ゾ ッ ク ス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	60.62	88.5 85~ 92	0.69
" "	14	59.07	88.0 84~ 92	0.67
ア ン チ ア リ ス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	62.78	68.3 66~ 72	0.92
" "	15	64.06	69.4 67~ 73	0.92
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	65.47	77.4 75~ 81	0.85
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	62.71	92.7 89~ 98	0.68
" "	18	60.93	88.4 86~ 91	0.69
" "	19	62.71	99.6 95~104	0.63
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	59.47	85.0 82~ 89	0.70
ラ ブ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	62.16	78.2 75~ 82	0.80
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	63.79	75.0 72~ 77	0.85
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	23	61.01	78.7 75~ 82	0.78
" "	24	61.69	83.5 81~ 87	0.74
" "	25	61.19	75.2 73~ 78	0.81
タ ウ ン <i>Pometia</i> sp.	26	62.14	77.7 75~ 86	0.80
パラキユウム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	61.21	75.8 73~ 79	0.81
プランチョネラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	63.84	72.4 68~ 76	0.88
" "	28	64.67	72.9 71~ 75	0.89
ア ン ベ ロ イ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	60.64	71.2 68~ 80	0.85
" "	29	61.46	74.5 71~ 79	0.83
セ ル チ ス <i>Celtis kaiewskii</i>	30	61.40	75.1 73~ 78	0.82
ク ワ ン ド ン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9*	63.91	80.6 79~ 83	0.79
マ ソ イ ア <i>Cryptocarya massoy</i>	12*	63.89	75.5 73~ 80	0.85
ク イ ラ <i>Intsia bijuga</i>	13*	60.45	74.6 70~ 83	0.81
ダ イ ゾ ッ ク ス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14*	65.14	87.2 84~ 94	0.75
ア ン チ ア リ ス <i>Antiaris toxicaria</i>	15*	62.04	67.7 65~ 71	0.92
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16*	63.34	73.0 70~ 76	0.87
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20*	60.41	82.1 79~ 87	0.74
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22*	62.13	73.3 70~ 78	0.85

* 漂白パルプ

Bleached pulp.

試 験 結 果

sulphatae pulps

裂 断 長 Breaking length (km)		比破裂強さ Burst factor		比引裂強さ Tear factor		耐 折 強 さ Folding endurance (MIT)		フ リ ー ネ ス Freeness (m/) CSF		PFI ミル カウント数 PFI mill revolution count
								未 叩 解 Unbeaten	叩 解 Beaten	
7.6	7.3~ 7.7	6.2	5.9~6.6	103	99~109	140	78~ 210	670	310	2,000
8.0	7.8~ 8.3	6.3	5.3~6.8	126	107~154	420	150~ 730	625	350	2,000
7.9	7.6~ 8.1	6.4	5.2~6.8	140	119~167	94	66~ 150	710	330	3,000
9.2	8.8~ 9.8	8.2	7.6~8.5	166	149~189	670	420~1,100	730	230	3,100
8.6	8.3~ 9.0	8.0	7.7~8.5	146	138~156	510	220~1,100	615	320	2,000
9.3	8.6~ 9.6	8.7	8.3~9.0	182	164~201	640	330~1,500	615	315	2,000
9.8	9.1~10.2	9.0	8.5~9.4	175	163~193	1,900	400~3,200	645	280	3,000
10.0	9.4~10.5	9.2	8.5~9.7	174	163~187	2,100	730~3,200	645	300	2,500
8.0	7.5~ 8.5	5.9	4.2~7.0	169	155~182	210	110~ 430	665	330	2,000
6.7	6.3~ 7.1	5.6	4.8~6.1	145	117~163	140	78~ 250	700	230	3,000
5.7	5.3~ 5.9	4.8	4.6~5.1	130	114~160	37	27~ 49	700	410	2,000
6.6	6.2~ 6.9	5.4	4.5~6.0	144	129~155	144	94~ 150	770	205	2,500
10.7	9.9~11.5	9.1	8.4~9.9	134	121~147	3,500	2,600~4,200	690	235	4,000
6.6	6.2~ 7.3	5.4	5.1~5.8	118	112~135	63	37~ 80	660	330	3,000
9.3	8.8~ 9.7	6.9	6.3~7.2	137	123~152	680	270~1,000	709	233	3,600
6.5	6.3~ 6.7	5.0	4.6~5.4	144	127~169	39	25~ 62	740	270	2,500
6.2	5.8~ 6.7	4.9	4.4~5.3	143	130~157	28	17~ 40	740	360	2,000
8.6	8.3~ 8.9	6.8	6.3~7.2	94	87~107	320	91~ 730	535	220	3,000
8.9	8.4~ 9.2	6.8	6.2~8.0	94	88~100	360	110~ 580	535	250	2,000
8.2	7.7~ 8.4	7.0	6.0~7.8	164	150~179	240	130~ 330	660	350	2,000
7.8	7.7~ 8.1	5.6	3.7~6.5	149	135~166	71	49~ 100	692	230	3,400
7.5	6.5~ 8.0	5.4	4.1~6.8	162	142~179	89	50~ 120	707	206	3,500
7.7	7.3~ 7.9	5.1	4.1~6.1	173	153~209	83	54~ 110	708	240	3,540
7.2	6.7~ 7.6	6.3	5.4~6.7	166	145~188	170	76~ 320	735	208	3,600
6.7	6.3~ 7.0	5.2	4.3~5.8	146	118~162	60	42~ 75	705	370	2,000
9.1	8.1~ 9.5	8.4	7.4~9.0	144	132~159	1,100	480~2,100	635	330	2,000
8.0	7.6~ 8.2	6.8	6.1~7.4	118	110~126	170	120~ 300	689	240	3,900
6.6	6.3~ 7.2	4.9	4.4~5.3	117	99~156	35	21~ 48	712	212	3,600
9.0	8.5~ 9.6	8.0	6.8~8.3	154	128~165	460	230~ 720	700	217	3,000
8.2	7.6~ 8.8	7.2	6.3~8.0	116	103~149	300	150~ 470	671	230	2,800
8.1	7.5~ 8.7	6.7	5.3~7.5	133	125~144	660	330~1,300	750	219	2,600
7.2	6.9~ 7.8	6.1	5.7~6.6	118	108~125	170	67~ 270	700	270	3,000
7.0	6.6~ 7.4	6.1	5.6~6.3	108	96~118	85	51~ 110	700	300	2,500
7.9	6.8~ 8.6	6.0	5.8~6.2	135	119~166	250	130~ 420	695	200	3,000
7.8	7.4~ 8.0	5.3	5.1~5.5	137	123~153	310	120~ 540	695	345	2,000
11.1	10.2~11.5	8.4	7.7~9.8	107	99~117	1,300	770~2,000	690	208	3,000
5.6	5.3~ 5.9	4.4	4.2~4.7	141	120~155	29	16~ 38		390	3,000
6.1	5.3~ 6.6	4.7	4.2~5.2	116	109~125	38	19~ 61		350	4,000
9.2	8.7~ 9.8	8.1	6.7~9.4	129	122~138	740	210~1,400	724	240	3,850
7.1	6.8~ 7.4	5.8	5.3~6.3	162	153~183	56	35~ 80		320	3,000
7.4	7.1~ 7.6	5.3	4.1~5.9	104	95~114	79	45~ 130		290	3,000
8.0	7.1~ 8.3	7.2	6.4~7.7	170	154~190	360	220~ 480		330	3,500
7.9	7.5~ 8.1	6.6	6.1~7.0	169	156~183	210	75~ 400	705	230	3,880
8.2	7.3~ 8.7	7.2	6.5~7.6	159	145~167	210	120~ 360		390	3,500

4. 炭 化

杉浦銀治・遠藤正男

林試式角型ブロックがまにより製炭試験を行い、得られた木炭の品質とその利用適性を調査した。

(1) 試 験 法

1) 製 炭 法

使用した林試式角型ブロックがまの形状および仕様は Fig. 12, Table 18 に示すとおりである。

試験材は 24 樹種, 30 本の角材で, 1 本の大きさは $5\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 100\text{ cm}$ であった。これらの試験材はまとめてかまの中央部に置き, その他の部分には日本の広葉樹材をそれぞれ縦詰めとした。炭材合計は約 2.5 トンであった。

2) 木炭の品質試験法

容積重 (g/cm^3) : 木炭試料の容積に対する重量で示した。

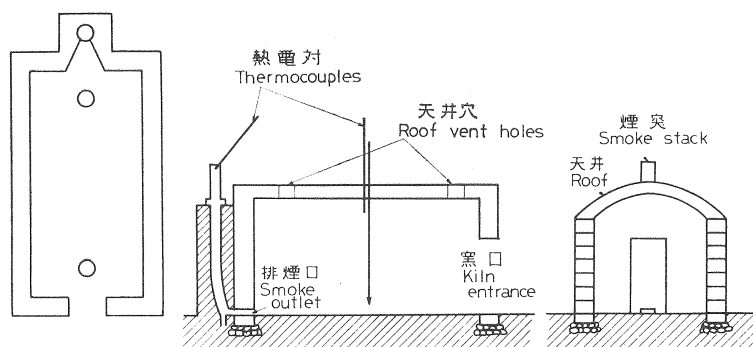


Fig. 12 林試式角型ブロック窯
Rectangular block kiln.

Table 18. 林試式角形ブロックがまの構造
Construction of rectangular block kiln

項 目 Item	cm	備 考 Note
炭 が ま の 幅 Width of kiln	150	} 軽量ブロック, 内面耐火セメント塗 Light cement block lined with a castable refractory cement
炭 が ま の 長 さ Length of kiln	300	
壁 の 高 さ Height of wall	120	
天 井 の 高 さ Height of roof	30	} アーチ型, 鉄筋コンクリート, 内面耐火セメント塗 Arch type-reinforced concrete lined with a castable refractory cement
天 井 前 後 の 穴 径 Diameter in roof vent hole	18	
排 煙 口 の 幅 Width of smoke outlet	30	} 後 部 下 中 央 The rear, lower and central part of the kiln
排 煙 口 の 高 さ Height of smoke outlet	8	
煙 突 の 径 Diameter of smoke stack	15	後 部 The rear part
か ま 口 の 幅 Width of kiln entrance	60	} 前 部 The front part
か ま 口 の 高 さ Height of kiln entrance	100	

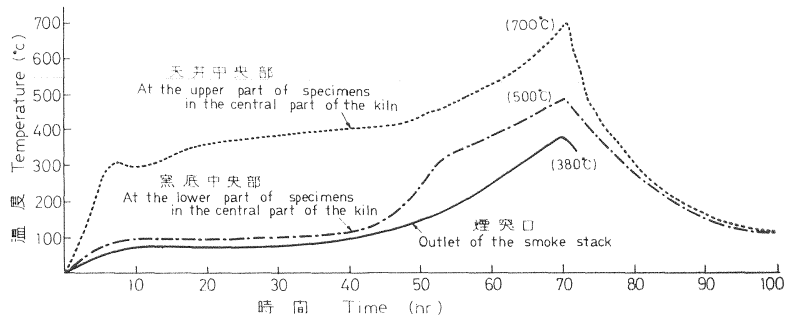


Fig. 13 林試式角形ブロック窯の炭火温度
Temperature obtained during the carbonization in
the rectangular block kiln.

硬 度：木炭試料の破砕面を三浦式硬度計（1度～20度）により測定した。1度（鉛の硬度）以上を H（hard charcoal），1度以下を S（soft charcoal）とした。

収量（%）：木材試料の重量に対する木炭の重量百分率で示した。

長さの収縮率（%）：木材試料の長さに対する木炭の長さの収縮百分率。

精煉度：木炭試料の表面の電気抵抗（ Ω ）を測定し、その指数で表わした。

工業分析（%）：木炭試料の重量に対する 水分，灰分，揮発分，固定炭素の含有量の百分率。JIS M 8812（1963）に準じて行った。

（2）結 果

1) 製炭中の温度経過

Fig. 13 は炭がま中央部における試験材の上部と下部および煙突口の炭化温度の経過であり、この経過から、炭化が順調に進行していることを判定しうる。炭化時間は 70 時間で、最終温度は炭がま中央部の炭材上部で 700°C，その下部で 500°C，煙突口で 380°C であった。

2) 木炭の品質

Table 19 において木材試料の低比重（0.23）のものから高比重（0.80）のものへ順に並べて、得られた木炭試料の品質を比較した。

木材試料の比重が大きくなるにしたがって木炭試料の容積重と硬度が大きくなり、長さの収縮率と揮発分が小さくなる傾向を示した。

また、熱帯材には木材の灰分量が 1% を越えるものがあるが、この試験においても木炭試料の中に灰分量が 2.5% 以上のものが見られた。

Table 19 に示すように、硬質木炭は木材試料の比重が 0.6 以上のもので、とくにタウン（25）とクイラ（13）の木炭の硬度が高かった。

硬質木炭（H を表示したもの）はその硬度と工業分析の結果からみて、家庭用，工業用に使用できると考えられる。その他の軟質木炭（S）は成型木炭の原料の一部として使用できると思われる。

Table 19. 木 炭
Properties

樹 種 Species	原木番号 Log No.	試料全乾比重 ¹⁾	
		S. G. of wood specimen (oven dry)	容 積 重 Volumetric gravity
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	0.23	0.19
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	0.26	0.38
アンベロイ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	0.28	0.33
エリマ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	0.28	0.33
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	0.30	0.25
エボジア <i>Evodia elleryana</i>	22	0.32	0.32
スポンジァス <i>Spondias dulcis</i>	1	0.35	0.33
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	0.36	0.25
ラブラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	0.36	0.44
レッドブラウターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	6	0.36	0.32
カロフィラム <i>Calophyllum vexans</i>	11	0.39	0.26
レッドブラウターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	7	0.39	0.31
パラキウム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	0.40	0.31
プランチョネラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	0.40	0.36
レッドブラウターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	0.40	0.23
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	0.42	0.37
カメレレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	18	0.43	0.38
” ”	19	0.49	0.41
セルチス <i>Celtis kajewskii</i>	30	0.50	0.44
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	0.51	0.41
タウン <i>Pometia pinnata</i>	23	0.53	0.52
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	0.53	0.33
カメレレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	0.55	0.32
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	0.56	0.49
タウン <i>Pometia</i> sp.	26	0.58	0.45
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	0.62	0.52
タウン <i>Pometia pinnata</i>	25	0.66	0.63
クイラ <i>Intsia bijuga</i>	13	0.66	0.75
タウン <i>Pometia pinnata</i>	24	0.70	0.69
マラス <i>Homalium foetidum</i>	10	0.80	0.53

注) 1) 試料全乾比重はこの報告の第 1 報より引用した。

の 性 質
of charcoal

木 炭 の 性 質 Charcoal analysis							
硬 さ Hard- ness	収 量 Yield (%)	長さの収縮率 Shrinkage in length (%)	精 煉 度 Degree of refining	工 業 分 析 Proximate analysis			
				水 分 Moisture (%)	灰 分 Ash (%)	揮 発 分 Volatile matter (%)	固定炭素 Fixed carbon (%)
S	27.7	15.2	5.0	4.17	5.64	15.07	75.12
S	24.8	13.3	6.5	4.50	4.69	19.98	70.83
S	29.0	14.4	6.5	4.83	4.23	15.85	75.09
S	29.0	14.4	6.5	4.83	1.91	13.59	79.67
S	22.8	16.5	6.5	5.49	3.37	16.28	74.86
S	25.1	14.5	6.5	6.25	3.70	15.69	74.36
S	24.9	15.6	5.5	4.27	1.94	14.01	79.78
S	26.9	14.7	6.5	6.69	3.01	18.81	71.49
S	24.0	13.7	6.5	5.09	2.21	15.32	77.38
S	27.0	14.7	6.0	4.88	1.30	13.51	80.31
S	28.1	13.7	5.4	6.99	1.31	14.63	77.07
S	24.6	14.6	5.0	6.70	2.73	15.89	74.68
S	25.9	14.4	5.0	5.38	1.85	12.78	79.99
S	26.6	13.0	5.0	5.39	3.89	17.16	73.20
S	25.3	13.0	6.5	6.32	1.12	16.02	76.54
S	24.2	15.3	5.5	5.33	1.90	15.00	77.77
S	25.5	13.9	7.0	5.45	2.54	14.37	77.64
S	29.9	13.8	6.5	4.14	1.55	11.24	83.07
S	21.0	14.6	5.5	4.50	1.99	15.00	78.51
S	31.4	13.7	6.5	6.50	2.38	18.32	72.80
S	22.8	12.5	6.0	4.67	3.42	14.61	77.30
S	24.6	14.9	6.0	5.43	2.30	17.51	74.76
S	27.0	13.8	7.0	5.50	2.11	14.38	78.01
S	24.0	16.1	6.0	4.59	2.67	15.84	76.90
S	24.9	14.3	6.0	4.53	3.00	12.86	79.57
S	22.4	13.0	6.0	5.29	4.36	12.95	77.40
H	24.6	15.6	5.5	6.34	3.48	13.87	76.31
H	25.6	12.8	6.5	6.11	2.13	13.28	78.48
H	28.6	14.7	6.0	6.11	2.88	13.50	77.51
H	28.5	13.5	6.8	4.64	3.60	13.70	78.06

Note) 1) Specific gravity of wood specimens (o. d.) were quoted from Report No. 1 of this study.

引用文献

- 1) 木材部・林産化学部：南洋材の性質および加工性の評価，林試研報，277，87～130，(1975)
- 2) KLAUDITZ, W. : Inst. f. Holzforschung, Braunschweig, Ber., 25, (1952)
- 3) STEGMANN, G. & BISMARCK, C. V : Holzforsch. u. Holzverwert., 20, 1, 1～10, (1968)
- 4) 須藤彰司：南洋材，439 pp., (1970)
- 5) 長沢定男・佐野弥三郎：南洋材の性質 19, カリマンタン・ニューギニア産 10 樹種のハードボード適性，林試研報，262，148～159，(1974)
- 6) 守屋正夫：木材繊維の形態的特性と紙の性質について，紙パ技協誌，21，3，123～144，(1967)
- 7) 長沢定男・佐野弥三郎：南洋材の性質 17, ニューギニア・ソロモン産 7 樹種のハードボード適性，林試研報，244，193～201，(1972)

**Properties of Some Papua New Guinea Woods Relating
with Manufacturing Processes II
Plywood, particleboard, fiberboard, pulp and charcoal
from some East New Britain woods**

Working Group on Utilization of Tropical Woods⁽¹⁾

Summary

Several processing tests concerning the manufacturing of panel products, pulp and charcoal were carried out on twenty-four species collected at a lowland rain forest in New Britain Island in 1975. The sample bolts of each of these species were taken respectively from the same log as listed in the first report.

Physical, mechanical and chemical properties together with fungi susceptibility measured on the same sample logs will be reported in the next paper.

1. Manufacturing of veneer and plywood

1.1 Veneer cutting

In respect to veneer cutting, the lathe check developed at cutting and roughness of cut surface of rotary cut veneer were measured. In addition to the test of veneer cutting, hardness and bending properties in green were also measured as the related properties to veneer cutting.

Procedure

1) Veneer cutting test

After the logs were rounded up to the diameter of about 50~60 cm and cross cut to the length of about 25 cm, the bolts were installed with the small experimental veneer lathe (maximum knife length of 45 cm). The nominal veneer thickness was 1.02 mm, and the nose-bar opening was 10% of horizontal opening. The depth of lathe checks was measured at the end surface of veneer after magnification of twenty times, and the roughness of cut surface was measured at the loose and the tight side of veneer with the stylus method type instrument of measurement of surface roughness. The lathe check depth was shown by the ratio of lathe check depth to veneer thickness, and the roughness of veneer surface was shown by the roughness of center line average.

2) Hardness and bending test

The dimension of specimen of bending test was 130 mm (length)×15 mm (width)×7 mm (thickness). The span direction was perpendicular to the longitudinal direction of wood and applied the load on tangential or radial surface of specimen. Eight to ten specimens were prepared for each test.

The dimension of specimen of hardness test was 4 cm×4 cm×4 cm, and Brinell hardness was measured on tangential and radial surface. Four to five specimens were prepared for each species.

Received September 4, 1976

(1) Wood Technology Division and Forest Products Chemistry Division

Results

The results of Brinell hardness test, bending test, and veneer cutting test are shown in Table 1 and Table 2, respectively. The characteristics of species for the production of veneer were summarized as below.

Spondias (1): Although specific gravity, Brinell hardness and Young's modulus were almost equal to those of *Alstonia* (2), *Octomeles* (8), *Antiaris* (15), *Artocarpus* (16), *Cryptocarya* (12), *Pterocymbium* (29) and *Planchonella* (28), it was difficult to produce the veneer because the fiber could not be cut sharply in the case of cutting with the sharp knife edge.

Intsia (13), *Homalium* (10): Because of high specific gravity, Brinell hardness and Young's modulus in bending, these two species were difficult to cut or to chuck the bolt to the veneer lathe at green condition. As the rotary lathe used in this experiment was the small, experimental type, these species were not able to cut the veneer in respect of the capacity of machine. If the veneer cutting was done with the practical rotary lathe, the thicker veneer would be difficult to produce without heating the bolts at a temperature of above 90°C prior to cutting.

Octomeles (8), *Cryptocarya* (12), *Antiaris* (15), *Pterocymbium* (29): However very low the value of lathe check depth, the veneer produced tended to have a very remarkable fuzzy surfaces. Because of the fuzzy surface, the veneer was difficult to be used for a face veneer.

Alstonia (2), *Terminalia* (5, 6), *Artocarpus* (16), *Palaquium* (27), *Planchonella* (28), *Celtis* (30): With the exception of *Terminalia* and *Celtis*, the lathe check was not large, but the fuzzy surface was remarkable. The fuzzy surface occurred on the veneer at cutting the inner part of the bolt in *Alstonia*, *Terminalia* and *Palaquium*, and on a half length of veneer of one revolution of bolt in *Artocarpus*, *Planchonella* and *Celtis*.

Eucalyptus (17~19): The lathe check was very deep and the surface of veneer was most rough among species tested in this experiment. Furthermore, the veneer produced from the bolt of No. 18 was so easily to severe that the veneer was difficult to reel after cutting.

Terminalia (4), *Terminalia* (7), *Pometia* (26): These species could be cut into smooth surface of veneer, but the lathe check was developed considerably deep.

Canarium (3), *Elaeocarpus* (9), *Calophyllum* (11), *Dysoxylum* (14), *Syzygium* (20), *Anthocephalus* (21), *Evodia* (22), *Pometia* (23~25): The veneer surfaces of these species were very smooth, but the lathe check of *Canarium*, *Elaeocarpus*, *Dysoxylum* showed a little high value.

1.2 Veneer drying

The suitability of veneer drying of the sample woods was investigated. The major purpose of this experiment was to compare the veneer drying time of each species. In addition, warping of veneer was measured.

Procedure

Logs were rounded up to the diameter of about 50~60 cm in advance with a commercial veneer lathe and cross-cut to the length of about 35 cm. Then, the bolts were peeled with a small experimental veneer lathe. Veneer thickness was about 1 mm. The test specimens were obtained from the portion about 3~4 cm inside from the new log surface after the previous rounding. The size of specimens was 30×30 cm.

The veneer dryer used in this study was an experimental drying chamber with electric heater and automatic temperature control equipment. The drying condition was as follows: dry-bulb temperature.....140°C, wet-bulb temperature.....58°C, air velocity.....1.6 m/sec.

Each veneer was put on the iron-framed holder which was suspended by a thin wire connected to a precise load cell through the ceiling of the drying chamber. Thus, weight loss of

the veneer was recorded electrically.

Shrinkage of the veneer in width (tangential direction) was measured in the middle and in the other two portions 5 cm apart from the veneer edges. Thickness was measured at the four corners of the veneer.

For comparison of warping, extra veneers dried by a commercial type veneer dryer of horizontal air circulation with the temperatures of 130~140°C were offered. Veneers were dried while they were fed and carried between the two wire net conveyors.

The warping of the dried veneers was evaluated with our grading standard.

Results

1) Drying time

Both drying rate and drying time of veneer were calculated from the drying curves. The experimental results are shown in Table 3 including specific gravity and initial moisture content. At first, drying time was obtained as the time required to dry the veneer from green to 10% moisture content regardless of its thickness. Then, the drying time obtained in this way was converted to the one (A) of 1.0 mm thick veneer. The drying time from 60% to 10% moisture content was also converted to the one (B) of 1.0 mm thick veneer.

Drying time (A) did not relate to the single factor such as specific gravity or initial moisture content, but it could be explained well by the following multiple regressive equation.

$$t = -2.428 + 0.03369 U_a + 7.42 r_0 \quad (R=0.937)$$

t : drying time (A), U_a : initial moisture content,
 r_0 : specific gravity in oven dry

2) Shrinkage

Results of shrinkage of veneer from green to oven dry in width (tangential direction) are shown in Table 3, and relation between the shrinkage and specific gravity are shown in Fig. 3. The coefficient α_i/r_0 of *Octomeles* (8), *Palaquium* (27), *Cryptocarya* (12) and *Artocarpus* (16) were remarkably high (above 20). These species belonged to the group with high values among tropical woods considering many additional species. The coefficient of the other species in this experiment except the above was at almost the same level as in the previous results.

3) Warping

Every veneer was dried below 5% moisture content, and measured height of the pile of 50 sheets of veneer with a dead load (approx. 10 g/cm²) on the top of the pile and without dead load.

Judging by our grading standard, warping of *Spondias* (1) was severe, and those of *Elaeocarpus* (9) and *Artocarpus* (16) were moderate, but those of the other species were slight. Photo. 1 shows the pile of 50 sheets of dried veneer.

The characteristics of each species for veneer drying may be summarized as follows:

- a) *Artocarpus* (16) had high initial moisture content and took a very long time to be dried.
- b) *Spondias* (1) had high initial moisture content and took a fairly long time to be dried.

The warping of the veneer was somewhat severe.

c) *Alstonia* (2), *Terminalia* (4), *Antiaris* (15), *Anthocephalus* (21), *Planchonella* (28) and *Pterocymbium* (29) had high initial moisture content and took a fairly long time to be dried. The warping of these veneers was not so severe.

d) *Syzygium* (20) had a somewhat high initial moisture content and took a fairly long time to be dried.

- e) As for the other species, any particular unsuitable characteristic for veneer drying

was not recognized.

1.3 Veneer gluing

The glue bond qualities of the plywoods made of rotary veneers were measured.

Procedure

The dimension of veneers used was 1.0 mm in thickness and about 30 cm square in area.

The adhesives used were phenolic resin, melamine urea co-condensation resin and urea resin. The mixing and pressing conditions were ordinary ones (Table 5 and 6). Glue spread was around $30 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ and $20 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ for double glue line. The glues were coated on the core veneers by a rubber-roll spreader with doctor roll and three-ply panels were made as the test plywoods. The moisture contents of veneers used were from 9.5% to 11.5%.

The bond strength was measured in accordance with bonding strength test methods in the Japanese Agricultural Standard of plywood (Table 7). The test specimens, 80 mm long and 25 mm wide, were cut from the glued panels and kerfed at intervals of 13 mm to provide a test area in the center of the specimen.

Thirty-six specimens were prepared from the three test plywoods of each species. In this case, one half of total specimens were "Close type" and the other half were "Open type" for the direction of lathe check in core veneer.

The cyclic boil test was adopted to the plywoods glued with the phenolic resin and melamine-urea co-condensation resin. The test specimens were boiled in water for 4 hours and then dried at a temperature of $60 \pm 3^\circ\text{C}$ for 20 hours. Furthermore, they were boiled again in water for 4 hours and then cooled in water until its temperature went down to room temperature. After that, the bond strength of the wet test specimens were measured while they were wet under the tension loading with a shear testing machine.

The hot and cold soak test was adopted to the plywoods glued with the urea resin. The test specimens were submerged in hot water at a temperature of $60 \pm 3^\circ\text{C}$ for 3 hours and then cooled in water until its temperature went down to room temperature. After that, the bonding strength of the test specimens were measured by the same method as that on the phenolic resin plywoods.

Results

The results of bond strength test are shown in Table 8 (glue spread: $20 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$) and Table 9 (glue spread: $30 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$). The relations between bond strength and specific gravity are shown in Figs. 4~9 on each glue and glue spread respectively.

The species which showed unsatisfactory glue bond quality are as follows; *Terminalia* (4, 7), *Eucalyptus* (18, 19), *Syzygium* (20) and *Celtis* (30) in the case of gluing with phenolic resin. In the case of $30 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ of glue spread, however, the bond strength of *Eucalyptus* plywoods showed an increase of 50% as compared with that of $20 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ of glue spread.

Terminalia (4), *Syzygium* (20), *Pterocymbium* (29) and *Celtis* (30) in the case of gluing with melamine-urea co-condensation resin.

Alstonia (2), *Octomeles* (8), *Cryptocarya* (12), *Antiaris* (15), *Pterocymbium* (29) and *Celtis* (30) in the case of gluing with urea resin.

Especially in the plywoods glued with melamine-urea co-condensation resin, the bond strength by the spread of $30 \text{ g}/(30 \text{ cm})^2$ showed higher value compared with that of 20 g spread.

2. Manufacturing of boards

2.1 Particleboard

To discuss suitability of tropical hardwood as raw material for particleboard, the influence of specific gravities and extractives of the raw materials on the machinability in preparing particles and the properties in resultant boards were investigated.

Procedure

1) Manufacture of particleboard

Thirty individuals or twenty-four species were cut by disc-type shaving machine and then reduced by hammer crusher. The sizes of the resultant particles were $0.2\text{ mm} \times 1 \sim 5\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ for surface-layer and $0.5\text{ mm} \times 5 \sim 10\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ for core in three-layer board.

The moisture content of surface particle after glue spreading was 18%, and that of core particle was 10%. In the case of some species which caused the blow or puncture during hot-pressing, however, the moisture content of surface particle was depressed to 15% as shown in super script No. 3 in Table 10. The adhesive (urea resin, Holamine J-452, 49% solids) content was 11% for surface particle and 7% for core in oven-dry state. The hardener, Catalyst-376, was used at a rate of 3% of liquid resin. Phenolic resin was exceptionally used for *Pterocymbium* (29) which caused the puncture during hot-pressing, even in 15% of moisture content in surface particle.

Weighing ratio of surface to core particle was 1 : 2 in dry state. The size of the board pressed was $15\text{ mm} \times 35\text{ cm} \times 35\text{ cm}$. The target-specific gravity of board was 0.70. The temperature of the hot-press platen was 150°C , and the pressing time was 10 min. The pressure was applied on a step-down system of 30 kg/cm^2 (3 min), then 15 kg/cm^2 (3 min) and finally 5 kg/cm^2 (4 min).

Three replications of the board were made for each species.

2) Testing procedure

In the case of measuring quantity of cold water extractives and their acidity (pH), 50 g of the core particles were immersed into 2 l-distilled water for 24 hours.

All board specimens were tested after conditioning for three weeks at 20°C temperature and 65% relative humidity. Bending properties, internal bond, wood screw holding strength and thickness swelling after 24 hours water immersion were tested by JIS A 5908. Six replications were used for each condition.

Results

1) Machinability in shaving

The specific gravities of the raw materials used in this study were distributed from 0.31 to 0.86 as shown in Table 10. In the case of specimens having too high specific gravity, the knife of the shaving machine was easily dulled in the process of preparing the particles. Although the wood species from Papua New Guinea showed low specific gravity below 0.4 at the rate of 30% of whole species, the shaving knife was easily blunting in several species, because fuzzy grain plucked by cutting were easily apt to adhere to the edge of the knife. In respect to machinability in cutting particle, the suitable specific gravity of the raw materials seemed to be distributed from 0.40 to 0.70.

In the case of the species which contained more than 2% of extractives in cold water immersion, the extractives stuck and burned to the knife and knife disc of the shaving machine. This seems to be a negative factor for cutting of particle.

2) Relationship between acidity of species and puncture occurred during hot-pressing

Although a normal wood in general shows lower acidity than 7 in pH in cold water extractives, the several species in this study showed higher pH (more than 7) as shown in Table 10. The species contaminated by blue stain showed accidentally higher pH. In this study, however, the blue stains were recognized in the sapwood of 12 specimens among 30. Therefore, it seemed not to have a correlation between blue stain and alkalinity of cold water extractives.

On the other hand, the two species having higher pH (more than 7) in cold water extractives caused the blow or puncture during hot-pressing. This is because of the fact that urea resin usually ought to cure in acid state and therefore, when the cold water extractives of wood shows alkaline state, gluability of urea resin decreases.

3) Influence of density factor on properties in particleboard

As the correlations between the board properties and the specific gravity were not significant in several species, the density factor (specific gravity of board/specific gravity of raw material) was used instead of specific gravity of the particleboard when comparing with the board properties.

The species which caused the blow or puncture during hot-pressing showed low density or high density factor when pressing the particleboard. And also the particleboard from high density materials showed the low grade properties due to their non-compressibility as shown in Table 11. In thickness swelling in 24 hours water immersion, exceptionally higher density materials showed relatively small swelling.

As far as low grade properties in particleboard bonded by urea resin were concerned, the following species were significant: *Pterocymbium* (29), *Alstonia* (2), *Antiaris* (15), *Octomeles* (8), *Celtis* (30), *Syzygium* (20) and *Homalim* (10).

And the lower- and higher-density species were also not suitable for the machinability in cutting particles.

2.2 Hardboard

To discuss the suitability of tropical hardwood as raw material for hardboard, mechanical properties and water repellency of boards were investigated.

Procedure

1) Manufacture of hardboard

The chips which were prepared from thirty individuals or twenty-three species were steamed for 4 min and fiberized for 1 min in laboratory-type Asplund Defibrator at three temperature levels (165, 175 and 183°C). The coarse fibers obtained were refined in Sprout Waldron's 12" refiner at room temperature. Pulp freeness after refining was 22 ± 2 second. After the pulp was agitated in a pulp chest, the wet fiber mats were prepared in a 25 by 25 cm forming box, then cold-pressed to remove excess water. Moisture content of the pulp was about 65% in wet base. The pulp used for a mat was 200 g in bone-dry state. A schedule applied in hot pressing is shown in Fig. 10. Most of the boards were sized with paraffin emulsion and were strengthened with phenolic resin in various adding levels (Table 12).

2) Testing procedure

Bending strength and water absorption were tested by JIS A 5907. In the case of impact bending strength, Charpy type impact tester was used, and tensile strength specimen was sized in 2.5×20 cm and tested by Tensilon type testing machine. Three to six replications were used for each condition.

Results

The results obtained are as follows:

- 1) The untreated hardboards from all of the species showed higher water resistance than that from Japanese hardwood. The sizing treatment might be necessary in commercial production.
- 2) The sizing by paraffin wax emulsion was remarkably effective for improving of water repellency, so most of the hardboard sized could meet the requirement specified in Japanese industrial standard for hardboard.
- 3) On the other hand, the sizing by phenolic resin was markedly effective for improving both the mechanical properties and water repellency of hardboard, in proportion to the amount of resin added.
- 4) The oil-tempering of hardboards was also significantly effective for improving the board properties in all wood species tested, and the rate of improvement on board properties are roughly estimated at 30 to 50% of the property levels on untreated hardboard.
- 5) Table 13 shows the results of the properties in hardboard.

3. Pulping

3.1 Morphological properties of wood fibers

Properties of pulp and fiberboard are affected by morphological properties of wood fibers. To clarify the relationship between them in the case of tropical hardwood species, fiber length, fiber diameter and thickness of cell wall were measured.

Procedure

- 1) Thirty sulphate pulps, which were prepared in pulping of specimens from sample logs (see 3.2), were used without drying.
- 2) By using of profile projector, one hundred and fifty fibers were measured in length (magnification 100), and fifty fibers were measured in fiber diameter and lumen width (magnification 1,000).
- 3) Average value of cell wall thickness is obtained from the average value of fiber diameter and lumen width as follows:

$$\text{cell wall thickness} = (\text{fiber diameter} - \text{lumen width}) / 2$$

Results

Results obtained are shown in Table 14. The total mean of fiber length was 1.37 mm. In the group of long fiber, *Palaquium* (27) showed the longest fiber (1.94 mm, and subsequently *Homalium* (10) 1.80 mm, *Octomeles* (8) 1.76 mm, *Syzygium* (20) 1.67 mm and *Artocarpus* (16) 1.60 mm. In the group of short fiber, *Pometia* (23~26) and *Antiaris* (15) were 0.99~1.08 mm. The values in the fiber length of the specimens from Papua New Guinea are situated between that of Japanese hardwood and softwood. The value of the fiber diameters ranged from 21~43 μ , and *Alstonia* (2), *Planchonella* (28), *Palaquim* (27), *Octomeles* (8) and *Artocarpus* (16) belong to the group of larger fiber diameter.

In the cell wall thickness, *Homalium* (10) showed a maximum thickness (11.2 μ), however, other species ranged from 5.7~9.7 μ .

3.2 Pulping

The present paper deals with results of the laboratory work on the sulphate pulping and the properties of the sulphate pulps from thirty specimens of tropical woods.

Procedure

1) Sulphate pulping

The logs were cut into chips with a guillotine type chipper.

Sulphate pulps were prepared in a 4-litre stainless steel autoclave equipped with an electrically controlled heater.

The pulps were washed, disintegrated, and screened on an 8-cut screen plate. Pulping conditions are shown in Table 15. Yield determinations and subsequent evaluations were made on the screened pulps.

2) Kappa number determination

Kappa number of the pulps was determined in order to estimate the residual lignin content of the unbleached pulps. Furthermore, Roe numbers were calculated by multiplying the Kappa numbers by the factor, 0.16.

3) Bleaching and Brightness measurement

The pulps from the eight species were subjected to bleaching examinations, and they were accomplished in a five-stage bleaching sequence, C-E-D-E-D. The brightness of the bleached or unbleached pulps was measured according to the appropriate JIS method.

Trials were also made to reckon PC numbers which represent the effect of heating at 105°C for 18 hrs on colour reversion of the bleached pulps.

4) Beating

Beating operations were done by means of a PFI mill according to TAPPI Standard T 248. Most of the pulps were beaten to 220 ± 20 ml CSF.

5) Evaluation of pulps

Handsheet making and testing were carried out according to the method described as JIS.

Results

The properties of the unbleached sulphate pulps are shown in Table 15.

Most of cooks were made in the liquor-to-wood ratio of 5.0 or 5.5, with a few exceptions in which the apparent density of wood chips was out of the ordinary.

Total pulp yield ranged from 40.7% (*Alstonia*, 2) to 50.5% (*Planchonella*, 28).

The pulps from *Spondias* (1), *Canarium* (3), *Eucalyptus* (17, 18), and *Planchonella* were superior, and those from *Alstonia*, *Terminalia* (5, 6), *Syzygium* (20), *Anthocephalus* (21), and *Pometia* (23~25) were inferior to the others in yield.

The Kappa number or Roe number of the pulps was of common value for sulphate pulps, but those from *Cryptocarya* (12), *Evodia* (22), *Pometia* (24), and *Planchonella* showed comparatively low numbers.

In the course of pulping of *Syzygium*, some pitchy precipitation was noticeable, though it was of no significance in bleaching.

The brightness of the unbleached pulps from *Cryptocarya*, *Planchonella*, and *Evodia* was higher as compared with that of pulps from the others, while that from *Homalium* (10) gave the lowest brightness, 11.7.

The results of bleaching test are shown in Table 16.

The brightness of the bleached pulps ranged from 76.9 to 82.0, indicating that these pulps have less bleachability than that of pulps from Japanese wood.

The results from the beating tests and evaluation data for the unbleached and bleached pulps are shown in Table 17. The pulps from *Calophyllum* (11) and *Pometia* (23) required somewhat longer beating time than those from the others.

These pulps had on the whole slightly higher tearing resistance, tensile strength, bursting strength, and folding endurance than that of the pulps from ordinary tropical woods.

The strength properties and the handsheet densities of the pulps from *Terminalia* (6, 7), *Calophyllum*, *Evodia*, and *Celtis* were similar to that of the pulp from a hardwood such as Japanese beech wood.

It may be given as a conclusion that all the wood samples investigated are suitable for production of sulphate pulps for papermaking, although they showed relatively lower yields and strength properties of pulps than those of pulps from Japanese woods.

4. Manufacturing of charcoal

To discuss a suitability of tropical hardwood as raw materials for charcoal, the properties of charcoals made in a rectangular block kiln were investigated.

Procedure

1) The rectangular block kiln (Fig. 12)

The materials of construction were light cement blocks, cement, sand, gravel, castable refractory cement, steel reinforcing rods and ceramic pipes.

The size of the kiln was 150 cm wide and 300 cm long and 120 cm high (inside dimensions). It was built on a poured concrete floor of about 20 cm thick. The kiln had three walls made of a single-layered light cement block of 15 cm thick and lined with a castable refractory cement of 1 cm thick. The ceiling was made of reinforced concrete lined with a castable refractory cement of 1 cm thick (Table 18).

Test specimens were 30 individuals or 24 species and the size of specimens was 5 cm square in cross section and 100 cm long. These specimens were vertically charged together on a grid of round woods about 10 cm thick on the floor in the central part of the kiln. In the remaining space, Japanese round hardwoods were vertically charged. The sum of the main woods was about 2.5 tons in weight.

2) Charcoal analysis

Volumetric gravity (g/cm^3) was given as weight in unit volume of charcoal. Hardness of charcoal snapping surface in cross section was determined by Miura charcoal hardness tester (1 to 20 in degree). Hard charcoals (H) showed above 1 degree in hardness, and soft charcoals (S) below 1 degree. Charcoal yield was given with % of weight of original wood (air dry), and charcoal shrinkage was given with % of length of original wood (air dry).

A refining degree of charcoal was indicated by the exponent of the electric resistance determined in charcoal surface.

Moisture, ash, volatile matter, and fixed carbon in charcoal were measured according to the methods of JIS M 8812 (1963).

Results

1) Temperatures during carbonization

Carbonization temperatures in the upper and the lower parts of the specimens in the central part of the kiln, and the outlet of smoke stack are given in Fig. 13. It can be recognized from this figure that the carbonization of the main wood in the kiln is successfully proceeding. The time of carbonization needed was about 70 hr, and the final temperatures are 700°C at the upper part and 500°C at the lower part of the specimens in the kiln, and 380°C at the outlet of smoke stack.

2) Properties of charcoal

The properties of the charcoals obtained were arranged in the order of specific gravities of original woods as shown in Table 19. The higher specific gravity of original wood was, the greater volumetric gravity and hardness of charcoal were, and the smaller shrinkage and volatile matter of charcoal were. Many tropical woods have the ash content of above 1%, while many charcoal specimens in this study showed more than 2.5% ash content.

The charcoals of *Pometia* (24, 25) and *Intsia* (13) were higher in hardness than that of others.

Hard charcoals (H) would be able to use for domestic or industrial purposes, and soft charcoals(s) may be used as a raw material of charcoal briquettes.