

南洋材の性質 16

フィリピン産レッド ラワン材の性質

木材部・林産化学部

Wood Technology Division and Forest Products Chemistry Division:

The Properties of Tropical Woods 16

Study on the utilization of the Red lauan wood

from the Philippines

要 旨：南洋材の利用開発を目的として、現在まで各地区産の約30樹種を逐次とりあげ、材質および加工性を検討してきた。今回、これらを総括するための対照材という意味から、フィリピン産レッド ラワンをとりあげ、生育地の明確なる原木について試験を行なった。

原木によって構成要素の割合や道管などの形状はある程度異なり、各原木の平均容積重は0.44~0.55 (g/cm³) の範囲にあった。容積収縮率と容積密度数との比は全体の平均が27で、原木によっては交錯木理が相当大きい。これらの静的曲げにおける繊維方向のヤング率は各原木の平均が89~130 (10³kg/cm²)、強さは703~1,080 (kg/cm²) の範囲にあり、異方性がかなりつよい。

加工適性としてとりあげた項目のうち、素材加工では、丸ノコによる切削性は中庸といえ、回転鉋による切削抵抗は容積重との関係においてやや大きく毛ばちがおこりやすい。

乾燥は比較的早い。狂いはやや大きく、接着性は良好である。合板製造では単板の切削が容易で、煮沸による品質向上の効果も大きい。単板の乾燥では容積重に相応して所要時間が短く、単板の接着性もすぐれている。心材の腐朽性の区分は「中」あるいはそれ以上と判断される。塗装時の作業性、乾燥後の塗膜状態はよく、塗膜割れもすくない。

パルプの収率、強度的性質は高い値を示したが、漂白性はあまり良好でない。ハードボードの場合も収率が高く適材といえる。

以上の材質および加工性の定量的なものはあくにより、従来広範な用途に使われ、加工しやすいとされてきた内容がほぼ明らかになった。

目 次

I 緒 言	中村 章・筒本 卓造	3
II フィリピン産レッド ラワン材の解剖学的性質	須川 豊伸	9
III フィリピン産レッド ラワン材の容積重、収縮率および交錯木理のあらわれかた	中野 達夫	19
IV フィリピン産レッド ラワン材の強度的性質	山井良三郎・近藤 孝一	42
V フィリピン産レッド ラワン材の乾燥スケジュール	佐藤 庄一・鷲見 博史	67
VI フィリピン産レッド ラワン材の丸ノコによる被削性	山口喜弥太	78
VII フィリピン産レッド ラワン材の回転鉋における被削性	星 通	83
VIII フィリピン産レッド ラワン材のひき板接着適性	森屋 和美・菅野 義作・千葉 保人	94
IX フィリピン産レッド ラワン材のロータリー単板切削	木下 叙幸・大平 裕	104
X フィリピン産レッド ラワン材の単板の乾燥性	筒本 卓造・久田 卓興	117
XI フィリピン産レッド ラワン材の単板接着性	柳下 正・唐沢 仁志	124

XII	フィリピン産レッド ラワン材の塗装適性	川村 二郎	131
XIII	フィリピン産レッド ラワン材の耐朽性	松岡昭四郎	147
XIV	フィリピン産レッド ラワン材のパルプ化	香山 彌・菊地文彦・高野 勲・宇佐見国典・本田 収	153
XV	フィリピン産レッド ラワン材のハード ボード適性	長沢 定男・佐野弥三郎	158

Contents

I	Introduction	Akira NAKAMURA and Takuzô TSUTSUMOTO	3
II	The anatomical characters of Red lauan wood from the Philippines	Toyonobu SUGAWA	9
III	Density, shrinkage and interlocked grain of Red lauan wood from the Philippines	Tatsuo NAKANO	19
IV	Mechanical properties of Red lauan wood from the Philippines	Ryôzaburo YAMAI and Kôichi KONDÔ	42
V	Drying schedules of Red lauan wood from the Philippines	Shôichi SATÔ and Hiroshi SUMI	67
VI	Sawing properties of Red lauan wood from the Philippines using circular saw	Kiyata YAMAGUCHI	78
VII	Cutting properties of Red lauan wood from the Philippines by rotating knife	Tooru HOSHI	83
VIII	Gluings faculties of laminated wood made of Red lauan sawn boards from the Philippines	Kazumi MORIYA, Minosaku SUGANO and Yasuto CHIBA	94
IX	Rotary veneer cutting of Red lauan wood from the Philippines	Nobuyuki KINOSHITA and Yutaka ÔHIRA	104
X	Veneer drying of Red lauan wood from the Philippines	Takuzô TSUTSUMOTO and Takuoki HISADA	117
XI	Adhesion properties in veneers of Red lauan wood from the Philippines	Masashi YAGISHITA and Hitoshi KARASAWA	124
XII	Paintability test of Red lauan wood from the Philippines	Jirô KAWAMURA	131
XIII	Relative durability of Red lauan wood from the Philippines	Shôshiro MATSUOKA	147
XIV	Kraft pulping and papermaking characteristics of Red lauan wood from the Philippines	Tsutomu KAYAMA, Fumihiko KIKUCHI, Isao TAKANO, Kuninori USAMI and Osamu HONDA	153
XV	Quality test on the manufacturing hardboard of Red lauan wood from the Philippines	Sadao NAGASAWA and Yasaburô SANO	158

I 緒 言

中 村 章⁽¹⁾

筒 本 卓 造⁽²⁾

昭和39年以来、フタバガキ科の樹種を中心に約30樹種の南洋材の材質や加工性について一連の試験を行ない、その結果を逐次発表してきた。今回、これらを総括するための対照材として、わが国で古くから使用されてきたフィリピン産レッド ラワンをとりあげ、従来と同様の方法により項目別に諸性質を検討することにした。これに基づいて既報の樹種との相違点を明らかにすることは、今後の新しい樹種の利用開発にあたっても、実用上多くの指針を与えるものと考えられる。

レッド ラワンについては、原産地はもちろんわが国においてもすでに多くの試験結果が発表されているが、それらは参考になるとしても試験方法が異なるため、われわれの一連の試験結果との対比がむずかしく、また個体内の関連する性質を知る必要からも、なるべく同一の試験材を用いることが望まれ、極力生育地、伐採時期などの明確な試験材を入手するようつとめてこの試験を行なった。

なお、レッド ラワンの結果と既報のそれとの対比にあたっては、フタバガキ科のメランチ類、アビトン類、カプール類に主体をおき、それぞれの項目ごとに行なうことにした。

この試験に際し、試験材の手配につき多大なお手数を煩わした富士木材(株)および本試験の遂行にご協力を賜わった木材部、化学部の各位に深甚の謝意を表する。

供 試 材

試供したレッド ラワン材 (*Shorea negrosensis* Foxworthy) は富士木材(株)をとおして原地の NASIPIT LUMBER COMPANY に依頼し、入手したもので、産地、伐採時期などは下記のとおりで

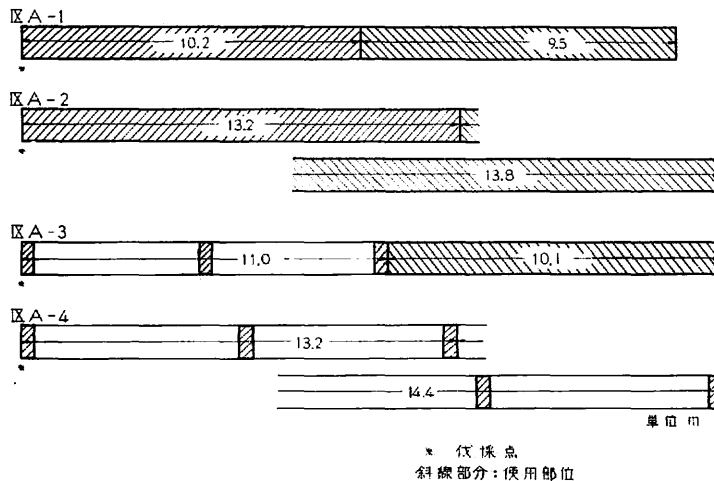


Fig. 1 供試木の長さ和使用部位

(1) 前木材部材質改良科

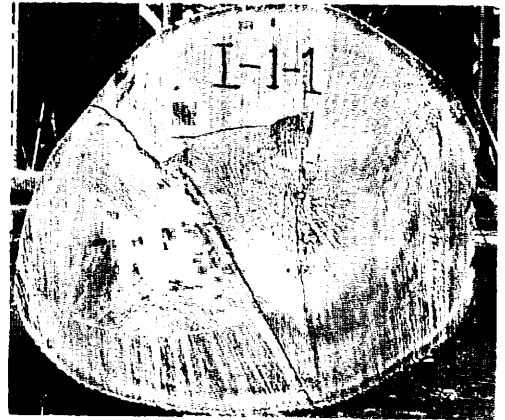
(2) 木材部加工科

Table 1. 供試原木の形状

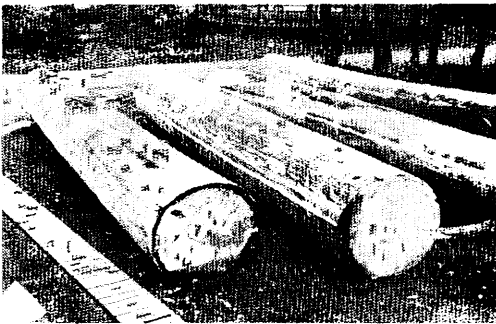
原木番号	丸太の長さ (m)	元口径 (cm)		末口径 (cm)		辺材幅 (cm)		元口のブリットルハート径 (cm)	幹の偏心			幹の曲り	木口割れ	節
		最大	最小	最大	最小	元口	末口		元口	中央	末口			
IXA-1	19.7	106	90	78	74	4.5	3.5	32	中	小	中	ほとんどない	小	なし
IXA-2	27.0	118	86	68	62	6.0	4.0	44	大	小	小	中(上半分)ほとんどない	中	なし
IXA-3	21.1	130	102	78	74	3.5	3.5	40	大	中	小	ほとんどない	大	多い



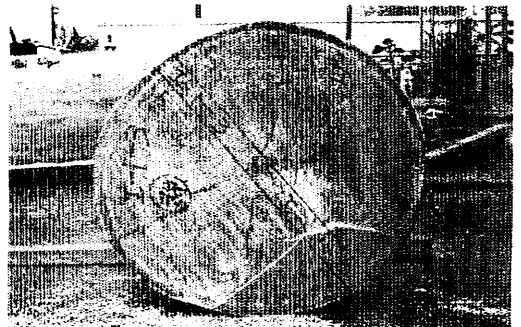
IXA-1



IXA-1(1)



IXA-2



IXA-1(3)



IXA-3



IXA-1(5)

Fig. 2 供試原木の形状

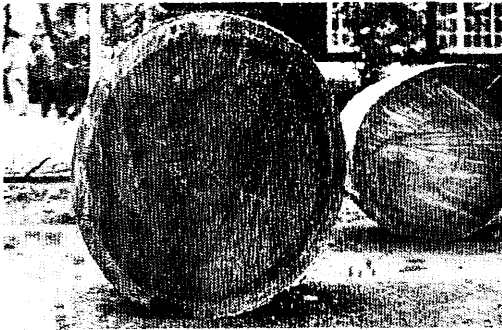
Fig. 3 各部位の形状 (IXA-1)



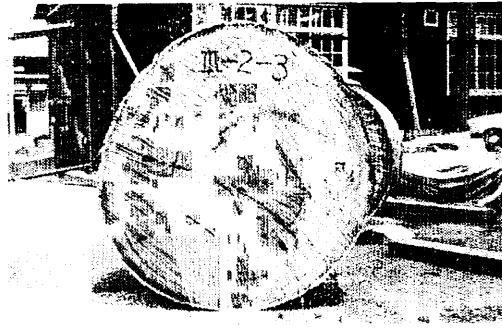
IXA-2-(1)



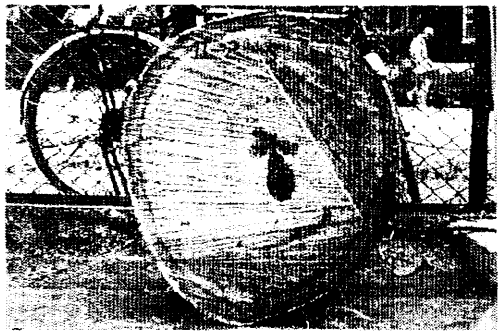
IXA-3-(1)



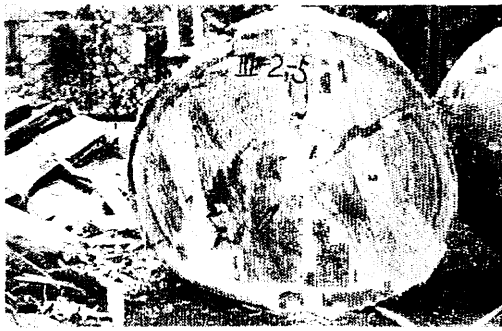
IXA-2-(3)



IXA-3-(3)



IXA-2-(5)



IXA-3-(5)

Fig. 4 各部位の形状 (IXA-2)

Fig. 5 各部位の形状 (IXA-3)

ある。

産地：フィリピン ミンダナオ島、トガオーカマンガ (Tungao-Camanga) 地区、東経 $125^{\circ}21'$ 、北緯 $8^{\circ}45'$ 、海拔460m、ブツアンよりアグサン川を南へ約40 km さかのぼり、西へ約40 km いった位置。

伐採時期：昭和44年2月15日～18日

積出し：ナシピット港 3月1日

入 荷：清水港 3月15日、林業試験場 4月15日

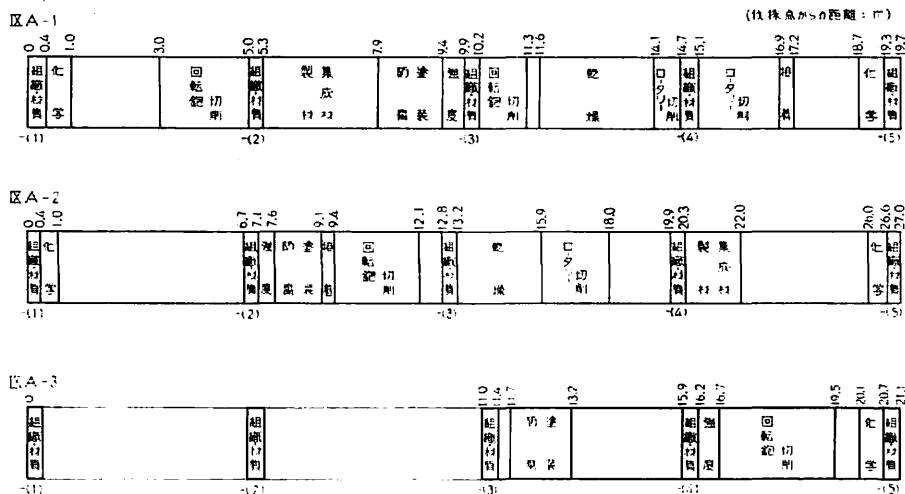


Fig. 6 供試木の使用区分

当场試験用として仕わけされてきたものは4原木であり、19~28mの材を2分した長尺材の状態で入港した。

これらは従来の方法にしたがって、原木番号をIXA-1, IXA-2, IXA-3, IXA-4としたが、実際に購入、供試したのは2原木 (IXA-1, IXA-2) の全部と1原木 (IXA-3) の末口側半分である (Fig. 1)。なお、これら以外のものについては、図に示す一定位置からの円盤のみを対象とした。

供試木の形状寸法などを Table 1 に全体的な形状および元口 (伐採点), 中央, 末口部の形状などを Fig. 2~5 に示す。

これらは Fig. 6 のように各項目別の使用区分をきめて横切り, それぞれ加工, 調整して供試した。横切り線の位置の数字は伐採点からの距離を示し, 伐採点は地上約2mと推定される。組織, 材質関係は原木長さ方向に5分した位置から長さ30~40cmの円盤をとっており, この位置を示す記号として, 原木番号の末尾に元口側から(1)~(5)の番号をつけた (たとえばIXA-1-(1))。それ以外の項目で, 木取り位置を示すために番号を付したものについては, それぞれの項目で説明をつけている。なお, Fig. 6 における空白部分は経常研究用および保存用にあてたものである。

試験結果の要約

供試材はレッド ラワン (*Shorea negrosensis* Foxworthy) 3原木 (材質および回転鉋による切削の項目は4原木) である。

供試木の肉眼的性質はいずれもほとんど差がみとめられないが, 構成要素の割合や道管, 繊維などの形状は供試木間で明らかに異なる。

これら各要素の直径, 膜厚などの半径方向における差異は一定の傾向をもち, 樹心から周辺にむかって道管接線径, 繊維長, 繊維膜厚, 面積率, 道管占有率は増大し, 繊維内腔率, 繊維占有率は減少する。また, 道管数は樹心部が多く, 樹心部からある距離において一定になる。

4原木についての材質試験の結果を Table 2 に示す。容積密度数, 気乾容積重の全供試木についての

Table 2. 供 試 原 木 の 材 質

原木番号	全乾容積重 (g/cm ³)	全乾収縮率(%)		収縮率比 (接/放)
		放射方向	接線方向	
IXA-1	0.37~0.51 0.44	2.2~3.3 2.9	6.8~10.2 8.0	2.3~3.5 2.8
IXA-2	0.37~0.65 0.50	2.5~4.8 3.8	6.8~10.0 8.2	1.7~3.0 2.2
IXA-3	0.39~0.68 0.55	3.6~5.4 4.6	7.6~10.4 9.0	1.7~2.5 2.0
IXA-4	0.36~0.59 0.45	2.4~4.9 3.0	6.1~8.1 7.0	1.5~3.2 2.4
平 均	0.36~0.68 0.49	2.2~5.4 3.5	6.1~10.4 8.0	1.5~3.5 2.4

Table 3. 強度試験の結果 (気乾状態)

原木番号	気乾容積重 (g/cm ³)	含 水 率 (%)	静 的 曲 げ		縦 圧 縮 強 さ (kg/cm ²)	縦 引 張 強 さ (kg/cm ²)	せん断強さ (柁目面) (kg/cm ²)
			ヤング係数 (10 ³ kg/cm ²)	強 さ (kg/cm ²)			
IXA-1	0.43~0.56 0.48	13.0~14.5 14.0	84~99 89	645~760 703	366~405 387	1171~1513 1331	63~77 70
IXA-2	0.48~0.67 0.58	13.5~14.5 14.0	95~131 114	754~1023 932	436~546 501	1035~2268 1508	82~100 92
IXA-3	0.59~0.74 0.68	13.5~14.0 13.5	118~146 130	914~1199 1080	474~618 547	1368~2399 1950	78~106 89
平 均	0.43~0.74 0.58	13.0~14.5 14.0	84~146 111	645~1199 905	366~618 478	1035~2399 1596	63~106 84

平均はそれぞれ 426 kg/m³ と 0.52g/cm³ であるが、原木間の変動が大きく、その順序はIXA-3>IXA-2>IXA-4≧IXA-1となる。また、これらの半径方向における変動はいずれの原木においても、樹心から外側に向かって大きくなる傾向を示す。

容積全収縮率(α_v)と容積密度数(R)との比(α_v/R)は全原木の平均が27で、これは既報の南洋材の平均28よりやや小さい。原木間ではIXA-1, 2, 3, の各原木はほぼ等しいが、IXA-4 はこれらに比べてかなり小さい。

交錯木理の出現状態は原木により異なり、これらの最も著しいものはIXA-2 の原木の樹心からのへだたりが30~60%の部位にみられ、その最大値は材軸方向の長さについて約70%を示す。これにたいし、IXA-4 の原木の交錯木理は全般的にかなり小さく、原木間の変動が大きい。樹心から周辺に及ぶ交錯木理の出現形は原木内のいずれの円板についてもほぼ等しい。

強度的性質のうち、心材部の縦方向のおもなる数値は Table 3 のとおりである。容積重のわりに縦引張強さが大きく、柁目面せん断強さが小さいようである。

静的曲げ強さを容積重で除した値の平均は15.6km (13.2~17.4km) となり、また、縦圧縮強さをヤング係数で除した値の平均は0.34×10⁻² (0.26~0.41×10⁻²) となった。縦圧縮強さを柁目面せん断強さで除した値は 5.7 (4.8~6.6) でかなり大きい。なお、繊維方向、半径方向、接線方向の3軸に関する比は圧縮ヤング係数で100:8.5:3.5、引張強さで100:7.2:3.2となり、かなり異方性がつよい。

ひき材の乾燥にあたって、乾燥速度は相対的に大きく、既報のカプル類、アピトン類はもちろん、容積重の類似した他のメランチ類にくらべても明らかに乾燥がはやい。乾燥による狂いはやや大きい、乾燥温度をある程度たかめても狂いの増加は少ないので、初期乾球温度 60°C 、温度差 5°C 、末期乾球温度 80°C 程度のスケジュールが適当と考えられる。このさいの乾燥日数（厚さ 2.7cm 柾目材）は5日程度であり、実際の工場規模での日数は6～7日となる。

丸のこによる切削抵抗については、歯喉角 25° 、切込み深さ0.2mmのときの比較値が供試3原木について0.48～0.63kgの範囲にある。既報のメランチ類、カプル類、アピトン類に比べてIXA-1はひくく、IXA-2、3は中庸といえる。この歯の摩耗性はひくい部類にはいり、IXA-2の場合、ひき材長50mに対するあさり摩耗量（片側）は0.004mmであった。

回転鉋における切削抵抗は、1刃あたりの送り量3mmのとき1.8～2.4kg/cm（縦切削）であり、原木間ではIXA-1≤IXA-4<IXA-3<IXA-2の関係がみられた。これらは既報のカプル類およびアピトン類の材にくらべて、容積重との関係においてやや大きな値であり、これは交錯木理の差によるものと思われる。刃先の寿命については、欠点率70%に達するときの切削長がいずれも1,000m以下であり、IXA-2および3では交錯木理の程度が大きいため、順目部分における毛羽立ちの発生が比較的早く、量的にも多い。

ひき材の接着性については、5種類の接着剤によるせん断接着力強さがIXA-1、IXA-2の板目材の場合いずれも $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上であり、木部破断率も90%以上の良好な値を示した。原木間ではIXA-2の接着力がIXA-1より、20～30%高い。またJISによる浸漬剥離も非常に少ないが、ユリア樹脂接着剤、およびカゼイン接着剤で、IXA-2はIXA-1よりやや多い傾向にある。

単板切削については、原木および切削条件のいかんにかかわらず、厚さ1mmでは裏割れ率が約20%以下の良好な単板がえられた。2mm単板では、ノーズバーを作用させずに切削したとき裏割れ率40～50%を示したが、刃口水平距離を単板厚さの10%程度しぼることにより、裏割れ率はほぼ $\frac{2}{3}$ に減少する。この場合、切削開始時から4～5回転分の単板は厚さがうすく許容限度をこえる。なお、裏割れは煮沸処理によってさらに減少させることができ、既報の南洋材のうちでは切削の容易な材といえる。

単板の乾燥では、標準的な空気条件（ 140°C 、1.1m/sec）における1mm単板の乾燥時間が3.5～4.3minである。これらは既報のカプル類、アピトン類にくらべて相当小さく、容積重の差によるものである。乾燥による単板の狂いはすくないが、原木を煮沸処理したとき、収縮率の増加が著しい。

単板の接着性については、塗布量 $30\text{g}/(30\text{cm})^2$ のときの接着力（JAS）として、フェノール樹脂接着剤で $16.3\sim 18.4\text{kg}/\text{cm}^2$ 、ユリア樹脂接着剤で $10.6\sim 13.4\text{kg}/\text{cm}^2$ がえられた。原木間ではIXA-2の方がIXA-1より高い接着力を示し、容積重の関係と一致する。また、ユリア樹脂接着剤では塗布量の増加による接着力の向上が認められたが、フェノール樹脂接着剤では差がみられなかった。このような傾向は既報の他の南洋材についても示されている。

耐朽性のJISによる調査では、心材は供試菌3種とも重量減少率はすくなく、他の野外試験とあわせて考えて、心材の耐朽性の区分は「中」あるいはそれ以上と判断される。また、心材の放射方向における耐朽性は樹心に近い部分が辺材に近い部分より腐朽しやすい。既報の南洋材のうち他のメランチ類はレッドラワンとはほぼ同程度の耐朽性を持ち、カプル類、アピトン類はこれより耐朽性が小さい。

塗装性のうち、ニトロセルロース系ラッカーおよびポリウレタン樹脂系塗料に対する塗装作業性は良好

で、乾燥後の塗膜状態もよい。不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化時間は、既報の南洋材のなかで中庸といえ、塗膜付着性はこのなかで最高の値を示した。また、塗膜割れは原木間で差が大きかったが、他のメランチ類とともに比較的少ない部類にはいる。

化学組成については、ホロセルロース、 α -セルロース含有量が高く、脆心材部と外縁部とでは化学組成に著しい差は認められなかった。

繊維の形態的性質は既報の南洋材にくらべて繊維長は平均的であり、繊維幅はやや広く、細胞壁はややうすい。パルプの収率、強度的性質は高い値を示したが、漂白性はあまり良好とはいえない。一方、色もどりは大きくなく、クルイン材パルプなどについて顕著であった樹脂はんてんは、認められなかった。

ハード ボード製造試験で、パルプ収率は本邦産広葉樹よりもやや高い値を示し、ボードの強度、耐水性は良好である。また、パラフィンおよびフェノール樹脂のサイズ処理により耐水性は著しく改善され、総括的にハード ボード原料として適材といえる。

II フィリピン産レッド ラワン材の解剖学的性質

須 川 豊 伸⁽¹⁾

1. は じ め に

この報告は、前掲の3本のフィリピン産レッド ラワン材について、その解剖学的性質を観察記載した結果をとりまとめたものである。

また、解剖学的性質が丸太内で、どのような変異をしめすか検討した。なお木材の基礎的特性として、きわめて重要な性質である容積重と解剖学的性質との関連性について、若干の検討を加えた。

2. レッド ラワン (Red lauan) の概説

2.1. 名 称

市場名 レッド ラワン Red lauan

赤ラワン

フィリピン レッド マホガニー Philippine red mahogany

学 名 *Shorea negrosensis* FOXWORTHY

科 名 フタバガキ科 Dipterocarpaceae

ラワンという材名は、フィリピン産のフタバガキ科から生産される木材の1グループの総称名で、*Shorea*, *Parashorea*, *Pentacme* 属のうち軽軟ないしやや重硬な木材に用いられている。このラワン類はさらに材色により Red lauan, White lauan, Yellow lauan の3つのグループに分けられている。この報告にとりあげた *Shorea negrosensis* は、この Red lauan グループに属するものである。

(1) 木材部材料科

2.2. 分 布

この樹種はフィリピンの全域に分布しているがとくにルソン島北部、東部、ネグロス島およびミンダナオ島北部に多い。この樹種はフィリピン以外の地域には見られない。

2.3. 樹木の通性

常緑の大高木で樹高50m、直径200cmにも達するものもあるが一般には80~120cm、樹幹は通直、円柱状、枝下高は20~30m、板根の発達は著しい。

3. 供試材と観察方法

この試験に用いた供試材は前掲のIXA-1, 2, 3の3本である。まずTable 1に示した部位から、それぞれ厚さ10cmの円板を採取し、その円板の平均半径にあたる部分を選び、樹心から外周に達する幅2cmの試片を木取った。つぎにこの試片を上下(軸方向)に2分し、上側を解剖学的性質観察用のプレパラートおよび解離用の試料の作製にあて、下側を容積重測定用にした。

顕微鏡プレパラートは常法により作製した。繊維長の測定はシュルツ氏液により解離した試料を用い、各部位ごとに100本ずつ測定した。繊維の膜厚および直径の測定には木口面プレパラートを用い、繊維細胞の軸方向の中央部と推定される部分を選び、放射方向に連続した10本の繊維について、直径と膜厚を測定した。これを各プレパラートごとに5か所について行なった。繊維細胞の膜面積率の測定は、木口面の顕微鏡写真(倍率×1,350)の切抜きによる秤量法によった。構成要素率の測定は前報⁹⁾¹⁰⁾に準じた。容積重の測定にマイクロデントメーターMHC S型(Joyce, Loebel)を利用した。

Table 1. 供 試 材 一 覧 表

原木番号 Log number	供試材の部位番号 Position number	伐採点からの距離 Distance from falling point (cm)	供 試 材 の 半 径 Radius of sample wood (cm)
IXA-1	(1)	40	46.0
IXA-2	(1)	40	73.0
IXA-3	(1)	40	32.0

4. 解 剖 学 的 性 質

4.1. 肉眼的性質

3本の供試材の肉眼的性質は共によく似ており、相互の間では差異はほとんど認められない。したがって、ここでは供試材全体としてのおもな性質を記述する。

散孔材で年輪を欠き、辺心材の区別は明らかであるが、その境界は画然としないで、移行部分がある。辺材は黄白色~帯灰白色で辺材幅は3.5~6.0cm、心材は赤褐色~濃赤褐色である。道管は大きく、肉眼でもよく認められ、分布は密で、孤立するものが主であるが、2~3個放射方向に複合するもの、斜め方

向に配列するものなどもある。また、帯状の柔組織が同心円状に配列し、その中に1列に並列する軸方向細胞間道(樹脂道)があり、その中に白色の樹脂を含有し、肉眼では白色の細い帯として認められる。この帯の出現密度は放射方向に2~5個/cmであった。肌目は粗、交錯木理が顕著である。

なお、ラワン類木材の識別簡便法として用いられている小試片の燃焼試験⁵¹⁾⁵⁷⁾⁸⁾では、3本の供試材とも Red lauan (*Shorea negrosensis*) の特徴である“黒色の炭”となった。

4.2. 顕微鏡的性質

顕微鏡的性質についての一般的記載はすでに多数⁵¹⁾⁵⁷⁾⁸⁾ 出されている。この報告では3本の供試材について、成熟材とみなされる材部について記載する。なお、ここでいう成熟材は樹心からのへだたりによる要素の変異の状態から判断して、樹心から15cmはなれた部分よりさらに外側の材部をさしている。

供試材相互の間では Table 2 に示したように、構成要素の割合や道管径、分布数、また繊維長、膜厚、直径、膜面積率などに明らかな差異が認められ、これらの差異が供試材の容積重の違いをもたらしていることも推測できる。なお、このことは、Photo. 1 および4によっても理解できる。

つぎに、各要素について一般的記載をする。

a) 道 管

全体として均等に散在する。ときに2~4個が斜め方向に配列することがある。多くは孤立しているが、ときに2~数個放射方向に複合するものがある。1mm²の分布数は2~5個、単独道管は円形、広楕円形である。その直径は放射方向250~350 μ (平均)、接線方向210~280 μ (平均)、膜厚2~3 μ 、道管要素の長さ300~800 μ 、せん孔板は水平かわずかに傾斜し、単せん孔である。道管相互膜孔は交互状、ベスチャード膜孔である。チロースが存在する。

b) 周囲仮道管

多くは複合管孔の周囲に存在するが、その出現は少ない。真正木繊維に比し、直径が大きく、膜厚は薄く、短く、有縁膜孔が多数存在する。

c) 繊維細胞

真正木繊維からなり材の基礎組織を構成する。直径22~30 μ (平均)、膜厚2.0~4.3 μ (平均)、長さ1,230~1,920 μ (平均)である。

d) 軸方向柔組織

周囲状、翼状、帯状および散在状からなる。周囲柔組織は1~2細胞層で道管の周囲を包む。また、ときに不規則な翼状に発達するものもある。帯状柔組織は年輪のように同心円状に配列し、その中に1列に配列する軸方向細胞間道を包む(Photo. 1, 4)。ときに断続する。散在柔組織はわずかに認められる。細胞は直径20~45 μ 、膜厚1.0~1.5 μ 、長さ300~800 μ 、細胞中に着色物質を含む。結晶を含まない。

e) 放射組織

単列または2~4細胞幅であり、単列放射組織は直立細胞と平伏細胞からなり2~20細胞高、多列放射組織は、主として平伏細胞からなり、高さは6~120細胞(0.2~3.5mm)で、上下両端には、直立または方形細胞からなる単列部をもつ。単列部の高さは多列部のそれより長くない。異性Ⅱ型およびⅢ型、細胞内腔には着色物質を含有する。

f) 軸方向細胞間道

帯状柔組織中に1列に単独で配列し、周囲を薄膜のエピセリウム細胞で囲まれている。間道の直径は

50~120 μ である (Photo. 1, 4)。

4.3. ブリッتلハート (Brittle heart) について

ある種の熱帯材の樹心の周囲に現われ、材質がもろく、その細胞が圧縮破壊をおこしている部分を普通ブリッتلハート (Brittle heart)、あるいは俗にパンキーハート (Punky heart) と呼んでいる。この部分は強度的性質が著しく低下しており利用上欠点として区別されている。

このラワン類木材も、ブリッتلハートが現われる代表的樹種の一つである。この供試材でもその現われかたについて観察した。方法は Table 3 に示した各円板の木口面をプレナーで鉋削し、その繊維の毛羽だちによって肉眼により、正常材を区別した。なお、この方法で肉眼的にブリッتلハートを判定した材部を顕微鏡により観察したが、この部分は細胞にもブリッتلハートの特徴が認められ、おおむね一致

Table 2. 各 供 試 材 の 解

Anatomical characters

原木番号 Log number	供試材の部位* 番号 Position number	樹心からの 距離 Distance from the pith (cm)	容 積 重 (気乾) Apparent specific gravity in air dry (g/cm³)	道 管 Vessel		
				直 径 Diameter (μ)		分布数/mm² No. of vessels /mm² Mean
				放射方向 Radial Mean	接線方向 Tangential Mean	
IXA-1	(1)	1	0.446	128	122	22.8
		2	0.420	165	148	10.7
		5	0.360	263	191	4.1
		10	0.410	237	196	4.2
		15	0.440	282	225	3.2
		20	0.468	324	245	2.3
		30	0.488	323	255	3.5
		40	0.558	339	270	3.9
平 均 Average (成熟材部 Mature wood)***			0.504	324	257	3.5
IXA-2	(1)	1	0.256	150	111	7.9
		2	0.276	191	143	6.1
		5	0.348	238	165	3.8
		10	0.540	218	187	4.6
		15	0.510	253	211	3.0
		20	0.480	252	193	3.6
		50	0.494	302	242	3.8
		70	0.596	327	265	3.4
平 均 Average (成熟材部 Mature wood)***			0.537	292	231	3.4
IXA-3	(1)	1	0.308	115	81	14.4
		2	0.376	178	138	7.1
		5	0.406	227	167	3.4
		10	0.518	262	203	3.5
		15	0.596	276	211	4.1
		20	0.598	283	233	4.3
平 均 Average (成熟材部 Mature wood)***			0.618	284	227	4.2

* 伐採点からの距離 (0~40cm) Distance from falling point (0~40cm).

** 軸方向細胞間道、エピセリウム細胞 Axial intercellular canal, Epithelial cell.

***樹心から15cm より外側 Outward of 15 cm distance from the pith.

を見た。その結果は Table 3, Photo. 7, 8 に示した。これによると、すでにフィリピン林産研究所の報告³⁾で示されている結果とほぼ一致している。すなわち、丸太の径が大きければブリットルハートの径も大きく、また地上高が低いほど、大きい傾向が見られた。また細胞の圧縮破壊の度合は、樹心に近いほど著しいことが認められた。

4.4. 解剖学的性質の幹内における変異について

熱帯産広葉樹についての解剖学的性質の幹内における変異性に関する研究は最近 2, 3¹⁰⁾見られるが、まだ十分とはいえず、また資料も少ない。ここでは3本の供試材について、幹内で各要素の直径、膜厚などがどのように変異しているかをおもに樹心からの距離について観察測定した。測定はそれぞれの丸太の

解剖学的性質一覽表

of each log

纖維長 Fiber length (μ)	纖維 Fiber				構成要素率 Proportion of elements (%)				
	直 径 Diameter(μ)	膜 厚 Thick- ness(μ)	内腔率(%) Lumen Dia. Diameters $\times 100$	細胞膜面積率 % of cell wall area	道 管 Vessel	纖維細胞 Fiber	柔組織 Axial paren- chyma cell	放射組織 Ray cell	その他** Rest**
	Mean	Mean							
1,202	29.7	2.0	86.6	40.7	16.6	69.0	4.0	10.4	0
1,256	29.8	2.2	85.7	31.0	17.2	63.0	7.9	11.1	0.8
1,380	32.2	2.0	86.8	33.9	11.6	68.0	5.8	13.6	1.0
1,519	28.8	2.3	85.5	32.4	18.3	65.0	5.6	10.0	1.1
1,489	27.0	2.0	85.2	40.0	15.3	66.5	4.8	12.6	0.8
1,627	30.0	2.4	84.1	37.3	15.9	63.5	5.3	15.0	0.3
1,725	27.5	2.5	81.8	48.8	22.1	53.7	6.1	17.8	0.3
1,787	22.4	3.1	72.7	53.7	33.5	39.3	8.9	17.8	0.5
1,918	24.2	2.8	77.1	55.4	29.5	44.6	7.4	18.3	0.2
1,709	26.2	2.6	80.2	47.0	23.3	53.5	6.5	16.3	0.4
953	34.6	1.8	89.7	33.6	12.3	65.4	7.5	14.4	0.4
968	34.3	1.6	90.7	28.2	11.6	72.7	6.0	9.7	0
1,310	39.9	1.7	91.6	27.9	9.6	77.6	5.0	7.8	0
1,476	20.4	2.6	74.9	51.0	17.0	62.0	9.5	10.4	0.8
1,377	25.0	2.8	82.2	38.2	13.6	67.3	7.9	10.5	0.7
1,233	31.1	2.2	86.2	40.1	14.2	59.5	9.5	16.0	0.8
1,609	26.2	2.4	82.2	42.7	16.8	57.4	7.9	17.2	0.7
1,656	24.4	2.8	78.8	49.3	22.5	54.8	8.1	14.2	0.4
1,708	26.9	3.1	77.3	47.6	21.2	51.2	8.2	18.3	1.1
1,517	26.7	2.7	81.3	43.6	17.7	58.0	8.3	15.2	0.7
905	34.6	1.6	90.8	20.0	8.5	73.3	4.2	13.7	0.3
1,165	31.9	1.8	88.4	31.2	13.2	64.1	8.1	13.3	1.3
1,310	32.8	1.7	89.8	36.3	10.6	68.4	6.9	13.0	1.1
1,542	26.0	2.6	80.2	43.6	18.0	63.0	6.9	11.3	0.8
1,781	25.3	2.5	80.2	53.9	18.8	61.4	7.9	11.0	0.9
1,798	24.4	3.0	75.9	61.7	23.2	49.6	10.4	15.0	1.8
1,827	23.2	4.3	63.5	70.6	23.7	45.6	10.5	18.6	1.6
1,802	24.3	3.3	73.2	62.1	21.9	52.2	9.6	14.9	1.4

Table 3. ブリットルハートのあらわれかた
Distribution of brittle heart

原木番号 Log No.	供試材の 部位番号 Position No.	円板の伐採点 からの距離 Distance from falling point of disks (m)	供試円板の半径 Radius of disks (cm)	ブリットルハート の半径 Radius of brittle heart (cm)	ブリットルハート の割合(%) % of brittle heart
IXA-1	(1)	0.40	46.0	16.0	12.1
	(2)	5.30	42.5	14.0	10.9
	(3)	10.20	44.0	15.0	11.6
	(4)	15.10	47.0	16.0	11.6
	(5)	19.70	42.0	9.0	4.6
IXA-2	(1)	0.40	73.0	22.0	9.1
	(2)	7.00	52.0	16.0	9.5
	(3)	13.15	44.0	12.0	7.4
	(4)	20.20	35.0	7.0	4.0
	(5)	26.95	30.5	6.0	3.9
IXA-3	(1)	0.40	32.0	10.0	9.8
	(2)	5.50	48.0	19.0	15.7
	(3)	11.40	38.5	15.0	15.2
	(4)	16.20	37.0	14.0	14.3
	(5)	21.10	35.5	7.0	3.9

元口（地ぎわ）の円板について測定した。

4.4.1. 樹心からの距離による変異

各供試木の樹心からの距離による容積重および構造の変異を Table 2, および Fig. 1~7 に示した。これによれば各要素は樹心からの距離で一定の傾向をもって変異していることがわかる。

まず道管について見れば Fig. 2, 3 に示したように、その直径が樹心部で小さく、それより 15cm くらいまで急激に大きくなり、それより後は徐々に増大する傾向が見られた。また分布数では、直径とは逆に樹心部で多く、それより 5 cm くらいまで激減し、その後一定している。これはすでに DADSWELL²⁾ などが示したものと一致する。

つぎに、繊維について見ると Fig. 4 に示したように、その長さが樹心部からおおよそ 10cm くらいまで急激に増加し、その後不規則に変異しながら緩慢に増加している。なお IXA-2 の供試材は、樹心から 10cm 以後不規則で波状的な変異を示しながら増加しているが、この原因についての解析は別の機会にゆずる。つぎに繊維の直径および膜厚について見れば、直径は樹心付近で大きく外側に向かって減少している (Photo. 5, 6)。しかし、この変異は不規則である。また膜厚では樹心部で薄く、外側に向かって徐々に厚くなっている (Photo. 5, 6)。この両者の性質を繊維の直径とルーメン直径の比で現わしたものが繊維内腔率である。なお、細胞膜面積率は繊維の実質量を直接的に現わすものであるが、Fig. 5 に示したように樹心付近で小さく、外側に向かって増加しており、容積重の変異と高い相関があると考えられる。

つぎに、構成要素について見れば、Table 2 および Fig. 7 に示したように、道管と繊維の樹心からの距離による変異は大きく、両者の間には負の相関が認められた。これに対して、軸方向柔組織は樹心部でやや小さいが、全体としてはその変異はきわめて小さい。また放射組織は、おおよそ 10~18% の範囲で樹心から外側に向かってやや増加する傾向がみられるが、その変異は比較的小さい。これは MYINT AUNG⁶⁾ が Red meranti について示した結果とおおむね一致している。以上測定結果を述べたが、因子によっては樹心からの距離により一定の傾向で大きな変異を示し、かなり高い相関があることが認められた。この

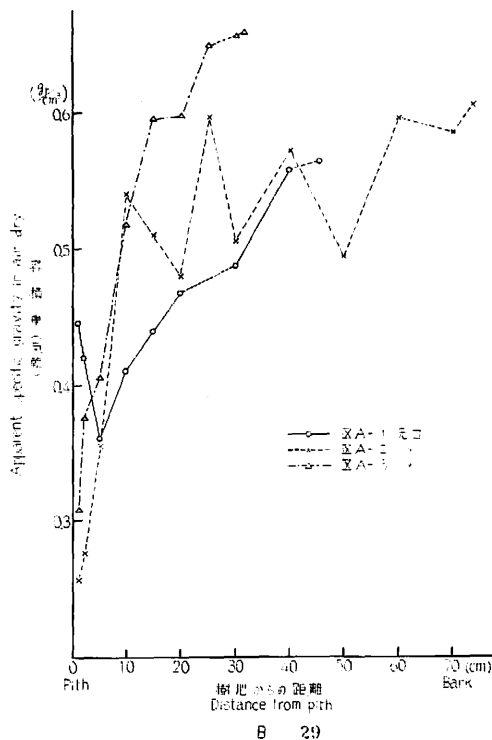


Fig. 1 樹心からの距離と容積重
Relation between distance from the pith
and apparent specific gravity.

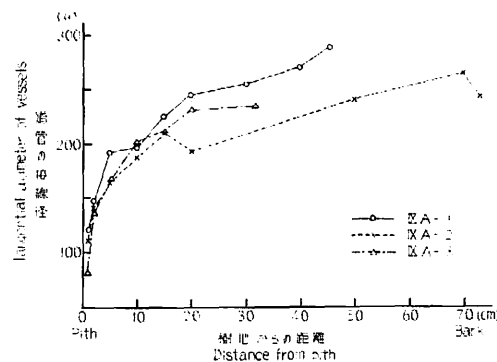


Fig. 2 樹心からの距離と道管径
Relation between distance from the pith
and vessel diameter.

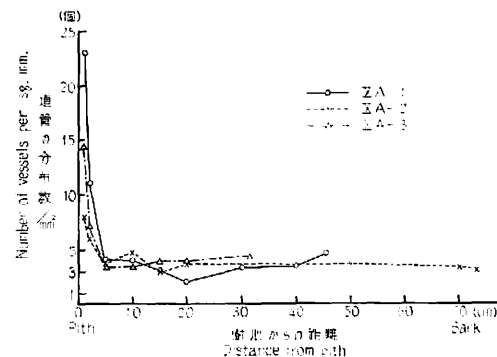


Fig. 3 樹心からの距離と道管の分布数
Relation between distance from the pith
and the number of vessels.

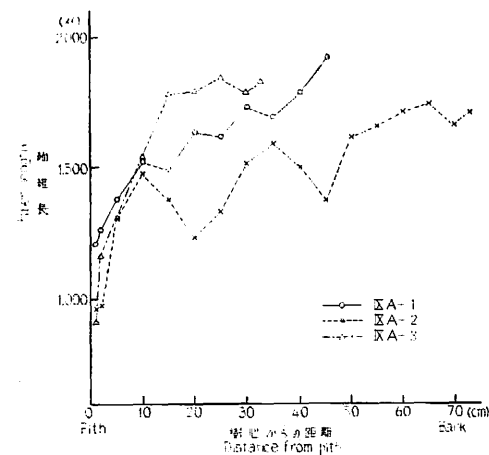


Fig. 4 樹心からの距離と繊維長
Relation between distance from the pith
and the fiber length.

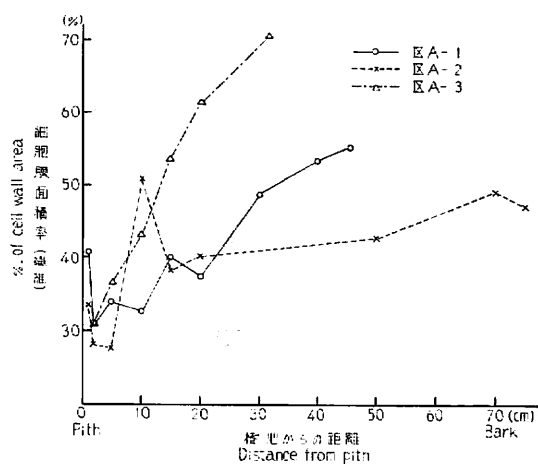


Fig. 5 樹心からの距離と細胞膜面積率
Relation between distance from pith and percentage of cell wall area.

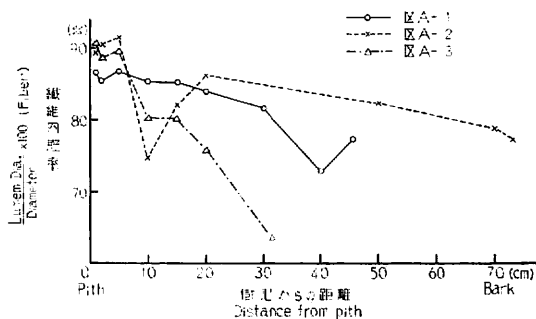


Fig. 6 樹心からの距離と繊維内腔率
Relation between distance from the pith and percentage of the fiber lumen.

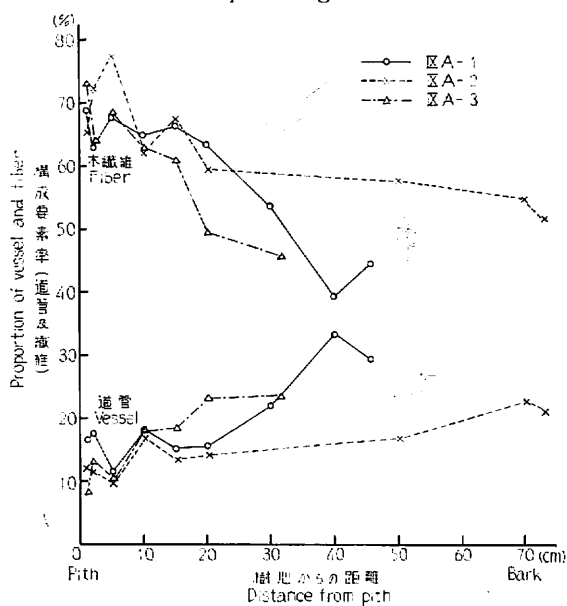


Fig. 7 樹心からの距離と要素率
Relation between distance from the pith and proportion of elements.

Table 4. 樹心からの距離および容積重と解剖学的性質との相関
Simple correlation coefficients between anatomical characters and distance from the pith density and anatomical characters

因子 Factor	樹心からの距離 Distance from the pith	容 積 重 Density
樹心からの距離 Distance from the pith	—	0.678
容 積 重 Density	0.678	—
纖 維 長 Fiber length	0.674	0.870
纖 維 膜 厚 Fiber thickness	0.623	0.882
纖 維 内 腔 率 % of fiber lumen	-0.582	-0.887
纖 維 膜 面 積 率 % of cell wall area in fiber	0.557	0.893
纖 維 の 占 有 率 Proportion of fiber	-0.712	-0.771
道 管 の 占 有 率 Proportion of vessel	0.650	0.749

すべてが1%の有意水準に達した。
Significant at 1% level.

3本の供試木全体としての各因子と、樹心からの距離との間の相関係数を示したのが Table 4 で、上述の関係をうらづけている。

4.4.2. 要素の変異と容積重の関係

木材の材質指標の一つである容積重が幹の中でいかなる変異をし、これが組織構造とどのように結びついているか調べることは重要なことである。とくに熱帯産広葉樹では温暖帯産材とは異なり、年輪を欠く場合が多く、このため容積重や解剖学的性質の変異の傾向もことなる点が多いと考えられる。したがって、今回の供試材について上述のような観点で、容積重と要素の変異との関係について若干の検討をした。各供試木の元口の円板について容積重の変異は Table 2 および Fig. 2 に示したように、樹心部で小さく外側に向かって増加することは明らかである。すでに MYINT AUNG⁶⁾ も Red meranti について同様の結果を報告している。ただし、IXA-2 ではその変異が不規則な波状を呈して増加している。これらの変異の原因を求めるために、要素のいくつかの因子との関係を求めて見ると Table 4 のようになり、各因子と容積重の間には高い相関があることが認められる。なかでも繊維長、繊維の膜厚、繊維内腔率、繊維の膜面積率の間では、とくに高い相関が認められた。また容積重と構成要素率では道管の割合が増加するにもかかわらず、容積重も増加する傾向がある。つまり道管の割合と容積重の間には正の相関が存在する。一方、木材を構成する基礎的要素である繊維の割合と容積重の間には、逆に負の相関が認められたことは注目すべきことである。TAYLOR, F. W.¹⁴⁾ は Yellow poplar について道管の要素率と容積重との間には負の相関が成立することを示しているが、これとは逆の傾向を示しているわけである。

このレッド ラワン材で、空隙が多く木材実質の減少をもたらすと考えられる道管の割合と容積重の間に、正の高い相関が認められることは、一方では、これを補うために十分な繊維細胞の実質量の増加があると考えねばならない。このことは、筆者の今回の観察で前述の繊維長、繊維の膜厚、繊維の膜面積率などが容積重ときわめて高い正の相関を示したことによってうらづけられると考える。

文 献

- 1) BRAZIER, J. D. : Density variation in the timber of *Shorea albida*. Empire For. Rev., 35, 404~414, (1956)
- 2) DADSWELL, H. E. : Wood structure variations occurring during tree growth and their influence on properties. Journ. of the institute of wood science, No. 2, 11~33, (1958)
- 3) F. P. R. I. : Brash center or "Brittle heart". Forest products research institute, Philip., Technical note, No. 66, (1965)
- 4) 小林弥一・須川豊伸 : 輸入外材の構造, No. 4, 林試研報, 130, 179~180, (1961)
- 5) MENIADO, J. A. : Wood anatomy of "Philippine mahogany" and their identification (Dipterocarpaceae). Progress Report, Forest Products Research Institute, Philip., (1965)
- 6) MYINT AUNG : Density variation outwards from the pith in some species of *Shorea* and its anatomical basis. Empire For. Rev., 41, 107, 48~56, (1962)
- 7) REYES, L. J. : "Philippine wood" Manila, 311~331, (1938)
- 8) 須藤彰司 : 熱帯材の識別, 林試研報, 157, 81~85, (1963)
- 9) 須川豊伸 : フィリピン産アピトン材の識別と構造, 林試研報, 208, 94~104, (1968)
- 10) 須川豊伸 : マラヤ産クルイン材の識別と構造, 林試研報, 221, 60~72, (1969)
- 11) TAYLOR, F. W. : Variations in the size and proportions of wood elements in Yellow-poplar trees. Wood Scie. Tech., 2, 153~165, (1968)

図 版 説 明

(Explanation of plates)

Plate 1

Photo. 1~3 IX A-1 Red lauan (*Shorea negrosensis*)

Photo. 1 Cross sect. ×50

Photo. 2 Tangential sect. ×50

Photo. 3 Radial sect. ×50

Photo. 4 IX A-3, Red lauan (*Shorea negrosensis*) cross sect. ×50

Plate 2

Photo. 5 IX A-3, cross sect. ×250

繊維細胞の直径が大きく膜の薄いことを示す。樹心から 5 cm。

Showing larger diameter and thinner wall of fibers at a distance 5 cm from the core.

Photo. 6 IX A-3, cross sect. ×250

繊維細胞の直径が小さく膜の厚いことを示す。樹心から 32 cm。

Showing the smaller diameter and thicker wall of fibers at a distance 32 cm from the core.

Photo. 7 IX A-1.

樹心付近に現われるブリットル ハートを示す。

Butt end showing brittle heart in the core wood.

Photo. 8 IX A-1 ×50

板目面に現れるブリットルハートの圧縮破壊を示す。

Compression failures in the tangential section showing the existence of brittle heart 5 cm from the pith.

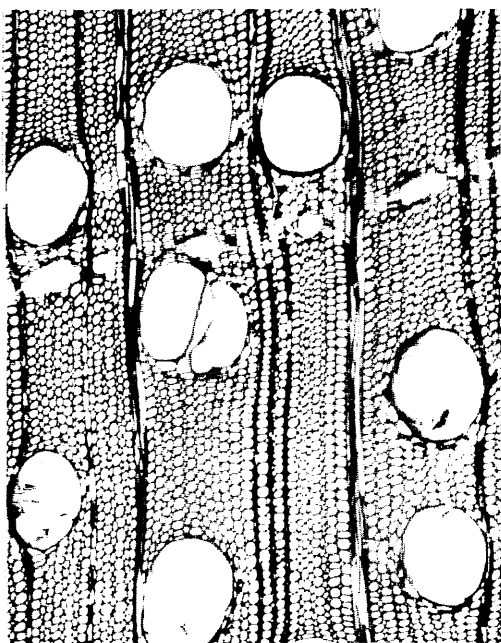


Photo. 1. IXA 1 $\times 50$

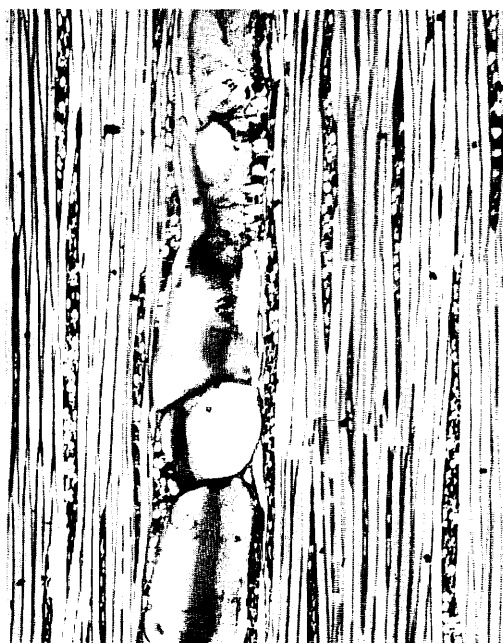


Photo. 2. IXA-1 $\times 50$

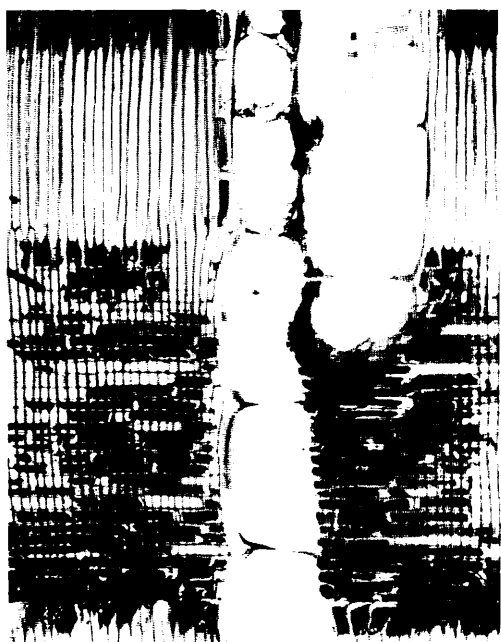


Photo. 3. IXA 1 $\times 50$

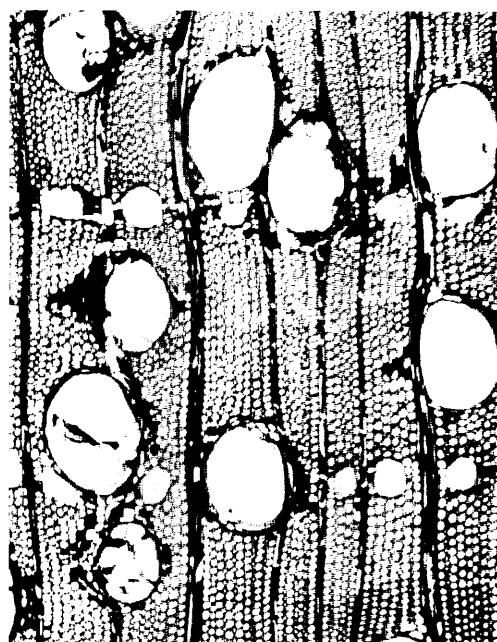


Photo. 4. IXA-3 $\times 50$

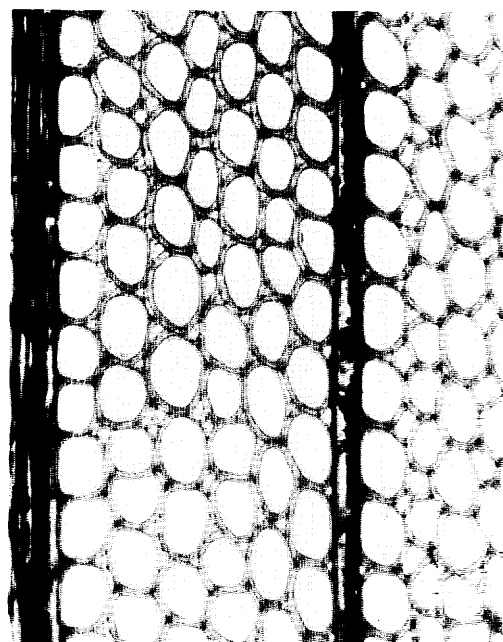


Photo. 5. IXA-3 × 250
樹心から 5 cm

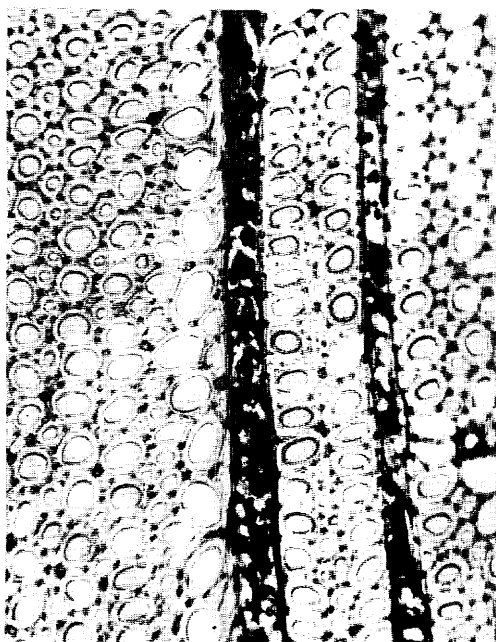


Photo. 6. IXA-3 × 250
樹心から 32 cm

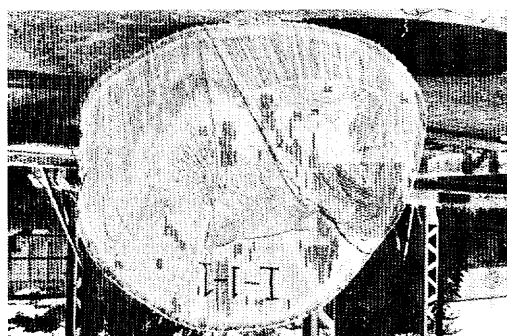


Photo. 7. IXA-1
フリットルハートが中心部に認められる



Photo. 8. IXA-1 × 50
フリットルハートの圧縮破壊を示す
樹心から 5 cm

II The Anatomical Characters of Red Lauan Wood from the Philippines

Toyonobu SUGAWA

Summary

Three logs of Red lauau (*Shorea negrosensis*) from Mindanao, the Philippines, were wood anatomically described to define and annotate the variation of elements with distance from pith and its relation to density.

The main wood anatomical characteristics were outlined and shown in Table 2 and Figs. 1~7.

Distance from pith was significantly correlated with the anatomical characteristics; proportion of fibers (-), percentage of lumen in fiber (-), wall thickness of fibers (+), fiber length (+), percentage of wall area in fiber (+), and proportion of vessels (+) (Table 4).

It was found that density of the wood which increased with distance from pith was significantly correlated with those characteristics above mentioned as shown in Table 4.

III フィリピン産レッド ラワン材の容積重, 収縮率および交錯木理のあらわれかた

中 野 達 夫⁽¹⁾

この試験項目ではフィリピン産レッド ラワン (*Shorea negrosensis*) 4本の供試原木について、その容積重、収縮率および交錯木理がどのように変動するか、また、どのような因子とどのような関係で結びついているかを検討した。さらに、煮沸の収縮に及ぼす影響を検討した。

また、この一連の試験でとりあげた *Shorea* の8試料について、それらの収縮性能を比較し、あわせてこれらに共通した収縮の特徴を指摘した。なお、この試験のとりまとめにあたっては、山井材料科長ならびに物理、材質研究室各位に多大の労をわずらわした。付記して厚くお礼申し上げる。

1. 供試材と測定方法

1. 1. 供 試 材

4本の供試原木からそれぞれ5個の円板を採取し供試材とした。供試原木の概要および円板採取位置などの細部については緒言を参照されたい。

これらの円板の所定の1方向から収縮率、交錯木理測定用の試験片を採取した。このうち、収縮率測定用試験片についての形状とその採取方法は前報⁷⁾と同様である。また、これを用いて容積重を測定した。この試験片数を供試原木べつ、処理べつに Table 1 に示した。なお、交錯木理測定試験片については、収縮率測定試験片と材軸方向に隣接して木取り、接線方向に 3 cm、材軸方向に 5 cmを2辺とし、円板の半

(1) 木材部材料科

Table 1. 原木べつ、処理べつの試験片数
Number of specimens studied

原木番号 Log number	処 理 Treatment	試 片 数 Number of specimens
IXA-1	無 処 理 Non-treated	84
	煮 沸 処 理 Boiled	84
IXA-2	無 処 理 Non-treated	94
	煮 沸 処 理 Boiled	94
IXA-3	無 処 理 Non-treated	72
	煮 沸 処 理 Boiled	72
IXA-4	無 処 理 Non-treated	90
	煮 沸 処 理 Boiled	90
合 計 Total		680

Table 2. 原木べつの収縮率と
Shrinkage and density

原木番号 Log number	代 表 値 Representative figures	収 縮 率				
		δ			α_{15}	
		t	r	l	t	r
IXA-1	n	42	42	42	42	42
	Max.	0.329	0.139	0.017	5.54	1.46
	Min.	0.226	0.088	0.010	3.07	0.80
	$\bar{x}$	0.259	0.113	0.012	4.23	1.17
	$\bar{X}$	0.259	0.113	0.012	4.29	1.17
IXA-2	n	47	47	47	47	47
	Max.	0.349	0.186	0.036	6.61	2.03
	Min.	0.242	0.099	0.008	2.77	1.03
	$\bar{x}$	0.284	0.150	0.015	4.10	1.53
	$\bar{X}$	0.282	0.151	0.015	4.13	1.55
IXA-3	n	36	36	36	36	36
	Max.	0.357	0.218	0.016	5.85	2.26
	Min.	0.265	0.137	0.007	3.80	1.43
	$\bar{x}$	0.313	0.181	0.011	4.50	1.96
	$\bar{X}$	0.313	0.181	0.011	4.51	1.96
IXA-4	n	45	45	45	45	45
	Max.	0.308	0.214	0.015	4.17	1.73
	Min.	0.241	0.105	0.009	2.50	0.76
	$\bar{x}$	0.267	0.131	0.012	3.13	1.05
	$\bar{X}$	0.265	0.127	0.012	3.08	1.00
合 計 Total	n	170	170	170	170	170
	Max.	0.357	0.218	0.036	6.61	2.26
	Min.	0.226	0.088	0.007	2.50	0.76
	$\bar{x}$	0.279	0.148	0.013	3.96	1.40
	$\bar{X}$	0.280	0.143	0.013	4.00	1.42

(注) (Remarks) δ : 含水率1%あたりの平均収縮率(%) Shrinkage percent per unit moisture content (%).
 α_{15} : 生材から気乾(含水率15%時)までの収縮率(%) Shrinkage percent when green to air dry
 α : 生材から全乾までの収縮率(%) Shrinkage percent when green to oven dry (%).
 t : 接線方向 Tangential direction, r : 半径方向 Radial direction, l : 軸方向 Axial direction
 γ_0 : 全乾容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity in oven dry (g/cm³). γ_{15} : 気乾(含水率15%時)の容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity when air dry (g/cm³).
 n : 試片数 Number of specimens, Max.: 最大値 Maximum value, Min.: 最小値 Minimum value
 $\bar{X}$: 各供試木の材積を重みとした平均値 Mean value weighted by the volume of sample tree.

径を長さとする試料を用いた。

1. 2. 測定方法

容積重、収縮率の測定方法は前報⁷⁾と同様である。煮沸処理材の煮沸にともなう変化率とその収縮率の測定方法は煮沸時間を72時間としたほかはすべて前報⁷⁾と同様である。なお、煮沸処理材について得られた結果は一括して5項に示した。

また、交錯木理については、上記試験片の両木口面において半径方向にそって基準線をもうけ、この一方から割裂し、他方にあらわれた割裂線について、基準線からその凹凸の最大点までの距離を、1/10mm精度の目盛付ルーペを用いて測定し、これと試験片の材軸方向の長さとの比を求め、各最大点の繊維傾斜度とし、この変動を半径方向に図示して交錯木理の状態を示した。なお、この測定は生材状態の試験片について行なった。

容 積 重 測 定 値 総 括 表
for sample logs

Shrinkage					容 積 重 Density		
<i>l</i>	α				<i>R</i>	<i>r</i> ₀	<i>r</i> ₁₅
	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>l</i>	<i>v</i>			
42	42	42	42	42	42	42	42
0.13	10.16	3.34	0.34	13.32	459	0.513	0.551
0.02	6.82	2.17	0.13	9.52	328	0.374	0.405
0.05	7.95	2.85	0.23	10.87	393	0.441	0.478
0.05	8.01	2.84	0.23	10.93	394	0.438	0.475
47	47	47	47	47	47	47	47
0.39	10.00	4.77	0.92	14.03	561	0.652	0.688
0.02	6.75	2.54	0.13	9.75	344	0.372	0.403
0.05	8.18	3.77	0.28	11.89	442	0.502	0.539
0.05	8.18	3.79	0.28	11.89	435	0.495	0.531
36	36	36	36	36	36	36	36
0.12	10.44	5.39	0.32	14.89	581	0.680	0.715
0.00	7.63	3.59	0.12	11.31	339	0.389	0.418
0.03	8.99	4.61	0.20	13.45	477	0.552	0.587
0.03	8.99	4.62	0.20	13.46	475	0.549	0.584
45	45	45	45	45	45	45	45
0.08	8.13	4.88	0.28	12.06	517	0.588	0.624
0.02	6.12	2.43	0.15	8.60	318	0.357	0.387
0.04	7.00	2.96	0.22	9.97	408	0.454	0.490
0.04	6.93	2.89	0.22	9.82	401	0.445	0.481
170	170	170	170	170	170	170	170
0.39	10.44	5.39	0.92	14.89	581	0.680	0.715
0.02	6.12	2.17	0.12	8.60	318	0.357	0.387
0.05	7.98	3.51	0.24	11.46	429	0.485	0.521
0.04	8.03	3.54	0.23	11.53	426	0.482	0.518

(15% moisture content) (%).

ction, *v*: 容 積 Volume, *R*: 容積密度数 (kg/m³) Bulk density (kg/m³).

水率 15%時) 容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity in air dry (15% moisture content) (g/cm³).
value, $\bar{x}$: 算術平均値 Mean value.

2. 容積重と収縮率の変動

2. 1. 容積重と収縮率の大きさ

供試原木べつに求めた容積重と収縮率について、最大値、最小値、平均値と試験片の代表する供試原木中の材積で重み付けした平均値 ($\bar{x}$) を総括して Table 2 に示した。

これによると、容積密度数の全供試原木についての平均値は 429 kg/m^3 で、これをフィリピンにおける各産地のレッド ラワン材の値³⁾と比較すると、この試料はこれらの平均的なものよりやや小さい値を示すが、この試料を採取した地域に最も近いミンダナオ島のブツアン川流域からのものと比較すると、この試料はやや大きい値を示している。また、容積密度数を供試原木べつに比べると IX A-1 が 393 kg/m^3 で最も小さく、IX A-3 が 477 kg/m^3 で最も大きく、これらの供試原木間の変動はかなり大きい。

容積全収縮率の全供試原木についての平均値は 11.46% で、これをフィリピンにおけるレッド ラワン材の値³⁾と比較すると、この試料はやや小さい値を示すが、この試料の容積密度数がやや小さいことを考慮すると、両者はほぼ等しい収縮性能を示すものとみなされる。また、容積全収縮率を供試原木べつに比較すると、IX A-4 が 9.97% で最も小さく、IX A-3 が 13.45% で最も大きく、これらの供試原木間の変動はかなり大きい。

軸方向全収縮率の全供試原木についての平均値は 0.24% で、これを供試原木べつに比較すると、IX A-1 で 0.23%、IX A-3 で 0.20%、IX A-4 で 0.22% をそれぞれ示し、これらはほぼ等しいが、IX A-2 では 0.28% を示してかなり大きい。これは交錯木理の影響によるものと考えられるが、交錯木理と軸方向収縮率の関係については後の項で述べる。

このような平均値を示す容積密度数、各方向べつならびに容積の全収縮率について、全測定値の出現分布を求めて Fig. 1 に示したが、これによると、各測定項目の出現傾向はそれぞれ特徴をもって分布していることがわかる。

2. 2. 容積重と収縮率の供試木内の変動

Fig. 2 には容積密度数、接線、半径と軸の3方向全収縮率について、樹心からのへだたりにもなう変動を供試原木べつ、円板べつに示した。この円板番号は伐採点か

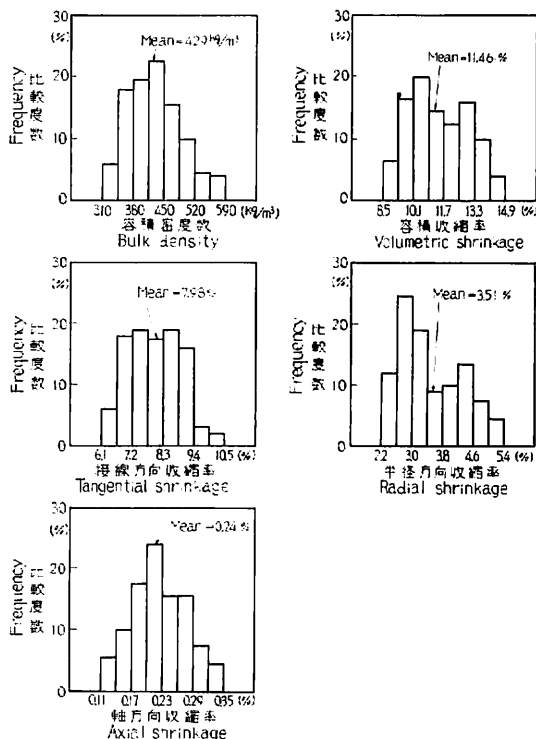


Fig. 1 容積密度数と全収縮率の出現比較度数
Histograms of bulk density and shrinkage when green to oven dry.

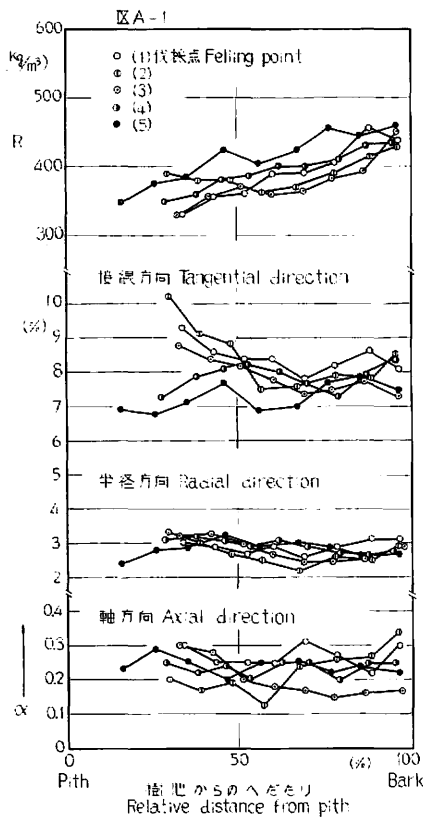
らの円板を(1)とし、これより樹高方向に 4.7~7.2m ごとに円板を採取し、順次番号を付したものである。したがって、これらは各供試原木内のかんりの範囲の樹高方向の変動を示すことになる。

Fig. 2 によると、容積密度数の樹心からのへだたりにもなう変動は IX A-2 の円板番号の小さいものを除いていずれも樹心から周辺に向かって上昇する傾向を示す。また、この円板べつの変動はいずれの供試原木においても、(4), (5)の円板が(1)~(3)の円板に比べかなり大きくなる傾向を示す。

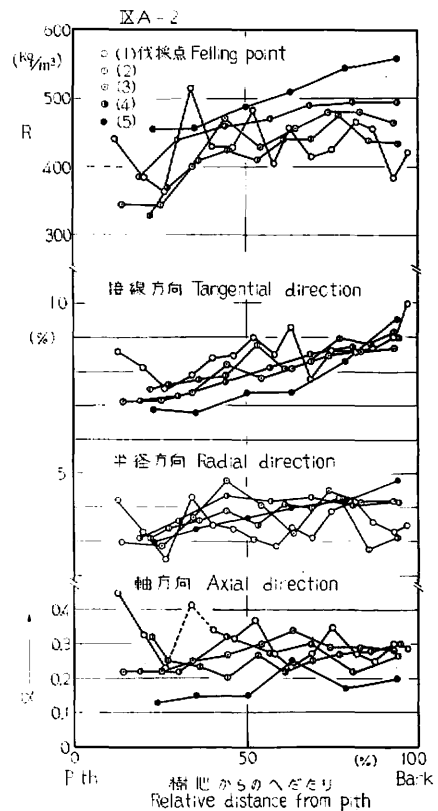
接線方向全収縮率の樹心からのへだたりにもなう変動は、IX A-2の供試原木で樹心から周辺に向かってやや上昇する傾向を示すほかは、いずれもほぼ一定の値を示すが、供試原木によっては樹心部に向かうにしたがって測定値の変動がかなり大きくなるものも認められる。また、この円板べつの変動には一定の傾向は認められない。

半径方向全収縮率と軸方向全収縮率については、樹心からのへだたりにもなう変動に一定の傾向は認められない。また、この円板べつの変動にも一定の傾向は認められない。

このように、接線、半径と軸の3方向の収縮率の変動は樹心からのへだたりおよび円板のあいだで特定



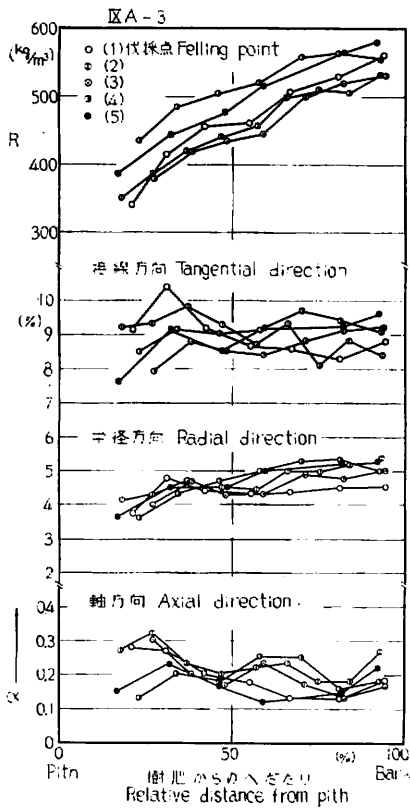
(Fig. 2-1)



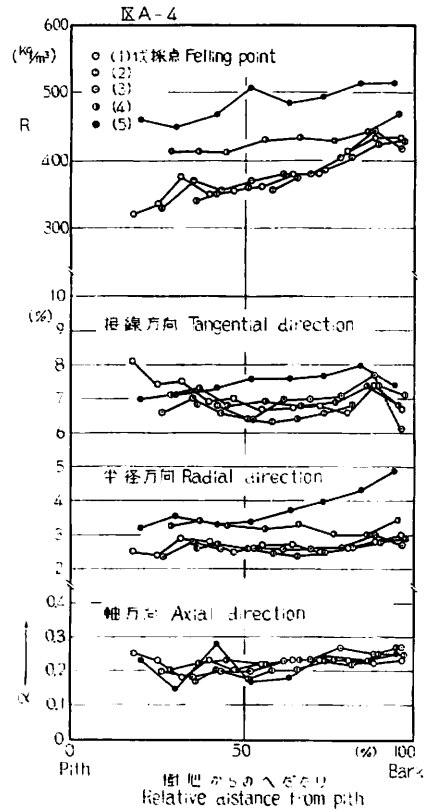
(Fig. 2-2)

 Fig. 2 容積密度数 (R) と全収縮率 (α) の原木内変動

Variation of bulk density (R) and shrinkage when green to oven dry (α) in sample log.



(Fig. 2-3)



(Fig. 2-4)

の傾向を示さず、これらは測定値の変動をはあくする要因とはみなせず、したがって、測定値の変動因は他に求めねばならない。

このような供試原木内の変動のうち、樹心からのへだたりにもなう変動をすでに報告した他樹種⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾と比較すると、容積密度数についてはこの変動はかなり大きいものに属するが、各方向の収縮率についてはこの変動はかなり小さいものとみなされる。

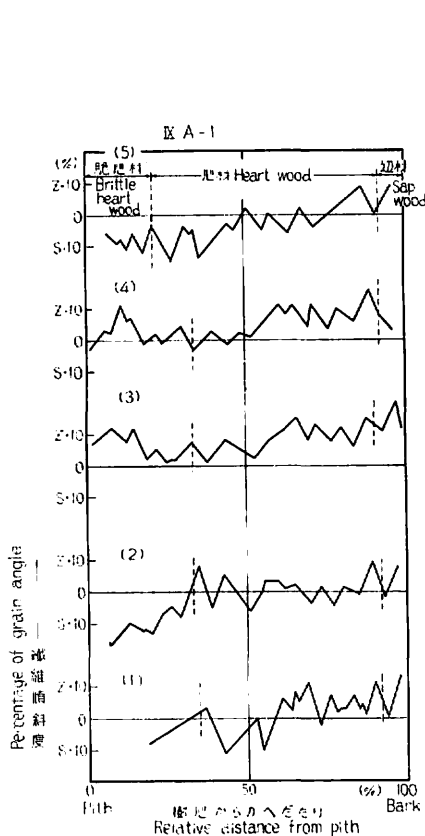
3. 交 錯 木 理

交錯木理は南洋材のかかなりの樹種にあらわれ⁸⁾、これの著しいものは利用上重大な制約因子となるものとみられる。レッド ラワンにおいても著しい交錯木理をもつものがあるといわれている。したがって、ここでは交錯木理の供試原木内の変動をもとめ、他の試験項目の測定結果を考察するうえでの指標とした。

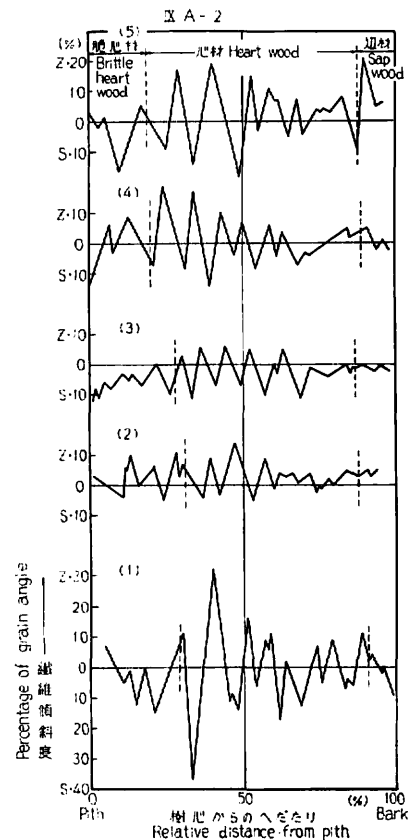
交錯木理の測定結果を供試原木べつ、円板べつにFig. 3に示した。なお、この測定方法として割製法を用いたことはすでに述べたが、この方法で交錯木理をあきらかにするためには、繊維の走行方向にそって割製されることがその前提となる。正常な材部についてはこの前提条件は満たされるが、脆心材部においては

compression failure のところで、割裂線が初めの繊維の走行方向から他の繊維の走行方向にかわり必ずしもこの条件は満たされなかった。したがって、以下の考察については正常材部のみを対象として行なう。また、この図において、脆心材部と正常心材部の境界を示したが、この判定には compression failure の出現状態を実体顕微鏡を用いて調べ、これが認められなくなるところをみかけの脆心材界とした。なお、このようにして求めた値には主観的判断が介入することはまぬがれないが、この値と木口面をプレーナー切削して、その材面において肉眼的に判定した値とはほぼ一致していた。

Fig. 3 によると、交錯木理の出現状態は供試原木により著しく異なる。IX A-1, IX A-3, IX A-4 の交錯木理は脆心材界から周辺まではほぼ一定の大きさを示すが、その大きさは IX A-1 と IX A-3 ではほぼ等しく、IX A-4 はこれらに比べかなり小さい。また、IX A-2 の交錯木理は脆心材界より樹心からのへだたり約 50% までは著しく大きい、これより外側ではかなり小さい。交錯木理は供試木間の変動が大きく、その出現型もさまざまである⁹⁾といわれているので、これだけの試料から樹心から周辺までの交錯木理の出現の特性を論ずることは困難であるが、これを各供試原木のそれぞれの円板について比較すると、ほぼ一定の出現型を示すことがあきらかである。したがって、供試原木内での交錯木理の出現傾向は、この試料の採材範囲ではいずれの円板において調べても、その供試原木についてのおおよその傾向と

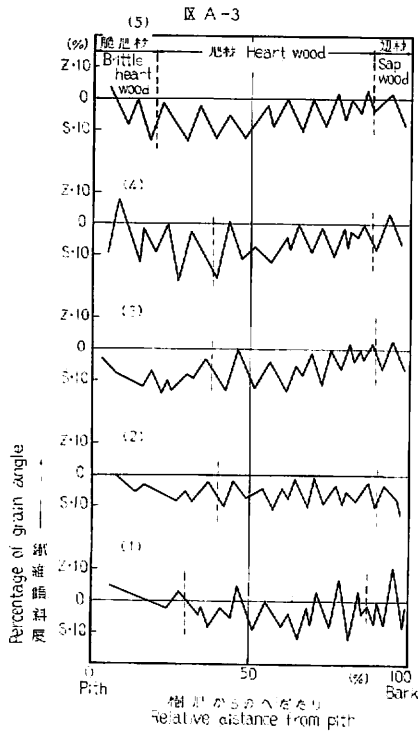


(Fig. 3-1)

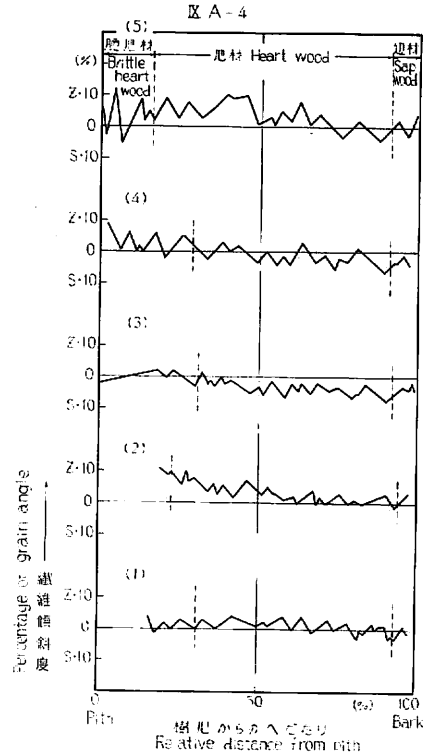


(Fig. 3-2)

Fig. 3 交錯木理の原木内変動
Variation of interlocked grain in sample log.



(Fig. 3-3)



(Fig. 3-4)

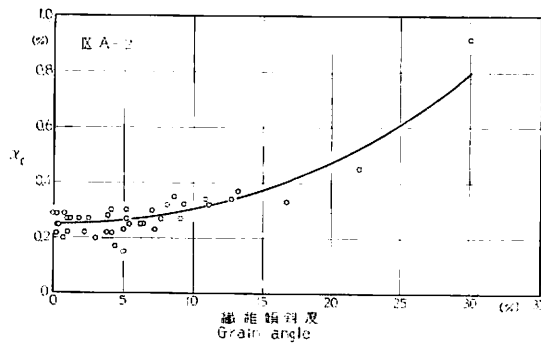


Fig. 4 繊維傾斜度と軸方向収縮率 (α_L) との関係
Relation between grain angle and axial shrinkage (α_L).

大きさを知ることが可能なものとみられる。

なお、交錯木理が最も著しい変動を示す IX A-2 の供試原木について、軸方向収縮試験片の測定基準線において繊維傾斜度を割裂法で求め、これと軸方向収縮率との関係を Fig. 4 に示した。これによると、軸方向収縮率は繊維傾斜度の増加にともなってほぼ曲線的に上昇することが認められる。したがって、これらの材の加工の性質を調べる際には、この交錯木理の影響を十分考慮して行なう必要がある。

4. 相互関係

この項においては、容積収縮率と容積密度数の比 (α_v/R)、横断面収縮異方度および気乾収縮率が全収縮率に占める割合について検討する。これらの最大値、最小値と平均値を供試原木べつに求めて、これらを一括して Table 3 に示した。以下順次これらの項目について述べる。

4. 1. 容積密度数と容積収縮率との関係

Table 3 によると、 α_v/R の全供試原木の平均値は 27.0 を示し、これは温帯産材の平均値 28 よりやや小さい。これを供試原木べつに比べると、IX A-1 で 27.9、IX A-2 で 27.1、IX A-3 で 28.6 をそれぞれ示し、これらはほぼ等しいが、IX A-4 では 24.6 を示し他に比べかなり小さい。

このような α_v/R の各測定値の変動は Fig. 5 であきらかである。これによると、 α_v/R は容積密度数約 0.45 g/cm³ の値を境に、その変動の度合いが異なる。この値より容積密度数が大きい場合、 α_v/R の変動はかなり小さいが、この値より小さい場合、その変動はかなり大きい。すなわち、容積密度数の小さい試料は大きいものに比べ、容積収縮率のあらわれかたにより大きい変動をとまうことがわかる。

α_v/R の樹心からのへだたりにとまう変動を供試原木べつ、円板べつに求め Fig. 6 に示した。これによると、 α_v/R の供試原木べつの変動は IX A-2 が樹心から周辺に向かってほぼ等しいが、他の供試原木はいずれも減少する傾向を示す。また、この変動を円板べつにみれば、(4)、(5)の円板が(1)~(3)の円板よりかなり小さい値を示す供試原木が多い。

4. 2. 横断面収縮異方度

Table 3 には全乾までの収縮における横断面収縮異方度 (t/r)、気乾 (含水率15%) までの収縮におけ

Table 3. 収縮についての相互関係
Relations for shrinkage

原木番号 Log number	代表値 Representative figures	α_v/R	横断面収縮異方度 Transverse shrinkage anisotropy			気乾までの収縮率の割合 (%) Ratio of shrinkage when green to air dry to oven dry		
			t_0/r_0	t_{15}/r_{15}	t/r	$t_{15/0}$	$r_{15/0}$	$t_{15/0}$
IX A-1	n	42	42	42	42	42	42	42
	Max.	37.8	2.82	4.69	3.48	61	49	38
	Min.	21.7	1.93	2.81	2.32	44	33	9
	$\bar{x}$	27.9	2.30	3.65	2.81	53	41	23
IX A-2	n	47	47	47	47	47	47	47
	Max.	31.9	2.58	3.89	2.98	66	49	42
	Min.	21.3	1.52	2.02	1.71	40	34	9
	$\bar{x}$	27.1	1.90	2.72	2.20	50	41	18
IX A-3	n	36	36	36	36	36	36	36
	Max.	38.0	2.10	3.03	2.48	60	47	40
	Min.	23.5	1.53	1.91	1.71	44	38	0
	$\bar{x}$	28.6	1.74	2.33	1.96	50	42	15
IX A-4	n	45	45	45	45	45	45	45
	Max.	34.0	2.56	4.48	3.21	51	39	32
	Min.	21.4	1.44	1.65	1.51	39	31	10
	$\bar{x}$	24.6	2.09	3.10	2.41	45	35	19
合計 Total	n	170	170	170	170	170	170	170
	Max.	38.0	2.82	4.69	3.48	66	47	42
	Min.	21.3	1.44	1.65	1.51	39	31	0
	$\bar{x}$	27.0	2.02	2.97	2.35	49	40	19

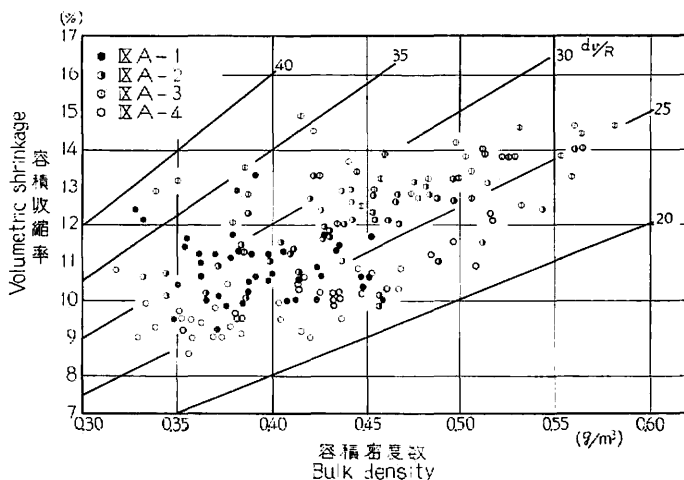


Fig. 5 容積密度数と容積収縮率との関係

Relation between bulk density and volumetric shrinkage when green to oven dry.

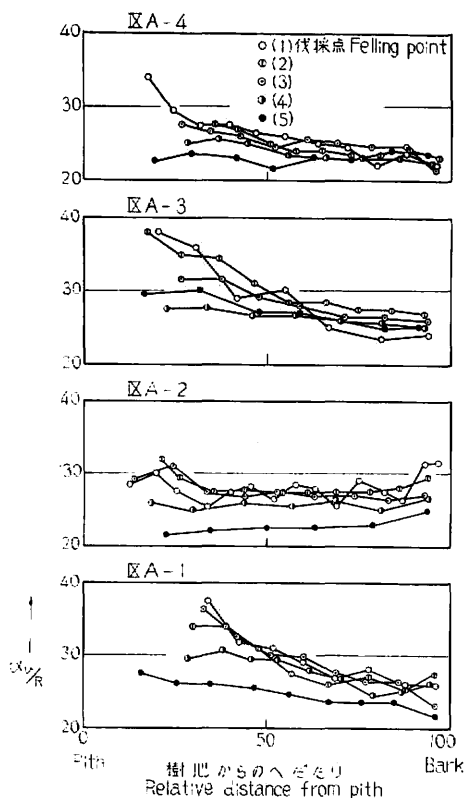


Fig. 6 α_v/R の原木内変動
Variation of α_v/R in sample log.

る横断面収縮異方度 (t_{15}/r_{15}) と、含水率1%あたりの平均収縮率における横断面収縮異方度 (t_0/r_0) のそれぞれについて、最大値、最小値と平均値を供試原木べつに示した。これによると、全供試原木の t/r の平均値は2.35を示し、これはすでに調査した南洋材の他樹種と比較してはほぼ中庸な値である。また、これを供試原木べつに比べると、IX A-1が2.81で最も大きく、IX A-3が1.96で最も小さく、供試原木による変動はかなり大きい。また、 t_{15}/r_{15} の全供試原木の平均値は2.97、 t_0/r_0 のそれは2.02をそれぞれ示し、両者のあいだで0.95の差があり、気乾までの収縮における異方度が、気乾から全乾までの収縮における異方度よりかなり大きい。

容積密度数と t/r の関係を Fig.7に示したが、これによると、 t/r は容積密度数の増加にともなって減少する傾向を示す。この傾向は容積密度数約0.45 g/cm^3 においてあきらかな変化が認められる。これより容積密度数が小さい場合、 t/r は容積密度数の増加にともなってかなり急激に減少し、測定値の変動も大きい。これより容積密度数が大きい場合、 t/r はかなりゆるやかに減少し、測定値の変動も小さい。

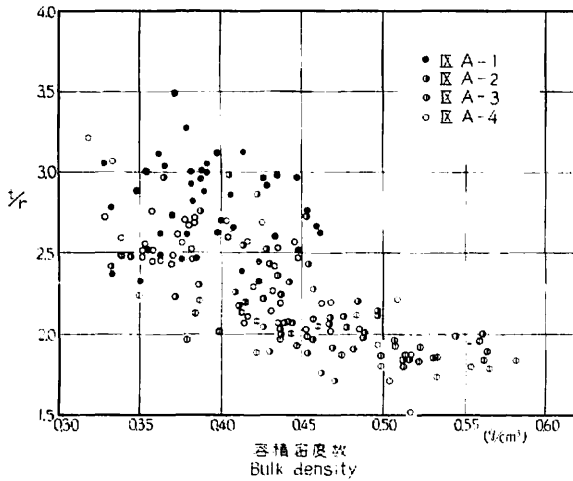


Fig. 7 容積密度数と横断面収縮異方度 (t/r) との関係
Relation between bulk density and transverse shrinkage anisotropy (t/r).

t/r の供試原木内の変動を供試原木べつに Fig. 8 に示したが、これによると、 t/r の樹心からのへだたりにもともなう変動は、樹心から周辺に向かってほぼ等しいものとやや減少するものがある。また、円板べつの変動は、円板番号の大きいものが円板番号の小さいものに比べ、いずれの供試原木においても小さい値を示す。

4. 3. 気乾 (含水率15%) 時までの収縮率と全収縮率との関係

Table 3 には気乾 (含水率15%) 時までの収縮率が全収縮率に占める割合 ($\alpha_{15/0}$) を接線、半径と軸の3方向について求め、それぞれについて、供試原木べつの最大値、最小値と平均値を示した。これによると、全供試木の $\alpha_{15/0}$ は接線方向 49%, 半径方向 40%, 軸方向 19% をそれぞれ示し、これらをすでに調査した南洋材の他樹種と比較すると、軸方向はやや大きいが他はいずれもほぼ中庸な値である。また、これらの値を供試原木べつに比べると、接線方向と半径方向では IX A-4 がそれぞれ 45% と 35% を示し、他のものよりかなり小さい。また軸方向では IX A-1 が 23% で最も大きく IX A-3 が 15% で最も小さい。

容積密度数と3方向の $\alpha_{15/0}$ のそれぞれとの関係は Fig. 9 に示したが、これによると、接線方向のこの値は容積密度数の増加にともなうやや減少する傾向を示すが、半径方向と軸方向では容積密度数の増加にほとんど関係ないことを示す。また、接線方向と半径方向については、容積密度数約 0.45 g/cm³ でこれらの測定値の変動に差が認められ、これより容積密度数が小さい場合は大きい場合に比べ、かなり変動が大きい。

また、Fig. 10 には $\alpha_{15/0}$ の供試原木内変動を供試原木べつに示した。Fig. 10-1 によると、 $\alpha_{15/0}$ の樹心からのへだたりにもともなう変動は、IX A-3 で樹心から周辺に向かってやや減少する傾向を示すほかはいずれもほぼ一定の値を示す。また、円板べつの変動は IX A-1, IX A-2 については円板番号の大きい

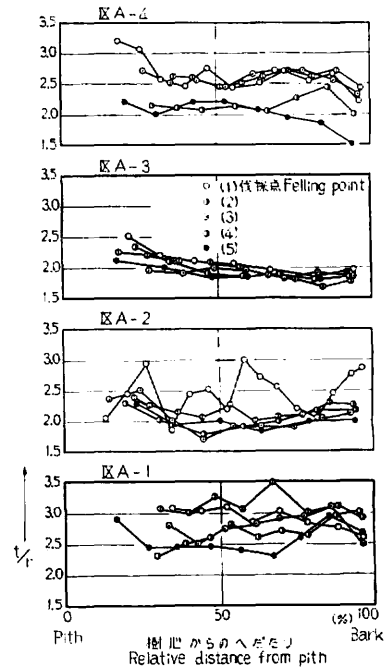


Fig. 8 横断面収縮異方度 (t/r) の原木内変動
Variation of transverse shrinkage anisotropy (t/r) in sample log.

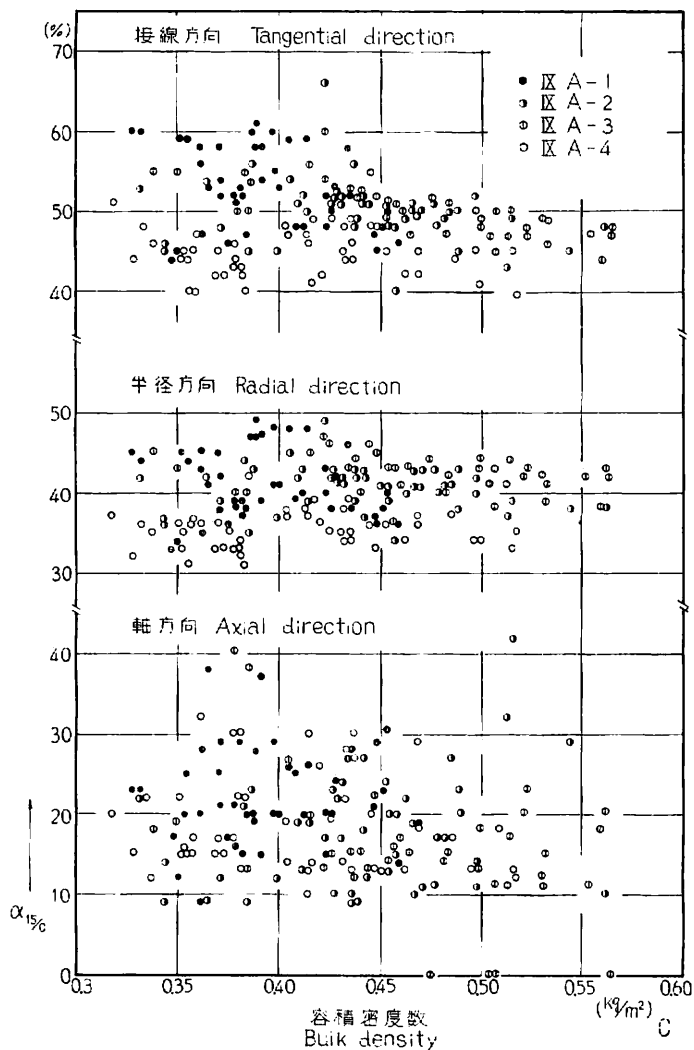


Fig. 9 容積密度と気乾
までの収縮が全収縮
にしめる割合 ($\alpha_{15/0}$)
との関係

Relation between bulk
density and the percentage
of shrinkage when green
to air dry to when green
to oven dry ($\alpha_{15/0}$)

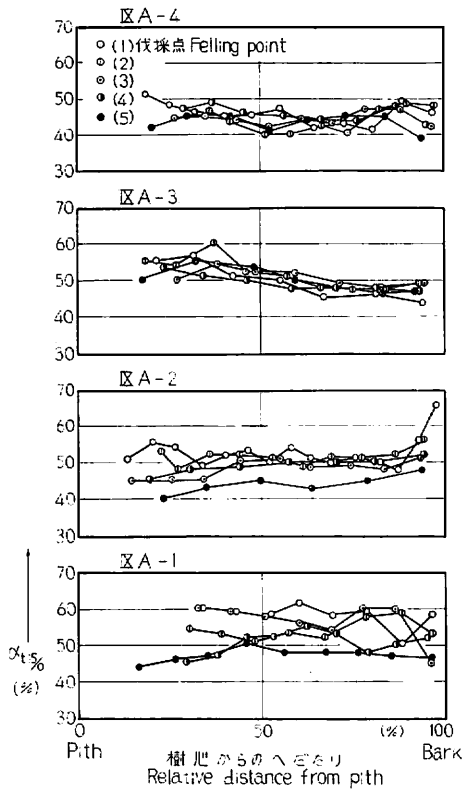
ものが小さいものに比べかなり小さい傾向がみられるが、他の供試原木については円板べつの変動に一定の傾向は認められない。Fig. 10-2 によると、 $\alpha_{15/0}$ の変動は樹心からのへだたりおよび円板べつには、なんら特定の傾向は認められない。さらに、Fig. 10-3 によると、 $\alpha_{15/0}$ の変動はかなり著しいが、樹心からのへだたりおよび円板べつにはなんら特定の傾向は認められない。

5. 煮沸にともなう寸度変化と煮沸材の収縮性能

5. 1. 煮沸にともなう寸度変化率

煮沸 (100°C, 72時間処理) 後の寸度変化率と樹心からのへだたりとの関係を、接線、半径と軸の3方向について、供試原木べつ、円板べつに求め、Fig. 11 に示した。

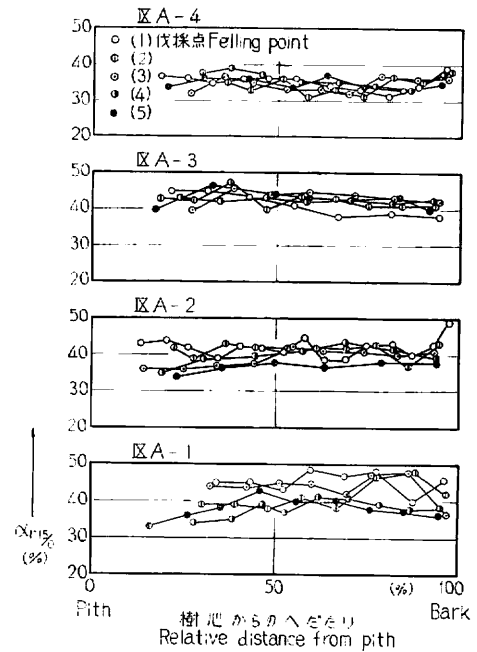
これによって、接線方向の変化率を供試原木べつに比較すると、いずれの供試原木においても樹心に近



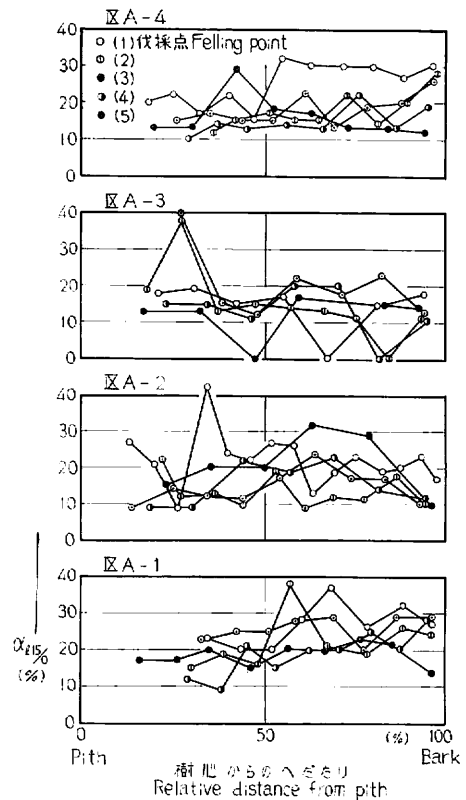
(Fig. 10-1)

Fig. 10 気乾までの収縮が全収縮にしめる割合
($\alpha_{t15/0}$, $\alpha_{r15/0}$, $\alpha_{t15/0}$) の原木内変動
Variation of percentage of shrinkage when green
to air dry to when green to oven dry ($\alpha_{t15/0}$, $\alpha_{r15/0}$,
 $\alpha_{t15/0}$).

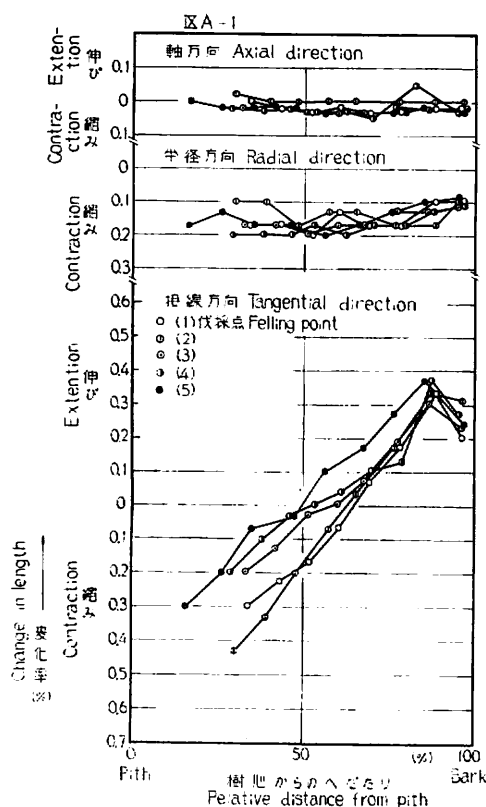
い材部で最も多く縮み、周辺に向かうにしたがってほぼ直線的に縮み量が減少し、変化率がゼロとなる点を経て伸張にかわり、伸び量もほぼ直線的に増加するが、樹心からのへだたりが80~90%において最大点に達し、それ以後辺材部では伸び量がやや減少する。この傾向のなかで変化率がゼロを示す樹心からのへだたりは IX A-1 で約 60%, IXA-2 と IX A-3 で約 50%, IX A-4 で約 40%の位置にそれぞれ認められ、これは供試原木によってかなり異なっている。また、伸び量と縮み量の最大値は供試原木によりかなり異なる。このうち、IXA-4 の供試原木では最大縮み量がかかなり小さく、また、縮む傾向を示す試験片数もかなり少



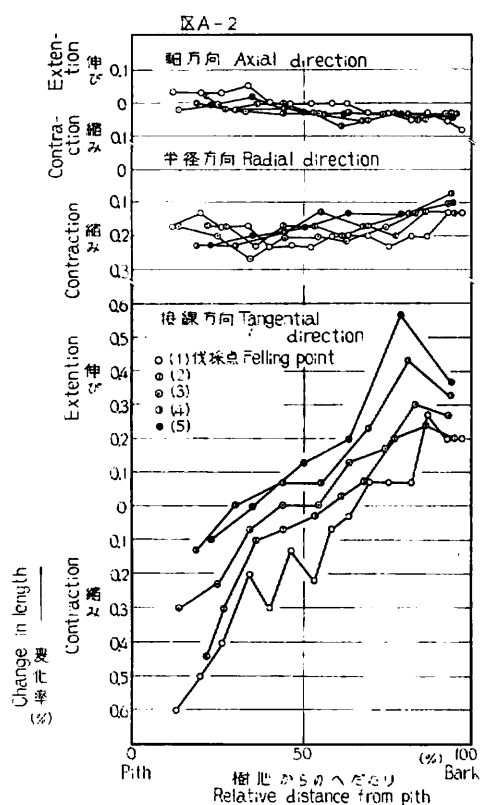
(Fig. 10-2)



(Fig. 10-3)



(Fig. 11-1)



(Fig. 11-2)

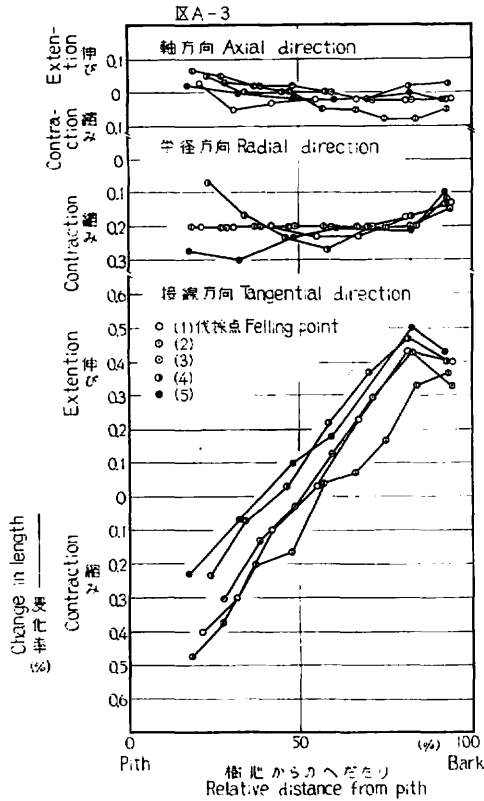
Fig. 11 煮沸にともなう
Variation of change

ない。また、接線方向の変化率を円板べつに比べると、いずれの供試原木においても、円板番号の大きいものほど最大伸び量が大きく、また、最大縮み量が小さい。したがって、変化率がゼロを示す樹心からのへだたりは、樹心により近い。

また同図によると、半径方向の長さはこの処理によっていずれの供試原木においても縮み、この変化率は樹心からのへだたりが約50%近くで最大値を示す傾向が認められる。またこの変化率はいずれの供試原木においても大差なく、約0.2%である。またこの変化率の変動は、円板による特定の傾向を示さない。

さらに、同図によると、軸方向のこの変化率は樹心に近い材部で伸びるものが多く、また、樹心からのへだたりが約40%より外側の材部ではほとんど縮む傾向を示す。この伸び率と縮み率はいずれも0.05%以下のものが多い。また、この変化率は円板による特定の傾向は示さない。

このような煮沸にともなう変化率を前報のクルイン材の例⁷⁾と比較すると、接線、半径と軸のいずれの方向においても、その出現の傾向に両者でほとんど差異はないが、量的にはかなり異なる。接線方向の最大伸び率は両者でほぼ等しいが、最大縮み率はクルイン材の場合1%を超えるものもかなりあったが、この試料では0.6%が最大である。レッド ラワンは脆心材部をもち、クルインと異なるが、これがこの最大縮み率の差異に関連するものとみなされる。また、半径方向の最大縮み率はクルイン材で約0.3%を示した



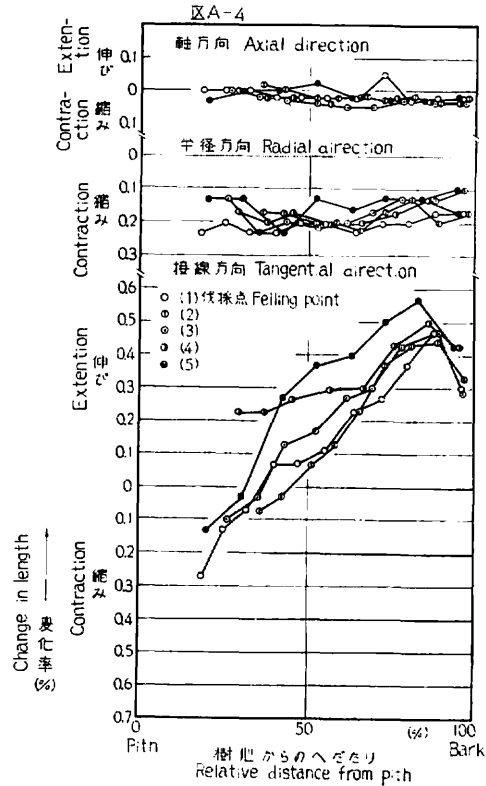
(Fig. 11-3)

寸度変化率の原木内変動
in length by boiling in sample log.

が、この試料では約 0.2% でかなり小さい。
さらに、軸方向の伸び率と縮み率はクルイン
でともに約 0.1% であったが、レッド ラウ
ンではともに約 0.05% で両者かなりの差異
がみられる。

5. 2. 煮沸材の収縮率

煮沸材と無処理材の収縮特性値を供試原木
べつに求め、これらの平均値を比較して Tab-
le 4 に示した。このうち、容積全収縮率につい
て求めた煮沸材と無処理材との関係を Fig.12
に示した。これによると、いずれの測定値も
煮沸材の値が無処理材の値よりかなり大き
く、それらは $(\alpha_v)_b = 1.49\alpha_v$ の直線にそっ
て出現するが、この直線からの変動はクルイ



(Fig. 11-4)

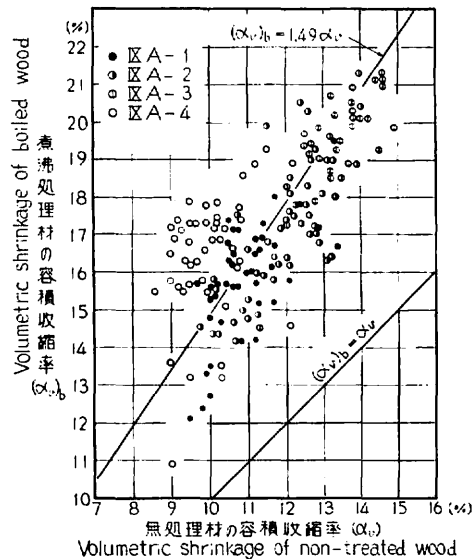


Fig. 12 煮沸材の容積全収縮率と無処理材のそ
れとの関係

Relation between volumetric shrinkage when green
to oven dry of boiled wood and non-treated.

Table 4. 煮沸処理材と
Comparisons between

原木番号 Log Number	処 理 Treatment	容 重 積 Density			収 縮 率 (%)					
		R	r_0	r_{15}	含水率 1%あたりの平均 収縮率 Shrinkage per unit moisture content			気乾までの収縮率 Shrinkage when green to air dry		
		kg/m ³	g/cm ³	g/cm ³	t	r	l	t	r	l
IXA-1	無 処 理 Non-treated	393	0.441	0.478	0.259	0.113	0.012	4.23	1.17	0.05
	煮 沸 Boiled	387	0.460	0.497	0.252	0.137	0.015	7.98	2.33	0.03
IXA-2	無 処 理 Non-treated	442	0.502	0.539	0.284	0.150	0.015	4.10	1.53	0.05
	煮 沸 Boiled	436	0.526	0.564	0.267	0.169	0.015	7.88	3.03	0.04
IXA-3	無 処 理 Non-treated	477	0.552	0.587	0.313	0.181	0.011	4.50	1.96	0.03
	煮 沸 Boiled	451	0.577	0.614	0.284	0.199	0.012	9.20	3.91	0.01
IXA-4	無 処 理 Non-treated	408	0.454	0.490	0.267	0.130	0.012	3.12	1.03	0.04
	煮 沸 Boiled	394	0.472	0.510	0.241	0.152	0.014	8.59	2.36	0.02
合 計 Total	無 処 理 Non-treated	430	0.487	0.524	0.281	0.144	0.013	3.99	1.42	0.04
	煮 沸 Boiled	417	0.509	0.546	0.261	0.164	0.014	8.41	2.91	0.03
	煮 沸 / 無 処 理 Ratio of boiled to non-treated	0.97	1.05	1.04	0.93	1.14	1.08	2.11	2.05	0.75

ン材の場合⁷⁾に比べかなり大きい。したがって、煮沸処理にともなう収縮率を無処理材のそれから推定する場合、クルイン材に比べかなりの誤差が生ずるものとみられる。

Table 4 によると、容積重の全供試原木の平均値について求めた煮沸材と無処理材との比は、容積密度で0.97を示し、これは煮沸材が無処理材より小さくなる。これにたいし、気乾と全乾の容積重のこの比はそれぞれ1.04と1.05を示し、煮沸材のこれらの容積重は無処理材より大きくなる。収縮率のこの比は接線方向の平均収縮率が0.93、軸方向の気乾収縮率が0.75、また、軸方向の全収縮率が1.00を示すほかはいずれも1より大きく、煮沸材のこれらの収縮率は、無処理材に比べて大きくなることを示している。とりわけ、気乾までの接線方向と半径方向の収縮率のこの比は、いずれも2より大きく、煮沸材のこれらの収縮率が無処理材に比べ著しく大きくなる。また、全収縮率については、接線方向、半径方向と容積の各収縮率はともに1.49を示し、煮沸材のこれらの全収縮率が無処理材に比べて大きくなる。

α_s/R のこの比は1.52を示し、煮沸材の α_s/R は無処理材に比べかなり大きい。

横断面収縮異方度については、 t_0/r_0 のこの比は 0.81 を示し、煮沸材のこの値が無処理材より小さくなるが、 t_{15}/r_{15} のこの比は1.03で逆に煮沸材の値が無処理材に比べやや大きくなり、さらに、これらを込みにした t/r のこの比は1.00で、両者で全く等しい。

気乾までの収縮が全収縮にしめる割合でのこの比は、接線方向と半径方向でそれぞれ1.43と1.34を示し、煮沸材のこれらの値が無処理材よりかなり大きくなるが、軸方向ではこの比は0.21を示し、煮沸材の

無処理材の比較

boiled wood and non-treated

Shrinkage				相 互 関 係 Relation						
全 乾 までの 収 縮 率 Shrinkage when green to oven dry				α_v/R	横 断 面 収 縮 異 方 度 Transverse shrinkage anisotropy			気 乾 までの 収 縮 率 の 割 合 (%) Ratio of shrinkage when green to air dry to oven dry		
t	r	l	v		t_3/r_3	t_{16}/r_{16}	t/r	t_{15}/o	r_{15}/o	l_{15}/o
7.95	2.85	0.23	10.87	27.9	2.30	3.65	2.81	53	41	23
11.46	4.31	0.26	15.80	41.1	1.85	3.43	2.65	69	54	14
8.18	3.77	0.28	11.89	27.1	1.90	2.72	2.20	50	41	18
11.56	5.49	0.25	17.02	39.3	1.60	2.64	2.13	68	55	11
8.99	4.61	0.20	13.45	28.6	1.74	2.33	1.96	50	42	15
13.07	6.74	0.17	19.47	42.4	1.44	2.38	1.94	70	58	-18
7.00	2.96	0.22	9.97	24.6	2.09	3.11	2.41	44	38	19
11.89	4.58	0.23	16.43	42.1	1.61	3.69	2.63	72	51	7
8.03	3.55	0.23	11.55	27.1	2.01	2.95	2.35	49	41	19
12.00	5.28	0.23	17.18	41.2	1.63	3.03	2.34	70	55	4
1.49	1.49	1.00	1.49	1.52	0.81	1.03	1.00	1.43	1.34	0.21

値が無処理材に比べかなり小さくなる。

このような煮沸材と無処理材の比を前報のクルイン材の場合⁷⁾と比較すると、とりわけ著しい差異は、接線方向と半径方向の気乾までの収縮率に認められる。レッド ラワン材のこれらの比はともに2より大きい、クルイン材のこれらの比はともに1.3程度であった。したがって、レッド ラワン材はクルイン材に比べ、煮沸処理による落込みのような異状収縮がかなり著しく生ずるものとみなされる。

 6. *Shorea* の 8 試料の容積重と収縮率の比較

この一連の南洋材の研究において、すでに調査した *Shorea*⁽¹⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾ は Table 5 のとおりである。これらの供試材について、樹種べつに求めた収縮特性値の平均値をTable 6 に示した。これによって8試料べつの比較をすれば次のとおりである。

容積密度数については大きく2つのグループに区分できる。

Aグループ、500 kg/m³ 未満：ライト レッド メランチ、レッド ラワン、ホホワイト メランチ。

Bグループ、600 kg/m³ 以上：コムニヤン、バンキライ、バラウ(1)、バラウ(2)、バラウ(3)。

全収縮率についてもこのグループ分けは妥当なものとみられる。Aグループの接線方向と半径方向および容積の各収縮率はBグループに比べやや小さく、軸方向ではAグループがBグループに比べやや大きい。

α_r/R は A グループが 24.3~27.1 を示し、B グループは 17.4~20.5 を示して両者の差はかなり大きい。

横断面収縮異方度および気乾収縮率が全収縮率に占める割合については、このグループ区分は必ずしも適当でないものとみられる。したがって、これらを各試料について区分すれば次のとおりである。

横断面収縮異方度が

2.00 未満：バンキライ、コムニヤン

Table 5. *Shorea* の供試材総括表
Detail of test wood on genus *Shorea*

産 地 Locality	樹 種 Common name	原木数 Number of logs	供試材番号 Mark of samples	試験片採取箇所 Position of specimens in sample		試験片数 Number of specimens
				横断方向 Transverse direction	幹軸方向 Axial direction of stem	
カリマンタン Kalimantan	ホワイト メランチ	2	VIB 5, 10	1	1	28
	ライト レッド メランチ	1	VII G	1	1	16
	バンキライ	6	VIA 1, 3, 6, 7, 8, 9	1	1	91
	バラウ (1)	1	VII H	1	1	16
	" (2)	1	VII I	1	1	12
	" (3)	1	VII J	1	1	10
フィリピン Philippine	レッド ラワン	4	IX A 1, 2, 3, 4	1	5	340
カンボジア Cambodia	コムニヤン	3	II B 8, 10, 12	4	1	116
	コキー クサイ	1	II E	4	1	48
合 計 Total		20				677

Table 6. *Shorea* の 8 試 料 の
Comparisons among the eight samples of

一 般 名 Common name	学 名 Scientific name	容 積 重 Density			収 縮 率					
		R kg/m ³	r ₀ g/cm ³	r ₁₅ g/cm ³	平 均 収 縮 率 Shrinkage per unit moisture content			気 乾 収 縮 率 Shrinkage when green to air dry		
					t	r	l	t	r	l
ホワイト メランチ ライト レッド メランチ レッド ラワン 計	<i>Shorea</i> sp.	481	0.55	0.58	0.317	0.164	0.013	3.15	1.29	0.06
	<i>Shorea</i> sp.	364	0.41	0.44	0.256	0.124	0.016	2.99	0.83	0.02
	<i>S. negrosensis</i>	429	0.49	0.52	0.279	0.148	0.013	3.96	1.40	0.05
	Total	425	0.48	0.51	0.288	0.144	0.014	3.38	1.18	0.04
コムニヤン バンキライ バラウ (1) " (2) " (3) 計	<i>Shypochra</i>	638	0.74	0.77	0.381	0.208	0.010	3.01	1.42	0.05
	<i>S. laevis</i>	721	0.84	0.87	0.393	0.223	0.009	3.25	1.44	0.03
	<i>Shorea</i> sp.	660	0.75	0.79	0.382	0.164	0.011	3.37	1.01	0.03
	"	828	0.97	1.01	0.447	0.190	0.007	3.98	1.27	0.03
	"	824	0.99	1.01	0.452	0.255	0.009	4.74	1.94	0.02
	Total	736	0.86	0.89	0.411	0.208	0.009	3.67	1.42	0.03

2.00~2.49: ホワイト メランチ, レッド ラワン, バラウ(3)

2.50 以上: ライト レッド メランチ, バラウ(1), バラウ(2)

気乾収縮率が全収縮率にしめる割合 ($t_{15/0}$) が

40未満: バンキライ, バラウ(1), バラウ(2), コムニヤン

40~44: ホワイト メランチ, ライト レッド メランチ, バラウ(3)

45以上: レッド ラワン

これらの収縮特性値の, 樹心から周辺に及ぶ出現様式や容積密度数との関係についてはすでに報告⁴⁾⁵⁾⁶⁾したが, これを8試料について総括すると次のとおりである。

6. 1. 樹心からのへだたりにおける変動

容積密度数は樹心から周辺に向かって, Aグループでは上昇する傾向を示し, Bグループでは最大点をもつ曲線的傾向を示す。

容積収縮率は両グループとも特定の傾向は示さないが, 樹心に近い材部を除けばほぼ一定の値を示すものが多い。

α_z/R はAグループでは樹心から周辺に向かって 減少する傾向を示すが, Bグループでは特定の傾向を示さない。

t/r はAグループでは樹心から周辺に向かってほぼ等しいか, やや上昇する傾向を示すが, Bグループでは特定の傾向を示さない。

気乾収縮率が全収縮率にしめる割合 ($t_{15/0}$) は, Aグループでは樹心から周辺に向かってほぼ等しいか, やや減少する傾向を示すが, Bグループでは樹心から周辺に向かってほぼ等しいか, 最小点をもつ曲線的傾向を示す。

収 縮 特 性 値 の 比 較

genus *Shorea* on characteristic values of shrinkage

Shrinkage (%)				相 互 関 係 Relations						
全 収 縮 率 Shrinkage when green to oven dry				α_w/R	横断面収縮率方度 Transverse shrinkage anisotropy			気乾までの収縮率の割合 Ratio of shrinkage when green to air dry to oven dry (%)		
t	r	l	v		t_0/r_0	t_{15}/r_{15}	t/r	$t_{15/0}$	$r_{15/0}$	$l_{15/0}$
7.77	3.70	0.25	11.54	24.3	1.96	2.56	2.16	40	34	23
6.72	2.68	0.27	9.52	26.3	2.07	3.59	2.51	44	31	6
7.93	3.51	0.24	11.46	27.0	2.02	2.97	2.35	49	40	19
7.51	3.31	0.25	10.87	25.9	2.01	3.03	2.34	44	35	16
8.51	4.54	0.20	13.06	20.5	1.83	2.12	1.91	35	31	25
8.96	4.81	0.16	13.59	19.0	1.75	2.30	1.89	36	30	19
8.90	3.45	0.20	12.32	18.7	2.34	3.27	2.59	38	29	15
10.41	4.07	0.14	14.39	17.4	2.38	3.17	2.58	38	31	21
11.21	5.69	0.15	16.41	19.9	1.81	2.52	2.01	42	34	12
9.60	4.50	0.17	13.95	19.1	2.02	2.68	2.20	38	31	18

6. 2. 収縮特性値と容積密度数との関係

丸太べつの試験片のあいだにおいては、容積全収縮率は容積密度数の増加にともないほぼ等しいか、やや増加するか⁴⁾⁵⁾⁶⁾、その勾配は原点をとる直線とはならずはるかにゆるやかである。これを試料べつあるいは丸太べつに求めた平均値についてみると Fig.13 のとおりで、AグループとBグループであきらかに異なった勾配を示すが、それぞれの傾向はともに原点をとる直線の勾配にそっている。Aグループは $\alpha_v=26R$ 、Bグループは $\alpha_v=19R$ の直線にはほぼ適合している。Bグループにみられるこの傾向は温帯産材ではほとんどみられず、この種の材の重要な収縮特性とみなされる。

丸太内で求められた横断面収縮異方度 ($1/r$) は、容積密度数によって必ずしも特定の傾向を示さない⁴⁾⁵⁾⁶⁾。これを丸太べつあるいは試料べつの平均値についてみると、Fig. 14に示したように、この関係はAグループでは容積密度数の増加にともなって急激に減少するが、Bグループでは特定の傾向を示さない。多くの樹種について求めた²⁾ この関係では、横断面収縮異方度は容積密度数の増加にともなって、容積密度数が0.4~0.5 g/cm³ までは急激に減少し、これ以後はやや減少する傾向を示し、また、この傾向における変動は容積密度数の増加にともなって減少するものといわれている。したがって、Aグループのこの傾向はこの一般的な傾向にはほぼ適合するものとみなされるが、Bグループのこの傾向はかなり変動が大きいものとみなされる。ただ、このBグループの変動からバラウ(1)とバラウ(2)の2つを除けば、ほぼ一般的な傾向に適合するものとみなせることから、これらをむしろ異状なものであるとみなしてさしつかえなかろう。

接線方向と半径方向の気乾までの収縮が全収縮にしめる割合と、容積密度数との関係は丸太内の試験片間においても、また、丸太の平均値間においてもいずれのグループも特定の傾向を示さなかった。

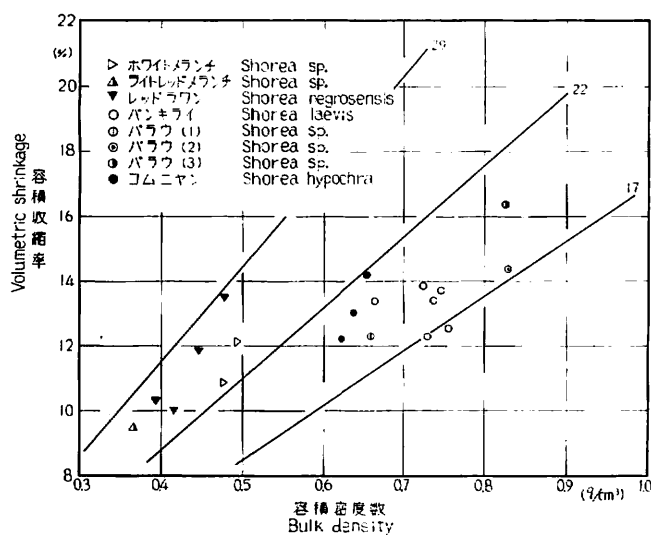


Fig. 13 供試材べつに示した容積密度数と容積全収縮率との関係
Relation between bulk density and shrinkage when green
to oven dry at each sample.

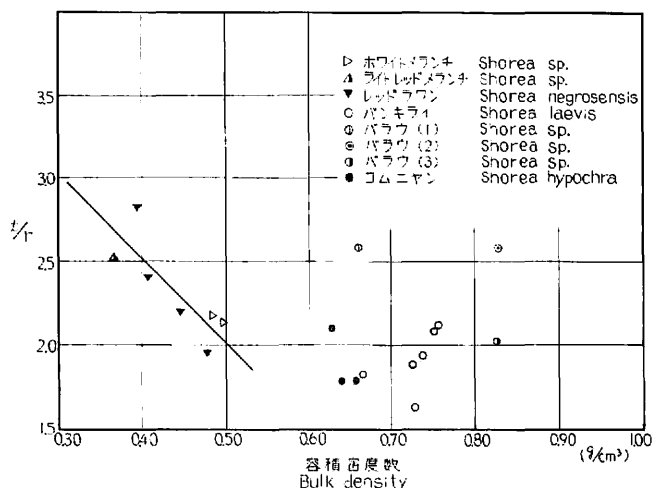


Fig. 14 供試材べつに示した容積密度数と横断面収縮異方度 (t/r) との関係
Relation between bulk density and transverse shrinkage anisotropy at each sample.

要 約

フィリピン産レッド ラワン (*Shorea negrosensis*) の4本の供試原木について、容積重、収縮率および交錯木理を測定し、それらのあらわれかたを検討した。また、これらの材について、煮沸にともなう寸度変化率について測定するとともに、煮沸処理材の収縮率をもとめ、これを無処理材と比較した。さらに、すでに調査した *Shorea* の8試料について、収縮特性値を比較し、あわせて同属の収縮の特徴を指摘した。

レッド ラワン材の容積重、収縮率および交錯木理について、

1. 容積重と収縮率の最大値、最小値と平均値を求め (Table 2)、これらの出現分布と供試原木内変動を調べた (Fig. 1, 2)。

2. 交錯木理の供試原木内変動を求めた (Fig. 3)。

また、交錯木理が軸方向収縮率に及ぼす影響を調べた (Fig. 4)。

3. 容積全収縮率と容積密度数との関係、横断面収縮異方度、気乾 (含水率15%) 収縮が全収縮に占める割合を求め (Table 3)、これらの値と容積密度数との関係 (Fig. 5, 7, 9) とこれらの値の供試原木内変動 (Fig. 6, 8, 10) を検討した。

煮沸材について

1. 煮沸 (100°C, 72 時間処理) にともなう寸度変化率を接線、半径と軸の3方向について求め、これらの値の供試原木内変動を明らかにした (Fig. 12)。

2. 煮沸材の収縮特性値と無処理材とのそれを比較し、煮沸材の収縮率が無処理材より大きく、容積全収縮率が1.49倍を示した。また、接線と半径の2方向について、気乾までの収縮率で煮沸材が無処理材の2倍強の著しく大きい値を示した。

Shorea の 8 試料の収縮の特徴について

1. *Shorea* の 8 試料について収縮特性値を求め、これらの間での比較を行なった (Table 6)。その結果、これらの試料は容積密度数の大きいものと小さいものの 2 つのグループに区分され、この 2 つのグループで収縮特性値にかなりの差異が認められた。

2. *Shorea* の 8 試料の収縮のあらわれかたについて、若干の特徴を指摘した。

樹心からのへだたりにともなう変動については、容積密度数は 2 つのグループで異なるが、各グループについてはほぼ一定の傾向を示した。収縮率については容積密度数の小さいグループの 2, 3 の項目を除いてほとんど特定の傾向を示さなかった。

容積密度数と収縮特性値との関係については、丸太内より丸太間でより規則的なものが多いが、これは 2 つのグループでそれぞれ異なる。このうち、容積全収縮率 (α_v %) と容積密度数 (R g/cm³) との関係は容積密度数の小さいグループで $\alpha_v = 26R$, 大きいグループで $\alpha_v = 19R$ の直線にそってそれぞれ出現することがあきらかであった。また、横断面収縮異方度と容積密度数との関係は容積密度数の小さいグループでは特定の傾向を示したが、大きいグループではこの傾向に規則性はみとめられなかった。

文 献

- 1) ALVAZADO, M. B.: Study on the specific gravity of Philippine woods. The Lumberman (Philippine), October-November, p. 50, (1966)
- 2) 蕪木自輔・中野達夫・葉石猛夫: 日本産主要樹種の性質, 物理的性質 (第 3 報), 東北, 中部, 中国および四国地方産材の収縮性試験, 林試研報, 220, 199~230, (1969)
- 3) LAURICIO, F. M., S. B. BELLOSILLO: Mechanical and related properties of Philippine woods. Reprinted from the 9th anniversary issue of the Lumberman, (1962)
- 4) 中野達夫・蕪木自輔: 南洋材の性質 1, カンボジア産材 8 樹種の容積密度数と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 190, 77~86, (1966)
- 5) 中野達夫・蕪木自輔: 南洋材の性質 11, カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材の容積重と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 218, 32~45, (1968)
- 6) 中野達夫・蕪木自輔: 南洋材の性質 12, カリマンタン産 13 樹種の容積重と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 218, 129~144, (1968)
- 7) 中野達夫・蕪木自輔: 南洋材の性質 13, マラヤ産クルイン材の容積重と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 221, 73~90, (1969)
- 8) 須藤彰司: 熱帯材の識別, 林試研報, 157, 1~262, (1963)
- 9) WEBB, C. D.: Variation of interlocked grain in sweetgum. Forest Product Journal, 8, 45~48, (1969)

III Density, Shrinkage and Interlocked Grain of Red Lauan Wood from the Philippines

Tatsuo NAKANO

Summary

A study of density, shrinkage and interlocked grain was made on four Red lauan (*Shorea negrosensis*) sample logs from the Philippines and some characteristics of boiled wood were observed. Furthermore, the data for shrinkage of eight samples of genus *Shorea* from three countries were summarized and discussed.

The results obtained are as follows :

Density, Shrinkage and interlocked grain of Red lauan sample logs

The general description of sample logs and specimens are given in Table 1.

1. The maximum, minimum, and mean values of density and shrinkage for each tree are given in Table 2. Then, the hystgrams of bulk density and shrinkage when green to oven-dry are shown in Fig. 1.

2. The variation of bulk density and shrinkage when green to oven-dry within sample log are shown in Fig. 2.

3. The variation of interlocked grain within sample log are shown in Fig. 3, and the relationship between the grain angle and the axial shrinkage are shown in Fig. 4.

4. The maximum, minimum and mean value of the ratio of volumetric shrinkage and bulk density (α_v/R), the transverse shrinkage anisotropy (t/r) and the percentage of shrinkage when green to air-dry to when green to oven-dry ($\alpha_{15/0}$) in each sample log are given in Table 3.

5. The relationship between the bulk density (R g/cm³) and volumetric shrinkage (α_v %) are shown in Fig. 5, and the variation of the α_v/R within sample log are shown in Fig. 6.

6. The relationship between t/r and bulk density are shown in Fig. 7, and the variation of t/r within sample log are shown in Fig. 8.

7. The variation of the percentage of shrinkage when green to air-dry to when green to oven-dry within sample log are shown in Fig. 10, and the relationship between $\alpha_{15/0}$ and bulk density are shown in Fig. 9.

The boiling of wood specimens from four Red lauan sample logs

1. The change in length caused by boiling within sample log is shown in Fig. 11, in tangential, radial and axial direction.

2. The comparisons between the boiled and non-treated wood are made on density and some shrinkage values (Table 4, Fig. 12).

Density and shrinkage of eight samples of genus *Shorea*

The general description of the samples tested in this series of work "The properties of tropical woods" are shown in Table 5.

1. The comparisons among the eight samples on density and shrinkage are made in Table 6.

2. The relationships between bulk density and volumetric shrinkage and transverse shrinkage anisotropy in each sample are shown in Figs. 13 and 14.

IV フィリピン産レッド ラワンの強度的性質

山 井 良 三 郎⁽¹⁾近 藤 孝 一⁽²⁾

ま え が き

前報¹⁰⁾にひきつづき、フィリピンのミンダナオ島産のレッド ラワン材 (*Shorea negrosensis*) の無欠点小試験体による強度的性質を求めた。この場合もおもなるねらいを、強度部材として利用する場合の一般的指標をうることに、多湿円板から木取った接線方向の横引張試験体につき、単板切削加工の基礎となる応力—歪関係を求めることにした。

なお、この報告のかわりに、これまで“南洋材の性質”の一環として試験を行ってきたフタバガキ科の *Shorea* (メランチ類のみ¹⁾⁽¹⁹⁾), *Dryobalanops* (カプール類²⁾), *Dipterocarpus* (クルイン類³⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽¹⁰⁾) 属の10材種につき試験結果を総括し、これらの材種の強度的性質を評価する場合の参考に供する。

この試験を行なうにあたり、強度研究室の各位のご協力を得たので、ここに厚く謝意を表する。

1. 供試材料および試験体木取法

供試材料の原木記号、多湿円板の半径、辺材の幅および試験群などを Table 1 に示した。供試木の概要および供試材料の採材位置などについては、巻頭の緒言を参照されたい。なお、試験群のうち、I 群は多湿円板に関するもので、厚さ約 10cm の円板から、既報⁷⁾の要領で横引張試験体のみを木取った。すなわち、横断面上でほぼ平均的な成長をしている部分の半径をえらび、その線上における辺材部を A、樹心部 (直径約 27~28cm) を除いた心材部を 3 等分して、外周から B, C, D とし、各部位から接線方向の横引張試験体を木取った。また、B 部位のみから半径方向の横引張試験体を木取った。この場合、試験体はいずれも樹幹の縦軸方向に連続して 5 個ずつ木取り、B 部位における半径および接線方向の試験体はそれらの中央部分がほぼ同一円周上で、かつ、できるだけ近接するように配慮した。

II 群は主として気乾状態に関するもので、前述の円板に隣接した長さ約 50cm の丸太から横方向の圧

Table 1. 供 試 材 料
Materials tested

原 木 番 号 Log number	円 板 半 径 Radius of disks (cm)	辺 材 の 幅 Width of sapwood (cm)	試 験 群 Test group	
			I 群 Group I	II 群 Group II
IXA-1	45.0	4.0	厚さ 10cm の多湿 円板 Wet disk, 10cm in thickness	長さ 50cm の丸太 Log, 50cm in length
IXA-2	42.0	5.0		
IXA-3	38.5	5.0		

I 群：多湿円板から木取った試験体の横引張試験

Group I : Tension perpendicular to grain test of specimens cut from various positions in cross section of wet disks.

II 群：丸太から木取った試験体の強度試験

Group II : Tests of specimens cut from logs (Air dry and wet conditions).

縮および引張試験体、縦方向の引張、静的曲げおよび衝撃曲げ試験体を木取った。すなわち、各丸太の横断面上でほぼB部位に相当する部位から、接線および半径方向の圧縮試験体をそれぞれ5個、接線方向の引張試験体を4個、半径方向の引張試験体を5個ずつ木取った。

縦方向の試験体については、辺材部から静的曲げ試験体のみ5個木取り、樹心部を除いた心材部から縦引張および衝撃曲げ試験体をそれぞれ10個、さらに1対の静的曲げ試験体を10組ずつ木取った。この静的曲げ試験体の1対のうち、一方は気乾状態、他方は多湿状態の試験にあてた。また、静的曲げ試験終了後、両端の非破壊部分から縦圧縮、せん断および部分圧縮の各試験体を木取った。なお、部分圧縮試験体のうち半数を接線方向に、また残りの半数を半径方向の試験にあてた。

この試験でいう多湿状態は供試材料を水中に浸漬した状態で、いわゆる生材状態ではない。また、気乾状態はいずれも室内に放置した状態で、人工乾燥は行っていない。

2. 試験方法

試験方法は前報⁷⁾と同様で、大部分はJISの規定にしたがったが、木口面かたさは縦圧縮試験体の両木口面、柾目面および板目面かたさは部分圧縮試験体の側面で行なった。試験体の寸法は縦引張、横引張、衝撃曲げの場合に $a=20\text{mm}$ 、静的曲げ、縦圧縮、横圧縮、部分圧縮、せん断の場合に $a=25\text{mm}$ とした。

なお、縦引張試験体の容積重は曲率を付与する前に測定した。また、含水率については縦圧縮試験体のみを測定した。

3. 試験結果と考察

最初に、各供試原木ごとの気乾状態における心材部の容積重、含水率、静的曲げ、縦圧縮、縦引張、せん断、部分圧縮、かたさ、衝撃曲げなどの強度値を総括して Table 2 に示した。心材部の気乾容積重(平均含水率約14.0%)は静的曲げ、縦圧縮、縦引張、部分圧縮および衝撃曲げの各試験体から求めた値であるが、全体としては $0.43\sim 0.58\sim 0.74\text{ g/cm}^3$ である。供試原木ごとにみれば、IXA-3 が最大で、IXA-2、IXA-1 の順に低減している。また、供試原木ごとの縦強度の平均値もIXA-2 の柾目面せん断強さ以外は容積重の大小関係とはほぼ一致している。なお、IXA-3 の衝撃曲げ吸収エネルギーの値は他にくらべていちじるしく大きい。この表中の縦圧縮、静的曲げ、せん断などに関する結果をフィリピンの資料⁹⁾と比較するとほぼ近似している。

最大強さを容積重で除した形質商、および各強度値間の相互関係を Table 3 に示した。形質商の総平均は静的曲げで15.6km、縦圧縮で8.4km、縦引張で26.2kmとなる。最大強さに対する比例限度の比の総平均は静的曲げで0.53、縦圧縮で0.67、縦引張で0.64となる。また、最大強さをヤング係数で除した値の総平均は静的曲げで 0.81×10^{-2} 、縦圧縮で 0.34×10^{-2} 、縦引張で 1.14×10^{-2} となる。せん断強さは板目面の場合が柾目面よりやや大きな傾向が認められる。縦圧縮強さを柾目面せん断強さで除した値の総平均は5.7である。また、衝撃曲げ吸収エネルギーを容積重の2乗で除した値はかなり分散しているが、単位を無視して示すと、その総平均は3.2で、かなり大きい。つぎに、縦圧縮強さ、接線方向および半径方向の1mm部分圧縮強さを、それぞれ対応する木口面かたさ、柾目面かたさ、板目面かたさで除し、単位を無視して示すと、その総平均は114, 90, 87となる。なお、板目面かたさを柾目面かたさで除した値の総平均は1.46である。さらに、各原木ごとの縦圧縮強さ(σ_c)と縦引張強さ(σ_t)の平均値を次式に代入して、

Table 2-1. 強度試験結果
Results of several mechanical tests

原木番号 Log number		容積重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Moisture content $u\%$	静 的 曲 げ Static bending			縦 圧 縮 Compression parallel to grain		
				E_b 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_b kg/cm ²	E_c 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_c kg/cm ²
IXA-1	平均値 Mean	0.48	14.0	89	386	703	113	259	387
	範囲 Range	0.43~0.56	13.0~14.5	84~99	347~402	645~760	100~120	217~292	366~405
IXA-2	平均値 Mean	0.58	14.0	114	490	932	140	328	501
	範囲 Range	0.48~0.67	13.5~14.5	95~131	401~553	754~1023	121~162	289~386	436~546
IXA-3	平均値 Mean	0.68	13.5	130	549	1080	169	372	547
	範囲 Range	0.59~0.74	13.5~14.0	118~146	446~645	914~1199	134~202	313~506	474~618
総括 Over all	平均値 Mean	0.58	14.0	111	475	905	141	320	478
	範囲 Range	0.43~0.74	13.0~14.5	84~146	347~645	645~1199	100~202	217~506	366~618

E_b : 曲げヤング係数 YOUNG's modulus in static bending.
 E_c : 縦圧縮ヤング係数 YOUNG's modulus in compression parallel to grain.
 E_t : 縦引張ヤング係数 YOUNG's modulus in tension parallel to grain.
 σ_p : 比例限度 Stress at proportional limit.
 σ_b : 曲げ強さ Modulus of rupture in static bending.
 σ_c : 縦圧縮強さ Maximum crushing strength in compression parallel to grain.
 σ_t : 縦引張強さ Maximum strength in tension parallel to grain.

Table 3. 各強度的性質の相互
Relations among mechanical properties

原木番号 Log number		静 的 曲 げ Static bending			縦 圧 縮 Compression parallel to grain			縦 引 Tension parallel	
		σ_p/σ_b	σ_b/R_u km	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_p/σ_c	σ_c/R_u km	σ_c/E_c 10 ⁻²	σ_p/σ_t	σ_t/R_u km
IXA-1	平均値 Mean	0.55	14.5	0.79	0.67	8.1	0.34	0.70	26.2
	範囲 Range	0.50~0.59	13.2~15.1	0.73~0.84	0.58~0.78	7.7~8.3	0.32~0.37	0.58~0.79	22.1~32.3
IXA-2	平均値 Mean	0.53	15.9	0.82	0.66	8.7	0.36	0.66	24.9
	範囲 Range	0.42~0.60	14.7~17.3	0.72~0.91	0.57~0.72	7.8~9.1	0.31~0.41	0.55~0.75	19.1~33.9
IXA-3	平均値 Mean	0.51	16.5	0.83	0.69	8.3	0.32	0.56	27.6
	範囲 Range	0.48~0.55	15.5~17.4	0.77~0.88	0.55~0.82	7.9~8.7	0.26~0.37	0.47~0.63	19.8~33.8
総括 Over all	平均値 Mean	0.53	15.6	0.81	0.67	8.4	0.34	0.64	26.2
	範囲 Range	0.42~0.60	13.2~17.4	0.72~0.91	0.55~0.82	7.7~9.1	0.26~0.41	0.47~0.79	19.1~33.9

* σ_{1mm} : 接線方向 Tangential direction.

** σ_{1mm} : 半径方向 Radial direction.

(気乾状態—心材)

(Air dry condition—Heartwood)

縦引張 Tension parallel to grain			せん断 Shear parallel to grain		かたさ Hardness			衝撃曲げ Impact bending
E_t 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_t kg/cm ²	τ_R kg/cm ²	τ_T kg/mm ²	H_t kg/mm ²	H_r kg/mm ²	H_l kg/mm ²	a kg·m/cm ²
109	921	1331	70	87	4.0	1.2	0.8	0.70
102~115	853~1012	1171~1513	63~77	82~92	3.3~4.6	1.1~1.7	0.6~1.0	0.50~0.78
141	975	1508	92	103	4.1	1.4	1.0	0.88
120~168	795~1258	1035~2268	82~100	92~113	3.4~5.2	0.9~1.9	0.6~1.4	0.62~1.31
170	1100	1950	89	115	4.5	1.7	1.2	1.82
153~190	796~1305	1368~2399	78~106	108~129	3.8~5.2	1.2~2.0	0.9~1.6	1.60~2.12
140	999	1596	84	102	4.2	1.4	1.0	1.13
102~190	795~1305	1035~2399	63~106	89~129	3.3~5.2	0.9~2.0	0.6~1.6	0.50~2.12

 τ_R : せん断強さ (柢目面) Shearing strength (Radial surface).

 τ_T : せん断強さ (板目面) Shearing strength (Tangential surface).

 H_t : 木口面かたさ End hardness.

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

 H_l : 柢目面かたさ Side hardness (Radial surface).

 a : 吸収エネルギー Absorbed energy in impact bending.

関係 (気乾状態—心材)

(Air dry condition—Heartwood)

張 to grain	衝撃曲げ Impact bending	相互関係 Relation					
σ_t/E_t 10 ⁻²	a/Ru^2	τ_T/τ_R	σ_c/τ_R	σ_c/H_t	σ_{1mm}^*/H_t	σ_{1mm}^{**}/H_r	H_r/H_t
1.22	3.3	1.25	5.5	98	80	80	1.54
1.09~1.39	2.9~3.5	1.10~1.37	5.2~5.8	87~113	69~89	77~86	1.10~2.00
1.06	2.8	1.12	5.4	123	106	97	1.47
0.80~1.39	1.6~4.5	0.99~1.26	4.8~5.8	101~141	81~131	78~129	1.10~2.38
1.14	3.6	1.31	6.1	121	83	84	1.37
0.86~1.33	3.3~4.1	1.10~1.45	5.7~6.6	108~131	73~89	76~96	1.06~1.70
1.14	3.2	1.23	5.7	114	90	87	1.46
0.80~1.39	1.6~4.5	0.99~1.45	4.8~6.6	87~141	69~131	76~129	1.06~2.38

Table 2-2. 強度試験結果 (気乾状態—心材) (つづき)
(Continued)

原木番号 Log number		部 分 圧 縮 Partial compression perpendicular to grain							
		接線方向 Tangential direction				半径方向 Radial direction			
		σ_p kg/cm ²	σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_{5\%}$ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_{5\%}$ kg/cm ²
IXA-1	平均値 Mean	32.0	71.6	92.2	77.1	54.1	94.7	116	101
	範囲 Range	25.7~38.4	64.8~80.5	84.4~102	69.9~86.4	48.1~59.9	87.1~101	104~121	91.9~107
IXA-2	平均値 Mean	52.8	106	135	114	65.6	122	153	131
	範囲 Range	44.0~63.9	88.3~120	113~150	95.2~128	57.6~80.0	112~132	141~168	120~144
IXA-3	平均値 Mean	44.0	99.6	131	108	66.7	141	177	135
	範囲 Range	40.0~52.0	85.1~117	114~154	93.3~128	57.6~77.0	125~169	156~212	75.2~182
総 括 Over all	平均値 Mean	42.9	92.2	120	99.5	62.1	119	148	128
	範囲 Range	25.7~63.9	64.8~120	84.4~154	69.9~128	48.1~80.0	87.1~169	104~212	91.9~182

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

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

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

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

原木番号 Log number		容積重 Appar- ent specific gravity R_n g/cm ³	含水率 Mois- ture content u %	静 的 曲 げ Static bending			縦 圧 縮 Compression parallel to grain		
				E_b 10 ³ kg/ cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_b kg/cm ²	E_c 10 ³ kg/ cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_c kg/cm ²
IXA-1	平均値 Mean	0.60	16.5	98	409	813	122	270	404
	範囲 Range	0.58~0.63	16.0~16.5	93~101	398~448	767~847	107~130	241~289	389~416
IXA-2	平均値 Mean	0.64	14.0	122	530	1055	152	357	523
	範囲 Range	0.62~0.66	14.0~14.5	116~127	500~551	1010~1100	141~179	313~410	487~542
IXA-3	平均値 Mean	0.72	14.5	138	572	1191	168	392	582
	範囲 Range	0.69~0.73	14.0~15.0	134~146	552~604	1124~1239	137~198	363~436	556~604
総 括 Over all	平均値 Mean	0.65	15.0	119	504	1020	147	340	503
	範囲 Range	0.58~0.73	14.0~16.5	93~146	398~604	767~1239	107~198	241~436	389~604

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

静的曲げの計算値 (σ_{br}) を求めると、実測値 (σ_b) に対する計算値の比は 1.05~1.16 で、計算値の方がやや大きい。

つぎに、辺材部の気乾状態における強度値を総括して Table 4 に、また、それらの相互関係を Table 5 に示した。心材部に比べて含水率および容積重がやや大きい傾向がみられるが、強度値および相互関係値は前述の心材部とほぼ同様とみてさしつかえない。

気乾状態における心材部の横圧縮および横引張の試験体の結果を Table 6, 7 に示した。ヤング係数は半径および接線の両方向とも、横圧縮の場合がやや大きい傾向がみられる。

つぎに、多湿状態における心材部の容積重、含水率、静的曲げ、縦圧縮、せん断、部分圧縮、かたさなどの強度値を総括して Table 8 に示した。含水率は約 102% で、容積重の総平均は 0.91g/cm^3 である。多湿状態の強度値は側面かたさ以外は気乾状態にくらべて低下しており、その低減の程度はヤング係数より強さの方がいちじるしい。また、多湿状態における各強度値の相互関係を Table 9 に示した。最大強さに対する比例限度の総平均は静的曲げで 0.51、縦圧縮で 0.77 である。最大強さをヤング係数で除した値は静的曲げで 0.68×10^{-2} 、縦圧縮で 0.25×10^{-2} となり、気乾状態の場合より小さい。縦圧縮強さを柁目面せん断強さで除した値の総平均は 5.2 となり、気乾状態の場合よりやや小さい。また、縦圧縮強さ、接線方向および半径方向の 1 mm 部分圧縮強さを、それぞれ対応するかたさの値で除した総平均は、単位を無視して示すと、100, 70, 67 となり、気乾状態の場合よりやや小さい。

単板の切削加工条件の基礎資料として多湿円板から木取った接線方向の横引張試験体の応力-歪関係を Table 10 に示した。また、ヤング係数、強さ、 σ_y/E_y の値の採材部位による変化を Fig. 1, 2 に示した。図中の横軸に示した % の数値は、樹皮側の材端から試験体までの距離を円板の半径に対する比率であらわしたものである。これら強度値の半径線上の採材部位の差異による特性的な傾向は認めたいが、辺

(気 乾 状 態—辺 材)

(Air dry condition—Sapwood)

せん断 Shear parallel to grain		部分圧縮 (接線方向) Partial compression perpendicular to grain (Tangential direction)				かたさ Hardness		
τ_R kg/cm ²	τ_T kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_{5\%}$ kg/cm ²	H_t kg/mm ²	H_r kg/mm ²	H_t kg/mm ²
74	91	34.5	79.6	104	86.4	4.3	1.4	1.1
67~80	81~106	28.7~41.5	75.0~84.1	98.4~110	81.6~91.6	3.9~4.7	1.1~1.5	1.1~1.2
96	99	54.4	111	144	120	4.3	1.6	1.3
86~112	83~108	48.0~61.0	101~119	131~153	106~129	3.7~4.8	1.1~2.3	1.0~1.7
99	115	54.4	114	149	124	5.2	1.8	1.6
95~103	106~122	48.0~60.1	105~117	141~155	115~128	4.7~5.7	1.4~2.3	1.4~1.8
90	102	47.8	101	133	110	4.6	1.6	1.3
67~112	81~122	28.7~61.0	75.0~119	98.4~155	81.6~129	3.7~5.7	1.1~2.3	1.0~1.8

Table 5. 各強度の性質の相互
Relations among mechanical properties

原木番号 Log number		静 的 曲 げ Static bending			縦 Compression
		σ_p/σ_b	σ_b/R_k km	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_p/σ_c
IXA-1	平均値 Mean 範囲 Range	0.50 0.47~0.53	13.5 12.4~14.3	0.83 0.82~0.85	0.67 0.60~0.71
IXA-2	平均値 Mean 範囲 Range	0.50 0.45~0.53	16.4 16.0~16.7	0.87 0.85~0.87	0.68 0.63~0.76
IXA-3	平均値 Mean 範囲 Range	0.48 0.45~0.51	16.7 15.7~17.3	0.87 0.80~0.92	0.67 0.64~0.73
総 括 Over all	平均値 Mean 範囲 Range	0.49 0.45~0.53	15.5 12.4~17.3	0.86 0.80~0.92	0.67 0.60~0.76

Table 6. 横圧縮試験結果
Results of compression perpendicular to grain

原木番号 Log number		容 積 重 Apparent specific gravity R_a g/cm ³	含 水 率 Moisture content " %	平 Radial
				E_R 10 ³ kg/cm ²
IXA-1	平均値 Mean 範囲 Range	0.49 0.48~0.50	14.5 14.5~15.0	11.6 11.2~11.9
IXA-2	平均値 Mean 範囲 Range	0.60 0.59~0.62	14.5 14.5~15.0	11.4 11.1~11.7
IXA-3	平均値 Mean 範囲 Range	0.68 0.64~0.71	14.5 14.5~15.0	12.0 11.5~12.8
総 括 Over all	平均値 Mean 範囲 Range	0.59 0.48~0.71	14.5 14.5~15.0	11.7 11.1~12.8

ϵ_p : 比例限界 ϵ_p Strain at proportional limit.

Table 7. 横引張試験結果
Results of tension perpendicular to grain

原木番号 Log number		半 徑 方 向 Radial direction			
		E_R 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_R kg/cm ²	相 互 関 係
					$\sigma_R/E_R 10^{-2}$
IXA-1	平均値 Mean 範囲 Range	9.66 9.22~10.1	29.5 24.0~34.6	72.6 55.3~81.5	0.75 0.57~0.88
IXA-2	平均値 Mean 範囲 Range	9.97 9.80~10.7	27.3 21.8~32.7	93.1 90.0~96.5	0.94 0.90~1.00
IXA-3	平均値 Mean 範囲 Range	9.52 8.74~9.97	28.0 26.7~29.1	96.8 91.7~102	1.20 0.92~1.13
総 括 Over all	平均値 Mean 範囲 Range	9.72 8.74~10.7	28.2 21.8~34.6	87.5 55.3~102	0.90 0.57~1.13

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

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

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

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

関係 (気乾状態—辺材)

(Air dry condition—Sapwood)

圧縮 parallel to grain		相互関係 Relation				
σ_c/R_u km	σ_c/E_c 10^{-2}	τ_T/τ_R	σ_c/τ_R	σ_c/H_t	σ_{1mm}/H_t	H_r/H_t
6.8	0.33	1.23	5.4	95	70	1.23
6.5~7.1	0.30~0.38	1.09~1.34	5.2~5.8	86~104	68~73	1.00~1.36
8.2	0.35	1.04	5.5	123	84	1.18
7.8~8.5	0.30~0.38	0.85~1.26	4.7~6.1	113~134	70~101	0.86~1.60
8.1	0.35	1.17	5.9	113	71	1.15
8.0~8.3	0.31~0.42	1.18~1.28	5.6~6.3	106~122	64~75	0.78~1.64
7.7	0.34	1.15	5.6	110	75	1.19
6.5~8.5	0.30~0.42	0.85~1.34	4.7~6.3	86~134	64~101	0.78~1.64

(気乾状態—心材)

tests (Air dry condition—Heartwood)

方向 direction		接線方向 Tangential direction		
σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10^{-2}	E_T 10^{-3} kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10^{-2}
28.5	0.25	3.68	13.4	0.37
25.3~31.4	0.22~0.27	3.11~4.49	11.2~17.7	0.28~0.55
33.4	0.29	4.74	14.4	0.31
32.1~35.3	0.28~0.31	4.65~4.85	12.7~16.0	0.27~0.34
32.7	0.27	6.33	16.3	0.26
32.0~35.4	0.26~0.28	5.71~6.68	14.4~19.2	0.22~0.30
31.6	0.27	4.92	14.7	0.31
25.3~35.4	0.22~0.31	3.11~6.68	11.2~19.2	0.22~0.55

(気乾状態—心材)

(Air dry condition—Heartwood)

Relation	接線方向 Tangential direction				
	E_T 10^3 kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_T kg/cm ²	相互関係 Relation	
σ_p/σ_R				σ_T/E_T 10^{-2}	σ_p/σ_T
0.42	3.37	14.3	43.5	1.31	0.33
0.30~0.62	2.65~4.26	10.1~21.7	35.9~48.7	0.98~1.70	0.24~0.52
0.29	4.45	15.0	54.4	1.23	0.28
0.23~0.36	3.85~5.12	11.8~17.8	48.5~58.7	1.00~1.39	0.20~0.32
0.29	4.89	16.6	55.8	1.20	0.30
0.27~0.31	2.97~6.19	10.5~22.2	48.6~69.2	0.87~1.76	0.28~0.43
0.34	4.24	15.3	51.2	1.25	0.30
0.23~0.62	2.65~6.19	10.1~22.2	35.9~69.2	0.87~1.76	0.20~0.52

Table 8. 強度試験結果
Results of several mechanical tests

原木番号 Log number		容 積 重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含 水 率 Moisture content u %	静 的 曲 Static bending	
				E_b 10 ⁸ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²
IXA-1	平均値 Mean 範 囲 Range	0.85 0.75~0.97	122 105~135	80 71~92	275 200~335
IXA-2	平均値 Mean 範 囲 Range	0.88 0.79~0.98	92.0 83.5~101	104 96~111	366 302~405
IXA-3	平均値 Mean 範 囲 Range	0.99 0.87~1.06	91.0 82.5~100	118 102~132	416 370~501
総 括 Over all	平均値 Mean 範 囲 Range	0.91 0.75~1.06	102 82.5~135	101 71~132	352 200~501

原木番号 Log number		か た さ Hardness			接 線
		H_t kg/mm ²	H_r kg/mm ²	H_t kg/mm ²	σ_p kg/cm ²
IXA-1	平均値 Mean 範 囲 Range	2.4 2.1~2.9	1.1 0.9~1.3	0.9 0.7~1.1	29.8 28.7~31.3
IXA-2	平均値 Mean 範 囲 Range	3.4 2.7~4.3	1.4 1.1~1.8	1.3 1.1~1.8	36.9 31.1~40.8
IXA-3	平均値 Mean 範 囲 Range	3.5 2.9~4.3	1.3 1.0~1.5	1.1 0.8~1.3	36.5 28.8~48.0
総 括 Over all	平均値 Mean 範 囲 Range	3.1 2.1~4.3	1.3 0.9~1.8	1.1 0.7~1.8	34.8 28.7~48.0

Table 9. 各強度値の相互
Relations among mechanical proper-

原木番号 Log number		静 的 曲 げ Static bending		縦 圧 縮 Compression parallel to grain	
		σ_p/σ_b	$\sigma_b/E_b 10^{-2}$	σ_p/σ_c	$\sigma_c/E_c 10^{-2}$
IXA-1	平均値 Mean 範 囲 Range	0.51 0.44~0.60	0.66 0.51~0.77	0.78 0.63~0.85	0.26 0.21~0.28
IXA-2	平均値 Mean 範 囲 Range	0.50 0.45~0.58	0.71 0.61~0.77	0.75 0.66~0.84	0.26 0.23~0.30
IXA-3	平均値 Mean 範 囲 Range	0.53 0.47~0.59	0.68 0.63~0.73	0.78 0.71~0.87	0.24 0.21~0.26
総 括 Over all	平均値 Mean 範 囲 Range	0.51 0.44~0.60	0.68 0.51~0.77	0.77 0.63~0.87	0.25 0.21~0.30

σ_{1mm}^* : 接線方向 Tangential direction.

σ_{1mm}^{**} : 半径方向 Radial direction.

(多湿状態—心材)
(Wet condition—Heartwood)

げ	縦 圧 縮 Compression parallel to grain			せん断 Shear parallel to grain	
σ_b kg/cm ²	E_c 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_c kg/cm ²	τ_R kg/cm ²	τ_T kg/cm ²
534	99	195	252	52	59
404~653	88~111	160~208	206~307	45~61	54~74
737	128	251	333	66	81
635~842	120~134	192~312	278~387	56~77	72~90
799	144	265	342	62	82
638~932	113~170	216~337	277~417	53~71	71~90
690	123	237	309	60	74
404~932	88~170	160~337	206~417	45~77	54~90

部 分 圧 縮 Partial compression perpendicular to grain						
方 向 Tangential direction			半 径 方 向 Radial direction			
σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_s\%$ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_s\%$ kg/cm ²
61.6	75.3	65.4	32.8	67.9	80.4	71.2
52.8~73.8	66.2~89.0	57.0~76.9	28.8~35.2	57.0~72.0	68.0~86.5	60.0~76.3
81.3	101	86.4	45.8	90.8	114	96.6
62.0~93.6	78.6~119	66.7~99.8	41.6~54.4	79.7~101	95.6~123	84.2~106
76.9	97.2	82.7	47.9	94.2	112	99.0
59.5~99.2	77.9~124	64.3~106	40.0~54.4	79.7~108	96.2~124	84.0~112
73.3	91.2	78.1	41.9	84.3	102	88.9
52.8~99.2	66.2~124	57.0~106	28.8~54.4	57.0~108	68.0~124	60.0~112

関係 (多湿状態—心材)
ties (Wet condition—Heartwood)

相 互 関 係 Relation					
τ_R/τ_T	σ_c/τ_R	σ_c/H_t	σ_{1mm}^*/H_t	σ_{1mm}^{**}/H_T	H_T/H_t
1.28	4.9	104	68	63	1.24
1.00~1.42	4.2~5.4	94~117	54~76	57~65	0.90~1.43
1.24	5.1	99	64	67	1.10
1.07~1.43	4.6~5.6	87~106	56~83	59~82	0.87~1.64
1.33	5.5	98	77	73	1.18
1.24~1.45	5.1~6.0	92~103	66~83	61~80	0.92~1.36
1.28	5.2	100	70	67	1.17
1.00~1.45	4.2~6.0	87~117	54~83	57~82	0.87~1.64

Table 10. 横引張試驗結果(多湿状態)
Results of tension perpendicular to grain tests (Wet condition)

原木番号 Log number	採材部位 Position in cross section		接 線 方 向 Tangential direction				相 互 関 係 Relations	
			E_T 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_T kg/cm ²	ε_{max} 10 ⁻²	σ_p/σ_T	σ_T/E_T 10 ⁻²
IXA-1	A	平 均 值 Mean	4.75	16.3	38.8	1.26	0.42	0.82
		範 囲 Range	4.38~5.12	12.5~19.0	36.9~40.4	1.08~1.42	0.31~0.50	0.76~0.87
	B	"	3.61	17.4	37.0	1.81	0.47	1.03
		"	3.27~3.83	15.5~20.1	35.2~38.7	1.62~2.08	0.44~0.52	0.95~1.14
	C	"	3.60	15.2	34.1	1.54	0.45	0.95
		"	3.28~3.90	11.3~17.5	32.3~35.1	1.24~1.74	0.33~0.51	0.88~1.00
	D	"	3.64	14.1	35.2	1.71	0.40	0.97
		"	3.35~4.15	12.4~16.1	33.4~36.8	1.44~1.83	0.36~0.45	0.83~1.06
IXA-2	A	"	6.94	18.8	43.9	0.87	0.43	0.63
		"	6.50~7.50	17.5~21.4	41.3~45.4	0.77~0.96	0.39~0.48	0.60~0.69
	B	"	6.58	21.0	49.1	1.11	0.43	0.75
		"	5.67~7.42	16.3~25.0	47.7~52.0	0.92~1.31	0.34~0.52	0.70~0.85
	C	"	5.89	21.1	42.4	0.91	0.50	0.72
		"	5.36~6.49	18.1~23.8	41.0~43.2	0.78~1.11	0.42~0.55	0.67~0.76
	D	"	5.12	18.4	41.1	1.28	0.45	0.80
		"	4.69~5.50	16.3~20.5	39.6~42.4	0.88~1.67	0.41~0.49	0.75~0.86
IXA-3	A	"	5.28	17.1	36.6	1.01	0.47	0.69
		"	5.01~5.72	15.9~18.4	35.0~39.1	0.96~1.04	0.44~0.49	0.68~0.72
	B	"	6.05	19.0	44.0	1.15	0.43	0.73
		"	5.54~6.30	17.6~19.6	42.6~44.6	1.05~1.33	0.41~0.44	0.69~0.79
	C	"	5.97	18.5	43.0	1.07	0.43	0.72
		"	5.33~6.65	17.1~19.7	40.8~45.2	0.97~1.17	0.41~0.45	0.68~0.78
	D	"	3.93	14.3	34.3	1.69	0.42	0.88
		"	3.64~4.47	10.0~16.3	32.9~35.5	1.19~1.91	0.29~0.47	0.74~0.95

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

材部にあたるA部位と樹心部に近いD部位を比較すると、最大強さ (σ_T) がほぼ近似しているのに対し、ヤング係数 (E_T) は辺材部の方がやや大きい。したがって、 σ_T/E_T の値は辺材部の方が小さい傾向がみられる。

なお、Table 11 に多湿円板の部位から木取った多湿状態における半径方向の引張試験結果を示した。この表の値および Table 10 の結果と、さきに示した Table 7 の気乾状態の横引張試験結果とを対比させると、最大強さは気乾状態の方が大きい、ヤング係数および比例限度はむしろ気乾状態の方が小さな場合が多い。試験体の木取り位置が合致していないため、比較すること自体に若干の問題はあるが、おそらく組織構造および交錯木理の出現状況などの差異によるものと考えられるので、今後さらに検討を加える必要がある。

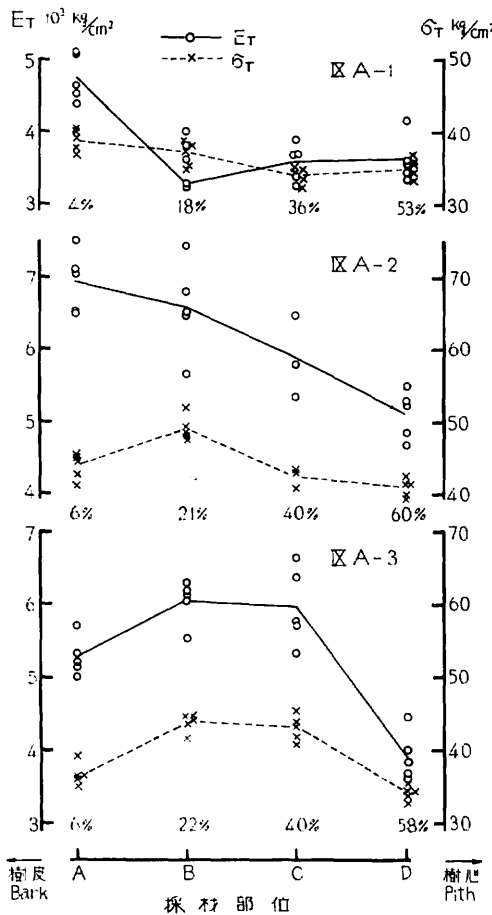


Fig. 1 多湿円板における採材部位と σ_T および E_T の関係
Relations between position in cross section and values of σ_T/E_T in tension along tangential direction (Wet condition).

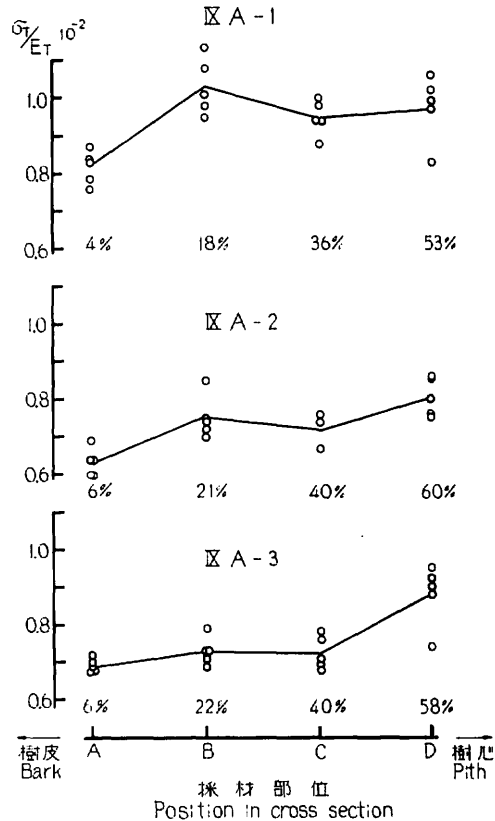


Fig. 2 多湿円板における採材部位と σ_T/E_T の関係
Relations between position in cross section and values of σ_T/E_T in tension along tangential direction (Wet condition).

以上述べたうち、気乾状態における心材部の試験結果にもとづき、繊維方向 (L)、半径方向 (R)、接線方向 (T) の直交 3 軸に関するヤング係数、圧縮比例限度および引張強さの比較を Table 12 および 13 に示した。ヤング係数に関する 3 軸の比、すなわち、 $L:R:T$ は圧縮の場合に 100:8.5:3.5、引張の場合に 100:7.2:3.2 となる。なお、半径方向の値を接線方向の値で除した R/T の総平均は圧縮で 2.5、引張で 2.3 である。つぎに、圧縮比例限度における比は 100:10.0:4.7、引張強さにおける比は 100:5.6:3.5 で、引張強さの方が異方向がつよい。また、 R/T の総平均は圧縮比例限度で 2.1、引張強さで 1.6 である。

最後に、これまで“南洋材の性質”の一環として発表してきたフタバガキ科のうち、Table 14 に示した *Shorea* 属 (メラナンチ類のみ)、*Dryobalanops* 属 (カプール類)、*Dipterocarpus* 属 (クルイン類) の 10 材種につき、その強度試験結果を総括し、これらの材種の強度的性質を評価する場合の、一般的指標を

Table 11. 横引張試験結果 (多湿状態—心材)
Results of tension perpendicular to grain tests (Wet condition—Heartwood)

原木番号 Log number		半 径 方 向 Radial direction				相 互 関 係 Relations	
		E_R 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_R kg/cm ²	ϵ_{max} 10 ⁻²	σ_p/σ_R	σ_R/E_R 10 ⁻²
IXA-1	平 均 値 Mean	8.54	35.4	68.8	1.01	0.51	0.81
	範 囲 Range	7.51~9.26	29.2~37.4	57.2~75.8	0.76~1.11	0.49~0.54	0.62~0.90
IXA-2	平 均 値 Mean	10.8	44.2	80.7	0.83	0.55	0.72
	範 囲 Range	10.5~11.7	42.5~47.5	73.1~95.1	0.75~0.95	0.54~0.62	0.67~0.91
IXA-3	平 均 値 Mean	8.07	33.4	73.4	1.27	0.46	0.92
	範 囲 Range	7.23~9.09	30.4~37.5	72.0~75.0	1.09~1.59	0.40~0.52	0.80~1.00
総 括 Over all	平 均 値 Mean	9.16	37.7	74.3	1.04	0.51	0.82
	範 囲 Range	7.23~11.7	29.2~47.5	57.2~95.1	0.75~1.59	0.40~0.62	0.62~1.00

Table 12. 直交 3 軸に関するヤング係数の比較 (気乾状態—心材)
Comparison of Young's modulus along three mutually perpendicular axes
(Air dry condition—Heartwood)

原木番号 Log number	圧 縮 試 験 Compression test				引 張 試 験 Tension test				引張と圧縮の比較 $E^{\text{Tension}}/E^{\text{Compression}}$		
	比 率 (%) Percentage		比 Ratio		比 率 (%) Percentage		比 Ratio		L	R	T
	L	R	T	R/T	L	R	T	R/T			
IXA-1	100	10.3	3.3	3.2	100	8.9	3.0	2.9	0.96	0.83	0.90
IXA-2	100	8.1	3.4	2.4	100	7.1	3.0	2.4	1.01	0.87	0.88
IXA-3	100	7.1	3.7	1.9	100	5.6	3.5	1.6	1.01	0.79	0.94
総 括 Over all	100	8.5	3.5	2.5	100	7.2	3.2	2.3	0.99	0.83	0.91

L : 繊維方向 Longitudinal axis.

R : 半径方向 Radial axis.

T : 接線方向 Tangential axis.

述べることにする。

これらの材種の気乾状態における容積重、および縦強度を主体とした試験結果を総括して Table 15 に、また、これらの相互関係値を Table 16 に示した。なお、これらの数値はいずれも各材種ごとに求めた総平均で、同一材種内でも供試原木にかなりの差異があることはすでに報告したとおりであるが、ここではこれらの数値を各材種の代表値として述べる。

試験時の含水率は約13.5から15.5%の範囲で、容積重はライト レッド メラチンの 0.48g/cm^3 からマラヤ産クルインの 0.85g/cm^3 までにおよんでいる。類別にみれば、メラランチ類が $0.48\sim 0.58\text{g/cm}^3$ 、カ

Table 13. 直交3軸に関する強度値の比較 (気乾状態—心材)
Comparison of mechanical properties along three mutually perpendicular axes (Air dry condition—Heartwood)

原木番号 Log number	圧縮比例限度 Compressive stress at proportional limit				引張強さ Tensile strength			
	比率(%) Percentage			比 Ratio	比率(%) Percentage			比 Ratio
	L	R	T		L	R	T	
IXA-1	100	0.0	5.2	2.1	100	5.5	3.5	1.6
IXA-2	100	10.2	4.4	2.3	100	6.2	3.7	1.7
IXA-3	100	8.8	4.4	2.0	100	5.0	3.3	1.5
総括 Over all	100	10.0	4.7	2.1	100	5.6	3.5	1.6

Table 14. *Shorea*, *Dryobalanops* および *Dipterocarpus* 属の供試材料
Test materials belonging to *Shorea*, *Dryobalanops* and *Dipterocarpus*

No.	一般名 Common name	学名 Botanical name	産地 Place of growth	原木記号 Mark of logs
1	ライトレッドメラランチ Light red meranti	<i>Shorea</i> sp.	Kalimantan	VII G
2	レッドメラランチ Red meranti	<i>Shorea</i> sp.	Sarawak	I D
3	ホワイトメラランチ White meranti	<i>Shorea</i> sp.	Kalimantan	VIB
4	レッドラワン Red lauan	<i>Shorea negrosensis</i>	Mindanao in Philippines	IXA
5	カプール Kapur	<i>Dryobalanops</i> spp.	North Borneo	III A
6	アピトン Apitong	<i>Dipterocarpus grandiflorus</i>	Luzon in Philippines	V A
7	チュテールサル Chhoeuteal sar	<i>Dipterocarpus alatus</i>	Cambodia	II A
8	チュテールバンコイ Chhoeuteal bangkuoi	<i>Dipterocarpus insularis</i>	Cambodia	II A
9	クルイン Keruing	<i>Dipterocarpus</i> spp.	Kalimantan	IV A
10	クルイン Keruing	<i>Dipterocarpus</i> spp.	Malaya	VIII A

Table 15. *Shorea, Dryobalanops* および
Results of mechanical tests of ten woods belonging to

一般名 Common name	原木記号 Mark of logs	原木本数 Number of logs	容積重 Appar- ent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Mois- ture content u %	静的曲げ Static bending			縦圧縮 Compression//to G.		
					E_b 10 ⁸ kg /cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_b kg/cm ²	E_c 10 ⁸ kg /cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_c kg/cm ²
ライト レッド メランチ	VII G	1	0.48	14.5	80.1	378	632	98.8	316	365
レッド メランチ	I D	1	0.55	14.0	105	572	916	113	379	501
ホワイト メランチ	VIB	1	0.56	15.5	128	501	919	165	325	423
レッド ラワン	IX A	3	0.58	14.0	111	475	905	141	320	478
カプール	III A	6	0.67	15.5	137	695	1074	185	413	555
アピトン	V A	4	0.73	15.5	129	622	1191	155	359	534
チュテール サール	II A	6	0.76	15.0	127	622	1062	168	452	596
チュテール バンコイ	II A	6	0.82	15.0	140	715	1255	172	504	645
クルイン (Kal.)	IV A	4	0.83	14.0	180	767	1285	230	561	710
クルイン (Mly.)	VIII A	3	0.85	13.5	201	739	1384	256	576	761

Table 16. *Shorea, Dryobalanops* および
Relations among mechanical properties of ten woods

一般名 Common name	原木記号 Mark of logs	静的曲げ Static bending			縦圧縮 Compression//to G.		
		σ_p/σ_b	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_b/R_u km	σ_p/σ_c	σ_c/E_c 10 ⁻²	σ_c/R_u km
ライト レッド メランチ	VII G	0.60	0.79	13.5	0.87	0.37	8.0
レッド メランチ	I D	0.62	0.87	16.7	0.76	0.44	9.2
ホワイト メランチ	VIB	0.54	0.73	16.3	0.77	0.26	7.5
レッド ラワン	IX A	0.53	0.81	15.6	0.67	0.34	8.4
カプール	III A	0.63	0.78	16.1	0.74	0.30	8.3
アピトン	V A	0.52	0.93	16.1	0.67	0.35	7.2
チュテール サール	II A	0.60	0.84	13.9	0.76	0.34	7.9
チュテール バンコイ	II A	0.58	0.89	15.4	0.79	0.38	7.9
クルイン (Kal.)	IV A	0.60	0.72	15.4	0.79	0.33	8.6
クルイン (Mly.)	VIII A	0.53	0.73	16.5	0.75	0.30	8.8
総括 Over all		0.58	0.81	15.6	0.76	0.34	8.2

Dipterocarpus 属の強度試験結果 (気乾状態)

Shorea, *Dryobalanops* and *Dipterocarpus* (Air dry condition)

縦 引 張 Tension//to G.			せん 断 Shear//to G.		部分圧縮 (接線方向) Partial compression ⊥ to G. (Tangential direction)				か た さ Hardness			衝撃曲げ Impact bending
E_t 10 ³ kg /cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_t kg/cm ²	τ_R kg/cm ²	τ_T kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_{5\%}$ kg/cm ²	H_t kg /mm ²	H_r kg /mm ²	H_l kg /mm ²	a kg・m /cm ²
106	843	1046	87	99	47.2	82.1	102	88.1	3.5	1.2	1.0	0.52
—	—	—	115	111	57.7	113	136	—	5.7	1.5	1.4	0.45
143	1099	1368	104	97	46.6	91.2	117	98.9	5.4	1.3	1.0	0.85
140	999	1596	84	102	42.9	92.2	120	99.5	4.2	1.4	1.0	1.13
158	1066	1426	109	120	56.1	108	139	118	6.5	1.9	1.7	0.74
128	967	1457	136	149	68.1	146	187	157	5.7	2.2	2.0	1.01
155	—	1352	116	128	47.3	129	166	141	6.8	2.5	2.0	0.82
143	—	1530	131	141	58.2	161	213	180	7.5	2.7	2.1	0.91
197	1521	1963	134	149	78.7	146	189	160	7.1	2.4	2.2	0.86
235	1042	1656	147	154	84.0	162	218	180	8.5	2.5	2.1	1.15

Dipterocarpus 属の強度的性質の相互関係

belonging to *Shorea*, *Dryobalanops* and *Dipterocarpus*

縦 引 張 Tension//to G.			衝撃曲げ Impact bending	相 互 関 係 Relations				
σ_p/σ_t	σ_t/E_t 10 ⁻²	σ_t/R_u km	a/R_u^2	τ_T/τ_R	σ_c/τ_R	σ_c/H_t	σ_{1mm}/H_t	H_r/H_t
0.81	0.97	21.8	2.1	1.15	4.2	103	76	1.20
—	—	—	1.5	0.97	4.4	88	85	1.07
0.80	0.96	24.2	2.7	0.93	4.1	80	74	1.30
0.64	1.14	26.2	3.2	1.23	5.1	114	90	1.46
0.76	0.89	21.3	1.6	1.11	5.1	88	88	1.22
0.64	1.16	20.0	1.8	1.09	3.9	94	94	1.11
—	0.88	17.8	1.3	1.15	5.1	85	85	1.23
—	1.08	18.7	1.4	1.13	4.9	85	85	1.10
0.78	0.97	24.4	1.6	1.10	5.3	100	100	1.10
0.60	0.71	19.5	1.6	1.06	5.2	89	89	1.19
0.72	0.97	21.5	—	1.09	4.8	93	87	1.20

プール類が 0.67g/cm^3 、クルイン類が $0.73\sim 0.85\text{g/cm}^3$ である。

縦方向のヤング係数は静的曲げ、縦圧縮、縦引張などの試験の種類によって多少異なるが、曲げヤング係数を例にとれば、メランチ類がライト レッド メランチの $80.1\times 10^3\text{kg/cm}^2$ からホワイト メランチの $128\times 10^3\text{kg/cm}^2$ 、カプールが $137\times 10^3\text{kg/cm}^2$ 、クルイン類がチュテール サールの $127\times 10^3\text{kg/cm}^2$ からマラヤ産クルインの $201\times 10^3\text{kg/cm}^2$ となり、Fig. 3のように容積重とほぼ直線関係にあるとみてよい。

静的曲げ強さ、縦圧縮強さおよび縦引張強さと容積重の関係を Fig. 4 に示した。縦引張強さはかなり分散しているが、静的曲げ強さおよび縦圧縮強さは容積重とほぼ直線関係にあるとみてよい。なお、これらの強さを容積重で除した形質商は、縦引張が22km 前後、静的曲げが16km 前後、縦圧縮が8 km 前後となっている。また、最大強さに対する比例限度の比は若干の例外はあるが縦圧縮、縦引張、静的曲げの順に小さくなる。最大強さをヤング係数で除した値は縦引張で約 0.97×10^{-2} 、静的曲げで約 0.81×10^{-2} であるのに対し、縦圧縮では約 0.34×10^{-2} にすぎない。縦圧縮における比例限度はさらに小さいので、これらの材を曲げ加工する場合には板厚と曲率半径の選択に注意を要することはいうまでもない。なお、縦引張強さ (σ_t) を縦圧縮強さ (σ_c) で除した値 (r) を用いて $\sigma_c(3r-1)/(r+1)$ の式¹⁰⁾ から計算した静的曲げ強さと実測の静的曲げ強さ (σ_b) とは、若干の例外はあるが、かなり良好な適合を示した。

せん断強さは柾目面より板目面の方が10%程度強い材種が多い。柾目面せん断強さと容積重の関係も

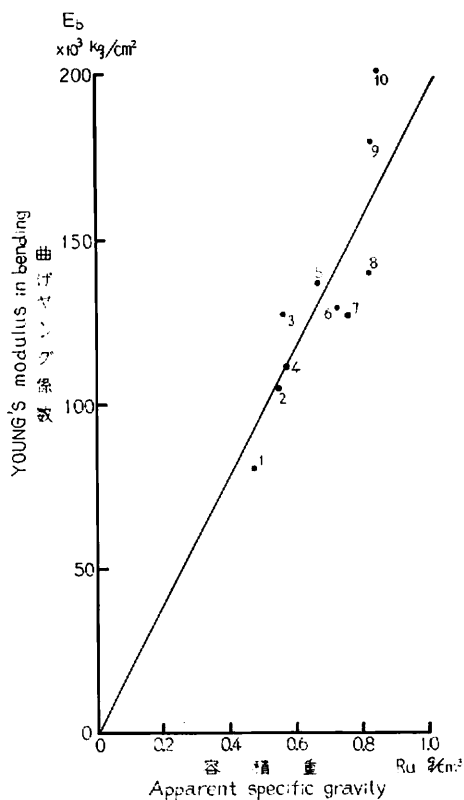


Fig. 3 容積重と曲げヤング係数との関係

Relation between apparent specific gravity and Young's modulus in bending.

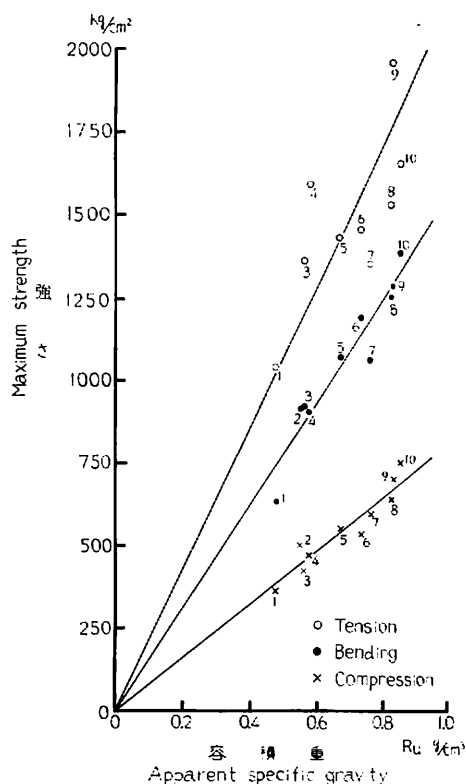


Fig. 4 容積重と強さの関係

Relations between apparent specific gravity and maximum strength.

Fig. 5 に示したようにはほぼ直線的である。また、縦圧縮強さと柾目面せん断強さの関係は Fig. 6 のように、縦圧縮強さを柾目面せん断強さで除した値 (σ_c/τ_R) はアピトンの 3.9 からレッド ラワンの 5.7 におよび、総平均は 4.8 となる。

かたさは木口面、板目面、柾目面の順に低減し、板目面かたさと柾目面かたさの差は比較的僅少で、前者を後者で除した値 (H_R/H_t) の総平均は 1.20 である。かたさと容積重の関係も Fig. 7 のようにはほぼ直線的である。縦圧縮強さを木口面かたさで除した値 (σ_c/H_t) は、単位を無視して示すと、ホワイト メランチの 80 からライト レッド ラワンの 114 までに及んでおり、その総平均は 93 となる。

衝撃吸収曲げエネルギーはレッド メランチの 0.45 $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ から、マラヤ産クルインの 1.15 $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ の範囲である。この値は他の強度値と異なり、容積重の増加と直線関係でなく、Fig. 8 に示したように 2 次曲線的に増加していく傾向がみられる。なお、この場合の容積重は Table 15 の値でなく、衝撃曲げ試

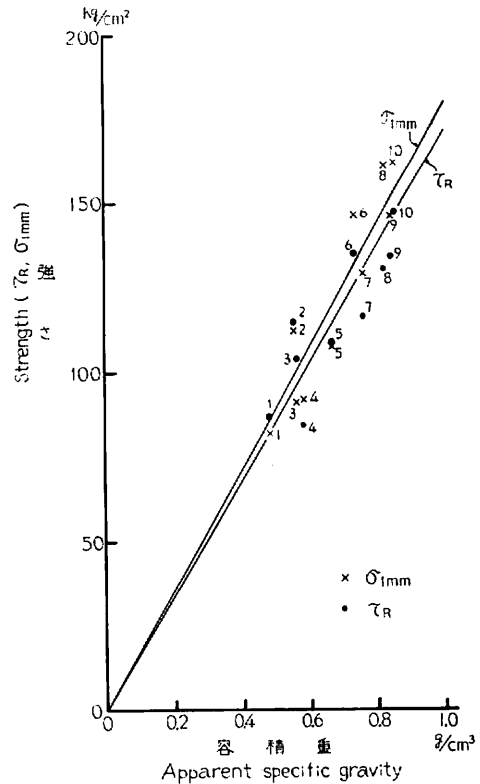
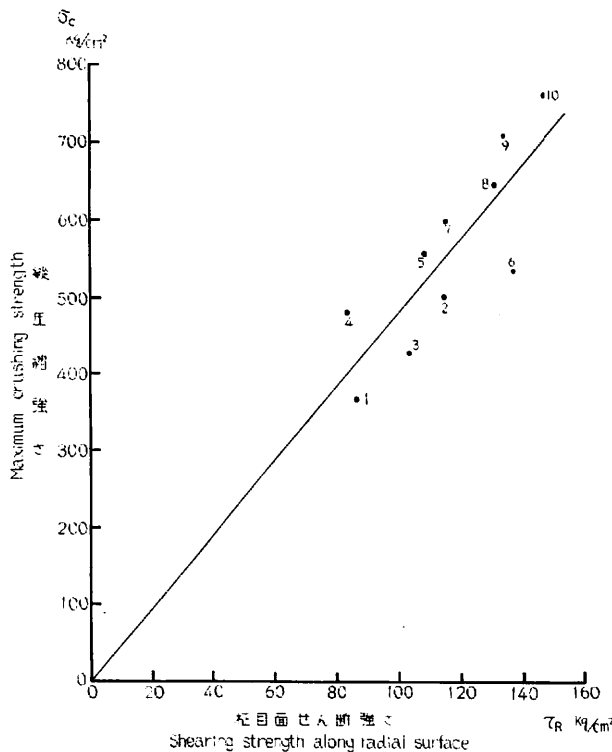


Fig. 5 容積重と柾目せん断強さおよび接線方向 1 mm 部分圧縮強さとの関係

Relations between apparent specific gravity and shearing strength (Radial surface), compressive strength when compressed partially to 1 mm of side length in tangential direction.

Fig. 6 柾目面せん断強さと縦圧縮強さとの関係

Relation between shearing strength (Radial surface) and maximum crushing strength in compression parallel to grain.

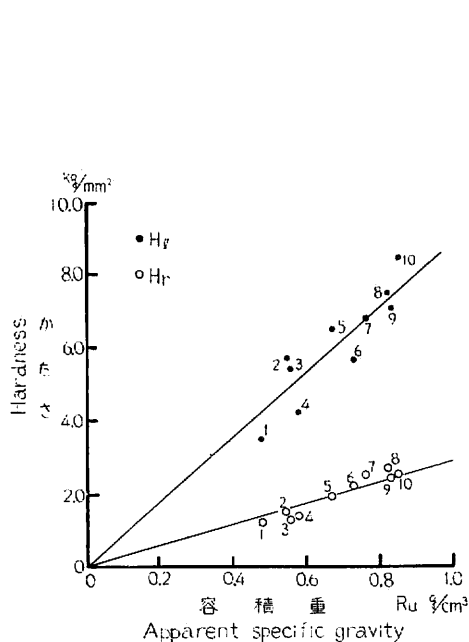


Fig. 7 容積重とかたさとの関係
Relations apparent specific gravity and end hardness, side hardness (Tangential surface).

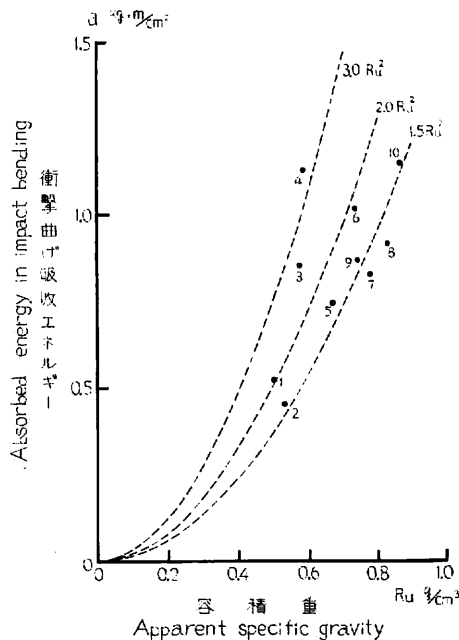


Fig. 8 容積重と衝撃曲げ吸収エネルギーとの関係
Relation between apparent specific gravity and absorbed energy in impact bending.

Table 17. *Shorea*, *Dryobalanops* および *Dipterocarpus*
Results of compression and tension perpendicular to grain tests of ten woods

一般名 Common name	原木記号 Mark of logs	容積重 Appar- ent specific gravity R_u g/cm³	含水率 Mois- ture content u %	横圧縮 Compression ⊥ to G.				
				半径方向 Radial direction			接線方向 Tangential direction	
				原木本数 Number of logs	E_R 10⁸ kg/cm²	σ_p kg/cm²	E_T 10⁸ kg/cm²	σ_p kg/cm²
ライト レッド メランチ	VII G	0.50	15.5	1	9.13	29.4	3.32	17.3
レッド メランチ	I D	0.53	14.0	1	11.7	42.7	3.96	19.5
ホワイト メランチ	VIB	0.59	14.5	1	9.91	32.7	4.82	18.7
レッド ラワン	IX A	0.59	14.5	3	11.7	31.6	4.92	14.7
カプール	III A	0.69	16.0	4	13.5	38.7	6.75	21.0
アピトン	VA	0.73	16.5	4	12.8	32.5	7.96	23.8
チュテール サール	II ㊤	0.74	15.0	3	14.5	44.5	7.43	27.1
チュテール パンコイ	II A	0.79	15.0	3	14.4	45.9	8.70	31.3
クルイン (Kal.)	IV A	0.80	16.0	4	14.3	45.1	8.60	29.0
クルイン (Mly.)	VIII A	0.85	14.0	2	15.7	37.3	8.28	29.5

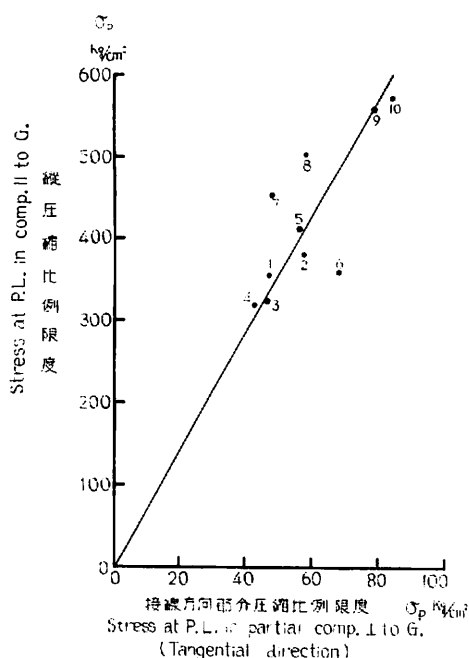


Fig. 9 接線方向部分圧縮比例限度と縦圧縮比例限度との関係

Relation between stress at P.L. in partial comp. $\perp$ to G. (Tangential direction) and stress at P. L. in comp. $\parallel$ to G.

験体の容積重そのものを用いて図示した。いずれにしてもレッド ラワンの衝撃曲げ吸収エネルギーが、容積重のわりには大きい。

部分圧縮に関しては接線方向、すなわち、柱目面加圧の場合のみを総括したが、その場合の辺長の 1 mm 部分圧縮強さは Fig. 5 に併示したように容積重とほぼ直線関係にあり、かつ、柱目面せん断強さの値に近似している。なお、この場合の比例限度と縦圧縮比例限度との関係を Fig. 9 に示した。若干の例外はあるが、概略的には直線関係にあるようである。

つぎに、気乾状態における横圧縮および横引張の試験結果を総括して Table 17 に示した。この表の供試原木の本数は木取り上の制約などのため、Table 15 の本数と必ずしも同一ではない。圧縮および引張試験で求めた半径方向ならびに接線方向のヤング係数と、容積重の関係を Fig. 10 に示した。いずれも容積重の増加とともに増大するが、接線方向の増加のしかたになお検討を要する問題が残されている。すなわち、原点を通る直線か曲線かの問題である。ここでは図のように 2 次曲線として表示した。また、Fig. 11 に半径方向ならびに接線方向の引張強さと容積重の関係を示した。

属の横圧縮および横引張試験結果（気乾状態）

belonging to *Shorea*, *Dryobalanops* and *Dipterocarpus* (Air dry condition)

[illegible]

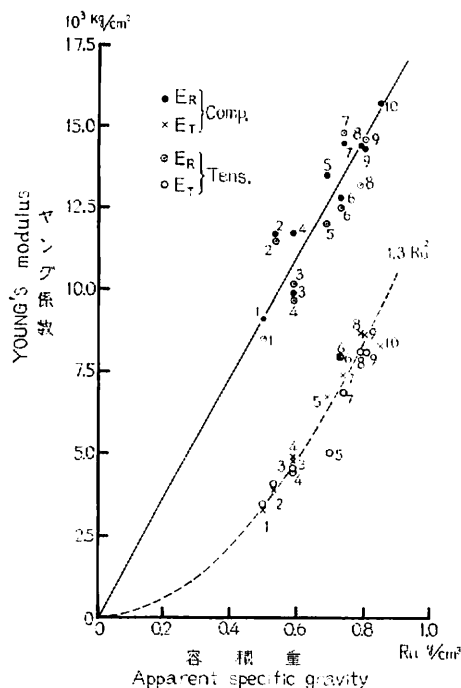


Fig. 10 容積重と横方向のヤング係数との関係

Relations between apparent specific gravity and Young's modulus in tension and compression perpendicular to grain.

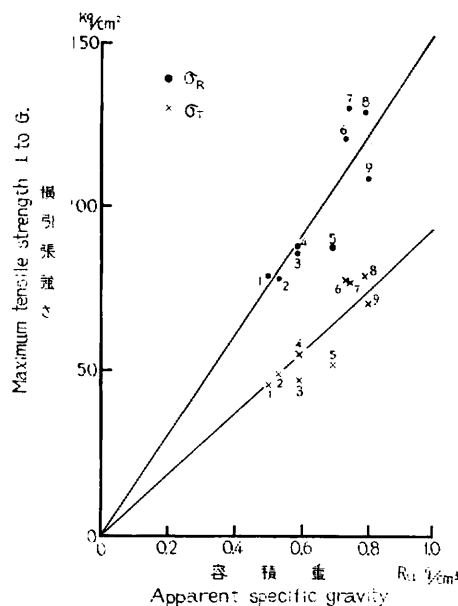


Fig. 11 容積重と横引張強さとの関係
Relations between apparent specific gravity and maximum tensile strength perpendicular to grain.

Table 18. *Shorea*, *Dryobalanops* および *Dipterocarpus* 属の直交3軸に関するヤング係数の比較
Comparison of Young's modulus along three axes of ten woods belonging to *Shorea*, *Dryobalanops* and *Dipterocarpus*

一 般 名 Common name	原 木 号 Mark of logs	圧 縮 試 験 Compression test				引 張 試 験 Tension test				引張と圧縮の比較 $E_{Tension}/E_{Compression}$		
		比 率 (%) Percentage			比 Ratio R/T	比 率 (%) Percentage			比 Ratio R/T	L	R	T
		L	R	T		L	R	T				
ライト レッド メランチ	VII G	100	9.2	3.4	2.8	100	7.9	3.2	2.5	1.08	0.93	1.03
レッド メランチ	I D	100	10.4	3.5	3.0	—	—	—	2.9	—	1.00	1.01
ホワイト メランチ	VIB	100	6.0	2.9	2.1	100	7.1	3.1	2.3	0.87	1.03	0.93
レッド ラウン	IX A	100	8.5	3.5	2.5	100	7.2	3.2	2.3	0.99	0.83	0.91
カプール	III A	100	7.8	3.3	2.2	100	7.6	3.2	2.4	0.90	1.05	0.90
アピトン	V A	100	8.3	5.3	1.6	100	9.7	6.2	1.6	0.83	0.98	0.98
チュテール サール	II ④	100	9.3	4.8	2.0	100	10.9	5.0	2.2	0.87	1.02	0.92
チュテール パンコイ	II A	100	9.0	5.4	1.7	100	9.6	5.9	1.6	0.85	0.92	0.93
クルイン (Kal.)	IV A	100	6.2	3.9	1.6	100	7.2	4.1	1.8	0.88	1.04	0.92
クルイン (Mly.)	VIII A	100	6.1	3.2	1.9	100	—	—	—	0.93	—	—
総 括 Over all		100	8.1	3.9	2.1	100	8.4	4.2	2.2	0.91	0.98	0.95

Table 19. *Shorea*, *Dryobalanops* および *Dipterocarpus* 属の直交軸に関する強度値の比較
Comparison of mechanical properties along three axes of ten woods belonging to *Shorea*, *Dryobalanops* and *Dipterocarpus*

一 般 名 Common name	原木記号 Mark of logs	圧 縮 試 験 Compression test				引 張 試 験 Tension test			
		比例限度 Stress at P.L.				引張強さ Tensile strength			
		比率 (%) Percentage			比 Ratio R/T	比率 (%) Percentage			比 Ratio R/T
		L	R	T		L	R	T	
ライト レッド メランチ	VII G	100	9.3	5.5	1.7	100	4.6	2.7	1.7
レッド メランチ	I D	100	11.3	5.1	2.2	—	—	—	1.6
ホワイ ト メランチ	VIB	100	10.1	5.8	1.7	100	6.3	3.5	1.8
レッド ラワン	IX A	100	10.0	4.7	2.1	100	5.6	3.5	1.6
カプール	III A	100	9.8	5.3	1.9	100	7.3	4.3	1.7
アピトン	V A	100	9.0	6.7	1.4	100	8.8	5.5	1.6
チュテール サール	II ④	100	9.5	5.8	1.6	100	9.5	5.5	1.7
チュテール	II A	100	8.1	5.5	1.5	100	8.5	5.2	1.6
バンコイ									
クルイン (Kal.)	IV A	100	8.2	5.2	1.6	100	5.5	3.6	1.5
クルイン (Mly.)	VIII A	100	6.6	5.2	1.3	—	—	—	—
総 括 Over all		100	9.2	5.5	1.7	100	7.0	4.2	1.6

いずれもごく概略的には直線関係が存在するようであるが、ヤング係数の場合と同様にさらに検討を加える必要がある。

これらの結果にもとづき、繊維方向 (L)、半径方向 (R)、接線方向 (T) の 3 軸に関するヤング係数、圧縮比例限度、引張強さなどを比較すると Table 18 および 19 のようになる。ヤング係数については、その実測値が圧縮試験と引張試験とで異なることが多く、この一連の試験では繊維方向のヤング係数が引張試験の場合に小さい値を示した例が多い。3 軸の比 $L : R : T$ は材種によりかなり異なっているが、これらを総括すれば圧縮で $100 : 8.1 : 3.9$ 、引張で $100 : 8.4 : 4.2$ となる。なお、半径方向のヤング係数を接線方向のヤング係数で除した比 (R/T) を総括すれば圧縮で 2.1、引張で 2.2 となるが、容積重の小さなメランチ類の比は容積重の大きなクルイン類よりやや大きい。

圧縮比例限度については、その決め方自体にも多少の問題はあるが、総括的にみれば $L : R : T = 100 : 9.2 : 5.5$ 、 $R/T = 1.7$ となる。また、引張強さについて総括的に述べれば、 $L : R : T = 100 : 7.0 : 4.2$ 、 $R/T = 1.6$ となり、圧縮比例限度の場合よりやや異质性が顕著である。これらの材種はいうまでもなく広葉樹の散孔材に属するが、その異质性の程度は針葉樹に近似している。

む す び (摘 要)

フィリピンのミンダナオ島産のレッド ラワン 3 本 (IXA-1, 2, 3) を対象に、無欠点小試験体による強度試験を行ない、強度部材として利用する場合の一般的指標をうるとともに、多湿円板の半径線上で部位別に木取った接線方向横引張試験体の応力-歪関係を求め、単板切削加工に対する基礎資料とした。また、これまで“南洋材の性質”の一環として発表してきたフタバガキ科の *Shorea*, *Dryobalanops* および

Dipterocarpus の 3 属の 10 材種につき気乾状態における試験結果を総括した。得られた結果を摘記すればつぎようになる。

(1) 供試原木 3 本の気乾状態 (含水率約 14.0%) における容積重は $0.43 \sim 0.74 \text{ g/cm}^3$ で、その平均値は 0.58 g/cm^3 であった。なお、供試原木ごとの平均値は IX A-1, 2, 3 の順に 0.48, 0.58, 0.68 g/cm^3 で、かなり差異があった。

(2) 気乾状態における心材部について、縦強度を主体とした試験結果を Table 2 に、それらの相互関係値を Table 3 に示した。

(3) 気乾状態における心材部の最大強さを、容積重で除した形質商は、静的曲げで 15.6km, 縦圧縮で 8.4km, 縦引張で 19.5km であった。また、最大強さをヤング係数で除した値は、静的曲げで 0.81×10^{-2} , 縦圧縮で 0.34×10^{-2} , 縦引張で 1.14×10^{-2} となった。

(4) 気乾状態における心材部の縦圧縮強さを柃目面せん断強さで除した値は 5.7 で、かなり大きい。なお、板目面せん断強さは柃目面せん断強さよりやや大きな値を示した。

(5) 気乾状態における心材部のかたさは木口面、板目面、柃目面の順に低減し、板目面と柃目面の差は僅少である。縦圧縮強さを木口面かたさで除した値は、単位を無視すると 114 となり、一般の場合よりやや大きい。また、接線方向の 1 mm 部分圧縮強さを柃目面かたさで除した値は 90, 半径方向の 1 mm 部分圧縮強さを板目面かたさで除した値は 87 であった。

(6) 気乾状態における心材部の衝撃曲げ吸収エネルギーを容積重の 2 乗で除した値は、単位を無視すると 3.2 となり非常に大きい。

(7) 気乾状態における辺材部について、縦強度を主体とした試験結果を Table 4, それらの相互関係値を Table 5 に示した。心材部とほぼ類似の結果を得た。

(8) 気乾状態における心材部の横圧縮および横引張試験結果を Table 6, 7 に示した。

(9) 多湿状態 (含水率約 102%) における心材部について縦強度を主体とした試験結果を Table 8, それらの相互関係値を Table 9 に示した。強度値の低減の程度はヤング係数より最大強さにおいて大きく、最大強さのなかでも縦圧縮の低減がもっとも大きい。

(10) 多湿円板から木取った採材部位を異にする接線方向横引張試験体の応力—歪関係を Table 10 に、横引張強さ (σ_T), ヤング係数 (E_T), σ_T/E_T の値の部位による変化を Fig. 1, 2 に示した。辺材部 (A) と樹心にもっとも近い心材部 (D) を比較すると、引張強さは両者の間に大差はないが、ヤング係数は辺材部の方がかなり強いので、 σ_T/E_T の値は辺材部の方がやや小さい傾向を示した。

(11) 多湿状態における心材部の半径方向の引張試験結果を Table 11 に示した。

(12) 気乾状態の心材部について、直交 3 軸に関するヤング係数、圧縮比例限度、引張強さの比率を Table 12, 13 に示した。 $L:R:T$ の値は圧縮ヤング係数で $100:8.5:3.5$, 引張ヤング係数で $100:7.2:3.2$, 圧縮比例限度で $100:10.0:4.7$, 引張強さで $100:5.6:3.5$ となり、引張における異方性はかなり顕著である。

(13) これまで求めた *Shorea*, *Dryobalanops* および *Dipterocarpus* 属の 10 材種 (Table 14) の気乾状態における試験結果を、Table 15 および 17 に総括し、それらの相互関係を検討した (Table 16, Fig. 3~11)。さらに、これらの材種のヤング係数、圧縮比例限度、および引張強さについて、直交 3 軸に関する比率を Table 18, 19 に総括した。

これらの材種の強度試験結果を要約すると、材種により若干の例外はあるが、衝撃曲げ吸収エネルギーおよび接線方向のヤング係数以外は容積重とはほぼ直線関係にあるとみても大きな誤りはないようである。また、これらの材種の異方性の程度はかなり顕著で、針葉樹材に近似している。なお、これらの材種は年輪などの外観的指標が不明のため、木取りに際しての条件規制がむずかしいうえ、交錯木理の影響も予想されるので、試験結果がかなり蓄積されないと代表値の評価が困難な場合が多い。ここに記述した結果もその意味では一つの資料に過ぎないことを付記して結びとする。

文 献

- 1) 近藤孝一・山井良三郎：サラワク産メランチ類の強度的性質，林試研報，190，127～133，(1966)
- 2) 近藤孝一・山井良三郎：北ボルネオ産カプール材の強度的性質，林試研報，197，74～88，(1967)
- 3) 近藤孝一・山井良三郎：フィリピン産アビトン材の強度的性質，林試研報，208，116～131，(1968)
- 4) 近藤孝一・山井良三郎：カリマンタン産13樹種の強度的性質，林試研報，218，144～175，(1968)
- 5) LAURICIO, F. M. and S. B. BELLOSILLO: The mechanical and related properties of Philippine woods. *The Lumberman*, 12, 5, 66, (1966)
- 6) 沢田 稔：木材梁に関する研究 (第1報)，林試研報，71，50，(1954)
- 7) 山井良三郎・近藤孝一：カンボジア産材8樹種の強度的性質，林試研報，194，7～38，(1966)
- 8) 山井良三郎・近藤孝一：カリマンタン産クルイン材の強度的性質，林試研報，206，30～41，(1967)
- 9) 山井良三郎・近藤孝一：カリマンタン産バンキライ材およびホホワイト メランチ材の強度的性質，林試研報，218，45～58，(1968)
- 10) 山井良三郎・近藤孝一：マラヤ産クルイン材の強度的性質，林試研報，221，90～108，(1969)

IV Mechanical Properties of Red Lauan Wood from the Philippines

Ryôzaburô YAMAI and Kôichi KONDÔ

Summary

This paper presents mainly the results obtained on the mechanical and elastic properties of Red lauau (*Shorea negrosensis*) woods from the Philippines. The general description of test materials is shown in Table 1. The tests were conducted mainly by the methods provided in Japanese Industrial Standards of testing for small clear specimens (JIS Z 2111~2117).

Furthermore, in the latter part of this paper, the results of experiments on ten woods belonging to *Shorea*, *Dryobalanops* and *Dipterocarpus* reported in the preceding papers^{1)~8)} are summarized (Tables 15 to 19, Figs. 3 to 11).

The main results obtained from these tests are as follows:

(1) The mean value of the apparent specific gravity of heartwood of three study logs at air-dry condition (moisture content=about 14.0%) is 0.58g/cm³ (0.43~0.74g/cm³) as shown in Table 2.

(2) The results of static bending test, compression parallel to grain test, tension parallel to grain test, shear parallel to grain test, hardness test, impact bending and partial compression perpendicular to grain test at air-dry condition are given in Table 2.

(3) The relations among mechanical properties of specimens at air-dry condition are given in Table 3. The mean values of the specific strength (σ_{max}/R_u , Gütezahı) are about

15.6 km for modulus of rupture in static bending, 8.4 km for maximum crushing strength in compression parallel to grain, and 26.2 km for maximum strength in tension parallel to grain, respectively.

(4) The mean values of maximum strength to YOUNG's modulus (σ_{max}/E) at air-dry condition are about 0.81×10^{-2} for static bending, 0.34×10^{-2} for compression parallel to grain and 1.14×10^{-2} for tension parallel to grain.

(5) The mean value of maximum crushing strength to shearing strength along radial surface (σ_c/τ_R) at air-dry condition is about 5.7. The shearing strength along the radial surface is somewhat smaller than that along the tangential surface.

(6) The mean value of maximum crushing strength to end hardness (σ_c/H_t) at air-dry condition is about 114, neglecting the units. The mean values of compressive strength when the specimen is compressed partially through the steel plate to 1mm of side length in the tangential direction to side hardness in the same direction (σ_{1mm}^*/H_t) is about 90, neglecting the units, and the value in the radial direction (σ_{1mm}^{**}/H_r) is about 87.

(7) The results of mechanical properties and the relations among those values of sapwood at air-dry condition are given in Tables 4 and 5. The remarkable difference between sapwood and heartwood is hardly recognized.

(8) The results of compression and tension perpendicular to grain tests at air-dry condition are given in Tables 6 and 7.

(9) The results of mechanical properties and the relations among those values of heartwood at wet condition are given in Tables 8 and 9.

(10) The relations between the position in cross section of the wet disks and the values of YOUNG's modulus (E_T) maximum strength (σ_T), and the value of σ_T/E_T in tension along the tangential axis are shown in Figs. 1, 2 and Table 10, respectively.

(11) The results of tension along radial axis of heartwood specimens at wet condition are given in Table 11.

(12) The comparisons of strength properties along three mutually perpendicular axes of symmetry are given in Tables 12 and 13. The values of ratio $L:R:T$ are 100 : 8.5 : 3.5 for YOUNG's modulus in compression, 100 : 7.2 : 3.2 for YOUNG's modulus in tension, 100 : 10.0 : 4.7 for the stress at proportional limit in compression, and 100 : 5.6 : 3.5 for the maximum tensile strength, respectively.

(13) The mean values of strength properties and the relations among those values of ten woods belonging to *Shorea*, *Dryobalanops* and *Dipterocarpus* in Table 14 are summarized in Tables 15, 16 and 17. The approximate relations between the apparent specific gravity and the various strength properties and the relations among various strength properties are shown graphically in Figs. 3 to 11. The comparisons of strength properties along three mutually perpendicular axes of symmetry are given in Tables 18 and 19. The strength properties parallel to grain except the absorbed energy in impact bending of those woods show some tendency to increase directly with apparent specific gravity, but the value of YOUNG's modulus along tangential axis may increase in proportion to the square of the apparent specific gravity.

V フィリピン産レッド ラワン材の乾燥スケジュール

佐 藤 庄 一⁽¹⁾

驚 見 博 史⁽²⁾

1. ま え が き

この試験は、木材部および林産化学部で行なっている南洋材に関する共同研究の一環として、とりあげたものである。

今回は入手されたフィリピン産レッド ラワン原木3本のうち、IXA-1、IXA-2の2木につき、乾燥性試験（乾燥速度の測定）と2.7cm厚材を対象にした人工乾燥スケジュール試験を行ない、乾燥に際して生ずる損傷、蒸煮の効果、乾燥時間などを検討した。なお、結果のとりまとめにあたり、主としてすでに報告したメランチ、カプール、アピトン類木材と比較して、人工乾燥における一般的性質および特異な傾向などをあわせて考察した。

試験に際し、ご協力いただいた乾燥研究室長筒木卓造技官、同室員久田卓興技官ならびに応用研究室の各位に深く感謝する。

2. 試験材の木取りと供試材

試験に供した2原木は、本報の冒頭に示した木取り位置から長さ約100cmに2本ずつ玉切り、一方を乾燥性試験用、一方を人工乾燥スケジュール試験用とした。試験材の木取りは、だらびきした製材品の中から、Fig. 1, 2に示す位置の板目、柁目、追柁材を選出し、乾燥性試験では、幅10cm、繊維方向長さ30cmの試験材を3枚ずつ木取り、厚さ2.0cmに仕上げた。

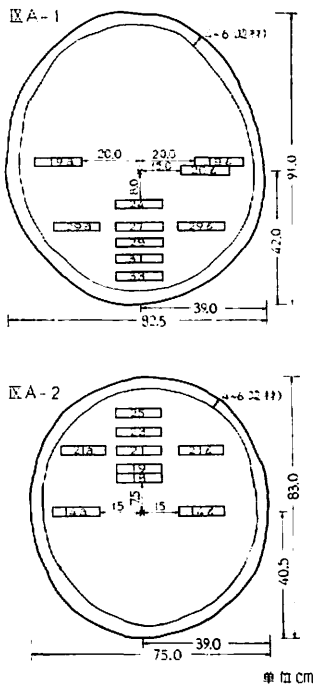


Fig. 1 レッドラワン材の木取り(乾燥性試験)

Sawing method of Red lauan logs (Drying property test).

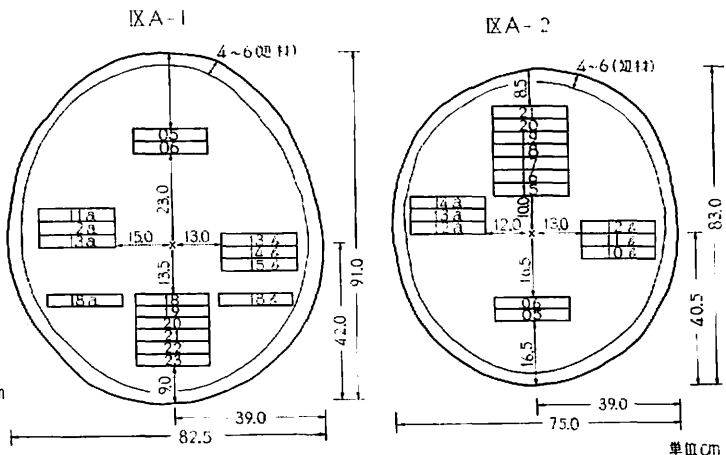


Fig. 2 レッド ラワン材の木取り (人工乾燥スケジュール試験)

Sawing method of Red lauan logs (Drying schedule test).

(1)(2) 木材部加工科

人工乾燥スケジュール試験では、幅20cm、長さ60cmとし、プレーナーで厚さ2.7cmに仕上げた。

各試験材とも木口からの水分蒸発を防止するため、両木口に銀ニスを2回塗布した。

なお、100°Cの急速乾燥試験は入手原木全部につき、樹心から半径の60~70%の位置で板目材をおおの2枚ずつ木取り、試験材の大きさは、幅10cm、長さ20cm、厚さ2.0cmにそろえた。また、試験材には原木番号（IXA-1、IXA-2）の末尾に、それぞれの木取り位置の番号を付した。

3. 試 験 方 法

試験装置、乾燥経過、収縮率測定などの試験方法は、既報の南洋材に関する一連の試験に準じて行なったが³⁾⁻⁵⁾、人工乾燥スケジュール試験についての細かい点や、試験の進めかたは次のようである。

乾燥スケジュール試験は、100°C急速乾燥試験から求めた原木別の推定条件のうちで最もゆるやかなものと、それより強い条件の2種類のスケジュールについて行ない、それぞれ乾燥時間、収縮率、損傷などを検討した。

なお、蒸煮の効果については、後者と同一スケジュールを用いて試験を行ない、それらの結果を総括してフィリピン産レッド ラワン材のスケジュールを検討した。

4. 試 験 結 果 と 考 察

Table 1. 各試験材の乾燥速度、容積重
Drying properties and apparent specific gravities of test pieces

原木および 試験材番号		木取り	D. B. T. 60°C, W. B. T. 35°C の条件		板目、柾目材 についての乾 燥速度減少係 数の比率 (板/柾)	全乾収縮率(%)		全乾容 積重 (g/cm³)
			含水率10%時 の乾燥速度 (%/hr)	乾燥速度減少 係数 (1/hr) × 10 ⁻²		幅	厚さ	
IXA-1	—24	板目	0.36	7.60	1.87	7.57	2.77	0.37
	—27	"	0.27	6.60		7.76	3.06	0.42
	—29	"	0.26	6.00		7.52	3.20	0.44
	—31	"	0.28	6.73		7.22	2.75	0.43
	—33	"	0.30	6.06		7.09	2.57	0.45
	平均		0.29	6.60		7.43	2.83	0.42
	—19a	柾目	0.16	3.37		2.81	8.58	0.44
	—19b	"	0.16	3.87		2.70	8.23	0.44
	—20b	"	0.15	3.35		2.67	8.33	0.44
	平均		0.16	3.53		2.73	8.38	0.44
	—29a	追柾	0.27	5.89		5.93	4.64	0.44
	—29b	"	0.22	5.46		5.45	5.30	0.45
	平均		0.25	5.68		5.69	4.97	0.45
IXA-2	—18	板目	0.25	5.03	1.87	7.13	3.54	0.46
	—19	"	0.22	5.04		6.94	3.99	0.49
	—21	"	0.25	5.18		7.69	3.98	0.49
	—23	"	0.31	5.79		8.28	4.30	0.51
	—25	"	0.24	5.49		8.89	4.61	0.57
	平均		0.25	5.31		7.79	4.08	0.50
	—14a	柾目	0.17	3.68		3.35	7.59	0.50
	—14b	"	0.15	2.00		4.29	8.17	0.51
	平均		0.16	2.84		3.82	7.88	0.51
	—21a	追柾	0.20	4.81		7.57	6.12	0.57
	—21b	"	0.26	4.94		7.37	5.55	0.53
	平均		0.23	4.88		7.47	5.84	0.55

4. 1. 乾燥性試験

原木別, 木取り別の乾燥性試験の結果を Table 1 に示す。

平均的な乾燥速度減少係数をみると, 原木間では両木取りとも IXA-1 の方が大きな値を示しており, 主として容積重の差によるものと考えられる。

木取り別では両原木とも板目>追柁>柁目の関係にあり, 板目材と柁目材の比は両原木とも1.87で, 柁目材が板目材に比べいちじるしく水分移動が悪く, 乾燥の困難なことを示している。これはすでに試験した一連の南洋産広葉樹材と同様の現象である。

次に木取り位置と乾燥速度減少係数との関係を, 板目材についてみると, 両原木とも容積重は樹心から外周にむかって大きくなっているにもかかわらず, 乾燥速度減少係数の値はかならずしも小さくならず, IXA-2 の原木ではむしろ外周にむかって大きくなっている。

これらの結果は一般的に容積重の大きいもののほど乾燥速度が小さくなるのと逆の傾向にあり, 容積重を考慮した場合, 材質的に原木外周部の方が, 水分移動の容易な要因をもっているように思われる。

なお, 後出の人工乾燥スケジュール試験では, IXA-1 の原木は外周部の試験材ほど速く乾燥し, IXA-2 の原木は逆の傾向を示し, その原因は不明である。

このフィリピン産レッド ラワン材と比較のため, すでに試験した幾つかの樹種について, 平均的な値を Table 2 に示す。

この表によれば, 前述した容積重と乾燥速度減少係数の一般的な関係が, 柁目材については認められるが, 板目材では明らかでない。

Table 2. 各樹種の乾燥速度および容積重
Drying properties and apparent specific gravities of test species

一 般 名	学 名	産 地	原 木 番 号	乾燥速度減少係数 (1/hr)×10 ⁻²		板目, 柁 目材につ いての乾 燥速度減 少係数の 比率 (板/柁)	全 乾 容 積 重 (g/cm ³)
				板目	柁目		
レッド メランチ Red meranti	<i>Shorea</i> spp.	サ ラ ワ ク Sarawak	I C	4.20	2.65	1.59	0.45~0.46
			I D	3.41	2.45	1.39	0.46~0.54
イエロー メランチ Yellow meranti	<i>Shorea hopeifolia</i>		I E	3.33	2.82	1.18	0.38~0.43
ホホワイト メランチ White meranti	<i>Shorea</i> sp.	カリマンタン Kalimantan	VI B-10	2.97	2.43	1.22	0.48~0.58
ライト レッド メランチ Light red meranti	<i>Shorea</i> sp. (Sect. <i>Rubroshorea</i>)		VII G	4.07	2.41	1.86	0.40~0.47
ブジック Phdiek	<i>Anisoptera glabra</i>	カンボジア Cambodia	II C-2	1.15	0.70	1.64	0.66~0.67
チュテール バンコイ Chhoeuteal bangkuoi	<i>Dipterocarpus insularis</i>		II A-8	3.87	1.66	2.27	0.71~0.73
チュテール サール Chhoeuteal sar	<i>Dipterocarpus alatus</i>		II ㊤-2	3.40	1.65	2.06	0.72~0.79
アピトン Apitong	<i>Dipterocarpus</i> spp.	フィリピン Philippines	VA-1	3.00	1.80	1.67	0.61~0.67
			VA-7	2.70	1.60	1.72	0.71~0.72
クルイン Keruing	<i>Dipterocarpus</i> sp.	カリマンタン Kalimantan	IV A-2	2.28	1.85	1.23	0.74~0.87
カプール Kapur	<i>Dryobalanops</i> spp.	北ボルネオ North Borneo	III A-2	4.70	2.78	1.69	0.62~0.63

Table 3. 100°C の 急 速 乾
Results of quick drying

原 木 番 号	木 取 り 番 号	丸太半径 (cm)	樹心から木取位 置までの距離 (cm)	欠 点 の 種 類 と 程 度		
				初 期 割 れ	断面の糸巻状 の変形	内 部 割 れ
IXA-1	1	39.5	23.5	3	4	1
	2		26.5	3	3	1
IXA-2	1	44.0	25.0	5	4	1
	2		28.0	5	4	1
IXA-3	1	40.3	23.0	5	5	1
	2		26.0	4	4	1

注：初期割れ，乾燥後の断面の糸巻状の変形は，その程度を多くの樹種につき検討し，少ないものから多いもの結果を示したもの。

なお，今回のレッド ラワン材の乾燥速度減少係数は，容積重の類似したメランチ類に比べ相対的に大きな値であり，カンボジア産ブジックは容積重のわりには乾燥が悪く，特異な材質の木材といえよう。

4. 2. 100°C の急速乾燥試験

100°C の乾燥器で急速に乾燥した際の欠点の程度，および推定された乾燥条件などを Table 3 に示す。なお，試験材番号は各原木とも樹心側の板を 1，外周側の板を 2 とした。

これらの結果から概略的ながら次のことが推定された。

- 1) 初期割れ，断面の糸巻状の変形は IXA-1 が小さく，IXA-2 と IXA-3 とはほぼ同程度である。
- 2) 狂いは IXA-1 が最も小さく，IXA-2 が最も大きい。
- 3) 内部割れは 3 原木とも似ている。

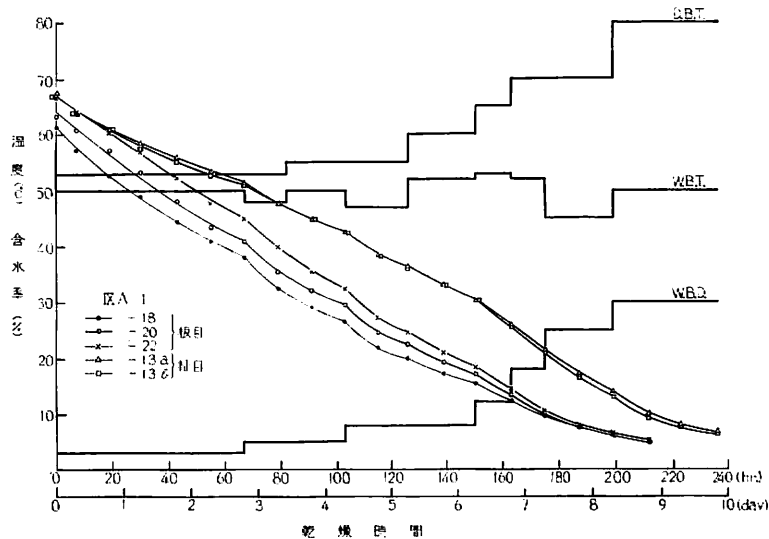


Fig. 3 レッド ラワン材の乾燥経過 (IXA-1)
Drying process of Red lauan (IXA-1).

燥 試 験 結 果

tests at 100°C

初期含水率 (%)	含水率1% までの乾燥時 間 (hr)	推 定 さ れ た 条 件 (°C)			推 定 乾 燥 時 間 (日)	狂 い (mm)
		初 期 温 度	初 球 温 度 乾 湿 差	終 末 温 度		
63.4 65.9	20.6 25.0	54.0 58.0	4.0 4.3	80.0 83.0	6.0 8.5	2.5 0
52.5 54.0	25.2 25.6	53.0 53.0	3.0 3.0	80.0 80.0	8.8 8.8	8.0 6.0
57.0 53.5	25.0 25.6	50.0 54.0	3.0 3.6	77.0 80.0	8.8 7.3	6.5 3.0

まで1〜8に分類し、内部割れも同様にして1〜6まで分類し、その標示法にしたがってレッド ラワン材について

4) 乾燥時間は IXA-1 がいちばん短く、ついで IXA-3, IXA-2 の順である。

以上のことから人工乾燥スケジュール試験に供した IXA-1, IXA-2 の試験材に大略共用されるスケジュールは、初期および末期における最もゆるい条件、すなわち、乾燥初期温度 53°C, 乾湿球温度差 3°C, 終末温度 80°C となり、乾燥時間は生材から含水率10%まで乾燥するのに、最高9日を要するものと思われる。

なお、次項の人工乾燥スケジュール試験は、上述の推定条件 (A) と比較のために初期乾球温度 60°C, 乾湿球温度差 4°C, 終末温度 85°C のやや強い条件 (B) の2種類について行なった。

4. 3. 人工乾燥スケジュール試験

以上の乾燥スケジュールによって乾燥したときの結果は、次のようである。

1) 乾燥時間

スケジュール (A), (B) および初期蒸気 (100°C, 1hr) を行ない、スケジュール (B) により、乾燥した

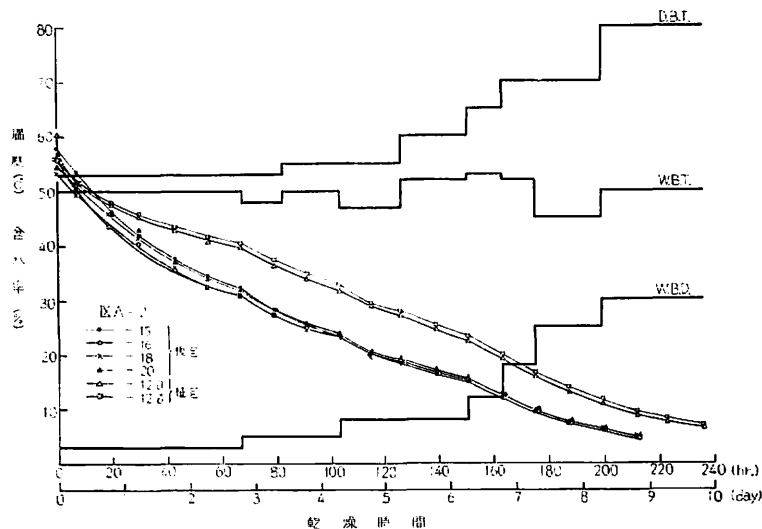


Fig. 4 レッド ラワン材の乾燥経過 (IXA-2)
Drying process of Red lauian (IXA-2).

ときの含水率減少経過を Fig. 3~7 に示す。また、これらの図から求めた含水率60%および50%から10%まで乾燥するに要する時間、損傷程度などを一括して Table 4 に示す。

含水率50%から10%までの乾燥時間をみると、いずれの条件でも IXA-1 の原木が板目、柵目材とも IXA-2 の原木よりも相対的に速く乾燥しており、これは先の乾燥性試験の結果と一致している。

板目、柵目の木取り別の乾燥時間の比較では、両原木とも板目材の方が速く、その比率は IXA-2 の方が大きくなっている。

次に、同一原木の試験材の平均値を条件別に比較して、乾燥時間の短縮割合をみると、条件(A)の乾燥時間に対し条件(B)のそれは、IXA-1 の板目材31%, 柵目材 22%, IXA-2 の板目材 36%, 柵目材 32%それぞれ短縮している。また、条件(B)と同一スケジュールで行なった初期蒸煮材の乾燥時間と、無処理材のそれとを比較してみると、IXA-1 の板目材22%, 柵目材38%, IXA-2 の板目材28%, 柵目材27%といずれも処理材の乾燥時間が短縮している。

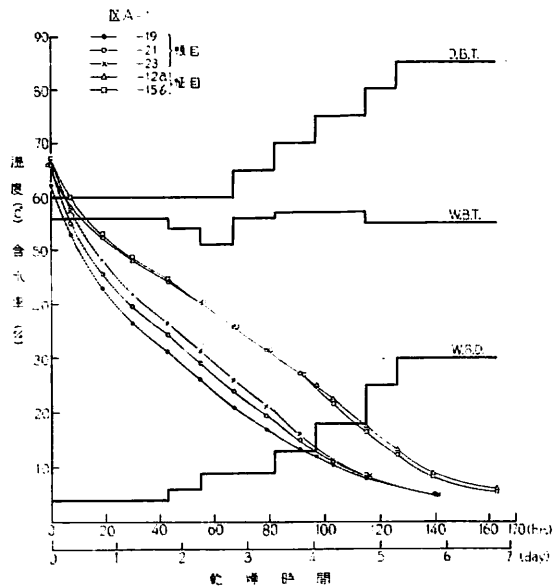


Fig. 5 レッド ラウン材の乾燥経過 (IXA-1)
Drying process of Red lauan (IXA-1).

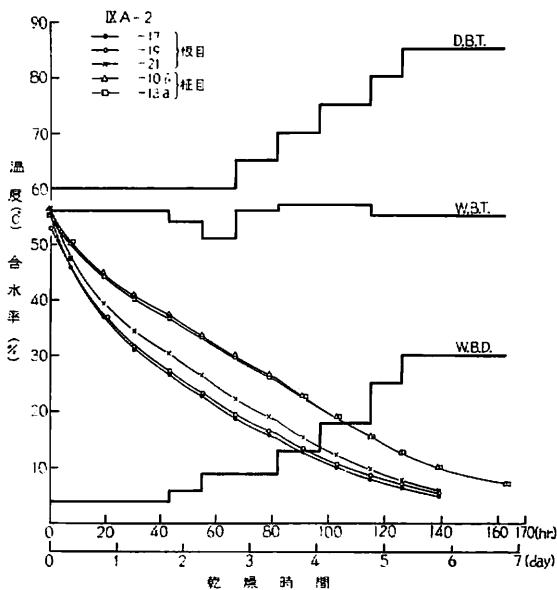


Fig. 6 レッド ラウン材の乾燥経過 (IXA-2)
Drying process of Red lauan (IXA-2).

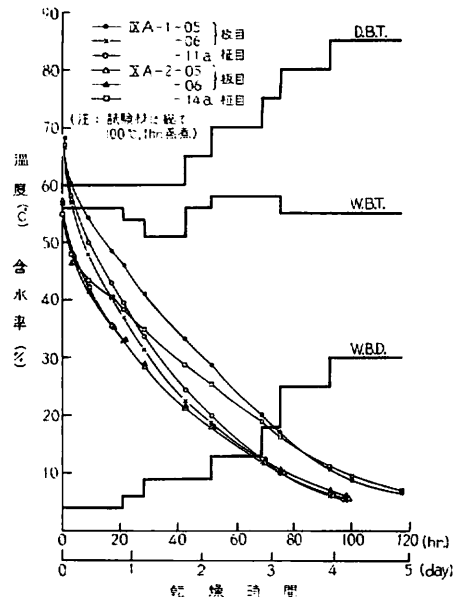


Fig. 7 レッド ラウン材の乾燥経過 (IXA-1, IXA-2)
Drying process of Red lauan (IXA-1, IXA-2).

Table 4. 各試験材の乾燥時間および損傷

Drying time and drying defects of test pieces

温度条件	原木および 試験材番号	木取り	初 期 含水率 (%)	乾燥時間 (hr)		初 期 割 れ	乾 燥 終 了 時			備 考
				生~10%	50~10%		幅そり(mm)	落 込 み	ねじれ(mm)	
(A) D. B. T. 53°C W. B. D. 3°C	IXA-1-18	板 目	61.3	(169)	146	なし	3 ~ 3.5	—	9	無 処 理
	IXA-1-20	"	63.2	(165)	139	なし	2.5 ~ 3.5	—	21	"
	IXA-1-22	"	66.8	(157)	127	なし	2 ~ 2.5	—	14	"
	IXA-1-13a	柵 目	67.5	(190)	140	なし	—	なし	4	"
	IXA-1-13b	"	67.0	(184)	137	なし	—	なし	5	"
	IXA-2-15	板 目	57.9	171	158	なし	3 ~ 4	—	11	"
	IXA-2-16	"	55.7	171	163	なし	2.5	—	4	"
	IXA-2-18	"	53.3	174	166	なし	3 ~ 4	—	1	"
	IXA-2-20	"	54.6	174	164	なし	2.5	—	11	"
	IXA-2-12a	柵 目	60.3	203	192	なし	—	ややあり	0	"
	IXA-2-12b	"	56.1	208	195	なし	—	なし	0	"
	IXA-1-19	板 目	62.3	105	95	なし	3	—	10	"
	IXA-1-21	"	65.9	108	95	なし	1.5 ~ 2.5	—	16	"
	IXA-1-23	"	66.4	108	92	なし	2 ~ 3	—	5	"
(B) D. B. T. 60°C W. B. D. 4°C	IXA-1-12a	柵 目	66.2	135	111	なし	—	なし	2	"
	IXA-1-15b	"	67.0	132	106	なし	—	なし	6	"
	IXA-1-18a	追 柵	68.0	—	—	なし	—	なし	7	"
	IXA-1-18b	"	67.2	—	—	なし	—	樹心側にあり	9	"
	IXA-2-17	板 目	55.5	103	100	なし	2.5 ~ 3	—	14	"
	IXA-2-19	"	53.0	106	103	なし	1.5 ~ 2	—	12	"
	IXA-2-21	"	56.4	113	108	なし	3 ~ 3.5	—	3	"
	IXA-2-10b	柵 目	56.3	139	132	なし	—	全面にあり	0	"
	IXA-2-13a	"	54.9	139	131	なし	—	"	0	"
	IXA-1-05	板 目	64.4	95	80	なし	2 ~ 3	—	6	初期蒸煮
	IXA-1-06	"	64.3	75	66	MC.37%時木口一表面 1本, 木口割れ1本	2 ~ 3	—	19	"
	IXA-1-11a	柵 目	64.5	75	68	なし	—	なし	3.5	"
	IXA-2-05	板 目	56.5	75	73	なし	1 ~ 2	—	5	"
	IXA-2-06	"	57.0	78	76	MC.46%時木口一両面 1本	4	—	16	"
	IXA-2-14a	柵 目	55.6	98	96	なし	—	中央部にあり	0	"

注: () の乾燥時間は60~10%までの時間を示す。 D. B. T. は乾球温度を, W. B. D. は乾湿球温度差を表わす。

なお、今回のレッド ラワン材は、Table 1 に示す乾燥速度の値からも明らかなように、比較的水分移動が容易であるため、他のメランチ類よりも乾燥時間が短い。また、初期蒸煮による乾燥時間の短縮は、既報のメランチ類、アピトン、クルイン類にも共通してみられた傾向である。

2) 割れ、狂い、落込み

各試験材の初期割れ、乾燥終了時（含水率範囲4.7～7.1%）の狂い、落込みなどについて、測定、観察した結果を Table 4 に示す。

初期割れは初期蒸煮した IXA-1-06 と IXA-2-06 の両板目材に生じていたが、他の試験材には認められなかった。

狂いについては、板目材のねじれ量でみると、各試験条件に対し両原木とも近接した位置から木取った試験材間で差が認められることから、位置による不規則な材質差があるものと思われ、原木間の相違、あるいは樹心から外周部にむかっての傾向的なものは明らかでない。一方、乾燥条件による差は認められないので、この木材については、ある程度高い温度で乾燥しても、狂いの増加は少ないのではないかと思われる。

なお、既報のメランチ類の材と比較すると⁴⁾⁶⁾⁷⁾、供試した原木については次のような関係にあり、レッド ラワン材は相対的に狂いが大きい。

すなわち、カリマンタン産ホワイト メランチ (VIB) ≥ フィリピン産レッド ラワン (IXA) > サラワク産メランチ (1B, 1C, 1D, 1E) = カリマンタン産ライト レッド メランチ (VII D)。

この中でカリマンタン産ホワイト メランチ (VIB) は、条件を強くすると狂いが増大する傾向がみられた。柾目材の落込みは、部分的には認められたが比較的少なく、乾燥終了時の状態は良好であった。

3) 収 縮 率

試験材を木取る際、その両端から取った小試片を室内で平衡に達するまで天然乾燥し、その後全乾としたときの幅、厚さの収縮率、および人工乾燥スケジュール試験材の乾燥終了時、全乾時の値を Table 5 に示す。

なお、収縮率を検討するにあたり、実用上は乾燥終了時の値が問題になるが、終了時含水率が試験材により区々であるため、比較がしにくく、同一含水率状態における比較値という意味から、全乾時の収縮率値について比較した。

まず、無処理材の2条件について天然乾燥材と人工乾燥材の収縮率比を、木取りには関係なく幅、厚さ方向にわけて比較すると、幅方向では両原木とも乾燥条件差による明らかな変化は認められないが、厚さについては、強い条件の方が大きな値となっている。

また、初期蒸煮した試験材の収縮率比は、IXA-1、IXA-2 の原木とも無処理同一スケジュール材と比較して相対的に増大し、板目材では幅、柾目材では厚さ方向の増加が特に大きくなっている。

このように蒸煮により収縮率が増加する傾向は、すでに試験した一連の南洋材のなかにもみられたことである^{1)~7)}。既報の Dipterocarpaceae に属する樹種の人工乾燥スケジュール試験結果では、蒸煮による収縮率増加の最も大きいのがマラヤ産クルイン材、ついでフィリピン産アピトン材であり、いままでに供試したメランチ類では認められなかった。

しかし、今回のフィリピン産レッド ラワン材は、上記のメランチ類と同属の木材であるにもかかわらず、蒸煮による収縮率増加が大きく、フィリピン産アピトン材 (VA-1) と同程度であった。

Table 5. 含水率および人工乾燥材と天然乾燥を経た収縮率

Moisture content and shrinkage from green to oven-dry of kiln dried and air seasoned boards

温度条件	原木および 試験材番号	木取り	含水率 (%)		収 縮 率 (%)						収 縮 率 比 (人/天)	
					人 工 乾 燥			天 然 乾 燥				
					終	了	全	乾	全	乾		
			初 期	終 了	幅	厚 さ	幅	厚 さ	幅	厚 さ	幅	厚 さ
(A) D. B. T. 53°C W. B. D. 3°C	IXA-1-18	板 目	61.3	4.7	8.53	3.40	9.59	4.00	7.95	3.42	1.21	1.17
	IXA-1-20	" "	63.2	4.8	9.25	3.05	10.34	3.80	8.14	3.10	1.27	1.23
	IXA-1-22	" "	66.8	4.9	8.72	2.96	9.78	3.59	7.34	3.04	1.33	1.18
	IXA-1-13a	柵 目	67.5	6.7	2.39	10.57	3.25	12.12	2.84	8.43	1.14	1.43
	IXA-1-13b	" "	67.0	6.2	2.31	10.59	3.20	12.03	2.78	8.61	1.15	1.39
	IXA-2-15	板 目	57.9	4.4	7.42	3.15	8.36	3.71	6.70	3.43	1.25	1.08
	IXA-2-16	" "	55.7	4.6	7.76	3.55	8.97	4.34	7.63	3.00	1.18	1.45
	IXA-2-18	" "	53.3	4.9	8.26	3.63	9.47	4.56	7.69	4.22	1.23	1.08
	IXA-2-20	" "	54.6	5.0	9.58	4.59	10.95	5.56	8.95	4.43	1.22	1.26
	IXA-2-12a	柵 目	60.3	6.5	3.17	8.95	4.22	10.61	3.74	8.44	1.13	1.26
IXA-2-12b	" "	56.1	7.1	3.50	9.81	4.81	11.77	4.32	9.16	1.11	1.28	
(B) D. B. T. 60°C W. B. D. 4°C	IXA-1-19	板 目	62.3	5.0	8.78	3.29	9.75	3.99	7.74	3.30	1.26	1.21
	IXA-1-21	" "	65.9	5.1	8.25	3.33	9.25	4.07	7.07	3.11	1.31	1.31
	IXA-1-23	" "	66.4	5.0	8.00	3.08	9.06	3.82	7.28	2.82	1.24	1.35
	IXA-1-12a	柵 目	66.2	6.2	2.47	10.98	3.28	12.44	2.86	8.81	1.15	1.41
	IXA-1-15b	" "	67.0	5.5	2.50	10.90	3.28	12.24	2.67	8.56	1.23	1.43
	IXA-1-18a	追 柵	68.0	5.3	4.58	8.98	5.30	10.13	4.50	7.12	1.18	1.42
	IXA-1-18b	" "	67.2	5.1	3.67	9.82	4.39	11.13	3.81	7.57	1.15	1.47
	IXA-2-17	板 目	55.5	4.8	8.17	3.30	9.42	4.75	7.77	4.00	1.21	1.19
	IXA-2-19	" "	53.0	5.3	8.89	4.92	10.30	5.66	8.63	4.72	1.19	1.20
	IXA-2-21	" "	56.4	5.9	9.31	4.48	10.92	5.78	9.15	5.09	1.19	1.14
	IXA-2-10b	柵 目	56.3	7.1	3.45	10.34	4.83	12.17	4.33	9.19	1.12	1.32
	IXA-2-13a	" "	54.9	7.1	3.03	9.62	4.25	11.54	3.87	8.60	1.10	1.34
(初期蒸煮) D. B. T. 60°C W. B. D. 4°C	IXA-1-05	板 目	64.4	5.6	9.31	3.67	10.53	4.53	7.22	3.21	1.46	1.41
	IXA-1-06	" "	64.3	5.3	9.58	3.60	10.61	4.34	7.70	3.12	1.47	1.39
	IXA-1-11a	柵 目	64.5	6.4	3.06	11.45	3.69	13.37	3.04	8.56	1.21	1.57
	IXA-2-05	板 目	56.5	5.5	9.11	4.61	10.28	5.76	7.70	4.46	1.43	1.29
	IXA-2-06	" "	57.0	6.1	8.94	4.45	10.33	5.68	7.73	4.79	1.43	1.19
	IXA-2-14a	柵 目	55.6	7.0	3.86	10.05	4.97	11.78	4.11	8.50	1.21	1.39

注: D. B. T. は乾燥球温度を, W. B. D. は乾燥球温度差を表わす。

次に、木取り位置と収縮率の関係を板目材についてみると、IXA-2の原木では樹心から外周にむかって幅、厚さ方向とも増大しているのに、IXA-1の場合はかならずしも増加していない。

なお、室内で天然乾燥しその後全乾とした小試片の収縮率、および乾燥性試験における収縮率などを、他のメランチ類の材と比較すると、今回のレッド ラワン材は容積重が類似しているにもかかわらず、やや大きな値を示している。

以上、入手したフィリピン産レッド ラワン材についての結果を示したが、それらに基づいて、適当と思われるスケジュールを考えると次のようになる。

1) 初期条件

2種類のスケジュールのうち、(B)の条件で試験した結果でも割れ、内部割れがなく、乾燥時間は短縮されるので、初期条件は今回の結果とすでに試験したメランチ類の結果を考慮すれば、乾球温度 60°C、乾湿球温度差 5°C程度と考えられる。

2) 終末温度

ねじれ、狂いは上述の2条件についてそれほど差がないので 85°C とし、材質によっては 90°C まで上昇することは可能であろう。

3) 乾燥時間の修正

初期条件の修正による乾燥時間の短縮を、試験した初期乾球温度 60°C、乾湿球温度差 4°C、終末温度 85°Cの乾燥時間に基づいて推定すると、単材を含水率 60%から10%まで乾燥する時間は、乾燥の最もおそい柾目材で120~125時間(約5日)と考えられる。なお、実際の工場規模では、乾燥室、被乾燥材の材質むら、初期含水率のむらを考慮して6~7日になるう。

4) 初期蒸煮

蒸煮による乾燥時間短縮の効果は、上述のとおりであるが、収縮率が増大するため歩止りの面からはマイナスであり、乾燥室の耐久性などを考慮して、この木材の初期蒸煮は不要であろう。

以上1)~4)に述べた事項に基づいて、今回のレッド ラワン材に対し、最も適当と考えられるスケジュールを Fig. 8 に示す。

5. ま と め

フィリピン産レッド ラワン材について乾燥性試験と、2.7cm厚材の人工乾燥スケジュール試験を行ない、乾燥適性を検討しメランチ類、アビトン、クルイン類の材との比較を行なった。

得られた結果を要約すると次のようになる。

1) 供試した IXA-1 の平均的な乾燥速度減少係数は、板目材 6.60×10^{-2} 1/hr、柾目材で 3.53×10^{-2} 1/hr、原木間では両木取りとも IXA-1 のほうが大きい。

これは主として容積重の差によるものと考えられ、この関係は乾燥スケジュール試験でもみられた。

2) 乾燥速度は同容積重の他のメランチ類木材よりも大きい。

Species Moisture content	Red lauan IXA-1 IXA-2 (Shorea negrosensis)	
	D.B.T.	W.B.T.
60		
50		55
40		53
30	60	50
20	65	55
10	70	57
	75	
	80	55
	85	
Initial steaming	Unnecessary	
Drying time	6~7 days	

---: Initial moisture content
Control sample: Edge grain board

Fig. 8 レッド ラワン材
のスケジュール
Suitable drying schedules
of 2.7cm thick boards
for Red lauan woods.

- 3) 乾燥時間におよぼす蒸気の効果は認められるが、収縮率の増加がある。
- 4) 収縮率に関し板目材の木取り位置による変化は、原木により区々で、IXA-2の原木では樹心から外周にむかって幅、厚さ方向とも増大する傾向がみられた。
- 5) 天然乾燥後、全乾とした小試片および乾燥性試験を実施した材の全乾収縮率を、すでに行なったメラランチ類の材と比較すると、今回のレッド ラソン材が最も大きい。
- 6) この木材の適当と思われるスケジュールを Fig. 8 に示したが、総体的にみて水分移動の容易な、乾燥しやすい材である。

文 献

- 1) 佐藤庄一・寺沢 真：フィリピン産アピトン材の乾燥スケジュール，林試研報，208，131～149，(1968)
- 2) 佐藤庄一・鷺見博史：マラヤ産クルイン材の乾燥スケジュール，林試研報，221，109～119，(1969)
- 3) 寺沢 真・佐藤庄一：カンボジア産8樹種の乾燥スケジュール，林試研報，190，62～85，(1966)
- 4) 寺沢 真・佐藤庄一：サラワク産メラランチ類木材の乾燥スケジュール，林試研報，190，134～149，(1966)
- 5) 寺沢 真・佐藤庄一：北ボルネオ産カプール材の乾燥スケジュール，林試研報，197，88～100，(1967)
- 6) 寺沢 真・佐藤庄一：カリマンタン産バンキライおよびホワイト メラランチ材の乾燥スケジュール，林試研報，218，58～71，(1968)
- 7) 寺沢 真・佐藤庄一：カリマンタン産13樹種の乾燥スケジュール，林試研報，218，175～195，(1968)

V Drying Schedules of Red Lauan Wood from the Philippines

Shôichi SATÔ and Hiroshi SUMI

Summary

In this study, two kinds of main tests of Red lauan woods grown in the Philippines were conducted, i. e. one was on the properties of drying and the other was on the kiln drying schedule of 2.7 cm thick boards. By carrying out these tests, we investigated and clarified the properties of these woods during the drying process, and discussed the properties comparing with the results of Meranti group and Apitong, Keruing group etc. tested previously.

The important results obtained from this study are as follows:

- (1) The mean falling coefficient of drying rate of the tested log IXA-1 equals 6.60 (1/hr $\times 10^{-2}$) for the flat grain boards and 3.53 (1/hr $\times 10^{-2}$) for the edge grain boards. The value of the log IXA-2 is smaller than those of the log IXA-1 for the flat grain and the edge grain boards, respectively. This fact seems to be due to the specific gravity difference of two logs and is recognized also on the kiln drying schedule test.
- (2) The drying rate of the tested woods is larger than those of the Meranti group woods with almost the same specific gravity tested previously.
- (3) The effect of initial steaming on the drying time can be expected; however, the shrinkage increases by the treatment.
- (4) The shrinkage on the flat grain board varies with the position which the board is sawed from, and the behaviour of its variation is different among the logs. For the log IXA-2, the shrinkages both on the width and on the thickness direction tend to increase with shifting of the portion where the board is sawed from the pith to the sapwood.
- (5) When we compare the oven-dry shrinkages of the tested specimens with those of the

Meranti group woods (*Shorea* spp.) tested previously, we can recognize the shrinkages of the present Red lauan to be the largest of them.

(6) Fig. 8 shows the most suitable kiln drying schedule of the Red lauan woods grown in the Philippines which were offered to this study. The moisture movement through the wood being rather fast, the tested woods seem generally to be kiln-dried easily.

VI フィリピン産レッド ラウンの丸ノコによる被削性

山 口 喜 弥 太⁽¹⁾

1. ま え が き

本試験は當場木材部で行なっている南洋材の性質に関する試験の一環として、前報⁽⁴⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾にひきつづき、フィリピン産レッド ラウン材の丸ノコによる被削性を検討したものである。

2. 供試材料および試験方法

2. 1. 供 試 材 料

試験に供した材料はフィリピン産レッド ラウン3箇体である。これらの形質については前項の資料を参照されたい。

試験材はいずれも気乾状態で、その切削時の含水率と気乾容積重は Table 1 のようである。

2. 2. 試 験 方 法

試験等は前報⁽⁴⁾以降の結果と比較する意味もあって、まったく同一方法によった。

すなわち、供試丸ノコとして切削試験用にはタングステンカーバイドチップ丸ノコを、ノコ齒摩耗試験には普通丸ノコを用いた。

これら丸ノコの材質や形状諸元を Table 2, 3に示した。また切削抵抗の測定は丸ノコ軸にトルクメーターを取りつけ、切削トルクをスリップリングによって取り出し、ひずみ計によって測定し、また増幅

Table 1. 供試材料の気乾容積重と試験時含水率
Apparent specific gravity and moisture content of test piece

一 般 名 Common name	学 名 Scientific name	原木番号 Log number	産 地 Locality	切 削 抵 抗 試 験 Cutting force test		ノコ齒摩耗試験 Saw tooth blunting test	
				気乾容積重 r_a (g/cm ³)	含 水 率 u (%)	気乾容積重 r_a (g/cm ³)	含 水 率 u (%)
レッド ラウン Red lauan	<i>Shorea negrosensis</i>	IXA-1	Philip- pines	0.45 0.40~0.49	13.7 13.5~14.0	—	—
"	"	IXA-2	"	0.62 0.60~0.64	14.2 13.9~14.4	0.56 0.52~0.60	14.6 14.4~14.7
"	"	IXA-3	"	0.58 0.55~0.59	13.7 13.0~14.0	—	—

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

u : Moisture content at test (%).

Table 2. 供 試 丸 ノ コ
Circular saw for test

丸 ノ コ Saw	ノ コ 歯 材 質 Material of saw tooth	直 径 Diameter	ノ コ 厚 Thickness of blade	アサリの種類 Type of set	歯 数 Number of teeth
切削抵抗試験用 Cutting force test	超 硬 合 金 H ₁ Tungsten carbide	mm 300	mm 2	バチアサリ Swage set	4
ノコ歯摩耗試験用 Blunting test	工 具 鋼 KS 5 Tool steel	300	2	振分けアサリ Spring set	4

 Table 3. 供 試 丸 ノ コ 歯 型
Saw tooth

丸 ノ コ Saw	歯喉角 Hook angle	歯端角 Sharpness angle	歯背角 Clearance angle	歯 高 Depth of gullet	アサリ幅 Width of kerf	アサリの逃げ角 (歯喉面) Side clearance angle on face	アサリの逃げ角 (歯背面) Side clearance angle on back	研ぎ角 Bevel angle
切 削 試 験 用 1 Cutting force test	degree 20	degree 55	degree 15	mm 12	mm 3	degree 3	degree 3	degree 0
" 2	25	50	15	12	3	3	3	0
" 3	30	45	15	12	3	3	3	0
ノコ歯摩耗試験用 Blunting test	25	45	20	12	0.5*	10	10	0

* アサリの出 Amount of set.

してペン書きオッシログラフによって記録させる方法によった。ノコ速度は 50.4m/sec で一定とし、材の送り速度を5段階に変速モーターによって変化させた。ノコ歯の摩耗はひき材長 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50m の各時点におけるアサリの出をダイヤルゲージで測定し、その減少量によって示すことにした。なお、切削抵抗試験については最小自乗法により、 $P=a+bt$ (P : 切削抵抗 [kg], t : 切込み深さ [mm], a および b : 定数) の実験式を求めるとともに歯喉角 25°, 切込み深さ 0.2mm についての計算値を求め被削材料間の比較を行なった。

3. 試験結果および考察

3. 1. 切削抵抗試験

レッド ラワン3個体の切削抵抗試験結果は Figs. 1~3 に示す。この試験の範囲では、各個体差は明らかにではないが、切削抵抗と切込み深さとの関係はほぼ直線的ようである。歯角の影響については、歯喉角 25° と 30° では大差がないようであるが、歯喉角の小さいほうが切削抵抗は高くなる傾向を示した。

これらの試験から得た実験式 $P=a+bt$ の定数 a , b と、この実験式から切削抵抗を示す指標として、歯喉角 25°, 切込み深さ 0.2mm の条件における切削抵抗を計算して Table 4 に示した。また、この試験結果と既往報告⁴⁷⁾⁸⁾⁹⁾ のメラネチ類, カプール類, アピトン類と比較する意味で、切削抵抗比較値 (歯喉角 25°, 切込み深さ 0.2mm のときの切削抵抗計算値) を Table 5 に示した。

これらの数値によると、レッド ラワンの3個体のうち, IXA-1 が他より切削抵抗が若干低く, VII G の

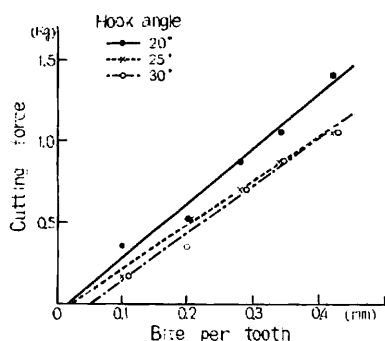


Fig. 1 切削抵抗と切込み深さとの関係
(レッド ラワン IXA-1)
Relation between cutting force and bite per tooth (Red lauan IXA-1).

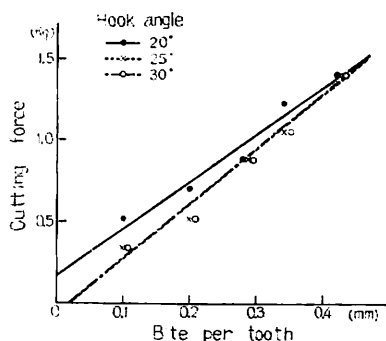


Fig. 2 切削抵抗と切込み深さとの関係
(レッド ラワン IXA-2)
Relation between cutting force and bite per tooth (Red lauan IXA-2).

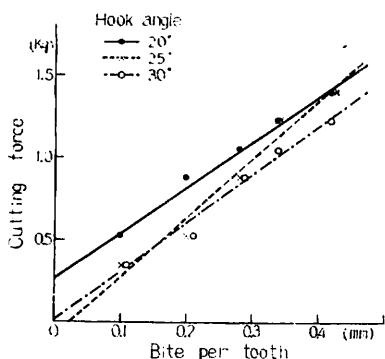


Fig. 3 切削抵抗と切込み深さとの関係
(レッド ラワン IXA-3)
Relation between cutting force and bite per tooth (Red lauan IXA-3).

ライト レッド メランチと似ている。レッド ラワンは I A-C のレッド メランチより若干低い傾向にあるが、III A-4 ~ 6 のカプルよりは、かなり低いようである。これらのうちでは V A-9 のアビトンが最も高い値を示している。

樹種間のバラツキも多少あるが、一般に気乾容積重の高いほうが切削抵抗も高くなる傾向にあるようである。

3. 2. ノコ歯の摩耗試験

レッド ラワンの摩耗試験は IXA-2 についてのみ行なった。ひき材によるアサリ切先の減退量は非常に少なく、ひき材長 30m で 0.001mm, 50m で 0.004mm であった。切削抵抗比較値の場合と同じく、ひき材長 50m における摩耗量を既往報告⁴⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾の結果と比較すると Table 6 のようである。

これによると同樹種間でのバラツキも認められるが平均して、レッド メランチはレッド ラワンと近

Table 4. a と b の 値

Values of a and b

一 般 名 Common name	Constant 歯喉角 Hook angle 原木番号 Log number	a			b			切削抵抗比較値 * Cutting force for comparison (kg)	切削抵抗の程度 Level of cutting force
		20°	25°	30°	20°	25°	30°		
レッド ラワン Red lauan	IXA-1	-0.06	-0.06	-0.15	3.36	2.73	2.92	0.48	低い Low
	IXA-2	0.16	-0.06	-0.06	2.91	3.36	3.36	0.61	中庸 Medium
	IXA-3	0.28	-0.08	0.02	2.74	3.57	2.92	0.63	中庸 Medium

* 歯喉角 25°, 切込み深さ 0.2mm のときの切削抵抗計算値。

Cutting force calculated at hook angle of 25° and bite per tooth of 0.2 mm.

Table 5. 切 削 抵 抗 比 較

Cutting force for comparison

一 般 名 Common name	学 名 Scientific name	産 地 Locality	原 木 番 号 Log number	切削抵抗比較値* Cutting force for comparison (kg)	切削抵抗の程度 Level of cutting force
レッド メランチ Red meranti	<i>Shorea</i> sp.	Sarawak	I A	0.68	中 庸 Medium
			I B	0.72	"
			I C	0.68	"
カ プ ー ル Kapur	<i>Dryobalanops</i> sp.	North Borneo	III A-4	0.79	"
			III A-5	0.90	高 い High
			III A-6	0.72	中 庸 Medium
ア ピ ト ン Apitong	<i>Dipterocarpus</i> <i>grandiflorus</i>	Philippines	V A-9	0.94	高 い High
ライト レッド メランチ Light red meranti	<i>Shorea</i> sp.	Kalimantan	VII G	0.47	低 い Low
レッド ラワン Red lauan	<i>Shorea</i> <i>negrosensis</i>	Philippines	IX A-1	0.48	"
			IX A-2	0.61	中 庸 Medium
			IX A-3	0.63	"

* 歯喉角25°，切込み深さ 0.2mm のときの切削抵抗計算値。

Cutting force calculated at hook angle of 25° and bite per tooth of 0.2 mm.

Table 6. ノコ歯摩耗試験におけるアサリの摩耗量

Wear of side point in blunting

一 般 名 Common name	学 名 Scientific name	産 地 Locality	原木番号 Log number	アサリ摩耗量 ($\frac{1}{100}$ mm) Wear of side point	総ひき材長 (m) Total length of boards	ノコ摩耗性 Level of blunting property
レッド メランチ Red meranti	<i>Shorea</i> sp.	Sarawak	I A	—	—	—
			I B	0.3	50	低い Low
			I C	0.8	"	中庸 Medium
カ プ ー ル Kapur	<i>Dryobalanops</i> sp.	North Borneo	III A-4	2.5	"	低い Low
			III A-5	5.2	"	中庸 Medium
			III A-6	11.5	"	高い High
ア ピ ト ン Apitong	<i>Dipterocarpus</i> <i>grandiflorus</i>	Philippines	V A-9	12.5	20	高い High
ライト レッド メランチ Light red meranti	<i>Shorea</i> sp.	Kalimantan	VII G	—	—	—
レッド ラワン Red lauan	<i>Shorea</i> <i>negrosensis</i>	Philippines	IX-2	0.4	50	低い Low

い数値を示している。

カプールは中庸、アピトンが高い部類に属する。しかもアピトンの場合は、ひき材面の悪化やノコの温度上昇が認められたので、ひき材長20mで中止した結果である。

前報でものべたがノコ歯の摩耗性は比重などのほか、特に南洋材ではシリカなどの成分の量や分布に影響されるものと考えられる。

これらの灰分⁶⁾は樹種個体間でもことなるが、レッド ラワン、レッド メランチ類はおよそ 0.35%以下、カプールは 0.67%、アピトンが 1.78%程度である。これらのグループではアピトンが最も高いが、この結果からは含有物の量と摩耗性との関係は明らかでない。

4. 概 要

フィリピン産レッド ラワン3個体の丸ノコによる被削性試験を行なった。試験法は前報⁴⁾の方法を踏襲した。また、前報⁴⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾のメランチ類、カプール類、アピトン類と切削抵抗比較値、ならびにひき材長50m時におけるノコ歯摩耗値を比較検討した。

その結果は次のようである。

- 1) この試験の範囲では切削抵抗と切込み深さとの関係はほぼ直線的のようである。
- 2) 歯喉角 25° と 30° では差が明らかでないが、歯喉角が小さいと切削抵抗が高くなる傾向を示した。
- 3) レッド ラワンの切削抵抗比較値はレッド メランチより若干低く、カプール類よりかなり低い。
- 4) ノコ歯の摩耗はレッド ラワンが小さく、レッド メランチ類と近い数値を示した。比較した樹種間ではアピトンが最もノコ歯の摩耗が大きかったが、この結果からは灰分等含有物の影響とノコ歯の摩耗性との関係は明らかでない。

文 献

- 1) 木材部：南洋材の性質 2 サラワク産メランチ類木材の性質(1), 林試研報, 190, 107~180, (1966)
- 2) 木材部：南洋材の性質 3 カンボジア産材の性質(2), 林試研報, 194, 7~48, (1966)
- 3) 木材部：南洋材の性質 4 北ボルネオ産カプール材の性質(1), 林試研報, 197, 140~153, (1967)
- 4) 木材部：南洋材の性質 6 南洋材の丸ノコによる被削性試験(1), 林試研報, 200, 195~211, (1967)
- 5) 木材部：南洋材の性質 7 カリマンタン産クルイン材の性質(1), 林試研報, 206, 1~108, (1967)
- 6) パルプ研究室・繊維板研究室：南洋材の性質 9 南洋材数種（フタバガキ科）のパルプ化およびフェイバーボード製造試験, 林試研報, 207, 165~170, (1967)
- 7) 木材部：南洋材の性質10 フィリピン産アピトン材の性質(1), 林試研報, 208, 149~156, (1968)
- 8) 木材部：南洋材の性質12 カリマンタン産13樹種の性質, 林試研報, 218, 195~203, (1968)
- 9) 木材部：南洋材の性質13 マラヤ産クルイン材の性質, 林試研報, 221, 120~126, (1969)

VI Sawing Properties of Red Lauan Wood from the Philippines using Circular Saw

Kiyata YAMAGUCHI

Summary

In this report cutting property by circular saw of Red lauan woods was tested. The test method was similar to that in the former report ⁽¹⁾. The results were discussed in regard to cutting force and abrasion of saw tooth in comparison with Meranti, Kapur and Apitong woods reported previously ⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾. The results obtained were as follows:

- 1) In this test, the relation between cutting force and bite per tooth was almost linear.
- 2) Cutting force of smaller rake angle saw tooth tended to be higher than that of bigger rake angle.
- 3) Cutting force of Red lauan was a little less than Red meranti and much less than Kapur.
- 4) The abrasion of saw tooth in the sawing of Red lauan was low and similar to that of Red meranti. Among the species above mentioned, Apitong showed the most abrasive property.

VII フィリピン産レッド ラワン材の回転鋸における被削性

星 通⁽¹⁾

1. ま え が き

本報は南洋材の性質に関する研究の一環として、林試研報 No. 190 に発表した南洋材の回転鋸における被削性試験法に準じて、フィリピン産レッド ラワン材について、切削抵抗試験および切削面の良否判定を基準とする刃先の寿命試験を実施したものである。その結果をとりまとめて報告する。

本試験を実施するにあたって、ご協力をいただいた乾燥研究室各位、応用研究室多田芳太郎技官に感謝の意を表する。

2. 試 験 方 法

2. 1. 試験材の木取りおよび乾燥

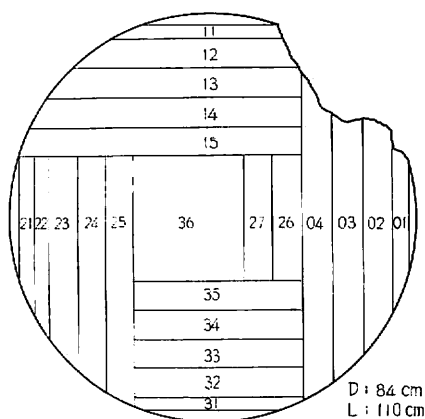
切削抵抗試験材は緒言 (p. 3~9) に示す IXA-1, 2, 3 の原木より玉切りした丸太と、IXA-4 の円板の一部の4個体で、Fig. 1~4 に示す厚さ 60mm の板に木取りした。刃先の寿命試験材は、前記3個体の原木より玉切りした長さ約 2m の丸太3本で、Figs. 5~7 に示す厚さ 60mm の板に木取りした。

これらのひき板は約4か月間天然乾燥してから、最高温度 60°C で人工乾燥し、含水率 10% 前後に仕上げた。

(1) 木材部加工科

切削抵抗試験材は、これらの人工乾燥ひき板のなかから切削面が追まきとなるもの（切削面と成長輪とのなす角度が $45^{\circ} \pm 20^{\circ}$ ）を選び試験法¹⁾に示す形状および寸法の縦切削、横切削および木口切削用の3試験材を、1個体についてそれぞれ3枚ずつ作った（切削幅40mm、切削部分の長さ200mm、木口切削の場合は切削幅20mm）。IXA-4では縦切削試験材のみ3枚作った。なお、横切削用試験材は、前記のひき板を繊維方向に40mmに切り、切削試験に直接使用される部分には、接着層がかからないように接着して作った。

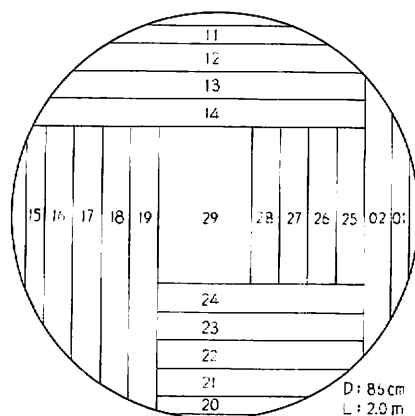
この試験材と同時に、直接切削試験に用いられる部分と同じ成長輪部位から20mm×50mm×40mmの



D: 最小径 Minimum diameter

L: 材 長 Log length

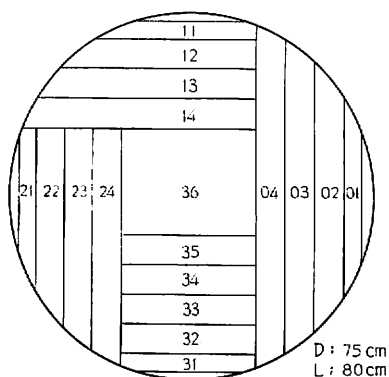
Fig. 1 IXA-1 材の木取り図（切削抵抗試験材）
Method of sawing boards for cutting force test. Log number; IXA-1.



D: 最小径 Minimum diameter

L: 材長 Log length

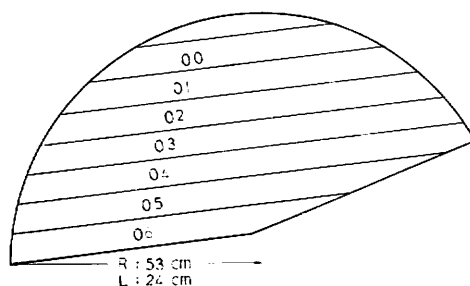
Fig. 2 IXA-2 材の木取り図（切削抵抗試験材）
Method of sawing boards for cutting force test. Log number; IXA-2.



D: 最小径 Minimum diameter

L: 材 長 Log length

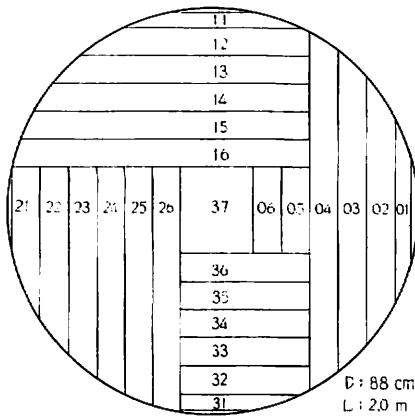
Fig. 3 IXA-3 材の木取り図（切削抵抗試験材）
Method of sawing boards for cutting force test. Log number; IXA-3.



R: Minimum radius

L: Log length

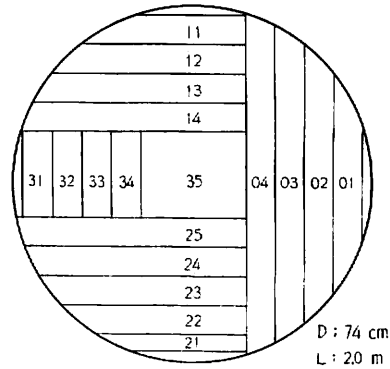
Fig. 4 IXA-4 材の木取り図（切削抵抗試験材）
Method of sawing boards for cutting force test. Log number; IXA-4.



D: 最小径 Minimum diameter

L: 材 長 Log length

Fig. 5 IXA-1 材の木取り図(刃先の寿命試験材)
Method of sawing boards for knife life test. Log number; IXA-1.



D: 最小径 Minimum diameter

L: 材 長 Log length

Fig. 6 IXA-2 材の木取り図(刃先の寿命試験材)
Method of sawing boards for knife life test. Log number; IXA-2.

容積重測定用試験片を作った。切削抵抗試験に用いたひき板の番号 (採材位置は Fig. 1~4 参照) を Table 1 に示す。

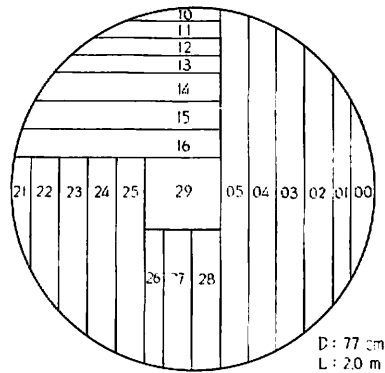
刃先の寿命試験材は、前記の人工乾燥ひき板のなかから Table 2 に示す番号のもの (採材位置は Fig. 5~7 参照) を選び、人工乾燥後約 3 週間実験室内で調湿してから、厚さ 30mm×幅60mm×長さ 1,500~2,000mmの寸法に木取りした。このなかから追まき木取りで著しい欠点のないものを、Table 2 の各供試ひき板から木取った試験材がほぼ同数ずつになるように考慮して選んだ。これらのうち長さ 2,000mmの試験材25本は切削面評価用とし、他の試験材は刃先の摩耗を進行させるための被削材とした。なお、これらの試験材と同時に、20mm×30mm×60mmの容積重測定用試験片を作った。

2. 2. 試験材の調湿および容積重

1) 調湿 前記の形状および寸法に木取りした切削抵抗試験材は、室温 20℃、関係湿度 65%の恒温恒湿室内で、含水率 12 ± 2 %を目標にして約 4 週間調湿した。切削試験時の含水率は試験直前と直後に、各試験材より切りとった幅 5 mm程度の試験片について全乾法で測定した。

刃先の寿命試験材は、試験材に木取りしてから実験室内で約 4 週間調湿し、試験直前に Kett-M 8 型針状電極を用いて含水率を測定した。

2) 容積重 切削抵抗試験材については、前記の試験片により供試時の容積重および全乾容積重を測定



D: 最小径 Minimum diameter

L: 材 長 Log length

Fig. 7 IXA-3 材の木取り図 (刃先の寿命試験材)
Method of sawing boards for knife life test. Log number; IXA-3.

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

原木番号 Log number	試験材番号 Test piece No.	挽板番号* Sawn board No.		
		縦切削 Longitudinal cutting	横切削 Transverse cutting	木口切削 Cross cutting
IXA-1	1	04	04	04
	2	14	14	14
	3	23	23	23
IXA-2	1	13	13	13
	2	14	14	14
	3	23	19	19
IXA-3	1	03	04	04
	2	04	13	14
	3	—	23	24
IXA-4	1	01	—	—
	2	02	—	—
	3	04	—	—

* : Fig. 1~4 参照。See Figs. 1~4.

Table 2. レッド ラワン刃先の寿命試験用ひき板
Sawn board for knife life test

原木番号 Log number	挽板番号* Sawn board No.	原木番号 Log number	挽板番号* Sawn board No.
IXA-1	02	IXA-2	24
	05		25
	13		31
	14		32
	15		33
	23		34
	24		
	25		
	33		02
	34		03
IXA-2	35	IXA-3	04
	02		14
	03		15
	04		16
	11		22
	12		23
	13		24
	22		25
	23		27
			28

* : Fig. 5~7 参照。See Figs. 5~7.

した。木口切削試験材は切削する成長輪の幅が広いので、その両端の平均値を求めた。刃先の寿命試験材については、前記の容積重測定用試験片から供試時の容積重のみを測定した。

これらの測定結果を Table 3~7 に示す。

2. 3. 実験方法

1) 切削抵抗試験 前記の縦切削、横切削および木口切削試験材を用い、第1報(林試研報 No. 190)¹⁾に示す試験法により、1刀あたりの送り量を 3.3, 4.4, 5.5, 6.6, 7.7mmの5段階にかえ、それぞれ2

回切削し、ナイフに加わる切削抵抗(主分力)をトルク値として記録した。このトルク値の20個の平均値をもって各切削条件の値として切削抵抗に換算し、1刃あたりの送り量 f (cm)と単位幅あたりの切削抵抗 P (kg/cm)の関係から、実験式 $P=a+af^\beta$ の定数 a, α および指数 β を決定した。

2) 切削面の良否判定を基準とする刃先の寿命試験 前記2.2.に示す試験材を用いて、試験法¹⁾に示す一定の切削条件で切削を繰り返し、切削材長 0, 300, 500 および 700m の各時点で、切削面の評価を行なって欠点率を求めた。

この欠点率 D (%)と切削材長 L (m)の関係から、欠点率 70% に達したときの切削材長を内挿法により求め、刃先の寿命指数とした。

3. 試験結果および考察

3. 1. 切削抵抗試験

切削抵抗試験の測定結果を Fig. 8~11 に示す。実験式 $P=a+af^\beta$ における a, α および β の計算結果を Table 3~5 に示す。また、各供試原木および各切削形式ごとの平均値より求めた a, α および β をそれぞれ Table 6 に示す。なお、Table 3~6 では実験式の指数 β は1であるため、 a および α のみを示した。

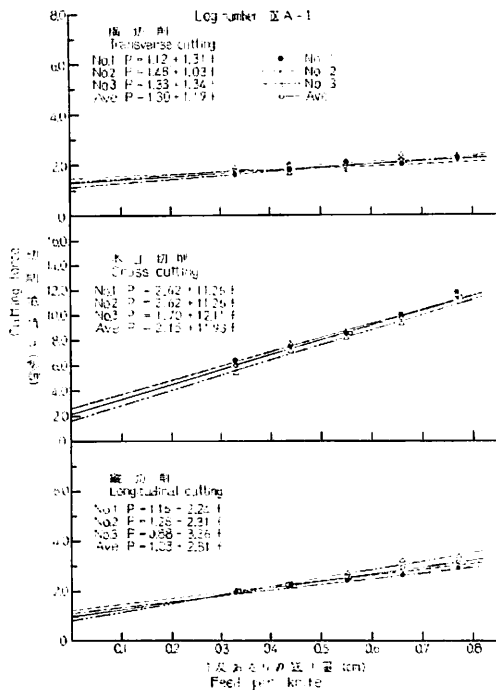


Fig. 8 IXA-1 材における1刃あたりの送り量(f)と切削抵抗(P)の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f). Log number; IXA-1.

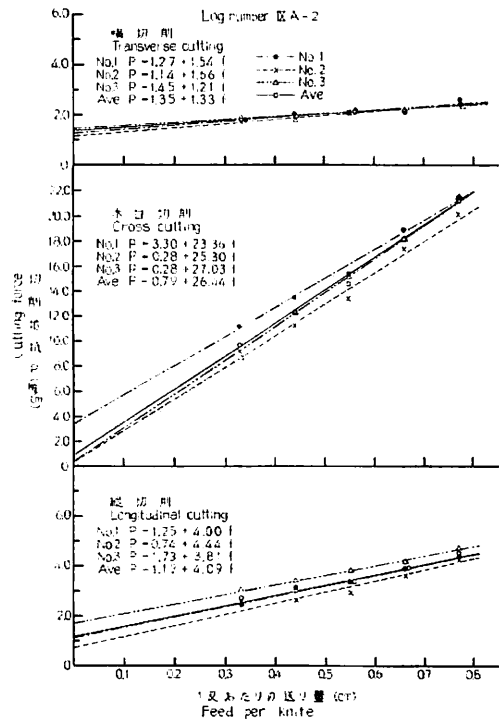


Fig. 9 IXA-2 材における1刃あたりの送り量(f)と切削抵抗(P)の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f). Log number; IXA-2.

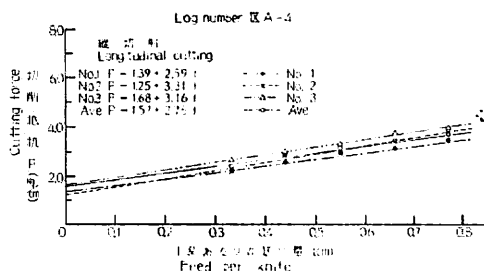
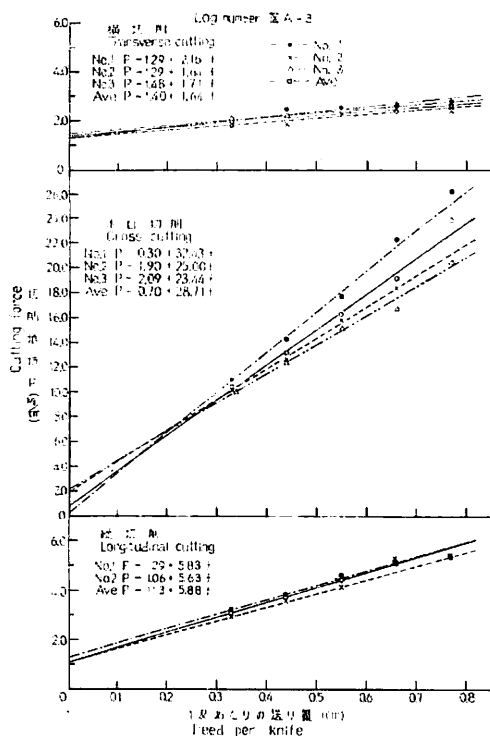


Fig. 11 IXA-4 材における1刃あたりの送り量 (f)と切削抵抗 (P)の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f). Log number; IXA-4.

Fig. 10 IXA-3 材における1刃あたりの送り量 (f)と切削抵抗 (P)の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f). Log number; IXA-3.

以上の結果から、

1) 供試原木4個体ともに1刃あたりの送り量 f (cm) と切削抵抗 P (kg/cm) の関係は実験式 $P = a + \alpha f^\beta$ において $\beta=1$ となり直線式であらわされる。

2) 前項の実験式の定数 α の値は、縦切削および横切削において、 $(IXA-1) \leq (IXA-4) < (IXA-3) <$

Table 3. 縦切削の試験結果
The a and α in cutting force formula (Longitudinal cutting)

原木番号 Log number	試験材番号 Test piece No.	切削時含水率 Moisture content of cutting			容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α
		切削前 Before cutting (%)	切削後 After cutting (%)	平均 Average (%)	供試時 At cutting	全乾時 In oven dry		
IXA-1	1	13.9	13.7	13.8	0.50	0.46	1.16	2.24
	2	14.0	14.6	14.3	0.52	0.47	1.28	2.31
	3	13.7	13.7	13.7	0.49	0.45	0.88	3.36
IXA-2	1	12.9	12.8	12.9	0.58	0.54	1.25	4.00
	2	12.2	13.0	12.6	0.54	0.50	0.74	4.44
	3	12.5	13.2	12.9		0.54	1.73	3.81
IXA-3	1	13.7	13.9	13.8	0.69	0.64	1.29	5.83
	2	14.5	14.7	14.6	0.69	0.64	1.06	5.63
IXA-4	1	13.4	12.8	13.1	0.47	0.43	1.39	2.59
	2	12.9	12.5	12.7	0.49	0.45	1.25	3.31
	3	13.9	13.6	13.8	0.52	0.48	1.68	3.16

$$a, \alpha; P = a + \alpha f^\beta \quad \beta = 1$$

Table 4. 横切削の試験結果
The a and α in cutting force formula (Transverse cutting)

原木 番号 Log number	試験材番号 Test piece No.	切 削 時 含 水 率 Moisture content of cutting			容 積 重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α
		切 削 前 Before cutting (%)	切 削 後 After cutting (%)	平 均 Average (%)	供 試 時 At cutting	全 乾 時 In oven dry		
IX A-1	1	13.4	14.1	13.8	0.50	0.46	1.12	1.31
	2	13.9	14.5	14.2	0.52	0.47	1.48	1.03
	3	13.6	13.8	13.7	0.49	0.45	1.33	1.34
IX A-2	1	13.3	13.4	13.4	0.62	0.58	1.27	1.54
	2	13.9	13.8	13.9	0.63	0.59	1.14	1.66
	3	12.6	14.2	13.4	0.59	0.54	1.45	1.21
IX A-3	1	14.4	14.7	14.6	0.69	0.64	1.29	2.16
	2	13.5	14.2	13.9	0.69	0.65	1.29	1.64
	3	13.6	14.0	13.8	0.70	0.66	1.48	1.71

$$a, \alpha; P=a+\alpha f^3 \quad \beta=1$$

Table 5. 木口切削の試験結果
The a and α in cutting force formula (Cross cutting)

原木 番号 Log number	試験材番号 Test piece No.	切 削 時 含 水 率 Moisture content of cutting			容 積 重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α
		切 削 前 Before cutting (%)	切 削 後 After cutting (%)	平 均 Average (%)	供 試 時 At cutting	全 乾 時 In oven dry		
IX A-1	1	13.6	12.5	13.1	0.49	0.45	2.62	11.26
	2	14.1	13.3	13.6	0.50	0.45	2.62	11.26
	3	13.6	12.8	13.2		0.45	1.70	12.11
IX A-2	1	13.3	12.5	12.9	0.57	0.53	3.30	23.36
	2	13.7	12.8	13.3	0.59	0.55	0.28	25.30
	3	14.2	13.6	13.9	0.55	0.53	0.28	27.03
IX A-3	1	12.6	12.1	12.4	0.63	0.60	0.30	32.43
	2	12.8	12.2	12.5			1.90	25.00
	3	13.6	12.7	12.8	0.63	0.58	2.09	23.44

$$a, \alpha; P=a+\alpha f^3 \quad \beta=1$$

(IX A-2)の順位であった。

3) 既報の *Shorea*, *Dipterocarpus* および *Dryobalanops* の各グループの材について、実験式の定数 α と供試時容積重 u の関係を求めると Fig. 15 のようになる。この結果では、*Shorea* グループと他の 2 グループとの差がみとめられる。*Dryobalanops* グループは試料数が少ないのではっきりしないが、*Dipterocarpus* グループと同程度とみてよいであろう。

交錯木理の程度の大小は、切削抵抗に影響する大きな因子となっているように思われる。この傾向は横切削および縦切削の場合に、より大きいようである。

3. 2. 切削面の良否判定を基準とする刃先の寿命試験

刃先の寿命試験結果から切削材長 L (m) と欠点率 D (%) の関係を求め、Fig. 12~14 に示す。同図より欠点率 70% に達したときの切削材長を刃先の寿命指数として Table 7 に示す。

Table 6. 切削抵抗試験結果
Result of cutting force test

試験材 Test piece	切削方向 Cutting direction	切削時含水率 Moisture content of cutting			容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity		a	α
		切削前 Before cutting (%)	切削後 After cutting (%)	平均 Average (%)	供試時 At cutting	全乾時 In oven dry		
IXA-1	L	13.7~14.0 (13.9)	13.7~14.6 (14.0)	13.9	0.49~0.52 (0.50)	0.45~0.47 (0.46)	1.11	2.64
	T	13.4~13.9 (13.6)	13.8~14.5 (14.1)	13.9	0.49~0.52 (0.51)	0.45~0.47 (0.46)	1.31	1.23
	C	13.6~14.1 (13.8)	12.5~13.3 (12.9)	13.3	0.49~0.50 (0.50)	0.45 (0.45)	2.31	11.54
IXA-2	L	12.2~12.9 (12.5)	12.8~13.2 (13.0)	12.8	0.54~0.58 (0.56)	0.50~0.54 (0.53)	1.24	4.08
	T	12.6~13.9 (13.3)	13.4~14.2 (13.8)	13.6	0.59~0.63 (0.61)	0.54~0.59 (0.57)	1.29	1.47
	C	13.3~14.2 (13.7)	12.5~13.6 (13.0)	13.4	0.55~0.59 (0.57)	0.53~0.55 (0.54)	1.29	25.23
IXA-3	L	13.7~14.5 (14.1)	13.9~14.7 (14.3)	14.2	0.69 (0.69)	0.64 (0.64)	1.18	3.82
	T	13.5~14.4 (13.8)	14.0~14.7 (14.3)	14.1	0.69~0.71 (0.70)	0.64~0.66 (0.65)	1.32	1.84
	C	12.6~12.9 (12.8)	12.1~12.7 (12.3)	12.6	0.63 (0.63)	0.58~0.60 (0.59)	1.43	26.96
IXA-4	L	12.9~13.9 (13.4)	12.5~13.6 (13.0)	13.2	0.47~0.52 (0.49)	0.43~0.48 (0.45)	1.44	3.02
	T	—	—	—	—	—	—	—
	C	—	—	—	—	—	—	—

注) L;縦切削. Longitudinal cutting. T;横切削 Transverse cutting.
C;木口切削 Cross cutting. $a, \alpha; P=a+\alpha f^{\beta} \beta=1$

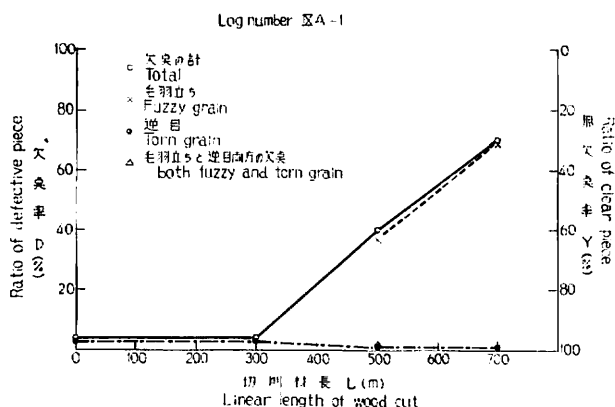


Fig. 12 IXA-1 材における切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係
Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L). Log number; IXA-1.

以上の結果から

1) 切削材長は、Table 7 にみるごとく IXA-1 では 700~750m, IXA-2 では 440~490m, IXA-3 では 340~390m であった。IXA-1 は材がやわらかいためかプレーナ切削後切屑がとれにくく、ごくこまかいものではあるが仕上げ面に残る傾向がみられた。IXA-2 および 3 の材は交錯木理の程度が大きいため、順目部分における毛羽立ちの発生が比較的はやく、また、量的にも多いようであった。

2) 既報の *Shorea*, *Dipterocarpus* および *Dryobalanops* グループの材の切削材長を Table 8 に示す。*Shorea* グループ材のなかでの刃先の寿命の長さは、Red meranti > Red lauan > White meranti の順位であった。

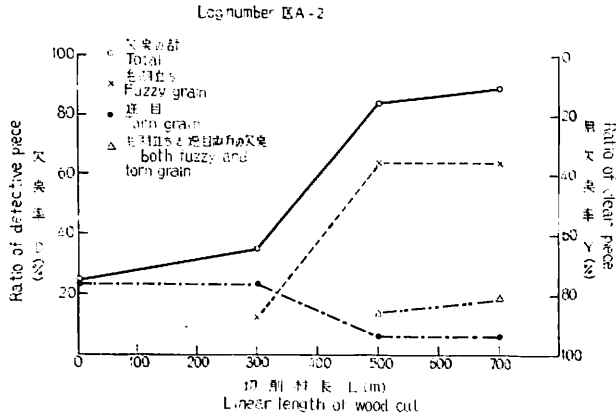


Fig. 13 IXA-2 材における切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係
Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L). Log number ; IXA-2.

Fig. 14 IXA-3 材における切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係
Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L). Log number ; IXA-3.

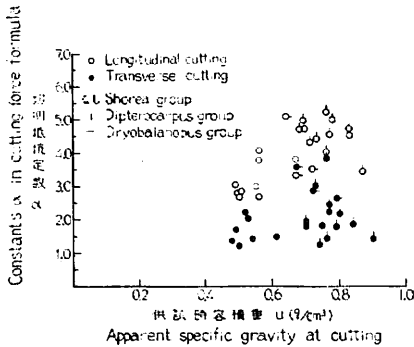
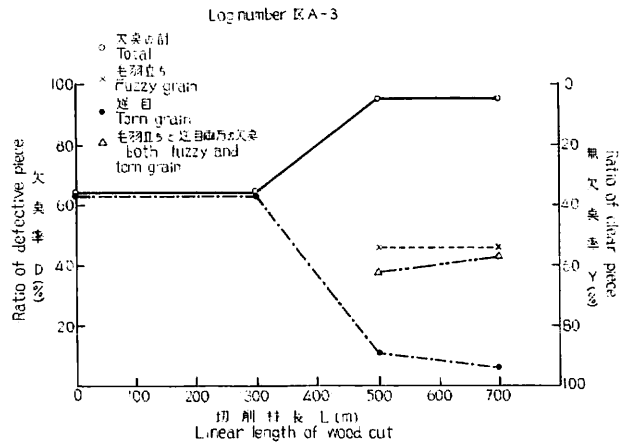


Fig. 15 供試時容積重 (u) と切削抵抗定数 (α) の関係
Relation between (α) and apparent specific gravity at cutting (u).

Table 7. 刃先の寿命試験結果
The results of knife life test

原木番号 Log number	含水率 Moisture content (%)	供試時容積重 Apparent specific gravity (g/cm^3)	切削材長 Cutting length (m)	備考
IXA-1	9.9~11.0 (10.5)	0.41~0.52 (0.47)	700~750	木理交錯程度中
IXA-2	10.3~13.0 (11.1)	0.45~0.60 (0.54)	440~490	" 大
IXA-3	10.0~12.1 (10.8)	0.55~0.78 (0.68)	340~390	" 大

Table 8. 切 削 材 長 の 比 較

Comparison of cutting length

一般名 Common name	学 名 Scientific name	産 地 Locality	原木番号* Log number	切 削 材 長 L (m) Cutting length	交錯木理 Degree of cross grain	備 考 Note
Red meranti	<i>Shorea</i> sp.	Sarawak	I B	1200~1250	中	シリカ含有
"	<i>Shorea</i> sp.	"	I C	3500~3650	小	
White meranti	<i>Shorea</i> sp.	Kalimantan	VIB-5	115~155	小	
Red lauan	<i>Shorea negrosensis</i>	Philippines	IXA-1	700~750	中	
"	"	"	IXA-2	440~490	大	
"	"	"	IXA-3	340~390	大	
Chhoeuteal bangkuoi	<i>Dipterocarpus insularis</i>	Cambodia	II A	200~250	大	
Chhoeuteal sar	<i>Dipterocarpus alatus</i>	"	II ④	0	"	
Keruing	<i>Dipterocarpus</i> sp.	Kalimantan	IVA-1	300~350	"	
"	"	"	IVA-4	1000~	小	
Apitong	<i>Dipterocarpus grandiflorus</i>	Philippines	VA-5	640~690	大	なわ目材
"	"	"	VA-8	410~460	"	"
"	"	"	VA-9	1300~1350	小	なわ目材
"	"	"	VA-10	530~580	大	
Keruing	<i>Dipterocarpus</i> sp.	Malaya	VII A-1	~100	"	
"	"	"	VII A-2	150~200	小	なわ目材
"	"	"	VII A-3	180~230	"	
"	"	"	VII A-4	~100	大	
"	"	"	VII A-6	0	"	
Kapur	<i>Dryobalanops lanceolata</i>	North Borneo	III A-4	600~650	大	
"	"	"	III A-6	1100~1150	小	

*: I¹⁾, II²⁾, III³⁾, IV⁴⁾, V⁵⁾, VI⁶⁾, VIII⁸⁾, IX;本報

また、試料数が少ないものもあるのではっきりはしないが、全体のおおまかな比較では、切削材長は Red meranti > Apitong > Kapur > Red lauan ≥ Keruing (Kalimantan) > Chhoeuteal bangkuoi ≥ Keruing (Malaya) > White meranti > Chhoeuteal sar の順位であった。

4. 摘 要

フィリピン産レッド ラワン材について、既報¹⁾と同じ試験法により、切削抵抗試験および切削面の良否判定を基準とする刃先の寿命試験を行なった。

その結果を要約すると

- 1) 供試4原木ともに切削抵抗 P と1刃あたりの送り量 f の関係は、実験式 $P = a + af^{\beta}$ において $\beta = 1$ の直線式で表わされる。
- 2) 刃先の寿命試験においては、IXA-1 では 700~750m, IXA-2 では 440~490m, IXA-3 では 340~390m の切削材長が指数としてみとめられた。なお、IXA-2 および IXA-3 の材は非常に交錯木理の程度が大きいために、順目切削面における毛羽立ちの程度が著しく、かつ早く発生する傾向にあった。

文 献

- 1) 星 通：サラワク産レッド メランチ類木材の回転鉋における被削性試験（南洋材の回転鉋における被削性試験 第1報），林試研報，190，150～160，（1966）
- 2) 星 通：カンボジア産材8樹種の回転鉋における被削性試験（南洋材の回転鉋における被削性試験 第2報），林試研報，194，39～48，（1966）
- 3) 星 通：北ボルネオ産カプール材の回転鉋における被削性試験（南洋材の回転鉋における被削性試験 第3報），林試研報，197，101～110，（1967）
- 4) 星 通：カリマンタン産クルイン材の回転鉋における被削性試験（南洋材の回転鉋における被削性試験 第4報），林試研報，206，55～63，（1967）
- 5) 星 通：フィリピン産アピトン材の回転鉋における被削性試験（南洋材の回転鉋における被削性試験 第5報），林試研報，208，157～163，（1968）
- 6) 星 通：カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材の回転鉋における被削性試験（南洋材の回転鉋における被削性試験 第6報），林試研報，218，71～80，（1968）
- 7) 星 通：カリマンタン産13樹種の回転鉋における被削性試験（南洋材の回転鉋における被削性試験 第7報），林試研報，218，203～215，（1968）
- 8) 星 通：マラヤ産クルイン材の回転鉋における被削性試験（南洋材の回転鉋における被削性試験 第8報），林試研報，221，126～134，（1969）

VII Cutting Properties of Red Lauan Wood from the Philippines by Rotating Knife

Tooru Hoshi

Summary

In this report the cutting properties of Red lauau woods grown in the Philippines were investigated as a part of the studies on properties of tropical woods. The measurements of cutting force acting on a rotating knife and the test on knife life were carried out by the methods described in the previous report¹⁾.

The results of cutting force test are shown in Figs. 8, 9, 10 and 11. The relationship between feed per knife f (cm) and cutting force per unit cutting width P (kg/cm) can be expressed in equation $P = a + \alpha f$. The constants a and α in the above formula are shown in Tables 3, 4 and 6.

The results of knife test are shown in Figs. 12, 13 and 14 and cutting length at which the fraction defective of planed piece reaches to 70%, are shown in Table 7.

VIII フィリピン産レッド ラワン材のひき板接着適性

森 屋 和 美⁽¹⁾

菅 野 義 作⁽²⁾

千 葉 保 人⁽³⁾

南洋材のひき板接着適性について、前報^(2)・5)8)9)にひきつづきフィリピン産レッド ラワン材の初期接着性能、耐久接着性能について試験したのでとりまとめ報告する。レッド ラワン材についての接着適性はすでに知られているところであるが、今回は今までに行なった一連の南洋材の接着適性(メランチ類³⁾⁶⁾、カプール⁹⁾、アピトン類⁽²⁾³⁾⁴⁾⁸⁾⁹⁾)と対比し報告する。

この試験の実施にあたり、試験片の製作を担当願った強度研究室田中辰五郎技官に謝意を表する。

1. 試 験 方 法

1. 1. 供 試 材 料

(1) ひ き 板

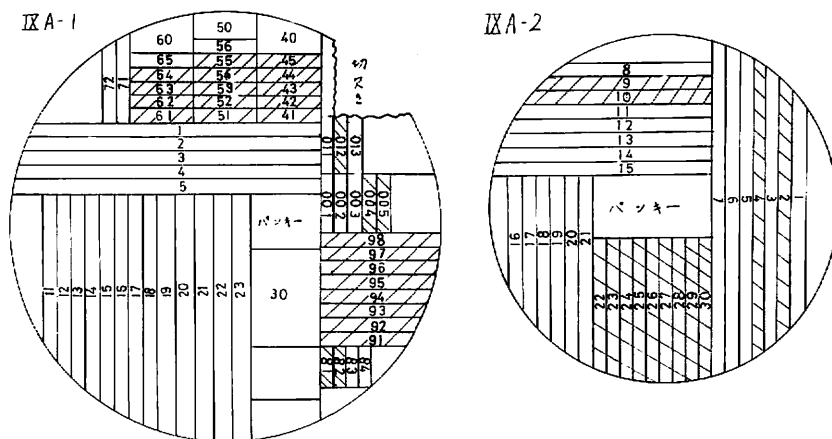


Fig. 1 使用 ひ き 板 の 採 取 位 置
Sawn boards cut from the log.

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

一 般 名 Common name	学 名 Scientific name	産 地 Locality	原木番号 Log number	ひ き 板 番 号 Sawn board number
レッド ラワン Red lauan	<i>Shorea negrosensis</i> FOXWORTHY	フィリピン Philippines	IXA-1	001, 004, 005, 012, 41, 42, 43, 44, 51, 52, 53, 54, 55, 62, 64, 81, 82, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 100
レッド ラワン Red lauan	"	"	IXA-2	2, 4, 9, 10, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

ひき板を採取した原木番号および、ひき板番号を Table 1 に示す。原木丸太を長さ 2.6 m (IXA-1), 1.7 m (IXA-2) に玉切り, Fig. 1 に示すように鋸断し, ひき板を採取した。ひき板番号を Fig. 1 および Table 1 に示す。ひき板は天然乾燥, 人工乾燥をおこない, プレーナー加工し, 厚さ 2.0 cm, 幅 11.0 cm, 長さ 37.0 cm の供試ひき板を準備した。ひき板の加工精度は前報⁵⁾と同様である。

(2) 接 着 剤

レゾルシノール樹脂接着剤, フェノール樹脂接着剤, ユリア樹脂接着剤, 酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤, カゼイン接着剤の 5 種類を使用した。これらの銘柄, 諸性質は前報⁵⁾と同様である。

1. 2. 供試集成材の調製

供試集成材は前記ひき板を各接着剤, 木理ごとに調製した。

(1) ひき板の組合せ

供試ひき板を各接着剤, 木理ごとに気乾容積重が等しくなるように組合せ, 3 枚積層接着とした。その結果を各接着剤, 木理について Table 2~3 に示す。

(2) 接着時のひき板含水率

ひき板含水率は全乾法および含水率計によって測定計算し, その結果を Table 2~3 に示す。

(3) 接着剤の調製

前報⁵⁾と同様である。

(4) 接着剤塗付法および塗付量

塗付は, はけ塗りによって両面塗付をおこない, 塗付量を 330 g/m^2 とした。

(5) 圧 縮 条 件

Table 2~3 に示す。その他の接着条件は前報と同様である。

1. 3. 接着性能試験

接着性能は常態における初期接着性と, 接着層のはく離を促進させる耐久接着性について試験した。各供試材の Fig. 2 に示す位置から, それぞれ試験片を採取し試験した。

(1) 初期接着性試験

前報と同様の試験をおこない, セン断接着強さ, 木部破断率および含水率をそれぞれ測定計算した。

(2) 耐久接着性試験

A 法: 集成材の日本農林規格⁶⁾に規定されている造作用集成材の規格を適用し, 浸せきはく離試験をおこない, 処理後の接着層はく離率を測定計算した。前報²⁾⁹⁾カリマンタン産クルイン材およびフィリピン産アピトン材については, A法の試験をおこなっていないので今回同時に試験した。

B 法: ASTM D 1101 に準拠する屋外用集成材の乾湿くり返し試験をおこない, 接着層のはく離率を測定計算した。

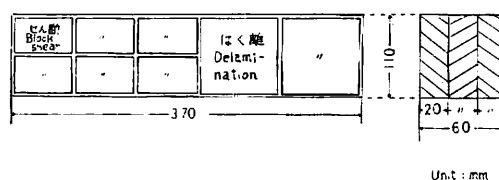


Fig. 2 試験片採取位置
The portions of the specimens cut
from each sample.

Table 2. 各種接着剤によるラワン材の接着条件と接着試験結果 (IXA-1)
Gluing conditions and gluing faculties of Red lauan lumber glued with some kinds of adhesives (IXA-1)

接着剤 Adhesive			レゾルシノール樹脂 Resorcinol resin			フェノール樹脂 Phenol resin			
接着条件 Gluing condition	ひき板条件 Condition of lamination	気乾容積重 Apparent specific gravity (in air dry)	0.46 (0.45~0.47)	0.48 (45~50)	0.48 (0.44~0.51)	0.46 (0.45~0.47)	0.48 (0.45~0.50)	0.48 (0.45~0.51)	
		木理 Grain	まさ目 Flat grain	板目 Bastard grain	追まさ Vertical grain	まさ目 Flat grain	板目 Bastard grain	追まさ Vertical grain	
		含水率 (%) Moisture content	全乾法 By oven dry method 12.1 (11.2~14.4)	"	"	"	"	"	
	工程 Gluing processes	含水率計 By moisture meter	10.3 (9.8~10.8)	10.2 (10.0~10.4)	10.3 (10.0~10.9)	10.2 (9.8~10.5)	9.9 (9.7~10.2)	10.5 (9.9~12.0)	
		接着時の温度 Temp. at the time of gluing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp. 30.0	"	"	"	"	"	
			湿球温度 Wet bulb temp. 25.5	"	"	"	"	"	
		塗付量 The amount of spreading glue (g/m ²)	330	"	"	"	"	"	
		たい積時間 Assembling time (min)	10~15	"	"	"	"	"	
		圧縮圧力 Gluing pressure (kg/cm ²)	10	"	"	"	"	"	
		圧縮時間 Pressure time	22~23	"	"	"	"	"	
硬化条件 Curing condition	D.B.T. $\frac{2}{3}$ 40°C W.B.T. $\frac{2}{3}$ 35°C	"	"	"	"	"	"		
接着性能試験 Gluing faculty test	せん断試験 Block shear test	せん断強さ Shear strength (kg/cm ²)	81±6 (66~88)	104±4 (97~111)	98±5 (91~107)	81±5 (73~90)	101±5 (90~111)	89±8 (75~103)	
		木部破断率 Wood failure (%)	100 (100~100)	98 (95~100)	99 (95~100)	97 (90~100)	98 (95~100)	96 (85~100)	
		含水率 Moisture content (%)	12.7±0.7 (12.3~13.0)	12.5±0.2 (12.0~13.4)	12.0±0.2 (11.5~12.6)	12.6±0.1 (12.2~12.9)	11.6±0.2 (11.3~12.2)	11.6±0.3 (10.4~12.2)	
		測定個数 Number of testing	22	24	"	"	"	"	
		試験時の温度 Temp. at the time of testing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp. 18.5	22.0	17.0	20.0	19.0	19.0	
		湿球温度 Wet bulb temp. 15.0	15.5	11.5	17.0	13.0	12.5		
	はく離試験 Delamination test	A法 A method	はく離率 Percentage of delamination (%)	—	—	—	—	—	
			測定個数 Number of testing	—	—	—	—	—	
		B法 B method	はく離率 Percentage of delamination (%)	0	0	0	40.1 (34.3~46.3)	13.9 (10.6~17.0)	19.2 (15.8~22.4)
			測定個数 Number of testing	4	4	4	4	4	4

ユリア樹脂 Urea resin			酢酸ビニル樹脂エマルジョン Polyvinylacetate resin emulsion			カゼイン Casein		
0.46 (0.45~0.47)	0.47 (0.42~0.51)	0.47 (0.45~0.50)	0.46 (0.45~0.47)	0.48 (0.45~0.52)	0.47 (0.45~0.50)	0.46 (0.45~0.47)	0.48 (0.44~0.53)	0.47 (0.45~0.49)
まさ目 Flat grain	板目 Bastard grain	追まさ Vertical grain	まさ目 Flat grain	板目 Bastard grain	追まさ Vertical grain	まさ目 Flat grain	板目 Bastard grain	追まさ Vertical grain
"	"	"	"	"	"	"	"	"
10.7 (10.0~12.0)	10.1 (10.0~10.3)	10.4 (10.0~10.9)	10.1 (9.8~11.0)	10.0 (9.8~10.2)	10.3 (9.9~11.2)	9.8 (9.5~10.2)	9.9 (9.5~11.2)	10.3 (9.7~11.8)
"	"	"	23.0	"	"	"	"	"
"	"	"	21.0	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	常温硬化 Room temp. setting			常温硬化 Room temp. setting		
87±5 (77~98)	104±5 (97~112)	100±10 (84~118)	84±3 (77~90)	110±6 (95~118)	103±8 (90~114)	84±6 (74~94)	100±4 (91~107)	98±7 (82~107)
99 (90~100)	92 (70~100)	100 (95~100)	98 (85~100)	98 (95~100)	99 (95~100)	92 (60~100)	95 (60~100)	98 (90~100)
12.5±0.1 (12.0~12.9)	11.9±0.4 (9.1~12.5)	12.1±0.2 (11.7~12.6)	12.6±0.3 (12.3~13.1)	11.7±0.2 (11.4~12.4)	11.7±0.1 (11.4~12.4)	13.3±0.5 (11.2~14.1)	12.2±0.2 (11.5~12.9)	12.6±0.3 (12.0~14.6)
"	"	"	"	"	"	"	"	"
20.5	20.0	16.0	20.0	20.5	20.5	18.5	18.0	16.5
16.0	14.0	13.0	16.5	17.0	17.0	16.0	12.0	13.0
0	0	0	0.1 (0~0.5)	0	0	0	0	0
4	4	4	4	4	4	4	4	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table 3. 各種接着剤によるラワン材の接着条件と接着試験結果 (IXA-2)
Gluing conditions and gluing faculties of Red lauan lumber glued with some kinds of adhesives (IXA-2)

接着剤 Adhesive		レゾルシノール樹脂 Resorcinol resin			フェノール樹脂 Phenol resin		
接着条件 Gluing condition	気乾容積重 Apparent specific gravity (in air dry)	0.61 (0.54~0.68)	0.64 (0.53~0.67)	0.59 (0.50~0.67)	0.61 (0.55~0.67)	0.64 (0.56~0.75)	0.60 (0.52~0.67)
	木理 Grain	まさ目 Flat grain	板目 Bastard grain	追まさ Vertical grain	まさ目 Flat grain	板目 Bastard grain	追まさ Vertical grain
	含水率 (%) Moisture content	全乾法 By oven dry method 12.8 (11.4~13.2)	"	"	"	"	"
		含水率計 By moisture meter 11.1 (10.8~11.4)	12.0 (10.7~13.5)	11.0 (10.2~11.7)	11.0 (10.8~11.3)	11.4 (10.0~12.5)	11.0 (10.4~12.0)
	接着時の温度 Temp. at the time of gluing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp. 30.0	"	"	"	"	"
		湿球温度 Wet bulb temp. 25.5	"	"	"	"	"
	塗付量 The amount of spreading gluc (g/m ²)	330	"	"	"	"	"
	たい積時間 Assembling time (min)	10~15	"	"	"	"	"
	圧縮圧力 Gluing pressure (kg/cm ²)	10	"	"	"	"	"
	圧縮時間 Pressure time	22~23	"	"	"	"	"
	硬化条件 Curing condition	D. B. T. ≒ 40°C W. B. T. ≒ 35°C	"	"	"	"	"
接着性能試験 Gluing faculty test	せん断強さ Shear strength (kg/cm ²)	117±13 (100~160)	143±7 (115~152)	138±9 (120~151)	117±15 (97~134)	141±16 (122~159)	123±10 (98~140)
	木部破断率 Wood failure (%)	98 (95~100)	99 (95~100)	97 (90~100)	97 (90~100)	97 (70~100)	93 (70~100)
	含水率 Moisture content (%)	11.6±0.5 (9.6~12.4)	11.9±0.5 (11.3~14.4)	11.1±0.5 (10.0~12.1)	9.4±0.4 (8.8~10.1)	9.6±0.5 (8.1~10.5)	9.7±0.4 (9.1~10.5)
	測定個数 Number of testing	24	24	24	24	24	24
	試験時の温度 Temp. at the time of testing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp. 12.0	12.8	10.0	6.7	6.7	6.0
		湿球温度 Wet bulb temp. 8.0	10.0	6.2	3.5	3.5	3.2
	A 法 method	はく離率 Percentage of delamination (%)	—	—	—	—	—
		測定個数 Number of testing	—	—	—	—	—
	B 法 method	はく離率 Percentage of delamination (%)	0 (0~11.1)	0.1 (0~0.2)	1.8 (0.5~2.7)	7.2 (1.2~15.1)	5.8 (1.0~12.3)
		測定個数 Number of testing	4	4	4	4	4

ユ リ ア 樹 脂 Urea resin			酢酸ビニル樹脂エマルジョン Polyvinylacetate resin emulsion			カ ゼ イ ン Casein		
0.61 (0.55~0.67)	0.64 (0.57~0.73)	0.60 (0.52~0.66)	0.61 (0.55~0.65)	0.64 (0.58~0.70)	0.60 (0.54~0.66)	0.61 (0.56~0.64)	0.63 (0.59~0.68)	0.60 (0.54~0.66)
ま ざ 目 Flat grain	板 目 Bastard grain	追 ま ざ Vertical grain	ま ざ 目 Flat grain	板 目 Bastard grain	追 ま ざ Vertical grain	ま ざ 目 Flat grain	板 目 Bastard grain	追 ま ざ Vertical grain
"	"	"	"	"	"	"	"	"
11.2 (10.5~12.0)	11.3 (10.8~11.7)	10.9 (10.2~11.8)	10.9 (10.6~11.3)	11.1 (10.6~11.2)	11.0 (9.9~11.7)	11.2 (10.7~12.0)	11.0 (10.3~11.9)	11.3 (10.5~12.2)
"	"	"	23.0	"	"	"	"	"
"	"	"	21.0	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	常 温 硬 化 Room temp. setting			常 温 硬 化 Room temp. setting		
123±11 (101~139)	135±11 (124~156)	128±9 (108~150)	119±10 (100~136)	142±10 (124~164)	130±12 (109~150)	132±7 (119~147)	139±18 (84~172)	138±12 (116~163)
93 (60~100)	98 (90~100)	95 (70~100)	99 (90~100)	99 (90~100)	100 (100~100)	94 (70~100)	74 (0~100)	77 (40~100)
10.2±0.7 (7.3~12.1)	10.3±0.4 (9.6~11.1)	10.8±1.2 (9.3~12.6)	12.5±0.5 (11.9~14.9)	12.4±0.3 (11.9~13.0)	12.2±1.0 (11.1~15.4)	8.7±0.2 (8.0~10.7)	9.0±0.1 (8.6~9.4)	8.9±0.2 (8.3~9.5)
24	24	24	24	24	24	24	24	24
8.8	8.5	7.0	20.5	20.5	20.5	7.0	7.2	6.0
5.0	5.0	4.0	18.0	18.0	18.0	6.2	5.0	3.5
0	6.1 (0~17.5)	2.3 (0~9.1)	0	0	0	6.6 (0~15.8)	16.9 (0~44.0)	11.8 (2.5~26.1)
4	4	4	4	4	4	4	4	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

2. 試験結果と考察

試験の結果を一括して Table 2~3 に示す。前報²⁹⁾と同様、気乾容積重とせん断接着強さの関係を北海道産材²⁾、本邦産ミズナラ材¹⁾および南洋材と比較検討し、Fig. 3~7 に示す。

2. 1. 初期接着性

せん断接着強さ

今回おこなったレッド ラワン材のひき板せん断接着強さを今までおこなった南洋材（メランチ類、カプール、クルイン類）および北海道産材、本邦産材ミズナラと比較した。

レゾルシノール樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤、ユリア樹脂接着剤、カゼイン接着剤によるせん断接着強さは、北海道産材に比して同等の接着性能があった。アピトン、クルイン類より非常に高い値を示し、カプールより良好な値にある。ライト レッド メランチよりは若干低い値であるが、これらメランチ類は接着性が良好である。原木（IXA-1, IXA-2）の差は認められない。本部破断率も平均値が90%以上の値にあり、良好な結果を示しているが、カゼイン接着による IXA-2 の板目材、追まき目材は若干低かった。

酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤は、Fig. 6 に示すとおり本邦産ミズナラと同等の値にある。カプール、アピトンと同等の良好な値である。メランチ、クルイン（カリマンタン産）より高い値で、マラヤ産クルイン、カンボジア産チュテール バンコイ、チュテール サールに比しては非常に高い値にあった。本部破断率も100%に近い良好な値である。本理と接着せん断強さの関係は、各接着剤とも板目>追まき目>まき目の関係にある。

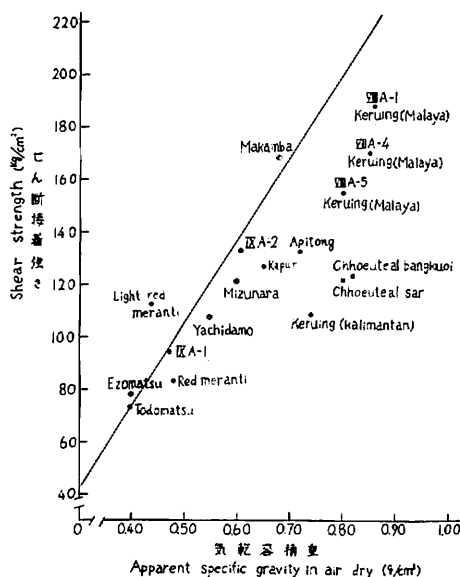


Fig. 3 樹種の気乾容積重とせん断接着強さ
(レゾルシノール樹脂接着剤)

Relation between apparent specific gravity in air dry of wood species and shear strength values (Resorcinol resin adhesive).

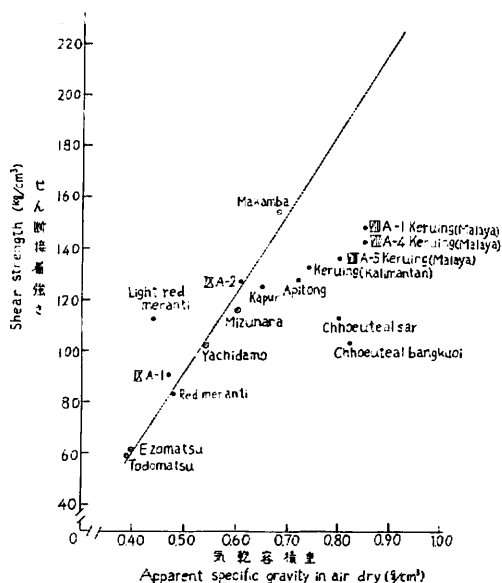


Fig. 4 樹種の気乾容積重とせん断接着強さ
(フェノール樹脂接着剤)

Relation between apparent specific gravity in air dry of wood species and shear strength values (Phenol resin adhesive).

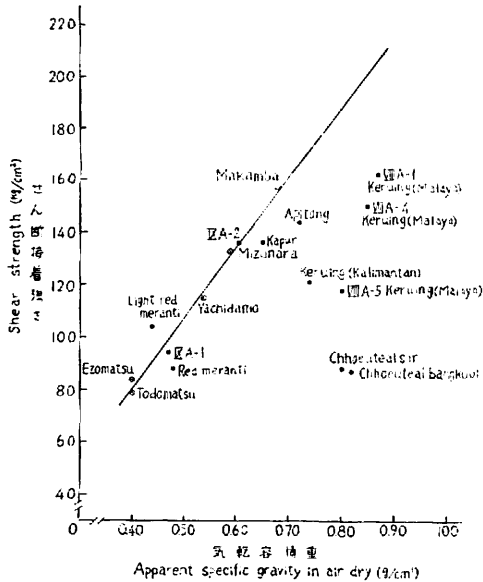


Fig. 5 樹種の気乾容積重とせん断接着強さ (ユリア樹脂接着剤)

Relation between apparent specific gravity in air dry of wood species and shear strength values (Urea resin adhesive).

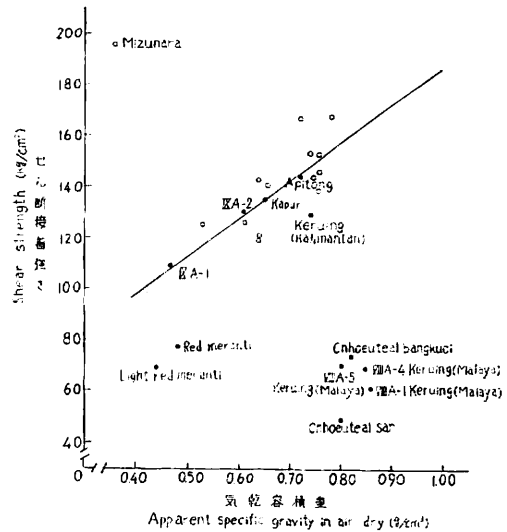


Fig. 6 樹種の気乾容積重とせん断接着強さ (酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤)

Relation between apparent specific gravity in air dry of wood species and shear strength values (Polyvinyl-acetate resin emulsion adhesive).

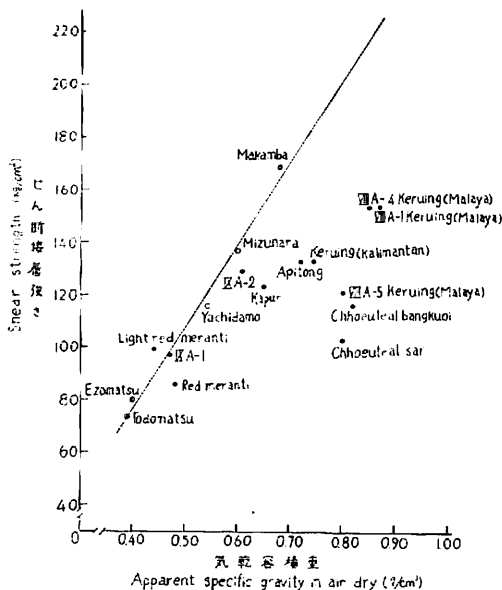


Fig. 7 樹種の気乾容積重とせん断接着強さ (カゼイン接着剤)

Relation between apparent specific gravity in air dry of wood species and shear strength values (Casein adhesive).

2. 2. 耐久 接 着 性

(1) A 法

ユリア樹脂接着剤 はく離率が非常に少なく良好であった。若干 IXA-2 の方が多いが、これは容積重が影響していると考えられる。

酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤 この接着剤については前報³⁾の p. 231 に記したようにはく離測定範囲の規定が困難である。この試験では前報同様の方法により測定した。結果は IXA-1, IXA-2 とともにはく離率 0% であり非常に満足な値となるが、実際は被着材間の間げき (接着層に相当する部分の厚さ) が 0.1~0.5 mm くらいとなり、これをはく離とみなすと 100% 近い値となる。熱可塑性樹脂接着剤の接着層のはく離測定については、さらに検討する必要がある。

カゼイン接着剤 IXA-1 は良好な値にあるが、IXA-2 は若干悪い値であった。これはユリア樹脂接着剤と同様に、容積重の関係と考える。

Table 4. 木部破断率による初期接着性能の評価
Evaluation of initial gluing faculty with wood failure

接 着 剤 Adhesive 樹 種 Species	レゾルシノー ル 樹 脂 Resorcinol resin	フ ェ ノ ール 樹 脂 Phenol resin	ユ リ ア 樹 脂 Urea resin	酢 酸 ビ ニ ル 樹 脂 エマルジョン Polyvinylacetate emulsion	カ ゼ イ ン Casein glue
Red lauan 1	+	+	+	+	+
Red lauan 2	+	+	+	+	+
Red meranti	+	±	±	±	±
Chhoeuteal bangkuoi	+	-	-	-	-
Chhoeuteal sar	±	-	-	-	-
Kapur	+	+	±	±	±
Keruing (Kalimantan)	+	±	±	±	-
Apitong	+	+	+	+	-
Light red meranti	+	-	±	-	-
Keruing (Malaya)	+	±	±	-	-

(Note) + 木部破断率の平均値が90%以上のもの。(Mean value of W.F.) $\geq$ 90%

± 木部破断率の平均値が90%未満で75%以上のもの。90% $>$ (Mean value of W.F.) $\geq$ 75%

- 木部破断率の平均値が75%以下のもの。(Mean value of W.F.) $<$ 75%

Table 5. はく離率による耐久接着性の評価
Evaluation of glue-bond durability with percentage of delamination

接 着 剤 Adhesive 樹 種 Species	レゾルシノー ル 樹 脂 Resorcinol resin	フ ェ ノ ール 樹 脂 Phenol resin	ユ リ ア 樹 脂 Urea resin	酢 酸 ビ ニ ル 樹 脂 エマルジョン Polyvinylacetate emulsion	カ ゼ イ ン Casein glue
Red lauan 1	+	±	+	+	+
Red lauan 2	+	+	+	+	±
Red meranti	+	+	±	+	+
Chhoeuteal bangkuoi	±	-	-	-	-
Chhoeuteal sar	±	-	-	-	-
Kapur	±	-	+	+	+
Keruing (Kalimantan)	+	-	-	±	-
Apitong	+	-	-	+	±
Light red meranti	±	-	+	+	+
Keruing (Malaya)	±	-	-	-	-

(Note) + はく離率の平均値が10%以下のもの。(Mean value of delamination) $\leq$ 10%

± はく離率の平均値が10%をこえ30%以下のもの。10% $<$ (Mean value of delamination) $\leq$ 30%

- はく離率の平均値が30%をこえるもの。30% $<$ (Mean value of delamination)

(2) B 法

レゾルシノール樹脂接着剤 満足な値であるが、IXA-2 は若干はく離があった。

フェノール樹脂接着剤 IXA-1 は10~40%のはく離率であったが、IXA-2 は10%以内にあり満足すべき値にあった。容積重から考えて逆の結果を示しているが、これは他の因子の影響と考えられる。

総合的にみて、今回試験に供したレッド ラワンは北海道産材および本邦産材に比してその色がなく、満足すべき接着適性を有している。メランチ類、カプール、クルイン類と比べてもより良好な接着しやすい材である。

3. 摘 要

フィリピン産レッド ラワンについてひき板の接着適性を試験し、その結果を日本産材、南洋材と比較検討した。

1. 供試樹種は Table 1, 供試接着剤は Table 3, 4 の 5 種類を用いた。
2. 試験方法は ASTM D 805 による、常態ブロックせん断接着強さと木部破断率、集成材の日本農林規格および ASTM D 1101 に準拠したはく離試験を行なった。
3. 試験結果を Table 2~3 に示した。性能評価を Table 4~5, Fig. 3~7 に示した。
4. 試験結果を総合的に評価すると、日本産材と同等の接着性を有している。南洋材のメラランチ類、カプール、クルイン類と比べても、より満足な結果を示した。

文 献

- 1) 森屋和美：未発表
- 2) 森屋和美・西原 実・菅野義作：南洋材の性質 10, フィリピン産アピトン材の性質 (1), 林試研報, 208, 164~168, (1968)
- 3) 森屋和美・西原 実・菅野義作：南洋材の性質 12, カリマンタン産 13 樹種の性質, 林試研報, 218, 215~236, (1968)
- 4) 森屋和美・菅野義作・千葉保人：南洋材の性質 15, マラヤ産クルイン材のひき板接着適性, 林試研報, 231, 45~53, (1970)
- 5) 西原 実・森屋和美・菅野義作：南洋材の性質 2, サラワク産メラランチ類木材の性質 (1), 林試研報, 190, 160~167, (1966)
- 6) 農林省：集成材の日本農林規格, 農林省告示第 1055 号, (1966)
- 7) 菅野義作・西原 実：集成材に関する研究 (第 4 報) 北海道産主要樹種の接着性能について, 林試研報, 130, 125~132, (1961)
- 8) 菅野義作・森屋和美・西原 実：南洋材の性質 3, カンボジア産材の性質 (2), 林試研報, 194, 49~64, (1966)
- 9) 菅野義作・森屋和美・西原 実：南洋材の性質 7, カリマンタン産クルイン材の性質 (1), 林試研報, 206, 64~72, (1969)

VIII Gluing Faculties of Laminated Wood Made of Red Lauan Sawn Boards from the Philippines

Kazumi MORIYA, Minosaku SUGANO and Yasuto CHIBA

Summary

Gluing faculties of laminated wood made of Red lauan sawn board were studied in continuation of the last report (BULLETIN OF THE GOVERNMENT FOREST EXPERIMENT STATION, No. 231, pp. 45~53, 1970) in the series of studies on tropical wood.

1. Wood species of the tested lumber are shown in Table 1. The portions of sawn board cut from the log are shown in Fig. 1.
2. Gluing conditions of the five kinds of adhesives used to glue the sawn boards are

shown in Table 2, Table 3.

3. Testing methods for gluing faculties.

Initial gluing faculties were tested by the method specified in ASTM D 805. And shear strength and wood failure were measured and calculated.

Glue-bond durabilities were tested by delamination test methods.

Interior adhesives were tested by the method specified in the Japanese Agricultural Standard of laminated wood.

Exterior adhesives were tested by the method specified in ASTM D 1101. And the delamination percentage was measured and calculated.

4. The results obtained are shown in Table 2, Table 3. Evaluations of gluing faculties are shown in Table 4, Table 5 and Fig. 3 ~ 7.

IX フィリピン産レッド ラワン材のロータリー単板切削

木 下 叙 幸⁽¹⁾
大 平 裕⁽²⁾

ま え が き

この試験項目では、フィリピン産レッド ラワン材 2 本の原木について、ベニヤレースによる単板切削を行ない、切削条件により単板品質がどのように変化するかをしらべたもので、切削条件として、ノーズバーによる絞りの度合および原木に対する煮沸処理、単板品質として単板内の裏割れの程度および単板厚さむらなどをとり上げた。なお、これに関連して今回実験に供した原木の材質指標として、かたさ、曲げ試験を行なった。

1. 供試材および実験方法

供試原木は IXA-1, IXA-2 の 2 本で、それぞれの原木から長さ 30 cm に玉切った試料を 5 個用意し、そのうち 4 個を単板切削試験に、1 個を材質試験に供した。これら試料の採取位置は IXA-1 が伐採高から 15.1~16.9 m, IXA-2 が同じく 15.9~17.4 m である。肉眼的に観察して樹心部にやや大きなぜい弱部が認められたが、単板切削、材質試験の試料採取にあたってはこの部分を除外した。

単板切削試験にともない、今回試験に供したレッド ラワン材の材質的な指標値として、全乾容積重、板目面、まさ目面のブリネルかたさ、曲げ試験（荷重方向は成長輪に対して直角、スパン方向は成長輪に対して接線、繊維方向に直角方向）により、曲げヤング係数、曲げ強さを求めた。試料採取位置は、かたさ試験片の場合、辺・心材の境界から 4×4×4 cm の試料を樹心方向に 4 個として 1 組とし、これを繊維方向に 3 組とり各煮沸処理を行なった。かたさは煮沸処理時において各試験片の板目面、まさ目面それぞれ 3 点測定したあと煮沸し、ふたたび各面について測定した。曲げ試験片はかたさ試験片の採取位置に隣接して、0.5(半径)×2(繊維)×11 cm(接線方向)の寸法のを半径方向約 10 cm の幅にわたって 10 個とり、これを 1 組として、繊維方向に 4 組の試料を作った。測定は、無処理時において全試験片の曲げヤ

(1) 木材部加工科 (2) 木材部材質改良科

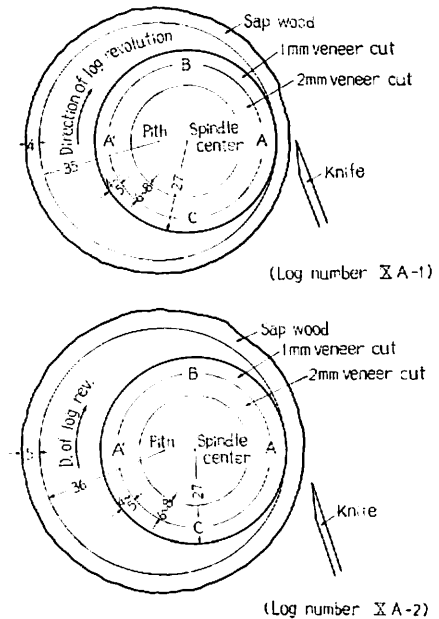
Table 1. ノーズバーのセット条件
 Setting conditions of nose-bar

単板厚さ (d) Veneer thickness	水平距離 (H) Horizontal opening	垂直距離 (V) Vertical opening	H/d
1.02 mm	1.02 mm	0.41 mm	1.00
	0.97	0.39	0.95
	0.92	0.37	0.90
2.03 mm	2.03 mm	0.82 mm	1.00
	1.93	0.78	0.95
	1.83	0.74	0.90

ログ係数をしらべたのちに煮沸処理をして行なったが、この場合煮沸は 60°C, 80°C, 90°C-48 hr の条件によった。

単板切削における切削条件は、単板の送り厚さ 1.02 mm, 2.03 mm, それぞれの単板厚さに対してノーズバーによる絞りを 3 段階に変えた。この場合、ノーズバーによる水平方向の絞りを単板厚さに対して 0, 5, 10% になるようセットしたが、機構上水平距離を変化させることにより、垂直方向の距離も変化し、単板の厚さが薄い場合にはその変化も無視できる程度であるが、2 mm 単板の場合やや大きくなって来る。Table 1 に実験に際して設定したノーズバーのセット条件、および水平距離による垂直距離の変化を示す。ナイフはグラインダーにより 21° に研削したあと、刃先を手とぎにより仕上げた。また、逃げ角は約 1° にとった。単板の切削は、使用した原木の径が大きく、小型のベニヤレスにそのまま取り付けて切削するのが不可能であったため、Fig. 1 に示すように原木周辺部を落としてレースにかけた。この場合、樹心部に存在するぜい弱部分を単板切削から除くためと、切削方向と成長輪のなす角度の相違による切削割れ発生の状態をみるために、樹心とスピンドル中心とを約 10 cm、図のようにずらした。このため、原木 1 回転分の単板には、原木の成長輪に対して切削方向が平行方向(A)、順目方向(B)、逆目方向(C)に切削したものが含まれることになる。原木内における単板の切削位置は、辺・心材の境界から樹心に向かって幅 4~5 cm のところから 1 mm 単板を、ひきつづき幅 6~8 cm のところから 2 mm 単板を切削した。また、切削は無処理の状態で行なうとともに、60, 80, 90°C の水中にそれぞれ 48 hr 浸漬したものについても行ない、単板品質におよぼす煮沸処理の効果をしらべた。

単板品質としては、単板内に発生した裏割れの深さと、単位単板長あたりに生じた裏割れの本数および単板厚さの変動をしらべた。裏割れは、切削開始時から 8~10 回転の 3 回転分の単板から、切削方向が成長輪に平行、順目、逆目方向の部分についてそれぞれ 4 個、各部分について計 12 個の試料をとり、木口面を実体顕微鏡により 20~40 倍に拡大して切削割れの深さを測定した。単板厚さの変動は、おもに切削開始時から単板厚さがほぼ安定するまでの間、つまり開始時から 10 回転目までの単板について 1 回転あたり 5


 Fig. 1 単板切削用試料
 Test materials for veneer cutting.

点, 1/50 mm マイクロメーターにより厚さを測定した。

2. 実験結果および考察

今回実験を行なったレッド ラワン材が材質的にみてどの程度の原木であるかを知るために, ブリネルかたさと曲げの試験を行なったが, その結果を Table 2 および Table 3 に示す。なお, 試料原木の全乾容積重を求めたが, その値は IXA-1 が 0.43 (0.41~0.46), IXA-2 が 0.52 (0.49~0.55) であった。ブリネルかたさについては, 1条件あたり12点の測定値の平均および範囲を示しているが, 板目面についての結果をみると, 無処理時において IXA-1 が 0.75 kg/mm², IXA-2 が 0.86 kg/mm² と原木による相違はあまり認められない。しかし, 煮沸処理による効果をみると, IXA-1 の方がやや大きく, 特に 60~80°Cにおいて IXA-1 が無処理時の値に比較して80~70%の値を示すまで減少するのに対し, IXA-2 の場合95~80%の減少を示すにとどまっている。無処理時におけるブリネルかたさの値からみて, 今回とりあげたレッド ラワン材の2本の原木 IXA-1, IXA-2 は, これまでこの試験項目でとりあげた樹種と比較した場合, カンボジア産材の Ro yong (II D) の 0.77 kg/mm², サラワク産材の Red meranti¹⁾

Table 2. か た さ
Result of Brinell

原木番号 Log number	測定面	煮沸条件 Cooking condition		
		Green (H_G)	60°C—48 hr (H_c)	H_c/H_G
IXA-1	板目面 Tangential surface	0.75 (0.55~0.90)	0.62 (0.50~0.85)	0.82
	まさ目面 Radial surface	0.61 (0.45~0.80)	0.44 (0.30~0.60)	0.71
IXA-2	板目面 Tangential surface	0.88 (0.55~1.15)	0.83 (0.60~1.20)	0.95
	まさ目面 Radial surface	0.74 (0.60~0.90)	0.60 (0.45~0.70)	0.81

Table 3. 曲 げ 試 験 結 果
Result of bending test

原木番号 Log number	煮沸条件 Cooking condition		YOUNG's modulus E ($\times 10^3$ kg/cm ²)	Bending strength σ (kg/cm ²)	σ/E (%)
IXA-1	60°C—48 hr	Green Cooked	4.19(3.73~4.96) 3.32(2.84~4.33)	47.8(44.1~56.5)	1.44(1.30~1.62)
	80°C—48 hr	Green Cooked	4.30(3.70~5.65) 2.82(2.50~3.55)	45.5(40.3~58.8)	1.62(1.52~1.70)
	90°C—48 hr	Green Cooked	4.24(3.78~4.94) 2.65(2.47~2.99)	43.3(37.0~49.9)	1.63(1.51~1.79)
IXA-2	60°C—48 hr	Green Cooked	4.52(3.96~4.90) 3.55(3.05~3.90)	51.5(46.5~55.5)	1.45(1.33~1.59)
	80°C—48 hr	Green Cooked	4.68(3.75~5.17) 3.14(2.47~3.49)	48.8(43.2~55.9)	1.55(1.37~1.75)
	90°C—48 hr	Green Cooked	4.53(3.95~4.89) 2.92(2.56~3.14)	46.7(41.4~49.8)	1.60(1.51~1.80)

(I D) の 0.85 kg/mm^2 とほぼ同程度に位置づけられるのではないと思われる。

Table 3 に各条件あたり10個の試験片について行なった曲げ試験によるヤング係数、曲げ強さの平均値および測定値の範囲を示す。無処理時における曲げヤング係数は IX A-1 が $4.24 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、IX A-2 が $4.58 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ と若干 IX A-2 が高い値を示すが、全乾容積重からみて IX A-2 のヤング係数の値がやや小さめにあらわれているように思われる。煮沸処理による効果をみると、原木の相違による温度効果は大差なく、煮沸処理を行なった場合の値を無処理時のそれに比較すると、2本の原木ともに 60°C で処理したときは約80%、 90°C のとき約65%、また 80°C と 90°C との差は非常に少なく、ブリネルかたさの場合に比較して若干異なった傾向を示した。

単板切削試験の結果として Table 4-1, 2, 3 に 1 mm 単板に発生している裏割れの状態を試料採取位置別に示す。裏割れ率は無処理材の場合でも20%程度と非常に軽微であり、原木および原木1回転内の試料採取の位置による相違は明らかではない。しかし、煮沸温度を高く、ノーズバーによる絞りを強い条件におくことにより、裏割れはほとんど識別不可能な程度(約10%以下)まで減少する。全般的に、裏割れ発生の程度を材質的に同程度の他の樹種と比較すると、今回実験を行なったレッド ラワン材の IX A-1,

試 験 結 果 hardness (kg/mm^2)

煮 沸 条 件 Cooking condition			煮 沸 条 件 Cooking condition		
Green (H_G)	$80^\circ\text{C}-48 \text{ hr}$ (H_c)	H_c/H_G	Green (H_G)	$90^\circ\text{C}-48 \text{ hr}$ (H_c)	H_c/H_G
0.76(0.60~0.95)	0.53(0.45~0.65)	0.70	0.75(0.60~1.00)	0.45(0.35~0.55)	0.59
0.58(0.45~0.70)	0.39(0.30~0.50)	0.67	0.65(0.50~1.05)	0.35(0.25~0.55)	0.53
0.81(0.50~1.25)	0.63(0.45~0.95)	0.78	0.90(0.60~1.25)	0.57(0.45~0.70)	0.64
0.79(0.60~1.10)	0.59(0.50~0.75)	0.75	0.77(0.45~0.95)	0.49(0.35~0.55)	0.64

IX A-2 原木ともやや小さいが IX A-2 の場合、特に裏割れ率が低いように考えられる。

Table 5-1, 2, 3 に 2 mm 単板に発生した裏割れの状態を同じく単板試料採取位置別に示す。無処理時において、ノーズバーによる絞りを0においたときの裏割れ率は、IX A-1 が35~45%、IX A-2 が45~49%と 1 mm 単板に比較してはるかに大きな値となった。2本の原木を比較した場合、成長輪に対して切削方向が平行、順目方向に切削した単板内においては、若干 IX A-2 の方が高い値を示すが、両者の間には大きな差はみられない。しかし、逆目方向に切削した単板の部分においては、IX A-1 が35%、IX A-2 が45%と裏割れ率に約10%の相違がみられる。単板1回転分の単板の位置による裏割れ率の相違をみると、IX A-2 においては差はほとんどないものとみなしても良いが、IX A-1 において、逆目方向に切削した部分の値が他の部分におけるよりやや低くあらわれた。表からもわかるように、裏割れ率を低下させるためには、ノーズバーによる絞りの度合を大きく、また原木に対して煮沸処理を行なうことが非常に有効に作用する。ノーズバーによる絞りの効果をみると、IX A-1 の無処理材で水平方向の距離を 1.83 mm におくことにより、ノーズバーを作用させなかった状態(水平距離 2.03 mm)に比較して、裏割れ率は約10%減少し、IX A-2 の特に成長輪に平行および逆目方向に切削した単板においては、裏割れ率は約20%も

Table 4-1. 1 mm 単板における裏割れ (切削方向: 成長輪に対して平行方向)
 Lathe check of 1 mm thick veneer (Cutting direction; parallel to the growth rings)

原木番号 Log number	煮沸条件 Cooking condition	刃口水平距離 (mm) Horizontal opening of nose-bar	裏割れ率 (%) Depth of lathe check	裏割れ率の分布 (%) Frequency of lathe check depth of			単板 10 mm あたりの 裏割れ本数 Number of lathe checks per 10 mm veneer length	測定した裏割れ本数 Number of lathe checks measured
				0~20%	21~40%	41~60%		
IXA-1	Green	1.02	21.5	30	70		9	20
		0.97	18.6	65	35		8	20
		0.92	19.5	45	55		12	20
	60°C-48 hr	1.02	20.5	45	55		13	20
		0.97	15.0	85	15		8	20
		0.92	10.1	95	5		13	20
	80°C-48 hr	1.02	18.9	61	39		8	41
		0.97	24.7	28	72		12	36
		0.92	19.1	59	41		8	22
	90°C-48 hr	1.02	20.5	37	63		10	27
		0.97	—					
		0.92	—					
IXA-2	Green	1.02	20.5	50	50		10	10
		0.97	17.4	55	45		13	20
		0.92	11.5	94	6		8	17
	60°C-48 hr	1.02	19.6	56	44		6	27
		0.97	—					
		0.92	16.3	67	33		7	15
	80°C-48 hr	1.02	24.0	23	77		11	40
		0.97	17.5	60	40		12	40
		0.92	14.8	81	19		8	16
	90°C-48 hr	1.02	14.7	85	15		8	27
		0.97	—					
		0.92	—					

Table 4-2. 1 mm 単板における裏割れ (切削方向: 成長輪に対して順目方向)
Lathe check of 1 mm thick veneer (Cutting direction; with the growth rings)

原木番号 Log number	煮沸条件 Cooking condition	刃口水平距離 (mm) Horizontal opening of nose-bar	裏割れ率 (%) Depth of lathe check	裏割れ率の分布 (%) Frequency of lathe check depth of			単板 10 mm あたりの裏割れ本数 Number of lathe checks per 10mm veneer length	測定した裏割れ本数 Number of lathe checks measured
				0~20%	21~40%	41~60%		
IXA-1	Green	1.02	23.0	25	75		12	20
		0.97	10.9	93	7		6	14
		0.92	16.3	70	30		13	20
	60°C—48 hr	1.02	18.1	60	40		12	20
		0.97	13.3	80	20		14	20
		0.92	12.4	90	10		8	20
	80°C—48 hr	1.02	22.1	24	76		10	29
		0.97	24.3	23	77		10	30
		0.92	18.0	68	32		8	40
	90°C—48 hr	1.02	18.6	51	49		13	39
		0.97	15.7	79	21		8	14
		0.92	15.0	78	22		4	18
IXA-2	Green	1.02	18.9	45	55		9	20
		0.97	22.1	25	75		11	20
		0.92	13.6	85	15		12	20
	60°C—48 hr	1.02	26.3	17	83		13	29
		0.97	20.8	48	52		8	23
		0.92	14.9	75	25		6	16
	80°C—48 hr	1.02	29.1	20	73	7	14	40
		0.97	18.2	69	31		10	39
		0.92	—					
	90°C—48 hr	1.02	17.5	75	25		9	12
		0.97	—					
		0.92	—					

Table 4-3. 1 mm 単板における裏割れ (切削方向: 成長輪に対して逆目方向)
 Lathe check of 1 mm thick veneer (Cutting direction: against the growth rings)

原木番号 Log number	煮沸条件 Cooking condition	刃口水平距離 (mm) Horizontal opening of nose-bar	裏割れ率 (%) Depth of lathe check	裏割れ率の分布 (%) Frequency of lathe check depth of			単板 10 mm あたりの 裏割れ本数 Number of lathe checks per 10 mm veneer length	測定した裏割れ本数 Number of lathe checks measured
				0~20%	21~40%	41~60%		
IXA-1	Green	1.02	17.1	78	22		7	18
		0.97	12.2	94	6		7	18
		0.92	12.9	100			9	8
	60°C—48 hr	1.02	17.1	70	30		14	20
		0.97	13.8	85	15		17	20
		0.92	10.6	100			10	20
	80°C—48 hr	1.02	17.9	64	36		6	25
		0.97	18.6	43	57		10	21
		0.92	18.0	63	37		6	24
	90°C—48 hr	1.02	19.5	54	46		7	24
		0.97	—					
		0.92	—					
IXA-2	Green	1.02	28.5	5	95		6	20
		0.97	15.6	71	29		14	17
		0.92	12.5	90	10		9	20
	60°C—48 hr	1.02	24.4	20	75	5	13	20
		0.97	17.7	58	42		5	12
		0.92	18.8	50	50		10	10
	80°C—48 hr	1.02	25.0	25	73	2	9	40
		0.97	17.0	72	28		10	32
		0.92	14.4	85	15		4	13
	90°C—48 hr	1.02	14.2	100			10	24
		0.97	—					
		0.92	—					

Table 5-1. 2 mm 単板における裏割れ (切削方向: 成長輪に対して平行方向)
Lathe check of 2 mm thick veneer (Cutting direction; parallel to the growth rings)

原木番号 Log number	煮沸条件 Cooking condition	刃口水平距離 (mm) Horizontal opening of nose-bar	裏割れ率 (%) Depth of lathe check	裏割れ率の分布 (%) Frequency of lathe check depth of				単板 10 mm あたりの 裏割れ本数 Number of lathe checks per 10 mm veneer length	測定した裏割れ本数 Number of lathe checks measured
				0~20%	21~40%	41~60%	61~80%		
IXA-1	Green	2.03	42.3		37.5	62.5		12	40
		1.93	35.5		52.5	47.5		12	40
		1.83	29.8	5.0	85.0	10.0		11	40
	60°C—48 hr	2.03	38.8	2.5	42.5	55.0		9	40
		1.93	37.5	10.0	90.0			10	40
		1.83	20.5	62.5	37.5			10	40
	80°C—48 hr	2.03	27.8	17.5	72.5	10.0		9	40
		1.93	17.5	70.0	30.0			9	40
		1.83	17.2	67.5	32.5			10	40
	90°C—48 hr	2.03	20.6	40.0	60.0			8	40
		1.93	16.4	72.7	27.3			7	33
		1.83	—						
IXA-2	Green	2.03	49.3		17.5	62.5	20.0	12	40
		1.93	39.0		52.5	47.5		12	40
		1.83	26.3	15.0	80.0	5.0		12	40
	60°C—48 hr	2.03	38.5	2.5	47.5	50.0		10	40
		1.93	23.3	30.0	70.0			11	40
		1.83	19.5	55.0	45.0			12	40
	80°C—48 hr	2.03	21.9	32.5	67.5			11	40
		1.93	17.7	57.5	42.5			9	40
		1.83	—						
	90°C—48 hr	2.03	22.7	35.0	65.0			11	40
		1.93	17.6	70.0	30.0			11	40
		1.83	12.6	100				8	20

Table 5-2. 2 mm 単板における裏割れ (切削方向；成長輪に対して順日方向)
 Lathe check of 2 mm thick veneer (Cutting direction ; with the growth rings)

原木番号 Log number	煮沸条件 Cooking condition	刃口水平距離 (mm) Horizontal opening of nose-bar	裏割れ率 (%) Depth of lathe check	裏割れ率の分布 (%) Frequency of lathe check depth of				単板 10 mm あたりの 裏割れ本数 Number of lathe checks per 10 mm veneer length	測定した裏割れ本数 Number of lathe checks measured
				0~20%	21~40%	41~60%	61~80%		
IXA-1	Green	2.03	45.0		15.0	85.0		12	40
		1.93	33.5		75.0	25.0		11	40
		1.83	33.5	2.5	72.5	25.0		12	40
	60°C—48 hr	2.03	39.5		50.0	50.0		8	40
		1.93	28.8	7.5	85.0	7.5		10	40
		1.83	31.7	33.3	66.7			9	30
	80°C—48 hr	2.03	25.3	27.5	67.5	5.0		11	40
		1.93	26.3	22.5	67.5	10.0		10	40
		1.83	19.9	42.5	57.5			11	40
	90°C—48 hr	2.03	20.5	37.5	62.5			7	40
		1.93	20.6	40.0	60.0			9	40
		1.83	17.3	60.0	40.0			8	40
IXA-2	Green	2.03	46.8		22.5	77.5		10	40
		1.93	41.0	2.5	40.0	57.5		11	40
		1.83	32.0	5.0	82.5	12.5		14	40
	60°C—48 hr	2.03	39.0	2.5	47.5	50.0		10	40
		1.93	27.3	20.0	77.5	2.5		11	40
		1.83	19.8	57.5	42.5			12	40
	80°C—48 hr	2.03	30.8	15.0	67.5	17.5		10	40
		1.93	22.4	37.5	62.5			11	40
		1.83	18.4	53.6	46.4			10	28
	90°C—48 hr	2.03	19.2	52.5	47.5			10	40
		1.93	18.6	66.7	33.3			10	39
		1.83	14.0	93.3	6.7			11	30

Table 5-3. 2 mm 単板における裏割れ (切削方向: 成長輪に対して逆目方向)
 Lathe check of 2 mm thick veneer (Cutting direction; against the growth rings)

原木番号 Log number	煮沸条件 Cooking condition	刃口水平距離 (mm) Horizontal opening of nose-bar	裏割れ率 (%) Depth of lathe check	裏割れ率の分布 (%) Frequency of lathe check depth of				単板 10 mm あたりの 裏割れ本数 Number of lathe checks per 10 mm veneer length	測定した裏割れ本数 Number of lathe checks measured
				0~20%	21~40%	41~60%	61~80%		
IXA-1	Green	2.03	35.5		65.0	35.0		12	40
		1.93	28.5	2.5	92.5	5.0		12	40
		1.83	26.3	33.3	66.7			9	33
	60°C—48 hr	2.03	31.8	7.5	70.0	22.5		11	40
		1.93	29.0	7.5	87.5	5.0		10	40
		1.83	18.8	60.0	40.0			10	30
	80°C—48 hr	2.03	23.8	40.0	55.0	5.0		10	40
		1.93	20.1	47.5	52.5			11	40
		1.83	18.6	60.0	40.0			10	40
	90°C—48 hr	2.03	19.4	48.5	51.5			7	33
		1.93	15.7	74.1	25.9			7	27
		1.83	16.6	72.7	27.3			6	11
IXA-2	Green	2.03	45.5		17.5	82.5		10	40
		1.93	34.8	2.5	60.0	37.5		11	40
		1.83	26.5	12.5	85.0	2.5		11	40
	60°C—48 hr	2.03	36.3	5.0	50.0	45.0		11	40
		1.93	26.0	12.5	85.0	2.5		12	40
		1.83	21.5	30.0	70.0			17	40
	80°C—48 hr	2.03	27.0	12.5	82.5	5.0		9	40
		1.93	20.6	40.0	60.0			9	40
		1.83	—						
	90°C—48 hr	2.03	15.0	85.0	15.0			6	20
		1.93	17.5	73.3	26.7			8	30
		1.83	—						

の大きな減少を示した。また、煮沸処理による効果をみると、処理温度の上昇にともなうその効果は大きく、90°C で煮沸処理を行なった場合、無処理時に比して全般的に裏割れ率はほぼ半減することがわかる。

以上のようなことから、今回実験を行なったレッド ラワン材において、単板切削に際して発生する裏割れを減少させるためには、ノーズバーによる絞りおよび原木に対する煮沸処理が共に有効に作用し、ノーズバーによる絞りの度合を大きく、煮沸温度を高めるほどより効果的である。1 mm 単板においては、条件のいかんにかかわらず発生した裏割れは怪微なものであったが、2 mm 単板で裏割れ率20%の単板を切削するには、IX A-1, IX A-2 とともに、煮沸温度60°C、ノーズバーによる水平方向の絞りを10%程度におけば、目標とする単板が得られる。なお、ノーズバーによる絞り条件は、絞りを大きくすると、単板の厚みむらも大きくあらわれる傾向もあるため、条件設定にあたってはこの点も考慮しなければならないが、単板厚さの変動とノーズバーによる絞りの関係についての実験結果は次のとおりである。

Fig. 2, 3 に無処理材を切削したときの単板厚さの変動を、Fig. 4, 5 に 90°C—48 hr で煮沸処理を行なったときの変動を示す。いずれも切削初期の段階における単板厚さで、原木 1 回転日から約 10 回転の間における状態を示している。無処理材において、ノーズバーによる絞りの度合を大きくとって切削するほど、切削初期において送り厚さよりも薄い単板が得られるが、切削長が増加するにつれてしだいに所定の厚さに接近する。いま、合板の表板用として許容される厚さの誤差を、表示厚さに対して ± 0.1 mm (J

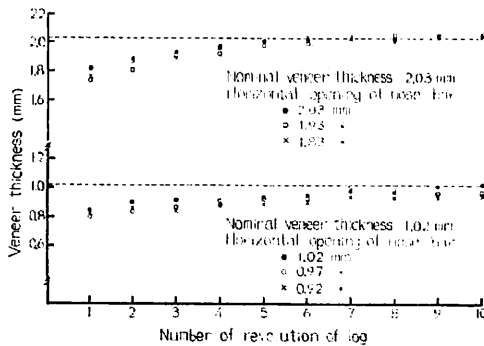


Fig. 2 単板厚さの変動 (IX A-1, 無処理材)
Variation of veneer thickness (Green).

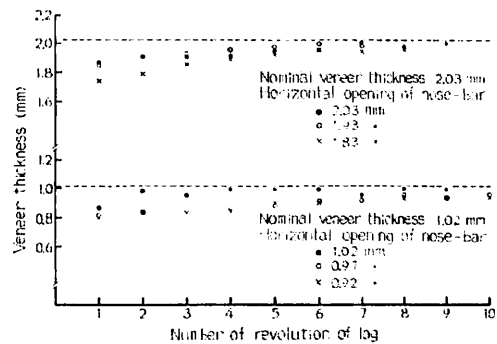


Fig. 3 単板厚さの変動 (IX A-2, 無処理材)
Variation of veneer thickness (Green).

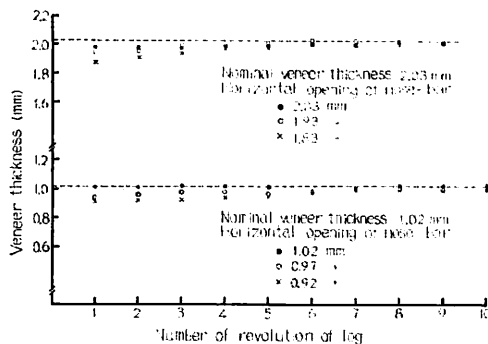


Fig. 4 単板厚さの変動 (IX A-1, 90°C—48 hr 煮沸材)
Variation of veneer thickness (90°C—48 hr. cooked).

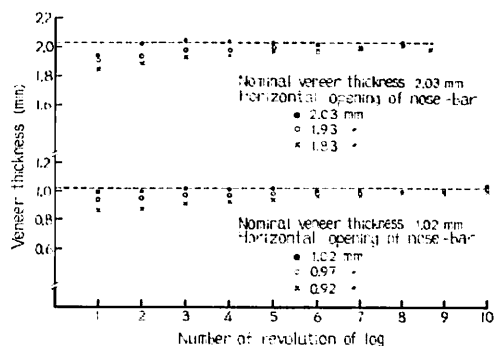
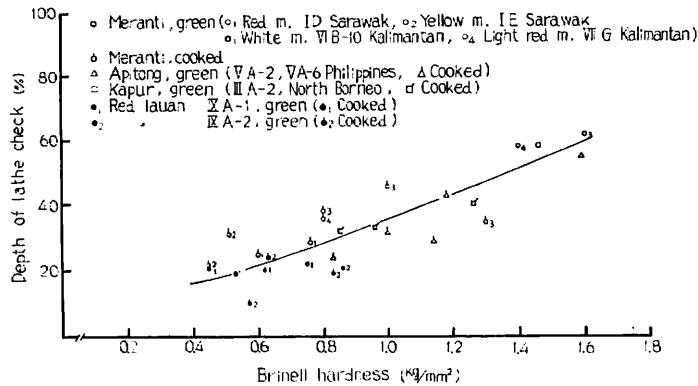


Fig. 5 単板厚さの変動 (IX A-2, 90°C—48 hr 煮沸材)
Variation of veneer thickness (90°C—48 hr. cooked).



Knife angle 21°, Horizontal opening of nose-bar 1.02 mm, Veneer thickness 1.02 mm.

Fig. 6 裏割れ率とブリネルかたさの関係

Relation of Brinell hardness to the depth of lathe check.

AS) 以内にとどめようとするれば、1 mm 単板の場合、切削開始時から約 5 回転 (単板長にして約 6.5 m) までの単板は、規定の寸法に達していないことになる。単板厚さの変動におよぼすノーズバーによる絞りの影響をみると、IXA-1 の場合、水平距離を 1.02 mm においたとき約 3 回転 (切削長 4 m)、0.97 mm のとき 5 回転 (6.5 m)、0.92 mm のとき 7 回転 (9 m) と所定の厚みに達するまでの単板切削長が長くなる。2 mm 単板についても同じく、切削開始時から 4～5 回転 (単板長 4～5 m) までの単板厚さは、許容誤差の範囲をこえているが、ノーズバーによる絞りを小さくすることにより、規定寸法に達するまでの単板の長さは若干短縮される。なお、原木による単板厚さの変動の相違はほとんど認められなかったが、煮沸処理を行なうことにより、厚さの変動はいくぶん小さくなった。

つぎに、これまでこの試験項目でとりあげ、試験を行なった樹種のなかから、カプル²⁾ (III A-2, 北ボルネオ産)、アピトン³⁾ (VA-2, VA-6, フィリピン産)、メランチ¹⁾ (レッド メランチ ID サラワク産、イエロー メランチ IE サラワク産、ホワイト メランチ VIB-10 カリマンタン産、ライトレッド メランチ VII G カリマンタン産) を選び、これらの樹種の単板に発生した裏割れを材質の指標値としてのブリネルかたさに対してプロットすると、Fig. 6 に示すようになり、材のかたさが低下すると、裏割れ率も減少し、単板に生じた裏割れの程度はその原木のかたさの値を知ることにより、ある程度予測できるように思われる。上記の樹種と今回のレッド ラワン材を比較したとき、裏割れ率とブリネルかたさの関係において、IXA-2 の場合、全体の傾向からややはずれ、かたさの値に比べて、裏割れ率が低くなってあらわれているように思われる。

む す び

フィリピン産レッド ラワン材 2 本の原木について、ベニヤレースにより 1 mm および 2 mm 厚さの単板切削を行ない、原木による相違、切削方向と成長輪の方向、原木に対する煮沸処理条件、ノーズバーによる絞りの度合などによる単板内に発生した裏割れおよび単板厚さの変化をしらべた。1 mm 厚さの単板においては、原木および切削条件のいかにかわらず、裏割れ率は約 20% 以下と非常に軽微であったが、2 mm 単板を無処理でノーズバーを作用させずに切削すると、逆目方向に切削した場合、やや割れの発生程度は低下するが、他の切削方向の場合は 40～50% の裏割れ率を示し、1 mm 単板に比較してはるか

に高い値となった。しかし、裏割れ率を減少させるのに、煮沸処理、ノーズバーによる絞りが有効であり、60°C で絞り（水平方向）を単板厚さに対して10%程度におくことにより、無処理時で絞りを0においたときに比較して、裏割れ率はほぼ半減することがわかった。切削初期の段階における単板の厚さは、ノーズバーの絞りを大きくとるほど、薄くなる傾向があり、1 mm 単板で絞りを10%にした場合、切削開始時から約 9 m までの単板厚さは、許容誤差の限度を越えていることが認められた。

文 献

- 1) 江草義正：南洋材の性質 2，サラワク産メランチ類木材の単板切削，林試研報，190，168～177，(1966)
- 2) ———：南洋材の性質 4，北ボルネオ産カプール材の単板切削，同上，197，110～120，(1967)
- 3) ———：南洋材の性質 10，フィリピン産アピトン材のロータリー単板切削，同上，208，168～183，(1968)

IX Rotary Veneer Cutting of Red Lauan Wood from the Philippines

Nobuyuki KINOSHITA, Yutaka ÔHIRA

Summary

This experiment was conducted to clarify the suitability for veneer cutting of Red lauan wood (*Shorea negrosensis* FOXWORTHY) grown in the Philippines. The 1 mm and 2 mm thick veneer of two logs (IXA-1, IXA-2) of Red lauan were cut at green and cooked conditions (60°C, 80°C, 90°C-48 hr.) with various nose-bar opening as given in Table 1.

In addition to the veneer cutting test, bending and hardness tests were conducted to obtain the relation between degree of lathe check and mechanical properties of wood. The mean value of the specific gravity at oven-dry condition is 0.43 for IXA-1 log and 0.52 for IXA-2 log.

1. The results of hardness and bending tests are given in Table 2 and 3, respectively.
2. The degree of lathe check occurring in 1 mm thick veneer is given in Tables 4-1, 4-2 and 4-3. Even cutting at green condition, lathe check in veneer is small, and no definite effects due to the difference of logs or cutting directions could be detected.
3. The value of depth of lathe checks in 2 mm thick veneer at green condition are 40～50% as given in Tables 5-1, 5-2 and 5-3, but it decreased to about 20% by cooking treatment and action of the nose-bar.
4. The variation of veneer thickness for IXA-1 green, IXA-2 green, IXA-1 cooked, IXA-2 cooked are shown in Figs. 2, 3, 4 and 5, respectively. In the case of cutting with narrow nose-bar opening, thin veneer are cut in the beginning of cutting (veneer length of about 9 m).
5. The relation between depth of lathe check and Brinell hardness is shown in Fig. 6 for Red lauan and some species tested previously.

X フィリピン産レッド ラワン材の単板の乾燥性

筒 本 卓 造⁽¹⁾

久 田 卓 興⁽²⁾

ま え が き

南洋材の性質に関する試験の一環として、フィリピン産レッド ラワン材の単板の乾燥性についてとりあげた。ここでは単板の乾燥時間、収縮率などを今までの一連の実験と同一条件において検討し、既報のメラランチ類、カブール、アピトン・クルイン類と対比した。

1. 実 験 方 法

1. 1. 供 試 単 板

供試木は入手したレッド ラワン3個体のうち IXA-1, 2 の2個体である。冒頭に示した木取り図のロータリ切削の部分から長さ約 35 cm の丸太を玉切りし、無処理材と 90°C で 48 hr 煮沸処理した材をそれぞれ厚さ約 1 mm (送り厚さ 1.02 mm) に切削した。

前項のように、切削のさいベニヤレースの加工寸法の制約から特殊な木取り方法をしているため、できるだけ完全な板目木取りのとれる方向をえらび、心辺材の境界から樹心にむかって 3~5 cm の位置から供試単板をとった。この位置の樹心からのへだたりは IXA-1 が半径の約75%, IXA-2 が約80%である。なお、単板の大きさは 30×30 cm とした。

1. 2. 乾燥方法、測定方法

実験装置は乾燥研究室に設置している電気式単板乾燥装置を用い、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 52~55°C, 風速 1.1 m/sec

単板は金わくにいれ送風方向と平行につりさげて乾燥し、乾燥装置上部の天秤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、厚さ方向は単板の4すみを測定した。

単板の狂いについては、応用研究室に設備している横循環式単板乾燥機の金網送りで乾燥したときの仕上がり状態を観察した。なお、機内温度は 130~140°C とした。

2. 実験結果と考察

2. 1. 乾 燥 時 間

前述の方法により乾燥試験を行ない、それぞれの単板について含水率減少曲線をえがいて乾燥速度と乾燥時間を求めた。これらの結果を供試単板の容積重、初期含水率などとともに Table 1 に示す。

このなかで、乾燥速度は乾燥初期の恒率的な期間の値のみをあげ、乾燥時間については仕上がり含水率 10%までの所要時間を測定値として示している。しかし、供試単板の厚さにある程度差があったので、えられた乾燥時間を厚さ 1.0 mm の場合に換算して乾燥時間(A)とし、さらに初期含水率についてもすべ

(1)(2) 木材部加工科

Table 1. 単板の乾燥
Drying time and

一般名 Common name	学名 Scientific name	産地 Locality	原木番号 Log number	原木条件 Condition of log	厚さ(生) Thickness (green) (mm)	容積重(全乾) Apparent specific gravity (oven dry) (g/cm ³)
Red lauan	<i>Shorea negrosensis</i>	Philippines	IXA-1	Untreated	1.04 (1.03~1.04)	0.45 (0.45~0.45)
				Cooked	1.05 (1.04~1.06)	0.47 (0.46~0.47)
			IXA-2	Untreated	1.01 (0.99~1.02)	0.55 (0.54~0.55)
				Cooked	1.02 (1.00~1.03)	0.57 (0.56~0.58)
White meranti	<i>Shorea</i> sp.	Kalimantan	VIB-10	Untreated	1.02 (0.98~1.05)	0.55 (0.53~0.58)
Light red meranti	<i>Shorea</i> sp.	Kalimantan	VIG	Untreated	0.99 (0.99~1.00)	0.47 (0.47~0.47)
Kapur	<i>Dryobalanops lanceolata</i> vel aff.	North Borneo	III A-1	Untreated	1.05 (1.04~1.05)	0.67 (0.65~0.68)
				Cooked	1.03 (1.02~1.04)	0.66 (0.65~0.68)
Keruing	<i>Dipterocarpus</i> sp.	Kalimantan	IV A-2	Untreated	1.04 (1.03~1.06)	0.71 (0.69~0.71)
				Cooked	1.01 (1.00~1.03)	0.73 (0.70~0.74)
Apitong	<i>Dipterocarpus grandiflorus</i> vel aff.	Philippines	V A-6	Untreated	1.04 (1.02~1.05)	0.68 (0.67~0.69)
				Cooked	1.05 (1.04~1.06)	0.67 (0.66~0.67)
Keruing	<i>Dipterocarpus</i> sp.	Malaya	VII A-7	Untreated	1.03 (1.02~1.03)	0.79 (0.79~0.83)
				Cooked	1.02 (1.01~1.02)	0.82 (0.80~0.87)

*(A): Drying time of 1.0 mm thick veneer (M.C. reduction: Initial M.C. to 10%).

**(B): Drying time of 1.0 mm thick veneer (M.C. reduction: 60% to 10%).

Size of specimen: 30×30 cm (White meranti, 20×20 cm). Number of sample: 4.

Drying condition: D.B.T. 140°C, W.B.T. 52~55°C. Air velocity 1.1 m/sec.

て60%の場合を推定して乾燥時間 (B) とした²⁾。なお、Table 1 には、比較のためいままです測定を行なったメランチ類⁴⁾、カブール²⁾、アピトン・クルイン類²⁾³⁾⁵⁾の結果を併記している。

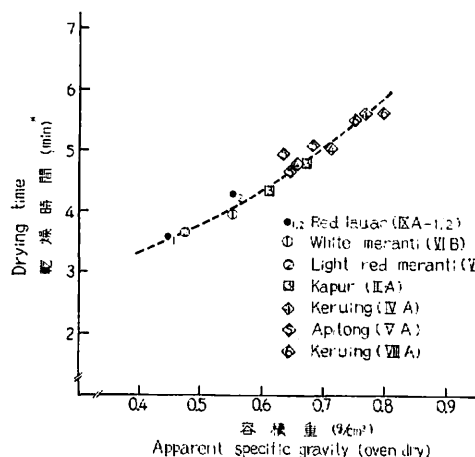
以上の同一厚さ、初期含水率に補正した乾燥時間 (B) を無処理材についてみると、IXA-1 が 3.5 min, IXA-2 が 4.3 min であり、他はメランチ類が 3.6~4.0 min, カブールが 4.8 min, アピトン・クルイン類が 5.0~5.7 min である。これらの乾燥時間を容積重に対してプロットすると、Fig. 1 のように両者はほぼ直線的な関係にあり、上記の乾燥時間の差は主として容積重の差によるものといえる。今までとりあげた樹種のなかには、カンボジア産ブジック (II C)¹⁾、カリマンタン産チャンパカ (VII D)、ケラット (VII M)⁴⁾ のように、容積重に対応した乾燥時間より相当大きな値を示し、樹種的な乾燥を困難にする要因が考えられ

時 間, 収 縮 率
 shrinkage of veneer

初期含水率 Initial M.C. (%)	乾燥速度 (乾燥初期) Drying rate (first stage) (%/min)	$(10^{-3}g/cm^2hr^{\circ}C)$	測 定 値 Measured (min)	換算値(A)* Converted (min)	換算値(B)** Converted (min)	収 縮 率 (幅方向, 全乾) Shrinkage (tang., green to oven dry) (%)
73.3 (71.5~74.7)	16.5 (16.0~17.0)	2.39 (2.32~2.41)	4.58 (4.35~4.70)	4.33 (4.16~4.45)	3.52 (3.44~3.59)	7.0 (6.9~7.1)
68.8 (67.9~69.8)	16.2 (15.5~17.0)	2.27 (2.17~2.38)	4.19 (4.05~4.30)	3.91 (3.83~3.96)	3.37 (3.32~3.83)	9.5 (9.4~9.7)
59.3 (58.5~61.2)	12.8 (12.5~13.0)	2.24 (2.19~2.28)	4.30 (4.23~4.45)	4.23 (4.18~4.33)	4.28 (4.24~4.30)	8.4 (8.4~8.5)
49.9 (49.0~50.5)	13.2 (13.0~13.5)	2.17 (2.14~2.22)	3.55 (3.50~3.58)	3.45 (3.43~3.50)	4.22 (4.13~4.35)	10.5 (10.3~10.5)
55.2 (52.3~56.3)	14.9 (14.3~15.2)	2.60 (2.48~2.66)	3.49 (3.45~4.05)	3.40 (3.36~3.94)	3.99 (3.84~4.15)	7.8 (7.6~8.0)
56.3 (53.5~58.6)	18.8 (17.0~21.0)	2.94 (2.65~3.28)	3.35 (3.20~3.48)	3.39 (3.25~3.53)	3.65 (3.58~3.82)	6.6 (6.5~6.7)
65.6 (60.7~73.2)	11.2 (10.9~11.3)	2.38 (2.35~2.43)	5.45 (4.35~6.65)	5.04 (4.07~6.22)	4.82 (4.77~4.89)	10.4 (10.1~10.7)
69.9 (68.1~72.1)	12.5 (12.4~12.6)	2.62 (2.58~2.66)	5.53 (5.50~5.60)	5.34 (5.30~5.40)	4.68 (4.65~4.71)	12.1 (11.9~12.4)
57.4 (56.5~58.3)	11.3 (11.0~11.5)	2.56 (2.44~2.60)	5.01 (4.73~5.15)	4.75 (4.49~4.89)	5.00 (4.91~5.05)	11.7 (11.1~12.3)
54.3 (53.6~55.1)	11.3 (11.1~11.5)	2.42 (2.40~2.46)	4.57 (4.40~4.65)	4.52 (4.35~4.59)	5.18 (5.14~5.24)	14.2 (13.6~14.8)
70.2 (68.6~71.0)	11.5 (11.4~11.6)	2.51 (2.49~2.53)	6.18 (6.00~6.27)	5.88 (5.70~5.96)	5.07 (4.98~5.20)	10.7 (10.2~11.2)
68.0 (67.7~68.2)	11.8 (11.2~12.0)	2.49 (2.37~2.54)	5.84 (5.60~5.97)	5.55 (5.31~5.68)	4.91 (4.80~4.98)	12.8 (12.6~12.9)
72.4 (71.1~74.7)	12.4 (11.8~13.9)	2.97 (2.83~3.27)	6.94 (6.55~7.37)	6.73 (6.32~7.11)	5.62 (5.32~5.82)	13.1 (12.7~13.4)
76.8 (73.6~80.6)	11.9 (11.6~12.5)	2.87 (2.79~2.95)	7.14 (7.05~7.23)	6.96 (6.86~7.05)	5.79 (5.53~5.95)	15.2 (15.1~15.5)

たが、今回のレッド ラワンや比較の対象とした樹種にはこのような特異性をもつものはみとめられない。

次に初期含水率については、同一条件で比較するため一定値を想定したが、測定された初期含水率は樹種、個体によって異なり、実際の乾燥時間も非常にまちまちである。しかし、カンボジア産ロ ヨン (II D)¹⁾、スローラ クラハム (II F)¹⁾、カリマントン産ジェルトン (VII A)⁴⁾、チャンパカ (VII D)⁴⁾ などのように極端な高初期含水率のものはなく、原木や単板の取扱いによる変動を考慮すれば、概略的には60%程度と考えられる。したがって、ラワン・メラナンチ類、カプールおよびアピトン・クルイン類については Fig. 1 に示した乾燥時間 (B) を一応の基準と考えることができよう。なお、原木を煮沸処理することによる乾燥時間短縮の効果は、各樹種ともほとんどないものと思われる。



* 含水率 60% から 10% までの時間
 Drying time from 60% to 10% M.C.

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

2. 2. 乾燥による収縮

前出 Table 1 に供試単板の幅方向 (接線方向) の全乾収縮率を示した。Fig. 2 はこれらの容積重との関係を示したものである。

収縮率が容積重とともに、ほぼ直線的に増加することはよく知られているが、今回供試したレッドラワン単板の無処理材についてみると、全乾収縮率 (α_{01}) と全乾容積重 (r_0) との比 (α_{01}/r_0) は IXA-1 が 15.5, IXA-2 が 15.2 であり、Fig. 2 にみられるように、対象とした樹種のほぼ平均的な値といえることができる。

これらの収縮率は原木の煮沸処理によって増加し、煮沸材の無処理材に対する収縮率比は IXA-1, 2 がそれぞれ 1.36, 1.25 になっている。Fig. 2 に示す他の樹種についても同様な収縮率増加がみ

Table 2. 煮沸処理による
 Increase of shrinkage

一般名 Common name	産地 Locality	原木番号 Log number	試験片* Test specimen	無処理材 Untreated		
				容積重(全乾) Apparent specific gravity (oven dry) (g/cm ³)	初期含水率 Initial M.C.	収縮率(全乾) Shrinkage (green to oven dry) (%)
Red lauan	Philippines	IXA-1	板目試片 T. S.	0.45 (0.44~0.45)	80.2 (78.0~82.4)	7.7 (7.7~7.8)
			まさ目試片 R. S.	0.45 (0.44~0.45)	74.9 (70.6~78.6)	2.8 (2.8~2.8)
		IXA-2	板目試片 T. S.	0.58 (0.57~0.58)	51.1 (50.1~51.6)	8.9 (8.8~8.9)
			まさ目試片 R. S.	0.58 (0.58~0.59)	51.4 (50.8~51.7)	4.4 (4.4~4.5)
Keruing	Kalimantan	IVA-2	板目試片 T. S.	0.74 (0.72~0.76)	59.5 (58.6~60.0)	12.0 (10.9~13.2)
Apitong	Philippines	VA-6	板目試片 T. S.	0.64 (0.64~0.65)	65.1 (64.5~66.2)	10.5 (10.4~10.6)
Keruing	Malaya	VIIA-5	板目試片 T. S.	0.79 (0.78~0.79)	47.3 (46.7~47.8)	11.4 (11.3~11.5)
			まさ目試片 R. S.	0.79 (0.78~0.80)	48.8 (49.0~50.2)	6.5 (6.5~6.6)
		VIIA-7	板目試片 T. S.	0.83 (0.82~0.83)	54.0 (52.7~54.8)	14.1 (13.8~14.2)
			まさ目試片 R. S.	0.81 (0.81~0.82)	55.1 (54.2~56.2)	7.4 (7.1~7.8)

*T. S. : Tangential section, R. S. : Radial section.

**(α_{01}), (α_{02}): Shrinkage based on length of specimens before and after cooking, respectively.

Size of sample: 10 (20) × 5 × 110 mm.

Cooking condition: 90°C, 48 hr, Drying condition: D.B.T. 20°C, R.H. 55~60%.

られ、収縮率比はカプールが1.16、アピトン・クルイン類が1.16~1.22である。これらの数値は単板が同一玉切り丸太からの連続試料でないため必ずしも正確ではないが、実用上相当問題になる量であり、煮沸条件によっても変化するものと思われるので、この点をひき材連続試料により別途検討してみた。

供試材は IX A-1, 2 の樹心からのへだたり60~80%の位置から、厚さ 5 mm、幅 100 mm の板目板およびまき目板をとり、繊維方向 10 mm に切断して用いた。煮沸条件は温度を 60, 80, 90, 100°C の 4 段階、時間を 24, 48, 72 hr の 3 段階とした。測定結果のうち、各個体、および木取りに

収 縮 率 の 増 加
by cooking

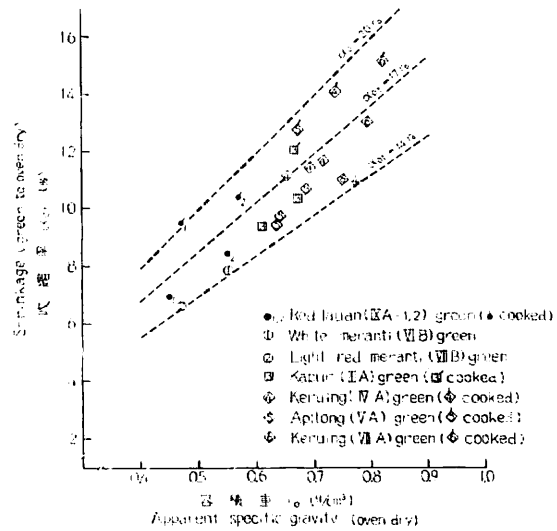
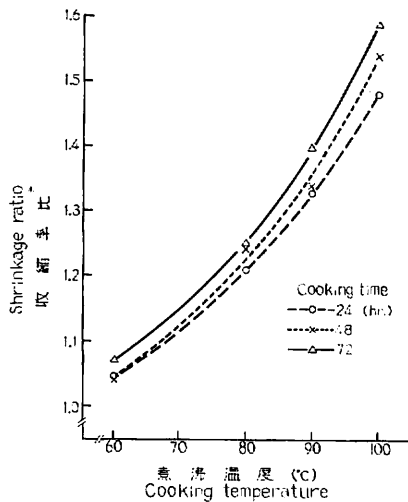


Fig. 2 容積重と収縮率との関係
Relation between apparent specific gravity and shrinkage.

煮		沸 材		Cooked	
収縮率 (全乾)** (α_{01}) Shrinkage (green to oven dry) (%)	収 縮 率 比 Ratio	収縮率 (全乾)** (α_{02}) Shrinkage (green to oven dry) (%)	収 縮 率 比 Ratio	煮沸による寸法変化 Elongation (+) or shrinkage (-) by cooking (%)	
10.4 (10.3~10.4)	1.34	10.6 (10.6~10.6)	1.37	+0.27 (0.26~0.27)	
3.7 (3.7~3.7)	1.32	3.6 (3.6~3.6)	1.29	-0.11 (-0.10~0.11)	
12.0 (11.8~12.1)	1.35	12.4 (12.4~12.5)	1.39	+0.45 (0.42~0.53)	
5.7 (5.6~5.8)	1.28	5.6 (5.5~5.7)	1.26	-0.11 (-0.09~0.13)	
14.3 (13.9~14.6)	1.19	—	—	—	
12.4 (12.3~12.5)	1.18	12.9 (12.8~13.1)	1.23	+0.61 (0.57~0.64)	
13.0 (12.9~13.1)	1.14	13.5 (13.4~13.6)	1.10	+0.53 (0.49~0.59)	
7.7 (7.6~7.8)	1.19	7.6 (7.5~7.6)	1.16	-0.16 (-0.13~0.19)	
15.5 (15.4~15.6)	1.10	16.1 (16.0~16.1)	1.14	+0.75 (0.72~0.77)	
8.1 (8.1~8.1)	1.10	8.0 (8.0~8.0)	1.08	-0.10 (-0.08~0.11)	



* 煮沸材と無処理材の比
Ratio of cooked to untreated

Fig. 3 煮沸による収縮率の増加
(板目試片)
Increase of shrinkage in tangential
direction by cooking.

一定煮沸条件 (90°C, 48 hr) に対する収縮率を Table 2 に, IXA-1 板目試片の各煮沸温度, 時間に対する収縮率の増加を Fig. 3 に示す。なお, 煮沸によって試料の長さが増減するので, Table 2 には煮沸前および後の長さを基準にした2種の収縮率 (α_{01} , α_{02}) を示し, アビトン・クルイン類についての既報の結果を併記している⁹⁾。

以上のことから明らかなように, 今回のレッド ラワンは, 従来煮沸による収縮率増加の大きいグループと考えられていたアビトン・クルイン類より, さらに増加が著しく, また, 単板の厚さ方向についても, 幅方向とほぼ同程度の増加がおこるものと思われる。煮沸条件の影響については, 24 hr 以上での時間による差はそれほど大きくないが, 温度上昇によって収縮率比は著しく増大する。これらの関係は煮沸される材の寸法によって異なるはずであるが, 傾向としては他の樹種についても同様なことはいえるものと思われ, 切削の前処理として原木を煮沸処理する場合, 上記のことを十分考慮し, 必要最小限の条件を選ぶべきであろう。

乾燥による狂いについては, 供試単板が小さいため十分な検討ができなかったが, 全体的に狂いは少なく, 個体による差はほとんどみとめられなかった。

ま と め

フィリピン産ラワン類は合板適材として従来から最も多くつかわれ, 単板の乾燥も比較的容易とされているが, 今回のレッド ラワン2個体についての実験結果は次のように要約できる。

- 1) 乾球温度140°C, 湿球温度52~55°C, 風速 1.1 m/sec における乾燥時間は 3.5 min (全乾容積重 0.45 g/cm³) および 4.3 min (全乾容積重 0.55 g/cm³) である。これらはカプール, アビトン・クルイン類にくらべて相当小さく, 容積重の差によるものである。
- 2) 接線方向全乾収縮率と全乾容積重との比は 15~16 であり, 既報の南洋材主要樹種の平均的な値と考えられる。原木を煮沸処理 (90°C, 48 hr) したときの収縮率は生材の 1.2~1.3 倍になり, 煮沸温度の上昇によって著しく増大する。なお, 乾燥による単板の狂いは比較的すくない。

文 献

- 1) 筒本卓造: カンボジア産8樹種の単板の乾燥性, 林試研報, 190, 100~105, (1966)
- 2) ———: 北ボルネオ産カプール材およびカリマンタン産クルイン材の単板の乾燥性, 林試研報, 206, 87~92, (1967)
- 3) ———: フィリピン産アビトン材の単板の乾燥性, 林試研報, 208, 184~187, (1968)
- 4) ———: カリマンタン産13樹種の単板の乾燥性, 林試研報, 218, 265~273, (1968)
- 5) ———: マラヤ産クルイン材の単板の乾燥性, 林試研報, 221, 151~156, (1969)

X Veneer Drying of Red Lauan Wood from the Philippines

Takuzô Tsutsumoto and Takuoki Hisada

Summary

In this experiment, the suitability for drying of the veneer peeled from Red lauan bolts grown in the Philippines was carried out.

Lauan group woods in the Philippines have been much used because of their suitable properties for plywood. The drying time and the shrinkage of the Red lauan veneer were discussed and were compared with the previous reports on Meranti, Kapur and Apitong • Keruing group.

The 1.0 mm thick veneers from these bolts were dried at 140°C D.B.T., 52~55°C W.B.T. and 1.1 m/sec air velocity in the experimental veneer dryer.

The results obtained from this drying test are summarized as follows ;

1. The average drying time of Red lauan veneers from 60% to 10% M.C. was 3.5 min. (apparent specific gravity in oven-dry 0.45 g/cm³) and 4.3 min. (apparent specific gravity in oven-dry 0.55 g/cm³). These were closely related to the apparent specific gravity.

2. The ratio of shrinkage in tangential direction to the apparent specific gravity in oven-dry was in the range 15 to 16. This was the medium value of many other important tropical woods tested previously.

3. By cooking treatment at 90°C for 48 hours, the shrinkage in tangential direction became in the range 1.2 to 1.3 times as large as that of the untreated specimen, and they increased remarkably with increasing of cooking temperature. The warp of veneers by drying was comparatively inconsiderable.

XI フィリピン産レッド ラワンの単板接着性

柳 下 正⁽¹⁾
唐 沢 仁 志⁽²⁾

は じ め に

今まで「南洋材の性質」として、東南アジア各地域から産出された30数種におよぶ南洋材について単板接着性を報告してきたが、今回南洋材とよばれる木材のうちで最も代表的樹種とされている、レッド ラワンについて単板接着性試験をおこなったので、ここにその結果を報告する。

今回の試験に提供されたレッド ラワン材は2個体があり、単板接着性について個体間の相違を検討するとともに、単板切削に際しての前処理の有無、接着剤液塗布量の違いなどがおよぼす接着力への影響について検討することとした。

本試験に使用した原木

本試験に使用したフィリピン産レッド ラワン原木は、記号 IXA-1 および IXA-2 の2本である。単板切削用に採材した位置は、いずれの原木も伐採時元口から約 17m へだたった個所である。

試 験

1. 単板の調整

本試験に使用した単板は、木材部加工科加工研究室において、実験用小型ベニヤレースによって切削されたものである。

単板は無処理のまま切削されたもの（以下生単板という）、および90°Cで48時間煮沸処理ののち切削されたもの（以下煮沸単板という）の2種類を準備した。

それらの単板は Fig. 1 に示す部分から切削し、定尺に切断したのち、合板とする際の組合せに必要な

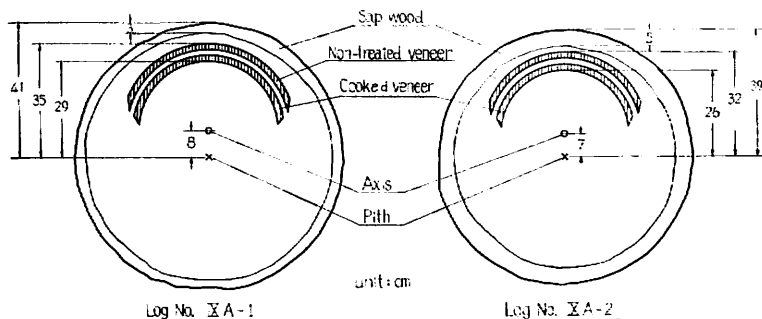


Fig. 1 供試原木の単板切削部位
The cutting portion of rotary veneer from the log.

ため一連番号を付した。

単板の乾燥は屋内で風乾したのち、温度 20°C、関係湿度45%の恒温恒湿室内に約3週間放置して調湿した。調湿後の単板含水率は8~9% (全乾法による測定) であった。

2. 試験合板の作成

試験合板の大きさ……30cm×30cm

試験合板の構成……1.0mm+1.0mm+1.0mm, 3 ply

試験合板の数量……各種別2枚

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

接着剤の種類と配合……接着剤には市販のフェノール樹脂接着剤(I類P)、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤(I類M)およびユリア樹脂接着剤(II類)の3種類を使用し、その配合割合はTable 1に示す。

Table 1. 各類別接着剤配合割合および接着剤液の性質

Mixing ratio and quality of glue

配合剤および接着剤液の性質 Formulation and performance of mixed glues		配合割合 (部) Mixing ratio (part)		
		I 類	Type I	II 類
		P ⑨	M ⑩	Type II
樹 脂 Resin	フェノール樹脂接着剤 ① Phenolic resin	100		
	メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 ② Melamin-urea co-condensation resin		100	
	ユリア樹脂接着剤 ③ Urea resin			100
増量・充填剤 Extender or filler	小麦粉 ④ Wheat flour	10	25	22
	ホットP 4号 ⑤ Hot-P No. 4.	3		
	水 Water		15	20
硬化剤 Hardner	塩化アンモニウム ⑥ NH ₄ Cl		0.5	0.5
接着剤液の pH pH of the glues (at 20°C) ⑦		10.8	6.4	4.3
接着剤液の粘度 (cP) Viscosity of the glues (at 20°C) ⑧		3900	1800	1500

① 大鹿振興株式会社 ディアノール12号 Ohshika Shinko Co., Ltd. Deernol No. 12.

② 大鹿振興株式会社 大鹿レジン PWP-8 号 Ohshika Shinko Co., Ltd. Ohshika-resin PWP No. 8.

③ 大鹿振興株式会社 大鹿レジン210号 Ohshika Shinko Co., Ltd. Ohshika-resin No. 210.

④ 日本製粉扇印 Nippon Flour Mills Co., Ltd.

⑤ 大鹿振興株式会社仕様 By specification of the resin-maker.

⑥ 粉末 Solid

⑦ ガラス電極 pH 計にて測定 Glass electrode pH meter.

⑧ B型回転粘度計にて測定 B type viscometer.

⑨ 水溶性フェノール樹脂接着剤 Water soluble phenolic resin.

⑩ メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 Melamin-urea co-condensation resin.

Table 2. 各 接 着 剤 別 圧 締 条 件

Condition of pressing

接 着 剤 Glues		冷圧条件 Cold pressing		熱 圧 条 件 Hot pressing		
		圧 力 Pressure (kg/cm ²)	時 間 Time (hr)	圧 力 Pressure (kg/cm ²)	温 度 Temperature (°C)	時 間 Time (min)
I 類 Type I	P	10	1	8	135	2.5
	M	10	2	8	125	1
II 類 Type II		10	1	8	115	1

接着剤液の塗布量………各類別ともに 20g/(30cm)² および 30g/(30cm)² の 2 種類とした。接着剤液塗布には小型グルースプレッター（塗布ロール長さ 45cm, 径 12.5cm, ゴム硬度 35度, ドクターロール付き）を使用した。

圧締条件………圧締には小型ホットプレス（総圧力 80t, 熱盤寸法 40cm×40cm, 3 段）を使用し、圧締条件は Table 2 に示す。

3. 接着力試験

本試験では引張剪断接着力試験をおこなった。

試験片は普通合板の日本農林規格（J A S）に規定されている B 型試験片を採用し、試験合板 2 枚からランダムに 24 片採取し、半数を順切り込み、残り半数は逆切り込みとした。

試験機は 300kg アムスラー型合板用引張試験機を使用し、カウンターバランスは 200kg とした。

試験条件は J A S に準じ、I 類は煮沸繰返し試験（試験片を 4 時間煮沸——60±3°C にて 20 時間乾燥——4 時間煮沸——冷水中にさめるまで浸漬——ぬれたまま試験する）、II 類は温冷水浸漬試験（試験片を 60±3°C の温水中に 3 時間浸漬し、その後、冷水中にさめるまで浸漬、ぬれたまま試験する）をおこなった。

4. 比較試験合板

南洋材単板の接着性に関する一連の報告と同様に、本試験においても比較試験合板を作成し、供試単板と対比することとした。比較試験合板には今までに使用してきた単板と同種のレッド ラワン（フィリピン・リヤング産, *Shorea negrosensis* Foxw.）単板を使用し、試験合板と同時に同一条件によって作成した。

試験結果と考察

単板接着力試験の結果を Table 3 および Fig. 2 に示す。

I 類 P（フェノール樹脂）について

原木の個体間について接着力の差異を比較すると、IX A-2 は IX A-1 に比して 5~10% 高い値を示している。

コントロールと対比すると、IX A-1 とはほとんど差が認められない。

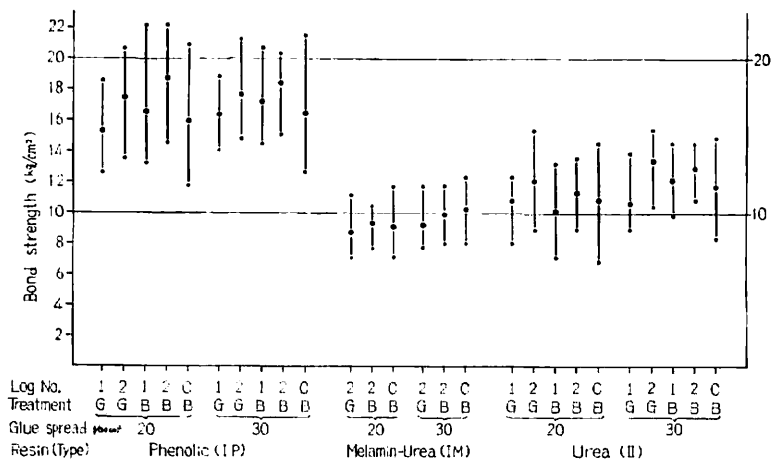
原木の煮沸処理による効果は、約 5% の接着力向上となって示されている。

接着剤液の塗布量による差は明らかに認められない。

Table 3. 接着力試験結果

Result of bond shear strength test

類別 Type	原木番号 Log number	原木条件 Condition of log	塗布量 20 g/(30cm) ² Glue spread 20 g/(30cm) ²					塗布量 30 g/(30cm) ² Glue spread 30 g/(30cm) ²				
			接着力 (kg/cm ²) Bond strength			木破率 (%) Wood failure		接着力 (kg/cm ²) Bond strength			木破率 (%) Wood failure	
			Mean	Max.	Min.	Mean	Range	Mean	Max.	Min.	Mean	Range
I P	IX A-1	Non-treated Cooked	15.3 16.5	18.5 22.1	12.6 13.2	11 0	0~20	16.3 17.2	18.8 20.6	14.1 14.5	8 0	0~40
	IX A-2	Non-treated Cooked	17.4 18.7	20.6 22.1	13.5 14.5	10 0	0~40	17.6 18.4	21.2 20.3	14.8 15.1	0 0	
	Control	Cooked	15.9	20.9	11.7	3	0~20	16.4	21.5	12.6	0	
I M	IX A-2	Non-treated Cooked	8.7 9.3	11.1 10.4	7.1 7.7	0 0		9.2 9.9	11.7 11.7	7.7 8.0	0 0	
	Control	Cooked	9.1	11.7	7.1	0		10.2	12.3	8.0	0	
II	IX A-1	Non-treated Cooked	10.8 10.1	12.3 13.2	8.0 7.1	0 0		10.6 12.1	13.8 14.5	8.9 9.8	0 0	
	IX A-2	Non-treated Cooked	12.1 11.3	15.4 13.5	8.9 8.9	0 0		13.4 12.9	15.4 14.5	10.4 10.8	0 0	
	Control	Cooked	10.8	14.5	6.8	0		11.7	14.8	8.3	0	



C.....control, G.....non-treated, B.....cooked

Fig. 2 接着力試験結果

Results of bond shear strength tests.

I 類 M (メラミン・ユリア共縮合樹脂) について

IX A-1 の原木については試験合板を作成できなかったため、個体間の差はみられない。

IX A-2 についてコントロールと対比すると、ほぼ同等の接着力を示している。

煮沸処理の効果については、わずかではあるが接着力の向上をもたらしているものと認められる。

接着剤液塗布量の増加によって、きわめてわずかであるが接着力向上の傾向が認められる。

Table 4. フタバガキ科数樹種の
Bond strength in veneers from several species

原 木			Log		
一 般 名	学 名	産 地	番 号	条 件	気乾容積重 (g/cm ³) Apparent, specific gravity (M. C. 15%)
Common name	Scientific name	Locality	Log number	Condition of log	
Keruing	<i>Dipterocarpus</i> sp.	Malaya	VIII A—7	Non-treated Cooked	0.85
Keruing	<i>Dipterocarpus</i> sp.	Kalimantan	IV A—2	Non-treated Cooked	0.77
Apitong	<i>Dipterocarpus grandiflorus</i> vel aff.	Philippines	V A—4	Non-treated Cooked	0.73
Kapur	<i>Dryobalanops lanceolata</i> vel aff.	North Borneo	III A—1	Non-treated Cooked	0.71
White meranti	<i>Shorea</i> sp.	Kalimantan	VIB—10	Non-treated Cooked	0.60
Red lauan	<i>Shorea negrosensis</i>	Philippines	IX A—2	Non-treated Cooked	0.60
			IX A—1	Non-treated Cooked	0.49
Light red meranti	<i>Shorea</i> sp.	Kalimantan	VII G	Non-treated Cooked	0.46
Red lauan (Control)	<i>Shorea negrosensis</i>	Philippines	—	Cooked	0.49

*…基準 Base

II 類（ユリア樹脂）について

原木の個体間には明らかに相違が認められ、IX A-2 は IX A-1 に比較して 10% 程度高い値を示している。

コントロールとの対比においては、IX A-1 がほぼ同等の接着力を示している。

煮沸処理による効果は認められない。

接着剤液塗布量の増加によって接着力の向上がわずかに示されている。

以下に上記の結果と今までに報告してきたフタバガキ科樹種の単板接着力 (Table 4) を考慮して検討を加える。原木 IX A-2 は IX A-1 よりも高い接着力を示すことはほぼ確実である。またコントロールとの対比においては IX A-1 が同等の接着力を示し、IX A-2 は常に同等以上の結果となっている。供試原木、コントロール用単板ともにレッド ラワンであり、その試験結果には大きな差異はないが、常に IX A-2 が高位を示している。これは接着力と容積重の間に、比例的な関係があるとする通説と一致する傾向である。供試単板およびコントロール用単板の気乾容積重は次のとおりである。

IX A-1 0.48~0.50

IX A-2 0.59~0.60

コントロール 0.48~0.51

(注) IX A-1 および IX A-2 の気乾容積重は、供試原木の内で単板切削部の上下約 2m へだたる位置において、樹

単板接着力(指数による比較)
of Dipterocarpaceae (comparison by index number)

類 別 Type					
I P		I M		II	
接 着 剤 液 塗 布 量		Glue spread		[g/(30 cm) ²]	
20	30	20	30	20	30
1.07 1.18	1.12 1.27	1.18 1.17	1.32 1.62	1.51 1.81	1.75 2.04
1.13 1.19	1.04 1.33	1.18 1.64	1.44 1.84	0.77 0.92	1.13 1.50
1.13 1.23	1.04 1.28	1.49 1.67	1.61 1.74	0.83 0.84	1.59 1.81
0.55 0.37	0.69 0.56	0.84 1.11	1.06 1.17	1.11 1.22	1.09 1.19
1.01 0.98	0.78 1.07	1.23 1.42	1.33 1.62	1.08 1.12	1.24 1.21
1.09 1.18	1.11 1.16	0.96 1.02	1.01 1.09	1.12 1.05	1.24 1.19
0.96 1.04	1.03 1.08	— —	— —	1.00 0.94	0.98 1.12
0.78 0.84	0.74 0.84	0.95 1.04	1.06 1.19	1.10 1.32	1.08 1.29
1.00*	1.03	1.00*	1.12	1.00*	1.08

皮を除いて約 10cm 内部の測定値であり、木材部材質研究室において測定された結果である。したがって、供試単板の気乾容積重は 2 測定値の算術平均に近い数値と考えられる。

原木煮沸処理によって接着力が向上する点は、過去におこなった各種南洋材についても常に認められている。その理由としては単板の加工的品质の向上があげられる。また、成分関係の変化による、接着性の改善も考えられる。加工的品质の因子としては、単板内に生ずる裏割れの状態および単板表面の平滑度(面粗さ)が主たるものであるが、本試験に使用した単板は厚さが 1.0mm であることから、裏割れの程度(裏割率、裏割れ密度)は煮沸処理の有無によって大きな差異はなく、接着力試験結果に示されるように、木部破断率がきわめて低い状態にあっては決定的因子とはなしえないものと考えられる。したがって、表面状態の相違が接着力の差異に関与しているものと思われる。また、煮沸処理による成分変化については、接着阻害成分の溶出による濃度低下あるいは不活性化による接着性向上が考えられるが、現段階では解明するに至っていない。

一般に木材の接着に関与する要因として“ぬれ”あるいは pH などが上げられるが、煮沸処理によって変化するぬれの状態や pH についても、検討をすすめる必要があると考える。

接着剤液の塗布量については、経験的に設定されている水準——20~30g/(30cm)²——の範囲内では、塗布量が多いほど接着力は大きくなるのが一般的傾向である。本試験においてもⅡ類については、塗布量の増加による接着力向上を認めることができる。Ⅰ類 P の場合には、塗布量の増加による接着力の向上は

ほとんど認められない。この傾向は他の南洋材についても示されている。Ⅰ類Mについては本試験における結果は明らかではないが、過去の実験についてあわせ考えれば、Ⅱ類とほぼ同様の結果が認められる。これらの現象はフェノール系とアミノ系の接着剤の性質の相違から、ぬれあるいは“流れ”の状態が異なる結果に起因するものと考えられる。

今までにとりあげてきた南洋材のなかには塗布量の差による接着力の相違が大きくあらわれる木材があったが、レッド ラワンはあまり相違を示さない樹種である。

文 献

- 1) 柳下 正・嵯峨途利・岡西高男：南洋材の性質 2 サラワク産メランチ類木材の合板の接着力試験，林試研報，190，178～180，(1966)
- 2) 柳下 正・嵯峨途利・岡西高男：南洋材の性質 3 カンボジア産材 8 樹種の単板の接着性，林試研報，194，65～84，(1966)
- 3) 柳下 正・嵯峨途利：南洋材の性質 4 北ボルネオ産カプール材単板の接着性，林試研報，197，121～131，(1967)
- 4) 柳下 正・嵯峨途利：南洋材の性質 7 カリマンタン産クルイン材の単板接着性，林試研報，206，93～106，(1967)
- 5) 柳下 正・嵯峨途利・唐沢仁志：南洋材の性質 10 フィリピン産アピトン材の単板の接着性，林試研報，208，187～198，(1968)
- 6) 柳下 正・唐沢仁志：南洋材の性質 12 カリマンタン産 14 樹種の単板接着性，林試研報，218，273～285，(1968)
- 7) 柳下 正・唐沢仁志：南洋材の性質 13 マラヤ産クルイン材単板の接着性，林試研報，221，157～165，(1969)

XI Adhesion Property in Veneers of Red Lauan Woods from the Philippines

Masashi YAGISHITA and Hitoshi KARASAWA

Summary

This examination was conducted to estimate the bond strength of plywood produced by rotary-cut veneers of Red lauan woods from the Philippines, and compared with Red lauan plywood used as control in the previous reports on adhesion properties of Tropical woods series.

I Test materials and test methods

1. Quality of veneers

The thickness of veneer was 1.0mm in all veneers. From the two kinds of log IXA-1 and IXA-2, the veneers were peeled, and the treatment of logs before rotary cutting is shown in Table 3, and cooking was continued for 48 hrs.

2. Adhesives, glue spreading and pressing

The kinds of adhesives, mixing ratio of glues and pressing conditions are given in Table 1 and Table 2. The quantities of glue spread were $20\text{g}/(30\text{cm})^2$ and $30\text{g}/(30\text{cm})^2$.

3. Test specimens

The types of the plywood used in this examination were two kinds of Type 1 (water

soluble phenolic resin, and melamin-urea co-condensation resin) and Type II (urea resin). The construction of the plywood was 3-ply and the size was 30cm×30cm.

4. Bond strength test

The bond strength test was measured by the method of plywood shear strength test established in JAS (the cyclic boil test for Type I and the hot and cold soaking test for Type II).

II Result and discussion

The results of bond strength tests are given in Table 3 and Fig. 2. From these results, the bond strength of log IXA-2 tends to have higher values than that of log IXA-1, and the one of log IXA-1 tends to be similar to the Red lauan used as control. The difference between cooking and non-cooking in treatment of logs was recognized, and the results of this examination indicated that the bond strength of cooked veneers was higher than that in the non-cooked veneers. In the plywood bonded by urea resin and melamin-urea co-condensation resin, the bond strength obtained by glue spread 30g/(30cm)² was higher than that obtained by glue spread 20g/(30cm)².

XII フィリピン産レッド ラワン材の塗装適性

川 村 二 郎⁽¹⁾

1. ま え が き

当時木材部、林産化学部が現在行なっている南洋材の材質試験の一環として、レッド ラワンの塗装的性質を調べる機会をえたので、その結果を報告する。

木材塗装の目的は材面の保護および美化にあるから、塗装が容易で平滑な塗膜ができ、使用中にいろいろの欠陥がおこりにくく、塗装効果の持続が望まれる。

塗膜性能について考えてみると、塗料は万能ではなく、要求される性能に応じて長所、短所をたがいに補うように数種類の樹脂を混合して妥協的調和が計られている。

一方被塗物にしてもその種類が異なれば、要求される性能も当然異なる。それゆえ、実験室的に塗装塗膜の良否の決定は困難である。

実験項目の選定にあたっては以上の点を考慮し、被塗木材の影響が強く塗膜性能に現われる実用試験の項目を選び、塗膜割れ試験を主体に実験を進めた。

レッド ラワンの測定値を他のフタバガキ科の材と比較検討する意味で、既報のアピトン類^{3,4)}、カプール⁵⁾およびメラランチ類木材³⁾の測定値を付記した。

この実験を行なうにあたり、測定に協力して下さった東京農業大学学生下海戸恒義君および試験片を作製して下さった木材部強度研究室田中辰五郎氏に深謝いたします。

(1) 木材部材質改良科

2. 実験方法

2.1. 供試木材

フィリピン・ミンダナオ島産レッド ラワンを使用した。その学名および容積重を Table 1 に示す。
 原木番号 IXA-1, IXA-2 および IXA-3 の丸太より Fig. 1 のごとく厚さ 2cm の板を木取り製材後、
 天然乾燥および人工乾燥を行ない、含水率を約10~12%にした。

これより各種試験片を作り、20°C, R.H. 約70%の室で3か月間さらに調湿してから実験に使った。

2.2. 塗装

塗料硬化試験を除き、すべて次の塗装工程で塗装した。

素地研摩 #120ガーネットサンドペーパーで研摩した。

目止め 水性目止め剤を塩化ビニリデンの布につけ、ていねいに道管内にすりこみ、半乾きのうちに試験片表面に付着している目止め剤をふき取った。目止めを完全にするために、この操作を2回行った。

Table 1. 供 試 材
 Wood samples used for paintability test

一 般 名 Common name	学 名 Scientific name	産 地 Locality	原木番号 Log number	容 積 重 (g/cm ³) Apparent specific gravity	
				In air dry	In oven dry
レッド ラワン Red lauan	<i>Shorea negrosensis</i> FOXWORTHY	Philippines	IXA-1	0.46—0.49—0.51	0.44—0.47—0.49
			IXA-2	0.52—0.57—0.62	0.49—0.55—0.60
			IXA-3	0.49—0.64—0.71	0.46—0.62—0.68
チュテール バンコイ Chhocuteal bangkuoi	<i>Dipterocarpus insularis</i> HANCE	Cambodia	IIA-3	0.83	0.77
チュテール サール Chhocuteal sar	<i>D. alatus</i> BOXB.	Cambodia	IIA-1	0.78	0.70
クルイン Keruing	<i>Dipterocarpus</i> sp.	Kalimantan	IVA-2	0.77	0.74
アピトン Apitong	<i>D. grandiflorus</i> BLANCO	Philippines	VIA-4	0.70	0.67
カプール Kapur	<i>Dryobalanops lanceolata</i> BURCK.	North Borneo	IIIA-2	0.66	0.63
バンキライ Bangkirai	<i>Shorea laevis</i> RIDL.	Kalimantan	VIA-3	0.88	0.85
ホワイト メランチ White meranti	<i>Shorea</i> sp.	Kalimantan	VIB-10	0.57	0.54
ライト レッド メランチ Light red meranti	<i>Shorea</i> sp.	Kalimantan	VII G	0.43	0.40

In air dry : 15% moisture content.

下塗り 目止め終了後、20°C, R.H. 70% で24時間
調湿した試験片にラッカー系ウッドシーラー（関西ペ
イント製）を吹付圧力 3 kg/cm² で1回塗布した。

下塗り研摩 #240ガーネットサンドペーパーで軽く
研摩した。

上塗り ニトロセルロースクリヤーラッカーを上記
吹付圧力で2回塗布した。

試験片は表面だけ塗装した。使用した目止め剤およ
び塗料の組成を Table 2 に示す。

塗料塗布量および50倍率光学顕微鏡を使って測定し
た膜厚を、Table 3 に示す。

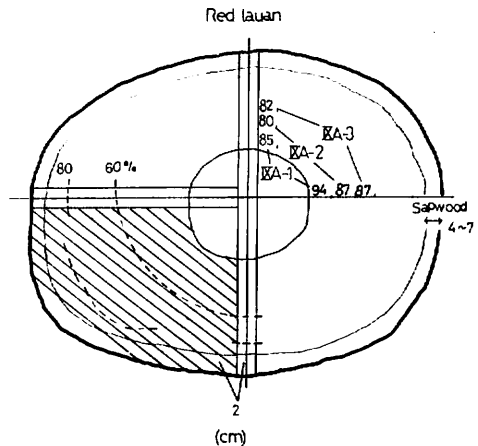


Fig. 1 レッド ラウンの木取図

Cutting diagram of test specimens from the
logs. 60 and 80% : relative distance from pith.

Table 2. 目止め剤, ウッドシーラーおよびニトロセルロースクリヤーラッカーの組成
Composition of filler, wood sealer and nitrocellulose clear
lacquer used for paintability test

塗 装 材 料 Finishing material	組 成 Formulation	(% by weight)
水 性 目 止 め 剤 Water filler	砥 の 粉 Tonoko(body)	65
	酢酸ビニール樹脂接着剤 Vinyl acetate	5
	水 Water	30
ウ ッ ド シ ー ラ ー (1) Wood sealer	ニトロセルロース Nitrocellulose	14.0
	シエラック ワニス Shellac varnish	30.0
	可 塑 剤 Plasticizer	3.0
	エステル系溶剤 Esters	15.0
	アルコール系溶剤 Alcohols	30.0
	芳香族炭化水素系溶剤 Aromatic hydrocarbons	8.0
ニトロセルロースクリヤ ーラッカー (2) Nitrocellulose clear lacquer	Nitrocellulose	16.1
	50%アルキド樹脂 50% alkyd resin	16.0
	Plasticizer	8.0
	Esters	28.0
	Alcohols	7.9
	Aromatic hydrocarbons	24.0

(1): 不揮発分 16.8% 16.8% non-volatile content.

(2): 不揮発分 16.0% 16.0% non-volatile content.

不揮発分の測定は JIS K 5400 82 による。 Measured by JIS K 5400 82.

Table 3. 塗料塗布量および膜厚
Applied quantity, film thickness of wood sealer and nitrocellulose clear lacquer

一 般 名 Common name		塗 布 量 Applied quantity (g/m ²)		膜 厚 Film thick. (μ)
		ウッドシーラー Wood sealer	ニトロセルロースラッカー N.C. lacquer	
レ ッ ド ラ ワ ン <i>Shorea negrosensis</i> FOXWORTHY	IX A—1~3	88	239	102
ク ル イ ン <i>Dipterocarpus</i> sp.	IV A—2	94	192	94
ア ピ ト ン <i>D. grandiflorus</i> BLANCO	V A—4	68	226	94
カ プ ー ル <i>Dryobalanops lanceolata</i> BURCK	III A—2	94	200	94
バ ン キ ラ イ <i>Shorea laevis</i> RIDL.	VI A—3	84	315	108
ホ ワ イ ト メ ラ ン チ <i>Shorea</i> sp.	VIB—10	96	289	88
ラ イ ト レ ッ ド メ ラ ン チ <i>Shorea</i> sp.	VII G	97	218	114

3. 塗 装 適 性 試 験

3. 1. 塗装作業性試験

塗装作業の難易および硬化塗膜の状態を、各種試験片の塗装時および硬化後に調べた。

結果および考察

レッド ラワンはニトロセルロース系塗料およびポリウレタン樹脂系ウッドシーラー（塗料硬化試験のさいに不飽和ポリエステル樹脂塗料の下塗りに使用した）とも塗装作業および硬化塗膜の状態は異常がなかった。

対象としたフタバガキ科の材^{1)~4)}のうち、メラランチ類、チュテールバンコイおよびチュテール サールなどは塗装作業および硬化塗膜の状態とも問題がなかった。

カプールは素材では問題がないが、合板として使用するときは、単板切削時にできた表割れ（非常にできやすい）のため塗膜平滑性がそなわれた。

アピトン、カリマンタン産およびマラヤ産クルインのうち、とくに樹脂状物質を多量に含んでいる材では塗料の吸収が部分的に異なり、塗膜平滑性に問題があった。

3. 2. 塗料硬化試験

不飽和ポリエステル樹脂塗料は木工用に大量に使用されているが、硬化反応（ラジカル重合）が材質によって影響を受けやすい欠点をもっている。この硬化障害は、木材中に存在する抽出成分（ある種のフェノール性物質など）⁵⁾が塗料の硬化反応を抑制するためである。

この塗料をレッド ラワンに塗装して、硬化時間を測定した。

実験方法

試験片は各原木より、長さ 20cm、幅 15cm、厚さ 1.2cm の大きさのものを板、柾目各 1 枚作り、

Table 4. 不飽和ポリエステル樹脂塗料硬化試験に使用した塗装工程
Finishing process used for curing test of paint

塗 装 工 程 Finishing process	塗 装 材 料 Finishing material	混 合 比 Mixing ratio	不揮発分, 塗布量 Non-volatile content, applied quantity
下 塗 り Under coating	ポリウレタン樹脂 ウッドシーラー Polyurethane resin wood sealer	ポリオール/イソシアネート 70%溶液=3/1 Polyol/tolylene di-isocyanate 70% insolvent=3/1	塗布量 50g/m ² 不揮発分 43% 50g/m ² applied quantity 43% non-volatile content
研 摩 Sanding	# 240 ガーネットサンドペーパーを使用 Used for No. 240 garnet sand paper		
上 塗 り Top coating	不飽和ポリエステル樹脂ワニス Unsaturated polyester resin varnish	ポリエステル樹脂/メチルエチルケトンパーオキシサイド/5% Co ナフテネート=100/1/1 Polyester resin/methyl ethyl ketone peroxide/ 5% Co naphthenate=100/1/1	塗装時膜厚 250 μ Thickness of wet film 250 μ

20°C, R.H. 約70%の室で3か月間調湿して実験に使った。

素地研摩は#240ガーネットサンドペーパーを使って行ない、下塗りはポリウレタン樹脂ウッドシーラー(日本ペイント製)を吹付塗装した。なお塗布量などは Table 4 に示した。

硬化時間の測定は上記試験片を#240ガーネットサンドペーパーで軽く研摩後、20°C, R.H. 73%の室内で、ドクターブレードを使って不飽和ポリエステル樹脂塗料を 250μ の膜厚に塗布した。

塗膜上に 250g/cm² の荷重のかかる細い針金で作った金網をのせ、傷跡のつかなくなったときを硬化とし、メチルケトンパーオキシサイド添加からそのときまでを硬化時間とした。塗装工程および塗料組成を Table 4 に示す。

結果および考察

実験結果を板、柾目試験片の平均値で Table 5 に示す。

レッド ラワンは各原木間での差はほとんどなく、対象としたフタバガキ科のなかでは中庸の硬化時間を示した。

Dipterocarpus 属木材のうち、とくに樹脂状物質の多いものは硬化が多少おくれるようである。

カプールはレッド ラワンなどに比べて、約1時間硬化時間が延長した。これは材中の抽出成分であるバニリン酸、没食子酸、フェルラ酸およびフェルレートなどが塗料の硬化を抑制するためである⁹⁾。

対象としたフタバガキ科の材ではカプールを除いて標準的塗装法で支障がない。カプールは重合触媒の増量またはポリウレタン樹脂ウッドシーラーの塗布量を多くすることにより、硬化時間を短縮させることができる。

3. 3. 塗膜付着性試験

付着性試験法にはたくさん種類があるが、決定的な良法はない。それゆえこの実験では実用的付着判定法として多く採用されている、基盤目試験によって塗膜付着性を比較した。

実験方法

レッド ラワンの試験片採取位置は原木 (IXA-1~3) の髓心から半径方向に 70% (髓心から樹皮の内

Table 5. 不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化試験結果
Result of curing test of unsaturated polyester resin paint on woods

一 般 名 Common name	原 木 番 号 Log number	硬 化 時 間 Curing time (hr)
レ ッ ド ラ ワ ン <i>Shorea negrosensis</i> FOXWORTHY	IX A— 1	2.08
	IX A— 2	2.00
	IX A— 3	2.00
チ ュ テ ー ル バ ン コ イ <i>Dipterocarpus insularis</i> HANCE	II A— 3	2.02
チ ュ テ ー ル サ ー ル <i>D. alatus</i> BOXB.	II A— 1	2.28
ク ル イ ン <i>Dipterocarpus</i> sp.	IV A— 2	2.28
ア ビ ト ン <i>D. grandiflorus</i> BLANCO	V A— 4	2.08
カ プ ー ル <i>Dryobalanops lanceolata</i> BURCK.	III A— 2	3.02
バ ン キ ラ イ <i>Shorea laevis</i> RIDL.	VI A— 3	2.08
ホ ワ イ ト メ ラ ン チ <i>Shorea</i> sp.	VI B— 10	1.78
ラ イ ト レ ッ ド メ ラ ン チ <i>Shorea</i> sp.	VII G	1.92

塗装時膜厚 250 μ , 温度 20~20.5°C, 関係湿度 73% の室内で測定を行なった。

Thickness of wet film: 250 μ , measurement was held in the room at temperature 20~20.5°C, relative humidity 73%.

側までを100とする、以下同じ表現法とした) のところより、長さ 25cm, 幅 20cm, 厚さ 1.2cm の大きさの板、柁目試験片を各 1 枚作り、試験片 1 枚につき 5 か所で付着性を測定した。

レッド ラワン以外の樹種は、髓心から半径方向に70~80%の位置より試験片を採取した。

2.2. の塗装後、20°C, R.H. 約 70%の室で 1 か月間調湿してから、同室内で実験を行なった。

基盤目試験とは片刃のかみそりで、塗膜をつらぬき木材に達する平行線の傷を基盤目状に縦横 1mm間隔に11本ずつ作り、その上にセロテープをはりつけ、急激にはがして、1 目のうち半分以上の面積がはがれないで残った目を健全なものとして、100 個のうち健全なものの数をもって付着性を比較する方法である。

結果および考察

実験結果を Table 6 に示す。

対象としたフタバガキ科のなかではレッド ラワンが最もよい付着性を示した。

Dipterocarpus 属の木材は、樹脂状物質の量が付着性に影響し、その量が多い材は低い付着を示した。そのうえ値のばらつきが多かった。

3. 4. 塗膜割れ試験

塗料および塗装工程を一定にして、塗膜割れの原因を被塗材の影響のみにしぼって、促進試験による塗膜割れ発生の難易を対象としたフタバガキ科の木材間で比較した。

実験方法

Table 6. 塗膜付着性試験結果 (柢目試験)

Results of adhesion test of paint film

— 般 名 Common name	原 木 番 号 Log number	健全な目の数 Number of remained squares		
		Min.	Mean	Max.
レッド ラワン <i>Shorea negrosensis</i> FOXWORTHY	IX A—1 Flat	100	100	100
	IX A—1 Edge	78	95	100
	IX A—2 Flat	97	99	100
	IX A—2 Edge	67	77	100
	IX A—3 Flat	100	100	100
	IX A—3 Edge	95	96	100
チュテール バンコイ <i>Dipterocarpus insularis</i> HANCE	II A—3 Edge		77	
チュテール サール <i>D. alatus</i> BOXB.	II ㊤—1 Edge		95	
ク ル イ ン <i>Dipterocarpus</i> sp.	IV A—2 Flat		52	
	IV A—2 Edge		64	
ア ビ ト ン <i>D. grandiflorus</i> BLANCO	V A—4 Flat		86	
	V A—4 Edge		68	
カ プ ー ル <i>Dryobalanops lanceolata</i> BURCK	III A—2 Flat		89	
	III A—2 Edge		83	
バ ン キ ラ イ <i>Shorea laevis</i> RIDL.	VI A—3 Flat		68	
	VI A—3 Edge		67	
	VI A—9 Flat		52	
	VI A—9 Edge		67	
ホ ワ イ ト メ ラ ン チ <i>Shorea</i> sp.	VI B—10 Flat		74	
	VI B—10 Edge		88	
ラ イ ト レ ッ ド メ ラ ン チ <i>Shorea</i> sp.	VII G Edge		78	

Edge : Edge grain, Flat : Flat sawn grain.

Peeled the paint film which was previously cut to 100 squares (1mm×1mm) by a razor with a cellophane stick tape.

試験片の採取位置は髓心から半径方向に60%および80%の2か所から、大きさ 5cm×5cm、厚さ 1cm の板、柢目試験片各5枚を作った。

レッド ラワン以外の樹種および木材は髓心から半径方向約70%の位置から採取した。

2.2. の塗装を行ない、20°C, R.H. 約70%の室内で2か月間調湿してから実験を行なった。

塗膜割れ促進条件および測定方法は、試験片を 20~22°C, R.H. 93~95%の室に16時間、 $-20 \pm 1^\circ\text{C}$ の低温そうに3時間、さらに $60 \pm 1^\circ\text{C}$ の乾燥器に3時間入れた。これを1サイクルとし、各サイクルごとに次の方法で割れ数を測定した。

塗膜割れを論ずる場合、割れ数だけでなく割れの大きさも測定しておく必要がある。しかし、割れの大きさの測定は困難である。それゆえ、肉眼と20および40倍率光学顕微鏡を使って、識別可能な塗膜割れ数を測定するとともに割れの大きさの表現にも使用した。

測定位置は各試験片のうち、板・柢目面の木口側両縁に発生した塗膜割れを測定した。

塗膜割れに関係すると考えられる、木材の2, 3の性質を測定した。

木材の膨潤率

長さ 6cm、幅 3cm、厚さ 1cm の板・柢目試験片を各3個作り、常温で減圧乾燥器 (2mmHg) を使って

含水率約 2% まで乾燥した。

この試験片を水をいれたデシケーターにいれ、20°C の恒温室に置いて吸湿させた。

24 時間間隔で重量を直示天秤（感量 1/1,000g）、幅および厚さをダイヤルゲージ（精度 1/100mm）を使って測定した。この測定を吸湿平衡に達するまでつづけた。

道管の数および幅

塗膜割れ試験片の被塗面に開孔している道管の数および幅を、塗装前に 50 倍率の光学顕微鏡を使って測定した。

木材の表面ひずみ

加熱乾燥型ひずみ塗料（ダイラー、共和電業製）を使い、常温で乾燥させて、木材の吸湿によるひずみを測定した。膜厚、乾燥条件および目止めなどの実験条件は満久ら⁶⁾が調べた最適条件を使用した。

ひずみ測定用試験片の採取位置および大きさは、塗膜割れ測定用試験片と同じとし、数は各 2 個とした。試験片は常温で減圧乾燥して含水率約 2% にした。表面にひずみ塗料、裏面にそり防止用にニトロセルロースラッカーを塗布した。

これをさらに減圧乾燥してから 20°C、R.H. 93% の室で 3 時間膨潤させ（含水率約 6%）、ひずみ塗料の亀裂を 20 倍率の光学顕微鏡で測定した。

亀裂密度からひずみを求めるため、上記試験片の採取位置のごく近くから長さ 15cm、幅 2cm、厚さ 2mm の炬目試験片を 10 枚作り、表面にひずみ塗料を同じ条件で塗布した。

これを 20°C、R.H. 93% 室で一端を固定して塗膜面が引張り側となるように一定のたわみを与えた。たわみの大きさは試験片表面の最大引張りひずみが 0.9% となるような値で、この範囲では試験片が短時間では近似的に弾性曲線をえがくとみなすことができた。

試験片が最大たわみに達した時点で、染料を塗布して亀裂を染色した。この亀裂の数を 20 倍率の光学顕微鏡で測り、この数と算出したひずみ量とで検量線を作った。これを使って塗膜割れ測定用試験片と同じ大きさの試験片の膨潤ひずみをだした。

結果および考察

塗膜割れ測定用試験片の道管分布数、表面に開孔している道管幅、表面積に対する道管要素率、全乾容積重および空けき率を Table 7 に示す。

含水率約 3% から約 25% までの膨潤率、含水率 1% あたりの膨潤率 (γ) および塗膜割れ促進サイクル時の試験片含水率変化にともなう収縮率を Table 8 に示す。なお、収縮率の算出には、試験片が膨縮をくり返すときヒステリシスがないものと仮定して γ を使用した。

ひずみ塗料により測定した、試験片の膨潤ひずみを Table 9 に示す。

塗膜割れ数——サイクル曲線の初期に現われる直線部分の傾斜よりだした塗膜割れ速度、および 15 サイクル後の塗膜割れ数を Table 10 に示す。

塗膜割れ数の樹種間の比較

レッド ラワンの原木間および試験片採取位置で容積重の差があるように、塗膜割れ数にも大きな差がある。それゆえ、レッド ラワンの集団と他の樹種の平均的塗膜割れ数を比較した。

塗膜割れの多い樹種には、クルインおよびバンキライなどの容積重の高いものがある。

これらの樹種は促進サイクル初期の塗膜割れ速度も速い。レッド ラワンや塗膜割れの少ない樹種の割

Table 7. 供試木材の道管, 容積重および空隙率
Vessel apparent specific gravity and void volume for sample logs

一般名 Common name	原木番号 Log number	木理 Grain	道管 Vessel			全乾容積重 ⁵⁾ γ_0 (g/cm ³)	空隙率 % of void volume	備考 Remark
			分布数 Numbers of vessel (Nos./cm)	幅 Width of exposed vessel on surface (μ)	要素率 (%) Proportion of element			
レッド ラ ウ ン <i>Shorea negrosensis</i> FOXWORTHY	IXA-1-1 ⁽¹⁾	F ⁽³⁾	6.0	87.7—210.3—350.8	12.4	0.452	69.9	
		E ⁽⁴⁾	4.4	87.7—306.6—456.0	16.2	0.380	74.7	
	IXA-1-2 ⁽²⁾	F	6.8	105.2—226.1—333.3	13.3	0.478	68.2	
		E	5.6	122.8—284.4—385.9	17.0	0.456	69.6	
	IXA-2-1 ⁽¹⁾	F	8.9	87.7—210.6—350.8	12.0	0.523	65.2	
		E	9.6	122.8—242.9—385.9	14.5	0.413	72.5	
	IXA-2-2 ⁽²⁾	F	9.9	87.5—219.7—333.3	13.0	0.570	62.0	
		E	11.1	87.0—269.4—350.8	16.0	0.554	63.1	
	IXA-3-1 ⁽¹⁾	F	7.0	87.7—202.8—385.0	12.4	0.557	62.8	
		E	7.2	52.6—241.0—385.9	14.8	0.461	69.3	
	IXA-3-2 ⁽²⁾	F	7.1	88.0—215.0—385.9	12.0	0.605	59.6	
		E	5.6	70.2—259.9—385.9	18.5	0.621	58.6	
ク ル イ ン <i>Dipterocarpus</i> sp.	IVA-2	F	15.0	52.6—184.8—403.4	29.4	0.745	51.6	
		E	10.8	52.6—195.3—385.9	24.0	0.726	50.3	
ア ピ ト ン <i>D. grandiflorus</i> BLANCO	VA-4	F	12.2	70.2—162.3—298.2	19.8	0.674	55.1	
		E	12.6	70.2—171.6—315.7	21.7	0.673	55.1	
カブール <i>Dryobalanops</i> <i>lanceolata</i> BURCK	IIIA-2	F	17.2	70.2—172.1—456.0	29.5	0.578	61.5	
		E	14.6	87.2—239.2—456.0	33.7	0.694	53.8	
バ ン キ ラ イ <i>Shorea laevis</i> RIDL.	VIA-3	F	14.8	52.6—120.3—210.5	18.6	0.854	43.1	
		E	12.8	70.2—145.9—368.2	18.8	0.854	43.1	
ホ ウ イ ト メ ラ ン チ <i>Shorea</i> sp.	VIB-10	F	10.1	87.9—202.2—473.4	21.7	0.502	66.6	
		E	9.4	122.8—236.5—473.4	22.2	0.568	62.1	
ラ イ ト レ ッ ド メ ラ ン チ <i>Shorea</i> sp.	VIIC	F	10.2	122.8—227.7—491.0	28.5	0.394	73.7	
		E	8.8	122.8—284.0—491.1	24.1	0.404	73.1	

Note (1) IXA-0-1 : The position cut on test specimens was at 60% from the pith on the distance between the bark and the pith in the log.

(2) IXA-0-2 : The position cut on test specimens was at 80% from the pith on the distance between the bark and the pith in the log.

(3) Flat sawn grain. (4) Edge grain.

(5) Apparent specific gravity in oven dry.

Table 8. 供試材の膨潤率および促進サイクル時のひずみ
Swelling and strain on accelerated weathering test cycles for sample logs

一般名 Common name	原木番号 Log number	木理 Grain	膨潤率 Swelling		1 Cycle		8 Cycle	
			β (%) ⁽⁵⁾	γ (%) ⁽⁶⁾	$(W_h^{(7)} - W_c^{(8)}) \times \gamma$ (%)	$(W_c - W_d^{(9)}) \times \gamma$ (%)	$(W_h - W_e) \times \gamma$ (%)	$(W_c - W_d) \times \gamma$ (%)
レッド ラ ウ ン <i>Shorea negrosensis</i> FOXWORTHY	IXA-1-1 ⁽¹⁾	F ⁽³⁾	6.59	0.281	0.067	2.525	0.042	3.005
		E ⁽⁴⁾	2.24	0.096	0.030	0.899	0.039	0.930
	IXA-1-2 ⁽²⁾	F	6.75	0.333	0.058	2.719	0.063	3.095
		E	2.09	0.103	0.017	0.837	0.005	0.946
	IXA-2-1	F	5.95	0.266	0.035	2.402	0.030	2.394
		E	2.44	0.110	0.014	0.993	0.006	0.857
	IXA-2-2	F	7.12	0.359	0.026	3.295	0.022	3.244
		E	3.52	0.164	0.027	1.230	0.008	1.205
	IXA-3-1	F	6.67	0.298	0.036	3.100	0.021	2.519
		E	3.80	0.165	0.020	1.647	0.013	1.387
	IXA-3-2	F	7.35	0.349	0.031	2.858	0.004	2.439
		E	4.27	0.203	0.086	1.394	0.017	1.411
ク ル イ ン <i>Dipterocarpus</i> sp.	IVA-2	F	12.69	0.556	0.050	3.014	0.061	3.086
		E	5.34	0.245	0.152	1.382	0.025	1.348
ア ビ ト ン <i>D. grandiflorus</i> BLANCO	VA-4	F	10.18	0.462	0.046	4.431	0.074	2.633
		E	4.06	0.201	0.016	1.725	0.004	1.622
カプール <i>Doryobalanops</i> <i>lanceolata</i> BURCK	IIIA-2	F	8.04	0.377	0.053	2.428	0.019	2.100
		E	3.85	0.214	0.013	1.303	0.032	1.241
バ ン キ ラ イ <i>Shorea laevis</i> RIDL.	VIA-3	F	8.12	0.438	0.004	1.634	0.004	1.393
		E	3.82	0.241	0.007	0.776	0.012	0.622
ホ ワ イ ト メ ラ ン チ <i>Shorea</i> sp.	VIB-10	F	6.52	0.330	0.050	3.079	0.010	2.089
		E	2.08	0.108	0.009	0.928	0.003	0.737
ライト レッド メランチ <i>Shorea</i> sp.	VII G	F	5.41	0.219	0.057	2.372	0.026	2.254
		E	2.18	0.092	0.029	0.876	0.011	0.917

Note, (1) IXA-0-1, (2) IXA-0-2 : (1) and (2) are referred to Table 7. (3) Flat sawn grain. (4) Edge grain. (5) Swelling percent from ab. 3% to ab. 25% moisture content. (6) Swelling percent per unit moisture content. (7) Moisture content after wetting at 20~22°C, relative humidity 95% for 3 hours. (8) Moisture content after freezing at -20°C for 3 hours. (9) Moisture content after drying at 60±1°C for 3 hours.

Table 9. 供試材の膨潤ひずみ (ひずみ塗料による測定) Swelling strain of sample logs
(measured by brittle lacquer technique on the strain analysis of wood)

一般名 Common name	原木番号 Log number	木理 Grain	亀裂密度 Crack density (No./mm)	膨潤ひずみ Swelling strain (%)
レッド ラウン <i>Shorea negrosensis</i> FOXWORTHY	IXA-1-1 ⁽¹⁾	F ⁽³⁾ E ⁽⁴⁾	3.54 1.96	0.404 0.246
	IXA-1-2 ⁽²⁾	F	5.87	0.637
	IXA-2-1	F	4.38	0.484
	IXA-2-2	F	3.27	0.377
	IXA-3-1	E	2.94	0.345
クルイーン <i>Dipterocarpus</i> sp. アピトーン <i>D. grandiflorus</i> BLANCO	IVA-2	F	4.11	0.461
	VA-4	F E	4.11 2.62	0.461 0.312
カプー <i>Dryobalanops lanceolata</i> BURCK バンキライ <i>Shorea laevis</i> RIDL. ホワイトメランチ <i>Shorea</i> sp. ライトレッドメランチ <i>Shorea</i> sp.	IIIA-2	F	3.00	0.350
	VIA-3	F E	2.68 1.57	0.318 0.207
	VIB-10	F E	3.94 2.62	0.444 0.312
	VII G	F	3.39	0.389

Note) (1) IXA-0-1, (2) IXA-0-2 : (1) and (2) are referred to Table 7. (3) Flat sawn grain.
(4) Edge grain.

Crack density and swelling strain when ab. 3%→ab. 6% moisture content.

注) レッド ラウン (IXA-1-1), クルイーン,
バンキライ板目試験片, V位置の直線の傾
斜より塗膜割れ速度を求めた。

Fig. 2 塗膜割れ数—促進サイクル
曲線

Number of paint film crack vs.
accelerated weathering cycle.

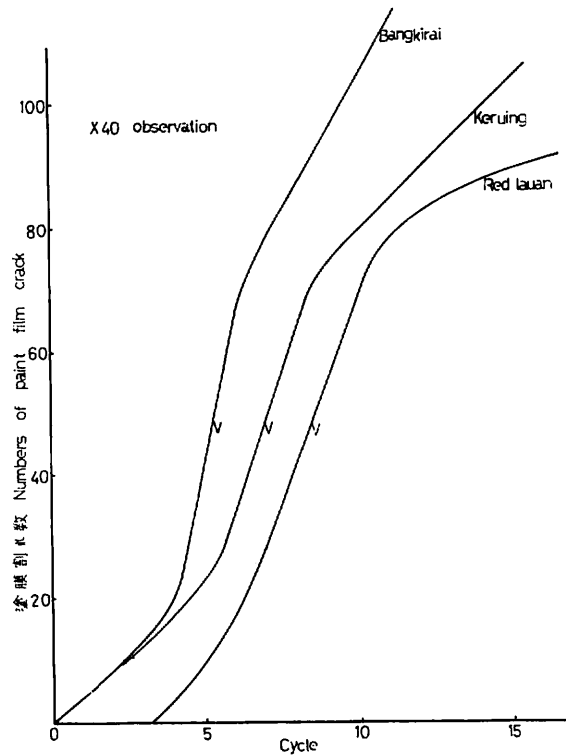


Table 10. 塗膜割れ速度および塗膜割れ数
Developed rate of paint film crack and numbers of paint film
crack by accelerated weathering test cycle

一般名 Common name	原木番号 Log number	木理 Grain	塗膜割れ速度 Developed rate of paint film crack (No./cycle)	塗膜割れ数 ⁽⁵⁾ Numbers of paint film crack	塗膜割れ速度 Developed rate of paint film crack (No./cycle)	塗膜割れ数 ⁽⁵⁾ Numbers of paint film crack
			20倍率観察 ×20 observation		40倍率観察 ×40 observation	
レッドラワン <i>Shorea negrosensis</i> FOXWORTHY	IX A-1-1 ⁽¹⁾	F ⁽³⁾	7.39	63.0	11.57	90.0
		E ⁽⁴⁾	6.49	31.3	4.86	37.7
	IX A-1-2 ⁽²⁾	F	7.28	51.0	15.68	80.0
		E	6.50	28.8	7.19	57.0
	IX A-2-1	F			13.12	80.0
		E	6.47	45.0	13.37	72.4
	IX A-2-2	F	11.17	77.5	22.73	117.0
		E	8.13	45.0	13.04	70.0
	IX A-3-2	F	6.59	53.0	15.56	64.5
		E	5.59	48.7	7.55	51.5
クルイ <i>Dipterocarpus</i> sp. アピトン <i>D. grandiflorus</i> BLANCO	IV A-2	F	19.50	94.6	25.78	121.2
		E	19.92	68.8	14.25	117.5
	V A-4	F	7.27	65.6	11.02	91.5
		E	5.72	58.2	7.75	79.3
カプール <i>Dryobalanops</i> <i>lanceolata</i> BURCK バンキラ <i>Shorea laevis</i> RIDL. ホワイトメランチ <i>Shorea</i> sp. ライトレッドメランチ <i>Shorea</i> sp.	III A-2	F	9.12	65.2	11.88	113.7
		E	8.39	60.0	10.06	94.0
	VIA-3	F	15.94	93.8	47.00	103.5
		E	13.10	78.7	11.88	88.5
	VIB-10	F	11.50	64.3	20.00	95.5
		E	9.83	47.0	11.50	83.4
	VII G	F	4.51	46.7	15.17	97.5
		E	4.51	43.7	12.02	96.6

Note) (1), (2) : (1) and (2) are referred to Table 7. (3) Flat sawn grain. (4) Edge grain.
(5) After 15 cycles.

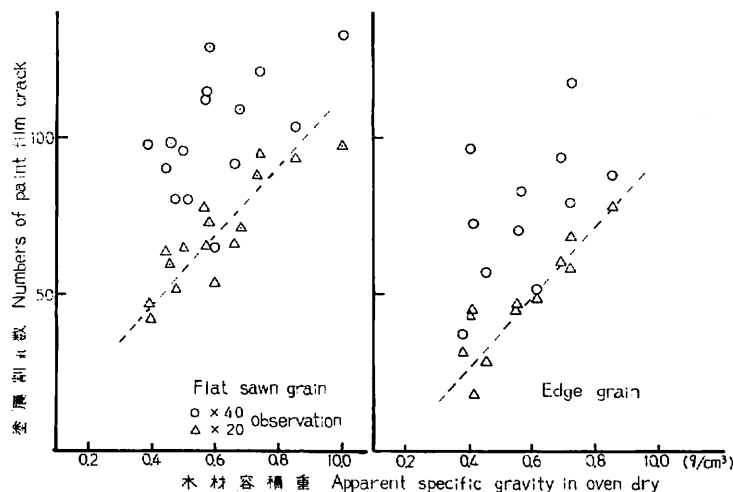


Fig. 3 塗膜割れ促進
試験15サイクル
後の塗膜割れ数
と木材全乾容積
重の関係

Relation between
number of paint
film crack on wood
after 15 cycles of
accelerated test and
apparent specific
gravity of wood.

数——促進サイクル曲線がS字型曲線をえがいているのに、これらの樹種では15サイクルの時点でまだ上部平衡領域にはいっていない (Fig. 2 参照)。

カプールもまた塗膜割れを多く発生しやすく、塗膜割れ速度も速い。

アビトン、ホワイト メランチおよびライト レッド メランチは、レッド ラワン集団の中位または多いものと同程度の塗膜割れ数を発生した。

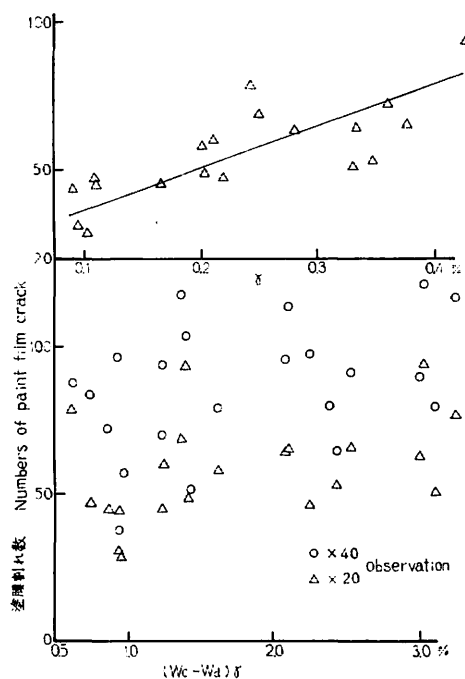


Fig. 4 塗膜割れ促進試験15サイクル後の塗膜割れ数と膨潤率の関係

Relation between number of paint film crack on wood and swelling of wood.

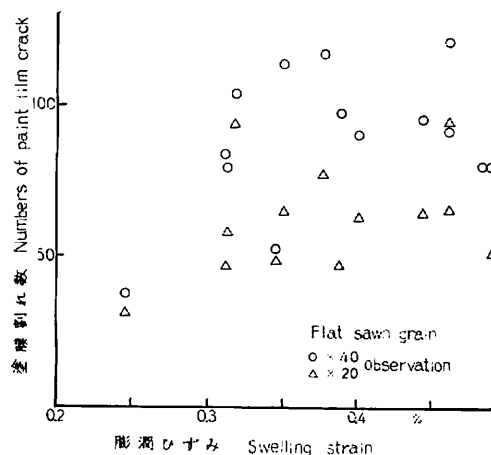


Fig. 5 塗膜割れ促進試験15サイクル後の塗膜割れ数と膨潤ひずみ (ひずみ塗料による測定) の関係

Relation between number of paint film crack on wood after 15 cycles of accelerated test and swelling strain measured by brittle lacquer technique on the strain analysis of wood.

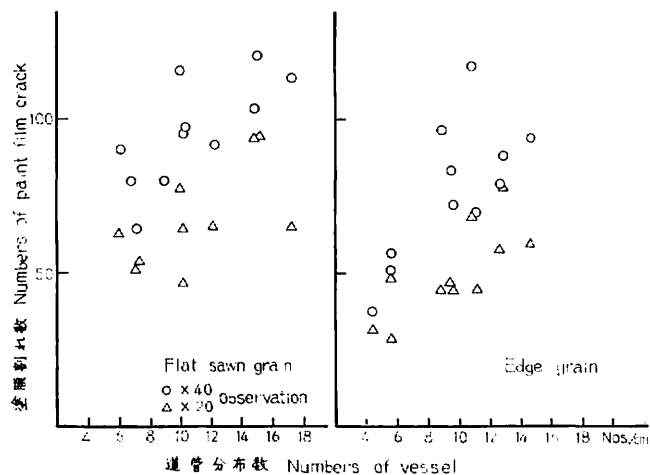


Fig. 6 塗膜割れ促進15サイクル後の塗膜割れ数と道管分布数の関係

Relation between number of paint film crack on wood after 15 cycles of accelerated test and number of vessel on test specimen.

塗膜割れと木材容積重の関係

塗膜割れ促進試験15サイクル後の塗膜割れ数と、木材容積重の関係を Fig. 3 に示す。

塗膜割れ数と木材容積重の間には比例的関係がある。すなわち容積重が高くなるにしたがい塗膜割れ発生数が多くなる。顕微鏡20倍率測定値にこの傾向が強かった。

塗膜割れ速度と容積重の間ではこの傾向がはっきりしなかった。

塗膜割れと膨潤率の関係

塗膜割れ促進15サイクル後の塗膜割れ数と、サイクル時の試験片含水率変化に1%あたりの膨潤率(γ)を乗じたものとの関係、または γ との関係を Fig. 4 に示す。

同樹種間では板目と柃目ではっきり塗膜割れ数に差がでる。それゆえ、木材膨潤率と塗膜割れの間にはっきりした関係があるものと考えられた。しかし、実測値は塗膜割れ数と γ の間でわずかに比例関係が認められるにすぎず、塗膜割れ促進サイクル時の試験片の含水率変化に γ を乗じた値と塗膜割れ数の間ではこの傾向が認められなかった。

ひずみ塗料による試験片の膨潤ひずみと、塗膜割れとの関係を Fig. 5 に示す。

膨潤ひずみが大きい試験片でも塗膜割れ数が多いとは限らず、これもはっきりした関係はつかめなかった。

塗膜割れと道管の関係

塗膜割れ数と道管分布数との関係を Fig. 6 に示す。

被塗面に道管分布数の多い樹種および丸太は塗膜割れを多く発生する。

以上、フタバガキ科の木材の二、三の性質と塗膜割れとの関係を調べた。

それぞれの一般的傾向よりもとび離れて塗膜割れを多く発生した樹種は、クルイン、カプールおよびバンキライなどがあつた。

なお、塗膜割れ測定法の一つに肉眼観察もあつたが、15サイクルまででは樹種による差がでるほど発生しなかったので、結果のとりまとめから除外した。

4. ま と め

フィリピン産レッド ラワンの塗装的性質を、対象としたフタバガキ科の数樹種との比較で検討した。

塗装作業性——レッド ラワンのニトロセルローズ系ラッカーおよびポリウレタン樹脂系塗料に対する塗装作業性は良好で、乾燥後の塗膜状態もよい。

対象としたフタバガキ科の他の樹種のうち、カプール合板では表割れのために塗膜の平滑性がそこなわれ、*Dipterocarpus* 属の木材では、材中に樹脂状物質がとくに多いものは塗膜の美観、平滑性およびポリウレタン樹脂塗料の硬化に支障をきたした。

不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化時間——レッド ラワンは原木間の差もほとんどなく、対象としたフタバガキ科の樹種のなかでは中庸の硬化時間を示した。

カプールはパニリン酸、没食子酸、フェルラ酸およびフェルレートなどのために多くの硬化時間が必要である。

他の樹種には硬化阻害をおこすものはなかった。

塗膜付着性——レッド ラワンが対象としたフタバガキ科の材のなかでは最高の値を示した。

Dipterocarpus 属の木材のうち、とくに樹脂状物質の多いものは付着性が劣った。

塗膜割れ数——レッド ラワンは原木間で差が大きかった。その理由の一つに、原木間および試験片採取位置で容積重の違いが大きいためと考えられる。

対象としたフタバガキ科の樹脂のうちでは、レッド ラワンはメランチ類とともに塗膜割れの少ない樹種である。

塗膜割れの多い樹種にはクルイン、バンキライおよびカブールなどがあつた。

木材容積重の高い木材は塗膜割れを多く発生し、被塗面に道管数の多い材もまた塗膜割れを多く発生した。

当部が行なつた南洋材の材質試験のために入手した上記フタバガキ科の樹種^{1)~4)}のうちで、レッド ラワンおよびメランチ類木材は塗装適性がすぐれていた。

文 献

- 1) 川村二郎・中村 章：カンボジア産材7樹種の塗装適性，林試研報，194，85～106，(1966)
- 2) 川村二郎・中村 章：北ボルネオ産カブール材の塗装適性試験，林試研報，197，133～150，(1967)
- 3) 川村二郎・中村 章：フィリピン産アビトン材およびカリマンタン産12樹種の塗装適性，林試研報，218，285～298，(1968)
- 4) 川村二郎・中村 章：マラヤ産クルイン材の塗装適性，林試研報，221，165～174，(1969)
- 5) 川村二郎：カブール材における不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化障害，木材誌，15，4，176～181，(1969)
- 6) 満久崇磨・佐々木 光：塗膜による木材の歪測定，木材誌，6，2，58～70，(1960)

XII Paintability Test of Red Lauan Wood (*Shorea negrosensis* FOXWORTHY) from the Philippines

Jirô KAWAMURA

Summary

As a part of the wood quality tests for tropical woods, the paintability test on the Red lauan wood was carried out.

The painting on this solid wood, workability at painting, curing time of unsaturated polyester resin varnish, paint film adhesion, and paint film cracks under accelerated weathering condition were studied and comparison made with those of other Dipterocarpaceae species in Table 1.

Experimental procedure

Workability test of paint :

The properties of repelling and leveling in spraying of paint, and curing condition of paint film were observed for all test specimens.

Curing test of paint :

The curing times of the unsaturated polyester resin varnish coated on the test specimens were measured in air-conditioned room at 20°C, R.H. 73%.

All test specimens were coated with polyurethane resin wood sealer and with unsaturated polyester resin varnish in 250μ thickness without filling.

Adhesion test of paint film :

Peeling test method (cross cut adhesion test) was carried out. In the test, the paint film which was previously cut to 100 squares (1×1 mm) by a razor was peeled off with a cellophane stick tape. Results were expressed quantitatively by number of remaining squares.

Cracking test of paint film :

Number of cracks which occurred on wood test specimens by the accelerated cold check test was measured with the microscope ($\times 20$, $\times 40$) at each cycle up to 15 cycles (one cycle consisted of wetting at $20\sim 23^{\circ}\text{C}$, R.H. 95% for 16 hours, freezing at $-20\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 3 hours and drying at $60\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 3 hours).

Results

From the results obtained in each experiment, the paintability of Red lauan wood from the Philippines was found to be as follows :

1. It seemed that Red lauan wood showed no adverse effect on the workability in painting nitrocellulosic lacquer and polyurethane resin varnish.

In the case of other Dipterocarpaceae woods in Table 1, Kapur plywood test specimens were inferior to the solid wood test specimens in levelling of paint film.

2. There was no difference among the logs of Red lauan for curing time of nitrocellulose clear lacquer and unsaturated polyester resin varnish on the woods.

Red lauan showed medium curing time for unsaturated polyester resin varnish among Dipterocarpaceae species in Table 1. (See Table 5)

The curing time on Kapur was about one hour longer than that on Red lauan. In Kapur a strong inhibition was evident from extracts which were ferulic acid, gallic acid and vanillic acid, but their contents were found in small amounts. The inhibiting action was also shown by the ferulate and ellagic acid, and contents of these extracts were more abundant in the wood than the extracts mentioned above²⁾.

3. Concerning the paint film adhesion, Red lauan showed high strength value among Dipterocarpaceae species in Table 1. It seemed that the paint film adhesion of *Dipterocarpus* species in Table 1 was rendered inferior with increase of resinous materials contained in the woods. (See Table 6)

4. In the paint film cracks developed by accelerated cold check test, there was considerable variation in the number of paint film cracks among the logs and among the cutting positions of test specimens in a log of Red lauan.

Among the Dipterocarpaceae species in Table 1, the number of paint film cracks which developed on Keruing, Bangkirai and Kapur woods was more than those on Red lauan and Meranties woods.

The number of the paint film cracks increased with increase of the apparent specific gravity of wood, and number of vessels on test specimens. (See Table 10, Fig. 3, 6)

As the conclusion it can be considered that the paintability of Red lauan is good for practical use.

XIII フィリピン産レッド ラワン材の耐朽性

松 岡 昭 四 郎⁽¹⁾

1. ま え が き

この報告は南洋材の性質に関する試験の一環として、フィリピン産レッド ラワン (*Shorea negrosensis* Foxworthy) の耐朽性を調査したものである。

とりまとめに際して、現在までおこなわれたフタバガキ科のカプール類、アピトン類などと比較して検討を加えることとした。

この試験をすすめるにあたり、試験体の製作を担当された強度研究室宮崎源十技官、ならびにとりまとめにあたって、ご指導いただいた雨宮昭二研究室長に謝意を表します。

2. 試 験 方 法

2. 1. 供 試 体

供試木は原木番号 IXA-1, 2, 3 の各丸太を使用した。供試体は、辺材は約 5 cm の辺材部の中央付近より試料を採取し、心材についてはいずれの丸太も直径 80~90 cm の大径木のため、辺材部に近い部分 (H₁, 樹心からのへだたり約80%の部分)、パンキーと思われる容積重の小さい部分 (H₄, 樹心からのへだたり約20%以内の部分)、その両者の間の H₁ に近い部分 (H₂, 樹心からのへだたり約60%の部分) とパンキー部分に近い部分 (H₃, 樹心からのへだたり約40%の部分) の4か所から採取し、半径方向の各位置の耐朽性の検討を加えた。

2. 2. 試験方法

試験方法は、既報の南洋材の試験と同様に J I S Z 2119-1958「木材の耐朽性試験方法」にしたがったが、その細部については、カプール材の報告⁴⁾にのべたとおりである。なお、既報と同じように、供試菌にヒイロタケを追加して、3種の腐朽菌を使用した。

3. 試験結果および考察

心材の放射方向の位置による耐朽性については Table 1 からわかるように、オオウズラタケ、カワラタケ両菌について、各丸太とも辺材に近い部分 (H₁) から、順次樹心の部分 (H₄) に近づくにつれて、重量減少率が大きくなる傾向にある。全体的に重量減少率が小さいため、H₁ と H₂ の間とはとくにこの傾向は明確とはいえないが、H₁ と H₃ については、オオウズラタケの No. 3 の丸太、カワラタケの No. 2 の丸太を除いて、他はすべて1および2%の危険率で有意であり、とくに H₁ と H₄ の間においては、両菌について各丸太とも、すべて1%の危険率で有意な関係がみられ、樹心に近い部分が、辺材に近い部分よりあきらかに腐朽しやすいものと考えられる。この放射方向の位置における耐朽性については、既報³⁾のカリマンタン産ジェルトン、マラヤ産クルインも同じ傾向であった。

また、放射方向の位置が異なる場合、Table 1 からわかるように、供試体の容積重も異なり、各丸太と

(1) 木材部材質改良科

Table 1. フィリピン産レッド ラウンの腐朽による重量減少率
Percentage of weight loss by decay on the Red lauan from the Philippines

供 試 菌 Test fungi	原 木 番 号 Log number	辺 心 材 * Sap- or heartwood	気乾容積重 Apparent specific gravity in air dry g/cm ³	重量減少率の範囲 Range of weight loss (%)	補正重量 減 少 率 Corrected weight loss (%)
オオウズラタケ <i>Tyromyces</i> <i>palustris</i>	IXA-1	S	0.55	2.4~3.0	0.8
		H ₁	0.48	0~1.2	0.1
		H ₂	0.46	1.8~3.8	1.8
		H ₃	0.43	3.0~5.5	3.7
		H ₄	0.35	1.7~6.7	3.9
	" 2	S	0.64	1.8~3.2	0
		H ₁	0.64	1.8~2.7	1.8
		H ₂	0.57	2.1~4.2	2.6
		H ₃	0.46	2.6~5.9	3.5
		H ₄	0.41	3.4~9.6	6.4
	" 3	S	0.67	3.4~5.2	1.2
		H ₁	0.64	1.1~1.8	1.1
		H ₂	0.58	0.8~2.3	1.4
		H ₃	0.47	0.3~2.7	1.4
		H ₄	0.47	1.8~4.9	3.5
	ブナ辺材 Sapwood of beech	S	0.64	25.2~30.5	27.3
カワラタケ <i>Coriolus</i> <i>versicolor</i>	IXA-1	S	0.54	13.4~14.7	12.1
		H ₁	0.48	1.5~1.7	0.9
		H ₂	0.46	1.5~1.9	1.1
		H ₃	0.43	2.4~2.9	2.5
		H ₄	0.32	2.8~4.8	3.4
	" 2	S	0.63	11.7~13.7	10.4
		H ₁	0.64	1.4~1.8	1.2
		H ₂	0.57	1.6~2.4	1.6
		H ₃	0.46	1.9~2.4	1.6
		H ₄	0.42	2.5~5.4	2.9
	" 3	S	0.68	12.7~13.9	10.0
		H ₁	0.64	0.8~1.7	1.1
		H ₂	0.58	1.5~2.7	1.7
		H ₃	0.47	2.6~5.8	3.7
		H ₄	0.47	4.4~6.9	5.0
	ブナ辺材 Sapwood of beech	S	0.64	18.4~20.8	19.6
ヒイロタケ <i>Pycnoporus</i> <i>coccineus</i>	IXA-1	S	0.54	13.2~15.3	12.4
		H ₁	0.48	0.1~0.3	0
		H ₂	0.46	0.2~0.7	0
		H ₃	0.43	0~0.9	0
		H ₄	0.33	0.2~0.4	0
	" 2	S	0.62	8.6~11.8	7.9
		H ₁	0.64	0~0.1	0
		H ₂	0.56	0~0.4	0
		H ₃	0.45	0.4~0.7	0
		H ₄	0.43	0.3~0.7	0
	" 3	S	0.67	7.2~16.2	12.3
		H ₁	0.63	0.2~0.4	0
		H ₂	0.58	0~0.3	0
		H ₃	0.47	0.2~1.0	0
		H ₄	0.46	0.2~0.6	0
	ブナ辺材 Sapwood of beech	S	0.63	28.6~33.6	31.5

* S: 辺材 Sapwood, H: 心材 Heartwood

H₁: 樹心からのへだたり約80%の部分の心材 (辺材に近い部分の心材) About 80% as relative distance from pith (Heartwood near the boundary between sapwood and heartwood).

H₂: 樹心からのへだたり約60%の部分の心材 About 60% as relative distance from pith.

H₃: 樹心からのへだたり約40%の部分の心材 About 40% as relative distance from pith.

H₄: 樹心からのへだたり約20%の部分の心材 (樹心に近い部分の心材) About 20% as relative distance from pith (Heartwood near the pith).

も樹心に近くなるにしたがって小さくなっている。位置における耐朽性の差を考える場合、その因子としては、耐朽性成分と物理的性質が考えられる。耐朽性成分については、とくに主要なフェノール類について、オウシュウアカマツにおいて、心材の外側が中心部より含有量の多いことが報告されているが⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁶⁾、ラワンについてその傾向があるかどうか、また、その含有量あるいはその他の含有成分の差が、耐朽性にどのように影響するかなど不明であるから、試みに今回は容積重と腐朽との関係についてのみ検討を加えてみた。この容積重と重量減少率との関係をみたものが Fig. 1 である。Fig. 1 の数値は各位置の個々の供試体の容積重はほとんど同じであり、重量減少率もバラツキが少ないので、Table 1 の気乾容積重およびその重量減少率を用いた。図のごとく両菌とも容積重が大きくなると、重量減少率が小さくなる関係にある（相関係数は両者とも危険率 1% で有意）。

辺心材については辺材はカワラタケ、ヒイロタケの両菌によって、各丸太とも 10% 前後の重量減少率がえられ、心材に比較して腐朽しやすいことを示したが、オオウズラタケの場合は、各丸太ともほとんど重量減少がなくきわめて特異な結果を示した。各丸太とも同じような結果であることから考えて菌に対する抵抗性のちがいと思われる。心材はオオウズラタケ、カワラタケの両菌に対して同じ傾向を示し、各丸太とも辺材に近い部分はほとんど重量減少がなく、樹心付近の供試体について、わずかながら重量減少がみられた。しかし、ヒイロタケについては、各丸太、各部分とも重量減少がなく、辺材におけるオオウズラタケと同じように特異な結果を示した。

なお、IXA-1 の丸太は、他の丸太に比較して容積重が小さいが、この腐朽試験の結果においては差がなく、辺材、心材の各部とも同じ傾向を示した。

以上のべたように辺材、心材ともそれぞれ 1 種の菌について特異な結果を示したが、このような例はこれまでにもあり、実際に使用した場合を考えると、いかなる菌によって腐朽するかわからないので、室内試験の場合も、1 種の菌でも腐朽したならば、その耐朽性を支配するものとして判断することが妥当と思われる。このようなことから考えれば、辺材は心材に比べればかなり腐朽しやすい。心材の各部分のなかでは、比較的腐朽しやすい樹心付近、すなわち、バンキー部分でもわずかの腐朽しかみられず、総体的にかなりの耐朽性が期待される。当研究室での別試料による野外試験⁽⁷⁾の結果では、レッド ラワン *Shorea* sp. は耐用年数約 6 年であり、本邦産のスギ、カラマツの心材と同程度の耐朽性を示しており、これらの結果とあわせて考えると、耐朽性で「中」のなかでも高いグループ、あるいは「大」の区分にはいると思われる。

今までにおこなってきた一連の南洋材樹種のうちのフタバガキ科の樹種と、このレッド ラワンの結果を比較してみると、*Shorea* sp. のなかでは、ホワイト メランチ、ライト レッド メランチとはほぼ同程

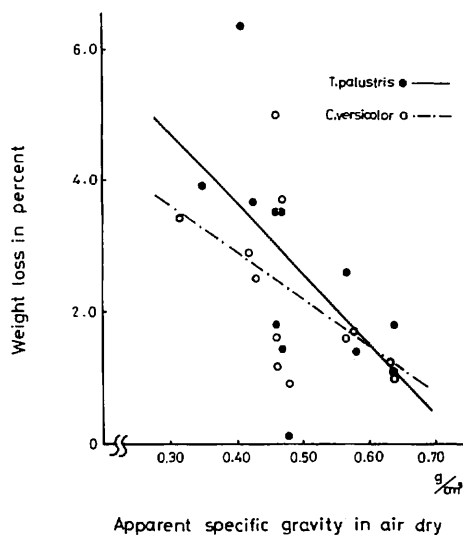


Fig. 1 Red lauan の心材における重量減少率と容積重との関係
 Relation between the weight loss by decay and the specific gravity on the heartwood of Red lauan.

Table 2. 南洋材各樹種の
Percentage of weight loss on the

一般名 Common name	学名 Scientific name	産地 Locality	樹種記号 Mark of species
レッド ラン Red lauan	<i>Shorea negrosensis</i> FOXWORTHY	フィリピン Philippines	IX A
バンキライ Bangkirai	" <i>laevis</i>	カリマンタン Kalimantan	VIA
ホワイト メランチ White meranti	" sp.	"	VIB
ライト レッド メランチ Light red meranti	" sp. sect. <i>Rubroshorea</i>	"	VII G
バラウ (1) Balau	" sp. sect. <i>Shorea (Eushorea)</i>	"	VII H
バラウ (2) Balau	" sp. sect. <i>Shorea (Eushorea)</i>	"	VII I
バラウ (3) Balau	" sp. sect. <i>Shorea (Eushorea)</i>	"	VII J
コムニヤン Kommhan	" <i>hypochra</i> HANCE	カンボジア Cambodia	II B
チュテール バンコイ Chhoeuteal bangkuoi	<i>Dipterocarpus</i> <i>insularis</i> HANCE	"	II A
チュテール サール Chhoeuteal sar	" <i>alatus</i> ROXB.	"	II ㊤
クルイン Keruing	" sp.	カリマンタン Kalimantan	IVA
"	" sp.	マラヤ Malaya	VII A
アピトン Apitong	<i>Dipterocarpus grandiflorus</i>	フィリピン Philippines	VA
コキー クサイ Koki khsach	<i>Hopea pierrei</i> HANCE	カンボジア Cambodia	II E
ギアム Giam	<i>Cotylelobium</i> sp.	カリマンタン Kalimantan	VII E
レサク Resak	<i>Vatica</i> sp.	"	VII F
カプール Kapur	<i>Dryobalanops</i> sp.	北ボルネオ North Borneo	III A
ブジック Phdiek	<i>Anisoptera glebra</i> KURZ	カンボジア Cambodia	II C
ロヨン Ro yong	<i>Parkia streptocarpa</i> HANCE	"	II D
スローラ クラハム Srol Kraham	<i>Dacrydium elatum</i> (ROXB.) WALL.	"	II F
ロンリアン Rong leang	<i>Tristania</i> sp.	"	II G
ジェルトン Jelutong	<i>Dyera</i> sp.	カリマンタン Kalimantan	VIA
カラス Karas	<i>Aquilaria</i> sp.	"	VII B
テラリン Teraling	<i>Tarrietia</i> sp.	"	VII C
チャンパカ Champaka	<i>Michelia</i> sp.	"	VII D
ボルネオ オーク Borneo oak	<i>Quercus</i> sp.	"	VII K
ケレダン Keledang	<i>Artocarpus</i> sp.	"	VII L
ケラット Kelat	<i>Eugenia</i> sp.	"	VII M

心材の耐朽性試験結果

heartwood of tropical woods by decay

重量減少率 Wt. loss in percent			
オオウズラタケ <i>T. palustris</i>	カワラタケ <i>C. versicolor</i>	ヒイロタケ <i>P. coccineus</i>	ウスバタケ <i>I. lacleus</i>
2.6	2.2	0	—
1.0	0.8	1.1	—
1.1	2.1	1.2	—
0	0.2	0	—
0	0	0	—
0	0	1.4	—
0	0	1.0	—
1.6	2.1	—	1.3
1.4	4.3	—	1.3
3.2	7.4	—	3.2
2.0	7.3	—	—
7.1	5.7	2.3	—
7.4	8.3	—	7.6
1.5	1.6	—	1.3
0	0.5	0	—
0	0.5	0	—
0	3.2	—	0
2.0	2.1	—	1.4
11.5	13.9	—	15.6
0.6	7.3	—	3.7
3.4	2.7	—	2.7
5.0	18.6	30.0	—
25.0	18.1	38.9	—
0	2.6	3.8	—
0	0.3	0	—
0	0.7	1.6	—
6.7	16.2	23.7	—
0	1.3	2.0	—

度の耐朽性をもつものと思われる。その他のバンキライ、バラウ、コムニヤンは、レッド ラワンより耐朽性は大きい。*Dipterocarpus* sp. に属するチュテール バンコイ、チュテール サール、クルインおよびアピトンの各樹種は、いずれもレッド ラワンよりは耐朽性が小さいと判断される。当研究室での野外試験の結果でも、アピトンおよびチュテール (いずれも *Dipterocarpus* sp. で細部については不明) とも 4, 5 年の耐用年数で、レッド ラワン *Shorea* sp. より寿命が短い。その他の属では、レッド ラワンより耐朽性の小さいものとしてカプールがある。その他のコキー クサイ、ギアム、レサクはいずれもレッド ラワンよりは耐朽性は大きい。とくにコキー *Hopea* sp. は、野外試験では 8 年経過でなお腐朽が少なく、この状態ならば耐用限度に達するまでに 10 数年かかるものと推定され、きわめて耐朽性の大きいことを示している。

なお、レッド ラワンと他の樹種との相対的な関係を比較するのに便利のために、今までにおこなってきた南洋材の心材についての試験結果を、まとめて Table 2 に示した。*Shorea* sp., *Dipterocarpus* sp. を表の前半にまとめ、各樹種の重量減少率は、各丸太、各位置においてえられた値の総平均値を示した。

4. ま と め

レッド ラワンの耐朽性を J I S Z 2119-1958「木材の耐朽性試験方法」によって調査した。その結果はつぎのとおりである。

1. 辺材は心材に比較して腐朽しやすいが、心材は供試菌 3 種ともわずかの重量減少率で、他の野外試験などとあわせて考えると、かなりの耐朽性が期待される。耐朽性の区分では「中」、あるいはそれ以上に相当すると判断される。
2. 心材の放射方向における耐朽性は、樹心に近い部分が、辺材に近い部分より腐朽しやすい結果がえられ、既報のカリマンタン産ジェルトン、マラヤ産クルインと同じ傾向にある。

文 献

- 1) ERDTMAN, H., A. FRANK and G. LINDSTEDT: Constituents of Pine Heartwood. XXVII, The Content of Pinosylvic Phenols in Swedish Pines. Svensk Papp. Tidn, 54, 275~279, (1951)
- 2) ———, A. MISIORNY: Constituents of Pine Heartwood. XXXI, The Content of Pinosylvic Phenols in Swedish Pines. Svensk Papp. Tidn, 55, 605~608, (1952)
- 3) 松岡昭四郎: 南洋材の性質 14, カリマンタン産バンキライ, ホワイト メランチ, カリマンタン産 13 樹種, およびマラヤ産クルインの耐朽性試験, 林試研報, 230, 165~176, (1970)
- 4) ———ほか: 浅川実験林苗畑の杭試験 (第 3 報), 各樹種の野外試験による耐朽性調査結果, 林試研報, 232, (1970)
- 5) 木材部: 南洋材の性質 4, 北ボルネオ産カプール材の性質 (1), 林試研報, 197, 151~153, (1967)
- 6) THIELGES, B. A.: Position Effects in the Quantitative Determination of Heartwood Phenols of *Pinus sylvestris*. Phytochemistry, 7, 8, 1411~1413, (1968).

XIII Relative Durability of Red Lauan (*Shorea negrosensis* FOXWORTHY) from the Philippines

Shôshirô MATSUOKA

Summary

This experiment was carried out to determine the decay durability of Red lauan from the Philippines against common wood-destroying fungi by the sawdust-block method (JIS Z 2119-1958).

The results obtained from this test were as follows :

1. The difference in the durability among each part (H₁, H₂, H₃ and H₄) on the cross section of the heartwood of Red lauan was recognized, and the weight loss on the heartwood near the pith of log was more than on the heartwood near the boundary between sapwood and heartwood.
2. The durability on the sapwood is lower than on the heartwood.
3. The durability on the heartwood of Red lauan was graded moderately resistant.

XIV フィリピン産レッド ラワン材のパルプ化

香 山 彌⁽¹⁾・菊 池 文 彦⁽²⁾
高 野 勲⁽³⁾・宇 佐 見 国 典⁽⁴⁾
本 山 収⁽⁵⁾

この報告は林産化学部、木材部で行なっている共同研究“南洋材の性質”の一環として行なったもので、フィリピン産レッド ラワン材のクラフト法によるパルプ化試験の結果について述べたものである。

1. 供試材および試験方法

供試材の丸太番号は Table 1 のとおりである。

Table 1 に述べられている試料について、木材分析、木材繊維の形態的性質、パルプ化、漂白、漂白パ

Table 1. 供 試 材 Wood samples

一般名 Common name	学 名 Scientific name	産 地 Locality	原木番号 Log number
レッド ラワン Red lauan	<i>Shorea negrosensis</i> FOXWORTHY	フィリピン	IX A-1-(1) IX A-1-(5) IX A-2-(1) IX A-2-(5) IX A-2-(1) B* IX A-2-(1) O**

* : 脆心材部 Brittle heart.

** : 外縁部 Outer part of the disk.

(1)~(4) 林産化学部林産化学第3科

(5) 林産化学部林産化学第2科

ルプの色もどり、未漂白および漂白パルプの諸強度などの試験あるいは測定を行なった。試料調製法および試験方法は前報¹⁾と同様である。ただし、クラフト法蒸解液の活性アルカリ添加率は16%の1水準を使用した。

2. 結果および考察

2. 1. 化学的性質

供試材の化学分析および逐次抽出の結果は Table 2 のとおりである。

供試材の化学組成は、個体別に著しい差はなく、脆心材部 (Brittle heart) も化学組成の点では特に異なった結果は示していない。これらの値をこれまで試験を行ってきた多くの南洋材の分析結果と比較すると、灰分、可溶分含有量はいずれも低いグループに属し、リグニン含有量は30%以上のかかなり高いグループに属する。きわめて特徴的なのはホロセルロース含有量で、これまでの結果では80%を越えるものではなく、最高の値を示している。ホロセルロース含有量と密接な関係を有する α -セルロース含有量は 53.5 ~ 56.7% で、やはりこれまでの最高値を示した。

2. 2. 供試材繊維の形態的性質

供試材繊維の形態は、Table 3 のとおりである。

供試材の繊維長は 1.64 ~ 1.77 mm、繊維幅は 33.9 ~ 37.2 μ 、細胞壁の厚さは 8.2 ~ 9.1 μ で、個体および部位別による変異はあまり大きくない。供試材の比重 (容積密度数) は似かよった値を示したが、IXA-2 の伐採点からの距離約 27 m の部位はやや高い値を示した (0.52 g/cm³)。これらの値は、これまで試験を行ってきた南洋材のなかでは、繊維長ではだいたい平均的なグループに属し、繊維幅はやや広く、細胞壁の厚さはやや薄いグループに属するものと考えられる。したがって、材の比重も比較的低い値

Table 2. 供試材の化学組成
Chemical components of

試料 Wood sample	灰分 Ash	可溶分 Solubility in		ホロセルロース*1 Holocellulose	α -セルロース*2 α -cellulose
		熱水 Hot water	アルコール・ベンゼン Et·OH-Benzene		
IXA-1-(1)	0.35	3.8	2.1	81.4	56.2
IXA-1-(5)	0.68	3.3	1.9	80.5	53.5
IXA-2-(1)	0.30	2.6	1.6	79.8	53.5
IXA-2-(5)	0.21	3.5	1.3	82.9	56.7
IXA-2-(1)B	0.23	2.3	1.5	81.0	58.4
IXA-2-(1)O	0.24	2.5	1.3	82.4	56.6

All results are based on oven dry wood.

*1 灰分, リグニン補正 Ash, lignin free. *2 灰分補正 Ash free.

Table 3. 供試材繊維の形態的性質
Morphological properties of wood samples

試料 Wood sample	繊維長(mm) Fibre length	繊維幅(μ) Fibre diameter	細胞膜壁厚(μ) Cell wall thickness	材の容積密度数(g/cm ³) Bulk density of wood
IXA-1-(1)	1.67	37.2	8.2	0.40
IXA-1-(5)	1.66	35.9	8.9	0.43
IXA-2-(1)	1.77	33.9	9.4	0.44
IXA-2-(5)	1.64	34.3	9.1	0.52

Table 4. パルプ化条件および硫酸塩パルプの性質

Pulping conditions and properties of unbleached sulphate pulps

パルプ化条件：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 hr, 最高温度保持時間 1.5 hr

Pulping condition : Sulphidity 25% (based on active alkali), schedule : 1.5 hr. to 170°C, and 1.5 hr. at 170°C.

蒸解番号 Cook No.	試 料 Wood sample	液 比 Liq. to wood ratio	収 率 Yield %*			ローエ価 Roe number	K 価 Kapper number	白色度(未漂白) Brightness (unbleached)
			精 選 Screen- ed	粕 Screen- ings	全 Total			
1	IXA-1-(1)	4	46.6	0.04	46.7	5.05	33.23	15.3
2	IXA-1-(5)	4	45.2	0.1	45.3	5.98	39.18	13.0
3	IXA-2-(1)	5	47.4	0.1	47.4	3.69	24.62	19.0
4	IXA-2-(5)	4	45.6	0.2	45.8	5.27	34.62	13.5
5	IXA-2-(1)B	5	40.7	0.04	40.7	4.11	27.28	24.7
6	IXA-2-(1)O	5	48.5	0.2	48.7	4.68	30.89	16.1

* 対絶乾木材 Based on O. D. wood.

を示している。

2. 3. パルプ化

パルプ化の条件および得られたパルプの性質は Table 4 のとおりである。

パルプ収率は45.3~47.4%で、あまり大きな変異は認められない。またスクリーン粕量は非常に少なく、繊維化はいずれも十分に行なわれていた。ただし、IXA-2 の脆心材部のパルプ収率は40.7%で、他と比較するとかなり低い値を示したが、Table 2 に明かなように、この部分と外縁部分とのホロセルロース、 α -セルロースの含有量にはほとんど差が認められないので、この原因については、ここでは化学組成の面 (対絶乾木材%)

wood samples

リ グ ニ ン Lignin	可 溶 分 (逐次抽出) Solubility in (successive extraction)				
	ヘキサン Hexan	エーテル Ether	アセトン Acetone	メタノール Methanol	計 Total
33.4	0.82	0.77	0.92	1.18	3.69
33.5	0.69	0.70	1.16	1.77	4.32
32.2	0.62	0.73	0.73	1.26	3.34
33.7	0.60	0.74	1.42	1.41	3.87
30.6					
31.5					

からは明らかにすることはできなかった。ローエ価は3.69~5.98でいずれも漂白用パルプとしてはかなり高すぎると思われる。未漂白パルプの白色度は13.0~19.0でかなり低く、脆心材部のみが24.7と比較的高い値を示した。これらの値を他の南洋材パルプと比較すると、収率では脆心材部を除き、比較的高いグループに属し、ローエ価はやや高く、未漂白パルプの白色度では、同属のホワイト メランチ (28.7)²⁾、ライト レッド メランチ (28.8)²⁾ などよりかなり低い。

2. 4. 漂 白

漂白パルプの性質は、Table 5 のとおりである。

Table 5. 漂白パルプの性質
Properties of bleached sulphate pulps

パルプ番号 Pulp No.	収率 Yield (%)		白 色 度 Brightness		P C 値* PC number
	漂白歩止り Unbleached pulp basis	対木材歩止り O. D. wood basis	未漂白 Unbleached	漂白 Bleached	
1 IXA-1-(1)B	96.6	45.0	15.3	83.5	1.54
2 IXA-1-(5)B	95.3	43.0	13.0	82.8	0.98
3 IXA-2-(1)B	96.0	45.5	19.0	85.4	0.90
4 IXA-2-(5)B	91.0	41.5	13.5	83.5	1.22
5 IXA-2-(1)B・B	96.3	39.1	24.7	82.9	1.64
6 IXA-2-(1)O・B	95.8	46.5	16.1	84.2	0.94

* 文献 1) 参照, See reference 1).

漂白条件 Cl₂-NaOH-ClO₂-NaOH-ClO₂

条件の詳細は文献 1) 参照。Bleaching conditions are described in the reference 1).

Table 6. 紙力試験結果
Evaluation of sulphate pulps

パルプ番号 Pulp No.	坪量 Basis weight g/m ²	厚さ Thick- ness mm	密度 Density g/cm ³	裂断長 Break- ing length km	比破裂 強さ Burst factor	比引裂 強さ Tear factor	耐折強さ Folding endur- ance	フリース ネス (CSF) cc
未漂白 Unbleached	1 IXA-1-(1)	59.86	0.071	0.84	8.4	7.0	141.7	220
	2 IXA-1-(5)	57.35	0.070	0.82	8.1	6.8	134.6	200
	3 IXA-2-(1)	61.31	0.073	0.84	7.5	5.9	156.6	225
	4 IXA-2-(5)	58.93	0.077	0.77	7.1	5.2	152.7	210
	5 IXA-2-(1)B	59.13	0.066	0.90	7.3	5.1	110.6	230
	6 IXA-2-(1)O	60.58	0.075	0.81	6.2	5.6	151.2	230
漂白 Bleached	1 IXA-1-(1)・B	62.05	0.073	0.85	8.2	6.0	141.8	200
	2 IXA-1-(5)・B	62.11	0.073	0.85	7.0	6.0	146.4	225
	3 IXA-2-(1)・B	62.84	0.074	0.85	7.7	5.6	176.2	220
	4 IXA-2-(5)・B	60.48	0.070	0.86	6.3	4.8	158.7	230
	5 IXA-2-(1)B・B	61.28	0.066	0.93	7.0	5.2	110.3	220
	6 IXA-2-(5)O・B	62.81	0.074	0.85	6.8	5.3	188.5	200

供試パルプの漂白性はあまり良好でなく、だいたい漂白後の白色度83~85の範囲にあった。一方、色もどりの程度を示すP C値は、0.9~1.6程度であまり高くない。従来の試験で *Dipterocarpus* 属のクルイン材パルプなどの場合に、顕著に認められた試験シート上の樹脂はてんは、今回の供試材パルプにはほとんど認められなかった。

2. 5. パルプの物理的性質

供試材パルプ（未漂白および漂白）の物理的性質は、Table 6 のとおりである。

供試材パルプ諸強度の個体差は、引裂強さは IXA-2 が高く、引張り、破裂、耐折強さは IXA-1 の方が高い。これは Table 3 に示されているように、IXA-1 は IXA-2 に比べると、材の容積密度数がやや低く、木繊維の繊維長が短く、一方繊維幅が広く、細胞膜壁がやや薄いという形態的特徴の影響を受けているものと思われる。また IXA-2 の脆心材部パルプの強度は、外縁部のパルプと比較すると、引裂き強さ、耐折強さがかなり低いが、引張り、破裂強さにはあまり差が認められない。試験シートの密度は0.90

でかなり高い。このことは、解剖学的性質の章に示されているように、脆心材部は外縁部と比較して材の容積密度数が低く、木繊維の繊維長が短く、繊維幅が広く、膜壁が薄いという形態的特徴の影響をやはり受けているものと思われる。

Table 6 に示されている諸性質を他の南洋材パルプと比較すると、パルプシートの密度、諸強度ともに平均値をやや上回る値を示している。また漂白処理による諸強度の低下は少なかった。

3. 摘 要

フィリピン産レッド ラワン材 (IXA-1, IXA-2) についてパルプ化試験を行なった。

得られた結果の概要は次のとおりである。

1) 木材組成成分分析の結果、個体別に著しい差はなく、脆心材部も特に異なった結果は示さなかった。

ホロセルロース、 α -セルロースの含有量は高い値を示した。

2) 供試材の繊維長は 1.64~1.77 mm, 繊維幅は 33.9~37.2 μ , 細胞壁の厚さは 8.2~9.1 μ であった。材の比重 (容積密度数) は 0.45 前後で比較的低い値を示した。

3) パルプ化試験の結果、パルプ収率はかなり高く、諸強度もこれまで試験を行ってきた南洋材パルプのなかでは、平均値を上回る値を示しているが、一方ローエ価が高く、未漂白パルプの白色度は低く、漂白性はあまり良好とはいえなかった。漂白パルプの樹脂はほとんど認められず、色もどりは大きくなかった。脆心材部のパルプは、収率がかなり低い値を示したが、その他の点では外縁部パルプと比較して大きな差は認められなかった。

文 献

- 1) 香山 強・菊池文彦・高野 勲・宇佐見国典：南洋材の性質 5, カンボジア産材の性質(3) カンボジア産材 8 樹種のパルプ化 (英文), 林試研報, 197, 155~166, (1967)
- 2) 香山 強：南洋材のパルプ化, 紙パ技協誌, 22, 175~187, (1968)

XIV Kraft Pulping and Papermaking Characteristics of Red Lauan from the Philippines

Tsutomu KAYAMA, Fumihiko KIKUCHI, Isao TAKANO,
Kuninori USAMI and Osamu HONDA

Summary

This paper presents results of experiments on the kraft pulping and papermaking of two logs of Philippine Red lauan (*Shorea negrosensis*).

The results are summarized as follows :

1) The results of the chemical analysis of the wood samples are given in Table 2.

The wood samples gave higher holocellulose and α -cellulose contents than the corresponding values for many species of tropical hardwoods. There were no significant variations in the main components and extractives between brittle heart and outer part of the log.

2) Morphological properties of wood fibres of the samples are given in Table 3.

These samples ranged in fibre length from 1.64 to 1.77 mm, in diameter from 33.9 to 37.2

μ , and in cell wall thickness from 8.2 to 9.1 μ . The basic density of the samples was relatively low.

3) The results of pulping and bleaching tests are shown in Tables 4 and 5 respectively. Evaluation data for the unbleached and bleached pulps are shown in Table 6.

The pulps from the wood samples had higher yield and strength properties than the average of the pulps from many tropical hardwoods. On the other hand, these pulps had relatively high Roe number, lower brightness of unbleached pulp, and poor bleachability. The pulp properties of brittle heart were quite similar in comparison with those of outer part of the log, except for its low pulp yield.

XV フィリピン産レッド ラワン材のハードボード適性

長 沢 定 男⁽¹⁾

佐 野 弥 三 郎⁽²⁾

1. ま え が き

本試験は林産化学部および木材部の共同研究（南洋材に関する研究）の一部としてとりあげたもので、フィリピン国ミンダナオ島産レッド ラワンのハードボード適性（湿式法による製法）につき試験するとともに、今までに試験を行なった他の南洋材を原料とするハードボードと比較し、検討をおこなったものである。

試験に際し、ご協力いただいた応用研究室の各位に深く感謝する。

2. 試 供 原 料

供試材については IXA-1~3（記号については緒言参照）の 3 丸太を用い、IXA-1 および IXA-2 は元口部分（IXA-1-(1), IXA-2-(1)）と末口部分（IXA-1-(5), IXA-2-(5)）の 2 か所から、IXA-3 は末口部分（IXA-3-(5)）から採取したものを原料とした。

3. 試 験 方 法

チップ化、パルプ化ならびに成型、熱圧、熱処理、材質等の試験方法はすべて前報（林業試験場研究報告第 207 号および同第 218 号）と同様に行なった。

4. 試 験 結 果

4. 1. 蒸煮温度試験

蒸煮解繊時の温度差によるパルプ収率の結果は Fig 1 に、篩分け試験結果は Table 1 に示す。

また材質試験の結果は Fig. 2~3 に、ボードの白色度は Table 2 に示す。

さらにこれらの 5 供試材のうち IXA-1-(5), IXA-2-(5), IXA-3-(5)（いずれも末口部分）の 3 供試材に

ついては一般的な処理試験 (サイズ処理, 油脂処理) をおこなうこととし, 次の試験を実施した。

4. 2. サイズ処理試験-1

上記の3供試材につき材質の改善とくに耐水性の向上を目的として次のようなサイズ処理をおこなった。

すなわち, 蒸煮温度183℃で処理したパルプを用い, 成型時にパラフィンエマルジョンを0.3, 0.6, 0.9% (対絶乾パルプ) の3段階に区分して添加し, これに強度の低下を防止するためフェノール樹脂0.3%を同時混入したのち, 硫酸アルミニウム溶液によりパルプ液のpHを 4.5 ± 0.2 に調製してサイズ剤を十分沈着させた。

ついで常法どおり成型, 熱圧および熱処理 (熱風迅速乾燥機内で150℃, 3時間) を行ない, 調湿して材質試験に供した。

これらの結果を Fig. 4~5 に示す。

4. 3. サイズ処理試験-2

前記3供試材からのパルプに, 強度および耐水性の向上を目的としてフェノール樹脂を0.3, 0.6, 0.9%と3段階に区分して添加し, 同時にパラフィンエ

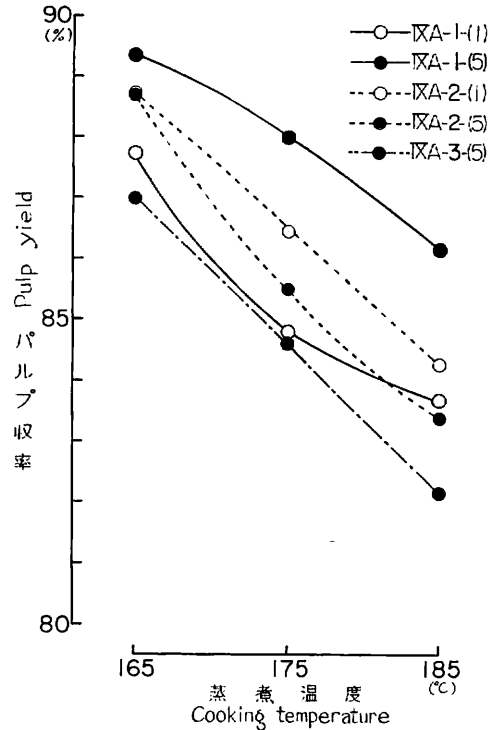


Fig. 1 蒸煮温度とパルプ収率との関係
Relationship between cooking temperature and pulp yield.

Table 1. 簡 分 分 析 結 果
Results of screen analysis

原木番号 および温度 °C Log number and temperature		篩目 (μm)				
		~24	24~48	48~80	80~150	150~
IXA-1-(1)	165	17.4	47.2	10.2	4.1	21.1
	175	16.3	47.6	8.0	4.9	23.2
	183	16.1	48.4	6.3	5.3	23.9
IXA-1-(5)	165	14.9	48.8	11.3	4.5	20.5
	175	14.2	48.0	10.7	4.5	22.6
	183	14.2	47.1	10.5	5.1	23.1
IXA-2-(1)	165	15.8	48.5	7.4	4.2	24.1
	175	14.0	46.7	10.7	4.9	23.7
	183	14.1	47.0	10.7	5.8	23.4
IXA-2-(5)	165	15.9	46.5	11.0	4.0	22.6
	175	15.2	46.5	9.2	5.0	24.1
	183	14.0	40.8	14.5	5.7	25.0
IXA-3-(5)	165	16.8	48.1	9.1	4.5	21.5
	175	15.3	46.5	8.9	5.6	23.7
	183	14.7	46.2	9.7	5.6	23.8

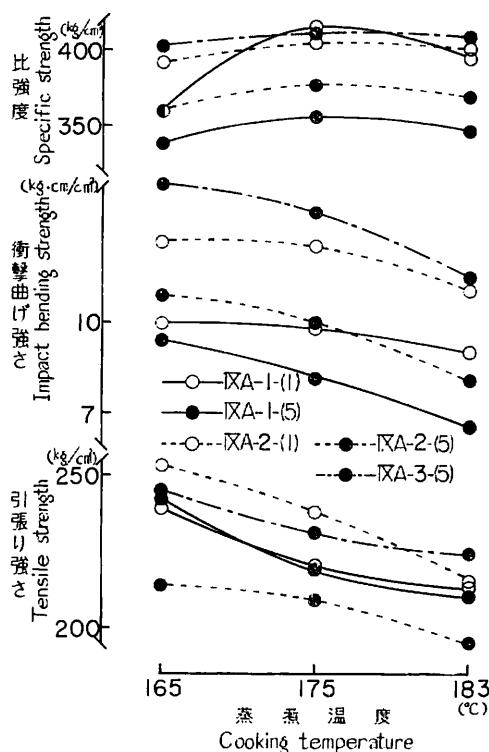


Fig. 2 蒸煮温度と材質との関係 (その1)
Relationship between cooking temperature and properties of fiberboard.

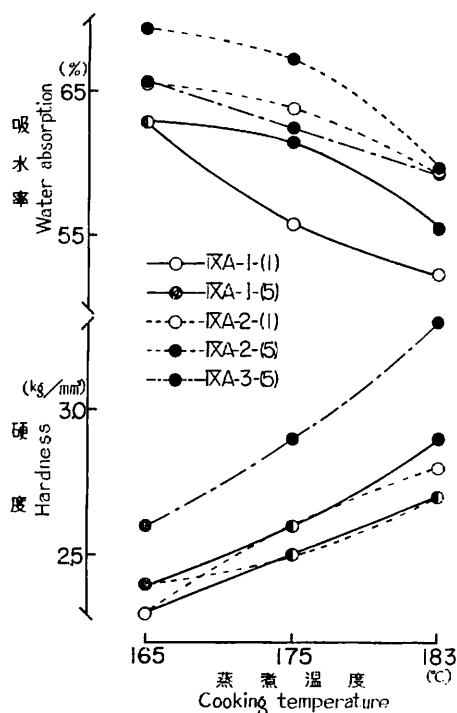


Fig. 3 蒸煮温度と材質との関係 (その2)
Relationship between cooking temperature and properties of fiberboard.

Table 2. 白 色 度*
Brightness of fiberboard

原 木 番 号	白 色 度 Brightness		
	Cooking temperature (°C)		
	165	175	183
IXA-1-(1)	24.9	22.3	18.8
IXA-1-(5)	25.0	23.1	19.4
IXA-2-(1)	24.9	22.3	19.6
IXA-2-(5)	24.0	22.6	19.1
IXA-3-(5)	22.2	20.7	18.3

* Determined by Hunter's multipurpose reflect meter.

マルジョンを0.3%混入して同様にボードを製造した。

得られた結果を Fig. 6~7 に示す。

4. 4. 油脂処理

サイズ処理試験に使用したものと同様のパルプをもちいて製板し、熱圧直後にアマニ油を3%, 6%, 9%の3段階に区分して噴霧添加し、さらに熱風迅速乾燥機中で150°C, 3時間の熱処理をおこなって試験板を作製した。

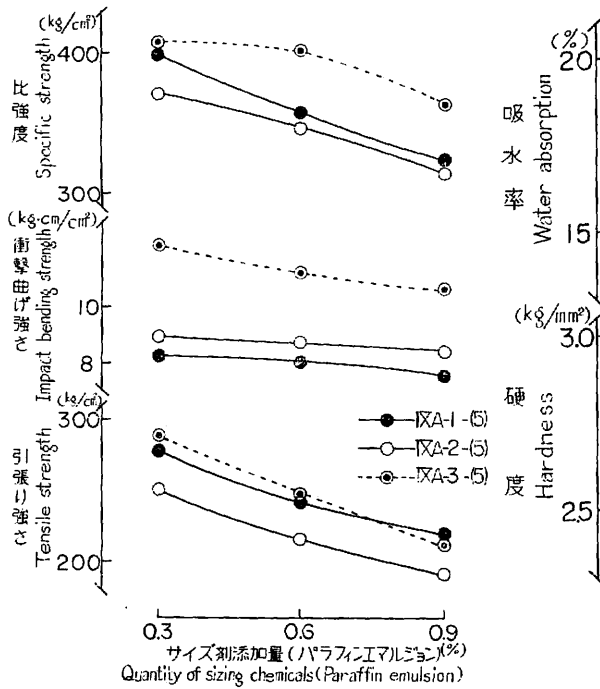


Fig. 4 サイズ剤添加量と材質との関係 (その1)
Relationship between amount of sizing agent and properties of fiberboard.

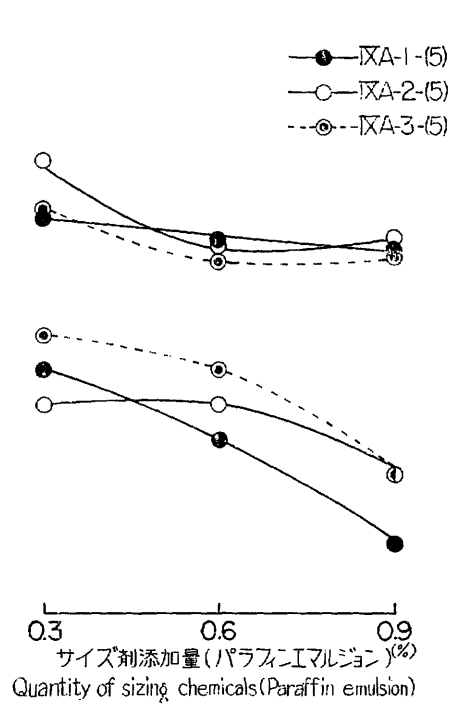


Fig. 5 サイズ剤添加量と材質との関係 (その2)
Relationship between amount of sizing agent and properties of fiberboard.

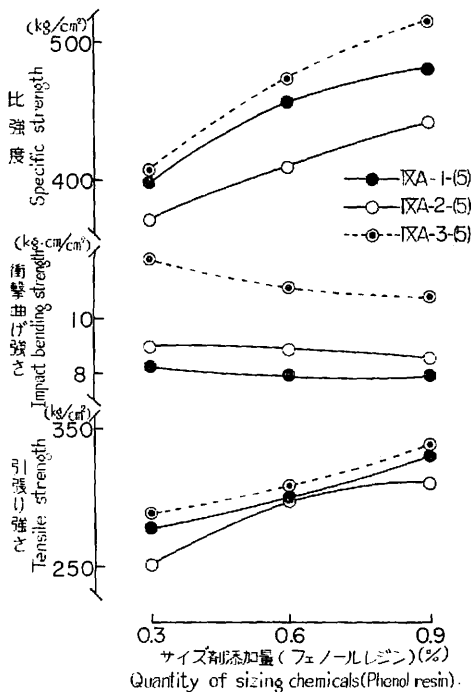


Fig. 6 サイズ剤添加量と材質との関係 (その1)
Relationship between amount of sizing agent and properties of fiberboard.

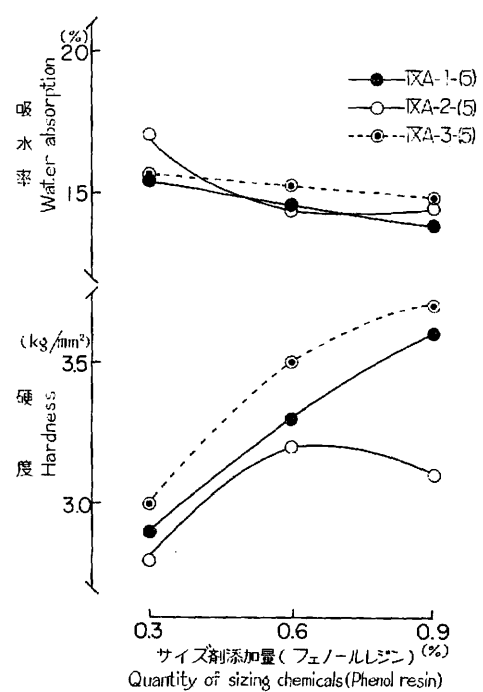


Fig. 7 サイズ剤添加量と材質との関係 (その2)
Relationship between amount of sizing agent and properties of fiberboard.

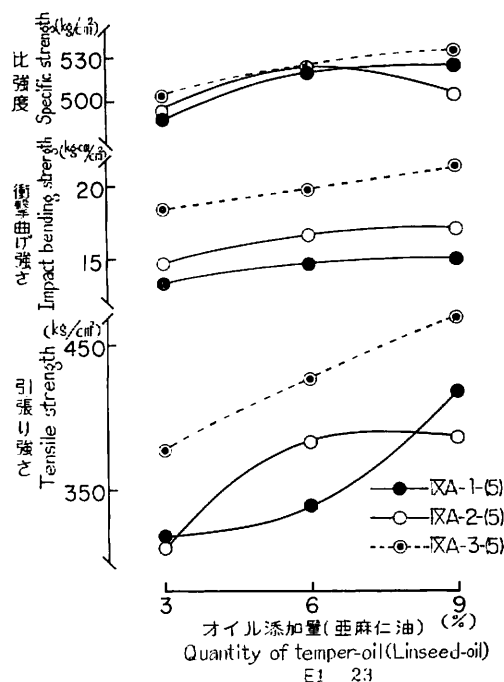


Fig. 8 亜麻仁油添加量と材質との関係 (その 1)
Relationship between amount of linseed-oil and properties of fiberboard.

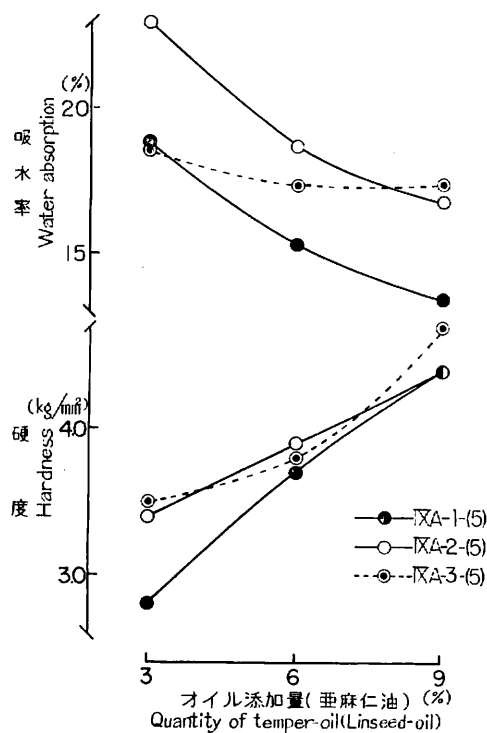


Fig. 9 亜麻仁油添加量と材質との関係 (その 2)
Relationship between amount of linseed-oil and properties of fiberboard.

得られた結果は Fig. 8~9 に示す。

5. 考 察

木樹種を原料として蒸煮温度を 3 段階に区分し、製造したパルプの収率は今までに試験を行なった、他の南洋材とほぼ類似した値を示し、やわらかく手ざわりのよいパルプが得られた。

得られたボードの曲げ強さも比較的高い値を示し、特に IXA-3-(5) を原料としたボードは 400 kg/cm^2 をこえる良質のものを得られることが判明した。

このように材質の良いボードが得られた原因としては、形成繊維の膜厚が他の南洋材よりも比較的薄く、繊維長もやや長い (パルプ研究室試験資料) ことがあげられる。

ただし、 183°C (蒸気圧 10 kg/cm^2) 以上の蒸煮温度で解繊したパルプから製造したハードボードは、やや過蒸煮の傾向を示し強度の低下が見られた。

吸水率の値より見ると蒸煮温度が上昇するにしたがって、耐水性が漸次良好となる一般的な傾向をあらわし、邦産広葉樹材 (ブナ、ナラ、カバ等) のものよりもかなり良い値を示した。

この点では先に行なったカリマンタン産 13 樹種のうち、ジェルトン、カラス、テラリン、チャンパカ、ライト レッド メランチ、ケレダンおよびマラヤ産クルインよりも良好であり、南洋材のなかでも耐水性の面で良質の材であるといえよう。

しかし、同じカリマンタン産13樹種中のギアムのように、サイズ剤を添加しなくても J I S 規格に合格しうると特異な材ではなく、やはり一般的なサイズ処理、油脂処理は不可欠である。

また衝撃曲げ強さにおいても曲げ強さと同様の傾向が見られ、そのうち、IXA-3-(5) 材のボードが比較的良好な値を示しているが、蒸煮温度が高くなるにしたがって、ボードの靱性がしだいにうしなわれる傾向を示した。

引張り試験の結果でも、蒸煮温度の上昇がボード材質に悪影響をおよぼすものと思われ、5 試験材とも若干強度低下がみとめられた。

一方、ボードの表面硬度は蒸煮温度の高いもののほど増加が見られた。

これはボードの比重に起因していると思われ、密度の差がこのような結果を示したものと推察される。

ファイバーボードを製造する際、パラフィン系のサイズ剤を添加すると耐水性は良好となる半面、ボードの機械的強度の低下することはこれまでにものべたが、本試験でも同様な傾向がみとめられた。

しかし、無サイズのボードに比較し、それほど大きい差はあらわれなかった。

このことは同時に、併用したフェノール樹脂 (0.3%) の影響が強くあらわれたもので、レッド ラワンのパルプはサイズ剤の沈着率が良いものと考えられる。

ただ表面硬度は無サイズボードの結果と全く正反対の数値を示し、パラフィンサイズの多量添加は表面性を悪化させるものと思われる。

また、フェノール樹脂の添加率を変えた試験結果では、耐水性はパラフィン添加率を変えた結果 (Fig. 4~5 参照) と同様な数値を示し、パラフィン併用の効果が強くあらわれた。

また曲げ強さ、引張り強さ、硬度の面でも向上がみられ、J I S 規格に規定されている S 350 に、十分合格する 1 級品のボードを製造しうることがみとめられた。

なお油脂処理はこれまでの南洋材同様強度および耐水性に好影響をあたえ、J I S 規格 (曲げ強さ T 450 kg/cm² 以上、吸水率25%以下) に合格しうると良質のボードが得られた。

ただし、過度の油脂添加 (9 %以上) はボードにもろさをあたえるものと思われ、曲げ強さ、衝撃曲げ強さの結果にその傾向がみとめられた。

引張り強さおよび硬度は、添加量が増加するにしたがい高くなるようであるが、製品のコストの点を考慮すれば過度の添加は好ましくなく、3~5 %程度で十分であろう。

6. 摘 要

フィリピン産レッド ラワン材 (IXA-1-(1), IXA-1-(5), IXA-2-(1), IXA-2-(5), IXA-3-(5)) について、そのハードボード適性試験を行なった。

得られた結果の概要は次のとおりである。

1) 強度および耐水試験の結果は比較的良好であった。

篩分け試験、白色度の結果は他の南洋材とはほぼ類似した結果となり、特異性はみとめられなかった。

2) パルプ収率は邦産広葉樹材よりもやや高い値を示した。

3) 蒸煮温度の上昇にともない、耐水性および硬度は良好となるがその他の強度はいくぶん低下した。

4) パラフィンサイズ処理をおこなったボードでは、耐水性の面で著しく改善され、J I S 規格に合格する値を示した。

5) フェノール樹脂サイズ処理を行なったボードでは、添加率が高くなるにつれて強度および耐水性とも著しく向上した。

6) 油脂処理を行なったボードでは各材質に大きな効果がみられた。

以上の結果から、本材はハードボード原料として適材であると判断できる。

文 献

- 1) 北村覚一・丸山憲一郎：ファイバーボード・パーティクルボード，森北出版，334 pp., (1962)
- 2) 長沢定男・佐野弥三郎：南洋材の性質 9 南洋材数種（フタバガキ科）のパルプ化およびファイバーボード製造試験，林試研報，207，171～186，(1967)
- 3) 長沢定男・佐野弥三郎：南洋材の性質 12 カリマンタン産 13 樹種のハードボード適性，林試研報，218，308～325，(1968)
- 4) 長沢定男・佐野弥三郎：南洋材の性質 13 マラヤ産クルイン材のハードボード適性，221，182～190，(1969)
- 5) 農林省林業試験場：木材工業ハンドブック，丸善，(1958)
- 6) 村田藤橘・佐野弥三郎・岩下 睦・高村憲男：繊維板，グリーンエージ，390 pp., (1961)
- 7) 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)

XV Quality Test on the Manufacturing Hardboard of Red Lauan Wood from the Philippines

Sadao NAGASAWA and Yasaburō SANO

Summary

This paper presents the results of test on the properties of hardboard made from three logs of Red lauan (*Shorea negrosensis*) grown in Mindanao, the Philippines.

The results are summarised as follows:

1) The mechanical strength and water repellency of hardboards are favourable.

The results of screen analysis and brightness of board are very similar to those of board from other tropical woods described in previous papers.

2) The pulp yields of these wood samples were higher than those from the broad-leaved wood species (beech, oak, birch etc.) grown in Japan.

3) The water repellency and hardness of boards increase with a higher cooking temperature.

On the contrary the modulus of rupture, impact bending strength and tensile strength decrease.

4) The sizing by parafin was not particularly effective for increasing of strength, but it was for the water repellency.

The qualities of sized boards could meet the requirement specified in Japan Industrial Standard for hardboard.

5) On the other hand, the sizing by phenol resin was markedly effective for increasing both the strength and water repellency of board, in proportion to the amount of resin added.

6) The oil-tempering was most effective for improving the properties of boards in all wood samples used.

7) In conclusion it can be said that the wood from Red lauan logs tested in this investigation is suitable as a raw material for hardboard production.