

南洋材の性質 13

マラヤ産クルイン材の性質

The Properties of Tropical Woods 13 Studies on the utilization of the Keruing woods grown in Malaya

Wood Technology Division and Forest Products Chemistry Division

木 材 部
林 産 化 学 部

目 次

I	緒 言	寺 沢 真	55
II	マラヤ産クルイン材の識別と構造	須 川 豊 伸	60
III	マラヤ産クルイン材の容積重と収縮率のあらわれかた	中野達夫・蕪木自輔	73
IV	マラヤ産クルイン材の強度的性質	山井良三郎・近藤孝一	90
V	マラヤ産クルイン材の乾燥スケジュール	佐藤庄一・鷲見博史	109
VI	マラヤ産クルイン材の丸ノコによる被削性	山 口 喜 弥 太	120
VII	マラヤ産クルイン材の回転鉋における被削性	星 通	126
VIII	マラヤ産クルイン材のロータリー単板切削	江 草 義 正	134
IX	マラヤ産クルイン材の単板の乾燥性	筒 本 卓 造	151
X	マラヤ産クルイン材の単板の接着性	柳 下 正・唐沢仁志	157
XI	マラヤ産クルイン材の塗装適性	川村二郎・中村 章	165
XII	マラヤ産クルイン材のパルプ化 香山 彊・菊池文彦・高野 勲・宇佐見国典・荻野健彦		175
XIII	マラヤ産クルイン材のハードボード適性	長沢定男・佐野弥三郎	182

1968年12月27日受理

Received December 27, 1968

CONTENTS

I	Introduction	Shin TERAZAWA ...	55
II	Identification and anatomical characters of Keruing woods grown in Malaya	Toyonobu SUGAWA ...	60
III	Density and shrinkage of Keruing woods grown in Malaya	Tatsuo NAKANO and Jisuke KABURAGI ...	73
IV	Mechanical properties of Keruing woods grown in Malaya	Ryôzaburô YAMAI and Kôich KONDÔ ...	90
V	Drying schedules of Keruing woods grown in Malaya	Shôichi SATÔ and Hiroshi SUMI ...	109
VI	Sawing properties of Keruing woods in Malaya by circular saw	Kiyata YAMAGUCHI ...	120
VII	Cutting properties of Keruing woods grown in Malaya by rotating knife	Tooru HOSHI ...	126
VIII	Rotary veneer cutting of Keruing woods grown in Malaya	Yosimasa EGUSA ...	134
IX	Veneer drying of Keruing woods grown in Malaya	Takuzô TSUTSUMOTO ...	151
X	Adhesion faculty in veneers of Keruing woods grown in Malaya	Masashi YAGISHITA and Hitoshi KARASAWA ...	157
XI	Paintability test of Keruing woods grown in Malaya	Jirô KAWAMURA and Akira NAKAMURA ...	165
XII	Kraft pulping and papermaking characteristics of Keruing woods grown in Malaya	Tsutomu KAYAMA, Fumihiko KIKUCHI, Isao TAKANO, Kuninori USAMI and Takehiko OGINO ...	175
XIII	Quality test on the manufacturing hardboard of Keruing woods grown in Malaya	Sadao NAGASAWA and Yasaburô SANO ...	182

I. 緒 言

寺 沢 真⁽¹⁾

アピトン類木材 (*Dipterocarpus* spp.) は床板, 車両, 重構造用材として広くわが国で利用されており, その生産地もフィリピンからカンボジア, ボルネオ, マラヤ等に移行しつつある。

アピトン類木材を生産する樹種は南洋地域に 70~80 種あって, その容積重, 性質はかなり異なっている。したがって, アピトン類木材を利用していくためには, これらの性質を地域, 樹種別に正しく掌握しておくことが重要な問題である。

しかし, 現在の研究環境では, このような広大な実験計画をたてることができないため, 不本意ながらわれわれは特定の 2~3 の代表的地域のアピトン類木材について試験をすすめてきた。

こうしたわずかな試験結果は, 数多いアピトン類木材を対象とするには, はなはだ貧弱なものであったが, これらの試験を通じ, アピトン類木材の特性ともいべき, 共通的な性質の一部を, うかがい知ることができた。

このようなアピトン類木材の一連の試験計画の最終樹種として, われわれはマラヤ産クルイン材をとりあげ, ひき板の接着性および耐朽性試験を除く他の試験結果を得たので, いままでに行なったカンボジア産チュテル材, カリマンタン産クルイン材, フィリピン産アピトン材との比較において, これを報告する次第である。

この試験の実施にあたり, 種々ご配慮下された, 上村木材部長に感謝し, 終始して試験材の木取り, 仕上げ加工に協力下された, 製材, 応用研究室, 木工室所属の方々にお礼申し上げます。

供 試 材

供試したクルイン丸太の積出港, 入手時期などは次のようである。

積 地	マライ半島	クアンタン港
船 名	網 中 丸	
揚 地	東 京	(42. 7. 16)
林業試験場到着		42. 12. 5

着荷総本数は 201 本で, そのうちから平均的な直径のものを 7 本, 供試材として購入した。

Table 1, 2 に入荷丸太の径級別の頻度と購入丸太の本数, 直径等を示す。

供試丸太 7 本の項目別試験材の採材は, 従来の方法に準じて行ない, 丸太入手と同時に木口部を, 30~40cm ほど切断し, 組織, 容積重, 収縮率などの簡易な予備試験を行ない, その結果にもとづき供試丸太を分類し供試した。

予備試験の結果 VIII A-5 は組織構造からみて, 他の 6 本のもとは異なった樹種であるように思われたので, VIII A-5 丸太を区別してとりあつかった。項目別の試験材は Table 3 のとおりである。

(1) 前木材部加工科長・現名古屋大学農学部教授・農学博士
Formerly : Chief, Wood Processing Section, Wood Technology Division.
Presently : Fac. of Agr., Nagoya Univ., Prof. Dr.

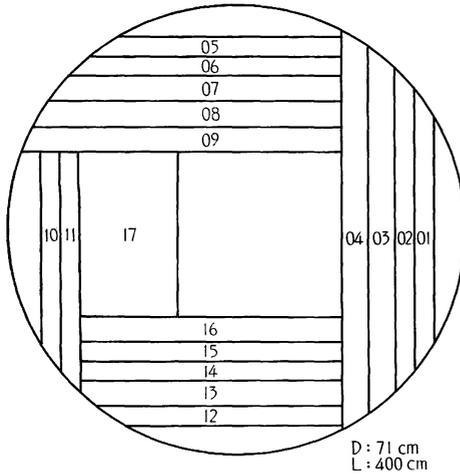


Fig. 2 VIII A-2 丸太の木取り図

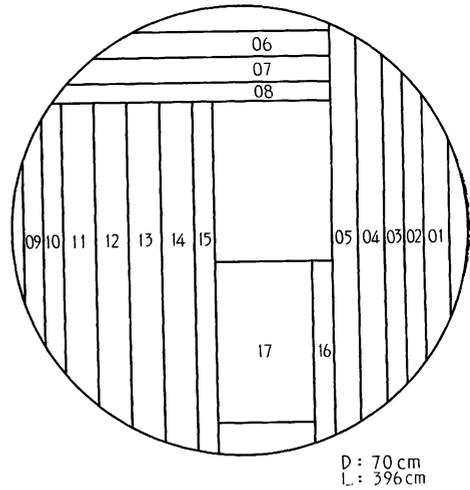


Fig. 3 VIII A-3 丸太の木取り図

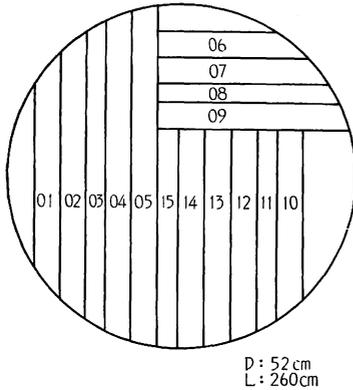


Fig. 4 VIII A-4 丸太の木取り図

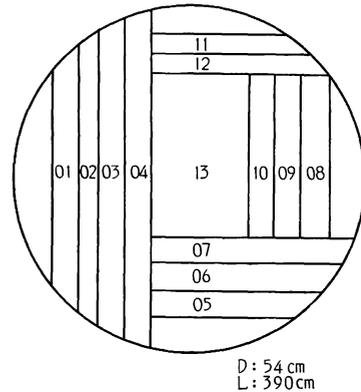


Fig. 5 VIII A-6 丸太の木取り図

各項目の試験のうち丸ノコによる被削性および回転鉋による被削性以外は、試験別にそれぞれ木取りを行なったが、上記2項目の木取り図およびひき板番号は Fig. 1~5 のとおりである。

なお、VIII A-3 丸太は、比較的地上高の低い位置から採材した1番玉のような形状であったため、両木口から材質試験材をとり、地上高による材質の比較を行なった。

試験結果の要約

供試原木7本のうちVIII A-5は、他と比較し垂直細胞間道が小さく、分布数が多く、*Dipterocarpus lowii* の特徴をそなえていたが、他の丸太については識別が困難であった。

3丸太 (VIII A-3, VIII A-5, VIII A-7) についての材質試験の結果は Table 4 であり、*D. lowii* と同定された VIII A-5 は容積重が最も小さいのにかかわらず、一般的傾向に反し、収縮異方性が最低となっている。

いままで供試したアピトン類木材のなかでは、今回のクルインは3丸太とも容積重がたかく、地区別平均値は他地区より相当大きな値を示し、性質はカリマンタン産クルイン材に似ているようである (Table 5)。

Table 4. 材質試験の結果

丸太番号	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	
VIII A-3	0.71~1.06 0.85	4.6~12.5 7.9	9.8~20.1 14.4	1.82
VIII A-5	0.63~0.97 0.81	4.7~10.6 7.4	8.5~15.4 12.1	1.64
VIII A-7	0.74~0.94 0.86	6.2~10.4 8.7	12.1~17.9 15.6	1.79
平均	0.84	8.0	14.0	1.75

Table 5. 地区別アビトン類木材の材質

一般名	産地	記号	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	
チュテール サール	カンボジア	II ㊤	0.72	5.7	11.8	2.07
チュテール バンコイ	カンボジア	II A	0.75	5.5	10.6	1.93
クルイン	カリマンタン	IV A	0.79	7.6	13.5	1.78
アビトン	フィリピン	V A	0.68	5.7	11.3	1.98
クルイン	マラヤ	VIII A	0.84	8.0	14.0	1.75

Table 6. 強度試験の結果 (気乾状態)

丸太番号	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)			
VIII A-4	0.80~0.95 0.88	13.0~13.5 13.0	184~226 204	1123~1491 1360	697~832 758	1139~1804 1480	127~179 154
VIII A-5	0.77~0.92 0.83	13.0~14.0 13.5	163~216 182	1185~1524 1345	656~806 725	1271~2087 1668	129~154 141
VIII A-7	0.79~0.94 0.87	13.5~14.0 13.5	178~244 211	1183~1627 1444	708~882 801	1487~2337 1842	127~170 146
平均	0.77~0.95 0.85	13.0~14.0 13.5	163~244 201	1123~1627 1384	656~882 761	1139~2337 1656	127~179 147

強度的性質のうち縦強度を主体にした諸数値は、Table 6 のとおりである。

供試3丸太 (VIII A-4, VIII A-5, VIII A-7) について、曲げ強さを容積重およびヤング係数で除した値はそれぞれ 16.1 km (14.9~16.4 km), 0.69×10^{-2} ($0.57 \sim 0.75 \times 10^{-2}$) である。また、縦圧縮強さを柁目面せん断強さで除した値は 5.2 (5.0~5.4) で VIII A-7 がやや大きな値を示した。

いままでに試験したアビトン類木材全体についてみると、縦強度値およびヤング係数はほぼ容積重に比例し、横圧縮比例限度、横引張強さなどでは必ずしも比例関係にない。直交3軸方向のヤング係数の比較では圧縮、引張りを総括した場合 L : R : T = 100 : 8.3 : 4.6 となり、カリマンタン産クルイン材はいままで供試した他の同属の材より、異方性が大きいようである。

板材の乾燥にあたっては、容積重からみてとくに欠点の多い材とはいえないが、いままで供試したアピトン類木材のうちでは乾燥時間が最も長く、2.7cm厚材の乾燥スケジュール試験では生材から含水率10%まで乾燥するのに約17日を要した。

2.7cm厚材の乾燥スケジュールとしては、乾燥初期の乾球温度46~48°C、乾湿球温度差2.0~2.5°C、終末温度70°C程度が適当と考えられ、中間蒸着が征目板の乾燥時間の短縮に有効とみられた。

丸ノコによる切削抵抗は供試5丸太(VIII A-1, VIII A-2, VIII A-3, VIII A-4, VIII A-6)の間ではほとんど差がみられず、全体的に高い部類にはいるようである。いままで供試したアピトン類木材との比較ではカリマンタン産クルイン材よりはひくく、アピトン材程度と考えられた。また、ノコ歯の摩耗性も一般に高い。

回転鉋における切削抵抗は容積重が高いわりに、同属の樹種と比べ概してひくい値を示し、カリマンタン産クルイン材と類似している。このことは両樹種の曲げ強さをヤング係数でわった値が共通して小さく、また乾燥割れの多い材質の特性と関連があるように思われる。また刃先の寿命は相当短く、カンボジア産チュートル材に近い水準である。

単板のロータリー切削にあっては温度80°Cで煮沸し、刃口距離を2~3%せばめて切削すれば、1mm単板の場合裏割れ率20%以下の単板切削が可能とみられた。また、いままで供試したアピトン類木材と比較し、今回のクルイン材の裏割れ率の程度は無処理材の場合上位、煮沸処理材の場合中位にあった。

単板の乾燥では全体的に容積重が大きいため乾燥時間が長く、容積重0.5g/cm³程度のレッドラワン材に比べて約1.4倍の乾燥時間を要した。乾燥による狂いは現在使用されているラワン類と比べやや大きいか、同程度であるが、狂いのある単板を利用する場合、接着工程での圧縮圧力がある程度高める必要があろう。

単板の接着性は水溶性フェノール樹脂接着剤(I類)では塗付量20g, 30g(30cm平方あたり)とも安定した高い接着力を示したが、メラミンユリア共縮合樹脂接着剤(I類)およびユリア樹脂接着剤(II類)とも、塗付量を30g程度に多くする必要がある。これらのことはいままでに供試したアピトン類木材の共通の傾向とみられる。

塗装適性に関してはニトロセルローズラッカーおよびポリウレタン樹脂とも塗装作業、塗装状態に異常はないが、やにの多い部位は溶剤であらかじめふきとった方が美観上よい。また、不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化障害は認められず、標準的塗装方法では実用上支障はないが、やにの多い材では他のアピトン類の材と同様、塗装適性はおとる。

初期付着性はレッドラワン材よりやや劣り、これはいままで供試したアピトン類木材全体についていえることである。

供試3丸太についてのパルプ化試験では、VIII A-7が収率、漂白度、強度的性質ともに南洋材としてはかなり良好な結果であったが、VIII A-1, VIII A-5はローエ価が高く、漂白性が悪く、色もどりも大きい。また、強度的性質もいままで供試した南洋材パルプの平均値よりやや低い値を示した。

ハードボード製造試験では、全丸太ともハードボード原料として比較的良好な材と判定され、とくにVIII A-7からのボードは材質的にすぐれているように思われた。ただし、他の南洋材と同様サイズ処理、熱処理、油処理などは不可欠であろう。

II. マラヤ産クルイン材の識別と構造

須 川 豊 伸⁽¹⁾

はじめに

この報告は、南洋材研究の一環として、とりあげられた *Dipterocarpus* 属木材の一連の研究で、マラヤ産クルイン材の組織構造的性質を調べ、その樹種名(学名)または樹種グループを同定することと、その肉眼的、顕微鏡的性質を記載して、同一供試材で研究された他の物理的、加工の性質などとの関連を検討するための参考資料としてとりまとめたものである。

また、これまでに取りあげられた地区別の *Dipterocarpus* 属木材の試験結果⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹⁸⁾を総括的に比較検討し、その樹種グループによる組織構造の相違点などについて若干の考察を試みた。

この研究をすすめるにあたり、種々ご指導いただいた材料科長加納 孟氏、組織研究室小林弥一氏、同研究室緒方 健氏にたいして深甚の謝意を表します。

1. 既往の文献による調査検討事項

(1) 樹種名および分布

クルイン(Keruing)という名称については、前報⁽²⁾で報告したように、マラヤ、ボルネオ、インドネシアなどの地域で *Dipterocarpus* 属から生産される木材にたいする、最も一般的な総称名である。この木材は近年、わが国の木材市場においてフィリピン産のアピトン材とともに多量に輸入され、その重要性はますます高まりつつある。このうち、マラヤ地方におけるフタバガキ科樹木については植物分類学的研究がすでに行なわれており、SYMINGTON⁽¹¹⁾(1943)によれば、この *Dipterocarpus* 属の樹木は熱帯アジア全域に、おおよそ 80 種が存在し、そのうちマラヤ地域には約 31 樹種が存在することを認めている。かれは、この属を植物分類学的に研究し、これを 5 の節(Section)に分け、個々の樹種について Table 1 に示す樹種名と、一般名を与えている。

この属の分布はマラヤ半島全域におよび、海岸林から海拔高 1,000m くらいの地域に分布し、その海拔高によってかなり植生が異なるとされている。

(2) 樹木の一般的性質

前報⁽¹²⁾⁽¹⁸⁾に記述したのでここでは省略する。

(3) 木材の解剖学的性質について

マレイ半島に産するフタバガキ科樹木の解剖学的研究は DESCH⁽³⁾(1941)によって最も詳しく研究されている。かれはこの研究のなかで、SYMINGTON⁽¹¹⁾(1943)の植物学的分類を基盤として、この *Dipterocarpus* 属 27 樹種について解剖学的記載を行ない、そのおもな特徴の一覧表を提示し、その類別を試みている。しかしながらこの結果では、この属の樹材を完全に識別分類することは困難であって、現状では、この属内をいくつかの樹種グループに類別できるにすぎない。

(1) 木材部材料科組織研究室

Table 1. マラヤ産 *Dipterocarpus* 属の樹種
Species of the genus *Dipterocarpus* in the Malay peninsula
(According to SYMINGTON¹¹⁾)

学名 Scientific name	節 Section	一般名 Common name
<i>Dipterocarpus acutangulus</i> VESQUE	An.	No preferred Name
<i>D. alatus</i> ROXB.	Al.	〃
<i>D. appendiculatus</i> SCHEFF.	An. or Al.	Keruing baran
<i>D. apterus</i> FOXW.	Tu.	〃 latek
<i>D. baudii</i> KORTH.	Sp.	〃 bulu
<i>D. chartaceus</i> SYM.	Sp.	〃 kertas
<i>D. concavus</i> FOXW.	Al.	〃 sendok
<i>D. coriaceus</i> V. SL.	An. or Al.	〃 paya
<i>D. cornutus</i> DYER	Tu.	〃 gombang
<i>D. costatus</i> GAERTN. f.	An.	〃 bukit
<i>D. costulatus</i> V. SL.	Tu. or An.	〃 kipas
<i>D. crinitus</i> DYER	Sp.	〃 mempelas
<i>D. dyer</i> PIERRE	An.	〃 etoi
<i>D. fagineus</i> VESQUE	An.	〃 pipit
<i>D. gracilis</i> BL.	Sp.	〃 kesat
<i>D. grandiflorus</i> BLANCO	Al.	〃 belimbing
<i>D. hasseltii</i> BL.	Sp.	〃 ropol
<i>D. herrii</i> KING	Sp.	〃 gondol
<i>D. kunstleri</i> KING	An. or Al.	〃 gombang merah
<i>D. lowii</i> HOOK. f.	Pl.	〃 sol
<i>D. oblongifolius</i> BL.	Al.	〃 neram
<i>D. obtusifolius</i> TEYSM. ex MIQ. var. <i>subnudus</i> RYAN et KERR	Sp.	〃 beludu
<i>D. palembanicus</i> V. SL.	Al.	〃 ternek
<i>D. penangianus</i> FOXW.	Sp.	〃 gasing
<i>D. pseudo-fagineus</i> FOXW.	Tu. or An.	〃 kelabu
<i>D. retusus</i> BL.	Sp.	〃 gunung
<i>D. rigidus</i> RIDL.	Tu. or Sp.	〃 chogan
<i>D. rotundifolius</i> FOXW.	Sp.	〃 mengkai
<i>D. semivestitus</i> V. SL.	Al.	〃 padi
<i>D. sublamellatus</i> FOXW.	Pl.	〃 kerut
<i>D. verrucosus</i> FOXW.	Sp.	〃 merah

Abridgement Section,

Sp. : Sphaerales, Tu. : Tuberculati, An. : Angulati, Al. : Alati, Pl. : Plicati

2. 供試材と観察方法

この観察に用いた供試材は前掲緒言の7本の供試丸太(丸太番号: VIII A-1~7)から前報¹³⁾のように厚さ 10cm の円板を採取し、その円板の平均半径にあたる部位を選んで、樹心から周辺に達する直線上で、樹心から 20cm の部位をとり、ここを各供試丸太の組織構造の標準比較部位とした。なお、顕鏡用プレパラートは常法によって作製した。

構成要素の測定については今回は LADELL¹⁾ (1959) が提案した散点法によった。この方法は投影機を用い、10cm の正方形の視野中に乱数表から得た 100 対の数で 100 点を抽出し、これを Sampling field とし、上記の木口面プレパラートを投影し、各要素に投影された点を加算し、その占める割合によって算出する方法である。また、繊維長の測定や各要素の観察には、プレパラートを作製した供試材の部位から、マッチ軸木状の試料を採取してシュルツ液により解離した試料を用いた。

3. 観 察 結 果

(1) 各供試材の肉眼的性質

各供試材の肉眼的性質の観察結果は Table 2 に示した。これによれば、7本の供試材は、いずれの性質においても類似しており、これらの性質から供試材を樹種または樹種グループに分けることも困難といえる。したがって、供試材全体としてのおもなる性質と、その相違点について記述する。

全体として辺心材の境界線は画然とせず、辺材は淡黄褐色ないしは灰褐色を呈し、赤褐色の心材から区別できる。辺材の幅は薄く3～6cmで、この7本の供試材の観察結果では、丸太の直径が大きなものほど辺材幅が大きく、前報¹³⁾のフィリピン産アピトン材とは逆の結果が現われている。木理の交錯性については Table 2 に示したとおりで、供試材 VIII A-2 のようにほとんど交錯しないものから、VIII A-1 のように交錯のきわめて顕著なものまであって、この性質に関しては比較的個体差が認められた。また、前報¹²⁾¹³⁾のフィリピン産アピトンやカリマンタン産クルインと比較して、一般に交錯性は顕著である。樹脂は一般に樹心に近い部位ほど多く含まれており、とくに VIII A-3 の供試材では著しい。脆心材はほとんど存在しない。“あて”は Table 2 に示したように VIII A-1, 4, 5, の供試材に認められるが、肉眼的には木口面で、一般に偏心した幹の樹心に近い部位に円弧状の帯として現われる場合が多い。この“あて”の部分は、他に比較して濃色で道管の分布が疎であり、その直径も小さくなっている。また、乾燥に際し、この部分に細かい放射状の割れがはいるなどの諸特徴が認められる。さらに丸太の外観的性質では、VIII A-5 だけが丸太の全表面に分布する凸レンズ状の落込みが存在し、他の供試材と著しく異なる点である。

Table 2. 各供試材の
Macroscopical characters

供試木 番号 Mark of study logs	供試丸太の 半径 Radius of study logs	辺心材の区別 Distinction of sap and heart wood	辺材の幅 Width of sap wood (cm)	心材色 Color of heart wood	垂直細胞間道および 柔組織 Intercellular canals and parenchyma
VIII A-1	25.0	明りょう Distinct	3.5	淡赤褐色 Pale reddish brown	認められる Conspicuous
VIII A-2	34.0	〃	5.5	〃	〃
VIII A-3	36.5	やや明りょう Moderately distinct	5.5	〃	〃
VIII A-4	27.0	〃	3.5	〃	〃
VIII A-5	25.0	明りょう Distinct	3.5	〃	〃
VIII A-6	26.0	やや明りょう Moderately distinct	4.0	〃	〃
VIII A-7	27.0	〃	3.0	〃	〃

(2) 各供試材の顕微鏡的性質

各供試材の顕微鏡的性質は Table 3 および Fig. 1~10 に示した。これによれば、各供試材はよく類似した性質をもっているが、これを詳細に検討すれば VIII A-5 の供試材だけは、他の供試材に比較しかなり異なった性質が認められ、その著しい相違点は垂直細胞間道に関する性質である。

この供試材の垂直細胞間道は直径が 40~60 μ と著しく小さく、その分布数は 4~10 個/mm² と他に比べて多い。また、その配列型もおおむね 2~10 個接線方向に短い円弧状に並ぶ傾向がつよい点などである (Fig. 1, 16)。これらの性質は Desch も、この属樹材間の識別拠点として重要であることを指摘しており、VIII A-5 は他の供試材から明らかに区別できる異樹種であると考えられる。

なお、VIII A-7 は垂直細胞間道の直径が若干小さく、VIII A-6 は繊維状仮道管の膜が薄く、内腔が大きい点 (Fig. 9) とその繊維長が短い点で他の各個体と相違しているが、これらの相違点が樹種的な差異によるものか、あるいは個体内のパラッキによるものかは、この研究では明らかにすることはできなかった。

つぎに各構成要素の顕微鏡的性質の概要について記述する。

a) 道 管

おおむね孤立して均等に散在するが、ところどころ斜め方向に並ぶ傾向もある。複合するものはほとんどない。管孔は円形あるいは楕円形で、その両側または片側を放射組織と接する。チロースはほとんど認められないが VIII A-3 の供試材では、部分的に認められた。道管要素は長さ 550~330 μ (平均)、直径 (接線方向) 110~330 μ 、膜厚 2~4 μ 、穿孔は単穿孔、片側または両側に尾状部を有するものがある。膜には

肉眼的性質

of each study log

木 理 Grain	樹 脂 (木口) Resin (End grain)	あ て Tension wood	そ の 他 Other features
交 錯 顕 著 Inter-locked conspicuous	やや顕著 Moderately conspicuous	顕著、樹心から 8cm まで存在 Conspicuous present over a range from pith to the part 8 cm	
ほとんど交錯しない Inter-locked inconspicuous	〃	不 顕 著 Inconspicuous	
わずかに交錯する Inter-locked a little	〃	〃	
交錯やや顕著 Inter-locked moderately conspicuous	〃	顕著、樹心から 25cm まで存在 Conspicuous present over a range from pith to the part 25 cm	
交 錯 顕 著 Inter-locked conspicuous	不 顕 著 Inconspicuous	顕著、樹心から 15cm まで存在 Conspicuous present over a range from pith to the part 15 cm	丸太の表面に凹凸 の溝がある。 Surface of log uneven
〃	〃	不 顕 著 Inconspicuous	
わずかに交錯する Inter-locked a little	〃	〃	

Table 3. 各供試材の解剖
Anatomical characters

供試木 番 号 Mark of study logs	供試木の 位置 番号 Position No.	樹心から の距離 Dis- tance from the pith (cm)	道 管 Vessels								繊維状仮道管 Fiber				
			直 径 Diameter			放射方向の直径 Radial diameter (μ)	接線方向の直径 Tangential diameter (μ)			分布数 /mm ² No. of vessel per sq. mm	要素の 長さ μ Length of vessel seg- ment (μ)	繊 維 長 Fiber length (μ)			直径 Di- ame- ter (μ)
			Min.	Max.	Mean		Min.	Max.	Mean			Mean	Mean	Min.	
			Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean		
VIII A-1	-5	20	170	340	290	170	330	242	3.8	559	780	2,050	1,600	27.7	
VIII A-2	-5	20	150	350	255	150	310	230	5.6	610	1,070	1,980	1,580	25.0	
VIII A-3	-5	20	140	330	243	110	280	206	5.9	640	1,050	2,200	1,798	24.5	
VIII A-4	-5	20	140	350	268	140	330	246	4.1	655	1,150	2,550	1,880	26.7	
VIII A-5	-5	20	160	350	286	120	330	246	4.7	578	870	1,880	1,447	22.3	
VIII A-6	-5	20	140	350	277	140	270	221	3.5	569	950	1,820	1,369	21.7	
VIII A-7	-5	20	180	320	261	150	280	232	4.3	546	950	2,230	1,738	20.9	

注) Silica は全供試材に含まれていた。Silica occurred in rays of the all study logs.

ベスチャード膜孔をもつ。

b) 木部繊維

繊維状仮道管および周囲仮道管からなる。繊維状仮道管は材の基礎組織を構成し、横断面では角ばった形で不規則に放射方向に並び、膜は著しく厚く、その内腔は狭まりほとんど認められない (Fig. 10)。しかし、VIII A-6 の供試材だけは膜が比較的薄く、その内腔も認められる (Fig. 9)。個々の細胞は繊維長 1,370~1,880 μ (平均) と幅がある、直径 21~28 μ (平均)、膜厚 7.4~9.6 μ (平均) である。膜壁には痕跡的な半縁膜孔が存在する。

周囲仮道管は主として道管の周辺にわずかに存在し、その形は不整形で長さも短く 750~1,100 μ 、直径 30~35 μ 、膜厚は 3~4 μ 、膜には半縁膜孔が多数存在する。

c) 軸方向柔組織

散在、帯状、および周囲柔組織からなる。散在柔組織は基礎組織である繊維状仮道管中にわずかに散在する。周囲柔組織は道管の周囲に部分的に出現し、その全周を包むものはほとんどない。また、ところどころ不規則な翼状に発達するものもある。なお、垂直細胞間道を包む柔組織は最も顕著に発達して間道の周囲を数細胞層で包み、あるものは翼状に、あるものは2~数個の間道を包み短い帯状に発達しているものがある。細胞は柔細胞ストランドからなり各細胞は直径 20~32 μ 、長さ 90~250 μ 、膜厚 1~2 μ である。

d) 放射組織

単列および多列放射組織からなる。単列放射組織は直立および平伏の両細胞からなるが、直立細胞からなるものが多い。3~32 細胞高。多列放射組織は2~5 細胞列で、その上下両端には直立細胞からなる単列部をもつものがある。ときどきその単列部の長さが多列部より長いものがある。また、多列部の周囲をさや状細胞によって包まれるものが多い。

学的性質一覽表
of each study log

tracheid			放射組織 Rays			垂直細胞間道 Vertical inter-cellular canals		要素率 Proportion of elements				
膜厚 Thickness (μ)			多列放射組織の最大細胞幅 Maximum width of multiseriate ray (Cell wide)	多列放射組織の高さ Maximum height of multiseriate ray (mm)	単列放射組織の細胞高 Maximum height of uniseriate ray	直径 Di- ameter (μ)	分布数 /mm ² No. per sq. mm	道管 Ves- sel	纖維状 仮道管 Fiber tra- cheid	軸方向 柔組織 Axial paren- chyma	放射組 織 Ray	垂直細胞間道 Ver- tical inter- cellu- lar canal (%)
Min.	Max.	Mean				Range	Range	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
8	12	9.2	4	1.5	32	60~100	1~5	25.1	44.8	9.4	16.8	3.9
5	10	7.9	4	1.9	25	60~80	1~5	24.5	36.7	14.3	22.3	2.2
7	11	9.6	4	2.2	29	60~90	1~5	22.9	46.0	8.5	20.9	1.7
7	12	9.4	4(5)	1.7	22	60~80	1~5	28.5	41.5	10.2	18.4	1.4
7	10	7.9	5	2.2	25	40~60	4~10	31.8	34.4	12.9	18.9	2.0
6	9	7.4	5	1.7	22	70~100	1~6	20.5	41.3	12.4	23.0	2.8
7	10	8.4	4	1.7	24	50~70	1~6	22.3	45.4	8.9	21.1	2.3

KRIBS の分類型によれば異性 2 型, まれに 1 型である。各細胞中には着色物質が存在し, また silica の結晶も存在する。silica の直径は 7~25 μ で幅があり, 7 本の供試材で比較すれば VIII A-1, 3, 7 では直径がおおよそ 6~10 μ と小さく, VIII A-2, 4, 5, 6 では 12~25 μ と大きい。なかでも VIII A-5 の silica は特に大形であった (Fig. 3)。この供試材全体として VIII A-5 の放射組織の高さがやや高いこと以外はよく類似している。

e) 垂直細胞間道

この性質は Table 3, 4 および Fig. 9, 10, 16, 17 に示したごとくであるが, この特徴によって 2 つのグループに分けられる。なお, この性質については前項でもふれ, また考察でも詳しく述べるので詳細については省略する。

f) その他

肉眼的観察で“あて”とみなした部分について検鏡した結果, 引張り“あて”の一般的特徴である纖維細胞内のゼラチン層は認められなかった。しかし, この部分は道管の直径がやや小さく, その分布数も正常材に比し疎であり (Fig. 8), 垂直細胞間道の分布についても道管と同様の傾向が見られた。この材部が正常材とその構造において異なることは明らかであるが, これが引張りあて材であるかどうかは, なお検討を要する。

4. 考 察

(1) 供試材の樹種鑑定について

前述したように Desch³⁾ (1941) は“Dipterocarp timbers of the Malay peninsula”の研究で *Dipterocarpus* 属樹材 27 樹種について, その肉眼的顕微鏡の性質を明らかにし, その性質一覽表と顕微鏡写真を提示している。これによれば, おのおのの性質は相互によく類似しており, 個々の樹種を厳密に区別

するに十分な識別拠点は見あたらず、わずかに垂直細胞間道の直径の大小と、その配列型および軸方向柔組織の配列形態に比較的顕著な相違点を見出し、これらの特徴によって、この属内をいくつかのグループに分けているにすぎない。

したがって、筆者も今回の7本の供試木の樹種鑑定にあたっては、Desch³⁾ (1941)の研究結果や、当研究室収集保管の基本材鑑との比較照合によって識別した。その結果は次のごとくである。

a) 7本の供試材がすべて *Dipterocarpus* 属所属の材であることは次の諸特徴によって明りょうである。

① 垂直細胞間道の配列がおおむね、散在状と短い円弧状配列からなっている。② 材の基礎組織は繊維状仮道管によって構成されている。③ 放射組織は3~5細胞幅で、さや細胞が発達していること、および各細胞には silica の結晶が存在する。④ 心材は赤褐色で脂っぽい。

b) 7本の供試材は肉眼的ならびに顕微鏡的性質の相違点から、Table 4のごとく2つのグループに大別することができる。すなわち VIII A-5は、他の6個体に比べ、垂直細胞間道の直径が40~60 μ と著しく小さいことと、分布数が4~10個/mm²と多いこと、ならびに、その配列型により、他から画然と区別できる。

c) なお、グループ1の VIII A-5の有する特徴を Desch の研究結果や当研究室保管の基本材鑑と比較照合した結果、*Dipterocarpus lowii* Hook. f. もしくは、その近縁のものと同定した。

その論拠としては、Desch³⁾ (1941)によれば VIII A-5のような、最も小さな垂直細胞間道を有する樹種

Table 4. 供試材間の類別点となる特徴
Features for the grouping each study log

	供試木 番 号 Mark of study logs	垂 直 細 胞 間 道 Vertical intercellular canal			そ の 他 Other features	鑑定結果 (学名) Result of identification (Scientific name)
		配 列 型 Arrangement	直 径 Diameter (μ)	分布数 /mm ² No. of per sq. mm		
Group 1	VIII A-5	ほとんど短接線状，ところどころ散在状 Almost short-tangential and rarely diffuse	40~60	4~10	丸太の表面に凹凸の溝がある Surface of log uneven	<i>Dipterocarpus lowii</i> Hook. f. vel aff.
Group 2	VIII A-1	ほとんど散在状，ところどころ短接線状 Almost diffuse and rarely short-tangential	60~100	1~5		<i>Dipterocarpus</i> sp.
〃	VIII A-2	〃	60~80	1~5		〃
〃	VIII A-3	〃	60~80	1~5		〃
〃	VIII A-4	〃	60~80	1~5		〃
〃	VIII A-6	〃	70~100	1~6	繊維細胞の膜が薄い、Fiber wall thin	〃
〃	VIII A-7	〃	50~70	1~6	垂直細胞間道の直径がやや小さい、Diameter of canal moderately small	〃

として *D. crinitus*, *D. lowii*, *D. rotundifolius* などがあげられているが、この3者をさらに詳しく検討すれば、*D. crinitus* は垂直細胞間道の分布数がやや少なく、その配列型も異なり、また容積重(平均)が 0.91g/cm^3 と大きいことなどから VIII A-5 の供試材と異なることは明らかである。他方、*D. rotundifolius* はマライ半島では、その分布が一部に限られていること、および容積重の平均値が 0.99g/cm^3 ときわめて大きく、間道がおおむね散在状である点からも VIII A-5 の供試材とは異なるものと思われる。

D. lowii の特徴は垂直細胞間道の直径がきわめて小さいこと、その分布数が 6.3個/mm^2 と多く、またその配列型、および軸方向柔組織の出現状態、容積重も 0.84g/cm^3 であるなど多くの点で VIII A-5 の供試材と一致しており、また当研究室保管の *D. lowii* の材鑑とも多くの点で酷似しており、これを *D. lowii* と同定した。

d) 他方、グループ 2 (Table 4) については、その特徴を Desch³⁾の研究や基本材鑑と比較照合しても、これに該当する樹種は多く、しかもその性質が相互によく類似しているので樹種名を同定することは困難であった。Desch³⁾によれば、グループ 2 のような特徴をもつ樹種としては次のような樹種があげられている。

D. apterus, *D. cornutus*, *D. fagineus*, *D. kunstleri*, *D. pseudo-fagineus*, *D. rigidus*, *D. semivestitus*, *D. sublamellatus*

e) グループ 2 (Table 4) に属する供試材の性質は相互に酷似しているが VIII A-6 および 7 が他の供試材とは若干異なることがうかがわれる。すなわち、前者は、基礎組織の繊維状仮道管の膜が他に比べ薄く、内腔が大きく、後者は垂直細胞間道の直径が $50\sim 70\mu$ と他に比較して若干小さい。これらの相違が直ちに樹種的な違いによるものか、個体間のバラッキによるものか、この研究では明らかにすることはできなかった。

(2) 樹種グループ別 *Dipterocarpus* 属木材の組織構造の比較

この共同研究で今までにとりあげられた *Dipterocarpus* 属木材⁴⁾¹²⁾¹³⁾ の供試丸太は 4 産地 35 本の丸太であるが、これまでの試験結果によって、おおむね Table 5 に示したごとく 7 樹種グループ (4 樹種および 3 樹種グループ) に類別することができる。なお、Table 5 にとりあげた供試材は各樹種グループの代表的なものとして選んだものである。

この際、これらの観察結果を総合的に比較検討し、その性質の相違点などについて考察することは木材識別の面でも、また同一供試材で行なわれた他の性質との関連性について、解析するための参考資料としても必要なことと考え、あえて付記する。

Table 5 では各樹種グループの特徴的な性質をとりあげ一覧表にとりまとめたもので、以下これについての考察結果を述べる。

a) 樹種の分類では Table 5 に示したように、この研究に使われた 35 本の供試丸太は 7 樹種グループ (4 樹種および 3 樹種グループ) に類別した。このうち 4 樹種については、個々に樹種名(学名)を同定したが、他の 3 樹種グループについては、解剖学的性質は異なり、他のいずれとも区別できるが樹種名を同定することは困難であった。なお、7 樹種グループの木口面写真は Fig. 11~17 に示した。

b) 肉眼的性質について比較すればつぎのごとくである。

① 容積重では $0.73\sim 0.90\text{g/cm}^3$ (含水率 15%) と幅がある。一般に、この属の木材は容積重によって 3 のグループに分けられ、軽いもの 0.7 以下、中庸 0.7~0.8、重いもの 0.8 以上とされ、これにした

Table 5. 各樹種グループの解剖学的性質一覧表
Anatomical characters of each group

類別 Grouping	供試木番号 Mark of study log.	樹種名 Scientific name	一般名 Common name	産地 Grouping district	肉眼的性質 Macroscopic features				
					容積重 (g/cm ³) (気乾) Apparent specific gravity in air dry (15% moisture)	心材色 Color of heart wood	木理 Grain	あて Tension wood	樹脂 (木口) Resin (End grain)
Group 1	II A-8 (1~8)	<i>Dipterocarpus insularis</i> HANCE	Chhoeuteal bangkuoi	Cambodian	0.78	暗赤褐色 Dark reddish brown	交錯顯著 Inter-locked conspicuous		顯著 Conspicuous
Group 2	II A-5 (1~6)	<i>Dipterocarpus alatus</i> Roxb.	Chhoeuteal sar	Cambodian	0.75	橙褐色 Orange-colored brown	交錯顯著 Inter-locked conspicuous		やや顯著 Moderately conspicuous
Group 3	IVA-1	<i>Dipterocarpus</i> sp.	Keruing	Kalimantan	0.90	赤褐色 Reddish brown	交錯ほとんどしない Inter-locked inconspicuous	樹心から 15cm まで存在 Present over a range from pith to the part 15cm	顯著 Conspicuous
Group 4	IVA-2 (3~4)	<i>Dipterocarpus</i> sp.	Keruing	Kalimantan	0.79	橙褐色 Orange-colored brown	交錯ほとんどしない Inter-locked inconspicuous	樹心から 5cm まで存在 Present over a range from pith to the part 5cm	やや顯著 Moderately conspicuous
Group 5	VA-4 (1~10)	<i>Dipterocarpus grandiflorus</i> BLANCO vel aff.	Apitong	Philippines	0.73	淡褐色 Pale brown	交錯やや顯著 Inter-locked moderately conspicuous		不顯著 Inconspicuous
Group 6	VIIA-5	<i>Dipterocarpus lowii</i> Hook. f. vel aff.	Keruing sal	Malaya	0.84	淡赤褐色 Pale reddish brown	交錯顯著 Inter-locked conspicuous	樹心から 15cm まで存在 Present over a range from pith to the part 15cm	顯著 Conspicuous
Group 7	VIIA-7 (1~7)	<i>Dipterocarpus</i> sp.	Keruing	Malaya	0.88	淡赤褐色 Pale reddish brown	交錯やや顯著 Inter-locked moderately conspicuous		やや顯著 Moderately conspicuous

類別 Grouping	供試木番号 Mark of study logs.	顯微鏡的性質 Microscopic features										その他 Other features
		道管 Vessel		纖維状仮道管 Fiber tracheid					軸方向柔組織 Axial parenchyma	垂直細胞間道 Vertical intercellular canal		
		直径(放射) Tangential diameter (μ)	分布数/mm ² No. per sq. mm	纖維長 Fiber length (μ)			膜厚 Thickness (μ)	直径 Diameter (μ)	配列型 Arrangement	直径 Diameter (μ)	分布数/mm ² No. per sq. mm	
		Range	Range	Min.	Max.	Mean	Range	Mean				
Group 1	II A-8 (1~8)	130~380	3~7	1,000	2,300	1,760	6~9	21.3	V.	100~150	1~4	チロース顯著 Tyloses conspicuous
Group 2	II A-5 (1~6)	130~360	3~9	1,080	2,500	1,800	7~10	24.3	V. D.	80~140	1~4	
Group 3	IVA-1	230~350	2~5	1,050	2,400	1,880	8~14	28.3	V.	250~350	0~1	
Group 4	IVA-2 (3~4)	160~350	3~7	1,175	2,100	1,590	9~15	26.7	V. A.	50~100	1~3	
Group 5	VA-4 (1~10)	120~300	4~9	930	2,460	1,760	4~8	25.8	V. D. A.	70~100	1~5	
Group 6	VIIA-5	160~350	4~6	870	1,880	1,447	7~10	22.3	V. A.	40~60	4~10	
Group 7	VIIA-7 (1~7)	180~320	4~6	950	2,230	1,738	7~10	20.9	V.	50~70	1~6	

注) Silica は全供試材に含まれていた。 Silica occurred in rays of the each group.

Abridgement : V—Vasicentric parenchyma 周囲柔組織 D—Diffuse parenchyma 散在柔組織 A—Diffuse-aggregates 短接線柔組織

がえば、供試材は中庸から重い材といえる。また、沈木となる限界点は 0.72~0.73 の付近とされており、これからすれば供試材はすべて沈木になるものと考えられる。さらに *D. grandiflorus* と同定した VA- のグループや *D. lowii* の VIIA-5 の供試材の容積重を既往のデータと比較すれば、ほぼ近似的な値を示している。

② 材色の表示については客観性を欠く点もあるが、これらの供試材では II A-8 と IVA-1 が最も濃色で、ついで II ④-5 と IVA-2 で、VA- のグループが最も淡色である。この材色の濃淡は樹脂の含有量や比重にも関係あるものと考えられる。

③ 交錯木理の強弱がいろいろの性質に関係するものと考えられるが、IVA-1 のグループではほとんど目だたないが、II A、II ④ および VIIA-5 の供試材では、その現われ方がかなり強い。これを地区別に見ればカリマンタン産の IVA のグループでは、ほとんど目だたないのに対し、II A のカンボジア産や VIIA のマラヤ産では、その現われ方が強く、VA のフィリピン産では中庸と考えられる。ただし、VIIA のグループ中には、その現われ方の強弱に差異も認められた。

④ “あて” とみなされる材の出現は Table 5 に示したが IVA-1 が最も顕著であり、いずれも偏心した樹幹の片側で樹心に近い材部に多く出現する。

⑤ 樹脂の含有量の多少は利用上障害となる場合が多く、マラヤ地方では樹脂の多いものを特に *Minyak keruing* と呼び、利用上区別しているようである。供試材の木口面における樹脂の浸出状態を肉眼で観察した結果では II A-8、および IVA-1 が最も多く、VA- のグループは最も少ないことが観察された。

c) 顕微鏡的性質の比較

① 道 管

直径(放射径)では II A-8 が 130~380 μ と最も大きく、VA-4 では 120~300 μ と供試材全体で最も小さい。しかし反面、分布数では VA-4 が最も多い。またチロースの存在は一般にこの属は少ないとされているが、II A-8 ではその発達はきわめて顕著である (Fig. 18)。他の供試材では部分的に出現するところもあるが、一般にその発達は不顕著である。

② 繊維状仮道管

繊維長では大きな差異は認められないが、他に比較して VIIA-5 が若干短い傾向が認められた。膜厚では IVA-1 が最も厚く内腔も小さい。また VA- のグループは他に比べ最も膜が薄く、内腔も大きい。これを容積重で見ると、前者が 0.90g/cm³ と最も大きく、後者は 0.73g/cm³ と最も小さい。このことは基礎組織である繊維細胞の膜厚と、内腔の大きさが容積重と密接な関係があることを示すものと考えられる。

③ 軸方向柔組織

柔組織の配列型はいずれの供試材も垂直細胞間道を包むものの発達が顕著である。一般に散在柔組織の発達は不顕著であるが、しかし II ④-5 と VA- のグループではその発達は顕著で他の供試材とは異なる。この柔組織出現の多少は、物理的、加工の性質などとも関係があると考えられる。

④ 垂直細胞間道

IVA-1 のようにその直径が 250~350 μ と道管の径と同様にきわめて大きなものと、II ④-5、II A-8、VA-4 のようにその径が道管のおおよそ 1/2 のもの、および VIIA-5、および 7 のように 40~70 μ とその

径が道管より著しく小さいものに大別できる。また、その配列型や分布数についても、それぞれ一定した傾向が認められるようである。

DESCH³⁾ や REYES¹⁰⁾ もこの属の識別点として、これらの性質を指摘していることから、今後この性質に関する普遍性などについて究明すれば、十分に識別拠点として役だつものと考えられる。

文 献

- 1) AUNG, Myint : Density variation outwards from the pith in some species of Shorea and its anatomical basis. The Empire For. Rev., 41, 107, (1962)
- 2) BURGESS, P.F. : Timbers of Sabah. Sabah For. Rec., 6, pp. 93~234, (1966)
- 3) DESCH, H.E. : Dipterocarp timber of the Malay peninsula. Mal. For. Rec., 14, pp. 62~75, (1941)
- 4) 小林弥一 : カンボジア産材 8 樹種の構造, 林試研報, 190, pp. 13~30, (1966)
- 5) MENON, P.K. : Guide to distribution of silica in Malayan woods. Mal. For. Rec., 19, (1956)
- 6) 中野達夫・蕪木自輔 : カンボジア産材 8 樹種の容積密度数と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 190, pp. 31~61, (1966)
- 7) ———— : カリマンタン産クルイン材の容積重と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 206, pp. 7~16, (1967)
- 8) ———— : フィリピン産アピトン材の容積重と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 208, pp. 105~116, (1968)
- 9) 尾中文彦 : アテの研究, 京大木研研報, 1, pp. 1~88, (1949)
- 10) REYES, L.J. : Philippine wood. Manila, pp. 280~296, (1938)
- 11) SYMINGTON C.F. : Foresters manual of Dipterocarps, Mal. For. Rec., 16, pp. 153~190, (1943)
- 12) 須川豊伸 : カリマンタン産クルイン材の解剖学的構造, 林試研報, 206, pp. 7~16, (1967)
- 13) ———— : フィリピン産アピトン材の識別と構造, 林試研報, 208, pp. 94~105, (1968)

図版の説明 (Explanation of figures)

Plate 1 VIII A-5 Keruing sal (*Dipterocarpus lowii* Hook. f. vel aff.)

Fig. 1 C.S. (×50) Showing vertical intercellular canals which are extremely small.

Fig. 2 T.S. (×50)

Fig. 3 R.S. (×120) Showing silica in ray cells.

Fig. 4 R.S. (×50)

Plate 2 VIII A-7 Keruing (*Dipterocarpus* sp.)

Fig. 5 C.S. (×50) Fig. 6 T.S. (×50) Fig. 7 R.S. (×50)

Plate 3

Fig. 8 VIII A-1 C.S. (×20) Showing tension wood. Upper-side tension wood, under-side normal wood.

Fig. 9 VIII A-6 C.S. (×120) Showing fiber tracheids which thin fiber wall and larger lumen.

Fig. 10 VIII A-5 C.S. (×120) Showing fiber tracheids which are thick fiber wall and very small lumen.

Plate 4 Showing the cross section of the seven group of *Dipterocarpus* specimens which have studied until now.

- Fig. 11 II A-8 C. S. ($\times 20$) *Dipterocarpus insularis* (Chhoeuteal bangkuoi)
 Fig. 12 II A-5 C. S. ($\times 20$) *Dipterocarpus alatus* (Chhoeuteal sar)
 Fig. 13 IVA-1 C. S. ($\times 20$) *Dipterocarpus* sp. (Keruing, from Kalimantan)
 Fig. 14 IVA-2 C. S. ($\times 20$) *Dipterocarpus* sp. (Keruing from Kalimantan)

Plate 5

- Fig. 15 VA-4 C. S. ($\times 20$) *Dipterocarpus grandiflorus* BLANCO vel aff. (Apitong from Philippines)
 Fig. 16 VIIA-5 C. S. ($\times 20$) *Dipterocarpus lowii* Hook. f. vel aff. (Keruing sol from Malaya)
 Fig. 17 VIIA-7 C. S. ($\times 20$) *Dipterocarpus* sp. (Keruing from Malaya)
 Fig. 18 II A-8 C. S. ($\times 50$) Showing tyloses in vessels.

II A-8~VIIA-5,各供試材の記号 The sign of study logs.

C. S. : Cross section. T. S. : Tangential section. R. S. : Radial section.

II. Identification and Anatomical Characters of Keruing Woods grown in Malaya

Toyonobu SUGAWA⁽¹⁾

(Résumé)

The author examined the wood anatomical characters of seven logs of Keruing, which were imported from Malaya to the Japanese market. The purpose was to identify the species by anatomical characters of each study logs.

The results were as follows :

1) Important macroscopical and microscopical characters of the seven study logs are shown in Table 2, 3, 4, and Fig. 1~10.

2) On the basis of the description of DESCH⁽³⁾ (1941) and comparative examination of the standard wood specimens of *Dipterocarpus* species which were collected in our laboratory, the seven study logs were identified as shown in Table 4.

The study log (VIIA-5) was identified as *Dipterocarpus lowii* Hook. f., or closely related species, in wood anatomical characters such as distribution and diameter of vertical intercellular canal and the distribution of axial parenchyma.

It was difficult to identify the other six study logs: they were very similar in wood anatomical characters, and were composed probably of the same species.

In addition, these data will be useful for the investigation of the relation between the wood structure and physical and wood-working properties of the same sample logs which were studied by the other authors of this series.

(1) Wood Anatomy Unit, Wood Material Section, Wood Technology Division.

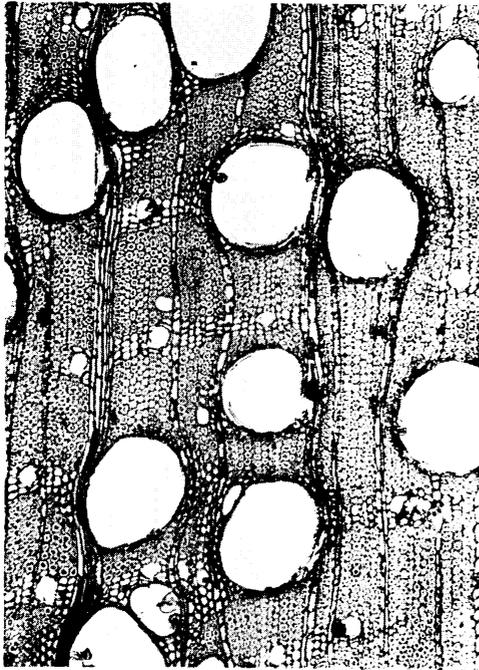


Fig. 1 VIIA-5 C.S. $\times 50$



Fig. 2 VIIA-5 T.S. $\times 50$

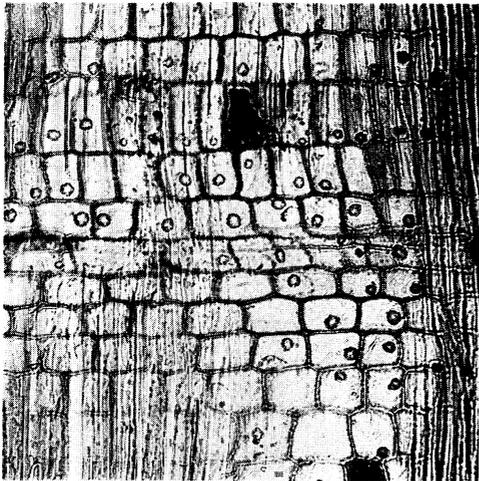


Fig. 3 VIIA-5 R.S. $\times 120$
放射組織中の silica を示す。

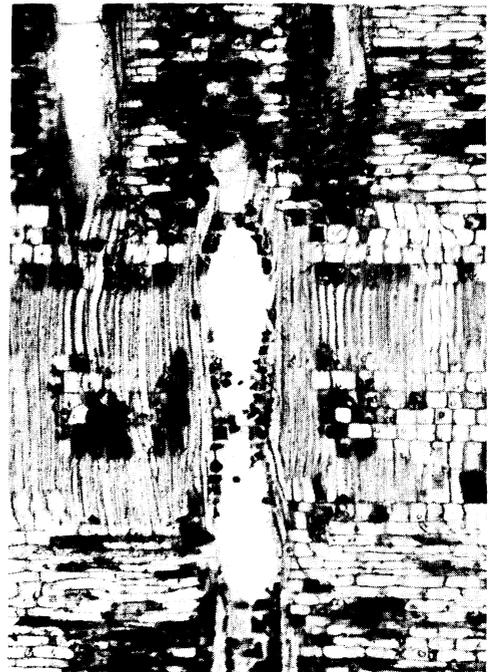


Fig. 4 VIIA-5 R.S. $\times 50$

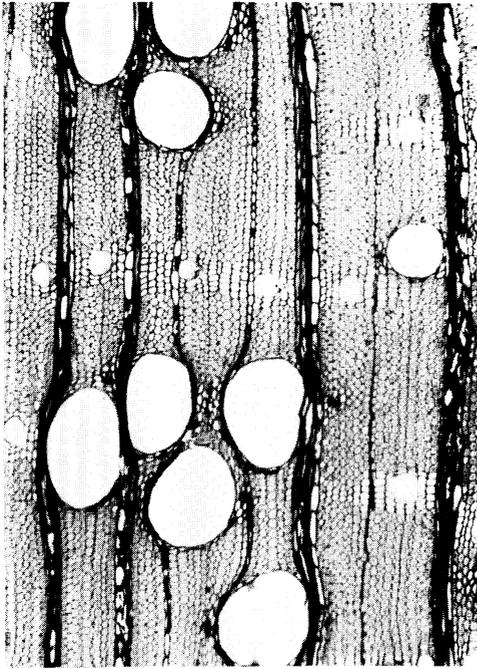


Fig. 5 VIII-A-7 C.S. ×50



Fig. 6 VIII-A-7 T.S. ×50

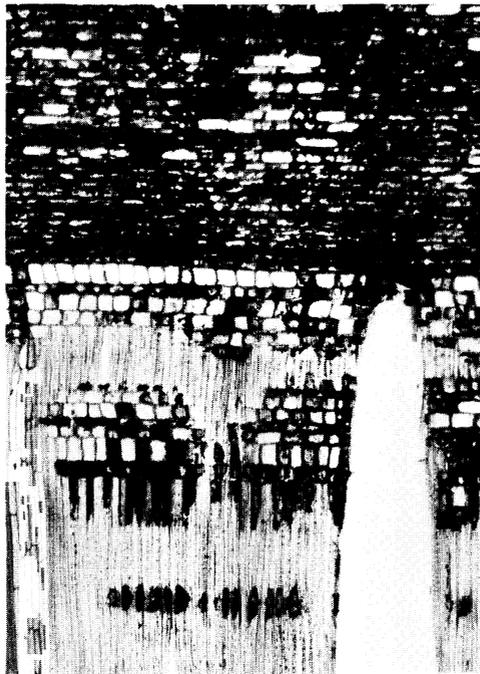


Fig. 7 VIII-A-7 R.S. ×50

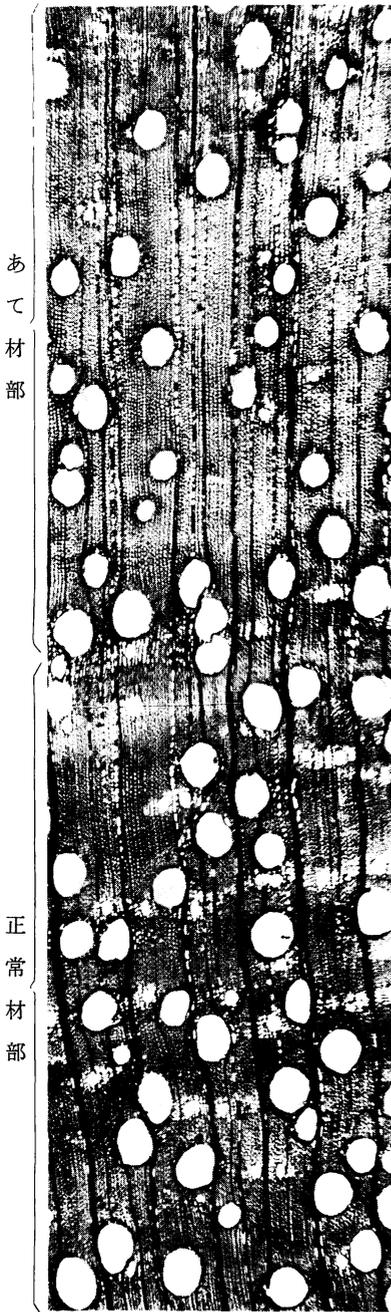


Fig. 8 VIIA-1 C.S. ×20

“あて”を示す。
上側：“あて”道管小さく，分布
数少ない。
下側：正常材部

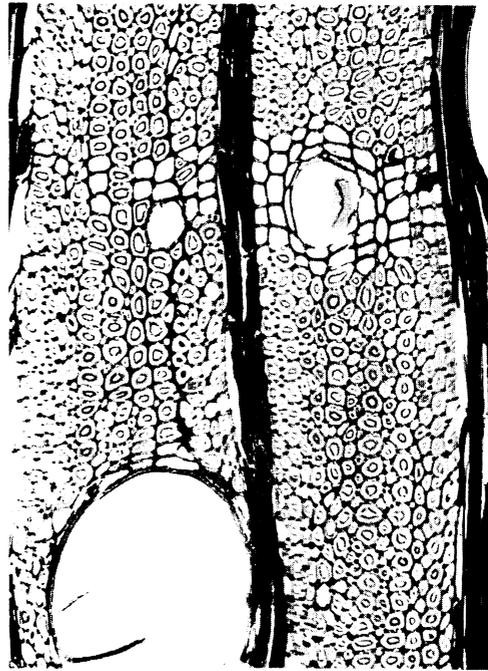


Fig. 9 VIIA-6 C.S. ×120

繊維の細胞膜が薄く内腔が大きい。

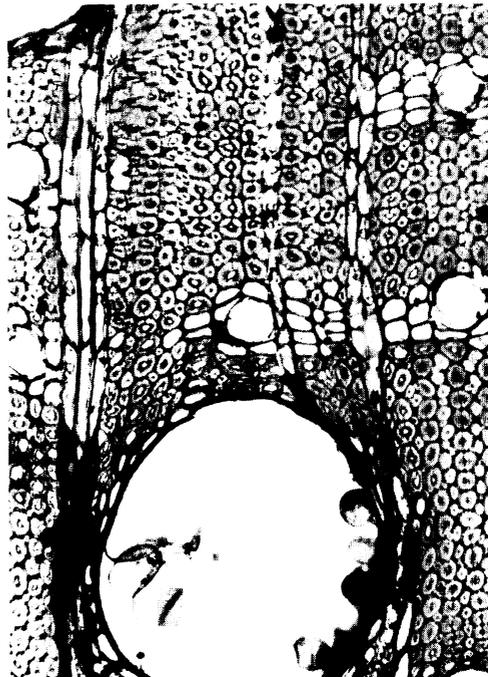


Fig. 10 VIIA-5 C.S. ×120

繊維の細胞膜が厚く，内腔も小さい。

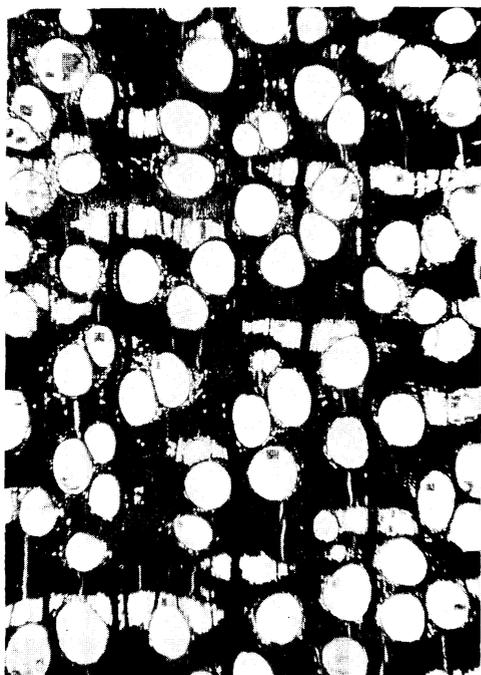


Fig. 11 II A-8 C. S. $\times 20$
Chhoeteal bangkuoi

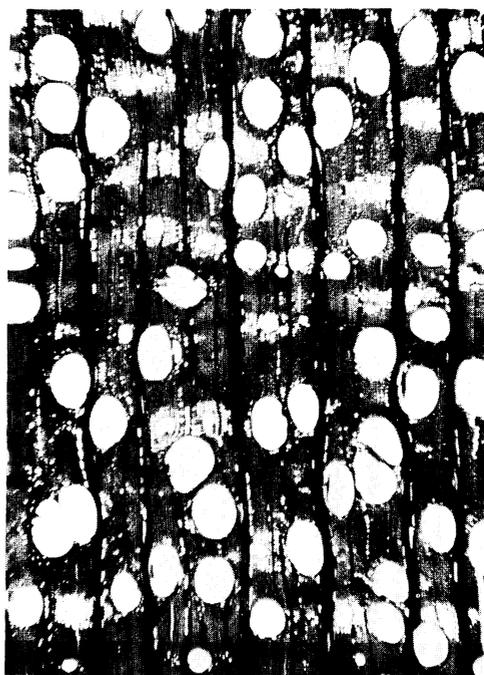


Fig. 12 II Ⓐ-5 C. S. $\times 20$
Chhoeteal sar

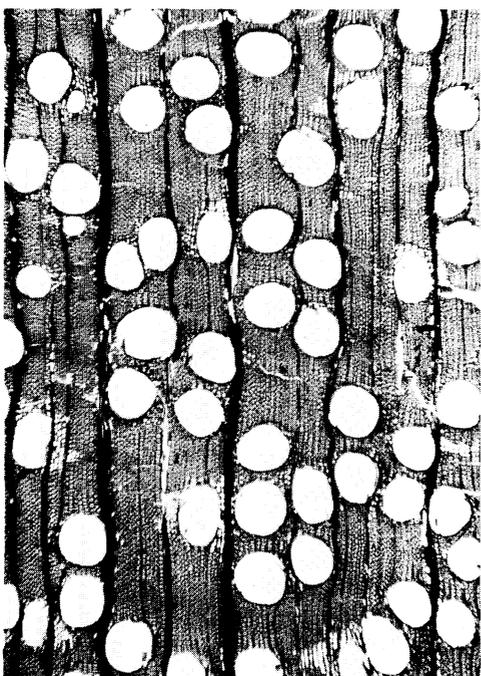


Fig. 13 IVA-1 C. S. $\times 20$
Keruing (Kalimantan)

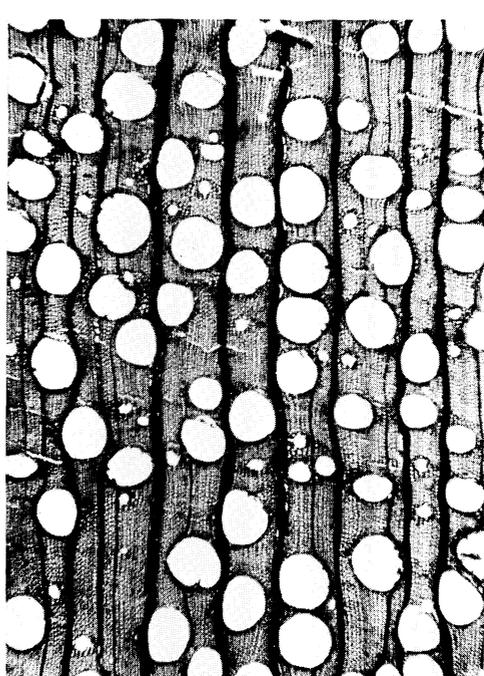


Fig. 14 IVA-2 C. S. $\times 20$
Keruing (Kalimantan)

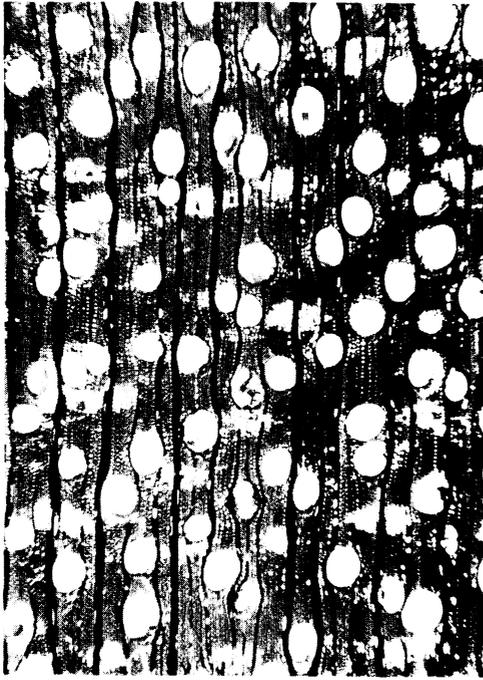


Fig. 15 VA-4 C. S. $\times 20$
Apitong

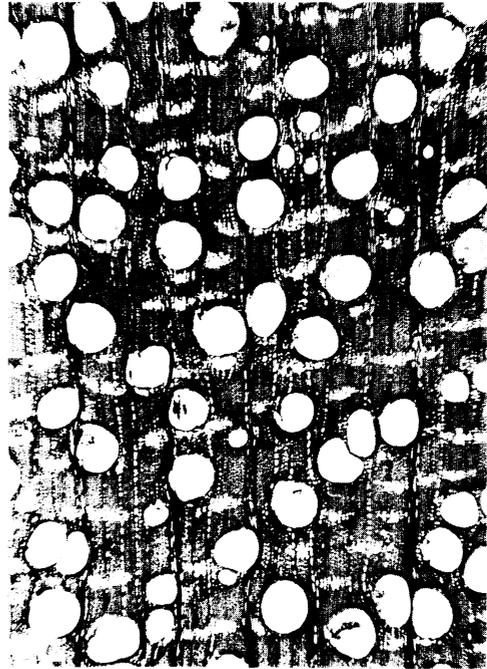


Fig. 16 VIIA-5 C. S. $\times 20$
Keruing (Malaya)

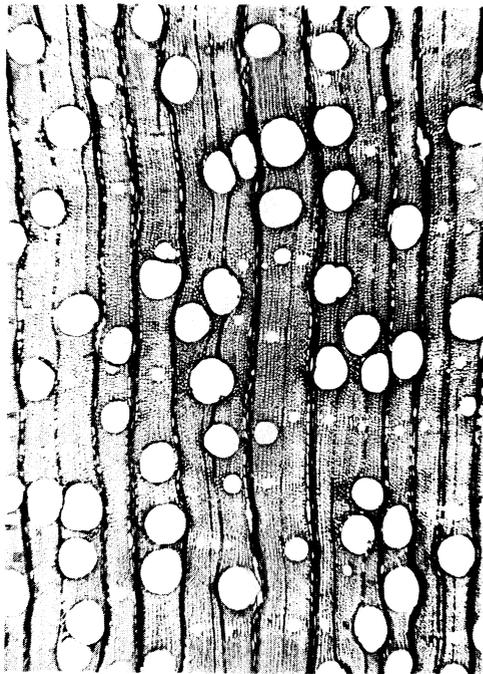


Fig. 17 VIIA-7 C. S. $\times 20$
Keruing (Malaya)



Fig. 18 IIA-8 C. S. $\times 50$
道管中のクロロスを示す。

Ⅲ. マラヤ産クルイン材の容積重と収縮率のあらわれかた

中 野 達 夫⁽¹⁾

蕉 木 自 輔⁽²⁾

この試験項目ではマラヤ産クルイン (*Dipterocarpus* spp.) 材 3 本の丸太について、その収縮率と容積重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。これは一般に、煮沸が単板切削の前処理として行なわれ、その効果とともにいくつかの弊害、すなわち、煮沸による木口割れの発生や、煮沸材の収縮率の増加などが知られているので、これらの値を定量的に求めるために行なったものである。

また、この一連の試験でとりあげた *Dipterocarpus* の 4 樹種と 3 樹種グループについて、それらの収縮性能を比較し、あわせてその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、加納材料科長、須藤材質研究室長ならびに物理・材質研究室各位に多大の労をわずらわした。付記して厚く謝意を表する。

1. 供試材と測定方法

(1) 供試材

この試験項目で用いた試験片数については、供試丸太べつ、処理べつに Table 1 に示した。

3 本の供試丸太のうち、ⅧA-3 の丸太については、根張りによると思われる肥大し、偏心した部分を含んでいたため、その影響を調査するため、その部分を元口とみなし、これと末口の両位置から、また、その他の丸太については 1 か所からそれぞれ円板を採取し供試材とした。

これらの円板から試験片を採取するにあたっては、ⅧA-3 の丸太については最長半径とその反対側の 2 方向、また、ⅧA-5 と ⅧA-7 の丸太についてはほぼ平均的な半径の方向において、樹心から周辺に向かって原則として連続的に、JIS Z 2103 にしたがって、木口試片を木取り、またこれらの試料の上あるいは下側に隣接して柾目試片を木取った。木口試片は各木取りか所から同時に 3 個、柾目試片は 2 個採取したが、このうちの木口試片の 2 個と柾目試片の 1 個とを煮沸試験に供した。これらの測定に供した試験片の総数は 259 個になった。

(2) 測定方法

収縮率の測定は無処理材については、JIS Z 2103 にしたがって行ない、気乾 (含水率 15%) 時までの収縮率 (α_{15} %), 含水率 1% あたりの平均収縮率 (δ %) と全収縮率 (α %) をそれぞれ接線、半径と軸の 3 方向について求めた。この長さの測定にあたっては精度 1/100 mm のダイヤルゲージを使用し、重量の測定には精度 1/1,000 g の自動天秤を使用し

Table 1. 丸太べつ、処理べつ試験片数

Number of specimens studied		
丸太番号 Mark of logs	処 理 Treatment	試片数 Number of specimens
ⅧA-3	無処理 Non-treated	78
	煮沸処理 Boiled	118
ⅧA-5	無処理 Non-treated	12
	煮沸処理 Boiled	18
ⅧA-7	無処理 Non-treated	13
	煮沸処理 Boiled	20
合計 Total		259

(1) 木材部材料科材質研究室 (2) 前木材部材料科物理研究室長・現東京農工大学農学部教授・農学博士

た。また、測定値から容積全収縮率 (α_v %), 容積密度数 (R kg/m³), 全乾容積重 (r_0 g/cm³) や含水率 15% 時の気乾容積重 (r_{15} g/cm³) なども算出した。

煮沸処理材については、処理前の生材における接線、半径と軸の 3 方向の長さを測定したのち、192 時間煮沸後、ふたたび 3 方向について測定を行ない、両測定長さから煮沸にともなう変化率 (%) を算出した。また、この煮沸処理を行なった試料について収縮率を測定したが、その測定の方法、精度や項目などはすべて無処理材の場合と同じであった。ただし、全収縮率と気乾収縮率は煮沸後の長さを基準として算出した。

なお、煮沸処理材について得られた結果は、「煮沸処理にともなう寸度変化と煮沸材の収縮性能」の項

Table 2. 丸太べつ収縮率
Shrinkage and density

丸太番号 Mark of logs	代 表 値 Repre- sentative figures	木口試片による測定値 Measurements by cross section specimens								
		δ		α_{15}		α			容 積 重	
		t	r	t	r	t	r	v	R	r_0
VIII A-3	n	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Max.	0.409	0.326	14.91	8.29	20.12	12.54	30.25	748	1.06
	Min.	0.310	0.189	5.26	1.69	9.83	4.57	15.00	599	0.76
	\bar{x}	0.355	0.243	9.53	4.38	14.36	7.86	21.33	665	0.85
	\bar{X}	0.353	0.233	8.15	3.45	13.02	6.81	19.25	650	0.81
VIII A-5	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Max.	0.403	0.335	9.89	5.83	15.35	10.57	24.74	730	0.97
	Min.	0.318	0.202	3.97	1.71	8.54	4.68	13.15	540	0.63
	\bar{x}	0.366	0.257	7.01	3.66	12.10	7.37	18.74	650	0.81
	\bar{X}	0.355	0.239	6.11	2.92	11.09	6.40	16.97	622	0.75
VIII A-7	n	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Max.	0.432	0.325	12.24	5.82	17.92	10.42	26.53	690	0.94
	Min.	0.384	0.244	6.68	2.67	12.07	6.23	17.87	607	0.74
	\bar{x}	0.416	0.291	10.05	4.52	15.57	8.68	23.14	656	0.86
	\bar{X}	0.407	0.279	9.22	3.94	14.74	7.96	21.80	645	0.83
合 計 Over all	n	53	53	53	53	53	53	53	53	53
	Max.	0.432	0.335	14.91	8.29	20.12	12.54	30.25	748	1.06
	Min.	0.310	0.189	3.97	1.69	8.54	4.57	13.15	543	0.63
	\bar{x}	0.363	0.251	9.31	4.32	14.26	7.91	21.28	662	0.85
	\bar{X}	0.372	0.250	7.83	3.44	12.95	7.06	19.34	639	0.80

(注, Remarks)

- δ : 含水率 1% 当たりの平均収縮率 (%) 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
 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.
 v : 容 積 Volume.
 R : 容積密度数 (kg/m³) Bulk density (kg/m³).
 r_0 : 全乾容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity in oven dry (g/cm³).
 r_{15} : 気乾 (含水率 15% 時) 容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity in air dry (15
 n : 試片数 Number of specimens.
Max. : 最大値 Maximum value.
Min. : 最小値 Minimum value.
 \bar{x} : 算術平均値 Mean value.
 \bar{X} : 各試片が代表する円板中の面積を重みとした平均値 Mean value weighted by the

で一括して述べる。

2. 容積重と収縮率の変動

(1) 容積重と収縮率の大きさ

供試丸太べつの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円板中の面積で重み付けした平均値 (\bar{X}) を総括して Table 2 に示した。

なお、この Table には木口試片による測定値と、柁目試片による測定値の一部の項目を重複して示しているが、これらの平均値を比較すると両者ではほとんど差が認められず、これらの試験片による差異が

と容積重測定値総括表
for sample logs

Density	柁目試片による測定値 Measurements by radial section specimens										
	δ		α_{15}		α			容積重 Density			
	r_{15}	r	l	r	l	r	l	v	R	r_0	r_{15}
40	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
1.10	0.365	0.030	7.35	0.15	12.34	0.48	29.21	813	1.15	1.18	
0.74	0.188	0.003	1.86	0.00	4.72	0.07	14.35	601	0.71	0.75	
0.89	0.254	0.016	3.63	0.05	7.61	0.28	20.68	681	0.86	0.90	
0.85	0.238	0.018	3.25	0.05	6.75	0.30	18.95	658	0.82	0.86	
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
0.99	0.312	0.014	6.01	0.12	10.19	0.28	23.00	736	0.95	0.98	
0.66	0.177	0.009	1.69	0.02	4.32	0.17	11.76	528	0.60	0.64	
0.84	0.242	0.011	3.70	0.06	7.18	0.23	17.84	647	0.79	0.83	
0.79	0.221	0.011	2.92	0.07	6.14	0.24	15.91	619	0.74	0.78	
7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
0.96	0.317	0.018	5.88	0.13	10.36	0.40	26.29	720	0.98	1.01	
0.77	0.232	0.014	2.62	0.00	6.01	0.20	16.51	601	0.72	0.78	
0.88	0.286	0.016	4.44	0.05	8.53	0.28	22.46	664	0.86	0.90	
0.85	0.273	0.016	4.00	0.05	7.94	0.29	21.21	649	0.83	0.87	
53	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
1.10	0.365	0.030	7.35	0.15	12.34	0.48	29.21	813	1.15	1.18	
0.66	0.177	0.003	1.86	0.00	4.32	0.07	11.76	528	0.60	0.64	
0.88	0.256	0.015	3.52	0.05	7.67	0.27	20.55	675	0.85	0.89	
0.83	0.244	0.015	3.39	0.06	6.94	0.28	18.69	642	0.80	0.84	

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

% moisture content) (g/cm³).

area, represented by each specimen, in the disk.

少ないことを示している。したがって、以下の考察は原則として軸方向の収縮率のみを柾目試片による値によって行ない、そのほかはすべて木口試片による測定値によって行なった。

Table 2 によると、容積密度数の \bar{X} は全体で 639kg/m^3 であり、また、丸太べつに測定値を比較すると、3本の丸太のあいだで差異はほとんど認められなかった。各丸太についての容積密度数の最大、最小値間の差は VIII A-7 の丸太で 83kg/m^3 を示したが、他の2本では 150kg/m^3 以上を示していた。Dipterocarpaceae の他の樹種⁶⁾⁸⁾⁹⁾ では、両者の差がほぼ 100kg/m^3 であるから、この調査の試料では丸太内の容積密度数の変動が比較的小さいものと、かなり大きいものを含んでいることになる。

容積全収縮率の \bar{X} は全体で 19.34% であるが、これを丸太べつにみると、VIII A-7 の丸太で最も大きく 21.80%、VIII A-5 の丸太で最も小さく 16.97% であり、この差はこれまでに報告⁶⁾⁸⁾⁹⁾ した同属のものと比較してかなり大きい。また、この値の丸太内の最大・最小値間の差をみると、VIII A-7 の丸太の 8.66% から、VIII A-3 の丸太の 15.25% に及んでおり、丸太内の変動も著しく大きく、これらの値を同属の他の樹種⁶⁾⁸⁾⁹⁾ の平均値 8.45 と比較すると、これらの試料はかなり不均質であるといえよう。

容積密度数と各方向べつならびに容積の全収縮率の出現比較度数分布を Fig. 1 に示した。これによると、容積密度数が 640kg/cm^3 から 660kg/m^3 の範囲で 40% をこえる高い出現度数を示しているのが特徴的である。また、収縮率は軸方向を除いていずれも台形に近い形をとってあらわれている。これは試験片

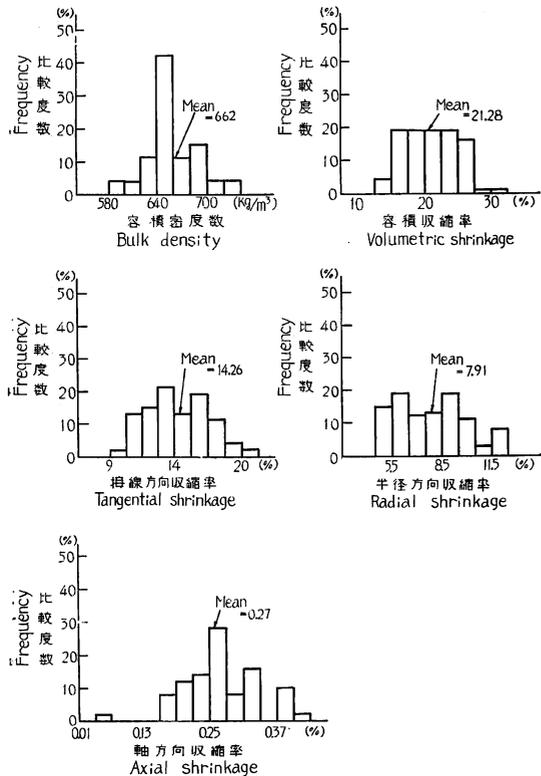


Fig. 1 容積密度数と全収縮率の出現比較度数分布
Histograms of bulk density and shrinkage when green to oven dry.

をいずれも樹心から周辺にわたって採取したことによって得られた結果であるが、このことについては次項で述べる。

以上の結果をマラヤ産のクルイン材のうち *D. lowii* や比較的軽い部類に属する *D. cornutus* などの代表値⁵⁾ と比較すると、容積重と収縮率はともによく一致している。

(2) 容積重と収縮率の丸太内の変動

VIII A-3 の丸太はすでに述べたように、その元口部分が肥大し、偏心していたが、その元口部分の変動と末口部分との差異を調べるため、容積密度数と容積全収縮率について、部位べつの比較を行なった。

丸太の部位べつに、容積密度数と容積全収縮率の平均値を示すと Table 3 のとおりであった。これによって、元口と末口の円板試料からの平均値を比較すると、容積密度数ではほとんど差はなく、容積全収縮率では、末口円板の平均値が約 2% 大きかった。先に調査したカリマンタン産クルイン材⁸⁾ の材長約 6 m の丸太の両端から採取した試料においても、測定値間に大きな差異が認められなかっ

Table 3. VIIA-3 の丸太における部位べつ容積密度数と容積全収縮率の平均値
Mean values of bulk density and volumetric shrinkage when green to oven dry on same sources of specimen at VIIA-3 log

測定値 Measurements	全体 Overall	円板採取位置 Position of disk on log		横断方向 Direction in disk		樹心からのへだたり Relative distance from pith				
		元口 Butt end	末口 Top end	最長方向 The longest direction	反対の方向 The opposite direction	樹心~30% Pith~30%	31~50% 31~50%	51~65% 51~65%	66%~ 66%~ 辺心材界 Boundary between S. and H.	辺材部 Sap-wood
容積密度数 Bulk density (kg/m ³)	665	667	663	664	667	706	653	659	648	631
容積収縮率 Volumetric shrinkage (%)	21.33	20.46	22.51	21.24	21.48	26.45	22.22	19.91	17.52	16.09

たが、ここでもまた同様の結果が得られた。

これに反して、樹心からのへだたりにもなる容積密度数と容積全収縮率の変動はともに大きく、樹心部と周辺部では前者で 75kg/m³、後者で 10.36% の差を示している。

(3) 容積密度数と収縮率の丸太横断面水平分布

容積密度数と接線、半径方向と容積の全収縮率の丸太横断面水平分布を Fig. 2 に示した。

これによると、容積密度数は全体の傾向として樹心から周辺に向かって減少しており、樹心からのへだたりが半径比で 30% から 80% にわたる位置において、ほぼ安定した値が出現している。これらの値は前項で述べた高い比較度数を示した容積密度数と一致する。このことから、容積密度数の出現分布は丸太横断面の樹心からのへだたりにもなる水平分布によることがわかる。また、容積、接線方向と半径方向の全収縮率は、樹心から周辺に向かって減少する傾向を示している。この減少の傾向は VIIA-3 の丸太の半径比 50% 部分でやや不規則となり、また、VIIA-5、VIIA-7 の丸太の樹心部で低い値が出現するとはいえず、全般的にはほぼ一定の傾向を示すことがわかる。したがって、各収縮率について級区分をすると、各級の出現度はほとんどの級においてほぼ等しくなり、前項で述べたように、これらの度数分布はほぼ台形として示されることになる。

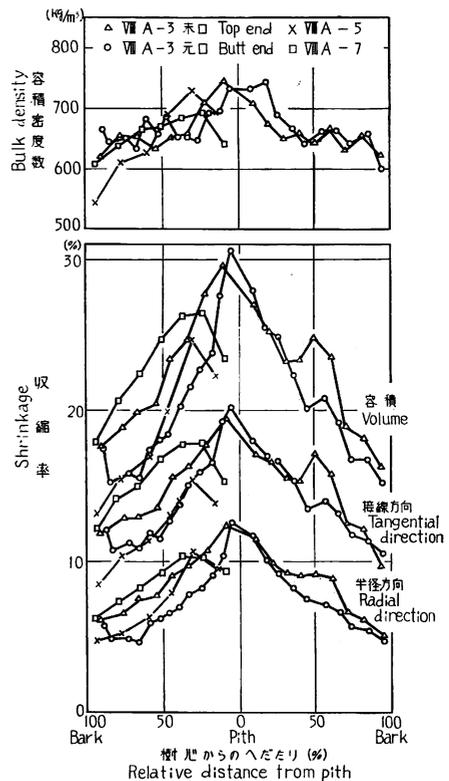


Fig. 2 容積密度数と全収縮率の丸太横断面水平分布

Transverse distribution of bulk density and shrinkage when green to oven dry.

Table 4. 丸太べつの α_v/R 値
 α_v/R for each log

丸太番号 Mark of log	試片数 Number of specimens	α_v/R		
		最大値 Maximum	最小値 Minimum	平均値 Mean
VII A-3	40	39.7	23.5	31.9
VII A-5	6	33.9	24.2	28.5
VII A-7	7	38.6	29.4	35.2
全体 Over all	53	39.7	23.5	32.0

3. 相互関係

(1) 容積密度数と容積全収縮率との関係

容積全収縮率 ($\alpha_v\%$) と容積密度数 ($R\text{ g/cm}^3$) の比 α_v/R 値を丸太べつに求め、その最大値、最小値と平均値を Table 4 に示した。

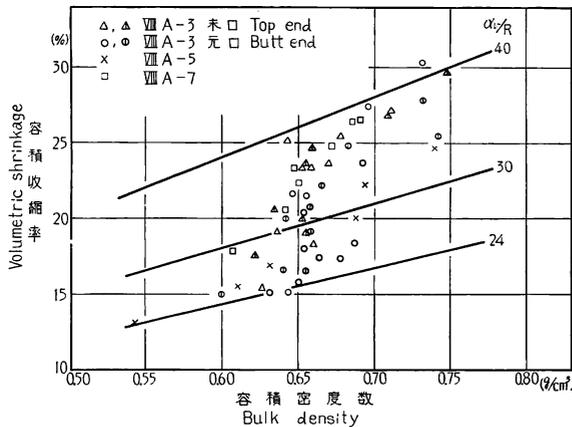


Fig. 3 容積密度数と容積全収縮率との関係
Relation between bulk density and volumetric shrinkage when green to oven dry.

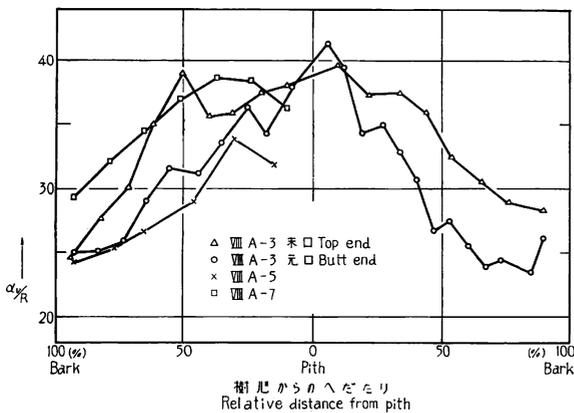


Fig. 4 α_v/R 値の丸太横断面水平分布
Transverse distribution of α_v/R in relation to relative distance from pith.

これによると、 α_v/R 値の丸太べつの平均値は VII A-7 の丸太で 35.2 で最も大きく、VII A-5 の丸太で 28.5 で最も小さく、全体の平均値は 32.0 である。この全体の平均値は温帯産材での多くの樹種の平均値¹⁾よりやや大きい。同じく Table 4 において、丸太べつの最大、最小値間の差に注目すると VII A-3 で特に大きく 16.2 を示すし、他の 2 本の丸太ではともに約 9 の差を示している。これらの値を他の *Dipterocarpus* の樹種⁶⁾⁸⁾⁹⁾での値と比較すると、前者は大きい部類に、後者は平均的な部類に位置づけされる。このような α_v/R 値の変動の状態は Fig. 3 で明らかである。 α_v/R 値は容積全収縮率が容積密度数の増加にもなって増加する傾向を、原点をとる直線で示したときのその勾配である。したがって、 α_v/R 値の変動が大きいことは測定値全体の傾向が、これらの直線のいずれかにそっていないことを意味している。他の多くの樹種¹⁾⁶⁾の平均値でこの関係式をみると、一般に原点を通る直線で示されることから、ここで認められた関係はかなり特徴的であるといえる。

α_v/R 値の樹心からのへだたりにもなる変動の状態は、Fig. 4 で明らかのように、丸太による値の差異はあるが、常に樹心から周辺に向かって減少する傾向がみられ、上に述べた α_v/R 値の樹体内における変動の原因が樹心からのへだたりにあることがわかる。このことはすでに調査した *Dipterocarpus* のすべての試料⁶⁾⁸⁾⁹⁾においても認められ、

Table 5. 丸太べつの横断面収縮異方度
Transverse shrinkage anisotropy for sample logs

丸太番号 Mark of log	試片数 Number of specimens	t/r			t_{15}/r_{15}			t_0/r_0		
		最大値 Max.	最小値 Min.	平均値 Mean	最大値 Max.	最小値 Min.	平均値 Mean	最大値 Max.	最小値 Min.	平均値 Mean
VIIA - 3	40	2.37	1.49	1.88	3.44	1.64	2.32	1.84	1.24	1.48
VIIA - 5	6	1.96	1.45	1.70	2.57	1.55	2.06	1.60	1.20	1.44
VIIA - 7	7	1.98	1.65	1.81	2.58	1.96	2.27	1.58	1.32	1.41
全体 Over all	53	2.37	1.45	1.85	3.44	1.55	2.29	1.84	1.20	1.47

この属の材の収縮に関する特徴の一つとみなしうる。

(2) 横断面収縮異方度

Table 5 には、丸太べつの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、値小最と平均値を示した。これによると、丸太べつに求めた t/r の平均値は VIIA-3 が 1.88 で最も大きく、VIIA-5 が 1.70 で最も小さく、さらに全体について求めた平均値は 1.85 である。この総平均値をすでに調査した *Dipterocarpaceae* の数樹種⁶⁾⁸⁾⁹⁾ の値と比較すると、この値はやや小さい部類に属するものである。

全乾までの収縮異方度を含水率 15% の点において分割すると、 t_{15}/r_{15} と t_0/r_0 の 2 つの収縮異方度が算出できる。Table 5 によると、 t_{15}/r_{15} の全体の平均値は 2.29 を示し、 t_0/r_0 では 1.47 を示し、両者の間では 0.82 の差が認められる。この関係は日本産の樹種の多くについて、一般に認められる $t_{15}/r_{15} > t_0/r_0$ の関係³⁾ と同様である。また、この値は同属の他の試料⁶⁾⁸⁾⁹⁾ と比較してほぼ平均的なものといえる。

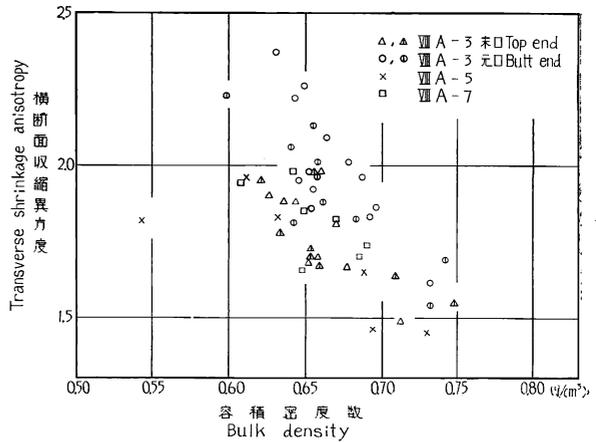


Fig. 5 横断面収縮異方度と容積密度数との関係
Relation between transverse shrinkage anisotropy and bulk density.

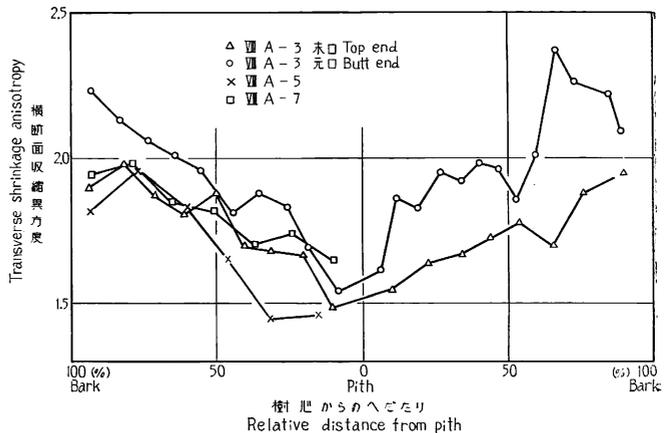


Fig. 6 横断面収縮異方度と樹心からのへだたりとの関係
Relation between transverse shrinkage anisotropy and relative distance from pith.

Table 5 によると、丸太べつの t/r の最大値と最小値の差は VIII A-7 の丸太で 0.33, VIII A-3 の丸太で 0.88, VIII A-5 の丸太で 0.51 で、これらの値は先に述べた丸太べつの平均値の差異よりはるかに大きい。そこで、これらの変動の原因を確かめるため、 t/r と容積密度数 ($R g/cm^3$) の関係を Fig. 5 に、さらに t/r と樹心からのへだたりとの関係を Fig. 6 に示した。Fig. 5 によると、 t/r は容積密度数の増加にともない急激な減少の傾向を示し、また Fig. 6 によると t/r は樹心から周辺に向かって増加している。すでに調査した同属の他の試料⁽⁶⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾ では、これらの関係が明確に認められるものと不明確なものがあるが、ここでの結果は前者に属している。さらに Fig. 6 によると、 t/r は VIII A-3 の丸太の元口から得られた値が、他の試料からの値に比較して特に大きい傾向を示している。これがこの元口部分から得られた試料の特徴の一つかもしれないが、ここではただ指摘するにとどめる。

Table 6. 丸太、方向べつの気乾 (含水率 15%) 時までの収縮が全収縮にしめる割合
Percentage of the shrinkage when green to air dry (15% moisture content) to that when green to oven dry in each direction of sample log

丸太番号 Mark of log	接線方向 Tangential direction			半径方向 Radial direction			軸方向 Axial direction		
	最大値 Max.	最小値 Min.	平均値 Mean	最大値 Max.	最小値 Min.	平均値 Mean	最大値 Max.	最小値 Min.	平均値 Mean
VIII A - 3	75	52	65	67	36	54	47	0	18
VIII A - 5	64	46	57	59	37	48	43	12	24
VIII A - 7	68	55	64	56	43	51	33	0	14
全体 Over all	75	46	64	67	36	53	47	0	18

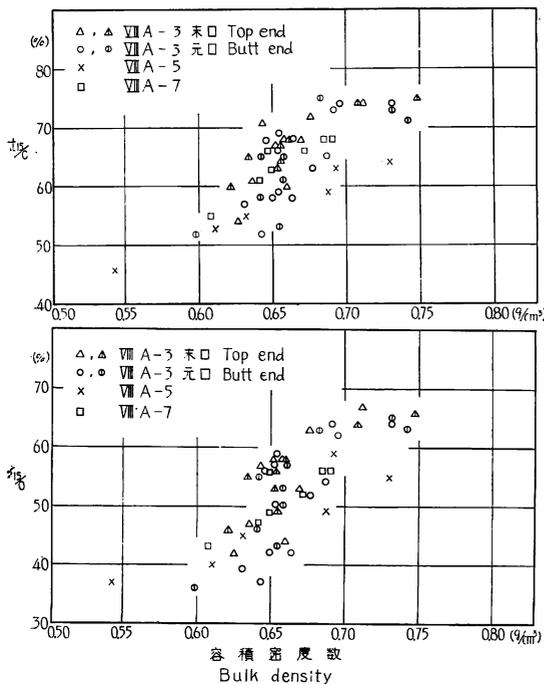


Fig. 7 $\alpha_{15/0}$ と容積密度数との関係
Relation between $\alpha_{15/0}$ and bulk density.

(3) 気乾 (含水率 15%) 時までの収縮 と全収縮との関係

気乾 (含水率 15%) 時までの収縮率が全収縮率にしめる割合を $\alpha_{15/0}$ であらわし、その 3 方向についての丸太べつの最大値、最小値と平均値を Table 6 に示した。

これによると、接線方向における値は丸太べつには VIII A-5 の丸太が 57% で、他の 2 本の丸太がそれぞれ 64, 65% とほぼ等しいのに比べやや低い値を示している。半径方向における丸太べつの順位は接線方向のそれと同じで、また全体の平均値は 53% で接線方向のそれに比べると 11% 低い値を示している。さらに、軸方向における値は丸太べつには VIII A-5 が最も大きく 24% を示し、VIII A-7 が最も小さく 14% を示して丸太間の変動が大きい、全体の平均値は 18% で、3 方向では最も小さい値である。これらの 3 方向の値を同属の他の試料⁽⁶⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾ について求めた値

と比較すると、ここでの値は3方向とも最も大きい部類に属する。

Table 6 の最大、最小値間の差から、これらの値が丸太内でかなり大きく変動することが推定されるが、この変動の原因を追求するため、接線方向と半径方向について、この値と容積密度数 ($R\text{ g/cm}^3$) の関係と樹心からのへだたりの関係を Fig. 7 と Fig. 8 に示した。Fig. 7 によると、

$\alpha_{15/0}$ の値は接線方向、半径方向ともに容積密度数の増加にもなって増加する傾向が認められる。また、Fig. 8 によると、この値は両方向、丸太の区別なくいずれも樹心から周辺に向かって減少している。これらの関係を同属の他の樹種⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ について求めた傾向と比較すると、本試料でのこの関係はかなり明確なものといえよう。これにたいし、 $\alpha_{15/0}$ と樹心からのへだたりとの関係は、どの試料においても樹心部で高く周辺部で低い値を示す⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ が、本試料でのこの関係もその例外ではない。

4. 煮沸処理にともなう寸度変化と煮沸材の収縮性能

(1) 煮沸にともなう寸度変化率

煮沸 (100°C, 192 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丸太べつ、方向べつに求め Fig. 9 に示した。

これによって接線方向の変化率を丸太べつに比較すると、それぞれ異なった値は示すが、すべての丸太で樹心部では縮み、周辺部では伸び、この中間部ではほぼ一定の傾向を示している。また、この樹心部での最大縮み率は VIII A-3 の丸太で 1.12%、最大伸び率は VIII A-5 の丸太で 0.83% である。

供試材の項で述べたように、VIII A-3 の丸太の試験片は元口と末口の円板において 2 横断方向から採取したが、これらの試験片での値は樹心から周辺に及ぶどの位置においてもほぼ近似しており、円板と方向による差異が少なく、したがって、この変化率の丸太内における変動は樹心からのへだたりによることが明らかである。また、Fig. 9 によれば、VIII A-3 の丸太でのこの値は他の 2 本の丸太よりどの部位においても低い値を示し、丸太間ではかなりの変動があるものと推定される。ところが、それぞれの丸太において、伸び率と縮み率の最大値についてそれらの絶対値の和を木口割れの指標となるものとみなして求めると、いずれの丸太の場合も 1.3~1.5% でほぼ等しいことは注目されるべきだろう。さらに、これらの変化率は樹心から周辺に向かって収縮から伸長へと順次変化しているが、これらの値を結んで変化率が零を示す点の樹心からのへだたりを半径比で求めると VIII A-5 と VIII A-7 の丸太で約 40%、VIII A-3 の丸太で約 70% であり、丸太によって大きな隔たりが認められる。

さらに、Fig. 9 によれば、半径方向の変化率はどの丸太や方向においても大差なくすべて縮み、この

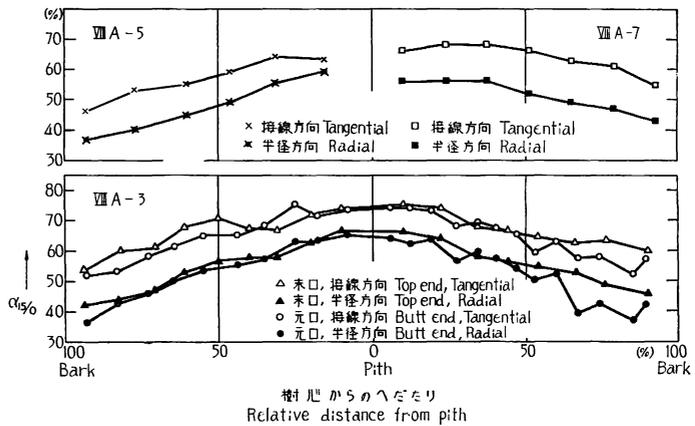


Fig. 8 $\alpha_{15/0}$ と樹心からのへだたりとの関係
Relation between $\alpha_{15/0}$ and relative distance from pith.

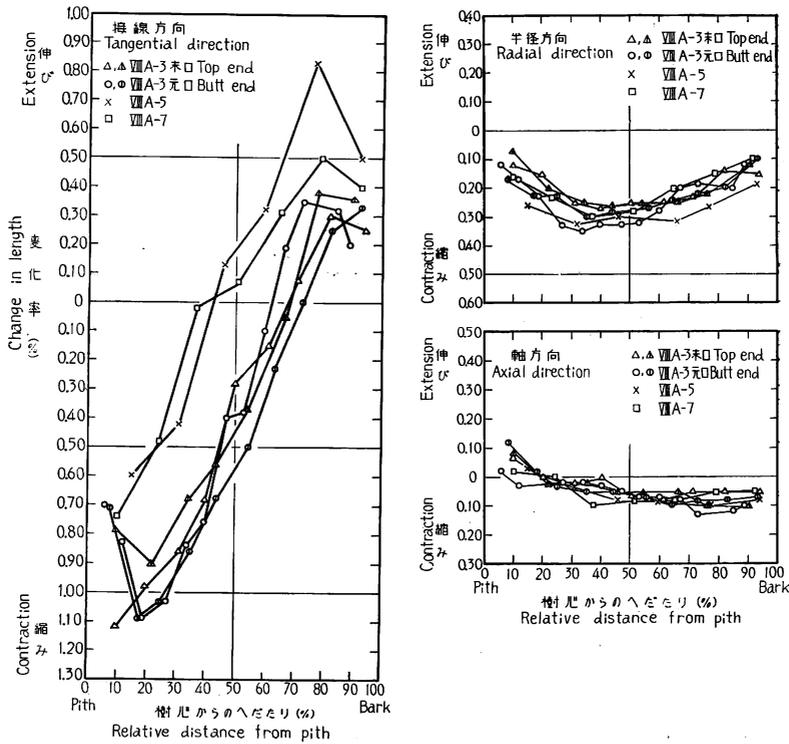


Fig. 9 丸太べつ，方向べつに示した煮沸ともなり寸度変化率と樹心からのへだたりとの関係
 Relation between change in length by boiling and relative distance from pith at each log and direction.

Table 7. 煮沸処理材と Comparisons between boiled

丸太番号 Mark of logs	処 理 Treatment	容 積 重 Density			収 縮 率 Shrinkage					
		R kg/m ³	r ₀ g/cm ³	r ₁₅ g/cm ³	含水率1%あたりの平均 収縮率 S. per unit M. C.			気乾までの収縮率 S. when green to air dry		
					t	r	l	t	r	l
VIII-3	無処理 Non-treated 煮沸 Boiled	665	0.85	0.89	0.355	0.243	0.016	9.53	4.38	0.05
		636	0.87	0.89	0.401	0.288	0.016	12.77	5.74	0.06
VIII-5	無処理 Non-treated 煮沸 Boiled	650	0.81	0.84	0.366	0.257	0.011	7.01	3.66	0.06
		631	0.83	0.86	0.396	0.293	0.011	9.89	5.26	0.02
VIII-7	無処理 Non-treated 煮沸 Boiled	656	0.86	0.88	0.410	0.291	0.016	10.05	4.52	0.05
		639	0.89	0.91	0.443	0.340	0.018	13.55	6.19	0.04
全 体 Over all	無処理 Non-treated 煮沸 Boiled	662	0.85	0.88	0.363	0.251	0.015	9.31	4.32	0.05
		635	0.87	0.89	0.406	0.295	0.016	12.54	5.75	0.05
	無処理/煮沸 Ratio of boiled to non-treated	0.96	1.02	1.01	1.12	1.18	1.07	1.35	1.33	1.00

縮み率は樹心部と周辺部ではほぼ等しく、中央部で最大値をとる傾向を示し、この最大値は 0.35% である。このように半径方向の変化率の絶対値や変動の大きさなどは、接線方向に比べはるかに小さいことがわかる。

さらに軸方向の変化率はどの丸太や方向においても、樹心部で伸び、中央部から周辺部で縮み、またこれが零を示す樹心からのへだたりは半径比で約 20% である。この最大伸び率は 0.12%、最大縮み率は 0.13% を示し、これらの値は軸方向の収縮率に比べて絶対値で約 1/2 となる。

いずれにしても、これらの変動は成長応力に基づいて生ずる現象であるとされている⁴⁾ ことから、これらの変化率のあらわれかたについてはその面から追求されるべき性質のものであろう。ただ、以上のような煮沸ともなって認められる、丸太の樹心から周辺に向かっての変化率の出現傾向をもとにすれば、丸太を煮沸した際の心割れや目回りなどの発生あるいは増加が説明できよう。

(2) 煮沸材の収縮率

煮沸材と無処理材の収縮特性値を丸太べつに求めた。また、この値は丸太間でほとんど差がなかったのので両者の比を丸太全体の平均値について求めた。これらの値を示せば Table 7 のとおりであった。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示せば Fig. 10 のとおりであった。これによると、少数の試験片を除けば、各測定値は $Y=X$ の直線を上方へ平行移動した直線上にきわめて整然と配列しており、丸太間の変動も試験片間の変動もともに少ないことがわかる。これらのことから、以下の煮沸材と無処理材との比較は Table 7 の全体の平均値における両者の比で行なうこととする。

Table 7 によると、容積密度数の比は 0.96 で煮沸材の値が無処理材の値より小さい。容積密度数は生材容積に対する全乾重量の比で示されるから、このように容積密度数が両者で異なることは、全乾重量と生材容積の煮沸ともなう変化量に差異があったことを意味している。この実験においては、生材容積を

無処理材との比較
wood and non-treated

(%)				相互関係 Relation						
全乾までの収縮率 S. when green to oven dry				α_v/R	横断面収縮異方度 Transverse anisotropy of S.			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_s/r_s	t_{15}/r_{15}	t/r	$t_{15/0}$	$r_{15/0}$	$l_{15/0}$
14.36	7.86	0.28	21.33	31.9	1.48	2.32	1.88	65	54	18
18.04	9.80	0.31	26.33	41.3	1.42	2.33	1.88	70	58	16
12.10	7.37	0.23	18.74	28.5	1.44	2.06	1.70	57	48	24
15.26	9.40	0.20	23.43	36.7	1.39	1.99	1.68	64	55	8
15.57	8.68	0.28	23.14	35.2	1.41	2.27	1.81	64	51	14
19.25	10.98	0.32	28.23	44.0	1.30	2.22	1.77	70	56	13
14.26	7.91	0.27	21.28	32.0	1.47	2.29	1.85	64	53	18
17.88	9.92	0.30	26.24	41.1	1.40	2.27	1.84	69	57	15
1.25	1.25	1.11	1.24	1.28	0.95	0.99	0.99	1.08	1.08	0.83

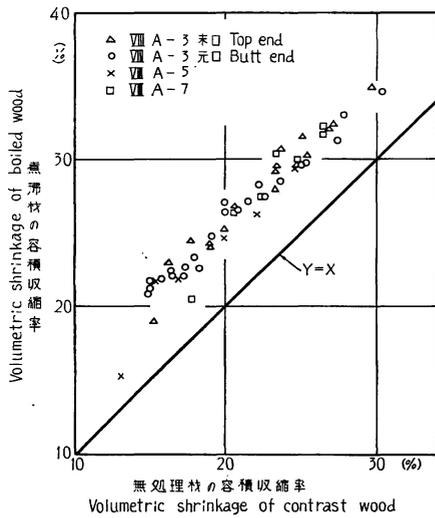


Fig. 10 煮沸材の容積全収縮率と無処理との関係

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

全体の平均値としてみると、両者で大きな差異はなかったから、容積密度数が煮沸材で減少したことは結局、煮沸にともなう抽出物によって全乾重量が減少したことを意味している。

このような煮沸にともなう容積密度数の減少にもかかわらず、全乾容積重と気乾容積重はともに煮沸材の値が無処理材の値より逆にやや増加している。これは次に述べるように、収縮率が無処理材におけるよりも煮沸材において著しく大きいことによって生じたものである。

収縮率の比は気乾までの軸方向において 1.00 を示している以外はすべて 1 より大きく、煮沸材の収縮率が無処理材に比べて大きくなることを示している。接線方向と半径方向における各収縮率の比はいずれもほぼ等しく、全収縮率では 1.25 を示している。この比はまた、容積全収縮率の比にはほぼ等しい。軸方向の全収縮率の比は 1.11 で横断面方向の比よりも小さい。

両者の α_0/R 値の比は 1.28 を示し、著しく大きい値であるが、これは煮沸材での値が無処理材の値より容積密度数で減少し、容積全収縮率で増加したことによって得られた結果である。

横断面収縮異方度については、 t_0/r_0 の比は 0.95、 t_{15}/r_{15} と t/r の比はともに 0.99 を示し、煮沸材での値が無処理材の値よりやや小さい。

気乾までの収縮が全収縮にしめる割合での比は、接線方向と半径方向ではともに 1.08 で、煮沸材でのこれらの割合が無処理材の割合より大きい。軸方向でのこの比は 0.83 で煮沸材でのこの割合が無処理材での割合より小さい。

このように、煮沸材の収縮率は無処理材の収縮率より大きくなるが、この原因としては、気乾収縮の全収縮にしめる割合が煮沸材で増加し、落込みのような異状な収縮が発生したことと、煮沸にともなう細胞膜の変質によって、煮沸材に気乾から全乾までの収縮率が増加したことなどが考えられるようである。

5. *Dipterocarpus* の 7 試料 (4 樹種と 3 樹種グループ) の収縮の特徴

この一連の南洋材の研究⁸⁾⁹⁾においてすでに調査した *Dipterocarpus* の供試材は Table 8 のとおりである。

これらの供試材について、産地べつ、樹種と樹種グループべつに求めた収縮特性値の平均値を Table 9 に示した。これによって 7 試料べつの比較をすれば次のとおりである。

容積密度数が 600kg/m³ 未満 : *D. grandiflorus*, *D. alatus*

600~650 : *D. insularis*, *D. lowii*, カリマンタン産 No. 2

651 以上 : カリマンタン産 No. 1, マラヤ産 *Dipterocarpus*. sp.

容積全収縮率が 17.50% 未満 : *D. insularis*, *D. alatus*, *D. grandiflorus*

Table 8. *Dipterocarpus* の供試材総括表
Detail of test wood on genus *Dipterocarpus*

産地 Country grown	樹種 Species	丸太本数 Number of logs	丸太番号 Mark of logs	試験片採取個所 Position of specimens in log		試験片数 Number of specimens
				横断方向 Transverse direction	幹軸方向 Axial direc- tion of stem	
カンボジア Cambodia	<i>D. insularis</i>	3	II A-3, 4, 8	4	1	158
	<i>D. alatus</i>	3	II A-1, 2, 5	4	1	146
カリマンタン Kalimantan	<i>Dipterocarpus</i> sp. No. 1	1	IVA-1	2	2	56
	ク No. 2	3	IVA-2, 3, 4	2	2	154
フィリピン Philippin	<i>D. grandiflorus</i>	7	VA-1, 2, 3, 4, 6, 7, 8	1	1	98
マラヤ Malaya	<i>D. lowii</i>	1	VIII A-5	1	1	12
	<i>Dipterocarpus</i> sp.	2	VIII A-3, 7	2	2	91
合計 Total		20				715

17.50~20.00 : *D. lowii*20.01 以上 : カリマンタン産 No. 1, No. 2, マラヤ産 *Dipterocarpus* sp. α_n/R 値が 28.0 未満 : *D. insularis*28.0~31.0 : *D. alatus*, *D. grandiflorus*, カリマンタン産 No. 1 *D. lowii*31.1 以上 : カリマンタン産 No. 2, マラヤ産 *Dipterocarpus* sp.横断面収縮異方度 (t/r) が 1.78 未満 : カリマンタン産 No. 1, *D. lowii*1.78~1.94 : *D. insularis*, カリマンタン産 No. 2, マラヤ産 *Dipterocarpus* sp.1.95 — : *D. alatus*, *D. grandiflorus*気乾収縮率が全収縮にしめる割合 ($t_{15/0}$) が57% 未満 : *D. insularis*, *D. alatus*, カリマンタン産 No. 157~59 : *D. grandiflorus*, *D. lowii*60 以上 : カリマンタン産 No. 2, マラヤ産 *Dipterocarpus* sp.

これらの結果を総合して、実用的な収縮性能といった立場からこれらの試料を3つに分けると、収縮性能がややすぐれたものとして、*D. grandiflorus*, *D. insularis* や *D. alatus* などが、やや劣ったものとして、カリマンタン産 No. 2 やマラヤ産 *Dipterocarpus* sp. などが、さらに、これらの中間的なものとして *D. lowii* やカリマンタン産 No. 1 などが属するとみてよからう。

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⁶⁾⁸⁾⁹⁾したが、これを7試料べつに総括すると次のとおりである。

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ほぼ等しいかあるいは減少していく傾向を示す。このうち後者の場合でも、樹心からのへだたりが半径比で 40% から 80% に及ぶ領域で容積密度数はほぼ等しい値を示し、安定しているものが多い。

容積全収縮率は樹心から周辺に向かってすべて減少する。

Table 9. *Dipterocarpus* 4樹種と
Comparisons between the seven samples of genus

産地 Country grown	樹種 Species	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 S. per unit M. C.			気乾収縮 S. when green to	
					t	r	l	t	r
カンボジア Cambodia	<i>D. insularis</i>	625	0.75	0.78	0.336	0.207	0.011	5.99	2.58
	<i>D. alatus</i>	593	0.72	0.75	0.376	0.219	0.011	6.53	2.51
カリマンタン Kalimantan	<i>D. sp. No. 1</i>	696	0.88	0.90	0.418	0.286	0.010	7.20	3.96
	<i>D. sp. No. 2</i>	600	0.76	0.79	0.390	0.248	0.013	8.31	3.87
フィリピン Philippine	<i>D. grandiflorus</i>	566	0.68	0.72	0.339	0.202	0.013	6.59	2.81
マラヤ Malaya	<i>D. lowii</i>	650	0.81	0.84	0.366	0.257	0.011	7.01	3.66
	<i>D. sp.</i>	660	0.85	0.88	0.382	0.267	0.016	9.78	4.45
全体 Over all		627	0.78	0.81	0.372	0.241	0.012	7.34	3.41

α_v/R 値は樹心から周辺に向かってすべて減少する。

t/r 値は樹心から周辺に向かってほぼ等しいか上昇する傾向を示す。

接線と半径方向における気乾までの収縮が全収縮にしめる割合は樹心から周辺に向かってすべて減少する。

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間においては、容積全収縮率は容積密度数の増加にともなって増加するが、その傾向は原点をとる直線とはならず、はるかに急激であるものが多い⁽⁸⁾⁽⁹⁾。ところが、試料べつあるいは丸太べつに求めた平均値におけるこの関係は、Fig. 11によると、試料あるいは丸太による変動を示しながらも全体として、容積全収縮率は容積密度数の増加にともなって増加し、その増加の傾向は原点をとる

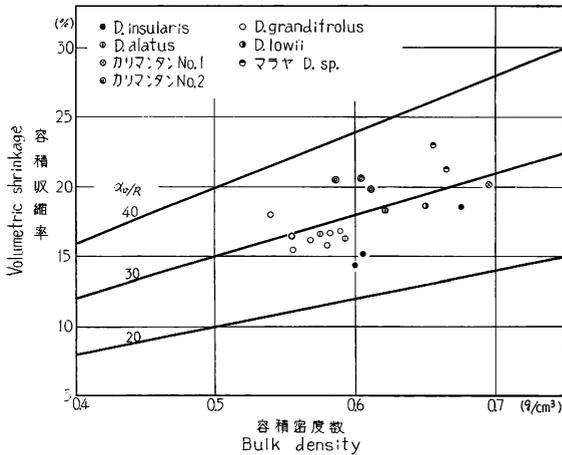


Fig. 11 丸太べつ、樹種と樹種グループべつに求めた容積密度数と容積全収縮率との関係
Relation between bulk density and shrinkage when green to oven dry at each sample.

直線 $\alpha_v=30R$ にほぼ適合していることがわかる。したがって、容積密度数と容積全収縮率との関係は丸太内におけるものと試料あるいは丸太間でのものとを区別して考える必要がある。

丸太内で得られた横断面収縮異方度(t/r)は容積密度数の増加にともなって減少するが⁽⁸⁾⁽⁹⁾、その減少の傾向は、Fig. 12 に示した丸太べつの平均値間で得られた減少の傾向よりはるかに著しく、両者で出現の傾向が異なっているから両者は区別して考える必要がある。また、Fig. 12によると、 t/r と容積密度数の関係はこれについて求めた式⁽⁹⁾における $\varphi=2$ の直線にはほぼ従うことを示している。このように、横断面収

3 樹種グループの収縮特性値の比較

Dipterocarpus on characteristic values of shrinkage

Shrinkage (%)					相互関係 Relations						
率 air dry	全 収 縮 率 S. when green to oven dry				α_t/R	横断面収縮異方度 Transverse anisotropy of S.			気乾までの収縮率の割合 (%) Ratio of Shrinkage when green to air dry to oven dry		
	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>l</i>		<i>v</i>	t_0/r_0	t_{15}/r_{15}	t/r	$t_{15}/0$	$r_{15}/0$
0.02	10.61	5.52	0.18	16.01	25.6	1.62	2.32	1.92	56	47	11
0.05	11.80	5.70	0.21	17.08	28.8	1.72	2.60	2.07	55	44	24
0.01	13.02	8.05	0.16	20.23	29.0	1.46	1.82	1.62	55	47	6
0.03	13.66	7.50	0.22	20.30	32.6	1.57	2.15	1.82	60	51	8
0.01	11.33	5.71	0.21	16.54	29.2	1.68	2.43	2.02	58	48	2
0.06	12.10	7.37	0.23	18.74	28.5	1.44	2.06	1.70	57	48	24
0.05	14.96	8.27	0.28	22.23	33.5	1.44	2.29	1.84	64	52	16
0.03	12.50	6.87	0.21	18.73	29.6	1.56	2.24	1.86	58	48	13

縮異方度と容積密度数との関係は、容積全収縮率と容積密度数との関係における場合と同じく、丸太間ではかなり規則的なあらわれかたをすることがわかる。

接線方向と半径方向の気乾までの収縮が全収縮にせ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は、2, 3の試料について容積密度数の増加にもなって増加する傾向が認められたが、この関係を示した丸太は樹心部で容積密度数の高いものに限られていた⁽⁶⁾⁽⁹⁾。しかし、この関係を丸太間で調べると、これらの間には明らかな関係は認められなかった。

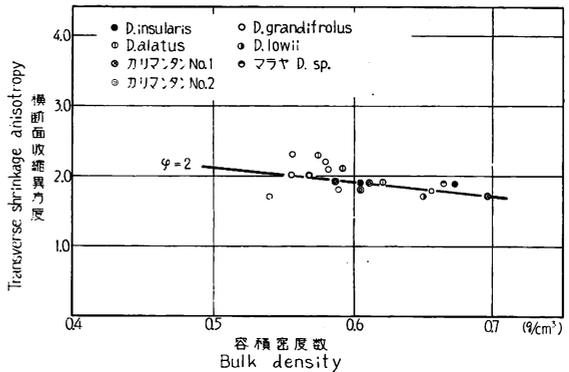


Fig. 12 丸太べつ、樹種と樹種グループべつにしめた容積密度数と横断面収縮異方度との関係
Relation between bulk density and transverse shrinkage anisotropy at each sample.

要 約

マラヤ産クルイン (*Dipterocarpus* spp.) の3本の丸太について、容積重および収縮率を測定し、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、煮沸となもり寸度変化率を測定するとともに、煮沸処理材の収縮率を求め、これを無処理材と比較した。さらに、すでに調査した *Dipterocarpus* の4樹種と3樹種グループについて、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。

クルイン材の容積重と収縮率について

1. 容積重と収縮率での最大値、最小値と平均値を求め (Table 2), これらの出現分布と丸太横断面水平分布を調べた (Fig. 1, 2)。

2. 一端が肥大、偏心していた VIII-A-3 の丸太について、容積密度数と容積全収縮率についての変動を調べたが肥大、偏心した部分の影響は明らかでなかった (Table 3)。

3. 容積全収縮率と容積密度数の関係、横断面収縮異方度と気乾(含水率 15%) 収縮が全収縮にされる割合を求め (Table 4, 5, 6), これらの値と容積密度数との関係 (Fig. 3, 5, 7) と, これらの値の樹心からのへだたりにもなる変動 (Fig. 4, 6, 8) を検討した。

煮沸材について

1. 煮沸 (100°C, 192 時間処理) にもなる寸度変化率を接線, 半径と軸の 3 方向について求め, これらの値の樹心からのへだたりにもなる変動を明らかにした (Fig. 9)。

2. 煮沸材の収縮特性値と無処理材のそれとを比較し, 煮沸材の収縮率が無処理材より大きく, 容積全収縮率で 1.24 倍を示した。

Dipterocarpus の 7 試料 (4 樹種と 3 樹種グループ) の収縮の特徴について

1. *Dipterocarpus* の 4 樹種と 3 樹種グループの収縮特性値を求め, その一部の項目について, これらの間での比較を行なった (Table 9)。

2. *Dipterocarpus* の 4 樹種と 3 樹種グループの収縮のあらわれかたについて, 若干の特徴を指摘した。収縮特性値の樹心からのへだたりにおける変動については特に留意する必要を認め, これらの変動がそれぞれ特徴のある出現形をとることを明らかにした。また, 容積全収縮率と横断面収縮異方度のそれぞれと容積密度数の関係は丸太内と丸太間で異なり, 丸太間でより規則的であるが, そのうちの容積全収縮率 (α_v %) と容積密度数 (R g/cm³) との関係は $\alpha_v = 30R$ の直線に, 他の横断面収縮異方度 (t/r) と容積密度数の関係は $\varphi^3 = 2$ の直線にそってそれぞれ出現する傾向を示すことを明らかにした。

文 献

- 1) 蕪木自輔: 木材材質の森林生物学的研究 (第 13 報) 北海道野幌地方における造林木の容積収縮率のあらわれかた, 林試研報, 90, pp. 109~144, (1956)
- 2) 蕪木自輔: 木材材質の森林生物学的研究 (第 15 報) トドマツ材における容積収縮率のあらわれかた——みかけの大きさとその容積密度数との関係, 林試研報, 144, pp. 53~111, (1962)
- 3) 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, pp. 199~230, (1969)
- 4) KÜBLER, H.: Studien über Wachstumsspannungen des Holzes — Dritte Mitteilung; Längenänderungen bei der Wärmebehandlung frischen Holzes. Holz als Roh- und Werkstoff, 3, pp. 77~86, (1959)
- 5) Malayan Forest Service: Trade Leaflet, 5, (1961)
- 6) 中野達夫・蕪木自輔: 南洋材の性質 1 カンボジア産材 8 樹種の容積密度数と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 190, pp. 31~61, (1966)
- 7) 中野達夫・蕪木自輔: 南洋材の性質 4 北ボルネオ産カプール材の容積重と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 197, pp. 61~74, (1967)
- 8) 中野達夫・蕪木自輔: 南洋材の性質 7 カリマンタン産クルイン材の容積重と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 206, pp. 17~29, (1967)
- 9) 中野達夫・蕪木自輔: 南洋材の性質 10 アビトン材の容積重と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 208, pp. 105~116, (1968)
- 10) 中野達夫・蕪木自輔: 南洋材の性質 11 カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材の容積重と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 218, pp. 32~45, (1968)
- 11) 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, pp. 129~144, (1968)

III. Density and Shrinkage of Keruing Woods grown in Malaya

Tatsuo NAKANO⁽¹⁾ and Jisuke KABURAGI⁽²⁾

(Résumé)

A study of density and shrinkage was made on three Keruing (*Dipterocarpus* spp.) logs grown in Malaya and some characteristics of boiled wood were observed. Furthermore, the data for shrinkage of seven samples of genus *Dipterocarpus* from four countries were summarized and discussed.

The test procedure and the results obtained are as follows :

Density and shrinkage of three Keruing logs

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

The test specimens for VIII-A-5 and VIII-A-7 log were taken along a radius of the disk from the butt end. For VIII-A-3 log, two specimens from the widest side and the opposite of each of two disks from the top and butt end were taken. The values obtained from each sample were compared. This is because of the necessity to study the influence of eccentricity caused by buttress found slightly in this log. Sampling method by direction and method of test for study on density and shrinkage followed that described in the previous report¹⁾.

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

2. The transverse distribution of bulk density and shrinkage when green to oven-dry in relation to relative distance from pith are shown in Fig. 2.

3. The comparison between the mean values of bulk density and volumetric shrinkage when green to oven-dry of VIII-A-3 log were made in relation to factors of specimen (positions of disk, directions, relative distance from pith and forms of specimen) (Table 3).

4. The relationship between the bulk density (R g/cm³) and volumetric shrinkage (α_v %) are shown in Fig. 3 and the distribution of the α_v/R values with relative distance from pith in each log are shown in Fig. 4. Then, the values of α_v/R for each log are given in Table 4.

5. The values of transverse shrinkage anisotropy when green to oven-dry (t/r) and air-dry (t_{15}/r_{15}) and the unit shrinkage anisotropy when air-dry to oven-dry (t_0/r_0) are given in Table 5. Furthermore, the relations between t/r value and bulk density, and the transverse distribution of t/r value with relative distance from pith are shown in Figs. 5 and 6.

6. The percentage of shrinkage when green to air-dry to when green to oven-dry ($\alpha_{15/0}$) was observed in relation to relative distance from pith and the bulk density of each log (Table 6, Figs. 7 and 8).

The boiling of wood specimens from three Keruing logs

The test specimens for boiling were taken from the adjacent of the non-treated one

(1) Wood Physics Unit, Wood Material Section, Wood Technology Division.

(2) Formerly : Chief, Wood Physics Unit, Wood Material Section, Wood Technology Division.
Presently : Tokyo Univ. of Agr. and Tech. Prof. Dr.

mentioned in the foregoing paragraph for the sake of contrast. After measurement of the length, the test specimens were boiled in water at 100°C for 192 hours, and then the length was measured again. The change in length caused by the boiling was calculated from the two measurements on each log. With regard to the shrinkage of boiled wood, the same procedure was followed as for non-treated wood.

1. The change in length caused by boiling with relative distance from pith is shown in Fig. 9 in tangential, radial and axial direction.

2. The comparison between the boiled and non-boiled wood was made on bulk density and some shrinkage values (Table 7, Fig. 10).

Density and shrinkage of seven samples of genus *Dipterocarpus*

The general descriptions for the sample woods tested in this series of work "The properties of tropical woods" are shown in Table 8.

1. The comparison between the seven samples on density and shrinkage was made in Table 9.

2. The relationships between bulk density and volumetric shrinkage and transverse shrinkage anisotropy in each log are shown in Figs. 11 and 12.

IV. マラヤ産クルイン材の強度的性質

山井良三郎⁽¹⁾

近藤孝一⁽²⁾

まえがき

前報にひきつづき、マラヤ産クルイン材 (*Dipterocarpus* spp.) 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横引張試験体につき、単板切削条件の基礎となる接線方向の応力-歪関係を求めることにおいた。

なお、この報告のおわりに、これまで“南洋材の性質”の一環として試験を行ってきた *Dryobalanops* (属) の北ボルネオ産カブール²⁾ および *Dipterocarpus* (属) のフィリピン産アビトン⁴⁾、カンボジア産チュテールパンヨイ¹⁾、チュテールサール¹⁾、カリマンタン産クルイン³⁾、マラヤ産クルインの結果を要約する。

この試験を行なうにあたり、研究室の各位のご協力を得たので厚く謝意を表する。

1. 供試材料および試験体木取法

供試材料の丸太記号、多湿円板の半径および辺材幅、試験群などを Table 1 に示す。I 群は多湿円板に関するもので、厚さ約 10cm の円板から、前報¹⁾ の要領で横引張および横圧縮の試験体を木取った場合である。すなわち、横断面上で平均的な成長をしている部分の半径をえらび、その線上の辺材部および樹心部 (直径約 20cm) を除いた心材部を 3 等分して、樹皮側から、B, C, D とし、各部位から接線方

(1) 木材部材料科強度研究室長・農学博士 (2) 木材部材料科強度研究室

向の横引張試験体を樹幹の縦軸方向に連続して5～6個ずつ木取った。

また、B部位のみから、半径方向の横引張試験体と、半径および接線方向の横圧縮試験体を5個ずつ木取った。

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の丸太から横圧縮試験体ならびに縦方向の引張、静的曲げ、衝撃曲げなどの試験体を木取った場合である。すなわち、B部位に相当する部分から接線方向ならびに半径方

向の横圧縮試験体を5個ずつ木取るとともに、辺材部および樹心部を除いた部分から縦方向の各試験体を10個ずつ木取った。なお、縦方向の場合は気乾状態と多湿状態の比較を行なうため、6～7組の1対の試験体を木取った。また、静的曲げ試験体からは試験終了後、その非破壊部から縦圧縮、せん断、部分圧縮の各試験体を木取った。横引張試験体は干割れ発生のため木取ることをやめたが、その他の試験体でも、その一部に干割れが発生したため、試験の実行を割愛したのもあった。

この試験でいう多湿状態は供試材を水中に浸漬した状態で、いわゆる生材状態とは異なっている。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¹⁾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、柁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。

3. 試験結果と考察

最初に、各供試丸太ごとの気乾状態における容積重、含水率、静的曲げ、縦圧縮、縦引張、せん断、部分圧縮(接線方向)、かたさ、衝撃曲げなどの強度値を総括してTable 2に示す。気乾容積重(平均含水率約13.5%)は静的曲げ、縦圧縮、縦引張、部分圧縮、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 $0.77\sim 0.85\sim 0.95\text{ g/cm}^3$ である。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に示す。形質商の総平均は静的曲げで16.1km、縦圧縮で8.8km、縦引張で19.5kmである。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0.75、縦引張で0.63である。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 0.69×10^{-2} 、縦圧縮で 0.30×10^{-2} 、縦引張で 0.71×10^{-2} である。せん断強さはせん断面によりやや異なり、板目面の場合がわずかに高い傾向が認められる。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、すでに報告したカ

Table 1. 供試材料
Materials tested

丸太番号 Mark of logs	円板半径 Radius of disks (cm)	辺材の幅 Width of sapwood (cm)	試験群 Test group	
			I 群 I Group I	II 群 II Group II
VII A-4	25.1	5.1	厚さ10cmの 多湿円板 Wet disk, 10cm in thickness	長さ50cmの 丸太 Log, 50cm in length
VII A-5	24.7	4.0		
VII A-7	25.3	4.3		

I 群：多湿円板から木取った試験体の横方向強度試験
Group I : Tests perpendicular to grain of specimens at 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).

Table 2. 強度試験
Results of several mechanical

丸太番号 Mark of logs		容積重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Moisture content u %	静的曲げ Static bending			縦圧縮 Compression parallel to grain			縦引張 Tension
				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	E_t 10 ³ kg/cm ²
VIII A-4	平均値 Mean	0.88	13.0	204	769	1360	241	577	758	222
	範囲 Range	0.80 ~0.95	13.0 ~13.5	184~226	680~795	1123 ~1491	159~319	475~637	697~832	146~267
VIII A-5	平均値 Mean	0.83	13.5	182	688	1345	226	537	725	220
	範囲 Range	0.77 ~0.92	13.0 ~14.0	163~216	527~791	1185 ~1524	186~261	395~631	656~806	191~246
VIII A-7	平均値 Mean	0.87	13.5	211	776	1444	299	600	801	267
	範囲 Range	0.79 ~0.94	13.5 ~14.0	178~244	593~860	1183 ~1627	247~364	544~677	708~882	239~310
総括 Over all	平均値 Mean	0.85	13.5	201	739	1384	256	571	761	235
	範囲 Range	0.77 ~0.95	13.0 ~14.0	163~244	527~860	1123 ~1627	159~364	395~677	656~882	146~310

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

Table 3. 各強度的性質の相互関係(気乾)
Relations among mechanical properties (Air dry)

丸太番号 Mark of logs		静的曲げ Static bending			縦圧縮 Compression parallel to grain			縦引張 Tension parallel to grain		
		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	σ_t/E_t 10 ⁻²
VIII A-4	平均値 Mean	0.55	14.9	0.67	0.76	8.5	0.33	0.62	17.4	0.69
	範囲 Range	0.53 ~0.57	12.6 ~16.9	0.60 ~0.75	0.68 ~0.85	7.7~9.2	0.26 ~0.48	0.54 ~0.68	12.9 ~21.1	0.45 ~0.93
VIII A-5	平均値 Mean	0.51	16.3	0.74	0.74	8.8	0.31	0.65	20.2	0.75
	範囲 Range	0.42 ~0.57	15.1 ~17.2	0.70 ~0.79	0.60 ~0.83	8.2~9.4	0.26 ~0.31	0.57 ~0.70	15.7 ~23.4	0.59 ~0.89
VIII A-7	平均値 Mean	0.53	16.4	0.66	0.75	9.1	0.27	0.61	21.1	0.69
	範囲 Range	0.48 ~0.56	14.9 ~17.5	0.57 ~0.72	0.72 ~0.78	8.1~9.4	0.24 ~0.32	0.55 ~0.66	18.1 ~25.3	0.61 ~0.75
総括 Over all	平均値 Mean	0.53	16.1	0.69	0.75	8.8	0.30	0.63	19.5	0.71
	範囲 Range	0.42 ~0.57	12.6 ~17.5	0.57 ~0.75	0.60 ~0.85	7.7~9.4	0.24 ~0.48	0.54 ~0.70	12.9 ~25.3	0.45 ~0.93

リマンタン産クルイン材と近似している。縦圧縮強さを木口面かたさで除した値、および接線方向の1 mm 部分圧縮強さを柱目面かたさで除した値の総平均は、単位を無視して示すと、それぞれ 89, 78 となる。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

結果 (気乾状態)

tests (Air dry condition)

引張 parallel to grain		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			衝撃曲げ Impact bending
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_l kg/mm ²	H_r kg/mm ²	H_t kg/mm ²	a kg·m/cm ²
923	1480	154	186	91.2	175	236	192	8.9	2.7	2.2	1.24
670 ~1113	1139 ~1804	127~179	141~189	81.2 ~115	153 ~207	197 ~282	165 ~230	7.6 ~9.6	2.1 ~3.9	1.9 ~2.7	1.03 ~1.44
1077	1668	141	141	81.8	159	209	174	8.2	2.1	2.1	0.91
765 ~1230	1271 ~2087	129~151	129~154	76.5 ~86.0	142 ~178	189 ~248	158 ~200	7.5 ~9.1	1.7 ~2.4	1.6 ~2.6	0.78 ~1.17
1211	1842	146	160	80.5	155	214	175	8.5	2.7	2.0	1.30
969 ~1435	1487 ~2337	127~170	143~176	67.0 ~95.6	130 ~182	177 ~248	143 ~202	7.1 ~9.8	2.3 ~3.0	1.2 ~2.6	0.97 ~1.58
1042	1656	147	154	84.0	162	218	180	8.5	2.5	2.1	1.15
670 ~1435	1139 ~2337	127~179	129~189	67.0 ~115	130 ~207	177 ~282	143 ~230	7.1 ~9.8	1.7 ~3.9	1.2 ~2.7	0.78 ~1.58

σ_{1mm} : 1 mm 部分圧縮強さ Compressive strength when compressed to 1 mm of side length in tangential direction.
 σ_{2mm} : 2 mm 部分圧縮強さ Compressive strength when compressed to 2 mm of side length in tangential direction.
 $\sigma_{5\%}$: 5% 部分圧縮強さ Compressive strength when compressed to 5% of side length in tangential direction.
 H_l : 木口面かたさ End hardness.
 H_r : 板目面かたさ Side hardness (Tangential surface).
 H_t : 楕目面かたさ Side hardness (Radial surface).
 a : 吸収エネルギー Absorbed energy in impact bending.

状態)
condition)

衝撃曲げ Impact bending	相互関係 Relation				
	a/R_u^2	τ_T/τ_R	σ_c/τ_R	σ_c/H_l	σ_{1mm}/H_t
1.6	1.09	5.0	86	78	1.19
1.4~1.8	0.90 ~1.34	4.3~6.5	81~92	68~91	0.88 ~1.77
1.3	1.00	5.1	88	78	1.01
1.0~1.4	0.90 ~1.05	4.6~5.4	79~90	64~89	0.79 ~1.28
1.8	1.10	5.4	94	80	1.37
1.2~2.4	1.01 ~1.16	5.0~6.0	83~102	62~110	1.04 ~2.00
1.6	1.06	5.2	89	78	1.19
1.0~2.4	0.90 ~1.34	4.3~6.5	79~102	62~110	0.79 ~2.00

すと、その総平均は 1.6 となる。さらに、各丸太ごとの縦圧縮強さ (σ_c) と縦引張強さ (σ_t) の平均値を次式

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

に代入して静的曲げの計算値 (σ_{br}) を求めると、実測値に対する計算値の比は 0.92~0.99 で、かなり良好な適合が認められた。

気乾状態における横圧縮試験は、干割れおよびねじれなどのため、供試丸太 2 本について行なったのみであるが、その結果を Table 4 に示す。半径方向 (R) と接線方向 (T) の比較をすると、R/T の値はヤング係数で約 1.9、比例限度力で約 1.3 となる。

つぎに、多湿状態における各供試丸太ごとの

容積重、含水率、静的曲げ、縦圧縮、縦引張、せん断、部分圧縮 (接線方向)、かたさなどの強度値を総括して Table 5 に示す。含水率は縦圧縮試験体のみから求めた値であるが、その総平均は約 79% であった。多湿状態における各強度値の相互関係を Table 6 に示す。最大強さに対する比例限度の比の総平

均は静的曲げで 0.47, 縦圧縮で 0.74, 縦引張で 0.69 である。また, 最大強さをヤング係数で除した値は静的曲げで 0.53×10^{-2} , 縦圧縮で 0.22×10^{-2} , 縦引張で 0.62×10^{-2} である。せん断強さは多湿の場合も板目面の値が柀目面の値より約 10% 大きく, 縦圧縮強さを柀目面せん断強さで除した値の総平均は 4.8 である。縦圧縮強さを木口面かたさで除した値の総平均は, 単位を無視して示すと 81 である。また, 静的曲げ強さの実測値に対する計算値の比は 0.92~1.04 で, この場合も良好な適合が認められた。

多湿円板から木取った多湿状態の横圧縮試験結果を Table 7 に示す。半径方向 (R) と接線方向 (T) を比較すると, R/T の値はヤング係数で約 1.5, 比例限度で約 1.3 となり, 半径方向がやや大きい。

気乾状態と多湿状態の比較は試験の種類が限られているうえ, 試験体の個数が少ないので, 必ずしも定量的な差異を論ずることはできないが, ヤング係数および強度値は気乾状態の方が大きい。すなわち, ヤ

Table 4. 横圧縮試験結果 (気乾状態)
Results of compression perpendicular to grain tests (Air dry condition)

丸太番号 Mark of logs		容積重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Moisture content u %	半径方向 Radial direction			接線方向 Tangential direction		
				E_R 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10 ⁻²	E_T 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10 ⁻²
VIII A-5	平均値 Mean	0.83	14.0	15.4	39.6	0.26	8.68	32.4	0.37
	範囲 Range	0.78~0.89	13.5~14.5	14.5 ~16.1	37.4 ~45.9	0.23 ~0.29	8.55 ~8.96	28.4 ~34.5	0.32 ~0.40
VIII A-7	平均値 Mean	0.87	14.0	16.0	35.0	0.22	7.87	26.5	0.34
	範囲 Range	0.85~0.89	13.0~14.5	15.6 ~16.5	33.5 ~36.8	0.21 ~0.23	7.16 ~8.24	22.5 ~37.7	0.27 ~0.41

E_R : 半径方向のヤング係数 Young's modulus in radial direction.
 E_T : 接線方向のヤング係数 Young's modulus in tangential direction.
 ϵ_p : 比例限度 Strain at proportional limit.

Table 5. 強度試験
Results of several mechanical

丸太番号 Mark of logs		容積重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Moisture content u %	静的曲げ Static bending			縦圧縮 Compression parallel to grain			縦引張 Tension E_t 10 ³ kg/cm ²
				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	
VIII A-4	平均値 Mean	1.15	74.5	160	398	789	219	346	428	204
	範囲 Range	1.10 ~1.19	70.0 ~8.00	138~183	332~464	761~861	199~278	318~381	393~460	188~219
VIII A-5	平均値 Mean	1.15	83.5	143	366	831	147	249	403	178
	範囲 Range	1.10 ~1.19	76.0 ~89.5	133~172	332~467	754~900	109~165	167~359	375~420	150~204
VIII A-7	平均値 Mean	1.15	79.5	170	412	861	221	326	396	218
	範囲 Range	1.10 ~1.25	70.5 ~91.5	138~184	366~434	749~930	143~243	286~334	386~413	192~249
総括 Over all	平均値 Mean	1.15	79.0	157	391	825	194	306	410	203
	範囲 Range	1.10 ~1.25	70.0 ~91.5	133~184	332~467	749~930	109~278	167~381	375~460	150~249

ング係数については静的曲げで 28%，縦圧縮で 32%，縦引張で 16%，半径方向の横圧縮で 72%，接線方向の横圧縮で 34% 程度気乾状態の値が大きい。また，強度値について例示すれば，静的曲げ強さで 68%，縦圧縮強さで 95%，縦引張強さで 31%，せん断強さで約 70%，5% 部分圧縮強さで 49%，木口面かたさで 74% 程度気乾状態の値が大きい。横圧縮比例限度力については，半径方向で 30%，接線方向で 35% 程度気乾状態の方が大きい。相互関係値について比較すれば，最大強さをヤング係数で除した値は，静的曲げで 30%，縦圧縮で 36%，縦引張で 15% 程度いずれも気乾状態の値が大きい，その他の値はあまり大きな差を示さなかった。

単板の切削加工条件の検討に関連する多湿円板から木取った接線方向の横引張試験結果を Table 8 に示す。また，ヤング係数，強さ， σ_T/E_T の値の採材部位による変化を図示すれば Fig. 1, 2 のようになる。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方向における採材部位の差異による変化は供試丸太により異なり，特性的な傾向は認め難い。ただ，VIII-A-7 の C 部位における接線方向のヤング係数および引張強さが他に比べて小さく， σ_T/E_T の値がやや大きい結果を示した。なお，Table 9 に多湿円板の B 部位から木取った半径方向の横引張試験結果を示す。

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および強度値の比較を Table 10, 11, 12 に示す。Table 10 は気乾状態における圧縮試験の場合のみであるが，ヤング係数では L : R : T = 100 : 6.1 : 3.2，圧縮比例限度では L : R : T = 100 : 6.2 : 5.2 となり，圧縮比例限度における半径方向の比率がカリマントン産クルインにくらべてやや小さい。Table 11 および 12 は多湿状態における 3 軸の比較であり，半径方向および接線方向の値は B 部位の試験結果のみを用いて計算した。まず，ヤング係数についてみれば，その実測値は丸太相互間，あるいは圧縮試験と引張試験とにより多少の差異はあるが，総括的には L : R : T = 100 : 4.8 : 3.2 となり，異方性がつよい。つぎに圧縮比例限度については L : R : T = 100 : 10.2 : 7.8 となり，気乾状態の場合にくらべて半径方向

結果 (多湿状態)
tests (Wet condition)

引 張 parallel to grain		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		
σ_p	σ_t	τ_R	τ_T	σ_p	σ_{1mm}	σ_{2mm}	$\sigma_{5\%}$	H_l	H_r	H_t
kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/mm ²	kg/mm ²	kg/mm ²
800	1160	90	99	54.8	121	155	131	4.9	1.5	1.1
645~956	⁹¹⁰ ~1411	85~96	95~107	^{47.8} ~62.3	108~135	136~169	117~146	4.0~5.2	1.3~1.6	1.0~1.3
790	1063	84	86	43.8	107	136	115	4.9	1.3	1.0
694~872	⁹⁶⁵ ~1221	78~90	82~89	^{38.4} ~52.0	^{99.2} ~115	125~148	107~124	4.4~5.6	1.1~1.4	0.8~1.3
943	1408	85	94	37.5	104	136	115	4.8	1.5	1.1
801 ~1153	¹¹³⁷ ~1755	83~88	91~95	^{28.8} ~43.2	^{84.0} ~114	112~148	^{93.4} ~124	4.0~5.2	1.1~1.7	0.7~1.3
868	1263	86	91	45.8	111	142	121	4.9	1.4	1.1
645 ~1153	⁹¹⁰ ~1755	78~96	82~107	^{28.8} ~62.3	^{84.0} ~135	112~169	^{93.4} ~146	4.0~5.6	1.1~1.7	0.7~1.3

Table 6. 各強度的性質の相互関係 (多湿状態)
Relations among mechanical properties (Wet condition)

丸太番号 Mark of logs		静的曲げ Static bending		縦圧縮 Compression parallel to grain		縦引張 Tension parallel to grain		相互関係 Relation				
		σ_p/σ_b	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_p/σ_c	σ_c/E_c 10 ⁻²	σ_p/σ_t	σ_t/E_t 10 ⁻²	τ_T/τ_R	σ_c/τ_R	σ_c/H_t	σ_{1mm}/H_t	H_r/H_t
VIII A-4	平均値 Mean	0.51	0.50	0.18	0.19	0.70	0.56	1.11	4.8	89	79	1.32
	範囲 Range	0.48 ~0.54	0.45 ~0.54	0.75 ~0.85	0.15 ~0.22	0.68 ~0.71	0.48 ~0.64	0.96 ~1.15	4.5 ~5.3	76~115	72~86	1.15 ~1.50
VIII A-5	平均値 Mean	0.44	0.58	0.63	0.28	0.72	0.62	1.03	4.8	83	83	1.25
	範囲 Range	0.40 ~0.52	0.52 ~0.63	0.45 ~0.87	0.21 ~0.31	0.71 ~0.74	0.56 ~0.68	0.97 ~1.06	4.6 ~5.2	75~93	74~95	0.92 ~1.44
VIII A-7	平均値 Mean	0.48	0.51	0.82	0.19	0.67	0.65	1.10	4.6	82	75	1.33
	範囲 Range	0.43 ~0.50	0.47 ~0.54	0.74 ~0.86	0.16 ~0.27	0.62 ~0.73	0.58 ~0.71	1.07 ~1.13	4.4 ~4.9	77~97	56~87	1.08 ~2.14
総括 Over all	平均値 Mean	0.47	0.53	0.74	0.22	0.69	1.62	1.08	4.8	81	79	1.30
	範囲 Range	0.40 ~0.54	0.45 ~0.63	0.45 ~0.87	0.15 ~0.31	0.62 ~0.74	0.48 ~0.71	0.96 ~1.15	4.4 ~5.3	75~115	56~95	0.92 ~2.14

Table 7. 多湿円板からの横圧縮試験結果
Results of compression perpendicular to grain test of specimens from disk at wet condition

丸太番号 Mark of logs		容積重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Moisture content u %	半径方向 Radial direction			接線方向 Tangential direction		
				E_R 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10 ⁻²	E_T 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10 ⁻²
VIII A-4	平均値 Mean	1.15	73.0	10.3	35.4	0.35	6.75	26.6	0.39
	範囲 Range	1.13~1.20	66.5~83.5	9.59 ~11.1	34.8 ~37.9	0.33 ~0.36	6.26 ~7.11	25.2 ~28.5	0.36 ~0.43
VIII A-5	平均値 Mean	1.15	80.0	9.07	30.4	0.34	6.56	23.5	0.36
	範囲 Range	1.10~1.20	77.5~84.5	8.73 ~9.56	28.5 ~34.9	0.32 ~0.40	6.22 ~6.69	22.2 ~25.4	0.33 ~0.41
VIII A-7	平均値 Mean	1.14	75.0	9.22	26.7	0.29	5.82	20.1	0.34
	範囲 Range	1.11~1.17	71.5~78.0	8.96 ~9.44	25.2 ~28.7	0.27 ~0.31	5.68 ~6.11	19.0 ~22.3	0.31 ~0.39

および接線方向の比率がたかい。引張強さについては L : R : T = 100 : 6.6 : 4.6 となり、かなり異质性が顕著である。

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 13 に示す *Dryobalanops* 属のカプルー類と *Dipterocarpus* 属のアピトン類の試験結果について要約する。カプルー類は北ボルネオ産のもののみであるが、アピトン類はフィリピン産のアピトン、カンボジア産のチュテール、バンコイおよびチュテール、サール、カリマンタン産のクルイン、この報告で述べたマラヤ産のクルインである。

これらの材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 14 に、ま

Table 8. 多湿円板からの横引張試験結果 (接線方向)
Results of tension perpendicular to grain tests of specimens from disk at wet condition (Tangential direction)

丸太番号 Mark of logs	採材部位 Position in cross section		E_T 10^3 kg/cm^2	σ_p kg/cm^2	ϵ_p 10^{-2}	σ_T kg/cm^2	ϵ_{max} 10^{-2}	σ_p/σ_T	σ_T/E_T 10^{-2}
VIII A-4	B	平均値 Mean	5.61	26.0	0.40	54.6	1.57	0.48	0.97
		範囲 Range	5.24 ~5.91	22.1 ~27.5	0.37 ~0.49	52.0 ~58.0	1.41 ~1.92	0.43 ~0.52	0.88 ~1.03
	C	平均値 Mean	5.91	25.9	0.44	56.8	1.57	0.46	0.96
		範囲 Range	5.56 ~6.25	24.4 ~29.8	0.39 ~0.48	51.7 ~62.0	1.23 ~1.85	0.41 ~0.48	0.83 ~1.07
	D	平均値 Mean	5.54	22.1	0.39	51.6	1.63	0.43	0.93
		範囲 Range	5.33 ~5.68	22.0 ~22.4	0.39 ~0.42	50.7 ~53.2	1.61 ~1.65	0.41 ~0.44	0.91 ~0.95
VIII A-5	B	平均値 Mean	6.32	29.7	0.47	57.1	1.39	0.52	0.91
		範囲 Range	5.90 ~7.03	26.7 ~32.0	0.38 ~0.54	55.0 ~58.7	1.31 ~1.48	0.46 ~0.57	0.84 ~0.95
	C	平均値 Mean	5.65	26.0	0.46	51.3	1.46	0.51	0.91
		範囲 Range	4.93 ~6.22	24.6 ~29.8	0.43 ~0.51	50.9 ~52.5	1.27 ~1.66	0.48 ~0.58	0.84 ~1.02
	D	平均値 Mean	5.93	23.5	0.40	49.7	1.41	0.51	0.84
		範囲 Range	5.75 ~6.26	22.1 ~27.3	0.36 ~0.47	47.8 ~50.6	1.30 ~1.60	0.44 ~0.54	0.80 ~0.87
VIII A-7	B	平均値 Mean	5.41	22.8	0.42	52.7	1.68	0.43	0.97
		範囲 Range	5.10 ~5.68	21.8 ~24.6	0.38 ~0.45	52.1 ~53.2	1.62 ~1.72	0.41 ~0.46	0.92 ~1.02
	C	平均値 Mean	3.77	23.8	0.62	44.6	2.10	0.56	1.19
		範囲 Range	3.59 ~4.09	22.5 ~27.4	0.55 ~0.73	44.0 ~45.3	1.93 ~2.25	0.50 ~0.60	1.08 ~1.26

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

ϵ_{max} : 破壊歪 Strain at maximum tensile strength.

た、これらの相互関係を Table 15 に示した。試験時の含水率は約 13.5 から 15.5% の範囲であった。その容積重はカプールの最小で 0.67 g/cm^3 、アビトン類がアビトンの 0.73 g/cm^3 からマラヤ産クルインの 0.85 g/cm^3 の範囲であった。

縦方向のヤング係数は静的曲げ、縦圧縮、縦引張など試験の種類によって多少異なるが、縦圧縮ヤング係数を例にとれば、カプールの $185 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ に対し、アビトン類はアビトンの $155 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ からマラヤ産クルインの $256 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ の範囲であった。縦圧縮ヤング係数と容積重の関係を、供試丸太ごとに示すと Fig. 3 のようになり、概略的には直線関係が認められるが、チュテールバンコイ、チュテールサール、アビトンの3樹種は容積重に比してやや小さな結果を示した。

静的曲げ強さ、縦圧縮強さと容積重の関係を Fig. 4, 5 に示した。これらの強さを容積重で除した形質商を総合してみると、グループにより多少の変動はあるが、容積重と静的曲げ強さ、縦圧縮強さとのあいだには、ほぼ直線関係が存在するとみて差しつかえないようである。ただ、静的曲げではチュテールサール、縦圧縮ではアビトンの形質商がやや低い。また、縦引張ではカリマンタン産クルインの形質商が

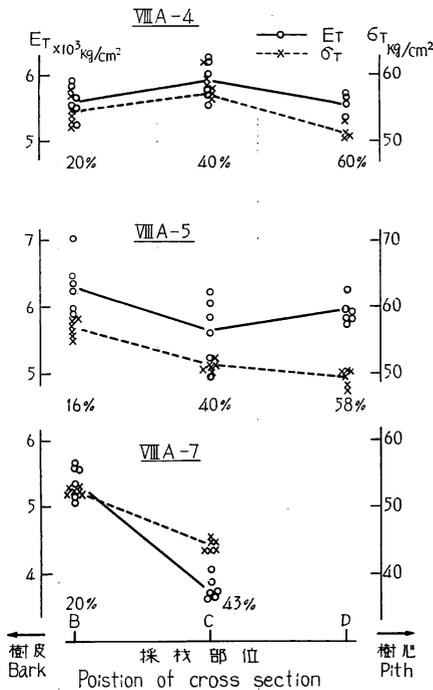


Fig. 1 多湿円板における採材部位と E_T および σ_T の関係

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

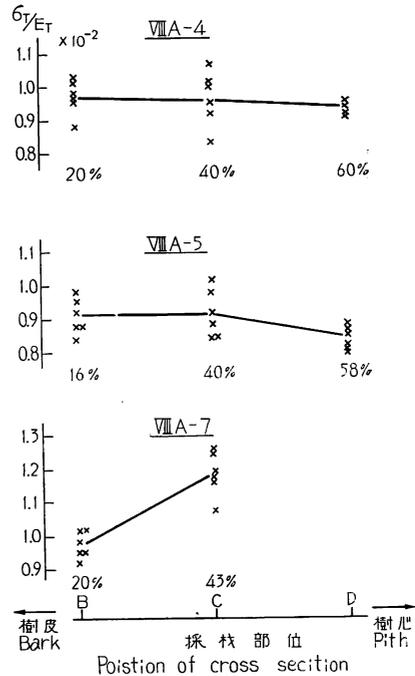


Fig. 2 多湿円板における採材部位と σ_T/E_T の関係

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

Table 9. 多湿円板からの横引張試験結果 (半径方向)
Results tension perpendicular to grain tests of specimens from disk at wet condition (Radial direction)

丸太番号 Mark of logs		E_R	σ_p	ϵ_p	σ_R	ϵ_{max}	σ_p/σ_R	σ_R/E_R
		10^3 kg/cm^2	kg/cm^2	10^{-2}	kg/cm^2	10^{-2}		10^{-2}
VIII A-4	平均値 Mean	10.1	45.0	0.46	90.1	1.19	0.50	0.91
	範囲 Range	8.91~11.1	43.8~49.0	0.40~0.55	82.9~95.3	0.91~1.38	0.47~0.56	0.75~0.98
VIII A-5	平均値 Mean	8.95	42.5	0.48	69.9	0.94	0.61	0.77
	範囲 Range	8.50~10.1	39.1~49.1	0.39~0.58	67.0~72.7	0.83~1.01	0.54~0.68	0.67~0.85
VIII A-7	平均値 Mean	7.76	39.4	0.49	75.3	1.36	0.52	0.97
	範囲 Range	7.10~8.12	34.1~44.3	0.46~0.56	72.5~78.4	1.19~1.54	0.47~0.58	0.89~1.08

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

ϵ_{max} : 破壊歪
Strain at maximum tensile strength.

Table 10. 直交3軸に関するヤング係数と圧縮比例限度の比較
(圧縮—気乾状態)

Comparison of Young's modulus and compressive stress at proportional limit along three mutually perpendicular axes
(Compression test—Air dry condition)

丸太番号 Mark of logs	ヤング係数 Young's modulus				圧縮比例限度 Compressive stress at P.L.			
	比率(%) Percentage			比 Ratio	比率(%) Percentage			比 Ratio
	L	R	T	R/T	L	R	T	R/T
VIIA - 5	100	6.8	3.8	1.8	100	7.4	6.0	1.2
VIIA - 7	100	5.4	2.6	2.0	100	5.8	4.4	1.3
総括 Over all	100	6.1	3.2	1.9	100	6.6	5.2	1.3

L : Longitudinal axis, R : Radial axis, T : Tangential axis, P.L. : Proportional limit.

Table 11. 直交3軸に関するヤング係数の比較 (多湿状態)

Comparison of Young's modulus along three mutually perpendicular axis
(Wet condition)

丸太番号 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	比率(%) Percentage			比 Ratio	L	R	T
	L	R	T	R/T	L	R	T	R/T	L	R	T
VIIA-4	100	4.7	3.1	1.5	100	5.0	2.8	1.8	0.93	0.98	0.83
VIIA-5	100	6.2	4.5	1.4	100	5.0	3.6	1.4	1.21	0.99	0.95
VIIA-7	100	4.2	2.6	1.6	100	3.6	2.5	1.4	0.99	0.97	0.93
総括 Over all	100	5.0	3.4	1.5	100	4.5	3.0	1.5	1.04	0.98	0.90

Table 12. 直交3軸に関する強度値の比較 (多湿状態)

Comparison of mechanical properties along three mutually perpendicular axes
(Wet condition)

丸太番号 Mark of logs	圧縮比例限度 Compressive stress at P.L.				引張強さ Tensile strength			
	比率(%) Percentage			比 Ratio	比率(%) Percentage			比 Ratio
	L	R	T	R/T	L	R	T	R/T
VIIA - 4	100	10.2	7.7	1.3	100	7.8	4.7	1.7
VIIA - 5	100	12.2	9.4	1.3	100	6.6	5.4	1.2
VIIA - 7	100	8.2	6.2	1.3	100	5.3	3.7	1.4
総括 Over all	100	10.2	7.8	1.3	100	6.6	4.6	1.4

P.L. : Proportional limit.

Table 13. *Dryobalanops* および *Dipterocarpus* 属の供試材料
Test materials belonging to *Dryobalanops* and *Dipterocarpus*

一 般 名 Common name	学 名 Botanical name	産 地 Place of growth	丸 太 記 号 Mark of logs
カ プ ー ル Kapur	<i>Dryobalanops</i> spp.	North Borneo	III A
ア ピ ト ン Apitong	<i>Dipterocarpus grandiflorus</i>	Luzon in Philippines	V A
チュテール サール Chhoeuteal sar	<i>Dipterocarpus alatus</i>	Cambodia	II ㊤
チュテール バンコイ Chhoeuteal bangkuoi	<i>Dipterocarpus insularis</i>	Cambodia	II A
ク ル イ ン Keruing	<i>Dipterocarpus</i> spp.	Kalimantan in Indonesia	IV A
ク ル イ ン Keruing	<i>Dipterocarpus</i> spp.	Malaya	VIII A

Table 14. *Dryobalanops* および *Dipterocarpus*
Results of mechanical tests of six woods belonging *Dryobalanops*

一 般 名 Common name	丸太記号 Mark of logs	丸太本数 Number of logs	容積重 Appar- ent specific gravity R_w 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
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 ㊤	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	571	761

Table 15. *Dryobalanops* および *Dipterocarpus*
Relations among mechanical properties of six woods

一 般 名 Common name	丸太記号 Mark of logs	静 的 曲 げ Static bending			縦 圧 縮 Compression parallel to grain		
		σ_p/σ_b	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_b/R_w km	σ_p/σ_c	σ_c/E_c 10 ⁻²	σ_c/R_w km
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 ㊤	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

やや高い。なお、縦引張強さを縦圧縮強さで除した値 (r) を用いて計算した、静的曲げ強さの実測値に対する比は 0.87 から 1.07 であった。

せん断強さはどのグループも柾目面より板目面の方が 10% 程度大きく、柾目面せん断強さと容積重の関係も Fig. 6 のようにほぼ直線的である。また、縦圧縮強さと柾目面せん断強さの関係は Fig. 7 のように、アピトンを除けばほぼ直線的である。アピトンの σ_c/τ_R の値は 3.9 で、他のグループよりかなり小さな結果を示した。

かたさは木口面、板目面、柾目面の順に低減するが、板目面と柾目面の差は僅少である。また、縦圧縮強さと木口面かたさの関係は Fig. 8 のようであり、 σ_c/H_t の値はカリマンタン産クルインの値がやや大きい。

衝撃曲げ吸収エネルギーはカプールの $0.82\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ からマラヤ産クルインの $1.15\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ の範囲であり、この値を容積重の 2 乗で除した値はチュテール サール、チュテール バンコイなどが小さい。

接線方向の部分圧縮比例限度と容積重の関係は必ずしも直線的でなく、チュテール サール、チュテール バンコイなどはやや小さな値を示した。辺長の 1mm 部分圧縮強さと柾目面かたさの関係は Fig. 9 のようにかなり分散しているが、ほぼ直線的であるとみてよいようである。

属の強度試験結果 (気乾状態)

and *Dipterocarpus* (Air dry condition)

縦引張 Tension parallel to grain			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			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	$\sigma_s \%$ kg/cm^2	H_t kg/mm^2	H_r kg/mm^2	H_l kg/mm^2	a $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$
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

属の強度的性質の相互関係

belonging to *Dryobalanops* and *Dipterocarpus*

縦引張 Tension parallel to grain			衝撃曲げ Impact bending	相 互 関 係 Relation				
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
0.76	0.89	21.3	1.6	1.11	5.1	88	69	1.22
0.64	1.16	20.0	1.8	1.09	3.9	94	74	1.11
—	0.88	17.8	1.3	1.15	5.1	85	63	1.23
—	1.08	18.7	1.4	1.13	4.9	85	65	1.10
0.78	0.97	24.4	1.6	1.10	5.3	100	65	1.10
0.60	0.71	19.5	1.6	1.06	5.2	89	78	1.19

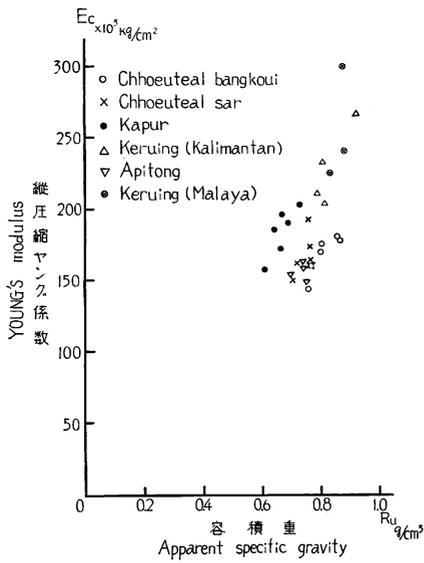


Fig. 3 容積重と縦圧縮ヤング係数との関係
Relation between apparent specific gravity and YOUNG'S modulus in compression parallel to grain.

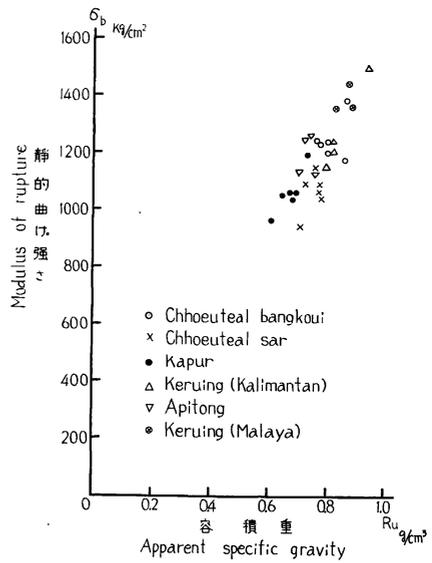


Fig. 4 容積重と静的曲げ強さとの関係
Relation between apparent specific gravity and modulus of rupture in static bending.

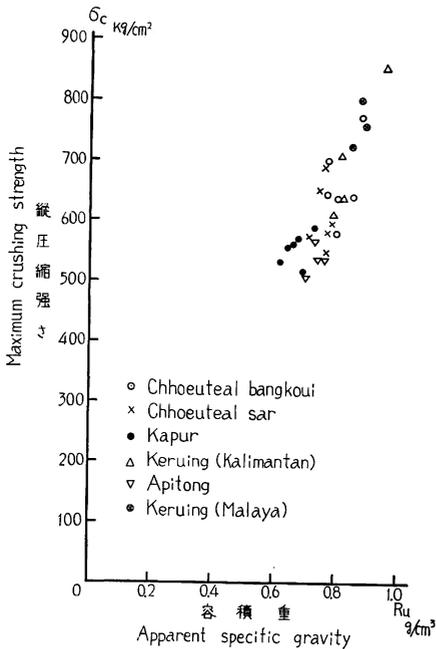


Fig. 5 容積重と縦圧縮強さとの関係
Relation between apparent specific gravity and maximum crushing strength in compression parallel to grain.

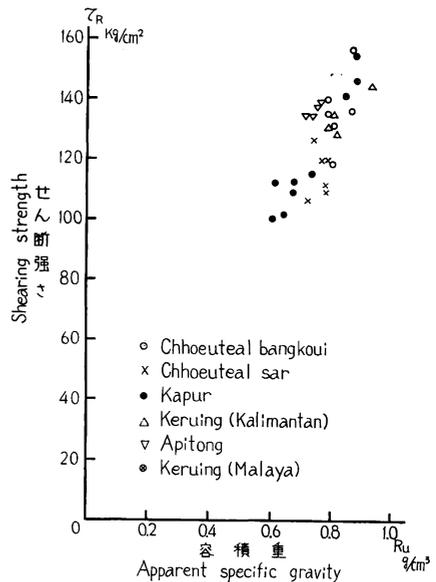


Fig. 6 容積重と柁目面せん断強さとの関係
Relation between apparent specific gravity and shearing strength (Radial surface).

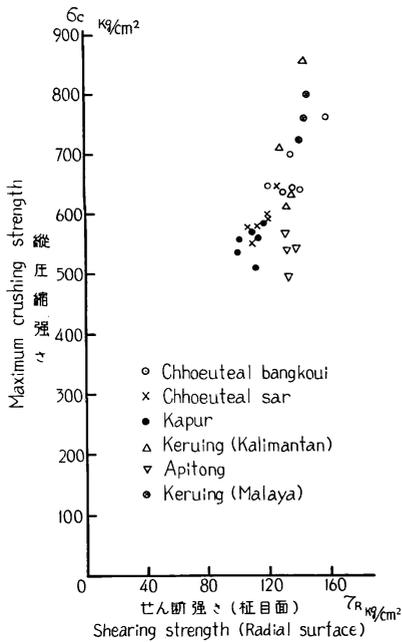


Fig. 7 柁目面せん断強さと縦圧縮強さとの関係

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

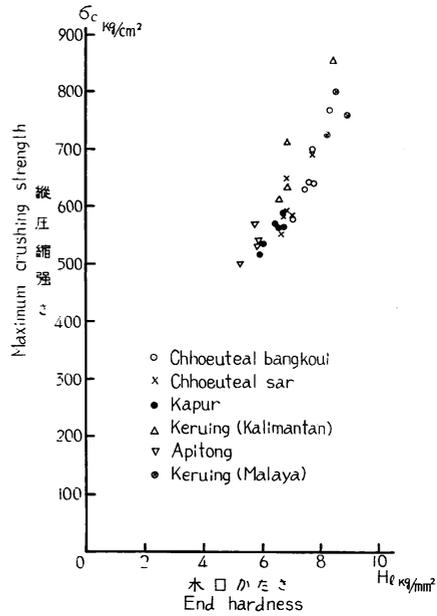


Fig. 8 木口面かたさと縦圧縮強さとの関係

Relation between end hardness and maximum crushing strength in compression parallel to grain.

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 16 に示した。この表の供試丸太の本数は木取り上の制約と木取り後の干割れなどのため、Table 14 の本数と必ずしも同一でない。また、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, 11 に示した。グループによりかなり分散しているものもあるが、ほぼ直線関係が存在するとみて差しつかえない。横引張試験の場合は干割れの影響をうけやすく、代表値の評価がかなり困難なグループもあり、比例限度や強さと容積重の関係は必ずしも明確でない。破壊時の最大歪はカプール、カリマンタン産クルインなどが他のグループにくらべて小さい。

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 17, 18 のようになる。ヤング係数については圧縮試験と引張試験とで多少異なり、繊維方向、接線方向では引張りの場合がやや小さいが、圧縮と引張りを総括すれば $L : R : T = 100 : 8.3 : 4.6$ となる。グループ別にみればカプール、カリマンタンおよびマラヤ産のクルインなどは異方性がつよい。圧縮比例限度では総括的に $L : R : T = 100 : 8.5 : 5.6$ となり、マラヤ産クルインの半径方向の値がやや小さい。引張強さでは $L : R : T = 100 : 7.9 : 4.8$ で、カプールおよびカリマンタン産クルインの異方性がかなり顕著である。

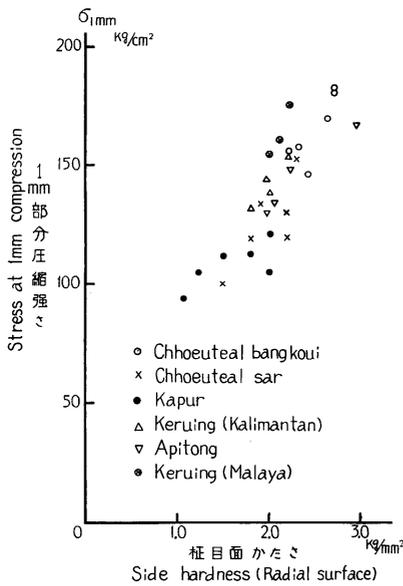


Fig. 9 柁目面かたさと 1 mm 部分圧縮強さ (接線方向) との関係
Relation between side hardness(Radial surface) and compressive strength when compressed to 1 mm of side length in tangential direction.

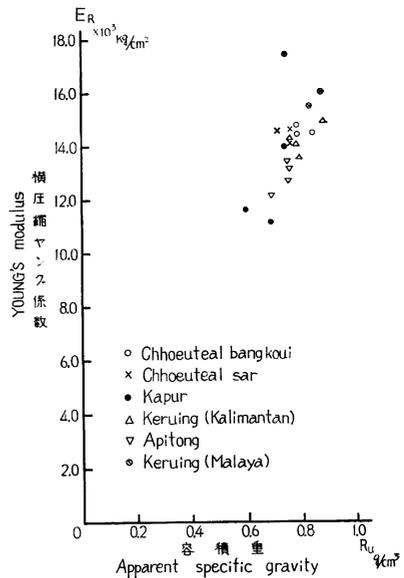


Fig. 10 容積重と横圧縮ヤング係数(半径方向) との関係
Relation between apparent specific gravity and YOUNG's modulus in compression perpendicular to grain (Radial direction).

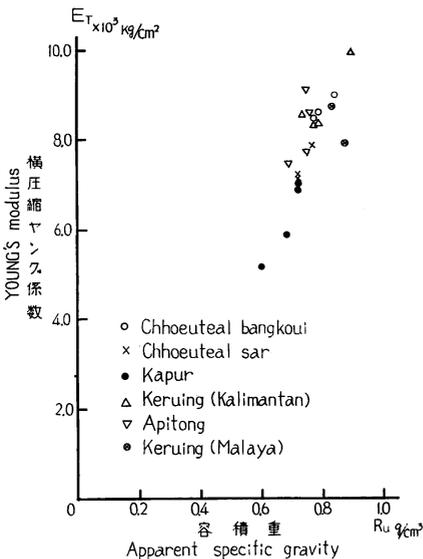


Fig. 11 容積重と横圧縮ヤング係数 (接線方向) との関係
Relation between apparent specific gravity and YOUNG's modulus in compression perpendicular to grain (Tangential direction).

Table 17. *Dryobalanops*
Comparison of YOUNG's modulus

一般名 Common name	丸太記号 Mark of logs	圧縮 Com-	
		比率 (%) Per-	
		L	R
カプー	III A	100	7.8
アピトン	V A	100	8.3
チュテール	II A	100	9.3
チュテール	II A	100	9.0
クルイン (Kal.)	IV A	100	6.2
クルイン (Mly.)	VII A	100	6.1
総括 Over all		100	7.8

むすび (摘要)

マラヤ産クルイン材の供試丸太 3 本 (VII A-4, 5, 7) を対象に、無欠点小試験体による強度試験を行ない、強度評価上の一般的指標をうるとともに、多

Table 16. *Dryobalanops* および *Dipterocarpus* 属の横圧縮ならびに横引張試験結果(気乾状態)
Results of compression and tension perpendicular to grain tests of six woods belonging to *Dryobalanops* and *Dipterocarpus* (Air dry conditoion)

一般名 Common name	丸太記号 Mark of logs	容積重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Moisture content u %	横 圧 縮 Compression perpendicular to grain				
				丸太本数 Number of logs	半径方向 Radial direction		接線方向 Tangential direction	
					E_R 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	E_T 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²
カ プ ー ル	III A	0.69	16.0	4	13.5	38.7	6.75	21.0
ア ピ ト ン	V A	0.73	16.5	4	12.8	32.5	7.96	23.8
チュテール サール	II A	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

横 引 張
Tension perpendicular to grain

丸太本数 Number of logs	半径方向 Radial direction					接線方向 Tangential direction				
	E_R 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_R kg/cm ²	ϵ_{max} 10 ⁻²	σ_R/E_R 10 ⁻²	E_T 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_T kg/cm ²	ϵ_{max} 10 ⁻²	σ_T/E_T 10 ⁻²
2	12.0	47.7	87.6	0.86	0.74	5.01	20.5	51.6	1.45	1.04
4	12.5	43.2	121	1.55	1.02	7.96	24.7	77.8	2.07	0.98
2	14.8	62.8	130	1.18	0.89	6.83	32.5	76.0	2.00	1.12
3	13.2	55.7	129	1.47	0.99	8.11	33.3	79.3	2.44	0.96
4	14.6	54.3	109	1.01	0.78	8.11	30.0	70.6	1.39	0.87
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

および *Dipterocarpus* 属の直交3軸に関するヤング係数の比較
along three axes of six woods belonging to *Dryobalanops* and *Dipterocarpus*

試験 pression test		引 張 試 験 Tension test				引張と圧縮の比較 $E_{Tens.} / E_{Comp.}$		
centage	比 Ratio R/T	比率 (%) Percentage			比 Ratio R/T	L	R	T
T		L	R	T				
3.3	2.2	100	7.6	3.2	2.4	0.90	1.05	0.90
5.3	1.6	100	9.7	6.2	1.6	0.83	0.98	0.98
4.8	2.0	100	10.9	5.0	2.2	0.87	1.02	0.92
5.4	1.7	100	9.6	5.9	1.6	0.85	0.92	0.93
3.9	1.6	100	7.2	4.1	1.8	0.88	1.04	0.92
3.2	1.9	—	—	—	—	0.93	—	—
4.3	1.8	100	9.0	4.9	1.9	0.88	1.00	0.93

湿円板から部位別に木取った接線方向横引張試験体の応力—歪関係を検討し、単板切削加工に対する基礎資料とした。また、これまでに求めた *Dryobalanops* および *Dipterocarpus* 属の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のようになる。

- (1) 供試丸太3本の気乾状態(含水率約13.5%)における容積重の範囲は 0.77~0.95 g/cm³ で、その

Table 18. *Dryobalanops* および *Dipterocarpus* 属の直交 3 軸に関する強度値の比較
Comparison of some mechanical properties along three axes of six woods belonging to *Dryobalanops* and *Dipterocarpus*

一 般 名 Common name	丸 太 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	
カ プ ー ル	III A	100	9.8	5.3	1.9	100	7.3	4.3	1.7
ア ビ 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 バ ン コ イ	II A	100	8.1	5.5	1.5	100	8.5	5.2	1.6
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	8.5	5.6	1.6	100	7.9	4.8	1.6

平均値は 0.85g/cm³ であった。

(2) 気乾状態における縦強度を主体にした試験結果を Table 2, それらの相互関係を Table 3 に示した。

(3) 気乾状態における最大強さを容積重で除した形質商は, 静的曲げで 16.1km, 縦圧縮で 8.8km, 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 0.69×10^{-2} , 縦圧縮で 0.30×10^{-2} , 縦引張で 0.71×10^{-2} であった。

(4) 気乾状態における縦圧縮強さを柾目面せん断強さで除した値は 5.2 であった。なお, 板目面せん断強さは柾目面せん断強さよりやや大きな値を示した。

(5) 気乾状態におけるかたさは木口面, 板目面, 柾目面の順に低減するが, 板目面と柾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, 単位を無視すると約 89 であった。

(6) 気乾状態における接線方向の 1 mm 部分圧縮強さを柾目面かたさで除した値は約 78 であった。

(7) 多湿状態 (含水率約 79%) における縦強度値を主体とした試験結果を Table 5, それらの相互関係を Table 6 に示した。ヤング係数および強度値は気乾状態の値が大きい。相互関係値のうち σ_{max}/E の値は気乾の方が大きい, その他の値ではそれほど大きな差異は認められなかった。

(8) 横圧縮, 横引張の試験結果を Table 4, 7, 8, 9 に示したが, 気乾の横引張試験は干割れ発生のため行なわなかった。

(9) 単板の切削条件に関連する多湿円板について, 採材部位の差異による接線方向の横引張強さ (σ_T), ヤング係数 (E_T), σ_T/E_T の変化を Table 8 および Fig. 1, 2 に示した。VIII A-7 の C 部位におけるこれらの値が他とかなり異なっているほかは, 特性的な傾向は認められなかった。

(10) 直交 3 軸に関する比率, すなわち, L : R : T の値を Table 10 および 11 に示した。気乾の場合は圧縮試験の値のみであるが, ヤング係数で 100 : 6.1 : 3.2, 圧縮比例限度で 100 : 6.6 : 5.2 となった。多湿の場合はヤング係数で 100 : 4.8 : 3.1, 圧縮比例限度で 100 : 10.2 : 7.8, 引張強さで 100 : 6.1 : 4.6 となった。

(11) これまで求めた *Dryobalanops* および *Dipterocarpus* 属 (Table 13) の気乾状態における強度的性

質を Table 14 および 16 に総括し、それらの相互関係を検討した (Table 15, Figs. 3~11)。さらに、ヤング係数、圧縮比例限度および引張強さの直交 3 軸に関する比率を Table 17 および 18 に示した。これらの材の縦強度値およびヤング係数はほぼ容積重に比例するが、横圧縮比例限度、1 mm 部分圧縮比例限度、横引張強さなどは必ずしも比例関係になく、カプール、クルインなどは異方性が顕著である。

文 献

- 1) 農林省林業試験場木材部：南洋材の性質 3, 林試研報, 194, pp. 7~39, (1966)
- 2) 同上：南洋材の性質 4, 林試研報, 197, pp. 74~88, (1967)
- 3) 同上：南洋材の性質 7, 林試研報, 206, pp. 30~41, (1967)
- 4) 同上：南洋材の性質 10, 林試研報, 208, pp. 116~131, (1968)

IV Mechanical Properties of Keruing Woods grown in Malaya

Ryōzaburō YAMAI⁽¹⁾ and Kōichi KONDŌ⁽²⁾

(Résumé)

This paper presents mainly the results obtained on the mechanical and elastic properties of Keruing (*Dipterocarpus* spp.) woods grown in Malaya. The general description of test materials is shown in Table 1. The tests were conducted in most cases 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 several woods belonging to *Dryobalanops* and *Dipterocarpus* reported in the preceding papers¹⁾²⁾³⁾⁴⁾ are summarized (Tables 13 to 18, Figs. 3 to 11).

The main results obtained from these tests are as follows :

(1) The mean value of the apparent specific gravity of three study logs at air-dry condition (moisture content=about 13.5 %) is 0.85 g/cm³, and the range of test specimens is from 0.77 g/cm³ to 0.95 g/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, partial compression perpendicular to grain test, hardness test and impact bending test at air-dry condition are given in Table 2. The results of those tests at wet condition (moisture condition=about 79 %) are given in Table 5.

(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 , Gütezahl) are about 16.1 km for modulus of rupture in static bending, 8.8 km for maximum crushing strength in compression parallel to grain and 19.5 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 0.69×10^{-2} for static bending, 0.30×10^{-2} for compression parallel to

(1) Chief, Wood Mechanics Unit, Wood Material Section, Wood Technology Division. Dr.

(2) Wood Mechanics Unit, Wood Material Section, Wood Technology Division.

grain and 0.71×10^{-2} for tension parallel to grain.

(5) The mean value of maximum crushing strength to shearing strength along the radial surface (σ_c/τ_R) at air-dry condition is about 5.2. 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 89, neglecting the units. The mean value of compressive strength when the specimen is compressed partially through the steel plate to 1 mm of the side length in the tangential direction to side hardness in the same direction (σ_{1mm}/H_t) is about 78, neglecting the units.

(7) The relations among mechanical properties of specimens at wet condition are given in Table 6. The mean values of maximum strength to YOUNG's modulus at air-dry condition are higher than those values at wet condition, but for the other values no remarkable differences are recognized between the two conditions.

(8) The results of compression and tension perpendicular to grain tests at both air-dry and wet conditions are given in Tables 4, 7, 8 and 9, but the results of tension perpendicular to grain test are not given owing to frequent occurrence of crack.

(9) The relations between the position in cross section of wet disk and the values of YOUNG's modulus, maximum strength and σ_T/E_T in tension along the tangential axis are shown in Figs. 1, 2 and Table 9, respectively.

(10) The comparisons of strength properties along three mutually perpendicular axes of symmetry are given in Tables 10, 11 and 12. The ratios L : R : T are 100 : 6.1 : 3.2 for YOUNG's modulus and 100 : 6.6 : 5.2 for the stress proportional limit in compression at air-dry condition. Those ratios at wet condition are 100 : 4.8 : 3.1 for YOUNG's modulus, 100 : 10.2 : 7.8 for the stress at proportional limit in compression and 100 : 6.6 : 4.6 for the maximum tensile strength.

(11) The mean values of mechanical properties and the relations among those values of six woods belonging to *Dryobalanops* and *Dipterocarpus* in Table 13 are summarized in Tables 14, 15 and 16. The approximate relations between the apparent specific gravity and the various mechanical properties and the relations among some mechanical properties are shown graphically in Figs. 3 to 11. The comparisons of mechanical properties along three mutually perpendicular axes of symmetry are given in Tables 17 and 18. The mechanical properties parallel to grain and YOUNG's modulus of those woods show some tendency to increase with apparent specific gravity, but the values of stress at proportional limit in compression and tensile strength perpendicular to grain do not always increase with the apparent specific gravity.

V. マラヤ産クルイン材の乾燥スケジュール

佐藤 庄一⁽¹⁾
 鷲見 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の性質に関する共同研究の一環として、とりあげたものである。

今回は入手したマラヤ産クルイン材丸太7本のうち VIIA-4, VIIA-5, VIIA-7 の3本につき、2.7cm 厚材を対象とした人工乾燥スケジュール試験を2回行ない、その際に割れ、狂いなどの損傷の程度、乾燥時間および乾燥応力転換期などにつき検討したので、その結果をとりまとめ報告する。なお、結果のとりまとめにあたり、すでに報告した *Dipterocarpus* 属のカンボジア産チュテール、カリマンタン産クルイン、フィリピン産アピトン材など、今回試験したマラヤ産クルイン材と同属のものが含まれているため⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾、これらと比較して人工乾燥における *Dipterocarpus* に属する木材の、一般的性質などの結果とあわせ考察した。

試験に際し、ご指導いただいた前加工科長寺沢 真氏、乾燥研究室長筒本卓造技官ならびに実験に協力下さった応用研究室、木工室の各位に深く感謝する。

2. 試験項目と方法

試験を行なった項目は、スケジュールの概略を決定するための 100°C の急速乾燥試験と人工乾燥スケジュール試験である。なお、乾燥性試験については、すでに2, 3の同属の樹種について行なっているため、今回は試験を行なわなかった。

2-1. 供 試 材

100°C の急速乾燥試験材としては、入手丸太全部につき 30cm の円板を鋸断して、その円板の樹心から辺心境界までの長さに対し、樹心側から約 60% の位置で板目材を、おのおの2枚ずつ取った。試験材の大きさは、厚さ 2cm、幅 10cm、長さ 20cm にそろえた。

人工乾燥スケジュール試験用の材は、選木した3丸太を長さ 90cm に玉切りし、Fig. 1 に示すようにだら挽きし、だら挽きした製材品か

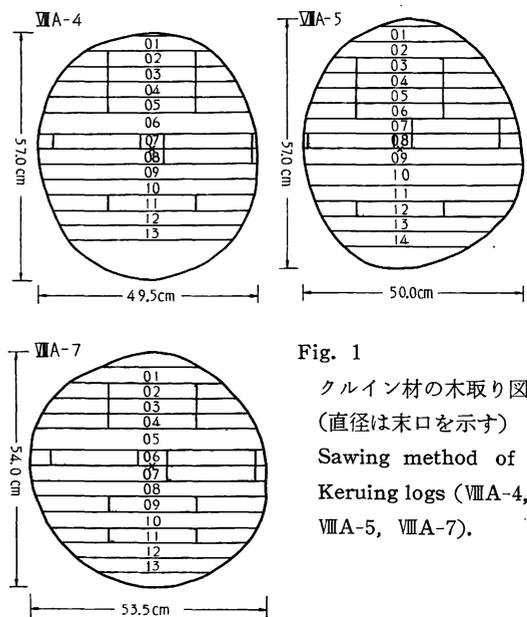


Fig. 1
 クルイン材の木取り図
 (直径は末口を示す)
 Sawing method of
 Keruing logs (VIIA-4,
 VIIA-5, VIIA-7).

(1) (2) 木材部加工科乾燥研究室

ら長さ 60cm, 幅 20cm, 厚さ 2.8~3.0cm の試験材を製材し, プレーナーで厚さ 2.7cm にそろえた。

2-2. 試験方法

試験装置, 測定方法などは, 林業試験場報告の南洋材に関する試験に準じて行なったが^{1)~3)}, 細かい点や試験のすすめ方は次のようである。

100°C の急速乾燥試験は, 上記の板目材を 100°C の乾燥器で急速に乾燥した際にあらわれる初期割れの最大値と, 乾燥終了後に, 供試材の中央部を鋸断して発見される内部割れの量, および断面の糸巻状の変形を調べ, その程度から今回入手した丸太材に対する 2.7cm 厚材用の乾燥スケジュールを推定し, 得られたスケジュールの適応性をたしかめるため, 2.7cm 厚の挽材を用い乾燥スケジュール試験を行なった。

人工乾燥スケジュール試験にあたって, 今回はすでに同属の樹種についての経験があるため, 推定スケジュールを中心とした数種の修正スケジュールについての比較検討は行なわず, 100°C の試験から得られた推定スケジュールに基づいた 1 種類のスケジュールのみについて試験を行ない, その結果から今回用いたスケジュールの適応性を判断した。

この際, 乾燥なかごろの温度の上昇, 乾湿球温度差の開き方などについては, 今までに試験したアビトン類木材のうちから, 今回の推定条件と近似しているものの結果を参考引用した。なお, 試験材枚数が多いため 1 回の試験では全試験材を収容できないので, 2 回に試験材を分類して行なったが, 乾燥条件は 2 回とも同一である。

試験の詳細および供試材は次のとおりである。

第 1 回試験は供試した 3 丸太から板目, 柾目の木取り材をおのおの 2 枚ずつ使用し, 各 1 枚には初期蒸煮 (100°C, 1hr) を施して, その効果を検討し, さらに無処理材については, 板目, 柾目の木取りによる

Table 1. 100°C の急速乾燥試験結果
Results of quick drying tests at 100°C

原木 番号	木取 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			初期含水率 (%)	含水率 1% までの乾燥 時間 (hr)	推定 初期温度
				初期割れ	断面の糸巻 状の変形	内部割れ			
VIII A-1	1 2	29.0	13.5 16.0	6	5	5	53 51	27.5 33.0	48 49
				6	6	4			
VIII A-2	1 2	35.0	18.5 21.0	4	7	4	62 58	39.0 43.0	48 48
				5	6	5			
VIII A-3	1 2	36.0	20.5 23.0	3	7	5	59 56	47.0 46.0	48 48
				5	6	5			
VIII A-4	1 2	28.0	12.5 15.0	6	5	4	53 52	21.0 19.0	49 49
				6	5	4			
VIII A-5	1 2	24.0	12.0 14.5	4	6	4	53 63	24.0 24.0	49 48
				3	6	5			
VIII A-6	1 2	26.0	13.0 15.5	5	6	5	55 52	25.0 25.0	49 48
				5	6	4~5			
VIII A-7	1 2	26.5	11.5 14.0	6	6	4~5	56 55	47.0 48.0	49 49
				6	6	4			

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, 少ないものも同様にして 1~6 までに分類し, その標示法にしたがってクルイン材について結果を示し

乾燥時間の相違などを調べた。

第2回試験では各丸太とも樹心部、外周部の各位置の無処理板目材を1枚ずつ用い、主として木取り位置による乾燥時間、狂いなどの相違を調べた。

また、乾燥経過を測定する試験材とは別に、乾燥応力転換期を測定する試験材として、第1回試験には柁目材、第2回試験には板目材を各丸太とも1枚ずつ使用した。なお、この測定は先の南洋材の性質 11 に報告した方法に準じて行なった⁴⁾。

3. 試験結果と考察

3-1. 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 1 に示す。なお、試験材番号は各丸太とも樹心側の板を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らが推定された。

- 1) 初期割れのはなはだしい丸太は、ⅧA-1, ⅧA-4, ⅧA-7 であり、最も少ない丸太は、ⅧA-5 である。
- 2) 内部割れのはなはだしい丸太は、ⅧA-3, ⅧA-6 で、他の丸太は大略似ている。
- 3) 断面の糸巻状の変形は、ⅧA-2, ⅧA-3 の丸太が最も大きく、他の丸太は大略似ている。
- 4) 狂いの大きい丸太は、ⅧA-6, ⅧA-7 である。
- 5) 乾燥時間の最も長い丸太は、ⅧA-3, ⅧA-7 である。

以上のことから人工乾燥スケジュール試験に供試した ⅧA-4, ⅧA-5, ⅧA-7 の3丸太についての 2.7 cm 厚材の共通的な条件は、乾燥初期温度 49°C, 乾湿球温度差 2.3°C, 終末温度 71°C と推定され、乾燥時間は生材から含水率 10% まで乾燥するのに最高 14.5 日を要するものと思われる。

された条件 (°C)		推定乾燥時間 (日)	狂い (mm)
初期乾湿球温度差	終末温度		
2.3	71	11.8	8.0
2.3	73	12.6	5.0
2.8	73	11.2	2.0
3.3	71	10.4	4.0
2.8	71	12.3	4.0
3.3	71	10.8	2.0
2.3	73	10.9	1.5
2.3	73	10.6	2.0
3.3	73	7.8	6.0
3.3	71	7.8	4.0
3.3	75	7.9	1.5
3.3	71	7.9	13.0
2.3	73	14.4	2.5
2.3	73	14.5	13.0

から多いものまで1~8に分類し、内部割たもの。

この推定された条件をすでに試験した *Dipterocarpus* に属する木材と比較してみると¹⁾²⁾³⁾、先のカリマンタン産クルイン材の人工乾燥スケジュール試験で決定した IVA-2, IVA-3 の条件にほぼ似ており、また、材質的にも比較的近似していると考えられるので、次項の人工乾燥スケジュール試験における乾燥条件は、両者を参考にして初期温度 48°C, 乾湿球温度差 2.5°C, 終末温度 70°C と定め、中間の条件変化は柁目材を試験材 (サンプル ボード) としたカリマンタン産クルイン (IVA-2, IVA-3) の条件に準じ²⁾、今回のサンプル ボードは、乾燥の最もおせい ⅧA-7 丸太から得られた無処理柁目材をあてた。

3-2. 人工乾燥スケジュール試験

前項 2 の試験方法にしたがって行なった試験結果について述べると次のようである。

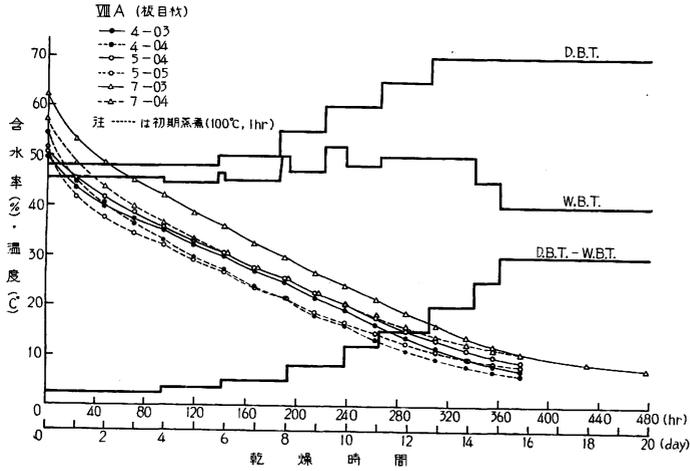
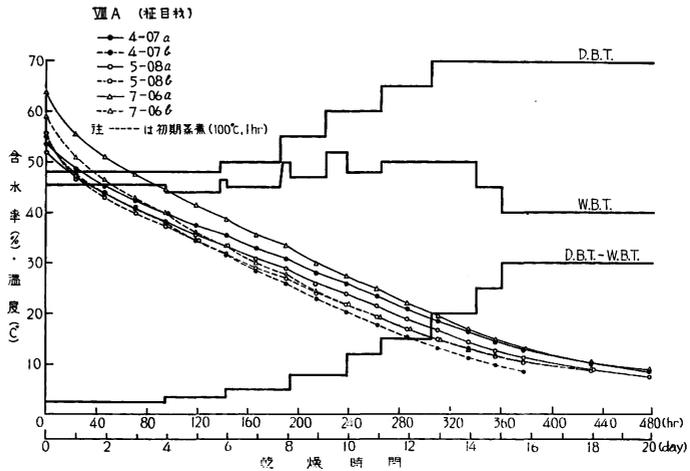


Fig. 2 クルイン材の乾燥経過 (第1回試験)
Drying process of Keruing (1st test).

Fig. 3 クルイン材の乾燥経過 (第1回試験)
Drying process of Keruing (1st test).



(1) 乾燥時間について

第1回試験の無処理および初期蒸煮した各試験材の乾燥経過を Fig. 2, 3 に示し、第2回試験の各木取り位置の試験材の乾燥経過を Fig. 4 に示す。これらの図から含水率50%から10%まで乾燥するのに要する時間を求めると、Table 2 となる。

それにより第1回試験の無処理試験材の乾燥時間を丸太間で比較すると、VIII A-5, VIII A-7 丸太は板目材、柎目材ともほぼ等しい値を示しているが、VIII A-4の丸太は VIII A-4-03 (板目材) が他の2丸太の

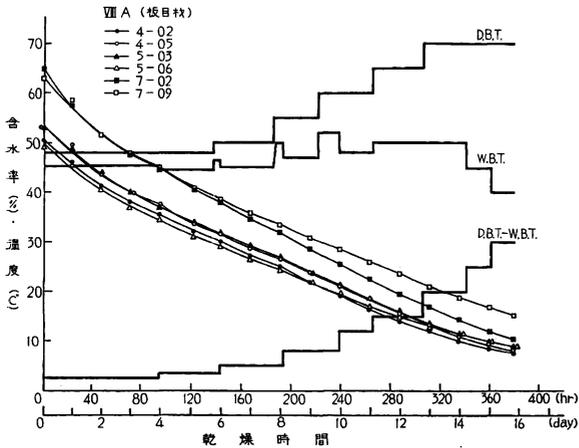


Fig. 4 クルイン材の乾燥経過 (第2回試験)
Drying process of Keruing (2nd test).

板目試験材よりも速く、VIII A-4-07a (柎目材) は逆におそくなっている。

Table 2. 各試験材の乾燥時間
Drying times of test piece

項目	原木および試験材番号	木取り	初期含水率 (%)	乾燥時間* (hr)	備考
第1回試験	ⅧA-4-03 4-04 4-07a 4-07b	板目	49.6	324	無処理 初期蒸煮 無処理 初期蒸煮
		〳	52.0	300	
		柾目	53.5	418	
		〳	53.6	343	
	ⅧA-5-04 5-05 5-08a 5-08b	板目	50.6	350	無処理 初期蒸煮 無処理 初期蒸煮
		〳	49.9	323	
		柾目	51.8	398	
		〳	54.5	373	
	ⅧA-7-03 7-04 7-06a 7-06b	板目	61.9	351	無処理 初期蒸煮 無処理 初期蒸煮
		〳	58.4	370	
		柾目	63.8	388	
		〳	62.0	363	
第2回試験	ⅧA-4-02 4-05	板目	50.5	333	無処理 〳
		〳	53.0	332	
	ⅧA-5-03 5-06	〳	53.2	345	〳 〳
		〳	49.3	(360)	
	ⅧA-7-02 7-09	〳	65.1	324	〳 〳
		〳	63.0	322→(15% まで)	

* は含水率 50% から 10% まで乾燥するに要する時間。

20% 以下で、無処理材に比べて減少することに起因している。

このような現象は、先のカンボジア産チュテール パンコイ、カリマンタン産クルイン材の板目材にもみられ、この原因をいままでの限られた試験範囲から断定することはむずかしいが、各試験材の乾燥初期、中期、末期の乾燥経過曲線からみて蒸煮試験に供した材が、材質的に乾燥速度のおそいものであったためではないかと考えられる。

板目、柾目の木取り別の乾燥時間の比較では、各丸太とも板目材の方が速い。

また、板目材の木取り位置による乾燥時間の差を、2回の試験から得られた無処理材について比較してみると、ⅧA-4の丸太では木取り位置による差異は認められず、ⅧA-5、ⅧA-7の丸太では外周部の試験材ほど速く乾燥している。ただし、樹心側から木取られたⅧA-7-09の試験材の乾燥時間が、ⅧA-5丸太の木取り位置による関係と比べ、非常におそくなっていて、いずれが標準的かは不明であるが、今までの経験からみるとⅧA-5の方が一般的と思われる。

以上の結果から、供試した3丸太の乾燥時間は、ⅧA-5 ≥ ⅧA-7 > ⅧA-4 の関係にあるが、他の *Dipterocarpus* に属する木材と比較すると¹⁾²⁾³⁾、今回のクルイン材はきわめて乾燥時間が長く、その関係はⅧA > ⅡA > IVA > VA となる。

(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 6~10%)の狂い、落込みなどにつき、測定、観察した結果を一括して Table 3 に示す。

割れは第2回試験のⅧA-4-05とⅧA-7-09の両板目材に生じたが、他の試験材には認められなかった。狂いについては、第2回試験の板目材のねじれを木取り位置との関係で比較すると、ⅧA-4の丸太では外周部から木取った試験材(ⅧA-4-02)が 10mm、樹心部試験材(ⅧA-4-05)が 23mm を示し、外周

次に初期蒸煮した試験材と無処理材との乾燥時間を木取り別に比較して、その比(処理材/無処理材)を求めると、ⅧA-4の柾目、ⅧA-7の板目材をのぞいては 0.92~0.94 の範囲にあり、ⅧA-7の板目材以外は、板目・柾目材とも蒸煮による乾燥時間の短縮が認められた。また、これらの短縮割合は、今回と同様な方法で乾燥試験したカンボジア産チュテール、カリマンタン産クルイン材と近似した値である。

一方、ⅧA-7の板目材については、無処理材の方が速く乾燥しており、これは初期蒸煮した試験材(ⅧA-7-04)の乾燥速度が含水率

Table 3. 各試験材の乾燥による損傷
Drying defects of test pieces

項目	原木および 試験材番号	木取り	初期割れ	乾燥終了時			備考
				Cup (mm)	落込み	ねじれ (mm)	
第1回 試験	VIIA-4-03	板目	なし	3.5	—	7.0	無処理
	4-04	〃	〃	3.0~2.0	—	14.0	初期蒸煮
	4-07a	柾目	〃	—	全面に落込み	0	無処理
	4-07b	〃	〃	—	樹心側に落込み	0	初期蒸煮
	VIIA-5-04	板目	〃	2.5	—	4.0	無処理
	5-05	〃	〃	3.5~2.5	—	0	初期蒸煮
	5-08a	柾目	〃	—	樹心側に落込み	0	無処理
	5-08b	〃	〃	—	なし	0	初期蒸煮
	VIIA-7-03	板目	〃	6.0~5.5	—	0	無処理
7-04	〃	〃	5.0~3.5	—	5.0	初期蒸煮	
7-06a	柾目	〃	—	なし	6.0	無処理	
7-06b	〃	〃	—	〃	0	初期蒸煮	
第2回 試験	VIIA-4-02	板目	〃	2.7~逆1.5	—	10.0	無処理
	4-05	〃	(木口材面 8mm×25mm 1本)	5~4.8	—	23.0	〃
	VIIA-5-03	〃	なし	2.0~1.0	—	1.0	〃
	5-06	〃	〃	4.0~3.0	—	3.0	〃
	VIIA-7-02	〃	〃	5.5~4.0	—	2.0	〃
	7-09	〃	(木口材面 5mm×50mm 1本)	7.0~6.5	—	2.0	〃

注：終了時含水率範囲は VIIA-7-09 を除き、6.1~10.5% である。

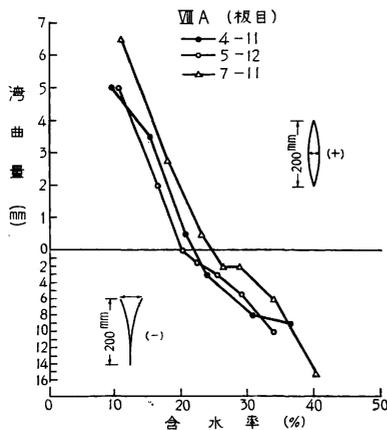


Fig. 5 含水率と乾燥応力の関係
Relation between moisture content
and drying stress (Flat grain).

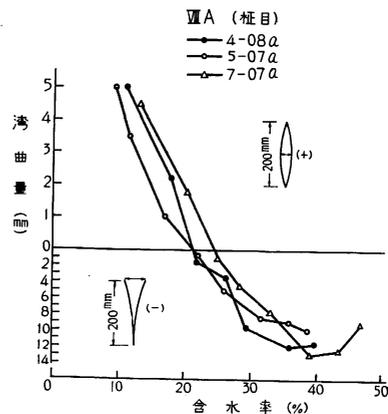


Fig. 6 含水率と乾燥応力の関係
Relation between moisture content
and drying stress (Edge grain).

部の試験材の方が小さい値になっている。

VIIA-5 の試験材については、VIIA-4 の場合と異なり木取り位置による差は顕著でなく、外周部試験材 (VIIA-5-03) が 1 mm、樹心部試験材 (VIIA-5-06) が 3 mm で乾燥終了時の状態は比較的良好であった。また、VIIA-7 の試験材についても VIIA-5 の場合と同様に狂い量が少なく、木取り位置による差異も認め

られなかった。

総体的にみて丸太別には、ⅧA-4>ⅧA-5>ⅧA-7 の順となるが、ⅧA-4 と ⅧA-7 の丸太は Table 3 の結果から、蒸煮処理により板の狂いが増す傾向が認められた。

柾目材の落込みは、全体的にみて先のフィリピン産アピトン材よりも少なく、乾燥終了時の状態は良好であるが、丸太別には ⅧA-4>ⅧA-5>ⅧA-7 の関係で、ⅧA-4 と ⅧA-5 の試験材では樹心側に落込みが生じた。

(3) 乾燥応力の経過

各丸太から採取した板目、柾目材につき、乾燥経過中に幅 2~3 cm (縦維方向) の小片を取り、2 枚に挽き割った直後の変形量の経過と、含水率の関係を示すと Fig. 5, 6 である。

Fig. 5, 6 につき変形量が零になったとき (応力転換期) の含水率をみると、板目、柾目材とも 20.0~24.5% の範囲にある。元来、板目、柾目材は組織的にみてかなり異なっており、水分の移動性にも差があるから、応力経過が異なったとしても不思議はないが、今回の試験で両者が同一含水率域に応力転換期を示したことは、注目すべき現象である。

一般的にいって応力転換期が含水率 20.0~24.5% にあることは、初期の最大表面応力の時期が比較的高い含水率域にあることを意味しており、このことは乾燥なかごろの乾湿球温度差の開き方を、あまり緩慢にしなくてもよいことになる。

(4) 収縮率について

スケジュール試験材を木取る際、その両端から取った小試片を室内でその平衡含水率に達するまで天然乾燥し、その後全乾としたときの幅、厚さの収縮率を Table 4 に示し、また、人工乾燥した各試験材の幅、厚さの乾燥終了時および全乾時の収縮率を Table 5 に示す。

Table 4 から天然乾燥した板目材につき、木取り位置の差による収縮率の違いを丸太別に比較すると、

Table 4. 天然乾燥のあとに全乾としたときの各試験片の収縮率
Shrinkage of test pieces from green to oven dry after air seasoning

原木および 試験材番号	木取り	樹心からの 距 (cm)	気乾含水率 (%)	収 縮 率 (%)				全乾時の 収縮率比 (α_t/α_r)
				気 乾 時		全 乾 時		
				幅	厚 さ	幅	厚 さ	
ⅧA-4-02	板 目	20.4	9.0	8.57	5.53	11.26	7.58	1.49
4-03	〃	17.1	9.3	8.87	5.65	11.67	7.85	1.49
4-04	〃	13.8	9.2	10.05	5.92	12.89	8.26	1.56
4-05	〃	10.5	9.4	10.21	6.41	12.88	8.80	1.46
4-07a	柾 目		9.5	6.63	11.21	8.98	13.10	1.46
4-07b	〃		9.7	5.98	10.12	9.11	13.00	1.43
ⅧA-5-03	板 目	18.2	9.6	7.07	4.58	9.63	6.48	1.49
5-04	〃	14.9	9.6	8.00	5.45	10.73	7.57	1.42
5-05	〃	11.6	9.8	8.56	5.88	11.42	8.16	1.40
5-06	〃	8.3	9.6	8.67	7.00	11.42	9.37	1.22
5-08a	柾 目		10.4	7.43	9.29	9.85	11.96	1.21
5-08b	〃		10.3	6.27	8.82	8.46	11.64	1.36
ⅧA-7-02	板 目	17.2	9.8	9.96	5.60	12.78	7.90	1.62
7-03	〃	13.9	10.0	10.71	6.62	13.68	8.93	1.53
7-04	〃	10.6	10.1	10.50	7.36	13.43	9.95	1.35
7-09	〃	8.3	11.3	12.63	8.48	15.35	11.08	1.39
7-06a	柾 目		10.4	6.17	12.53	8.52	15.64	1.84
067-b	〃		10.6	5.78	12.39	8.17	15.41	1.89

Table 5. 各試験材の含水率と収縮率
Moisture content and shrinkage of test pieces

項目	原木および 試験材番号	木取り	含水率 (%)		収 縮 率 (%)				全乾時の 収縮率比 (α_t/α_r)	備 考
			初期	仕上り	仕 上 り 時		全 乾 時			
					幅	厚 さ	幅	厚 さ		
第 1 回 試 験	VIIA-4-03	板目	49.6	7.1	10.65	6.04	13.22	8.52	1.55	無 処 理
	4-04	〃	52.0	6.1	12.78	8.72	14.70	10.57	1.39	初 期 蒸 煮
	4-07a	柾目	53.5	8.0	6.78	14.89	8.81	18.49	2.10	無 処 理
	4-07b	〃	53.6	6.4	6.40	13.06	8.94	16.56	1.85	初 期 蒸 煮
	VIIA-5-04	板目	50.6	8.7	9.64	5.51	11.89	7.44	1.60	無 処 理
	5-05	〃	49.9	7.9	10.80	6.67	13.00	8.60	1.51	初 期 蒸 煮
	5-08a	柾目	51.8	7.6	8.44	12.67	10.54	15.42	1.46	無 処 理
	5-08b	〃	54.5	8.8	7.12	13.82	9.12	16.27	1.78	初 期 蒸 煮
	VIIA-7-03	板目	61.9	7.5	12.89	7.90	15.45	10.19	1.52	無 処 理
	7-04	〃	58.4	10.5	11.78	8.92	15.11	12.38	1.22	初 期 蒸 煮
	7-06a	柾目	63.8	8.5	6.60	17.37	8.84	19.99	2.26	無 処 理
	7-06b	〃	62.0	9.0	6.54	16.67	8.97	19.62	2.19	初 期 蒸 煮
第 2 回 試 験	VIIA-4-02	板目	50.5	7.4	10.47	6.48	12.95	8.30	1.56	無 処 理
	4-05	〃	53.0	8.0	12.00	7.88	14.72	10.60	1.39	〃
	VIIA-5-03	〃	53.2	8.8	8.97	5.18	11.50	7.15	1.61	〃
	5-06	〃	49.3	9.0	9.80	6.89	12.75	9.72	1.31	〃
	VIIA-7-02	〃	65.1	10.5	10.95	7.17	14.50	10.91	1.32	〃
	7-09	〃	63.0	15.2	12.00	10.90	16.45	15.90	1.03	〃

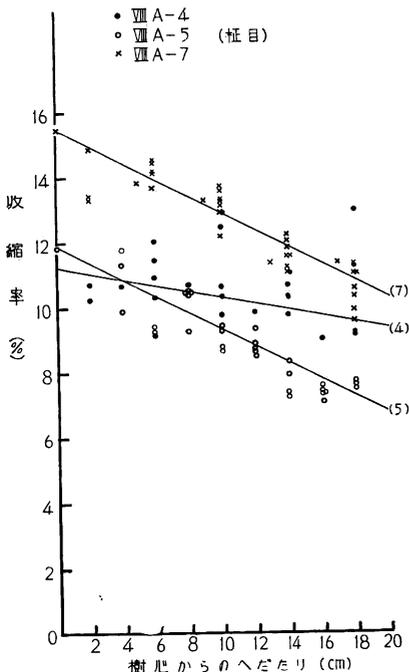


Fig. 7 樹心からのへだたりによる収縮率(接線方向)の差異

Transversal distribution of tangential shrinkage in relation to distance from pith.

総体的には樹心に近い位置の試片ほど幅、厚さとも収縮率が增大している。

柾目材について厚さ方向の収縮率と樹心からのへだたりとの関係を求めると、Fig. 7 のようになり、丸太ごとに分割和法で次式のような方程式を得た。すなわち、

$$\alpha_r = 11.273 - 0.095d \dots\dots\dots \text{VIIA-4}$$

$$\alpha_r = 11.842 - 0.254d \dots\dots\dots \text{VIIA-5}$$

$$\alpha_r = 15.510 - 0.256d \dots\dots\dots \text{VIIA-7}$$

ただし α_r : 収縮率(%), d : 樹心からのへだたり(cm)

このように外周に向かっての収縮率の減少割合は、VIIA-5 と VIIA-7 の丸太ではほぼ等しく、VIIA-4 の丸太ではそれより小さい。

次に人工乾燥材の全乾収縮率は、VIIA-4-07a, VIIA-4-07b (柾目材) の幅方向と VIIA-5-04 (板目材) の厚さ方向を除き、いずれも天然乾燥材より大きく、板目材の厚さ方向の場合 VIIA-4 および VIIA-7 の丸太では樹心側ほど人工乾燥による収縮率増加が大きいためである。柾目材の場合には、幅方向よりも厚さ方向の収縮率の増加が特にいちじるしい。

また、蒸煮処理を行なった板目試験材では、木取り位置を考慮したとき、各丸太とも無処理材よりも幅、厚さ方向の収縮率が増加しているが、柾目材については、このような傾向が明らかでない。

以上収縮率について蒸煮および木取り位置などの関係を示したが、これらの傾向は、先のカンボジア産 チュテール (IIA, II(A)), カリマンタン産クルイン (IVA), フィリピン産アピトン (VA) 材などにもみられ、*Dipterocarpus* に属する樹種全般にいうことであろう。

人工乾燥による厚さ方向の収縮率増加を総合的に比較すると、

板目材では $VIIA \geq VA > IVA > II(A) > IIA$

柾目材では $VIIA > IIA = II(A) > VA > IVA$ の関係となる。

(5) 脂分について

すでに試験した *Dipterocarpus* に属する木材は脂分が多く、特に初期蒸煮を行なうと木口、表面に多量の脂を噴出したが¹⁾²⁾³⁾、今回のマラヤ産クルイン材の供試木は、それらに比べ、初期蒸煮を行なっても噴出量は少ない。ただし、VIIA-4, VIIA-5, VIIA-7 の試験材を比較すると、VIIA-5 の試験材が他の丸太の試験材よりも多少脂分が多い傾向にある。

以上 2.7cm 厚材を対象にした 2 回の人工乾燥スケジュール試験を総括して、このマラヤ産クルイン材の乾燥スケジュールを考えると、まず第 2 回試験の VIIA-4-05 と VIIA-7-09 の無処理板目材に初期割れが生じたため、蒸煮の有無には関係なく初期条件を試験の条件よりも 1 段階ゆるくした乾球温度 46°C、乾湿球温度差 2.5°C か乾球温度 48°C、乾湿球温度差 2.0°C に修正するのが適当と思われる。また、このクルイン材の割れは、乾燥初期に注意すればそれ以後に発生する危険はすくないことが応力経過図から推察できるので、乾燥なかごろの乾湿球温度差をかなり大幅に開いてもよいと思われる。

また、終末温度は、VIIA-5 と VIIA-7 の丸太では狂いが少ないので、75°C まで上昇可能と考えられるが、VIIA-4 の丸太の狂いが大きいため、3 丸太の板を同時に乾燥する場合は、安全値を考えると 70°C にとどめる必要があるだろう。

スケジュールに關した初期蒸煮は、前出の結果からみて乾燥の速い板目材については、乾燥時間の短縮効果は少ないが、乾燥のおそい柾目材には有効である。ただし収縮率が増加し、また、狂いが生ずる危険性があるため、フィリピン産アピトン材と同じように、初期蒸煮をさけ中間蒸煮を行なった方が得策と考えられる。

以上のことを考慮して決定したスケジュールを Fig. 8 に示す。コントロールサンプルは乾燥のおそい柾目材とし、乾燥日数は初期条件の修正による乾燥時間の延長と、中間蒸煮による乾燥時間の短縮割合が等しいと考え、実験室的には生材状態から含水率 10% まで乾燥するのに、第 1 回試験の無処理と蒸煮材との中間、すなわち最大 17 日を要すると推定される。この推定された日数から実際の工場規模の乾燥日数を考えると、被乾燥材、乾燥室のムラなどによる乾燥時間の延長を考慮し、含水率 10% まで 18~20 日はかかると思われる。

これらの値は今までに経験したアピトン類木材と比較して、非常に長い乾燥時間のようにみられるが、一般の用途に対して多少無理な条件を考えれば、15~17 日程度までは乾燥時間を短縮することが可能と思われる。しかし本質的に水分移

Species Moisture content (%)	Keruing (<i>Dipterocarpus</i> spp.)	
	D.B.T. C.	W.B.T. C.
70		
60		
50		43.5
40	46.0	42.5
	50.0	45.0
30	55.0	47.0
	60.0	
20	65.0	48.0
	70.0	45.0
10		40.0
Initial steaming	Unnecessary (intermittent steaming is necessary)	
Drying time	18~20 days	

-----: Initial moisture content control sample; Edge grain

Fig. 8 Suitable drying schedule of 2.7 cm thick board of Keruing.

Table 6. マラヤ産およびカリマンタン産クルイン材, フィリピン産アピトン, カンボジア産チュテール材の乾燥条件, 乾燥時間および蒸煮による性質一覧表 (2.7cm 厚材)

Drying conditions, drying times and effect of steaming of Keruing, Apitong and Choeteul woods

産地 一般名	原木 番号	板目材 の乾燥 初期の 割れ	乾燥後 の断面 の变形	人工乾 燥によ る板厚 の収縮 率増大	節部の 狂い やすさ	初期蒸 煮によ る板目 材の割 れやす さ	天然乾燥材と無処理お よび初期蒸煮した人工乾燥 材の収縮率の増加比 (厚さ)	初期蒸煮による乾 燥時間の短縮比 (生~10%までの 時間) 蒸/無	蒸煮の 要, 不要, 不適	乾燥時間比 ⁽¹⁾ (生~10%までの時間) 板/无	工場に おける 乾燥日 数(日)	乾燥条件		
												初 期		終末 温度 (°C)
												乾球 (°C)	湿球 (°C)	
マラヤ 産 クルイン	VIII A-4	③	⑤~⑥	⑤~⑥	—	②	板目 7.9~20.4%, 蒸 28.0% 板目 41.1%増, 蒸 27.4%	板目 0.93 板目 0.82	要	無処理 0.76 蒸煮 0.88	18	46	43.5	70
	VIII A-5	②	⑥	⑤	—	②	板目 1.7%減~10.3%増, 蒸 5.3%増 板目 28.9%増, 蒸 39.4%増	板目 0.93 板目 0.94	要	無処理 0.88 蒸煮 0.87	19			
	VIII A-7	③	⑥	⑤	—	②	板目 13.9%~43.5%増, 蒸 24.4%増 板目 27.8%増, 蒸 27.3%	板目 1.06 板目 0.94	要	無処理 0.90 蒸煮 1.02	20			
フィリピン 産 アピトン	VA-1	②	⑤	②	③	②	板目 6.5% 増 板目 6.4~15.4% 増	板目 0.70 板目 0.71~0.72	要	無処理 0.86 蒸煮 0.85	10	45	42	72
	VA-7	②	⑦	③~④	③	②	板目 24.5% 増 板目 6~14% 増	板目 0.72 板目 0.73	要	無処理 0.80 蒸煮 0.81	12			
	VA-8	②	⑦~⑧	⑤	—	②	板目 27.4% 増 板目 11.3% 増	板目 — 板目 —	要	中間蒸煮 0.92 蒸 0.92	10			
	VA-9	②	⑤	④	—	②	板目 31.6% 増 板目 6.0% 増	板目 0.72 板目 0.70	要	無処理 0.78 蒸煮 0.81	12			
カンボジア 産チュテール サル チュテール バンコイ	II A-8	③	⑤	③	⑤	③	板目 10% 増 板目 20% 増	板目 0.94 板目 0.93	要	無処理 0.80 蒸煮 0.81	14	45	42	75
	II A-2	④	⑤	②	④	③	10~20% 増	板目 1.07 板目 0.88	要	無処理 0.81 蒸煮 0.79~1.0	14			
カリマン タン産 クルイン	IVA-1	⑦	④	②	—	⑧	板目 18.5% 増	板目 1.08 板目 —	不適	—	12	47	45	75
	IVA-2,3	③~⑤	⑥~⑦	③	—	②	板目 19.2% 増 板目 減少	板目 1.03 板目 0.94~0.93	要	無処理 0.78 蒸煮 0.86	13	45	43	70

注: ○内の数字は1~8までを考え、数字の大きいものほどはげしい。
 断面の变形……乾燥後板の中央部が凹み、断面が糸巻状になること。
 節部の狂い……節の周囲の組織が乾燥の際つぶれ、そのために狂いを生ずること。
 (1)の乾燥時間比はアピトンとチュテール、クルイン材とで試験方法が異なり、前者(アピトン材)のみが無処理材と初期蒸煮材を別々の室内で乾燥し、含水率と温湿度条件の関係が一定になるようにして乾燥した。

動の悪い材料であるため、条件を強くしてもそれにともなった乾燥時間の短縮は望みにくい。

4. む す び

入手されたマラヤ産クルイン丸太のうち、ⅧA-4、ⅧA-5、ⅧA-7 の3丸太につき、2.7cm 厚材の人工乾燥スケジュール試験を2回行ない、その際に木取り位置による乾燥時間の相違、樹心からのへだたりによる収縮率の違いなどを究明し、適当と思われるスケジュールを Fig. 8 に示した。さらに既報の *Dipterocarpus* 材の性質とも関連して検討した。得られた結果を要約すると次のようになる。

- 1) 供試した3丸太のうち、ⅧA-5 と ⅧA-7 の丸太は、乾燥時間、狂い、樹心からのへだたりによる収縮率の変化などにつき類似の傾向を示した。
 - 2) 板目材の乾燥時間は、ⅧA-5 と ⅧA-7 では外周部ほど速く、ⅧA-4 では木取り位置による差異が認められない。
 - 3) 板目と柾目材の木取り別の乾燥時間は、各丸太とも板目材の方が速い。
 - 4) 丸太別の乾燥時間は ⅧA-5 ≥ ⅧA-7 > ⅧA-4 の関係であるが、今回のマラヤ産クルイン材の乾燥は既報の *Dipterocarpus* 材に比べきわめておそい。
 - 5) 初期蒸煮による乾燥時間の短縮は各丸太とも認められ、その割合はカンボジア産チュテル、カリマンタン産クルイン材と近似している。ただし、狂い、収縮率が增大する危険がある。
 - 6) Table 4 に示した天然乾燥材の収縮率を板目材につき、木取り位置の関係のみみると、各丸太とも樹心に近づくにつれ幅、厚さ方向の収縮率が増し、特に厚さ方向の収縮率の増加が大きい。また、柾目材の収縮率も樹心ほど増加している。
 - 7) 人工乾燥材は天然乾燥材よりも収縮率が増し、さらに蒸煮材は収縮率が增大する。
- このように材質的には、カリマンタン産クルイン材の IVA-2、IVA-3 に似ていると思われる。また、上記の 2) ~ 7) は、すでに試験した *Dipterocarpus* 材のいずれにも共通した傾向である。
- 最後にこれら木材の乾燥時間、蒸煮の効果、乾燥条件などを Table 6 に総括して示す。

文 献

- 1) 寺沢 真・佐藤庄一：南洋材の性質 1 カンボジア産8樹種の乾燥スケジュール，林試研報，190，pp. 62~85，(1966)
- 2) 寺沢 真・佐藤庄一：南洋材の性質 7 カリマンタン産クルイン材の乾燥スケジュール，林試研報，206，pp. 42~63，(1967)
- 3) 佐藤庄一・寺沢 真：南洋材の性質 10 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，pp. 131~149，(1968)
- 4) 寺沢 真・佐藤庄一：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 メランチ材の乾燥スケジュール，林試研報，218，pp. 58~71，(1968)

V. Drying Schedule of Keruing Woods grown in Malaya

Shôichi SATÔ⁽¹⁾ and Hiroshi SUMI⁽²⁾

(Résumé)

The purpose of this study is to find the degree of drying time, defects, and the most suitable kiln drying schedule of Keruing woods grown in Malaya by carrying out the schedule tests two times for 2.7 cm thick boards.

Results obtained from this study are as follows :

1) Concerning the flat grain boards, the drying time of the specimen from the outer portion was shorter than that from the inner portion on log No. VIII A-5 and VIII A-7, but there was no such tendency on VIII A-4.

2) Drying time of the flat grain boards was shorter than that of the edge grain ones on all three logs.

3) Concerning drying time of three logs, its order was as VIII A-5 \geq VIII A-7 > VIII A-4, and drying rate of Keruing woods grown in Malaya were lower on the whole as compared with that of the other *Dipterocarpus* spp. woods in the preceding tests.

4) By steaming in the initial stage of kiln drying, shortening of drying time was found on all logs.

5) In the case of the flat grain boards, shrinkage depended on the position in log, that is to say, the shrinkage in both width and thickness increased as closing to the pith. The shrinkage in thickness also increased as closing to the pith in the case of the edge grain boards. The shrinkage of the kiln-dried boards was larger than that of the air-dried ones, and steaming treatment made shrinkage of the boards larger.

6) The most suitable kiln drying schedule determined from this study of Keruing woods grown in Malaya is shown in Fig. 8.

VI. マラヤ産クルイン材の丸ノコによる被削性

山口喜弥太⁽³⁾

1. ま え が き

この試験は當場木材部でおこ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⁽¹⁾⁽²⁾にひきつづき、マラヤ産クルイ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マラヤ産クルイン材の5個体である。これらの形質については他の報告を参照され

(1) (2) Drying Unit, Wood Processing Section, Wood Technology Division.

(3) 木材部加工科製材研究室・主任研究官

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

現地名 Commercial name	学名 Botanical name	試片番号 Mark of log	切削抵抗試験 Cutting force test		ノコ歯摩耗試験 Saw tooth blunting test	
			気乾容積重 r_a g/cm ³	含水率 u %	気乾容積重 r_a g/cm ³	含水率 u %
Keruing	<i>Dipterocarpus</i> sp.	VIII A1-2	0.86 (0.81~0.91)	13.8 (13.4~14.0)	0.85 (0.81~0.89)	14.8 (14.7~14.9)
〃	〃	VIII A2-1	0.76 (0.75~0.79)	13.6 (13.3~13.9)	—	—
〃	〃	VIII A3-10	0.80 (0.78~0.80)	14.0 (13.6~14.5)	0.80 (0.75~0.83)	15.3 (15.2~15.5)
〃	〃	VIII A4-8	0.84 (0.81~0.86)	14.0 (13.8~14.3)	—	—
〃	〃	VIII A6-2	0.84 (0.83~0.89)	13.6 (13.4~13.8)	0.81 (0.76~0.88)	14.9 (14.7~15.1)

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 mm	ノコ歯厚 Thickness of blade mm	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	300	2	バチアサリ Swage set	4
ノコ歯摩耗試験用 Blunting test	工具鋼 SK5 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 sharp- nees angle	歯背角 Clear- ance angle	歯高 Depth of gullet	アサリ幅 Width of kerf	アサリの逃げ角 (歯喉面) Side clearance angle on face	アサリの逃げ角 (歯背面) Side clearance angle on back	研ぎ角 Bevel angle
	degree	degree	degree	mm	mm	degree	degree	degree
切削試験用 1 Cutting force test	20	55	15	12	3	3	3	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.

たい。試験片の採材寸法は前報⁴⁾⁶⁾の要領にしたがい、試験材はいずれも気乾状態で、その切削時の含水率と材料の気乾容積重は Table 1 のようである。

2-2. 試験方法

試験方法等は前報⁴⁾⁶⁾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抵抗試験にはタングステンカーバイトチップ丸ノコを、ノコ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歯型要素を 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付け、切削トルクをスリッピングによって取り出し、歪計によって測定し、また増幅してペン書きオ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。計算によって得た切込み深さの範囲は 0.10, 0.20, 0.28, 0.34, 0.42mm であった。

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。また、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材料間の比較を行なった。ノコの摩耗は、ひき材にともなう切削抵抗とアサリ切先の摩耗量の増加状況から判断することとし、最初の切削抵抗に対する比と、アサリの摩耗量とを表示した。

3. 試験結果および考察

3-1. 切削抵抗試験

クルイン 5 個体の切削抵抗試験結果は Fig. 1~5 に示す。この試験の範囲内では、各個体差は明りょうではないが、切削抵抗と切込み深さとの関係はほぼ直線となった。

歯喉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一般的には歯喉角の大きい方が切削抵抗は低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 0.2 mm について切削抵抗を計算して

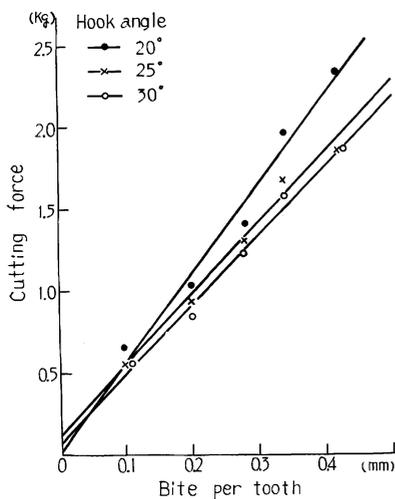


Fig. 1 切削抵抗と切込み深さとの関係
(クルイン VIII A1-2)

Relation between cutting force and bite per tooth (Keruing VIII A1-2).

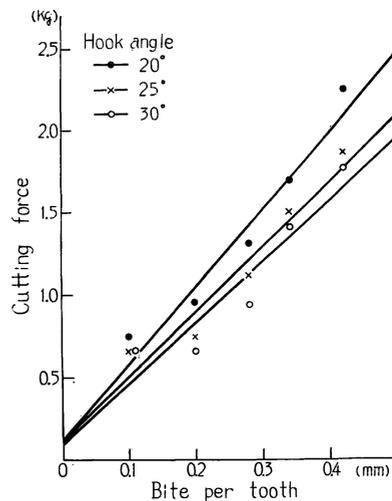


Fig. 2 切削抵抗と切込み深さとの関係
(クルイン VIII A2-1)

Relation between cutting force and bite per tooth (Keruing VIII A2-1).

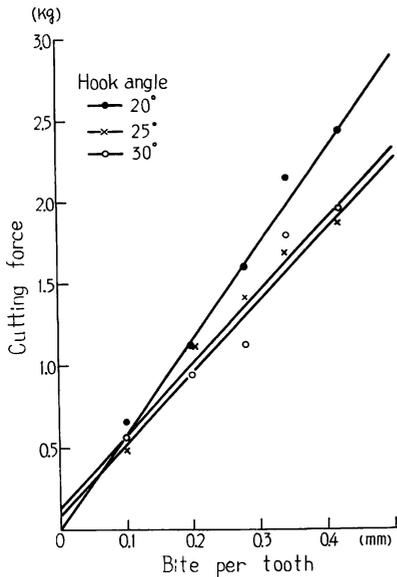


Fig. 3 切削抵抗と切込み深さとの関係
(クルイン VIIA3-10)

Relation between cutting force and bite per tooth (Keruing VIIA3-10).

Table 4 に示した。また、この比較値を前報⁴⁾ の分類にしたがって、4 水準に分類してみた。これによると前報⁶⁾ のクルイン (IVA-2, 4) より低い全体として高い部類に属し、アピトン (VA-9) 程度のものである。

3-2. ノコ歯の摩耗試験

ノコ歯摩耗試験は材料の関係で VIIA1-2, VIIA3-10, VIIA6-2 の 3 個体について行なった。この試験におけるひき材量と、切削抵抗およびアサリ切先の摩耗量との関係は Table 5 および Fig. 6~8 のようであった。

3 個体の摩耗性は前報⁶⁾ クルイン (IVA) より一般に高く、アピトン (VA-9) より低いようであった。ノコ歯の摩耗性は比重などのほかシリカなどの含有成分量に影響されるものと思われる。しかし、これら灰分についてみるとクルイン (IVA) は 0.49~1.26%, アピトン (VA) は 1.78%, 本試験のクルインは 0.71~1.15% であり、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。

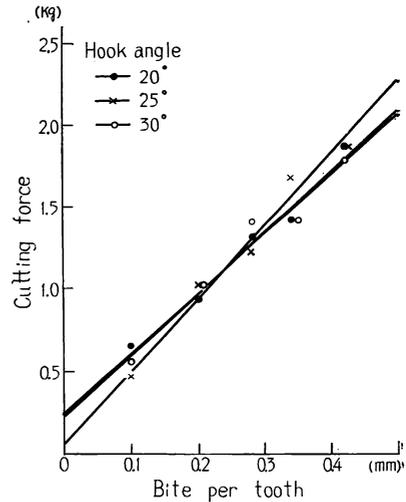


Fig. 4 切削抵抗と切込み深さとの関係
(クルイン VIIA4-8)

Relation between cutting force and bite per tooth (Keruing VIIA4-8).

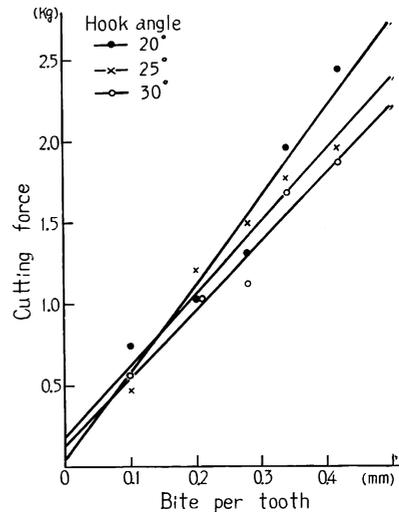


Fig. 5 切削抵抗と切込み深さとの関係
(クルイン VIIA6-2)

Relation between cutting force and bite per tooth (Keruing VIIA6-2).

Table 4. a と b の 値
Values of a and b

Constant 歯喉角 一般名 Hook angle Common name	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°		
Keruung (VIII A 1-2)	0.02	0.12	0.06	5.44	4.30	4.27	0.98	高い、 High
〃 (VIII A 2-1)	0.12	0.11	0.09	4.72	3.97	3.71	0.90	高い、 High
〃 (VIII A 3-10)	0.01	0.14	0.08	5.81	4.36	4.37	1.01	非常に高い、 Very high
〃 (VIII A 4-8)	0.24	0.06	0.25	3.69	4.43	3.66	0.94	高い、 High
〃 (VIII A 6-2)	0.04	0.19	0.13	5.42	4.38	4.16	1.06	非常に高い、 Very high

* 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 of tooth of 0.2 mm.

Table 5. ノコ歯摩耗試験における切削抵抗増加度とアサリの摩耗量
Increase of cutting force and wear of side point in blunting test

指標 Item ひき材量 Amount of timber sawn 一般名 Common name	ひき材長の変化による 切削抵抗増加度* Increase of cutting force			アサリ摩耗量 mm Wear of side point			総ひき材長 Total length of boards m	ノコ摩耗性 Level of blunting property
	5m	20m	50m	5m	20m	50m		
Keruung (VIII A 1-2)	1.27	1.83	2.72	0.03	0.07	0.11	50	高い、 High
〃 (VIII A 3-10)	1.46	1.92	3.11	0.02	0.03	0.07	50	中庸 Medium
〃 (VIII A 6-2)	1.17	1.40	3.17	0.03	0.10	0.16	50	高い、 High

* 実験開始のときを 1 とした場合の比率
Ratio of cutting force after dulling to that at start.

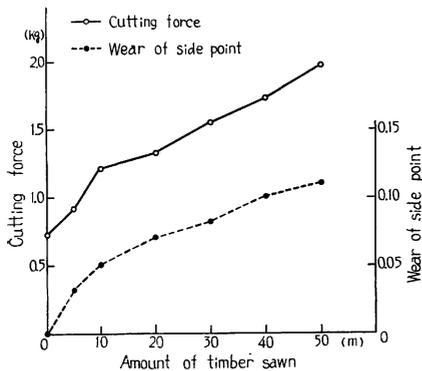


Fig. 6 ひき材量と切削抵抗およびアサリ
摩耗量との関係
(クルイン VIII A 1-2)
Relation of amount of timber sawn
to cutting force and wear of side
point (Keruung VIII A 1-2).

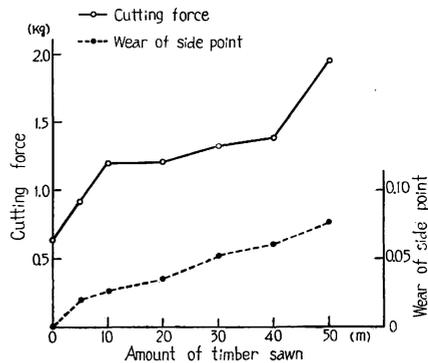


Fig. 7 ひき材量と切削抵抗およびアサリ
摩耗量との関係
(クルイン VIII A 3-10)
Relation of amount of timber sawn
to cutting force and wear of side
point (Keruung VIII A 3-10).

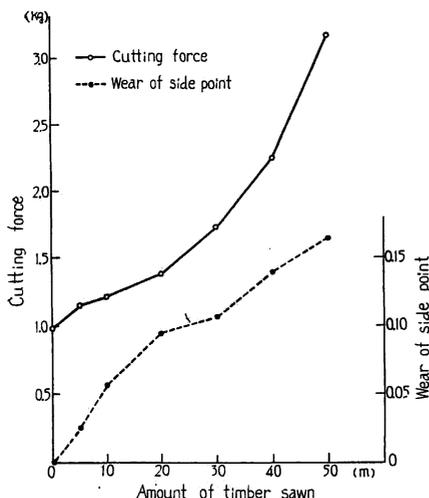


Fig. 8 ひき材量と切削抵抗およびアサリ
 摩耗量との関係
 (クルイン VIII A6-2)
 Relation of amount of timber sawn to
 cutting force and wear of side point
 (Keruing VIII A6-2).

あ と が き

マラヤ産クルイン材の丸ノコによる被削性試験を行なった。試験項目としては切削抵抗とノコ歯の摩耗性を取りあげ、試験方法は前報⁴⁾の方法を踏襲した。その結果はつぎのようである。

(1) 切削抵抗は切込み深さに対して直線的に増大した。歯喉角の影響は 25° と 30° ではあまり差がなく、一般的に歯喉角の大きい方が切削抵抗は低いようである。

(2) 切削抵抗は各個体とも同じ程度であるが一般に高い部類に属し、前報⁵⁾ アピトン程度のものである。

(3) ノコ歯の摩耗性は前報⁶⁾ アピトン (VA) より低いが、クルイン (IVA) より一般に高いようである。

文 献

- 1) 木材部：南洋材の性質 2 サラワク産メラランチ類木材の性質 (1), 林試研報, 190, pp. 107~180, (1996)
- 2) 木材部：南洋材の性質 3 カンボジア産材の性質 (2), 林試研報, 194, pp. 7~48, (1966)
- 3) 木材部：南洋材の性質 4 北ボルネオ産カプル材の性質 (1), 林試研報, 197, pp. 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, pp. 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, pp. 1~108, (1967)
- 6) 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, pp. 149~156, (1968)

VI. Sawing properties of Keruing Woods grown in Malaya using Circular Saw

Kiyata YAMAGUCHI⁽¹⁾

(Résumé)

In this report, sawing properties by circular saw were tested applying to Keruing woods grown in Malaya. The test methods were the same as those described in the previous reports in Bulletin No. 200 and 208. The results of test were as follows :

(1) Sawmilling Unit, Wood Processing Section, Wood Technology Division.

(1) The relation between cutting force and bite per tooth tended to be proportional. Although cutting force was not affected remarkably by hook angle at 25° and 30°, cutting force seemed to be lower at cutting with the smaller hook angle in general.

(2) The difference of cutting force among each log tested was not recognized. Compared with other species, the cutting force of the Keruing wood tested in this experiment showed considerably higher value, but it was nearly equal to the cutting force value of Apitong wood described in the previous report⁶⁾.

(3) The wear of saw tooth in Keruing wood cutting developed more slowly than in Apitong wood cutting, but it seemed to develop more rapidly compared with other species.

VII. マラヤ産クルイン材の回転鉋における被削性 (南洋材の回転鉋における被削性試験 第 8 報)

星 通⁽¹⁾

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鉋における被削性試験法に準じて、マラヤ産クルイン材について、切削抵抗および切削面の良否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。

1. 試験方法

1-1. 試験材の木取りおよび乾燥

緒言(本号 p. 56)に示す7本の原木のうち、切削抵抗試験材には VIII A-4, 5 および 7 の3個体、刃先の寿命試験材には VIII A-1, 2, 3, 4 および 6 の5個体からの材を用いた。

切削抵抗試験材は、前記3個体から採った長さ 450mm の丸太を、樹心を中心として厚さ 60mm にだけ挽きしたものである。この木取りによる挽板番号は、樹心を含む正まさ目木取りの板を0番とし、その右側を樹心側から 11, 12, 13, ………, 左側の板を 01, 02, 03, ………, とした。

これらの挽板は約3か月間天然乾燥してから、最高温度 60°C で人工乾燥を行ない、含水率 10% 前後に仕上げた。この乾燥材のなかから切削面が追まさとなるもの(切削面と年輪のなす角度が $45 \pm 20^\circ$)を選び、試験法¹⁾に示す形状および寸法(切削幅 40mm, 切削部分の長さ 200mm, 木口切削の場合は切削幅 10mm)の縦切削、横切削および木口切削用試験材をそれぞれ3枚ずつ作った。

なお、横切削試験材用として別に木取りした円板は、乾燥中にかなり多くの割れが発生し、供試材として使用できなかった。横切削試験材には縦切削用のだら挽き板を用い、長さ 40mm に切り、切削試験に直接使われる部分には接着層がはいらぬように接着して作った。これらの挽板を Table 1 に示す。

刃先の寿命試験材は、緒言に示す(本号 p. 56~57) Fig. 1~5 の木取り板のなかから、Table 2

(1) 木材部加工科加工研究室

に示す挽板を選び、切削抵抗試験材と同時に天然乾燥および人工乾燥を行ない、約3週間実験室で調湿したのち、長さ2,000mm×厚さ30mm×幅60mmに木取りした。このなかから正まさおよび正板目木取りに近いものと、著しい欠点材を除き、追まさ木取りとなったものを各供試挽板より木取られた試験材がほぼ同数になるように考慮して選んだ。なお、同時に20mm×30mm×60mmの容積重測定用試験片を作った。試験材の数量は、供試挽板の数量の関係から、ⅧA-1、4および6は25本(延べ長さ50m)、ⅧA-2、および3は50本(延べ長さ100m)とした。この場合に前者の25本および後者の50本中の25本は、切削面の評価用試験材として、長さ500mmごとに区分線を引き、後者のうち残りの25本は刃先の摩耗のための被削材とした。

1-2. 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°C、湿度65%の恒温恒湿室内で、含水率12±2%を目標として約4週間調湿した。

含水率は切削試験の直前と直後に、各試験材から採った幅5mm程度の試験片により全乾法で測定した。

刃先の寿命試験材は、試験材に木取ってから、約3週間実験室内に放置し、試験直前にKett-M8型針状電極を用いて含水率を測定した。

2) 容積重 切削抵抗試験材から切削する部分と同じ木理の試験片を切りとり、20mm×50mm×40mm(木口切削試験材は10mm)に仕上げ、試験時の容積重および全乾容積重を測定した。なお、木口切削試験材では、切削する木口面が長いので(200mm)、その両端の平均容積重を求めた。

刃先の寿命試験材の容積重は、前記の試験片によって求めた。

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

原木番号 Log mark	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
ⅧA-4	1	01	01	02
	2	02	12	04
	3	12	13	12
ⅧA-5	1	01	01	01
	2	02	02	02
	3	03	03	03
ⅧA-7	1	02	02	02
	2	03	03	03
	3	13	13	13

注：挽板番号は試験法¹⁾²⁾による木取り番号。

Table 2. 刃先の寿命試験用挽板
Sawn board for knife life test

原木番号 Log mark	挽板番号 Sawn board No.	原木番号 Log mark	挽板番号 Sawn board No.
ⅧA - 1	3	ⅧA - 3	12
	4		13
	7		14
	8	ⅧA - 4	1
	11		2
	12		4
	13		5
	6		
ⅧA - 2	3	ⅧA - 6	7
	4		10
	7		13
	8		
	9		
	13		
ⅧA - 3	16		3
			4
			6
			7
			8
		9	
		10	

注：本号 p.56~57 (Figs. 1~5) 参照

Refer to Figs. 1~5 in page 56~57.

1-3. 実験方法

1) 切削抵抗試験 前記の縦、横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 刃あたりの送り量 3.3, 4.4, 5.5, 6.6, 7.7mm の 5 条件について、それぞれ 2 回切削し、このときのナイフに加わる切削抵抗 (主分力) をトルク値として記録させる。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) と単位切削幅あたりの切削抵抗 P (kg/cm) の関係から、実験式 $P=a+af$ の定数 a および α 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 前述の 1-1 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繰り返し切削試験を行ない、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求め刃先の寿命とした。

2. 試験結果

2-1. 切削抵抗試験

切削抵抗の測定結果を Fig. 1~3 に、実験式 $P=a+af$ における定数 a および α の計算結果を Table 3~5 に示す。また、各原木および各切削形式ごとの a および α をそれぞれ Table 6 に示す。

以上の結果から、

1) 供試原木 3 本ともに 1 刃あたりの送り量 f (cm) と切削抵抗 P (kg/cm) の関係は、 $P=a+af$ の直線式で表わされる。

2) 前記実験式における定数 α の値は、Table 3~6 にみられるように、ⅧA-5 の横切削の場合を除いて、ⅧA-4 > 7 > 5 の順位であった。

3) 定数 α の値は Fig. 9 のように、供試材と同じ用途と思われる既報の材フィリピン産アピトン材³⁾、北ボルネオ産カプール材³⁾、カリマンタン産クルイン材⁴⁾などに比べて小さいようである。

2-2. 切削面の良否判定を基準とする刃先の寿命試験

切削材長 L (m) と欠点率 D (%) の関係を Fig. 4~8 に示す。この図から欠点率 70% に達したときの切削材長を求め、Table 7 に示す。

以上の結果から、

1) 刃先の寿命を示す切削材長は、Fig. 4~8 のように、木理交錯の程度が著しくなわ目材 (繊維曲走) である ⅧA-1 および 4 では 100m 以下、ⅧA-6 では 0 m (切削初期から欠点率 82%)、木理交錯の程度が軽く、通直な ⅧA-2 および 3 では、150~200m および 180~230m であった。

2) 既報の試験では、切削面にあらわれた逆目ぼれがある程度小さくなってから、毛羽立ちの発生する傾向がみられたが、本供試材では、大きな逆目ぼれと、大きな毛羽立ちが同時に発生しがちであった。

3) 本供試材と同じ用途と思われる既報の試験樹種のうち、木理交錯が軽度なものの切削材長は Table 8 のように、いずれも 1,000m 以上となっている。これに対し、マラヤ産クルイン材は木理交錯が軽度であっても切削材長ははるかに短く、カンボジア産チュテル材³⁾と同様に刃先の寿命の特に短いグループにはいるようである。

3. 摘 要

マラヤ産クルイン材について、既報¹⁾ と同じ試験法により、切削抵抗および切削面の良否判定を基準と

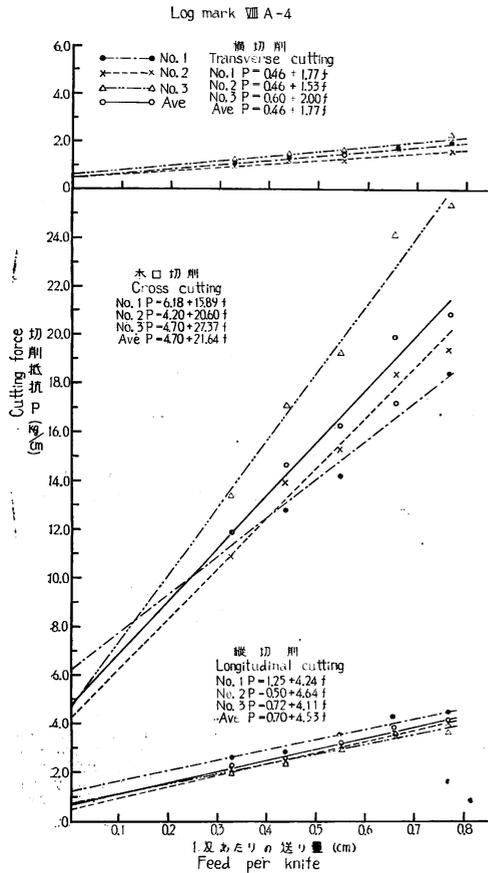


Fig. 1 VIII A-4 材における1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (VIII A-4).

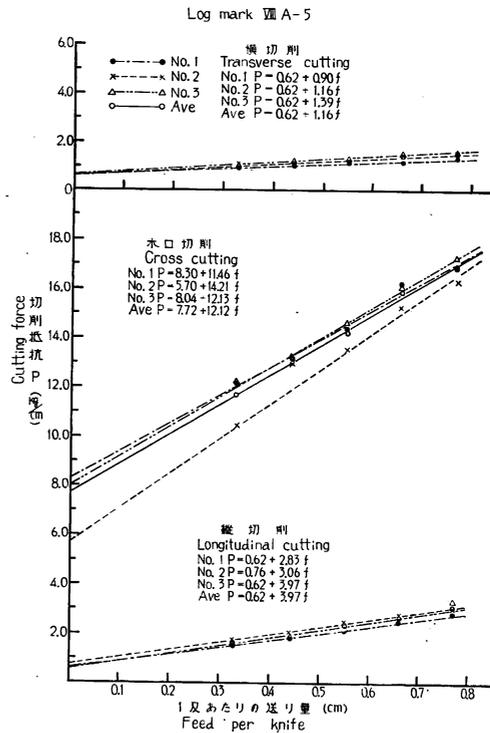


Fig. 2 VIII A-5 材における1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (VIII A-5).

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 mark	試験材号 Test piece No.	切削時含水率 Moisture content (%)			容積重 Apparent specific gravity (g/cm^3)		a	α
		切削前 Before cutting	切削後 After cutting	平均 Average	供試時 At cutting	全乾時 Oven dry		
VIII A-4	1	12.0	11.3	11.7	0.85	0.83	1.25	4.24
	2	9.9	11.2	10.6	0.81	0.78	0.50	4.64
	3	11.8	11.4	11.6	0.84	0.81	0.72	4.11
VIII A-5	1	12.1	11.7	11.9	0.75	0.73	0.62	2.83
	2	12.3	11.5	11.9	0.76	0.76	0.76	3.06
	3	12.3	11.5	11.9	0.82	0.72	0.62	3.97
VIII A-7	1	11.7	11.5	11.6	0.80	0.78	1.20	4.03
	2	11.8	11.6	11.7	0.78	0.75	1.20	4.03
	3	12.3	11.8	12.1	0.77	0.74	0.83	4.77

注) a, α ; $P = a + \alpha f$ における実験定数

The constants in experimental formula $P = a + \alpha f$.

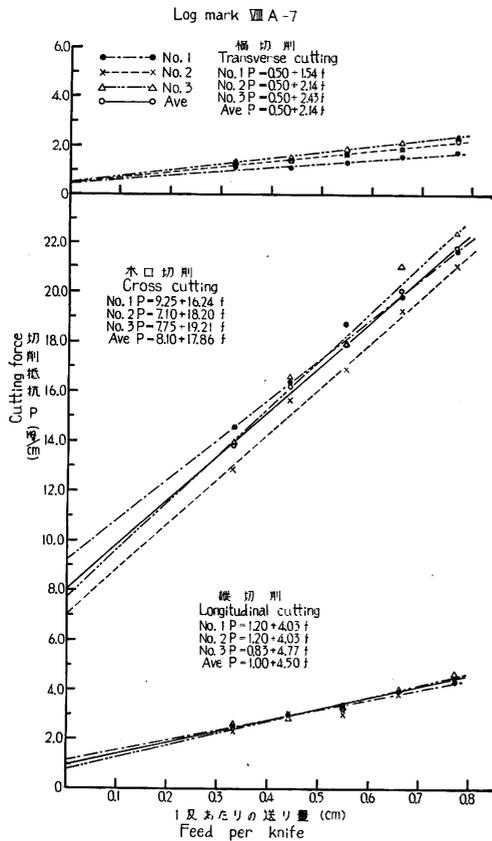


Fig. 3 VIII A-7 材における1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (VIII A-7).

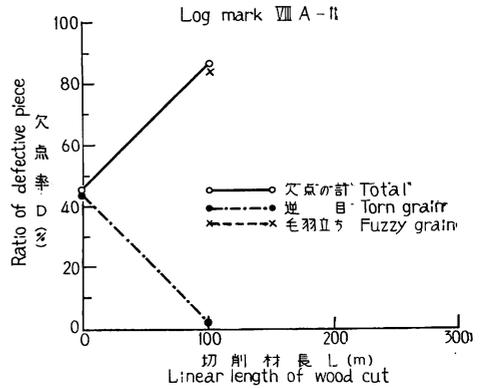


Fig. 4 VIII A-1 材における切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係

Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L) (VIII A-1).

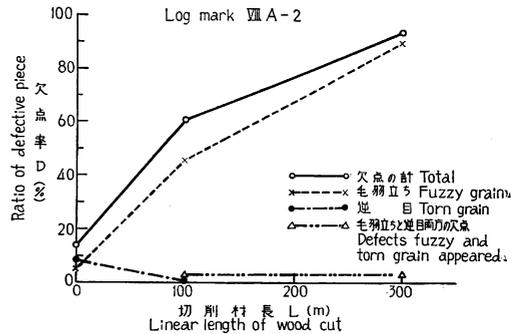


Fig. 5 VIII A-2 材における切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係

Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L) (VIII A-2).

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 mark	試験材番 Test piece No.	切削時含水率 Moisture content (%)			容積重 Apparent specific gravity (g/cm ³)		a	α
		切削前 Before cutting	切削後 After cutting	平均 Average	供試時 At cutting	全乾時 Oven dry		
VIII A-4	1	11.6	11.6	11.6	0.84	0.79	0.46	1.77
	2	11.4	11.6	11.5	0.85	0.83	0.46	1.53
	3	11.7	11.5	11.6	0.84	0.81	0.46	2.00
VIII A-5	1	12.8	12.5	12.7	0.75	0.72	0.62	0.90
	2	12.7	12.1	12.4	0.75	0.70	0.62	1.16
	3	11.9	12.2	12.1	0.73	0.70	0.62	1.39
VIII A-7	1	11.8	12.1	12.0	0.79	0.76	0.50	1.54
	2	11.9	12.0	12.0	0.82	0.75	0.50	2.14
	3	11.9	12.2	12.1	0.79	0.76	0.50	2.43

注) a, α ; $P = a + \alpha f$ における実験定数

The constants in experimental formula $P = a + \alpha f$.

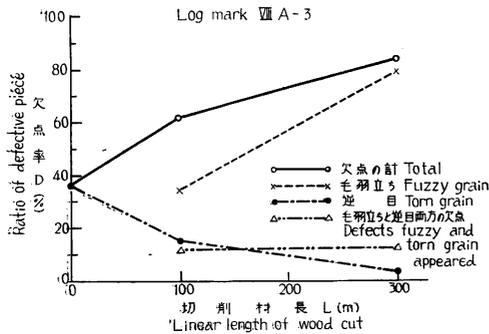


Fig. 6 VIII A-3 材における切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係

Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L) (VIII A-3).

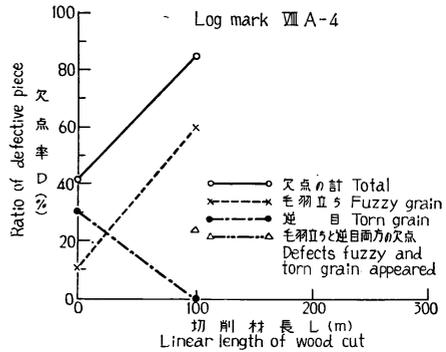


Fig. 7 VIII A-4 材における切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係

Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L) (VIII A-4).

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 mark	試験材号 Test piece No.	切削時含水率 Moisture content (%)			容積重 Apparent specific gravity (g/cm ³)		a	α
		切削前 Before cutting	切削後 After cutting	平均 Average	供試時 At cutting	全乾時 Oven dry		
VIII A-4	1	11.6	10.9	11.3	0.92	0.84	6.18	15.89
	2	11.6	11.0	11.3	0.91	0.88	4.20	20.60
	3	11.6	10.9	11.3	0.90	0.85	4.70	27.37
VIII A-5	1	11.6	11.3	11.5	0.82	0.78	8.30	11.46
	2	12.0	11.1	11.6	0.81	0.74	5.70	14.21
	3	11.6	11.3	11.5	0.81	0.77	8.04	12.13
VIII A-7	1	11.6	11.2	11.4	0.87	0.84	9.25	16.24
	2	11.9	11.6	11.8	0.85	0.81	7.10	18.20
	3	11.7	11.2	11.5	0.87	0.81	7.75	19.21

注) a, α : $P=a+\alpha f$ における実験定数
The constants in experimental formula $P=a+\alpha f$.

Table 6. 切削抵抗の試験結果
The a and α in cutting force formula

試験材 Test piece	供試時容積重 Apparent specific gravity at cutting (g/cm ³)	全乾容積重 Apparent specific gravity in oven dry (g/cm ³)	a	α
VIII A-4 縦 (L) 横 (T) 木口 (C)	0.81~0.85 (0.83)	0.78~0.83 (0.81)	0.70	4.53
	0.84~0.85 (0.84)	0.79~0.83 (0.81)	0.46	1.77
	0.90~0.92 (0.91)	0.84~0.88 (0.86)	4.70	21.64
VIII A-5 縦 (L) 横 (T) 木口 (C)	0.75~0.82 (0.78)	0.72~0.76 (0.74)	0.62	3.97
	0.73~0.75 (0.74)	0.70~0.72 (0.71)	0.62	1.16
	0.81~0.82 (0.81)	0.74~0.78 (0.76)	7.72	12.12
VIII A-7 縦 (L) 横 (T) 木口 (C)	0.77~0.80 (0.78)	0.74~0.78 (0.76)	1.00	4.50
	0.79~0.82 (0.80)	0.75~0.76 (0.76)	0.50	2.14
	0.85~0.87 (0.86)	0.81~0.84 (0.82)	8.10	17.86

注) a, α : $P=a+\alpha f$ における実験定数
The constants in experimental formula $P=a+\alpha f$.
() 内は平均値 The average values are in parentheses.

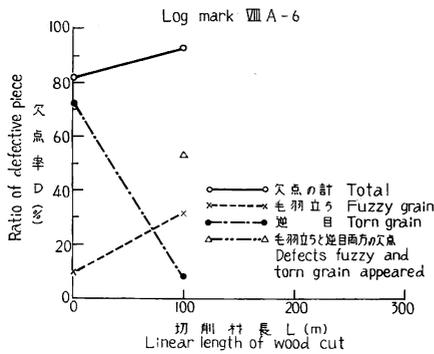


Fig. 8 VIII A-6 材における切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係
Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L) (VIII A-6).

する刃先の寿命を求めた。切削抵抗試験は、7本の供試原木のうち VIII A-4, 5 および 7 の 3 個体について行なった。その結果を Fig. 1~3 に示す。また、1 刃あたりの送り量 f (cm) と単位切削幅あたりの切削抵抗 P (kg/cm) の関係式 $P = a + \alpha f$ における a および α の両定数を Table 3~6

に示す。なお、各試験材の容積重および含水率を測定し同表に付記した。

切削面の良否判定を基準とする刃先の寿命試験は、VIII A-1, 2, 3, 4 および 6 の原木について行なった。その結果を Fig. 4~8 に示す。同図から欠点率 70% に達するときの切削材長を求めると Table 7 のようになる。なお、試験材の供試時における容積重と含水率を測定し同表に付記した。

以上の結果を要約すると、

1) 供試原木 3 本ともに切削抵抗 (P) と 1 刃あたりの送り量 (f) の関係は、 $P = a + \alpha f$ の実験式であらわされる。

2) 実験式における α を既報の同じ用途と思われる材、たとえばフィリピン産アピトン材⁵⁾、北ボルネオ産カプール材³⁾、カリマンタン産クルイン材⁴⁾、カンボジア産チュテール材²⁾ と比べると、概して小さいようである。

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

原木番号 Log mark	含水率 Moisture content (%)	供試時容積重 Apparent specific gravity (g/cm ³)	切削材長 Cutting length (m)
VIII A-1	9.5~14.5 (10.2)	0.82~0.91 (0.84)	~100
VIII A-2	11.2~14.7 (12.7)	0.76~0.85 (0.81)	150~200
VIII A-3	10.3~14.5 (11.7)	0.80~0.91 (0.85)	180~230
VIII A-4	9.5~14.9 (11.8)	0.80~1.01 (0.89)	~100
VIII A-6	10.1~15.3 (12.4)	0.82~0.92 (0.87)	0

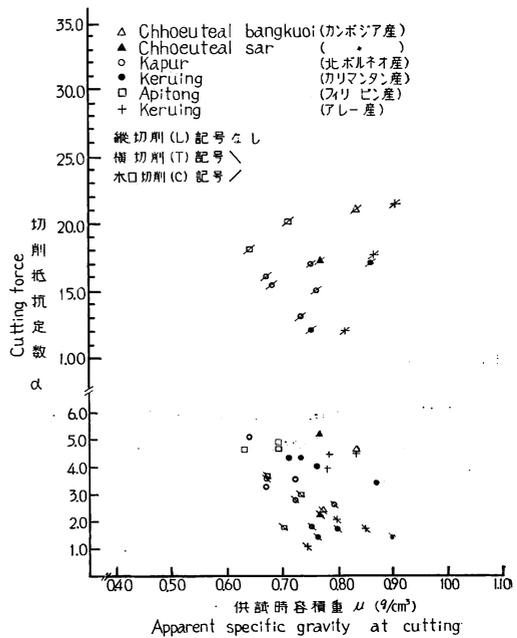


Fig. 9 供試時容積重 (u) と切削抵抗定数 (α) との関係
Relation between α and apparent specific gravity at cutting (u).

Table 8. 切削材長の比較
Comparison of cutting length

一般名 Common name	原木番号* Log mark	切削材長 Cutting length L (m)	備考
Chhoeuteal bangkuoi	II A -	200~250	木理交錯程度 大
Chhoeuteal sar	II ㊤ -	0	〃 〃
Kapur	III A - 4	600~650	〃 大
〃	III A - 6	1100~1150	〃 小
Keruing	IV A - 1	300~350	〃 大
〃	IV A - 4	1000~	〃 小
Apitong	V A - 5	640~690	〃 大 なわ目材
〃	V A - 8	410~460	〃 〃 〃
〃	V A - 9	1300~1350	〃 小
〃	V A - 10	530~580	〃 大 なわ目材
Keruing	VIII A - 1	~100	〃 〃 〃
〃	VIII A - 2	150~200	〃 小
〃	VIII A - 3	180~230	〃 〃
〃	VIII A - 4	~100	〃 大 なわ目材
〃	VIII A - 6	0	〃 〃 〃

* は、II A (カンボジア産)²⁾, III A (北ボルネオ産)³⁾, IV A (カリマンタン産)⁴⁾, V A (フィリピン産)⁵⁾, VIII A (マラヤ産)。

3) 本供試材は木理交錯が軽度で通直な場合でも、切削材長が 150~230m と非常に短く、木理交錯の著しいなわ目材では 100m 以下であった。これと既報の試験結果 (同じ用途と思われる材) とを比較すると、Table 8 にみるごとく、刃先の寿命 (切削材長) がごく短いグループにはいり、カンボジア産チュテル材に近い水準を示している。

文 献

- 1) 星 通: 南洋材の性質 2 サラワク産レッド メランチ類木材の回転鉋における被削性試験 (南洋材の回転鉋における被削性試験 第1報), 林試研報, 190, pp. 150~160, (1966)
- 2) 星 通: 南洋材の性質 3 カンボジア産材 8 種類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, pp. 39~48, (1966)
- 3) 星 通: 南洋材の性質 4 北ボルネオ産カプールの回転鉋における被削性試験 (南洋材の回転鉋における被削性試験 第3報), 林試研報, 197, pp. 101~110, (1967)
- 4) 星 通: 南洋材の性質 7 カリマンタン産クルイン材の回転鉋における被削性試験 (南洋材の回転鉋における被削性試験 第4報), 林試研報, 206, pp. 55~63, (1967)
- 5) 星 通: 南洋材の性質 10 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, pp. 157~163, (1968)

VII. Cutting Properties of Keruing Woods grown in Malaya by Rotating Knife

Tooru Hoshi⁽¹⁾

(Résumé)

In this report the cutting properties of Keruing woods grown in Malaya were investi-

(1) Wood Working Unit, Wood Processing Section, Wood Technology Division.

gated 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. 1, 2 and 3. 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, 5 and 6.

The results of knife life test are shown in Figs. 4, 5, 6, 7 and 8 and cutting length at 70% of ratio of defective piece are shown in Table 7. The wear of knife edge on cutting of Keruing woods seems to be more conspicuous as compared with the other species in the preceding tests.

VIII. マラヤ産クルイン材のロータリー切削について

江 草 義 正⁽¹⁾

ま え が き

南洋材の性質の試験の一環としてアビトン類木材がとりあげられており、今回はマラヤ産クルイン材を入手したので、これについてロータリー単板の切削試験を行ない、結果を取りまとめ報告する。

なお取りまとめに際し、現在まで行なわれたアビトン類木材の試験結果を併記して検討を加えることとした。

サンプルの取りかた、試験項目および方法は林試研報第 190 号に準じて行ない、7本の入手丸太全部につき試験を行なった。

結果および考察

(1) か た さ

無処理材における各原木の各位置のかたさを Table 1 および Fig. 1 に示す。

今回のクルイン材は平均値で、大略的にみれば 1.8kg/mm^2 ぐらいで、合板用として現在使用されている原木と比較すると若干かためであろう。各個体の位置的なかたさは大略的には心材の外部がいちばんかたく、樹心になるにつれてやわらかくなる A 型に属する樹種といえよう。しかし VIII A-5 は、A 型よりもむしろ中心に向かいかたくなる C 型なのかもしれない。

現在まで試験を行なったチュテール（カンボジア産）、アビトン（フィリピン産）、クルイン（カリマンタン産）等のアビトン類木材と比較する意味で、各グループのかたさを Table 2 に示す。

カンボジア産チュテールは板目面で大略 $1.2\sim 1.3\text{kg/mm}^2$ 、カリマンタン産クルインは（IVA-1 を除く） $1.4\sim 1.5\text{kg/mm}^2$ 、ルソン島産アビトンは $1.2\sim 1.4\text{kg/mm}^2$ 、マラヤ産クルインは 1.8kg/mm^2 ぐらいなので、無処理材のかたさからみれば、今回マラヤ産のクルインがいちばんかたいといえよう（カリマンタン産クルイン IVA-1 と大略同じぐらいである）。

(1) 前木材部加工科加工研究室長・現長浜プライウッド製造部長

Table 1. 無処理材の各原木位置におけるかたさ (kg/mm²)
Hardness of logs tested at green condition

測定面*1		測定位置*3		原木番号*2								
		イ ₂	イ ₁	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	チ	平均 Mean	
板 目 面 Tangential face	VIIA-1	1.8 (1.7~1.9)	1.8 (1.7~1.8)	2.4 (2.0~2.8)	1.7 (1.5~1.9)	1.8 (1.6~2.0)	1.5 (1.3~1.7)	1.5 (1.4~1.7)	1.4 (1.3~1.5)		1.7 (1.3~2.8)	
	VIIA-2		1.8 (1.6~2.0)	1.7 (1.7~1.8)	1.9 (1.7~2.0)	1.8 (1.7~2.0)	1.6 (1.6~1.7)	1.5 (1.5~1.6)	1.5 (1.4~1.6)	1.6 (1.5~1.7)	1.7 (1.4~2.0)	
	VIIA-3		1.8 (1.7~1.9)	1.7 (1.6~1.8)	1.7 (1.5~1.8)	1.9 (1.7~2.2)	1.9 (1.8~2.1)	1.5 (1.4~1.6)	1.3 (1.2~1.5)	1.5 (1.3~1.7)	1.7 (1.2~2.2)	
	VIIA-4		1.2 (1.2~1.3)	1.6 (1.5~1.8)	2.6 (2.5~2.7)	2.0 (1.9~2.0)	1.7 (1.6~1.7)				1.8 (1.2~2.7)	
	VIIA-5		1.4 (1.2~1.5)	1.7 (1.6~1.9)	1.8 (1.8~1.9)	2.0 (1.8~2.1)	2.4 (2.1~2.7)	1.9 (1.7~2.1)			1.9 (1.2~2.7)	
	VIIA-6		1.3 (1.1~1.6)	2.7 (2.5~3.0)	2.4 (2.0~2.7)	2.5 (2.1~2.7)	1.9 (1.7~2.1)	1.8 (1.7~1.9)	1.8 (1.6~2.0)	2.0 (1.9~2.1)	2.1 (1.1~3.0)	
	VIIA-7		1.6 (1.4~1.8)	1.9 (1.8~2.0)	1.8 (1.7~1.9)	1.9 (1.8~2.0)	1.7 (1.5~1.9)				1.8 (1.4~2.0)	
柱 目 面 Radial face	VIIA-1	1.9 (1.7~2.0)	1.5 (1.2~1.8)	1.9 (1.7~2.2)	2.0 (1.7~2.1)	2.0 (1.9~2.1)	1.7 (1.6~1.8)	1.6 (1.5~1.8)	1.6 (1.4~1.8)		1.8 (1.2~2.2)	
	VIIA-2		1.7 (1.6~1.9)	1.8 (1.6~1.9)	1.8 (1.7~2.0)	1.8 (1.7~1.9)	1.8 (1.7~1.9)	1.8 (1.6~2.0)	1.7 (1.5~1.8)	1.8 (1.6~1.9)	1.8 (1.5~2.0)	
	VIIA-3		1.7 (1.5~1.9)	1.9 (1.8~1.9)	1.7 (1.5~1.9)	1.7 (1.6~1.8)	1.7 (1.6~1.7)	1.5 (1.5~1.6)	1.4 (1.3~1.4)	1.4 (1.2~1.5)	1.6 (1.2~1.9)	
	VIIA-4		1.4 (1.3~1.4)	1.7 (1.6~1.8)	1.7 (1.4~2.0)	1.9 (1.7~2.0)	1.9 (1.8~2.0)				1.7 (1.3~2.0)	
	VIIA-5		1.5 (1.4~1.6)	1.7 (1.5~1.8)	1.8 (1.6~1.9)	1.8 (1.7~1.9)	2.1 (2.0~2.3)	1.8 (1.7~1.8)			1.8 (1.4~2.3)	
	VIIA-6		2.1 (2.0~2.3)	2.3 (2.0~2.5)	2.2 (2.0~2.3)	2.0 (1.9~2.1)	1.9 (1.5~2.1)	2.0 (1.9~2.2)	2.2 (2.1~2.4)	1.8 (1.6~2.1)	2.1 (1.5~2.5)	
	VIIA-7		1.7 (1.5~1.8)	1.8 (1.7~1.9)	1.9 (1.8~2.0)	1.8 (1.7~1.9)	1.9 (1.9~2.0)				1.8 (1.5~2.0)	

注) *1: Measuring face, *2: Log number, *3: Measuring part in a log.
ブリネル硬度計による4点の平均値。測定位置は辺・心材の境を基準にして辺材をイ₁, イ₂, 心材外部から樹心に向かって3cmおきにロ, ハ, …とした。
Mean of four measuring values.
Each symbol イ, ロ, ハ, … indicated the measured part in a log.
イ₁, イ₂: sapwood, ロ, ハ, … heartwood, each 3cm apart from the sapwood boundary toward the pith.

Table 2. アピトン類木材の各位置における
Brinell hardness of several woods of Apitong group

測定位置*3 一般名*1 原木番号*2		イ ₁	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ
Chhoeuteal bangkuoi (Cambodia)	II A-3	1.58 (1.50~1.77)	1.26 (0.82~1.45)	1.47 (1.10~1.75)	1.43 (1.27~1.70)	1.16 (0.97~1.44)	1.24 (0.90~1.39)
	II A-4	1.05 (0.89~1.18)	1.30 (1.12~1.40)	1.38 (1.28~1.47)	1.54 (1.45~1.70)	1.47 (1.22~1.68)	1.05 (0.94~1.20)
	II A-8	1.28 (1.21~1.40)	1.11 (0.99~1.28)	1.28 (1.16~1.40)	1.12 (1.08~1.15)	1.36 (1.14~1.48)	1.11 (0.92~1.20)
	平均 Mean	1.30	1.22	1.38	1.36	1.33	1.13
Chhoeuteal sar (Cambodia)	II ㊤-1	0.34 (0.33~0.42)	1.49 (1.30~1.69)	1.36 (1.13~1.57)	1.35 (1.21~1.48)	1.21 (1.00~1.35)	1.35 (1.29~1.43)
	II ㊤-2	0.91 (0.85~1.02)	1.46 (1.33~1.56)	1.55 (1.35~1.72)	1.32 (1.15~1.43)	1.33 (1.22~1.45)	1.38 (1.22~1.55)
	II ㊤-5	0.95 (0.68~1.08)	1.18 (1.10~1.26)	1.28 (1.18~1.35)	1.28 (1.07~1.49)	1.45 (1.38~1.50)	1.19 (0.98~1.30)
	平均 Mean	0.73	1.38	1.40	1.32	1.33	1.31
Keruung (Kalimantan)	IVA-1	1.25 (1.00~1.40)	1.88 (1.20~2.35)	1.95 (1.85~2.00)	1.98 (1.75~2.30)	1.78 (1.50~1.95)	1.86 (1.55~2.10)
	IVA-2	1.60 (1.25~1.95)	1.63 (1.35~1.85)	1.56 (1.40~1.70)	1.68 (1.45~1.90)	1.43 (1.20~1.55)	1.26 (1.15~1.45)
	IVA-3	1.23 (1.00~1.40)	1.75 (1.70~1.85)	1.70 (1.65~1.80)	1.64 (1.40~1.95)	1.69 (1.60~1.85)	1.69 (1.60~1.85)
	IVA-4	1.26 (1.20~1.30)	1.65 (1.55~1.85)	1.56 (1.35~1.75)	1.31 (1.15~1.45)	1.40 (1.35~1.45)	1.39 (1.10~1.60)
	平均 Mean	1.34	1.73	1.69	1.65	1.58	1.55
Apitong (Philippines)	VA-1	1.09 (1.05~1.15)	1.11 (1.05~1.20)	1.28 (1.15~1.40)	1.33 (1.20~1.45)	1.34 (1.20~1.40)	1.39 (1.35~1.45)
	VA-2	1.65 (1.55~1.70)	1.66 (1.50~1.75)	1.48 (1.40~1.55)	1.64 (1.55~1.80)	1.66 (1.50~1.75)	1.31 (1.25~1.35)
	VA-3	1.24 (1.10~1.35)	1.40 (1.35~1.45)	1.35 (1.25~1.45)	1.23 (1.05~1.40)	1.24 (1.10~1.40)	1.23 (1.15~1.30)
	VA-4	1.45 (1.40~1.55)	1.73 (1.60~1.80)	1.51 (1.35~1.65)	1.55 (1.50~1.60)	1.58 (1.45~1.75)	1.74 (1.60~1.85)
	VA-5	1.15 (1.10~1.25)	1.13 (1.00~1.40)	1.10 (1.00~1.25)	1.34 (1.20~1.55)	1.25 (1.20~1.40)	1.20 (1.00~1.35)
	VA-6	1.23 (1.05~1.35)	1.39 (1.15~1.60)	1.56 (1.40~1.70)	1.36 (1.35~1.40)	1.49 (1.20~1.75)	1.31 (1.15~1.55)
	VA-7	1.44 (1.30~1.55)	1.50 (1.40~1.60)	1.60 (1.50~1.75)	1.34 (1.20~1.45)	1.44 (1.20~1.70)	1.30 (1.20~1.40)

かたさ (無処理材, 板目面) (kg/mm²)
at green condition (Tangential surface)

ト	チ	リ	ヌ	ル	オ	ワ	平均 Mean
							1.36
							1.30
1.19 (1.09~1.28)							1.20
1.19							1.19
1.21 (1.10~1.26)							1.19
1.17 (1.04~1.52)	1.44 (1.35~1.58)						1.32
1.11 (0.88~1.20)	1.09 (0.96~1.28)						1.19
1.16	1.27						
1.80 (1.60~2.00)							1.79
1.39 (1.15~1.65)							1.51
1.39 (1.25~1.60)							1.58
1.30 (1.15~1.40)							1.41
1.47							
1.29 (1.25~1.35)							1.26
							1.57
1.03 (1.00~1.10)	1.10 (1.05~1.20)	1.04 (1.00~1.05)					1.20
1.66 (1.55~1.90)	1.49 (1.35~1.60)						1.58
1.30 (1.25~1.35)							1.21
1.34 (1.20~1.55)							1.38
1.19 (1.05~1.30)	1.15 (1.05~1.35)						1.37

一般名*1 原木番号*2	測定位置*3	イ ₁	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ
	Apitong (Philippines)	VA-8	1.09 (1.00~1.20)	1.05 (1.00~1.10)	1.13 (1.05~1.20)	0.91 (0.80~1.05)	0.91 (0.90~0.95)
VA-9		1.10 (1.00~1.15)	1.36 (1.00~1.60)	1.11 (1.05~1.25)	1.24 (1.20~1.30)	1.16 (1.05~1.25)	1.23 (1.20~1.30)
VA-10		1.34 (1.25~1.40)	1.50 (1.40~1.55)	1.53 (1.30~1.80)	1.31 (1.25~1.35)	1.16 (1.05~1.20)	1.05 (0.95~1.10)
平均 Mean		1.28	1.38	1.37	1.33	1.32	1.27
Keruing (Malaya)	平均 Mean	1.6	2.0	2.0	2.0	1.8	1.6

注) *1 : Common name *2 : Log number, *3 : Measuring part in a log. 測定位置は辺・心材の境をロ, ハ, ……heartwood, each 3 cm apart from the sapwood boundary toward the pith.

Table 3. 煮沸処理
Hardness of log at

一般名*1	処理温度*3 (°C)	80				
	処理時間*4 (hr.) かたさ*2 (kg/mm ²)	無処理 Green	24	48	72	平均 Mean
Keruing (VIIA-7)	平均値 Mean	1.9	1.2	1.3	1.2	1.2
	範囲 Range	1.8~2.0	1.2~1.3	1.2~1.3	1.1~1.2	1.1~1.3
	比率 Ratio (%)	100	63	68	63	65

注) *1 : Common name *2 : Brinell hardness, *3 : Temp., *4 : Time.

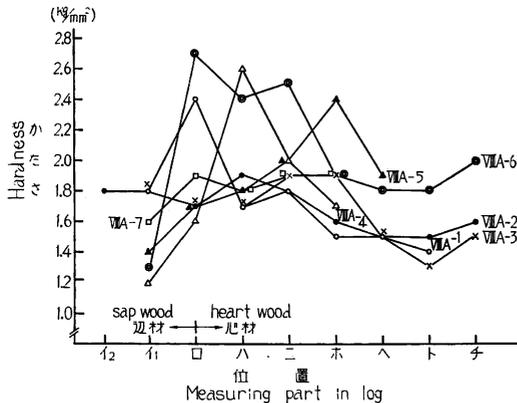


Fig. 1 クルイン無処理材の各原木位置におけるかたさ
Hardness of Keruing wood at green condition.
イ : sapwood, ロ, ハ, …… heartwood each 3 cm
apart from the sapwood toward the pith.

また、樹幹内の位置的かたさについては、多少の差はあるがアピトン類木材は大略ではあるがA型とみなしても大差はあるまい。

今回のクルイン材 (VIIA-7) を煮沸したときのかたさの変化率を Table 3 に示す。80°C と 90°C とのかたさの低下率はほとんど差がなく、無処理材を 100% として大略 65% であった。内地産広葉樹と比較すれば低下率は若干悪いといえるが (90°C では 10 数% 悪い)、南洋材としてみれば低下率が悪い樹種ともいえない。80°C で 65% の数値は若干ながらよい方ともいえる。

現在まで試験したアピトン類木材を、煮沸処理したときのかたさの低下率を Fig. 2 に示す。

各温度で煮沸処理したときの低下率はフィリピン産アピトン、カリマンタン産クルインが若干ながら他

ト	チ	リ	ヌ	ル	オ	ワ	平均 Mean
0.95 (0.90~1.00)	0.96 (0.90~1.05)	0.91 (0.85~1.00)	0.88 (0.80~1.00)	0.96 (0.90~1.05)	0.99 (0.95~1.00)	0.80 (0.75~0.85)	0.96
0.98 (0.85~1.10)	0.98 (0.90~1.00)	0.75 (0.70~0.80)					1.10
1.18 (1.10~1.25)	1.19 (1.00~1.35)	1.10 (1.00~1.30)	1.14 (1.05~1.30)				1.25
1.21	1.15	0.90	1.01	0.96	0.99	0.80	
1.5	1.7						

基準にして辺材をイ、心材外部から樹心に向かって 3 cm おきに ロ、ハ、……とした。イ：sapwood,

時におけるかたさ
cooking conditions

90

無処理 Green	24	48	72	96	120	平均 Mean
1.9 1.8~2.0	1.3 1.2~1.4	1.2 1.1~1.3	1.2 1.1~1.2	1.2 1.2	1.2 1.1~1.2	1.2 1.1~1.4
100	68	63	63	63	63	63

のグループよりも大きく、チュテール パン
コイ、マラヤ産クルインが悪く、ほとんど同
じぐらいの値といえよう。

また、アピトン類木材は 80°C と 90°C で
はかたさの低下率の差が少ない材といえる。

ごく大略な数値であるが、アピトン類の材
は煮沸温度 60°C で 80% ぐらい、80°C、
90°C では 55~65% ぐらいにかたさが低下
するといえよう (無処理材 100%)。

(2) 横曲げによるヤング係数 (E_b)、曲
げ強さ (σ_b)、最大比例変形度 (ϵ_0)
無処理材のこれらの数値を Table 4 に示
す。

各個体を樹幹断面の位置的にみれば E_b 、 σ_b は大略ではあるが心材の外部がいちばん高く、樹心になるに
つれて低くなる傾向を示している。 ϵ_0 は位置的差は見受けられない。これらの数値を平均値でみると大

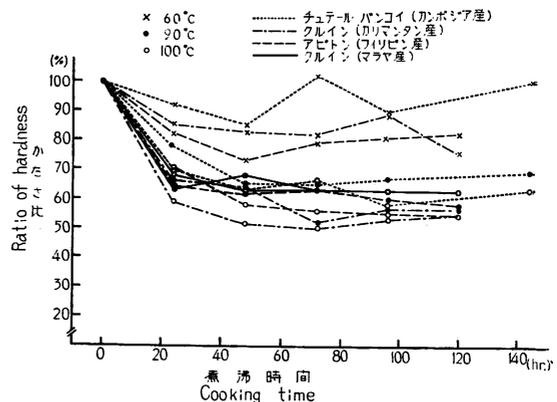


Fig. 2 アピトン類木材のかたさと煮沸温度、時間の
関係

Relation of hardness of Apitong group woods
to cooking temperature and time.

Table 4. クルイン無処理材の各原木位置におけるヤング係数 (E_b), 曲げ強さ (σ_b), 最大比例変形度 (ϵ_0)

YOUNG'S modulus (E_b), bending strength (σ_b) and fictitious strain (ϵ_0) of Keruing wood at green condition

原木 番号*1	測定位置*3		イ'	ロ'	ハ'	ニ'	ホ'	ヘ'	平均 Mean
	測定項目*2								
VIII A-1	E_b (10^3kg/cm^2)	6.4 (5.9~6.8)	7.5 (7.2~8.0)	6.9 (6.8~7.1)	6.6 (6.3~6.8)	6.7 (6.3~7.4)	6.0 (5.6~6.4)	6.7 (5.6~8.0)	
	σ_b (kg/cm^2)	80.5 (75.2 ~85.8)	94.6 (88.1 ~102.0)	91.7 (86.7 ~93.7)	92.4 (91.9 ~93.2)	89.0 (86.5 ~98.8)	85.7 (81.3 ~87.6)	89.0 (75.2 ~102.0)	
	ϵ_0 (%)	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	
VIII A-2	E_b (10^3kg/cm^2)	7.3 (7.1~7.5)	7.0 (6.8~7.3)	6.8 (6.6~7.5)	7.4 (7.1~7.8)			7.1 (6.6~7.8)	
	σ_b (kg/cm^2)	87.4 (81.3 ~94.5)	89.3 (86.7 ~92.6)	84.3 (82.1 ~86.7)	93.4 (87.4 ~98.1)			88.6 (81.3 ~98.1)	
	ϵ_0 (%)	1.2	1.3	1.2	1.3			1.3	
VIII A-3	E_b (10^3kg/cm^2)	6.9 (6.2~7.5)	7.0 (6.6~7.4)	6.4 (6.1~6.7)	6.5 (6.0~6.9)	6.2 (5.9~6.3)	5.1 (4.9~5.2)	6.4 (4.9~7.5)	
	σ_b (kg/cm^2)	77.6 (70.1 ~83.1)	98.7 (95.8 ~100.8)	87.1 (81.6 ~94.5)	90.8 (85.8 ~96.1)	87.3 (81.2 ~92.2)	74.9 (73.5 ~78.6)	86.1 (70.1 ~100.8)	
	ϵ_0 (%)	1.1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	
VIII A-4	E_b (10^3kg/cm^2)	5.8 (5.5~6.0)	7.4 (6.8~8.4)	7.5 (6.6~8.4)	6.9 (6.4~7.6)	7.2 (6.8~7.5)		7.0 (5.5~8.4)	
	σ_b (kg/cm^2)	81.9 (78.8 ~83.9)	96.0 (83.8 ~110.0)	99.2 (95.0 ~112.1)	96.5 (82.7 ~102.4)	93.3 (89.9 ~97.1)		93.4 (78.8 ~112.1)	
	ϵ_0 (%)	1.4	1.3	1.3	1.4	1.3		1.3	
VIII A-5	E_b (10^3kg/cm^2)		7.0 (6.3~7.6)	7.0 (6.7~7.7)				7.0 (6.3~7.7)	
	σ_b (kg/cm^2)		90.9 (81.3 ~97.8)	85.4 (81.2 ~88.2)				88.2 (81.2 ~97.8)	
	ϵ_0 (%)		1.3	1.2				1.3	
VIII A-6	E_b (10^3kg/cm^2)	8.4 (8.0~8.8)	10.7 (10.4 ~11.1)	9.8 (8.6 ~10.1)	6.4 (6.3~6.5)			8.8 (6.3 ~11.1)	
	σ_b (kg/cm^2)	103.9 (99.1 ~108.0)	134.4 (125.2 ~138.5)	129.6 (120.1 ~141.2)	85.2 (82.7 ~88.2)			113.3 (82.7 ~141.2)	
	ϵ_0 (%)	1.2	1.3	1.3	1.3			1.3	
VIII A-7	E_b (10^3kg/cm^2)		6.2 (5.7~6.5)	5.6 (5.4~6.1)	5.9 (5.8~6.0)			5.9 (5.4~6.5)	

Table 4. (つづき) (Continued)

VIII-A-7	σ_b (kg/cm ²)		82.3 (80.1 ~85.6)	86.4 (79.3 ~99.7)	83.7 (80.5 ~85.8)			84.1 (79.3 ~99.7)
	ϵ_0 (%)		1.3	1.5	1.4			1.4

注) *1: Log number, *2: Strength properties, *3: Measuring part in a log.
 測定位置は辺・心材を境にして辺材をイ', 心材外部から 5~6 cm 間隔に樹心に向かってロ', ハ', ... とした。
 イ': sapwood, ロ', ハ', ... heartwood, each 5~6cm apart from the sapwood boundary toward the pith.

Table 5. アピトン類木材の各位置におけるヤング係数 (E_b), 曲げ強さ (σ_b), 最大比例変形度 (ϵ_0) (無処理材)

YOUNG'S modulus (E_b), bending strength (σ_b) and fictitious strain (ϵ_0) of several woods of Apitong group at green condition

一般名 Common name	測定項目 Strength properties	原木番号 Log number	イ'	ロ'	ハ'	ニ'	ホ'	平均 Mean
Chhoeuteal bangkuoi (Cambodia)	E_b (10 ³ kg/cm ²)	II A-3		7.72 (7.17 ~8.30)	7.04 (6.29 ~8.05)	7.15 (6.26 ~8.14)		7.30
		II A-4		8.08 (7.23 ~9.16)	7.27 (6.57 ~7.70)	7.29 (6.39 ~8.28)		7.55
		II A-8		8.26 (7.10 ~10.25)	6.65 (6.24 ~7.05)	7.07 (5.28 ~8.23)	5.87 (5.34 ~6.08)	7.25
		平均		8.02	6.95	7.17	5.87	
	σ_b (kg/cm ²)	II A-3		89.98 (84.31 ~94.35)	82.74 (73.35 ~92.21)	80.94 (71.18 ~90.81)		84.5
		II A-4		97.26 (91.26 ~105.80)	95.70 (91.29 ~103.98)	89.10 (82.30 ~94.74)		94.02
		II A-8		95.89 (95.53 ~97.21)	89.67 (78.48 ~97.45)	84.39 (69.24 ~96.91)	73.79 (70.59 ~77.28)	88.21
		平均		94.34	89.37	84.81	73.79	
	ϵ_0 (%)	II A-3		1.16	1.18	1.13		1.16
		II A-4		1.20	1.32	1.22		1.25
		II A-8		1.16	1.37	1.19	1.26	1.22
		平均		1.17	1.29	1.18	1.26	
E_b (10 ³ kg/cm ²)	II A-1		5.62 (4.51 ~6.79)	7.10 (5.97 ~8.41)	6.56 (5.80 ~7.17)		6.43	
	II A-2		7.26 (6.17 ~8.37)	6.65 (5.59 ~7.30)	6.92 (3.67 ~8.04)		6.94	

Table 5. (つづき) (Continued)

一般名 Common name	測定項目 Strength properties	原木番号 Log number	イ'	ロ'	ハ'	ニ'	ホ'	ヘ'	平均 Mean	
Chhoeuteal sar (Cambodia)	E_b (10^8 kg/ cm ²)	II (A)-5		6.62 (5.89 ~7.35)	7.15 (4.88 ~8.88)	5.95 (5.68 ~6.23)			6.57	
		平均		6.5	6.97	6.48				
	σ_b (kg/ cm ²)	II (A)-1		67.39 (61.43 ~75.38)	71.90 (66.59 ~77.20)	68.24 (59.78 ~72.55)			67.2	
		II (A)-2		81.74 (75.50 ~91.92)	72.83 (65.12 ~78.36)	82.43 (74.73 ~95.77)			79.0	
		II (A)-5		84.45 (76.62 ~97.03)	94.41 (82.66 ~103.81)	91.02 (87.16 ~93.80)			89.96	
		平均		77.86	77.69	80.56				
	ϵ_0 (%)	II (A)-1		1.199	0.927	1.040			1.06	
		II (A)-2		1.126	1.097	1.191			1.14	
		II (A)-5		1.276	1.320	1.53			1.38	
		平均		1.200	1.115	1.254				
	Keruing (Kaimantan)	E_b (10^8 kg/ cm ²)	IVA-1	7.33 (6.99 ~7.90)	9.00 (8.38 ~9.36)	8.16 (7.76 ~8.76)	8.23 (7.72 ~9.05)			8.18
			IVA-2	6.82 (6.16 ~7.93)	7.37 (5.97 ~8.14)	6.76 (6.00 ~7.23)	6.11 (5.79 ~6.47)			6.77
IVA-3			7.00 (5.80 ~7.70)	7.80 (7.10 ~8.18)	6.97 (6.70 ~7.43)	6.56 (6.23 ~7.48)			7.08	
IVA-4			6.29 (6.00 ~6.52)	6.63 (6.27 ~6.93)	6.20 (5.81 ~6.59)	6.18 (5.64 ~7.86)			6.29	
平均			6.86	7.67	7.02	6.77				
σ_b (kg/ cm ²)			IVA-1	84.06 (80.79 ~95.17)	97.54 (89.16 ~103.29)	95.61 (89.03 ~99.73)	95.84 (88.49 ~103.29)			93.26
		IVA-2	78.26 (71.56 ~85.06)	96.56 (86.76 ~105.95)	89.98 (85.06 ~92.27)	86.77 (76.96 ~93.17)			87.89	
		IVA-3	72.88 (58.17 ~82.52)	103.76 (101.27 ~106.86)	93.47 (88.71 ~97.98)	92.06 (85.23 ~96.52)			90.54	
		IVA-4	74.20 (71.70 ~78.50)	95.03 (86.94 ~103.50)	88.81 (86.94 ~94.34)	86.62 (73.14 ~92.46)			86.16	
		平均	77.35	98.22	91.96	90.32				
ϵ_0 (%)		IVA-1	1.15	1.08	1.17	1.16			1.14	

Table 5. (つづき) (Continued)

Keruing (Kalimantan)	ϵ_0 (%)	IVA-2	1.15	1.30	1.33	1.42			1.30
		IVA-3	1.04	1.33	1.34	1.40			1.28
		IVA-4	1.18	1.43	1.43	1.40			1.37
		平均	1.13	1.29	1.32	1.35			
Apitong (Philippines)	E_b ($10^3\text{kg}/\text{cm}^2$)	VA-2	7.9 (7.8~8.0)	7.3 (7.2~7.4)	7.1 (6.8~7.4)	6.1 (6.0~6.2)			7.1
		VA-4	7.3 (7.0~7.6)	6.9 (6.5~7.2)	7.1 (7.0~7.3)	6.7 (6.4~7.1)			7.2
		VA-6	6.6 (6.3~6.9)	7.4 (6.0~8.1)	7.2 (7.1~7.5)	7.0 (6.8~7.1)			7.1
		平均	7.3	7.2	7.1	6.6			
	σ_b (kg/cm^2)	VA-2	105.5 (104.4 ~109.7)	104.7 (99.9 ~109.5)	94.0 (94.0)	86.9 (82.8 ~88.0)			97.8
		VA-4	89.7 (78.2 ~95.7)	91.3 (86.9 ~97.2)	96.8 (95.7 ~97.5)	98.6 (90.6 ~100.6)			94.1
		VA-6	85.1 (80.0 ~90.1)	106.7 (102.4 ~110.3)	100.6 (97.1 ~102.4)	103.5 (100.2 ~107.4)			99.0
		平均	93.4	100.9	97.1	96.3			
	ϵ_0 (%)	VA-2	1.33	1.44	1.32	1.43			1.38
		VA-4	1.23	1.38	1.37	1.46			1.36
		VA-6	1.29	1.44	1.40	1.49			1.41
		平均	1.28	1.42	1.36	1.46			
Keruing (Malaya)	E_b ($10^3\text{kg}/\text{cm}^2$)	平均	6.96	7.5	7.1	6.6	6.7	5.6	
	σ_b (kg/cm^2)	平均	86.3	98.0	94.8	90.3	89.9	80.3	
	ϵ_0 (%)	平均	1.2	1.3	1.3	1.4	1.3	1.5	

略 E_b は $6\sim 7\times 10^3\text{kg}/\text{cm}^2$ といえるが、VIII-A-6 は $9\times 10^3\text{kg}/\text{cm}^2$ ぐらいで特殊な材質とも考えられる。
 ϵ_0 は 1.3~1.4% で、現在まで試験した南洋材のうちでは大略中位の数値であるが、無処理材で裏割れ率の微少 (20% 以下) な単板は切削しがたく煮沸処理が必要と思われる数値である。

現在まで試験を行なったアピトン類木材と比較するために、これらの数値を Table 5 に示す。

大略ではあるがこの 4 グループのうち、 E_b はチュテール バンコイが $7.3\sim 7.6\times 10^3\text{kg}/\text{cm}^2$ で他のグ

Table 6. 煮沸処理時におけるクルイン材のヤング係数 (E_b), 曲げ強さ (σ_b), 最大比例変形度 (ϵ_0)
 YOUNG'S modulus (E_b), bending strength (σ_b) and fictitious strain (ϵ_0) of Keruing wood
 at cooking condition

一般名*1	測定項目*2	処理温度*3		80°C					90°C				
		無処理 Green	24	48	72	平均 Mean	無処理 Green	24	48	72	平均 Mean		
Keruing (ⅢA-7)	E_b (10^3 kg/cm ²)	7.5 (7.2~8.0)	3.8 (3.6~4.3)	3.5 (3.1~3.8)	3.5 (3.1~4.1)	3.6 (3.1~4.3)	6.6 (5.7~7.4)	2.1 (1.7~2.4)	2.8 (2.3~3.0)	2.5 (2.3~2.8)	2.5 (1.7~3.0)		
	比率	100	51	47	47	48	100	32	42	38	37		
	σ_b (kg/cm ²)	94.6 (88.1~102.0)	75.0 (68.0~79.1)	72.5 (63.3~77.7)	73.3 (68.0~77.8)	73.6 (63.3~79.1)	91.0 (80.1~100.8)	61.8 (59.3~65.0)	66.7 (57.5~65.8)	62.9 (59.2~70.9)	63.8 (57.5~70.9)		
	比率	100	79	77	77	78	100	68	73	69	70		
ϵ_0 (%)		1.3	2.0	2.1	2.1	2.1	1.4	3.0	2.3	2.5	2.6		
	比率	100	154	162	162	159	100	214	164	179	186		

*1 : Common name *2 : Strength properties, *3 : Temp., *4 : Time (hr.).

Table 7. アピトン類木材を各温度時間で煮沸したときの
 YOUNG'S modulus (E_b), bending strength (σ_b) and fictitious strain

一般名 Common name	測定項目 Strength properties	無処理 Green	処理温度と時間									
			60°C									
			時間 Time (hr.)								時間	
			24	48	72	96	120	144	平均 Mean	24	48	
Chhoeuteal bangkuoi (IIA-4)	E_b (10^3 kg/cm ²)	8.0 (7.1~10.3)	6.4 (4.9~8.1)	5.2 (3.9~7.6)	4.6 (3.8~6.2)	4.5 (3.8~5.2)			5.2 (3.3~5.7)	5.2	3.0 (2.9~3.3)	4.2 (3.3~5.4)
	比率(%)	100	79.4	65.3	57.0	55.7			65.0	64.2	37.5	52.0
	σ_b (kg/cm ²)	94.4 (84.3~97.3)	75.3 (68.8~78.0)	73.8 (67.1~78.0)	71.3 (65.9~75.4)	72.0 (65.9~98.1)			69.4 (61.9~75.1)	72.4	63.5 (60.2~61.0)	71.1 (67.4~75.7)
	比率(%)	100	79.9	78.2	75.6	76.3			73.5	76.7	67.3	75.4
ϵ_0 (%)		1.11	1.18	1.46	1.56	1.61			1.33	1.43	2.11	1.71
	比率(%)	100	100	120	132	136			113	129	179	145
Chhoeuteal sar (IIA-2)	E_b (10^3 kg/cm ²)	6.5 (4.5~8.4)	4.3 (3.9~5.0)	4.8 (4.8~5.1)	4.6 (3.9~5.4)	4.7 (4.1~5.2)			4.2 (3.6~5.1)	4.5	4.3 (3.4~5.0)	3.7 (3.3~4.4)
	比率(%)	100	65.4	73.2	71.0	77.8			65.0	69.4	66.0	56.8
	σ_b (kg/cm ²)	77.9 (61.4~97.0)	71.4 (71.3~74.5)	75.1 (69.8~83.3)	74.3 (61.2~82.7)	76.8 (71.5~83.5)			70.9 (65.8~74.4)	73.7	71.0 (66.2~80.8)	64.2 (55.3~70.1)
	比率(%)	100	91.7	96.5	95.4	98.6			91.1	94.7	91.2	82.4
ϵ_0 (%)		1.20	1.68	1.58	1.61	1.62			1.68	1.63	1.66	1.74
	比率(%)	100	140	132	134	135			140	136	138	145

ループより若干たかく、チュテール サール、クルイン (カリマンタン産)、アピトン (フィリピン産)、クルイン (マラヤ産) は $6.0\sim 7.0\times 10^3\text{kg/cm}^2$ で、大体同じぐらいといえるかもしれない。しかし、カリマンタン産クルイン IVA-1 の $8.2\times 10^3\text{kg/cm}^2$ 、マラヤ産クルイン VIIA-6 の $8.8\times 10^3\text{kg/cm}^2$ とかけはなれて高い個体もあった。

ϵ_0 は平均値で大略ではあるがチュテール サール、チュテール パンコイが 1.1~1.2% で他のグループよりも若干低く、カリマンタン産クルイン IVA-1 (1.1%) を除いて他の 3 グループは 1.3~1.4% で同じぐらいといえよう。

今回のマラヤ産クルインのうち、原木番号 VIIA-7 を煮沸処理したときの E_b , σ_b , ϵ_0 の変化を Table 6 に示す。

現在まで試験した多くの南洋材の結果から、 E_b は 2.0kg/cm^2 ぐらい、 ϵ_0 は 2.5% 以上になればノーズパーによる圧縮がなくても裏割れ率は微小 (20% 以下) になることから考えると、今回のマラヤ産クルインは 90°C ぐらいか、あるいは 90°C 以上の煮沸処理が単板切削上からは望まれる。

煮沸処理による E_b の低下は 80°C で大略 48%, 90°C で 37% になり、内地広葉樹と比較すると若干低下はすくないが、南洋材としては低下がやや大きいといえよう。また ϵ_0 の増加率は、樹種差がはな

ヤング係数 (E_b), 曲げ強さ (σ_b), 最大比例変形度 (ϵ_0) (ϵ_0) of several woods of Apitong group at cooking condition.

Cooking temperature and time											
80°C					90°C						
Time (hr.)					時間 Time (hr.)						
72	96	120	144	平均 Mean	24	48	72	96	120	144	平均 Mean
4.3 (3.3~5.0)	3.8 (3.1~4.5)		3.3 (3.0~4.0)	3.7	2.6 (2.4~3.0)	4.3 (3.9~4.8)	2.6 (2.3~3.4)	3.9 (2.6~5.1)			3.3
53.7	47.6		41.6	46.5	32.7	53.0	32.7	48.3			41.6
62.5 (59.1~76.1)	68.3 (61.7~76.4)		65.5 (57.5~74.9)	66.2	67.1 (61.7~70.1)	68.0 (65.5~72.4)	64.7 (60.4~67.3)	66.8 (60.4~73.7)			66.6
66.2	72.4		69.4	70.1	71.1	72.0	68.5	70.8			70.6
1.45	1.79		1.96	1.80	2.56	1.60	2.47	1.73			2.09
123	152		166	162	217	136	209	147			188
3.0 (2.6~3.1)	3.8 (2.9~4.9)		3.5 (3.0~4.2)	3.6	3.0 (2.7~3.3)	3.2 (2.9~3.6)	2.8 (2.3~3.5)	3.2 (2.4~4.1)		3.6 (2.9~4.3)	3.2
45.5	58.0		53.5	56.0	45.4	49.5	42.3	49.8		55.4	48.5
66.2 (58.8~72.1)	68.3 (60.0~76.1)		71.3 (61.4~80.8)	68.2	63.1 (57.5~68.9)	67.1 (62.0~72.6)	63.3 (56.1~67.0)	62.0 (57.5~68.6)		62.2 (56.5~69.1)	63.5
85.0	87.9		91.5	87.6	81.1	86.5	81.3	79.5		79.4	81.6
2.24	1.81		2.85	1.90	2.14	2.08	2.30	1.91		1.73	2.03
187	151		171	158	178	173	192	159		144	169

Table 7. (つづき) (Continued)

一般名 Common name	測定項目 Strength properties	無処理 Green	処 理 温 度 と 時 間								
			60°C								
			時 間			Time (hr.)				時 間	
			24	48	82	96	120	144	平均 Mean	24	48
Keruing (Kaimantan) (IV-A-2)	E_b (10^3 kg/ cm ²)	7.4 (6.0~ 8.1)	4.0 (3.5~ 4.6)	4.2 (3.8~ 4.7)	3.9 (3.4~ 4.2)	4.1 (3.6~ 4.7)	4.2 (3.6~ 4.6)		4.1	2.9 (2.6~ 3.1)	2.8 (2.6~ 3.1)
	比率(%)	100	54	57	52	55	57		55	39	38
	σ_b (kg/ cm ²)	96.6 (86.8~ 106.0)	69.9 (66.2~ 75.9)	68.1 (64.8~ 76.1)	66.5 (64.7~ 70.2)	67.7 (61.6~ 74.8)	74.3 (65.0~ 81.3)		69.3	61.5 (57.6~ 66.3)	63.3 (60.6~ 67.3)
	比率(%)	100	72	71	69	70	77		72	64	66
ϵ_0 (%)	1.3	1.7	1.6	1.7	1.7	1.8		1.7	2.2	2.3	
比率(%)	100	133	124	132	127	135		130	165	173	
Apitong (VA-2)	E_b (10^3 kg/ cm ²)	7.3 (7.2~ 7.4)	4.5 (4.4~ 4.6)	4.6 (4.5~ 4.8)	4.5 (4.4~ 4.6)	4.6 (4.0~ 5.0)	4.4 (3.8~ 5.0)		4.5	2.7 (2.5~ 2.9)	2.5 (2.2~ 2.8)
	比率(%)	100	62.2	63.4	62.2	62.6	59.4		61.9	36.9	34.7
	σ_b (kg/ cm ²)	104.7 (99.9~ 109.5)	74.4 (74.3~ 74.5)	78.0 (74.5~ 81.3)	77.1 (73.2~ 79.5)	75.4 (72.9~ 79.5)	75.0 (69.3~ 79.9)		76.0	63.8 (61.4~ 66.7)	71.2 (68.7~ 74.3)
	比率(%)	100	71.0	74.5	73.7	72.0	71.6		72.6	60.9	68.0
ϵ_0 (%)	1.44	1.64	1.69	1.70	1.65	1.71		1.68	2.37	2.81	
比率(%)	100	113.9	117.4	118.1	114.6	118.8		116.7	164.6	195.1	
Apitong (VA-4)	E_b (10^3 kg/ cm ²)	6.9 (6.5~ 7.2)	3.9 (3.8~ 4.1)	4.1 (3.6~ 4.3)	3.9 (3.6~ 4.1)	4.1 (4.1~ 4.2)	3.8 (3.6~ 3.9)		4.0	2.6 (2.4~ 2.7)	2.7 (2.5~ 2.8)
	比率(%)	100	56.3	58.8	55.7	59.5	55.1		57.4	37.1	38.5
	σ_b (kg/ cm ²)	91.3 (86.1~ 97.2)	76.1 (74.7~ 79.9)	74.5 (73.5~ 74.5)	74.2 (70.7~ 79.1)	76.0 (70.7~ 79.9)	73.4 (69.3~ 74.7)		74.8	67.1 (62.7~ 72.2)	61.7 (57.4~ 63.0)
	比率(%)	100	83.3	81.5	81.3	83.2	80.4		82.0	73.5	67.6
ϵ_0 (%)	1.32	19.5	1.83	1.92	1.84	1.93		1.88	2.61	2.31	
比率(%)	100	147.7	138.6	149.2	139.4	146.2		142.4	197.7	175.0	
Apitong (VA-6)	E_b (10^3 kg/ cm ²)	7.4 (6.0~ 8.1)	4.3 (3.8~ 4.5)	4.1 (4.0~ 4.3)	4.2 (3.9~ 4.4)	4.1 (3.8~ 4.4)	3.9 (3.7~ 4.4)		4.1	2.8 (2.8~ 2.9)	3.1 (2.9~ 3.3)
	比率(%)	100	57.9	55.0	55.9	55.6	52.2		55.7	38.1	41.8
	σ_b (kg/ cm ²)	106.7 (102.4~ 110.3)	76.9 (69.3~ 80.9)	74.2 (69.9~ 79.7)	76.4 (74.5~ 79.9)	77.3 (73.5~ 80.1)	78.5 (74.5~ 88.6)		76.7	64.4 (60.2~ 65.5)	72.8 (67.2~ 84.4)
	比率(%)	100	72.1	69.6	71.6	72.5	73.6		71.9	60.4	68.2
ϵ_0 (%)	1.44	1.79	1.81	1.83	1.86	2.02		1.86	2.27	2.33	
比率(%)	100	124.3	125.7	127.1	129.2	140.3		129.3	157.6	161.8	

Cooking temperature and time											
80°C					90°C						
Time (hr.)					時		Time (hr.)				
72	96	120	144	平均 Mean	24	48	72	96	120	144	平均 Mean
2.8 (2.4~ 3.2)	2.9 (2.2~ 3.4)	2.7 (2.3~ 3.0)		2.8	2.7 (2.1~ 3.2)	2.6 (2.1~ 2.8)	2.5 (2.3~ 2.7)	2.7 (2.2~ 3.1)	2.4 (2.0~ 2.8)		2.6
37	39	36		38	36	35	34	37	33		35
58.4 (52.0~ 63.4)	66.6 (57.7~ 71.7)	62.9 (58.9~ 70.4)		62.5	61.9 (57.6~ 62.0)	64.3 (57.6~ 68.8)	57.5 (51.8~ 67.2)	62.0 (58.8~ 67.5)	59.8 (55.4~ 65.8)		61.1
61	69	65		65	64	67	60	64	62		63
2.1	2.3	2.3		2.2	2.3	2.5	2.3	2.3	2.5		2.4
162	176	179		171	177	189	176	175	189		181
2.8 (2.6~ 3.3)	2.5 (2.1~ 2.8)	2.7 (2.5~ 3.3)		2.6	2.4 (2.2~ 2.5)	2.4 (2.3~ 2.6)	2.3 (2.1~ 2.5)	2.3 (2.1~ 2.5)	2.3 (2.1~ 2.5)		2.3
38.4	34.9	37.3		36.2	32.6	33.5	31.5	31.1	31.8		32.1
66.2 (65.2~ 66.7)	62.2 (61.3~ 65.2)	66.1 (65.7~ 67.0)		65.9	62.8 (61.4~ 66.7)	66.1 (56.2~ 73.7)	62.9 (61.6~ 65.4)	60.5 (56.2~ 61.7)	64.4 (61.9~ 65.7)		63.3
63.2	59.4	63.1		62.9	59.9	63.1	60.0	57.8	61.5		60.5
2.37	2.45	2.43		2.50	2.64	2.70	2.74	2.67	2.77		2.71
164.6	170.1	168.8		173.6	183.3	187.5	190.3	185.4	192.4		188.2
2.5 (2.2~ 3.5)	2.3 (2.1~ 2.5)	2.2 (2.1~ 2.3)		2.5	2.1 (2.0~ 2.1)	2.3 (2.2~ 2.4)	2.1 (1.9~ 2.3)	2.6 (2.1~ 3.3)	2.1 (1.9~ 2.1)		2.2
36.5	32.8	31.9		35.5	29.6	33.0	29.9	36.9	30.0		32.3
65.7 (61.4~ 67.0)	62.1 (60.4~ 65.5)	63.0 (60.2~ 66.7)		63.9	60.6 (56.4~ 61.7)	61.9 (61.6~ 62.8)	59.6 (56.5~ 61.7)	63.9 (61.9~ 68.1)	58.7 (56.6~ 61.7)		60.9
72.0	68.0	69.0		70.0	66.3	67.8	65.2	70.0	64.2		66.7
2.60	2.73	2.88		2.60	2.95	27.1	2.88	2.47	2.82		2.72
197.0	206.8	200.0		197.0	223.5	205.3	218.2	177.8	213.6		206.1
2.6 (2.3~ 2.7)	2.4 (2.1~ 2.7)	2.8 (2.7~ 3.0)		2.7	2.5 (2.3~ 2.6)	2.3 (2.2~ 2.4)	2.5 (2.2~ 3.0)	2.2 (2.1~ 2.4)	2.7 (2.2~ 3.0)		2.4
34.8	32.6	40.6		36.8	33.3	30.5	34.0	30.1	35.9		32.7
64.2 (60.2~ 65.4)	72.2 (59.9~ 77.3)	65.9 (56.4~ 72.4)		67.9	67.7 (60.5~ 72.2)	61.6 (61.6~ 61.7)	67.4 (66.8~ 68.1)	60.8 (56.5~ 63.0)	63.6 (61.3~ 67.0)		64.2
60.2	6.77	72.2		63.6	63.5	57.8	63.2	57.0	59.6		60.2
2.68	2.97	2.34		2.49	2.73	2.71	2.66	2.71	2.38		2.63
186.1	206.3	177.3		172.9	189.5	188.2	184.7	188.2	165.3		182.6

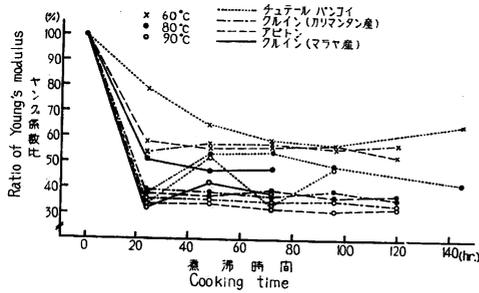


Fig. 3 アピトン類木材のヤング係数と煮沸温度、時間の関係

Relation of Young's modulus of Apitong group woods to cooking temperature and time.

はだしなので、今回のマラヤ産クルインについてすでに試験したアピトン類木材との比較だけでは、増加率の大小はうんぬんできない。

現在まで試験したアピトン類の材を煮沸処理したときの E_b , σ_b , ϵ_b の変化を Table 7, Fig. 3~4 に示す。ヤング係数の変化を大略的に平均値でみて、無処理材を 100% とすると、90°C では 30~40%, 80°C

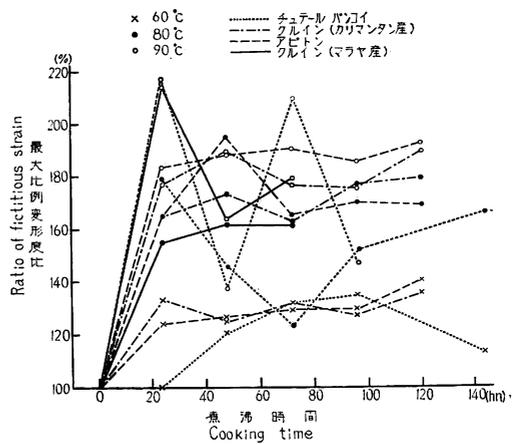


Fig. 4 アピトン類木材の最大比例変形度と煮沸温度、時間の関係

Relation of fictitious strain of Apitong group woods to cooking temperature and time.

Table 8. マラヤ産クルイン材の裏割れ率
Rate of lathe check of Keruing wood grown in Malaya

煮沸温度・時間*1 刃口距離*2(mm)	無 処 理 Green			80°C—24hr.			90°C—48hr.		
	0.99	1.04	1.09	0.99	1.04	1.09	0.99	1.04	1.09
裏 割 れ 率 Rate of lathe check	30.6 (20~40)	40.0 (30~50)	51.8 (30~70)	20.8 (10~30)	26.7 (20~40)	30.6 (20~50)	不明	不明	20.0 (20)

注) *1: Cooking temp. and time, *2: Incline opening

単板の送り厚さ: 1.02mm, 刃物角: 21°, 逃げ角: 40~50°

Nominal veneer thickness: 1.02mm, Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50°

Table 9. Table 8 に示した裏割れ率の頻度
Frequency of lathe check on table 8.

煮沸温度、時間*1 刃口距離*2(mm)	無 処 理 Green			80°C—24hr.			90°C—48hr.		
	0.99	1.04	1.09	0.99	1.04	1.09	0.99	1.04	1.09
裏割れ率*3									
Under 20%	22 (4)	0	0	83(10)	47 (7)	29 (5)			100(7)
20 ~ 40%	78(14)	72(13)	32 (7)	17 (2)	53 (8)	59(10)			0
40 ~ 60%	0	28 (5)	50(11)	0	0	12 (2)			0
60 ~ 80%	0		18 (4)	0	0	0			0
Over 80%	0		0	0	0	0			0
1cm あたり本数	6.0	6.0	7.3	4.0	5.0	5.7			2.3

*1: Cooking temp. and time, *2: Incline opening, *3: Rate of lathe check.

() 内は本数 Number of lathe check.

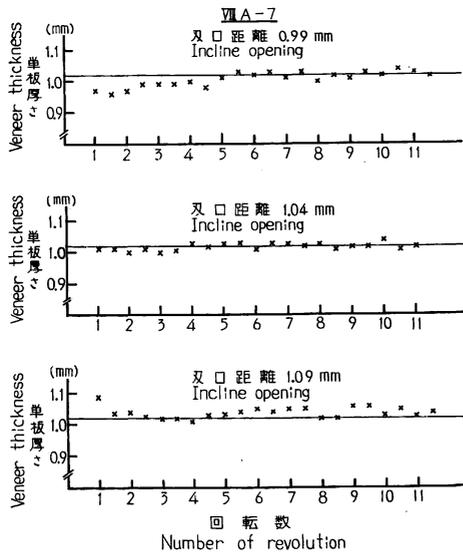


Fig. 5 刃口距離と初期単板厚さの関係
Relation between variation of initial veneer thickness and incline opening.
Nominal veneer thickness : 1.02 mm,
Knife angle : 21°, Clearance angle : 40~50'.

Table 10. 無処理時におけるアピトン類木材の裏割れ率

Rate of lathe check of several woods of Apitong group at green condition

樹種*3	単板厚さ*1(mm)		
	1.02		
	刃口距離*2(mm)		
	1.09	1.04	0.99
Chhouteal bangkuoi (II A-3)	59.3	48.8	36.5
Chhouteal sar (II A-5)	55.8	48.9	36.8
Keruing (Kalimantan) (IVA-2)	58.2 (40~70)	44.0 (30~60)	32.2 (20~70)
Apitong (VA-6)	55.0 (40~70)	52.2 (30~70)	38.8 (30~70)
Keruing (Malaya) (VIII A-7)	51.8 (30~70)	40.0 (30~50)	30.6 (20~40)

*1: Veneer thickness, *2: Incline opening,
*3: Species.
刃物角: 21°, 逃げ角: 40~50'
Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50'.

Table 11. 煮沸処理をしたときのアピトン類木材の裏割れ率
Rate of lathe check of several woods of Apitong group at cooking condition

一般名 Common name	煮沸温度 Cooking temp. (°C)		
	60	80	90
Chhouteal bangkuoi (II A-8)	54.3	35.9	26.5
Chhouteal sar (II A-5)	46.4	34.1	26.7
Keruing (Kalimantan) (IVA-2)	42.7 (30~70)	23.3 (10~40)	16.8 (10~30)
Apitong (VA-6)	34.3 (20~50)	30.6 (20~50)	15.2 (10~20)
Keruing (Malaya) (VIII A-7)	—	30.6 (20~50)	20.0 (20)

単板の送り厚さ: 1.02mm, 刃物角: 21°, 逃げ角: 40~50'
Nominal veneer thickness: 1.02mm, Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50'.

では 40~50%, 60°C では 55~65% になるといえる。4 グループ間の差はほとんど認めがたいが、しいていうならば各温度とも、チュテールバンコイ(サル)がわずかながら低下度合がすくないように思われる。

同様に最大比例変形度の変化率をみると、90°Cでは180~190%、80°Cでは170%ぐらい、60°Cでは120~130%といえる。 ϵ_0 の変化率も E_0 と同様チュテールパンコイが他の3グループより若干ではあるが、各温度で増加率が低いともいえる。

(3) 切削割れ(裏割れ率)

無処理材および煮沸処理材を切削したときの裏割れ率およびその頻度を Table 8, 9 に示す。無処理材をノーズバーの圧縮なし(刃口距離 1.09 mm)で切削したときの裏割れ率は、大略 50%、刃口距離を 0.99mm に狭めると 30% ぐらいに減少するといえよう。しかし、刃口距離を狭めて裏割れ率を減少させようとする、Fig. 5 に示すように、初期薄むけ現象がおきるので、刃口距離は 0.99mm 以下にはできないだろう。したがって無処理材では裏割れ率の微少(20% 以下)な単板切削は不可能と考えられる。裏割れ率の 20% 以下の単板を切削しようとするれば、90°C で煮沸処理すると、ノーズバーの圧縮は不要、80°C ならば刃口距離を 0.99mm ぐらいに狭める必要があるといえるが、煮沸処理温度が高いと乾燥後の単板収縮率が大きくなる傾向があるので、切削条件を決定するには一考を要するところであるが、裏割れ率の微少な良質単板を切削するには煮沸処理による材質の変化を考慮して、煮沸処理温度 80°C、刃物角 20°、逃角 40~50°、刃口距離 1mm ぐらいの切削条件が考えられる。

現在まで試験したアピトン類木材を無処理および煮沸処理して切削したときの裏割れ率を Table 10, 11 に示す。

大略的にみれば4グループ間では大差はなく、同じような傾向があるといえよう。若干こじつけになるかもしれないが、無処理材ではクルイン材(カリマンタン、マラヤ産)が他のものより、ややよく、煮沸処理材ではチュテールがやや悪いともいえよう。

要 約

マラヤ産クルイン材のロータリー単板切削試験を行ない、今までに供試したカンボジア産チュテール材、カリマンタン産クルイン材、フィリピン産アピトン材などと比較し、アピトン類木材を総括して次の結論を得た。

- 1) 無処理材でのかたさは 1.2~1.8kg/mm² で南洋材ではややかたい部類であろう。
- 2) ヤング係数は 6.0~7.0 × 10³kg/cm² (IVA-1, VIIA-6 は 8.0~9.0 × 10³kg/cm²) で南洋材では中ぐらいであろう。
- 3) 最大比例変形度はチュテールがやや低いが他の3樹種は中ぐらいか、ややよい部類であろう。
- 4) 煮沸処理による変化率は南洋材としてみれば、かたさは大差がないが、ヤング係数の変化率はやや大きい樹種と考えられる。
- 5) 無処理材の切削では裏割れ率 30% 以下の良質単板は切削困難であるが、80°C 以上の温度で煮沸処理すれば、裏割れ率 20% 以下の良質単板が切削しうるであろう。しかし、脂分が多い(特にチュテール類、クルイン IVA-1 等)ので合板用材として、表単板として用いるには、現今の原木事情では特殊の場合を除いて好まれないであろう。

VIII. Rotary Veneer Cutting of Keruing Woods grown in Malaya

Yoshimasa Egusa⁽¹⁾

(Résumé)

Seven logs of Keruing woods grown in Malaya were cut on the rotary lathe at green and cooking conditions. In addition to the cutting test, some mechanical properties which were considered to have an affect on the cutting properties of wood were investigated.

The results of cutting properties of Keruing woods were compared to Apitong (Philippines), Chhoeuteal (Cambodia), Keruing (Kalimantan).

The results were summarized as follows :

1) Hardness of Keruing wood grown in Malaya in tangential face showed high values which were similar to the values of Keruing woods grown in Kalimantan.

2) The hardness of Keruing wood tested in this experiment decreased remarkably with the increase of cooking temperature.

3) It was difficult to cut the good quality veneer of green condition. It was necessary to cook the log at a temperature above 80°C to obtain good quality veneer.

IX. マラヤ産クルイン材の単板の乾燥性

筒 本 卓 造⁽²⁾

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、マラヤ産クルイン材の単板の乾燥性についてとりあげたものである。

アビトン、クルイン類についてはすでにカンボジア、カリマンタン、フィリピン各地区産の材について試験を行ってきたが、単板の乾燥工程では乾燥能率の低下がとくに問題になるように思われた。

したがって、ここでは上記既報⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾の結果もふくめて乾燥時間の比較に重点をおき、あわせて収縮率、損傷などの点を検討した。

1. 実験方法

供試木は入手したクルイン (*Dipterocarpus* spp.) のうち VIIA-5, 7 の 2 本である。これらの丸太を本報の冒頭に示した木取り法にしたがって長さ約 35cm に玉切りしたのち、厚さ約 1mm (送り厚さ 1.02 mm) にロータリー切削した。このさい VIIA-7 については、温度 90°C で 48 時間煮沸処理したものを加えた。供試単板のとり方、乾燥方法などはすべて前報 (林試研報 No. 190)⁽¹⁾と同様である。

(1) Formerly: Wood Working Unit, Wood Processing Section, Wood Technology Division.
Presently: Nagahama Plywood Co.

(2) 木材部加工科乾燥研究室長・農学博士

Table 1. 4 単板の
Drying time and

一般名 Common name	産地 Locality	原木条件 Condition of log	厚さ(生) Thickness (green) (mm)	容積重(全乾) Apparent specific gravity oven-dried (g/cm ³)	初期含水率 Initial M. C. (%)	乾燥初
						Drying (%/min)
Keruing (VIIA-5)	Malaya	Green	1.01 (1.00~1.02)	0.75 (0.71~0.81)	58.4 (55.2~61.6)	12.3 (11.9~12.7)
Keruing (VIIA-7)	Malaya	Green	1.03 (1.02~1.03)	0.79 (0.79~0.83)	72.4 (71.1~74.7)	12.4 (11.8~13.9)
		Cooked	1.02 (1.01~1.02)	0.82 (0.80~0.87)	76.8 (73.6~80.6)	11.9 (11.6~12.5)
Chhoeuteal bangkuoi (IIA-8)	Cambodia	Green	1.02 (1.00~1.04)	0.69 (0.68~0.71)	59.1 (58.1~59.3)	10.9 (10.6~11.2)
Chhoeuteal sar (IIA-2)	Cambodia	Green	1.02 (1.01~1.03)	0.69 (0.68~0.70)	73.9 (73.1~75.2)	11.5 (11.4~11.5)
Keruing (IVA-1)	Kalimantan	Green	1.05 (1.04~1.05)	0.77 (0.76~0.78)	59.7 (58.0~62.2)	10.3 (10.2~10.5)
Keruing (IVA-2)	Kalimantan	Green	1.04 (1.03~1.06)	0.71 (0.69~0.71)	57.4 (56.5~58.3)	11.3 (11.0~11.5)
		Cooked	1.01 (1.00~1.03)	0.73 (0.70~0.74)	54.3 (53.6~55.1)	11.3 (11.1~11.5)
Keruing (IVA-3)	Kalimantan	Green	1.03 (1.03~1.04)	0.69 (0.68~0.70)	71.3 (68.4~73.6)	11.7 (11.5~11.8)
Keruing (IVA-4)	Kalimantan	Green	1.03 (1.03~1.04)	0.65 (0.64~0.66)	66.8 (65.7~68.6)	12.3 (12.3~12.4)
Apitong (VA-2)	Philippines	Green	1.03 (1.02~1.04)	0.63 (0.63~0.64)	83.2 (81.1~85.0)	12.3 (11.5~13.2)
Apitong (VA-4)	Philippines	Green	1.03 (1.01~1.04)	0.64 (0.63~0.65)	67.0 (63.0~68.7)	12.0 (11.2~12.5)
Apitong (VA-6)	Philippines	Green	1.04 (1.02~1.05)	0.68 (0.67~0.69)	70.2 (68.6~71.0)	11.5 (11.4~11.6)
		Cooked	1.05 (1.04~1.06)	0.67 (0.66~0.67)	68.0 (67.7~68.2)	11.8 (11.2~12.0)

* (A) 厚さ 1.0mm 単板の乾燥時間 (初期含水率から 10% まで) Drying time of 1.0 mm

** (B) 厚さ 1.0mm 単板の乾燥時間 (60% から 10% まで) Drying time of 1.0 mm thick

Size of sample : 30×30cm, Number of sample : 4.

Drying condition : D. B. T. 140°C, W. B. T. 55~58°C, Air velocity 1.1m/sec.

2. 実験結果と考察

1. 乾燥時間

各丸太からの単板を一定条件 (D. B. T. 140°C, W. B. T. 55~58°C, A. V. 1.1m/sec) で乾燥したときの乾燥速度, 乾燥時間を Table 1 に示す。このなかで乾燥速度は乾燥初期の恒率的な期間の値のみをあげ, 乾燥時間については仕上り含水率 10% までの所要時間を測定値として示した。しかし, 供試単板の厚さにある程度差があるので, えられた乾燥時間を厚さ 1.0mm の場合に換算し, さらに初期含水率に

乾燥時間, 収縮率
shrinkage of veneer

期の乾燥速度 rate in first stage		乾燥時間 Drying time			収縮率 (幅方向) 全乾 Shrinkage (Tangential) (oven-dried)
(g/min)	(10^{-8} g/ cm ² hr°C)	測定値 Measured (min)	換算値* Converted (A) (min)	換算値** Converted (B) (min)	
7.08 (6.81~7.34)	2.89 (2.77~2.99)	6.68 (6.39~6.93)	6.42 (6.22~6.75)	5.50 (5.38~5.63)	11.0 (10.6~11.7)
7.21 (6.86~7.93)	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)
6.88 (6.62~7.00)	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)
6.10 (5.98~6.32)	2.45 (2.40~2.54)	5.21 (5.00~5.33)	5.07 (4.87~5.19)	5.14 (4.91~5.28)	9.5 (9.2~9.8)
6.34 (6.28~6.36)	2.55 (2.52~2.56)	6.55 (6.51~6.75)	6.47 (6.33~6.67)	5.28 (5.20~5.37)	10.9 (10.3~11.9)
6.42 (6.36~6.51)	2.58 (2.55~2.62)	5.83 (5.80~5.85)	5.44 (5.42~5.48)	5.54 (5.52~5.62)	11.0 (10.8~11.2)
6.31 (6.02~6.47)	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)
6.03 (5.96~6.13)	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)
6.29 (6.21~6.38)	2.53 (2.50~2.58)	6.31 (6.03~6.60)	6.06 (5.80~6.34)	5.07 (4.81~5.29)	11.5 (10.9~12.1)
6.28 (6.19~6.35)	2.52 (2.48~2.60)	5.46 (5.28~5.61)	5.26 (5.08~5.40)	4.75 (4.69~4.81)	11.2 (10.9~11.4)
6.33 (5.93~6.81)	2.54 (2.38~2.73)	6.91 (6.67~7.28)	6.64 (6.42~7.03)	4.87 (4.78~4.98)	9.5 (9.3~9.8)
6.09 (5.19~6.35)	2.45 (2.08~2.55)	5.59 (5.17~6.25)	5.37 (4.97~6.02)	4.71 (4.55~5.05)	9.7 (9.5~9.8)
6.24 (6.19~6.30)	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)
6.21 (5.90~6.32)	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)

thick veneer (M.C. reduction : Initial M.C. to 10%).
veneer (M.C. reduction : 60% to 10%).

Cooking condition : 90°C, 48hr.

ついてもすべて 60% の場合を推定してそれぞれ換算値 (A), (B) とした。Table 1 には、いままで試験を行なった同属のチュテール (カンボジア産)¹⁾, クルイン (カリマンタン産)²⁾, アビトン (フィリピン産)³⁾ の結果を併記している。Fig. 1 は Table 1 の全供試単板の乾燥時間を全乾容積重に対してプロットしたもので、破線は従来の測定結果から求められた標準的な関係である。

以上のなかで、今回のクルイン (ⅧA-5, 7) 無処理単板の乾燥時間は、他の同属のそれよりやや長く 5.5~5.6min であるが、これは容積重が高いためで、樹種的な特異性はみとめられない。上記の乾燥時間についてフィリピン産レッド ラワン (容積重 0.5g/cm³) に対する比を求めてみると ⅧA-5, 7 の無処理単板はそれぞれ 1.38, 1.40 で、今までに供試したアビトン, クルイン類全体では 1.20~1.45 の範

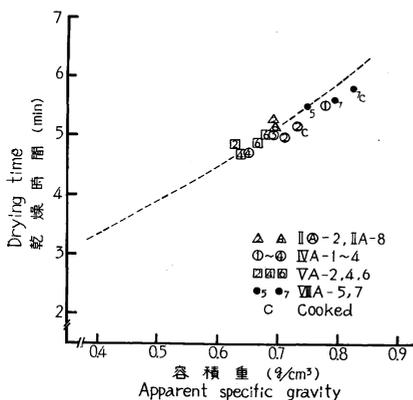


Fig. 1 容積重と乾燥時間との関係
Relation between apparent specific gravity and drying time.

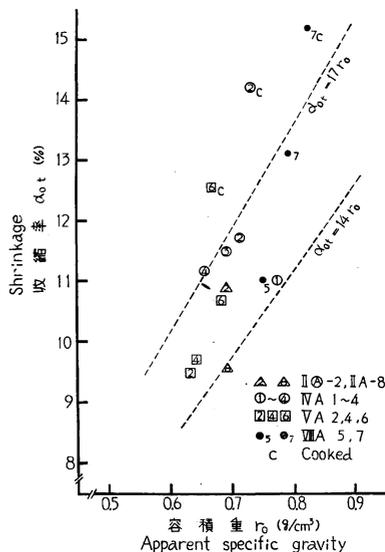


Fig. 2 容積重と収縮率との関係
Relation between apparent specific gravity and shrinkage.

Table 2. 煮沸処理による収縮率の増加
Increase of shrinkage in tangential direction by cooking

一般名 Common name	産地 Locality	無処理材 Green			処理材 Cooked				
		全乾容積重 Apparent specific gravity (oven dried) (g/cm ³)	初期含水率 Initial M. C. (%)	全乾収縮率 Shrinkage (green to oven dried) (%)	全乾収縮率* (α ₀₁) Shrinkage (green to oven dried) (%)	増加比 Ratio	全乾収縮率* (α ₀₂) Shrinkage (green to oven dried) (%)	増加比 Ratio	煮沸による膨張 Elongation by cooking (%)
Keruing (VIIA-5)	Malaya	0.79 (0.78~0.79)	46.8 (46.7~47.8)	11.4 (11.3~11.5)	13.0 (12.9~13.2)	1.14	13.5 (13.4~13.6)	1.18	0.51 (0.49~0.59)
〳 (VIIA-7)	〳	0.83 (0.82~0.83)	54.0 (52.7~54.8)	14.1 (13.8~14.2)	15.5 (15.4~15.6)	1.10	16.1 (16.0~16.1)	1.14	0.75 (0.72~0.77)
Keruing (IVA-2)	Kalimantan	0.74 (0.72~0.76)	59.5 (58.6~60.0)	12.0 (10.9~13.2)	14.3 (13.9~14.6)	1.19	—	—	—
Apitong (VA-6)	Philippines	0.64 (0.64~0.65)	65.1 (64.5~66.2)	10.5 (10.4~10.6)	12.4 (12.3~12.5)	1.18	12.9 (12.8~13.1)	1.23	0.61 (0.57~0.64)

* (α₀₁), (α₀₂) : Shrinkage based on length of specimens before and after cooking, respectively. Size of sample : 20 (long.) × 5 (rad.) × 110 (tang) mm.

Cooking condition : 90°C, 48hr., Drying condition : D. B. T. 20°C, W. B. T. 14~16°C.

冊である。

なお、原木を煮沸処理したさい乾燥時間短縮の効果は、ⅧA-7 およびいままでの結果からほとんどないものと思われる。

(2) 乾燥による収縮・損傷

前出の 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 はこれらについて容積重との関係を求めたものである。

供試した単板は、従来多く使用されているラワン類より全体的に収縮率が大きく、容積重を考慮した場合も比較的収縮率の大きい部類にはいるように思われる。すなわち、全乾収縮率 (α_{01}) と全乾容積重 (r_0) との比 (α_{01}/r_0) をみると、いままで供試した樹種のうち *Dipterocarpus* 以外のほぼ同容積重のものは 11～16 の範囲であったが、Ⅷ-5, 7 はそれぞれ 14.7～16.6 であり、同属の供試単板全体としては 14～17 の範囲と考えられた。

これらの収縮率は原木の煮沸処理によって増加する傾向にあり、ⅧA-7 の場合、無処理単板の収縮率に対する煮沸処理単板のその比は 1.16 になっている。しかし、この値は同一原木からの連続試料によるものでないので、別途ひき材板目試験片について増加量を検討した。その結果が Table 2 で、今回のⅧA-5, 7 は、カリマンタン産クルイン (ⅣA-2)、フィリピン産アピトン (ⅤA-6) よりは収縮率増加がやすすくない。

なお、前回のカリマンタン産 13 樹種の測定結果でもみられたように、比較的原木外周部に近い位置からとった板目試料の場合、煮沸処理によってある程度膨張し、煮沸前の長さを基準にした収縮率 (α_{01}) は、煮沸後の長さを基準にした収縮率 (α_{02}) より小さい値になる⁴⁾。

乾燥による狂いや割れについては、供試単板が小さいため十分な検討はできなかったが、金網送りで乾燥した場合、ⅧA-5 と 7 では顕著な差はみられず、レッド ラワンに比べやや大きいか、または同程度と考えられた。このことは、今まで供試した同属の単板についてもほぼ同様である。ただし、レッド ラワンのような柔軟なものに比べ、発生した狂いを平らにおしよすためには、より大きな荷重が必要である。また、収縮を抑制したときの裂断については、フィリピン産アピトン材の場合と類似の結果であり、連続ドライヤーを使用する場合、乾燥中の裂断がおこりやすいものと推定された³⁾。これは他の同属の材についてもいいうることであろう。

む す び

マラヤ産クルイン材について乾燥試験を行ない、いままでの結果との比較において乾燥適性を検討した。供試したクルイン材は、従来、多く合板に使用されてきたラワン類に比べて容積重が相当高く、利用上次のような点が問題になるように思われる。

1) 乾燥時間については容積重 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ 程度のレッド ラワンに比べて約 40% 長く、相当の乾燥量の減少となる。

2) 収縮率は原木によってかなり差があるが、幅方向の全乾収縮率は 10～13% 程度でかなり大きく、煮沸することによってさらに増大する傾向にある。

3) 乾燥による狂いや割れはレッド ラワンよりやや大きいか、同程度と考えられるが、連続ドライヤー

—を利用する場合、乾燥中の裂断がおこりやすく、狂いのある単板を利用する場合、接着工程での圧縮圧力はある程度高める必要があろう。

文 献

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

IX. Veneer Drying of Keruing Woods grown in Malaya

Takuzô Tsutsumoto⁽¹⁾

(Résumé)

This experiment was conducted to determine the suitability for drying of veneer peeled from Keruing bolts grown in Malaya.

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

The results obtained from this drying test were summarized as follows :

1. The Keruing veneer required longer drying time to be dried for constant moisture content reduction from 60% to 10% as compared with Red lauan. There existed an almost linear relationship between drying time and apparent specific gravity for each tested veneer (Table 1, Fig. 1).

2. By cooking treatment at 90°C for 48 hours, the degrees of shrinkage in tangential direction were increased above 10% for treated Keruing specimens compared with the non-treated green ones (Table 2).

3. There was no significant difference in the warp and split of dried veneer among the tested Keruing bolts, but these defects in Keruing veneer were slightly greater as compared with Red lauan.

(1) Chief, Drying Unit, Wood Processing Section, Wood Technology Division. Dr.

X. マラヤ産クルイン材単板の接着性

柳 下 正⁽¹⁾
唐 沢 仁 志⁽²⁾

1. はじめに

今までに *Dipterocarpus* 属の樹種について、「南洋材の性質」シリーズ¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾に数種が取り上げられ、報告がなされているが、今回はさらに異なった地域における同属の材、マラヤ産クルイン材について単板の接着適性を検討することとした。以下にその結果を報告する。

本試験に使用したクルイン原木

本試験において、単板接着力試験に使用したマラヤ産材クルイン原木は、ⅧA-5 および ⅧA-7 の記号の2本である。

2. 単板接着力試験

(1) 単板

接着力試験に供したクルイン単板は、木材部加工研究室および乾燥研究室において切削および乾燥した単板である。

ⅧA-5 のクルイン原木からは無処理のまま切削した単板（以下、生単板という）のみであるが、ⅧA-7 の原木からは生単板のほかに 90°C の温度で 48 時間煮沸処理してから切削した単板（以下、煮沸単板という）も準備した。

これらの単板は、原木を荒むきして辺材部分を除去したのち、外周から中心に向かって約 8~9cm の範囲の部分から小型ロータリーレースで連続して切削したものである。この一連の単板をクリッパーにて所定の寸法に切断し、ベニヤ・ドライヤーで含水率が 7~10% になるように乾燥した。乾燥後の単板は、温度 20°C、関係湿度 45% の恒温恒湿室で、各単板が室内空気に触れるよう配慮して約 20 日間調湿した。調湿後の単板の含水率（全乾法にて測定）は 8.2~9.1% の範囲であった。単板の寸法は 31 cm × 31 cm である。

(2) 試験合板

各原木から切削した生単板あるいは煮沸単板を、1 類用接着剤（水溶性フェノール樹脂接着剤およびメラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤）および 2 類用接着剤（未濃縮ユリア樹脂接着剤）を用いて 3 種類の試験合板を作製した。

使用した接着剤とその配合および圧縮条件は Table 1 および Table 2 に示す。

試験合板の単板組合せについては、原木部分による差異を少なくするような配慮を行なって組み合わせた。組合せ方法の詳細については、既報カリマンタン産クルイン材の単板接着性¹⁾に記述されている。

試験合板は各接着条件ごとに 3 枚とした。

(3) 接着力試験

本試験では合板引張剪断接着力試験を採用した。

(1) 木材部材質改良科接着研究室長 (2) 木材部材質改良科接着研究室

Table 1. 各類別接着剤配合割合および接着剤液の性質
The mixing ratio and the quality of glues

配合剤および接着剤液の性質 Formuration and performance of mixed glues		配合割合(部) The mixing ratio (part)		
		1 類 Type I		2 類 Type II
		P ^⑨	M ^⑩	
樹脂 Resin	フェノール樹脂接着剤 Phenol resin ①	100		
	メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 Melamin-urea co-condensation resin ②		100	
	ユリア樹脂接着剤 Urea resin ③			100
増量・充填剤 Extender and filler	ヤシ殻粉 Coconut shell flour ④	10		
	小麦粉 Wheat flour ⑤		13	15
	水 Water	10	3	10
硬化剤 Hardner	塩化アンモニウム NH ₄ Cl ⑥		1	1
接着剤液の pH pH of mixed glues at 20°C ⑦		10.9	6.2	4.9
接着剤液の粘度 (CP) Viscosity of mixed glues at 20°C ⑧		1025	1000	1325

- ① 日本ライヒホルド K.K. TD-683 Japan Reichhold Chemicals, INC. TD-683
- ② 東洋高圧 K.K. ユーロイド 345 Tōyō-Kōatsu Industries, INC. U-345
- ③ 東洋高圧 K.K. ユーロイド 310 Tōyō-Kōatsu Industries, INC. U-310
- ④ 200 メッシュ粉末 Powder of 200 mesh
- ⑤ 日本製粉扇印 Wheat flour of Nippon-Seifun
- ⑥ 粉末末 Solid
- ⑦ ガラス電極 pH 計 (20°C にて測定) Glass electrode pH meter
- ⑧ B型回転粘度計 (20°C にて測定) BM type viscosimeter
- ⑨ フェノール樹脂接着剤 Water soluble phenol resin
- ⑩ メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 Melamin-urea co-condensation resin

Table 2. 各類別接着剤の圧縮条件
The 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.)
1 類 Type I	P	10	1	8	140	3
	M	10	1	8	120	1.5
2 類 Type II		10	1	8	110	1.5

試験片：普通合板の日本農林規格 (JAS) の B 型試験片を作製し、試験合板 3 枚よりランダムに 36 片採取し、半数は順切込試験片、残り半数は逆切込試験片とした。

試験機：300kg アムスラー型合板引張試験機を使用した。

1 類試験条件：煮沸繰返し試験 (4 時間煮沸—温度 60 ± 3°C で 20 時間乾燥—4 時間煮沸—冷水中に試験片がさめるまで浸漬—ぬれたままの状態で行なう)。

2 類試験条件：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、ぬれたままの状態で行なう)。

(4) 比較試験合板

さきに報告したサラワク産材²⁾, カンボジア産材³⁾, 北ボルネオ産材⁴⁾, カリマンタン産材¹⁾, フィリピン産材⁵⁾ およびカリマンタン産材⁶⁾ の単板接着性における接着試験と同様に, 本試験においてもレッドラワン単板の接着力試験を行なってクルイン材単板の接着力試験結果と比較した。レッドラワンは多くの南洋材の中で, 従来より量的に多く使用されており, また樹種的にも良く知られている材種であるために比較材料として選定したものである。

このレッドラワン (*Shorea negrosensis* Foxw.) はフィリピン・リヤング産のものである。試験に供した単板は当部加工研究室において切削した煮沸単板である。レッドラワン単板の接着は各類別のクルイン単板の接着と同時に進んだ。

3. 結果と考察

試験結果を Table 3, Fig. 1, 3 および 5 に示した。

(1) 1類接着力試験(フェノール樹脂接着剤)

Fig. 1 から, フェノール樹脂接着剤で接着した1類試験合板接着力(以下, 1類Pという)はレッドラワン試験合板接着力(以下, レッドラワンという)に比較して同等以上の結果を示している。塗付量 $20g/(30cm)^2$ (以下, 20g という)と $30g/(30cm)^2$ (以下, 30g という)の場合を比較すると, 30g においてはわずかに接着力が向上しているがその差は5%内外であり, 塗付量を増加することにより必ず接着力が向上するとは断定しがたい。

原木処理による差は, 生単板よりも煮沸単板において10%前後の接着力向上が期待できよう。

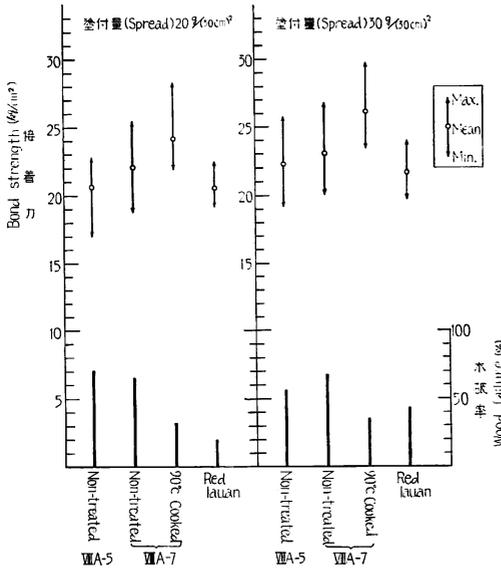


Fig.1 マラヤ産クルイン単板の1類接着力試験結果(フェノール樹脂接着剤) The result of bond strength of type I in veneers of Keruing grown in Malaya (Phenol resin).

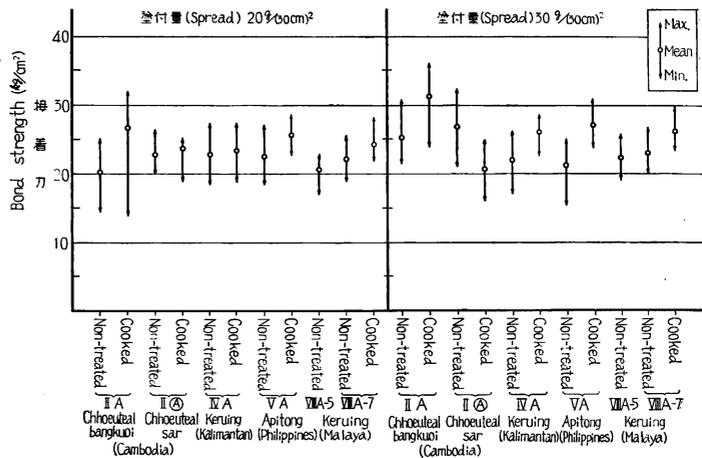
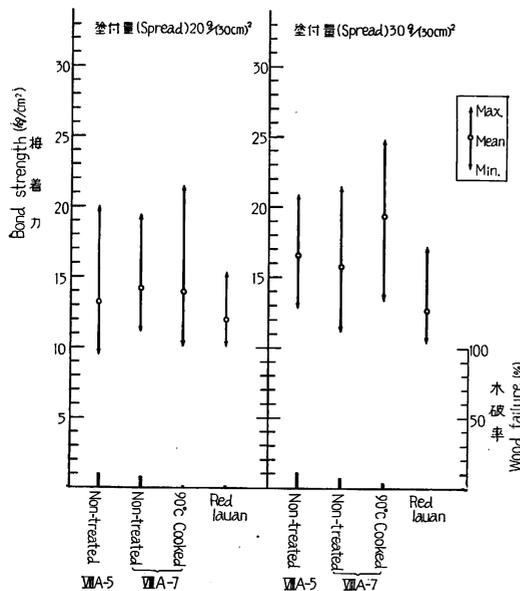


Fig.2 5グループの *Dipterocarpus* 属単板の1類接着力試験結果(フェノール樹脂接着剤) The result of bond strength of type I in 5 groups veneers of *Dipterocarpus* spp. (Phenol resin).

Table 3. クルイン単板の
The results of bond

類別 Type	塗付量 Glue spread g/(30cm) ²	原木記号 Mark of log	原木処理 Treatment of peeler	接着力		
				順 Closed		
				Mean	Max.	Min.
I P*1	20	VIIA-5 生単板	Non-treated	21.1	22.8	16.9
		VIIA-7 生単板	Non-treated	23.9	25.5	22.5
		Red lauan 煮沸単板	Cooked	24.6	28.3	22.8
	30	VIIA-5 生単板	Non-treated	23.0	25.8	20.9
		VIIA-7 生単板	Non-treated	24.4	26.8	21.5
		Red lauan 煮沸単板	Cooked	26.4	29.8	23.4
I M*2	20	VIIA-5 生単板	Non-treated	13.6	20.0	9.5
		VIIA-7 生単板	Non-treated	14.6	19.4	11.7
		Red lauan 煮沸単板	Cooked	14.6	21.5	10.1
	30	VIIA-5 生単板	Non-treated	16.8	20.6	13.4
		VIIA-7 生単板	Non-treated	16.5	21.5	12.6
		Red lauan 煮沸単板	Cooked	19.9	24.8	14.0
II *3	20	VIIA-5 生単板	Non-treated	16.9	24.2	12.0
		VIIA-7 生単板	Non-treated	20.7	25.8	14.1
		Red lauan 煮沸単板	Cooked	21.7	28.8	13.8
	30	VIIA-5 生単板	Non-treated	11.7	12.9	10.8
		VIIA-5 生単板	Non-treated	21.8	30.3	14.8
		VIIA-7 生単板	Non-treated	22.8	30.6	15.1
Red lauan 煮沸単板	Cooked	22.8	26.6	14.5		
				10.6	11.5	9.4

注：*1 IP：1類，フェノール樹脂接着剤 Type I, Phenol resin.



なお、今までにこの南洋材単板の接着性試験シリーズ¹²⁾³⁵⁾で取り上げてきた *Dipterocarpus* 属の材について行なった試験結果を概括して Fig.2 に示す。この結果からは、*Dipterocarpus* 属の材から製造された単板の1類Pによる接着力は最低が 12kg/cm²であり、平均値はいずれも 20kg/cm²以上であって、フェノール樹脂接着剤による接着性は良好であると考えられる。また、煮沸単板は生単板に比較して、II④原木を除いておおむね接着力は向上している。塗付量の差は接着力を左右する決定的因子とはなっていないものと見られる。

Fig. 3 マラヤ産クルイン単板の1類接着力試験結果 (メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤)
The result of bond strength of type I in veneers of Keruing grown in Malaya (Melamine-urea co-condensation resin).

引張剪断接着力試験結果

strength of Keruing veneers

Bond strength (kg/cm ²)						木 破 率 %		
逆 Open			順逆平均 Ave.			Wood failure		
Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
20.2	21.2	19.4	20.6	22.8	16.9	70	100	20
20.2	22.1	18.8	22.0	25.5	18.8	64	100	40
23.6	26.8	21.8	24.1	28.3	21.8	32	80	20
20.4	21.8	19.1	20.5	22.5	19.1	20	40	0
21.5	23.7	19.1	22.2	25.8	19.1	56	100	20
21.7	22.8	20.0	23.0	26.8	20.0	67	100	20
25.8	28.0	23.4	26.1	29.8	23.4	35	80	20
21.2	22.1	19.7	21.6	24.0	19.7	43	100	20
12.7	17.2	9.8	13.2	20.0	9.5	10	40	0
13.5	18.5	11.2	14.1	19.4	11.2	8	20	0
13.2	16.3	10.6	13.9	21.5	13.2	1	20	0
11.6	15.1	10.1	11.9	15.4	10.1	1	20	0
16.1	20.9	12.9	16.5	20.9	12.9	11	40	0
14.9	20.0	11.2	15.7	21.5	11.2	7	40	0
18.6	22.3	13.4	19.3	24.8	13.4	3	20	0
12.2	16.6	10.4	12.6	17.2	10.4	0	0	0
13.6	15.6	11.7	15.3	24.2	11.7	40	80	20
13.4	16.6	11.4	17.1	25.8	11.4	36	80	20
19.1	26.2	12.4	20.4	28.8	12.4	7	20	0
10.9	12.6	10.1	11.3	12.9	10.1	0	0	0
18.1	23.4	13.8	20.0	30.3	13.8	25	100	0
16.8	21.5	13.7	19.8	30.6	13.7	13	40	0
23.1	26.6	18.5	23.0	26.6	14.5	2	20	0
10.1	11.4	9.1	10.3	11.5	9.1	0	0	0

*2 IM: 1類, メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 Type I, Melamin-urea co-condensation resin.

*3 II: 2類, ユリア樹脂接着剤 Type II, Urea resin.

(2) 1類接着力試験 (メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤)

Fig. 2 から, メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤で接着した1類試験合板接着力(以下, 1類M という)は, レッド ラワンに比較して平均値において10~20% 上回る結果を示している。塗付量の相違について見ると30gの場合, 20gに比して平均値において25~30%

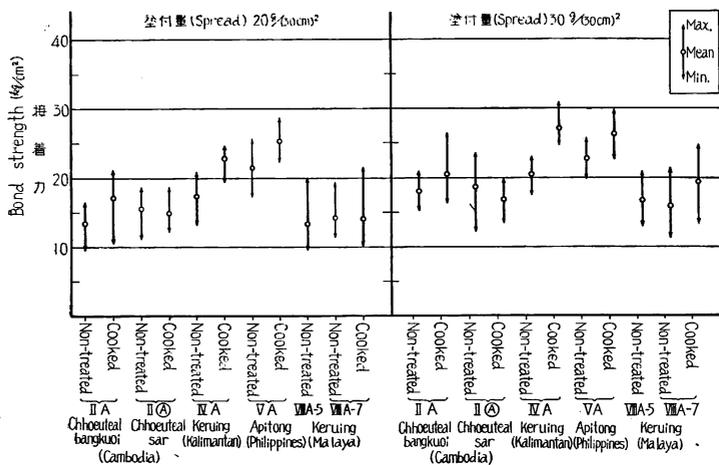


Fig. 4 5グループの *Dipterocarpus* 属単板の1類接着力試験結果 (メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤)
The result of bond strength of type I in 5 groups veneers of *Dipterocarpus* spp. (Melamine-urea co-condensation resin).

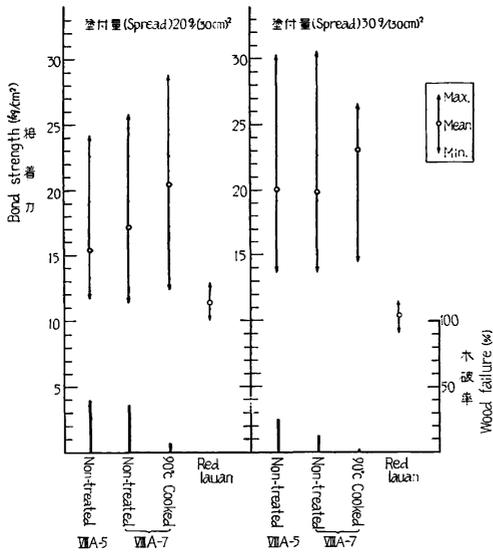


Fig. 5 マラヤ産クルイン単板の2類接着力試験結果 (ユリア樹脂接着剤)

The result of bond strength of type II in veneers of Keruing grown in Malaya (Urea resin).

一般に塗付量を30gとした場合、20gよりも接着力が向上している。これは1類Pでは明確に認められない傾向であり、接着剤液の性質から考えて材中への浸透と関連があるように思われるが、本試験においては解明するに至っていない。チュテール サールを除いては原木の煮沸処理による効果が認められる。

(3) 2類接着力試験 (ユリア樹脂接着剤)

Fig. 5 から、ユリア樹脂接着剤で接着した2類試験合板接着力 (以下、2類という) はレッド ラワンに比較して平均値において40%以上、30g塗付の場合には100%以上の

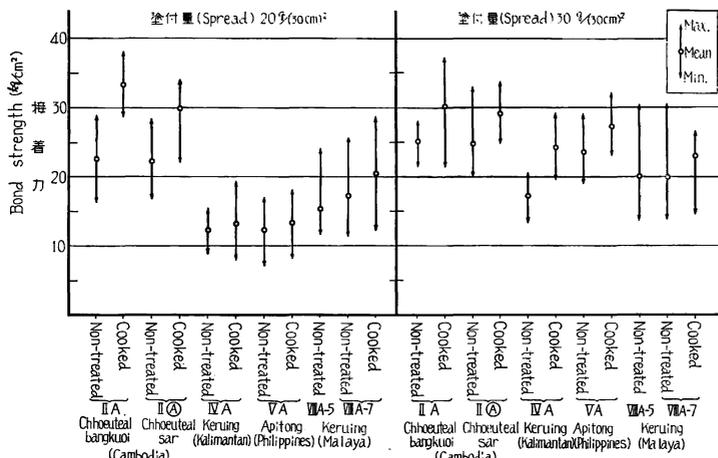


Fig. 6 5グループの Dipterocarpus 属単板の2類接着力試験結果 (ユリア樹脂接着剤)

The result of bond strength of type II in 5 groups veneers of Dipterocarpus spp. (Urea resin).

向上している。原木処理による差は20gの場合にはほとんど見られないが、30gにおいては煮沸単板は生単板よりも25%程度向上している。全体にレッド ラワンよりも高い接着力値を示しているが、十分な配慮をもって接着を行なったにもかかわらずバラツキの範囲が大きく、最低値は10~13 kg/cm²と低い数値であることから、均一で安全な接着をうることはやや困難であろうと思われる。

今までに試験を行ってきた、他の Dipterocarpus 属の材における接着力値を概括した Fig. 4 から、今回のマラヤ産クルイン材単板は比較的接着力値の低いグループに属し、フィリピン産アピトン材およびカリマンタン産クルイン材は高い数値を示している。同属の樹種であっても、生育地によって1類Mにおける接着性に相違のあることが知られる。

に比較して平均値において40%以上、30g塗付の場合には100%以上の数値を示し良好な結果であった。しかし、バラツキの状態は1類Mの場合以上に大きく、30cm平方の面積内においてこのような差異を生ずることは大きな危険性を持つものと考え、実用上注意を要する点であろう。

塗付量の差による接着力値の向上は幾分か認められるが、最低値は10%

強の上昇にとどまっている。塗付量の増大によって部分差を少なくする効果はほとんど認められないが、平均値を 10 % 程度向上させることは可能と思われる。煮沸処理による効果についても同様のことが指摘できよう。

他の *Dipterocarpus* 属の材による試験結果を含めて、概括して Fig. 6 に示す。この結果からは生育地による接着性の相違が 1 類Mの場合よりもさらに強い傾向として認められ、その良否は必ずしも一致していない。1 類Mにおいては中程度に位置するチュテール 2 種が、2 類においては高位を占め、アピトンおよびカリマンタン産クルインが低位となっており、特に 20 g 塗付における差がはなはだしい。塗付量の増加にともなう接着力値の向上も、生育地別によって異なり、チュテール 2 種についてはあまり認められないが、アピトンおよびカリマンタン産クルインは 100% ほどの向上が見られる。煮沸処理による効果は十分に認められ、1 類Mの場合よりも大きく示されている。しかも 1 類Mにおいて、煮沸処理の効果を示さないチュテール サールが、塗付量 20 g の場合に 25 % もの向上を示している。このような結果がいかなる原因によっているかの説明は、さらに実験を重ねる必要があろう。

4. ま と め

マレー産クルイン材の 2 本の原木 (VIII-A-5 および VIII-A-7) からロータリー切削した単板 (VIII-A-5 からは生単板のみ、VIII-A-7 からは生単板および煮沸単板) によって、水溶性フェノール樹脂接着剤、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤およびユリア樹脂接着剤を使用して 1 類 (2 種) および 2 類のクルイン試験合板を作製して単板接着性の検討を行なった。同時に、今までに南洋材単板の接着性試験で取り上げられた多くの樹種のうちから、*Dipterocarpus* 属の材の試験結果を総括して、接着性に関する検討を加えた。

1. マレー産クルイン材の 2 本の原木の間では、単板接着性に大きな差異は認められなかった。
2. 本試験に用いたクルイン単板は、水溶性フェノール樹脂接着剤の 1 類引張剪断接着力試験において、塗付量 (20 g および 30 g) にかかわらず安定した高い接着力を示したが、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 (1 類) およびユリア樹脂接着剤 (2 類) の引張剪断接着力試験では、塗付量を 30 g 程度まで多くする必要があると思われる。
3. 生単板と煮沸単板の接着力 (本試験では VIII-A-7 の原木のみ) を比較すると、いずれの接着剤の場合にも煮沸単板の方が高い接着力を示した。
4. 今までに供試した *Dipterocarpus* 属の 5 グループの材から生産された単板の接着性については、水溶性フェノール樹脂接着剤においてはいずれも良好な結果であり、煮沸単板は生単板に比較して接着力はおおむね向上し、塗付量の差はあまり認められなかった。

メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤およびユリア樹脂接着剤においては、樹種によって接着力値に差異を生じ、良否の傾向は 2 種の接着剤において必ずしも一致していない。一般に原木の煮沸処理による効果ならびに塗付量の増加による効果は認められるが、その程度は樹種によって差が見られた。

文 献

- 1) 木材部：南洋材の性質 7 カリマンタン産クルイン材単板の接着性，林試研報，206，pp. 93～108，(1967)
- 2) ——：南洋材の性質 2 サラワク産メラランチ類木材の合板の接着力，林試研報，190，pp. 178～

- 180, (1966)
- 3) —— : 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, pp. 65~85, (1966)
- 4) —— : 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, pp. 121~132, (1967)
- 5) —— : 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, pp. 187~198, (1968)
- 6) —— : 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, pp. 273~285, (1968)

X. Adhesion Property in Veneers of Keruing Wood grown in Malaya

Masashi YAGISHITA⁽¹⁾ and Hitoshi KARASAWA⁽²⁾

(Résumé)

This examination was conducted to estimate the bond strength of plywood produced by rotary-cut veneers of 2 kinds (VIII A-5 and VIII A-7) of Keruing wood grown in Malaya in comparison with Red lauan plywood. Then, the bond strength test results among the woods of *Dipterocarpus* spp. grown in different countries was discussed.

I. Test materials and test methods

1. Quality of veneers

The thickness of veneer was 1.0mm in all veneers. From the 2 kinds of log VIII A-5 and VIII A-7, non-treated veneers were peeled, and cooked veneers were peeled from another part of VIII A-7 log.

2. Adhesives, glue spreading and pressing

The kinds of adhesives, mixing ratio of glues and pressing conditions are shown in Table 1 and Table 2. The quantities of glue spread were 20 g/(30cm)² and 30 g/(30cm)².

3. Test specimens

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

4. Bond strength test

The bond strength was measured by the cyclic boil test method for type I and the hot and cold soaking test method for type II. These test methods are stipulated in JAS of plywood.

5. Red lauan plywood

Red lauan (*Shorea negrosensis* Foxw.) plywood was used as standard test specimens. The Red lauan plywood was produced by the same method as the Keruing plywood.

II. Result and discussion

The results of bond strength tests are shown in Table 3, Fig. 1, Fig. 3 and Fig. 5. From these results, it seems that the bond strength of Keruing is similar to Red lauan or over that.

(1) Chief, Gluing Unit, Wood Improvement Section, Wood Technology Division.

(2) Gluing Unit, Wood Improvement Section, Wood Technology Division.

Besides, Fig. 2, Fig. 4 and Fig. 6 are shown in comparison with the adhesion properties among the five species in the same genus (*Dipterocarpus* spp.). The bond strength of the four groups excepting Keruing (VIII) have already been described in the previous reports on the Properties of Tropical Woods series (this Bulletin No. 194, 206 and 208).

From Fig. 2, 4 and 6, the following deductions are made. It seems that the bond strength of type I plywood glued by water soluble phenolic resin is successful in each glue spread, but in the case of type I plywood glued by melamine-urea co-condensation resin and type II plywood (urea resin), the bond strength values are unstable. In the latter, consequently, as the bond strength obtained by glue spread $30\text{g}/(30\text{cm})^2$ is higher than that obtained by glue spread $20\text{g}/(30\text{cm})^2$, $30\text{g}/(30\text{cm})^2$ spread is advisable.

XI. マラヤ産クルイン材の塗装適性

川 村 二 郎⁽¹⁾中 村 章⁽²⁾

1. ま え が き

当場木材部が現在行なっている南洋材の材質試験の一環として、クルイン材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、塗装後に種々の欠陥がおこりにくく、しかも塗装効果の持続が望まれる。

塗装性能について考えてみると、塗料は構成因子が複雑であり、なかなか取り扱いにくい。これを単純化して物理化学性の究明ができたとしても、実用にさいしては種々の外力の影響を受けて、塗膜の良否の決定は実験室的には困難である。

また被塗材たる木材をみても、その性質、状態は非常に複雑であり、それゆえ木材塗装の問題はいっそう複雑となる。

以上の理由から実験項目の選定には、シンプルでしかも実用性を考慮して以下の4項目、すなわち、

- (1) 塗装することが困難か否かを見る——塗装作業性試験
- (2) 塗膜の乾燥硬化を阻害する抽出成分を含んでいるかを見る——塗料硬化試験
- (3) 塗膜が木材と付着し、その持続がなされているかを見る——塗膜付着性試験
- (4) 塗膜耐久性をみる——塗膜割れ試験

を塗装適性試験として研究をすすめた。なお、結果の考察にあたって、対照試験体として選定したレッドラワン¹⁾およびすでに調査済みの *Dipterocarpus* 属数種²⁾⁴⁾ と比較検討した。

この実験を進めるにあたり、ご指導を賜った寺沢 真元加工科長、測定に協力して下さった東京農業大学学生大木健吉氏、試片を作製していただいた当部木工室田中辰五郎氏に深謝いたします。

(1) 木材部材質改良科材質改良研究室

(2) 木材部材質改良科長

2. 実験方法

(1) 供試材

マラヤ産クルイン材の学名、原木番号および容積重を Table 1 に示す。なお、比較のために既報の同属の樹種³⁾⁴⁾のものも同表に付記した。

マラヤ産クルインの丸太 (ⅧA-2,3,5) より Fig. 1 のごとく 1.5 cm 厚の板を木取製材後、天然乾燥を1か月間 (12月~1月) おこない、つづいて Fig. 2 のスケジュールで人工乾燥をおこなった。

樹心からの位置により、やに (樹脂状物) の含有量が異なり、そのため容積重にまで影響しているのでその状態を Fig. 3 に示した。

(2) 塗装

塗料硬化試験を除いて他の実験には、次の塗装工程によって塗装した試験片を用いた。

木材の調湿 20°C, R.H. 65% 中に3か月間放置。

素地研摩 # 120 ガーネットサンドペーパーで研摩。

目止め 水性目止剤を塩化ビニリデン布につけて、ていねいに道管内にすり込み充填させ、目止剤が乾ききらないうちに表面に付着している余分のものをふき取る。この操作を2回行った。

下塗り 目止剤乾燥後、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回塗装。

下塗り研摩 # 240 ガーネットサンドペーパーで軽く研摩。

Table 1. 供試材
Wood samples used for paintability test.

一般名 Common name	産地 Growing place	原木番号 Log number	容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity of wood	
			気乾* In air dry	全乾 In oven dry
クルイン Keruing <i>Dipterocarpus</i> spp.	Malaya	ⅧA-2,3,5	0.74-0.88-1.09	0.66-0.78-0.94
レッドラワン Red lauan <i>Shorea negrosensis</i>	Philippines	R	0.54-0.59-0.62	0.47-0.53-0.57
対照試験体 Control				
チュテール バンコイ Chhoeuteal bangkuoi <i>Dipterocarpus insularis</i>	Cambodia	ⅡA-3	0.79-0.84-0.89	0.72-0.77-0.81
チュテール サール Chhoeuteal sar <i>Dipterocarpus alatus</i>	Cambodia	ⅡA-1	0.75-0.77-0.79	0.68-0.70-0.71
クルイン Keruing <i>Dipterocarpus</i> sp.	Kalimantan	ⅣA-2	0.76-0.81-0.85	0.68-0.73-0.76
アピトン Apitong <i>Dipterocarpus grandiflorus</i>	Philippines	V A-4	0.75-0.77-0.81	0.65-0.68-0.70

*: 15% moisture content.

上塗り ニトロセルロースクリヤーラッカー
(関西ペイント製) を吹付圧力 3 kg/cm^2 で2回
塗装。

試験片はすべて片面塗装とした。

使用した目止剤および塗料の組成を Table 2,
塗装工程を Table 3 に示す。

2. 塗装適性試験

(1) 塗装作業性試験

塗装するさい、作業の難易および硬化塗膜の状
態を、3-2 以下の各塗装試験片製作時に調べた。

結果および考察

マラヤ産クルインの場合、ラッカー系ウッドシ
ーラーおよびニトロセルロースラッカー塗装では
作業に支障がなく、塗膜状態もほとんど異常がな
かったが、やにが道管中に多量に存在するような
材ではその部分の塗膜が浮き上がったようになっ

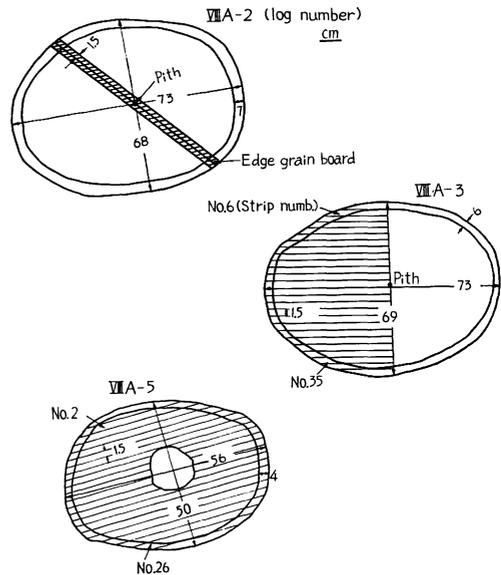


Fig. 1 マラヤ産クルイン材の木取図
Cutting diagram of test specimens from
the logs.

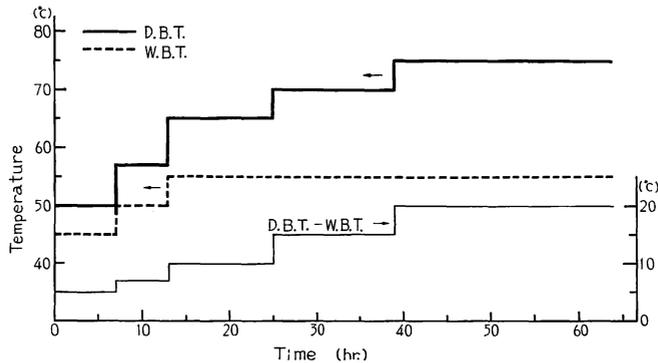


Fig. 2 塗装適性試験に使用したマ
ラヤ産クルイン材の乾燥スケジ
ュール (厚さ1.5cm)
Drying schedule of the Keruing
wood (thickness 1.5 cm)
for paintability test.

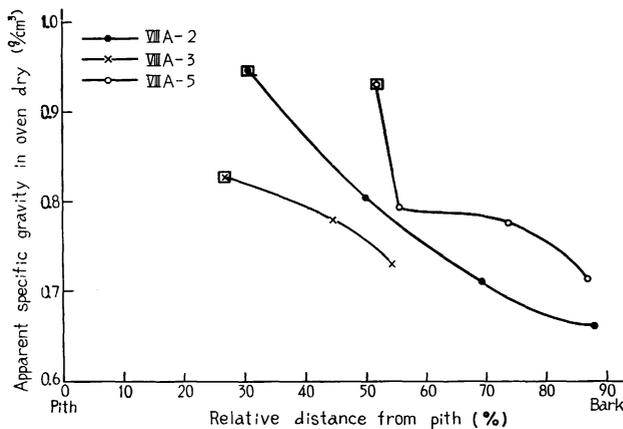


Fig. 3 容積重の丸太内水平分布
Apparent specific gravity in
relation to relative distance
from pith.
Note: □-Rich resinous materi-
al test specimen.

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

塗 装 材 料 Finishing ma- terial	組 成 Formulation (%) by weight	塗 装 材 料 Finishing ma- terial	組 成 Formulation (%) by weight
水性目止剤 Water filler	砥の粉 Tonoko (body) 65 酢酸ビニル樹脂 Vinyl acetate 3 水 Water 23	ニトロセルロース クリアーラ ッカー 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
ウッドシーラー Wood sealer	ニトロセルロース Nitrocellulose 14.0 シェラックワニス Shellac varnish 30.0 可塑剤 Plasticizer 3.0 エステル系溶剤 Esters 15.0 アルコール系溶剤 Alcohols 30.0 芳香族炭化水素系溶剤 Aromatic hydrocarbons 8.0	ラッカーシン ナー Lacquer thin- ner	Esters 25.0 Alcohols 3.0 ケトン系溶剤 Ketones 7.0 Aromatic hydrocarbons 65.0

Table 3. 塗装工程 (塗料硬化試験は除く)

Finishing process used for paintability test (Other finishing process was used for curing test of paint)

塗 装 工 程 Finishing process	塗 装 材 料 Finishing material	備 考 Remark
研 磨 Sanding	# 120 ガーネットサンドペーパー Garnet sand-paper	
目 止 め (2回) Filling (two times)	水性目止剤 Water filler	
下 塗 り (1回)* Under coating (one coat)	ウッドシーラー : ラッカーシンナー : 1/1.2 (by vol.) Wood sealer : Thinner	不揮発分 11.3%** 塗料塗布量 70g/m ² 11.3% non-volatile content, 70g/m ² applied quantity
研 磨 Sanding	# 240 ガーネット サンドペーパー Garnet sand-paper	
上 塗 り (2回)* Top coating (two coats)	ニトロセルロースクリアーラッカー : シンナー : 1/1.2 (by vol.) Nitrocellulose clear lacquer : Thinner	不揮発分 16.6%** 塗料塗布量 240g/m ² 16.6% non-volatile content, 240 g/m ² applied quantity

Note *: 吹付塗装 Spray coating, **: JIS K 5400 82 で測定 Measured with methods of JIS K 5400 82.

Table 4. 不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化試験に使用した塗装工程
Finishing process used for the curing test of paint

塗装工程 Finishing process	塗装材料 Finishing material	組成 Composition	備考 Remark
下塗り Under coating	ポリウレタン樹脂シーラー Polyurethane sealer	ポリウレタン樹脂シーラー/硬化剤: 3/1, シンナー40%, 不揮発分43.0% Polyurethane sealer / Hardner, 3/1, Thinner 40% 43.0% non-volatile content	塗布量 39g/m ² , 吹付塗装 39g/m ² applied quantity, Spray coating
研摩 Sanding	# 240 ガーネット サンドペーパー 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	ポリエステルクリアー / メチルエチルケトンパーオキサイド, 100/1, 5% コバルトナフテネート1% Polyester clear/Methyl Ethyl Ketoneperoxide, 100/1, 5% Cobalt naphthenate	塗装時膜厚 250 μ Film applicator coating, Thickness of wet film 250 μ

た。

ポリウレタン樹脂ウッドシーラーの場合は作業性、塗膜状態とも異常がなかった。

カリマンタン産クルインおよびアピトンのやにの多い材では、ポリウレタン樹脂ウッドシーラーの硬化不良を起こしたが、マラヤ産クルインのやにではこの現象がみられなかった。

やにの多い材は塗装障害をおこしやすいので塗装前にクロロホルムなどの溶剤でふき取るとよい。

(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、硬化反応が材質によって影響を受けやすい欠点をもっている。この硬化障害は木材表面に存在する水分、抽出成分（フェノール性物質など）等²⁾⁶⁾ が塗料の硬化反応（ラジカル重合）を抑制するためである。

この塗料を試験片に塗装し、硬化時間を測定した。

実験方法

試験片 各原木より柀目試験片を2～3枚、大きさ：長さ 25×幅 13×厚さ 1.2(cm)、調湿：20°C, R. H. 65 % 中で4か月間。

塗装 塗装工程および塗料組成を Table 4 に示す。

硬化時間の測定 20 °C, R. H. 75 % 室内で、ドクターブレードを使用し、250 μ 膜厚に塗布し、塗膜に 250 g/cm² の圧力をかけ、傷あとのつかなくなったときを硬化とし、メチルエチルケトンパーオキサイド添加からその時までを硬化時間とした。

結果および考察

実験結果を Table 5 に示す。

なお、比較のために既報の同属の樹種の値も付記した（以下同じあつかいとす）。

マラヤ産クルインの試片は非常にやにの多いものと、少ないものを使用した。やにの多い材は20分程度硬化が遅れた。全体としては対照試験体のレッド ラワンとほぼ同程度の硬化時間を示した。他の Dip-

Table 5. 不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化試験結果
Results of curing test of unsaturated polyester resin paint on wood

一般名 Common name	原木番号 Log number	産地 Growing place	硬化時間 Curing time (hr.)	備考 Remark
クルイン Keruing	VIII A-2	Malaya	2.25	Rad ² ., Heart ³ ., Resinous ⁴ . Sapwood, Rad.
			2.20	
	VIII A-3		2.50	} Rad., Heart., Resinous.
			2.47	
			2.12	
	VIII A-5		2.13	} Rad., Heart.
2.37				
レッドラワン Red lauan	R	Philippines	2.15	Tan ⁴ .
チュテールパンコイ Chhoeuteal bangkuoi	II A-3	Cambodia	1.92	Rad., Heart.
チュテールサル Chhoeuteal sar			1.87	Tan., Heart
II A-1	1.77		Rad., Heart.	
	1.67		Tan., Heart.	
クルイン Keruing	IVA-2	Kalimantan	1.42	Rad., Heart.
アピトン Apitong	VA-4	Philippines	1.43	Rad., Heart.

Note: 20°C, R.H. 75% 250 μ film thickness (wet) 1. Tangential face specimen,
2. Radial face specimen, 3. Heart wood, 4. Resinous specimen.

terocarpus 属樹種よりは 30 分程度硬化時間が多くかかる。

Dipterocarpus 属のやには不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化反応を著しく阻害することもないので、標準的塗装方法で実用上支障がないと考えられる。

(3) 塗膜付着性試験

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

実験方法

A. 基盤目試験

試験片(マラヤ産クルイン) 各原木丸太より柁目試験片を4枚準備し、試験片1枚につき5か所でピーリングを行なった。大きさ:長さ25×幅15×厚さ1.2(cm)。

塗装 Table 3 の塗装工程により塗装後 20°C, R.H. 65% 中に1か月以上調湿後、測定を行なった。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(幅24mm, 日バン製)をはりつけ、急激にはがして、1目の面積のうち半分以上はがれないで残った目を健全なものとして、100個のうち健全なものの数をもって各樹種の付着性を比較した。

B. 乾湿繰り返しによる塗膜はく離試験

試験片(マラヤ産クルイン) 各原木とも板・柁目試験片各10枚、辺材試験片の木取りできるもの

Table 6. 塗膜付着性試験結果 (基盤目試験)
Results of test for resistance of film to peeling

一般名 Common name	原木番号 Log number	産地 Growing place	健全な目の数 Number of re- mained squares Min. Mean Max.	備考 Remark
クルイン Keruing	VIIA-2	Malaya	39-67- 87	Rad.
レッド ラワン Red lauan	R	Philippines	51-82-100	Rad.
クルイン Keruing	VIIA-3	Malaya	47-76-100	Rad.
クルイン Keruing	VIIA-5	Malaya	20-49- 74	Rad.
チュテール バンコイ Chhoeuteal bangkuoi	II A-3	Cambodia	35-57- 77	Rad.
チュテール サール Chhoeuteal sar	II ㊸-1	Cambodia	86-95-100	Rad.
クルイン Keruing	IVA-2	Kalimantan	39-64- 78 29-52- 80	Rad. Tan.
アピトン Apitong	VA-4	Philippines	55-68- 93 44-86-100	Rad. Tan.

Rad. : Radial face specimen, Tan. : Tangential face specimen, Peeling test: Peeled the paint film which was previously cut to 100 squares (1 mm×1 mm) by a razer with a cellophane stick tape.

み同試験片各 5 枚準備した。大きさ: 5
× 5 × 厚さ 1 (cm)。

塗装および調湿は基盤目試験と同じに
した。

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

結果および考察

基盤目試験結果を Table 6, はく離試
験の結果を Fig. 4 に示す。

初期付着性をみる基盤目試験では、対
照試験体のレッド ラワンと比較してや
や悪い付着性を示した。材中のやにの量

が付着性に影響し、その量が多い試片は低い付着性を示し、値のばらつきも多かった。

他の *Dipterocarpus* 属の樹種でもやにの少ないチュテール サールがレッド ラワンより高い付着性を
示したが、他は悪い付着性を示した。

乾湿繰り返しによる塗膜はく離率は木材の膨張収縮と密接に関係する⁴⁾。

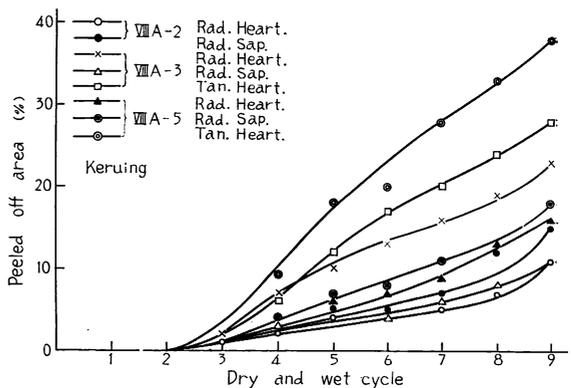


Fig. 4 マラヤ産クルイン材の塗膜はく離
Peeled of area of paint film on wood by accelerated
dry and wet cycle.

Rad. : Radial face test specimen, Tan. : Tangential
face test specimen, Heart. : Heartwood, Sap-
wood.

同一材では板目面の塗膜はく離は柾目面より数倍多い。同一樹種でも原木間で差があり，原木番号 VIIA-2, -3, -5 の順ではく離が多い。

含水率 1%あたりの平均収縮率⁵⁾をみると，原木番号 VIIA-3 の材ではT方向 0.355，R方向 0.243，原木番号 VIIA-5 の材ではT方向 0.366，R方向 0.257 で塗膜はく離率と一致している。

(4) 塗膜割れ試験

塗料および塗装工程を一定にし，塗膜割れの原因を被塗材の影響のみにしぼって材質よりおこる塗膜割れ発生の難易を乾湿繰り返し促進試験法およびコールドチェック法によって調べた。

実験方法

A. 乾湿繰り返し促進試験方法

試験片 塗装および乾湿繰り返し条件は，3-B 乾湿繰り返しによる塗膜はく離試験と同じ。

測定 試験片中央部に繊維方向に直角に長さ 2 cm の線を引き，測定用基準線とした。乾湿繰り返し各サイクルごとに測定基準線を横切る塗膜割れ数を肉眼，10 および 60 倍率顕微鏡で測定した。

B. コールドチェック試験方法

試験片 大きさおよび数量等は 3-B と同じものを準備した。

促進試験条件 20°C，R. H. 95% の室中に 16 時間，70°C 乾燥器中に 4 時間，-20°C 低温そう中に 4 時間を 1 サイクルとし，各サイクルごとに 4-A の測定方法で測定を行なった。

結果および考察

乾湿繰り返し促進試験を 9 サイクル行なったが，どの観察方法でも塗膜割れが発生せず木部自身の割れもほとんど発生しなかった。一方塗膜はく離が相当進行したために測定不能となり，実験を中止した。

カリマンタン産クルインおよびアピトンでは，同サイクル時に 4~5 本 (10 倍率観察) の塗膜割れが発生した⁴⁾。

コールドチェックテストによる塗膜割れ数を Fig. 5 に示す。

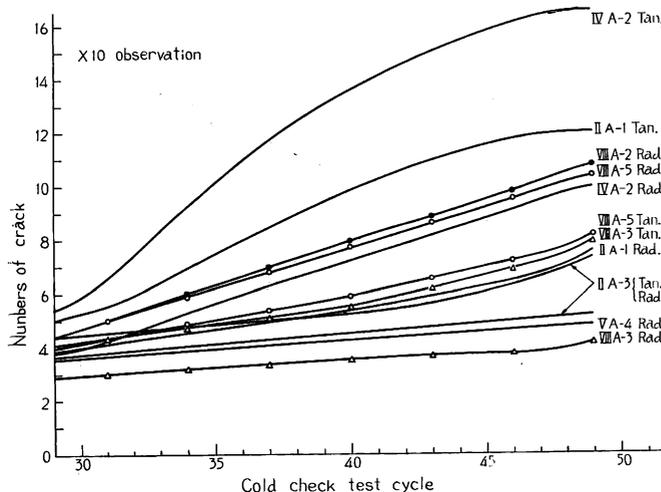


Fig. 5 コールドチェックテストによる塗膜割れ
Paint film cracks on wood by accelerated cold check test.
Log numbers are shown in Table 1, Rad.: Radial face test specimen, Tan.: Tangential face specimen.

同一原木では含水率変化による膨縮量の大きい板目試験片に柾目より多数塗膜割れが発生した。マラヤ産クルイン材では原木間の差は大きい，他の *Dipterocarpus* 属木材と比較してほぼ中位の塗膜割れ数を示した。

4. ま と め

塗装作業性，塗料硬化，塗膜附着性および塗膜割れ各試験結果から，マラヤ産クルイン材の塗装適性は次のように結論される。

ニトロセルロースラッカーおよびポリウレタン樹脂塗料では、塗装作業および塗膜状態もほとんど異常がない。ただし、やにが多い部位は溶剤等でふきとるほうが美観上良い。

不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化を阻害しない。

初期付着性はレッド ラワンよりやや劣り、*Dipterocarpus* 属木材に共通した問題で、特にやにの多い材は劣る。乾湿繰り返しによる塗膜はく離は、木材の含水率変化による膨縮率と正の比例関係がある。

塗膜割れの発生はレッド ラワンに比較して少なく、木材自体の割れも少なかった。

塗膜のはく離および割れは原木間で差が大きい。

マラヤ産クルイン材は標準的塗装方法で実用上支障はないが、やにの多い材の塗装適性は劣る。

文 献

- 1) 江草義正・筒本卓造：ロータリー単板切削について（レッド ラワン），林試木材部資料，39-6，（1964）
- 2) GARDNER, Joseph A. F.: Extractive Chemistry of Wood and Its Influence on Finishing. Official Digest, pp. 698~706, June, (1865).
- 3) 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，pp. 85~104，（1966）
- 4) 川村二郎・中村 章：南洋材の塗装適性試験，林試研報，218，pp. 285~299，（1968）
- 5) 中野達夫・蕪木自輔：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，218，pp. 129~144，（1968）
- 6) SANDERMAN, W., H. H. DIETRICH and M. PUTH: Holz als Roh. und Werk., 18, 2, 63, (1960)

XI. Paintability Test of Keruing Wood (*Dipterocarpus* spp.) grown in Malaya

Jiro KAWAMURA⁽¹⁾ and Akira NAKAMURA⁽²⁾

(Résumé)

As a part of the wood quality tests for tropical woods, the paintability test on the Keruing wood was carried out.

Concerning the painting on their solid wood, workability at painting, curing time of unsaturated polyester resin varnish, paint film adhesion, peeling of paint film and paint film cracks under accelerated weathering condition were studied and compare with those of Red lauan (*Shorea negrosensis*) and a few other *Dipterocarpus* species.

Experimental procedure

Test specimen:

Botanical names, growing places and apparent specific gravities of those species are shown in Table 1.

Finishing materials and process used in this experiment and their components are shown in Tables 2 and 3.

For the curing test of unsaturated polyester resin varnish, another finishing process shown in Table 4 was adopted.

(1) Wood Improvement Unit, Wood Improvement Section, Wood Technology Division.

(2) Chief, Wood improvement Section, Wood Technology Division.

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 time of the unsaturated polyester resin varnish coated on the test specimens was measured in the air-conditioned room at 20°C, R.H. 75 %.

All test specimens were coated with polyurethane wood sealer and with unsaturated polyester resin varnish in 250 μ thickness without filling. Adhesion test of paint film:

Two kinds of peeling test method were carried out. One of them was the crosscut adhesion test. 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 express quantitatively by number of remaining squares. The other was dry and wet cycle test. In this test, peeled off area of paint film on the wood test specimens developed by the accelerated dry and wet cycle test were measured at each cycle within 9 cycles.

One cycle consisted of soaking in water at 25±1°C for two hours and drying at 50±1°C for two hours.

Cracking test of paint film:

Numbers of cracks which occurred on wood test specimens by the accelerated test of dry and wet cycles were measured with the naked eye and multiple projector (×10, 60) along the measurement line (2 cm line drawn perpendicular to grain on the center of the test specimens) at each cycle of the accelerated dry and wet test within nine cycles, and the cold check test (one cycle consisted of wetting at 20°C, R.H. 95 % for sixteen hours, drying at 70±1°C for four hours and freezing at -20±1°C for four hours).

Results

From the results obtained in each experiment, the paintabilities of Keruing wood grown in Malaya are concluded as follows:

1. It seems that Keruing woods grown in Malaya show no adverse effect on the workability in painting nitrocellulosic lacquer and polyurethane resin varnish.
2. There was no difference in curing time of nitrocellulose clear lacquer on those wood surface in comparison with Red lauan.

In the case of unsaturated polyester resin varnish, the curing time on Keruing grown in Malaya showed no difference in comparison with Red lauan in general, but on the resinous test specimens it was about 20 minutes longer than that on the normal test specimens. However, this curing time could be shortened by increasing the curing agents or by giving an additional application of the wood sealer.

Therefore, it was recognized that the species had no particular properties to disturb curing of paint. (See Table 5)

3. Concerning the paint film adhesion on woods, the Keruing woods were inferior to Red lauan in initial adhesion of paint film (cross-cut test). (See Table 6)

The peeling off area of paint film on woods caused by the accelerated dry and wet test increased with increase of the shrinkage and swelling of wood⁴⁾. This area on the flatsawn grain test specimen of Keruing was more than that of edge grain. (See Fig. 4)

4. Concerning the paint film cracks by accelerated dry and wet cycle test, the crack on Keruing wood was not developed within dry and wet 9 cycles, because this film was

peeled off.

In that case by the accelerated cold check test, the paint film cracks on flatsawn grain test specimens developed more than on the edge grain. Concerning the cracks, however, more difference appeared among the logs. (See Fig. 5)

As a conclusion, it can be recognized that the paintability of Keruing grown in Malaya has almost the same paintability as Red lauan for practical use, but it seems likely that the paintability of Keruing wood is inferior with the increasing amount of resinous materials contained in the wood.

III. マラヤ産クルイン材のパルプ化

香 山 彊⁽¹⁾・菊 池 文 彦⁽²⁾
 高 野 勲⁽³⁾・宇 佐 見 国 典⁽⁴⁾
 荻 野 健 彦⁽⁵⁾

この報告はマラヤ産クルイ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。なお、“南洋材の性質”に関する共同研究で、これまで試験を行ってきた樹種のうち、他地区産の同属 (*Dipterocarpus*) の樹種であるカンボジア産チュテール材²⁾、カリマンタン産クルイン材³⁾、およびフィリピン産アピトン材⁴⁾の試験結果との比較検討も行った。なお、本試験を行なうにあたり、木材の化学組成の分析を担当された佐藤安子氏に感謝いたします。

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、漂白パルプの色もどり、未漂白および漂白パルプの諸強度等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²⁾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。

Table 1. 供 試 材
Wood samples

樹 種 Vernacular name	学 名 Species	丸 太 番 号 Log number
クルイン Keruing	<i>Dipterocarpus</i> sp.	VIII A-1
クルイン Keruing	<i>Dipterocarpus lowii</i>	VIII A-5
クルイン Keruing	<i>Dipterocarpus</i> sp.	VIII A-7

2. 結果および考察

2-1. 化学的性質

供試材の化学分析の結果は Table 2 のとおりである。

(1) 林産化学部林産化学第三科パルプ研究室長・農学博士

(2)~(5) 林産化学部林産化学第三科パルプ研究室

Table 2. 供試材の化学組成 (対絶乾木材%)
Chemical components of wood samples

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	リグニン Lignin	
		熱水 Hotwater	アルコール・ベンゼン Et·OH-Benzene	ヘキサン Hexan				
クルイン Keruing	VIIA-1 VIIA-5 VIIA-7	0.71 1.15 0.83	2.0 4.7 2.5	3.2 3.9 1.5	1.8 1.4 0.5	72.7 68.4 77.7	50.8 47.7 55.3	30.6 32.3 25.3
チュテール バンコイ Chhoeuteal bangkuoi	II A	0.39	5.2	5.2	1.6	64.0	43.5	36.4
チュテール サール Chhoeuteal sar	II ㊤	0.91	3.1	2.8	0.9	72.8	48.8	32.8
クルイン Keruing	IVA-1 IVA-4	0.49 1.26	1.5 2.9	3.3 2.3	3.9 1.5	74.6 73.5	54.8 54.3	28.8 28.0
アピトン Apitong	VA-4	1.78	2.3	1.9	—	73.4	52.1	31.1

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.

供試材のホロセルロース, α-セルロース, リグニン含有量は, 個体別にかなり異なった値を示し, VIIA-7 は, ホロセルロース, α-セルロース含有量が高く, リグニン含有量が低く, VIIA-1 はそれぞれ中間的な値を示し, VIIA-5 はホロセルロース, α-セルロース含有量が低く, リグニン含有量が高かった。灰分含有量 (0.1~1.15%) は個体別にあまり大きな変動はなく, 可溶分含有量は, VIIA-5 の熱水可溶分 (4.7%), アルコールベンゼン可溶分 (3.9%) 含有量が他の個体より高く, VIIA-7 は, アルコールベンゼン可溶分, ヘキサン可溶分含有量が特に低かった。

これらの個体は, 解剖学的にはVIIA-5 は *Dipterocarpus lowii* と推定され, 他の供試個体と異なることが報告されているが (材の識別と構造の章参照), 化学組成の点では, 上に述べたように, 供試各個体はそれぞれかなり異なることが認められた。他地区産の同属の樹種との比較では, 今回のマラヤ産クルイン (VIIA-5, およびその他の個体), これまでに試験を行ってきたカンボジア産チュテールバンコイ, チュテールサール, カリマンタン産クルイン (IVA-1, および IVA-4), およびフィリピン産アピトン材は, 解剖学的にそれぞれ異なった樹種であろうと推定されており⁵⁾⁷⁾⁸⁾, 化学組成もおのおの特徴ある値を示している。

Table 3. 供試材繊維の形態的性質
Morphological properties of wood samples

試料 Sample	繊維長(mm) Fibre length	繊維幅(μ) Fibre diameter	細胞膜壁厚(μ) Cell wall thickness	容積密度 Bulk density(g/cm ³)
VIIA-1	1.50	30.2	12.3	—
VIIA-5	1.53	30.2	13.2	0.62
VIIA-7	1.75	26.7	12.1	0.65
IIA-4	1.68	27.1	10.7	0.66
II ㊤-1	1.52	24.3	9.5	0.58
IVA-1	1.72	31.5	13.5	0.68
IVA-4	1.77	30.0	11.6	0.57
VA-4	1.76	29.4	10.8	0.58

2-2. 供試材繊維の形態的性質

供試材繊維の形態的性質は、Table 3 のとおりである。

供試材の繊維長は 1.50~1.75 mm, 繊維幅は 26.7~30.2 μ で, VIII A-7 は他の個体と比較して, 繊維長がやや長く, 繊維幅がやや狭い (繊維長 1.75 mm, 繊維幅 26.7 μ), 細胞壁の厚さは 12.1~13.2 μ で, 個体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 (VIII A-1 の測定値を欠くが, 予備試験の結果では, VIII A-1 と VIII A-7 の容積密度数は, ほぼ同じ数値を示した)。これらの値を他地区産の *Dipterocarpus* 属と比較すると, 繊維長では, VIII A-7 はカンボジア産チュテール パンコイ, カリマンタン産クルイン (IVA-1, および IVA-4), フィリピン産アトピン材とはほぼ同程度であり, VIII A-1 および VIII A-5 は, カンボジア産チュテール サール材とはほぼ同様の値を示している。一方繊維幅は, 繊維長と逆の傾向を示し, VIII A-1 および VIII A-5 は, カリマンタン産クルイン (IVA-1 および IVA-4), フィリピン産アトピン材とはほぼ同様であり, VIII A-7 はカンボジア産チュテール サール材, チュテール パンコイと似かよった値を示した。細胞壁の厚さは, カリマンタン産クルイン材 (IVA-1 および IVA-4) に近く, 膜厚の厚いグループに属するものと考えられる。容積密度数は中程度で, 多くの *Dipterocarpus* 属の樹種についての測定値¹⁾のなかでも大体中間的な値を示していることがうかがわれる [文献 1) において, 容積密度数の範囲は 530~780kg/m³ であり, 600~650kg/m³ を示す樹種が最も多い]。

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 VIII A-7 が最も高く, 以下 VIII A-1, VIII A-5 の順に低くなっている。材のホロセルロース含有量と, パルプ収率との間に正の相関が存在することが知られており²⁾, パルプ収率は供試材のホロセルロース含有量 (Table 2) の多少と, 同様の傾向を示している。ローエ価は VIII A-1 が最も高く, ついで

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), 液比 4:1, 蒸解スケジュール: 最高温度 (170°C) 到達時間 1.5hr, 最高温度保持時間 1.5hr

Pulping condition: sulphidity 25% (based on active alkali), liquor to wood ratio 4:1, schedule: 1.5hr. to 170°C, and 1.5 hr. at 170°C

蒸解番号 Cook No.	試料 Wood samples	活性アルカリ (Na ₂ O として) Active alkali (as Na ₂ O)	収率 Yield %*			ローエ価 Roe number	白色度(未漂白) Brightness (unbleached)
			精選 Screenings	粕 Screenings	全 Total		
1	VIII A-1	16	46.2	0.2	46.4	4.31	17.6
2	VIII A-5	16	43.5	0.2	43.7	3.71	17.8
3	VIII A-7	16	51.7	0.1	51.8	2.82	20.1
4	II A	20	37.9	0	37.9	3.19	12.4
5	II A	18	40.4	0	40.4	4.60	14.6
6	II ④	20	44.3	0	44.3	2.07	15.8
7	IVA-1	16	47.0	0	47.0	2.99	18.3
8	IVA-1	18	46.1	0	46.1	2.67	19.0
9	IVA-4	16	48.4	0	48.4	2.87	18.6
10	IVA-4	18	46.7	0	46.7	2.56	19.4
11	VA-4	16	47.0	0	47.0	3.77	18.6
12	VA-4	18	45.5	0	45.5	2.64	19.4

* 対絶対乾木材 Based on O. D. wood.

Table 5. 漂白パルプの性質
Properties of bleached sulphate pulps

パルプ番号 Pulp No.	収 率		白 色 度 Brightness	PC 価 * PC number
	漂白歩止り Unbleached pulp basis	Yield % 対木材歩止り O.D. wood basis		
1 VIIA-1 B	97.4	45.0	82.6	3.43
2 VIIA-5 B	97.4	42.3	78.4	4.00
3 VIIA-7 B	98.1	50.7	85.8	2.83
4 IIA B	96.4	36.5	82.5	—
5 IIA B	94.7	38.3	85.9	4.17
6 IIA B	98.1	43.5	82.0	—
8 IVA-1 B	99.0	45.6	85.2	2.88
10 IVA-4 B	99.1	46.3	87.0	2.50
12 VA-4 B	93.5	42.5	88.2	2.54

* 文献 1) 参照 See reference 1).

漂白条件 Cl_2 -NaOH- ClO_2 -NaOH- ClO_2

条件の詳細は文献 1) 参照 Bleaching conditions are described in the reference 1).

VIIA-5, VIIA-7 の順に低くなっている。VIIA-1 および VIIA-5 のローエ価は、漂白用パルプとしてはやや高すぎると思われる。未漂白パルプの白色度は 17.6~20.1 で、比較的狭い範囲に分布していた。他地区産の *Dipterocarpus* 属との比較では Table 4 に明らかなように、蒸解条件の異なるデータを含むので、直接的な比較のできない場合も生じたが、パルプ収率では、VIIA-7 はこれまで試験を行ってきた他のどの樹種より高く、最高値を示した。VIIA-1 は、カリマンタン産クルイン(IVA-1 および IVA-4)、フィリピン産アピトン材とほぼ同様であり、VIIA-5 は、やや低い値を示した。ローエ価では、VIIA-7 は、カリマンタン産クルイン(IVA-1 および IVA-4)、カンボジア産チュテール サール材と近似の比較的低い値を示したが、VIIA-1 および VIIA-5 は、カンボジア産チュテール バンコイ、フィリピン産アピトン材と同程度の高い値を示した。未漂白パルプの白色度では、他地区産の *Dipterocarpus* 属は、カンボジア産チュテール バンコイ、チュテール サール材を除いては、大体 20 前後の値を示しているの、供試材パルプもこれらとほぼ同様であることが認められた。

2-4. 漂 白

漂白パルプの性質は、Table 5 のとおりである。

供試パルプの漂白性はあまり良好でなく、VIIA-7 だけが漂白後の白色度 85.8 を示したが、VIIA-1, VIIA-5 の白色度は低く、特に VIIA-5 の場合は、白色度 80 に達していない。また色戻りの程度を示す PC 価も 2.83~4.00 とかなり高く、漂白パルプの白色度の低いものほど高い値を示している。これらの試験結果を他地区の *Dipterocarpus* 属の樹種と比較すると、漂白パルプの白色度は、VIIA-7 はカリマンタン産クルイン材(IVA-1 および IVA-4)と同程度であり、VIIA-1 および VIIA-5 はカンボジア産チュテール材と同様である。また PC 価についても、白色度とほぼ同様の傾向が認められた。従来試験で、退色試験ののちシート上に顕著に認められた多数の樹脂斑点は、今回の供試材パルプにはあまり認められなかった。

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。

供試材パルプは引裂強度が高く、引張り、破裂、耐折強度が低かった。また漂白処理により、これらの

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	比破裂度 Burst factor	比引裂度 Tear factor	耐折度 Folding endur- ance (MIT)	フリーネス Free- ness (CSF)	
未漂白 Unbleached	1 VIIA-1	61.08	0.078	0.78	6.7	3.8	115.3	41	200
	2 VIIA-5	61.44	0.082	0.75	6.9	4.4	134.9	66	225
	3 VIIA-7	61.08	0.079	0.77	7.5	5.1	162.9	300	230
	4 IIA	59.94	0.078	0.77	6.5	3.7	120.1	30	210
	5 IIA	62.95	0.086	0.73	5.9	4.0	117.6	39	205
	6 II(A)	60.41	0.079	0.77	6.8	3.6	127.1	49	205
	7 IVA-1	59.04	0.085	0.69	5.8	2.8	130.6	28	230
	8 IVA-1	57.61	0.080	0.72	5.0	2.5	112.8	16	225
	9 IVA-4	58.11	0.075	0.76	5.7	3.1	118.9	22	210
	10 IVA-4	57.79	0.076	0.76	5.3	3.3	115.2	15	215
	11 VA-4	57.93	0.075	0.77	7.9	5.0	133.1	260	220
	12 VA-4	62.31	0.084	0.74	7.6	2.2	133.0	78	220
漂白 Bleached	1 VIIA-1 B	58.52	0.065	0.90	5.7	2.7	119.6	16	225
	2 VIIA-5 B	60.25	0.074	0.82	6.5	3.7	121.2	37	210
	3 VIIA-7 B	62.03	0.079	0.79	6.3	3.7	154.8	64	230
	4 IIA B	60.02	0.078	0.77	4.4	2.0	108.3	10	210
	5 IIA B	62.81	0.079	0.80	5.3	3.3	110.8	20	205
	6 II(A) B	62.84	0.076	0.83	4.8	2.5	106.9	16	205
	8 IVA-1 B	62.07	0.085	0.73	4.8	2.4	109.9	10	230
	10 IVA-4 B	62.40	0.082	0.76	5.2	2.6	115.9	12	230
	12 VA-4 B	62.53	0.083	0.75	6.2	3.4	122.3	24	230

Table 7. パルプの性質に対する重回帰方程式⁴⁾
Multiple regression equations for pulp properties

パルプの性質 Pulp property	変数 Variable	回帰係数 Coefficient	R ²	標準誤差 Standard error of Y
1. 収率(%) Yield	ホロセルロース Holocellulose	a 6.0582	0.574	2.1704
		b_1 0.5623		
2. ローエ価 Roe number	アルコール・ベンゼン可溶分 Et·OH-Benzene soluble	a -3.2368	0.490	1.0294
	ヘキサン可溶分 Hexan soluble	b_1 0.1224		
	リグニン Lignin	b_2 -0.5030 b_3 0.2438		
3. 白色度 (未漂白) Brightness (unbleached)	ヘキサン可溶分 Hexan soluble	a 60.8648	0.843	2.2951
	リグニン Lignin	b_1 2.4727		
	繊維幅 Fibre diameter	b_2 -1.2074		
	l/D	b_3 -0.6836 b_4 38.0088		
4. 密度 (g/cm ³) Density	灰分 Ash	a 0.9185	0.935	0.0248
	アルコール・ベンゼン可溶分 Et·OH-Benzene soluble	b_1 0.0403		
	リグニン Lignin	b_2 0.0040		
	l/D	b_3 0.0092		
	$2w/l$	b_4 0.2847 b_5 -0.0053		
5. 裂断長 (km) Breaking length	灰分 Ash	a 13.6617	0.655	0.8496
	ヘキサン可溶分 Hexan soluble	b_1 -0.7110		
	$2w/l$	b_2 -0.5312		
	容積密度数 Specific gravity	b_3 0.1527 b_4 -9.0858		
6. 比破裂度 Burst factor	灰分 Ash	a 10.1793	0.595	0.8508
	ヘキサン可溶分 Hexan soluble	b_1 -0.9209		
	$2w/l$	b_2 -0.5196		
	容積密度数 Specific gravity	b_3 0.1699 b_4 -8.0983		
7. 比引裂度 Tear factor	灰分 Ash	a 59.1822	0.462	13.4436
	繊維長 Fibre length	b_1 -9.8403 b_2 50.7177		

繊維長 Fibre length: L , 繊維幅 Fibre diameter: D , ルーメン幅 Lumen width: l ,
細胞膜壁厚 Cell wall thickness: w .

Table 8. パルプの諸性質に対する予測値と実測値との差
Differences between predicted and actual pulp properties

パルプの性質 Pulp property	試料 Sample	予測値(\hat{Y}) Predicted value	実測値(Y) Tested value	$Y - \hat{Y}$	標準誤差 Standard error
1. 収率 (%) Yield	VIII A-1	46.94	46.36	-0.58	2.17
	VIII A-5	44.52	43.66	-0.86	
	VIII A-7	49.76	51.77	2.01	
2. ローエ価 Roe number	VIII A-1	3.69	4.31	0.62	1.03
	VIII A-5	4.40	3.71	-0.69	
	VIII A-7	2.87	2.82	-0.05	
3. 白色度 Brightness	VIII A-1	14.6	17.6	3.0	2.30
	VIII A-5	9.7	17.8	8.1	
	VIII A-7	25.2	20.1	-5.1	
4. 密度 (g/cm ³) Density	VIII A-1	0.71	0.78	0.07	0.025
	VIII A-5	0.68	0.75	0.07	
	VIII A-7	0.70	0.77	0.07	
5. 裂断長 (km) Breaking length	VIII A-1	7.0	6.7	-0.3	0.85
	VIII A-5	7.5	6.9	-0.6	
	VIII A-7	8.4	7.5	-0.9	
6. 比破裂度 Burst factor	VIII A-1	4.1	3.8	-0.3	0.85
	VIII A-5	4.5	4.4	-0.1	
	VIII A-7	5.6	5.1	-0.5	
7. 比引裂度 Tear factor	VIII A-1	128.2	115.3	-12.9	13.44
	VIII A-5	125.5	134.9	9.4	
	VIII A-7	140.0	162.9	22.9	

諸強度はかなりの低下を示した。これはさきに報告した南洋材パルプ²⁾⁶⁾⁸⁾と同一傾向を示し、南洋材パルプ共有の性質と考えられる。Table 6 に明らかなように、供試各パルプの物理的性質を他地区産の同属の樹種と比較すると、VIII A-1 および VIII A-5 のパルプの諸強度は、カンボジア産チュートル材パルプ (II A および II ④) とほぼ同様であり、カリマンタン産クルイン材パルプ (IVA-1 および IVA-4) より高い値を示している。VIII A-7 のパルプの強度は上記のパルプより高く、フィリピン産アビトン材パルプと近似した値を与えている。なお供試材パルプの諸強度は、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⁴⁾よりやや低い値を示している。

2-6. パルプの諸性質の予測

供試材パルプの諸性質の予測を、Table 7 に示されている重回帰方程式に基づいて行なった。

これらの重回帰方程式 ($Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$) は、さきに報告した南洋材 20 種についての、クラフト法によるパルプ化試験結果から計算されたものである⁴⁾。

今回の供試材のパルプ化試験は、さきに行なったパルプ化試験⁴⁾と全く同一の条件を採用しているので、Table 7 の重回帰方程式を適用し、材の化学組成、形態的性質の諸測定値からパルプの諸性質を予測できるはずである。したがって、Table 2, 3 に示されている材の化学組成、形態的性質の実測値を用いて、Table 7 の重回帰方程式により、供試材パルプの諸性質の予測値を計算した。結果は Table 8 のとおりである。

Table 8 に明らかなように、各供試材パルプの諸性質は、パルプの白色度、およびシートの密度の場合には、予測値と実測値との差が、Table 7 に示されている標準誤差を上回っていたが、その他の性質の場合

には、予測値と実測値はかなりよく一致し、両者の差はいずれも標準誤差以下であった。

したがって、材の化学組成、形態的性質の測定値から、重回帰方程式に基づいて、供試パルプの諸性質を、かなりの正確度をもって予測しうることが明らかになった。

3. 摘 要

マラヤ産クルイン材 (ⅧA-1, ⅧA-5, ⅧA-7) 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、化学組成の点では、供試個体はそれぞれかなり異なることが認められた。
- 2) 供試材の繊維長は 1.50~1.75mm, 繊維幅は 26.7~30.2 μ , 細胞壁の厚さは 12.1~13.2 μ であった。材の比重 (容積密度数) は、だいたい似かよった値を示した。
- 3) パルプ化試験の結果、ⅧA-7 はパルプ収率、漂白性、強度的性質ともに南洋材としてはかなり良好な値を示した。一方、ⅧA-1 および ⅧA-5 は、ローエ価が高く、漂白性が悪く、色もどりが大きかった。また強度的性質もこれまで試験を行ってきた南洋材パルプのなかでは、平均値よりやや低い値を示した。
- 4) 供試材パルプの諸性質は、重回帰方程式の適用により、材の化学組成、形態的性質の測定値からかなりの正確度をもって予測しうることが明らかになった。

文 献

- 1) 蕪木自輔・寺沢 真：南洋材の利用適正(2), アビトン類木材—その 1—, 木材工業, 22, pp. 552~556, (1967)
- 2) 香山 疆・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, pp. 163~166, (1967)
- 3) 香山 疆：南洋材のパルプ化, 紙パ技協誌, 22, pp. 175~187, (1968)
- 4) 香山 疆：南洋材の化学組成, 形態的性質とパルプの性質との関係, 紙パ技協誌, 22, pp. 581~590, (1968)
- 5) 小林弥一：南洋材の性質 1, III. カンボジア産材 8 種の構造, 林試研報, 190, pp. 13~31, (1966)
- 6) パルプ研究室：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ァイバーボード製造試験, 林試研報, 207, pp. 165~186, (1967)
- 7) 須川豊伸：南洋材の性質 7, II. カリマンタン産クルイン材の解剖学的性質, 林試研報, 206, pp. 7~16, (1967)
- 8) 須川豊伸：南洋材の性質 10, II. フィリピン産アビトン材の識別と構造, 林試研報, 208, pp. 94~105, (1968)

XII. Kraft Pulping and Papermaking Characteristics of Keruing
Woods grown in Malaya

Tsutomu KAYAMA⁽¹⁾, Fumihiko KIKUCHI⁽²⁾, Isao TAKANO⁽³⁾,
Kuninori USAMI⁽⁴⁾ and Takehiko OGINO⁽⁵⁾

(Résumé)

This paper presents results of experiments on the kraft pulping and papermaking of three logs of Keruing (*Dipterocarpus* spp.) grown in Malaya.

The results are summarized as follows:

- 1) The results of the chemical analysis of the wood samples are given in Table 2. There were considerable variations in main components and extractives.
- 2) Morphological properties of wood fibres of the samples are given in Table 3.

These samples ranged in fibre length from 1.50 to 1.75 mm, in diameter from 26.7 to 30.2 μ , and in cell wall thickness from 12.1 to 13.2 μ . The basic density of the samples was very similar.

- 3) The results of pulping and bleaching tests are shown in Table 4 and 5 respectively. Evaluation data for the unbleached and bleached pulps are shown in Table 6.

The pulp from the sample of VIII A-7 gave relatively high pulp yield, good bleachability, and high strength properties among the pulps from many species of tropical woods. On the other hand, the pulps from the samples of VIII A-1 and VIII A-5 gave relatively high Roe number, poor bleachability, and high color reversion. The strength properties of these two pulps were lower than the average for a number of pulps from many species of tropical woods.

- 4) Prediction of pulp properties of the samples was based on the multiple-regression equations given in Table 7. The results of the prediction are shown in Table 8.

Most pulp properties, excepting folding endurance, should be possible to predict with a high degree of accuracy from a knowledge of the wood and fibre variables.

XIII. マラヤ産クルイン材のハードボード適性試験

長 沢 定 男⁽⁶⁾
佐 野 弥 三 郎⁽⁷⁾

1. ま え が き

マラヤ産クルイン (*Dipterocarpus* spp.) 材7本の丸太についてハードボードの製造試験をおこない、そのボード適性につき検討をおこなったので、その結果を報告する。

-
- (1) Chief, Pulp Unit, Forest Products Chemistry Section III, Forest Products Chemistry division.
Dr.
 - (2) ~ (5) Pulp Unit, Forest Products Chemistry Section III, Forest Products Chemistry Division.
 - (6) 林産化学部林産化学第三科繊維板研究室
 - (7) 林産化学部林産化学第三科繊維板研究室長

2. 供試材とチップ

供試丸太の記号は VIII-A-1～VIII-A-7 の 7 本で、約 5 cm 角に引き割ったのちチップ化した。

チップ化のさいに使用した篩の目は 25mm 角と 7 mm 角で、後者の篩上に残留したチップを原料に供した。

3. 試験方法

パルプ化以下の試験方法はすべて前報 (林試研報第 207 号) と同様におこなった。

4. 試験結果

まず常法にしたがい、供試材の適正蒸煮温度を検討するために、蒸煮温度を 3 段階 (165, 175, 183°C) に分けて蒸煮解繊をおこなったが、パルプの篩分析値およびボード表面の白色度を Table 1 および 2 に示す。

4-1. 蒸煮温度別試験

蒸煮温度の差によるパルプ収率、および材質試験の結果は Fig. 1～6 に示すとおりである。

蒸煮温度の上昇にともなうパルプ収率の減少、およびボード材質が漸次良好となる点は、他の南洋材とほぼ類似した結果を示したが、これら 7 供試材の抽出物 (Table 3 参照, 抽出成分研究室分析結果) を検討した結果、ヘキサン抽出物の差異等から 3 試料, VIII-A-1 (抽出量の多いもの), VIII-A-5 (抽出量の中間的なもの), VIII-A-7 (抽出量の少ないもの) をえらび、これらにつき一般的なサイズ処理等をほどこすこととし、次の実験をおこなった。

4-2. サイズ試験 1

蒸煮温度 183°C (10 kg/cm²) で蒸煮解繊したパルプをもちいてパラフィンエマルジョンサイズ剤の添加試験をおこなった。

すなわち、ボード成型時にパラフィンエマルジョンを所要パルプ量 (絶乾 200 g) に対し、0.3, 0.6, 0.9 % と 3 段階に変えて添加し、同時に強度の低下を防止することを目的として、フェノールレジン 0.3% 一律に添加し、硫酸バンドで pH を 4.5±0.2 に調製したのち成型、熱圧および熱処理をほどこして材質試験に供した。

その結果は Fig. 7～8 に示す。

4-3. サイズ試験 2

上記と同様のパルプを使用して水溶性フェノールレジン 0.3, 0.6, 0.9% 添加し、同時にパラフィンエマルジョンを定量 (0.3%) 添加し、硫酸バンドで pH 調製をおこなったのち熱圧し試験板を得た。

このフェノールレジンサイズ試験の結果は Fig. 9～10 に示すとおりである。

4-4. 油処理試験

サイズ処理試験に用いたものと同じパルプを使用して製板し、熱圧後のボードにアマニ油の添加量を 3, 6, 9 % の 3 段階に変えて噴霧し、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材質試験に供した。

Table 1. 篩 分 析 結 果
Results of screen analysis

メッシュ Mesh		~24	24~48	48~80	80~150	150~
丸太記号および解繊温度 Mark of logs and defibrating temp.						
VIII A-1	165	10.3	42.2	15.1	5.8	26.6
	175	15.6	45.9	14.2	4.8	19.8
	183	14.4	44.7	20.7	7.4	12.8
VIII A-2	165	14.2	48.1	13.4	4.2	20.1
	175	12.2	46.5	11.8	6.1	23.4
	183	14.4	47.8	12.2	4.0	21.6
VIII A-3	165	14.0	44.9	14.1	4.8	22.2
	175	13.3	47.1	12.2	5.1	22.3
	183	13.3	48.1	13.3	4.8	20.5
VIII A-4	165	14.4	47.2	15.2	5.6	17.6
	175	15.1	46.9	14.8	5.6	17.6
	183	14.8	48.1	19.2	5.2	12.7
VIII A-5	165	13.1	44.4	18.3	5.9	18.3
	175	11.0	41.0	20.0	5.5	21.5
	183	14.8	44.6	20.1	7.2	13.3
VIII A-6	165	15.1	48.7	13.8	6.2	16.2
	175	14.9	46.8	18.2	5.5	14.6
	183	14.3	46.8	20.1	4.1	14.7
VIII A-7	165	13.1	41.1	21.8	5.5	18.5
	175	19.4	45.7	12.3	5.0	17.6
	183	19.3	45.4	15.1	6.8	13.4

Table 2. 白 色 度*
Brightness of fiber board

一 般 名 Common name	丸 太 記 号 Mark of logs	白 色 度 Brightness		
		蒸 煮 温 度 (°C) Cooking temp.		
		165	175	183
クルイン Keruing	VIII A-1	24.8	22.1	17.6
	VIII A-2	25.0	23.0	18.0
	VIII A-3	23.5	22.0	20.1
	VIII A-4	27.2	21.8	19.4
	VIII A-5	24.1	23.2	20.0
	VIII A-6	25.4	22.2	20.2
	VIII A-7	24.4	21.9	19.5

* Determined by Hunter's multipurpose reflect meter.

Table 3. 供 試 木 の 抽 出 物
Extractives in logs

抽出溶媒 Solvents	へキサン Hexan	エーテル Ether	アセトン Acetone	メタノール Methanol	計 Total
丸太記号 Mark of logs					
VIII A-1	1.84	0.49	0.70	1.64	4.67
VIII A-2	1.27	0.22	1.09	2.10	4.68
VIII A-3	1.76	0.30	1.18	1.63	4.87
VIII A-4	0.82	0.23	0.74	1.66	3.45
VIII A-5	1.42	0.39	1.54	3.12	6.47
VIII A-6	1.34	0.35	0.77	1.68	4.14
VIII A-7	0.48	0.19	0.50	1.71	2.88

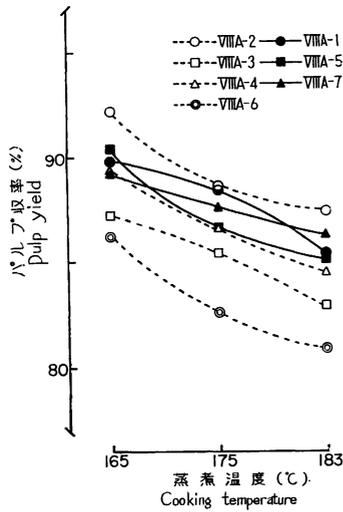


Fig. 1 蒸煮温度とパルプ収率との関係
The pulp yield versus the cooking temperature.

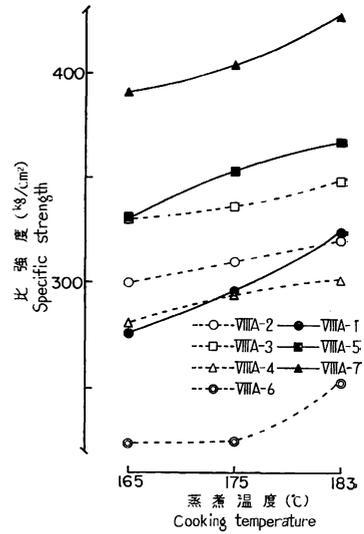


Fig. 2 蒸煮温度と比強度との関係
The specific bending strength versus the cooking temperature.

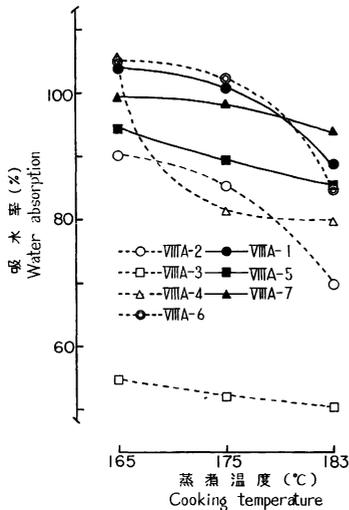


Fig. 3 蒸煮温度と吸水率との関係
The water absorption versus the cooking temperature.

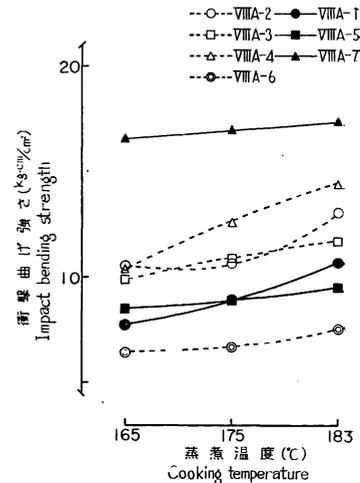


Fig. 4 蒸煮温度と衝撃曲げ強さとの関係
The impact bending strength versus the cooking temperature.

5. 考 察

以前おこなった、カリマンタン産のクルイン材を原料としたハードボード適性試験(林試研報第207号)の際、原料チップの含水率測定のため乾燥(温度105°C)をおこなうと、チップ表面の色調がいちじるしく退色し、また解繊時のパルプに、はなはだしい粘着性を感じたことをのべたが、本試験にもちいたマラヤ産クルイン材の場合にはそのような現象は全くみられなかった。

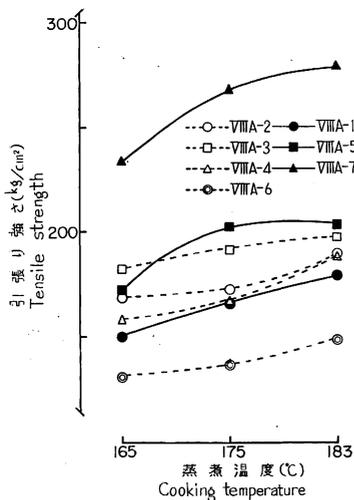


Fig. 5 蒸煮温度と引張り強さとの関係
The tensile strength versus the cooking temperature.

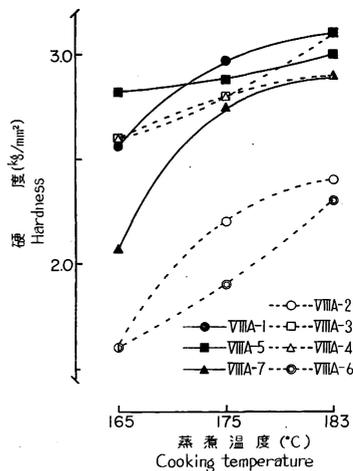


Fig. 6 蒸煮温度と硬度との関係
The hardness versus the cooking temperature.

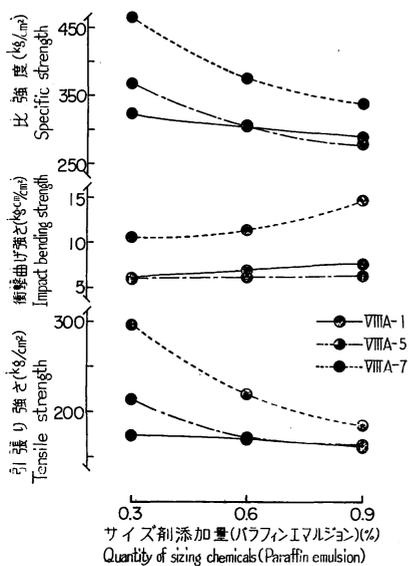


Fig. 7 パラフィン添加量とボード強度との関係
The strength of board versus the quantity of paraffin emulsion added.

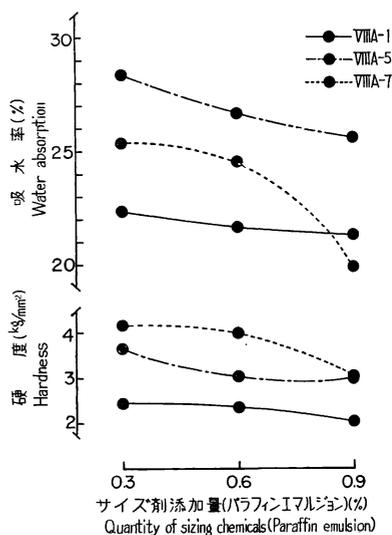


Fig. 8 パラフィン添加量とボード硬度および吸水率との関係
The hardness and water absorption of board versus the quantity of paraffin emulsion added.

Table 3 に示したように、この試験材は VMA-7 をのぞき、アルコール、ベンゼンあるいはヘキサン抽出量が比較的多いことがみとめられているが、高温高圧下で蒸煮解繊がおこなわれたためか、ボード表面に汚染はあらわれなかった。

VMA-2 材のパルプ収率は非常に高く、スギ等の針葉樹材に匹敵する高収率を示し、またその他の材も、

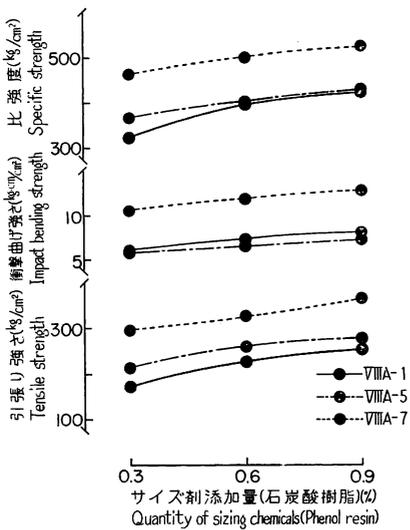


Fig. 9 フェノールレジン添加量とボード強度との関係
The strength of board versus the quantity of phenolic resin added.

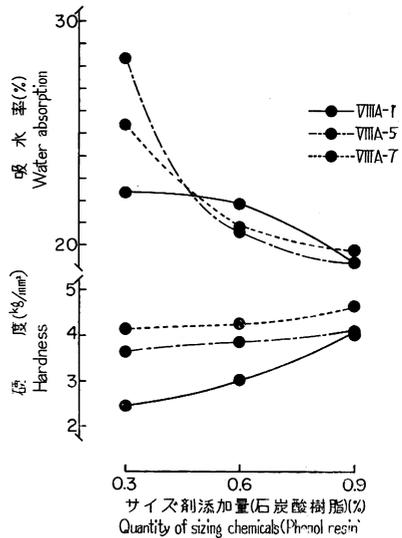


Fig. 10 フェノールレジン添加量とボード硬度および吸水率との関係
The hardness and water absorption of board versus the quantity of phenolic resin added.

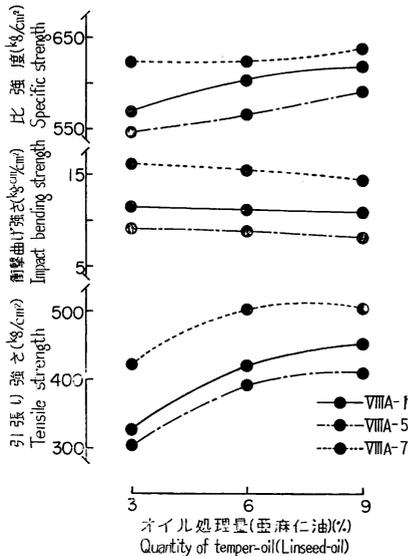


Fig. 11 亜麻仁油添加量とボード強度との関係
The strength of board versus the quantity of linseed oil added in tempering.

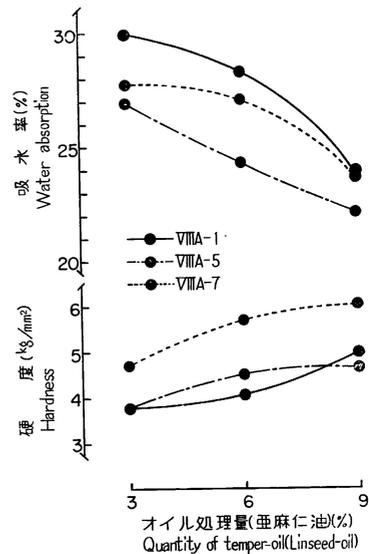


Fig. 12 亜麻仁油添加量とボード硬度および吸水率との関係
The hardness and water absorption of board versus the quantity of linseed oil added in tempering.

邦産の広葉樹材（とくにブナ，ナラ）の収率よりやや高い値を示した。

材質試験の結果は Fig. 2 に見られるように VMA-7 の材が非常に良い結果を示し、蒸煮温度 175°C 以上で処理したパルプをもちいて製造したボードの曲げ強さは、400 kg/cm² 以上の良質な板を得られる

ことが判明した。

この材のパルプの繊維長は他の材に比較して割合に長く、さらに膜厚も薄い（パルプ研究室分析結果第 221 号 176 ページより）ことがこのような良い結果をもたらした大きな原因なのではないかと推察され、その他の強度（引張り強さ、衝撃曲げ強さ）でもおおむね似た傾向を示していることも、上記のような繊維形態的性質が大きく影響しているものと思われる。

吸水試験の結果では、無サイズのため吸水率が比較的高い値を示したことは当然であるが、邦産広葉樹材（ブナ、ナラ等の無サイズボードの吸水率はほぼ 100～120 %）よりもやや良い値が得られた。なかでもⅧA-3材を原料としたボードの耐水性は非常に良好であり、含有樹脂分等も他の材と比較してそれほど多くなく、なぜ吸水性の低い良質のボードが得られたかは今後の究明にまたなければならぬ。

ファイバーボードでは一般に耐水性の向上をはかるため、パラフィンエマルジョンの添加がおこなわれているが、このパラフィンエマルジョン単独では強度に悪影響をあたえ、おおむね 20～30 % 程度の強度低下をきたすため、その強度補強を目的としてフェノールレジンとの混用がおこなわれる。

今回の実験の結果、パラフィンエマルジョンの添加量が増加することにより、強度的性質は若干低下したがフェノールレジン併用の効果は顕著にあらわれ、曲げ強さは無サイズの場合よりもやや向上し、とくに耐水性ではⅧA-5をのぞき他の2材のボードはJIS規格（吸水率 25 % 以下）に合格しうる値を示した。

衝撃曲げ強さはフェノールレジンの併用が逆にややもろさを加える結果となり、全般的に低下がみとめられた。

引張り強さの場合は多少の強度増加がみとめられた程度にとどまった。

フェノールレジンの添加量を増加し、同時にパラフィンエマルジョンを混合使用した場合の強度への効果はいちじるしくあらわれ、フェノールレジン 0.6 % 以上の添加がおこなわれれば、JIS 規格に規定されている曲げ強さ（S 350 kg/cm² 以上）に十分適合しうるボードを製造できることが明らかとなった。

吸水率の点においてもフェノールレジン（パラフィンエマルジョン併用）0.6 % 以上の添加では、かえって材質が若干低下（ぜい弱性が加わり靱性がうしなわれる）すると推察され、加えてボードコストにも大きな影響をあたえるものと思われる。

また油処理ではその効果が大きくあらわれ、特に曲げ強さと引張り強さが顕著な向上を示し、曲げ強さではアマニ油 3 % 程度の添加でも、JIS 規格（T 450 kg/cm² 以上）をはるかにしのぐ高い値を示し、本邦産の針葉樹材（スギ、ヒノキ等）の油処理板にも匹敵しうる良い結果が得られた。

吸水率はパラフィンエマルジョンおよびフェノールレジン添加ボードの場合よりも、やや高い程度で、アマニ油単独使用の場合は 9 % 以上の処理が必要と思われる、工業的には問題であろう。

したがって、パラフィン、フェノールレジン等サイズ剤との併用がのぞましい。

衝撃曲げ強さでは他の処理と比べて、ほとんど、そんな結果を示したが、油の添加量の増加により靱性がしだいにうしなわれる傾向を示した。

また全般的に篩分析の結果と材質との関連性は認められず、白色度試験の結果からは一般材と同様に、蒸煮温度の上昇によりボードが暗黒色になっていく傾向がみとめられた。

以上の試験結果から、マラヤ産クルイン材はハードボード原料として比較的良好な材であると判定しうるが、とくにⅧA-7の材は強度的にも耐水的（サイズ処理を前提として）にもすぐれた原料であり、そ

の原因は繊維の成分のおよび形態的特性（繊維の細胞膜厚が他よりも比較的薄く、繊維長がきわめて長い、ヘキサソおよびエーテル抽出物がきわめて少ない等）によるものと推察される。

ただし、他の南洋材と同様にサイズ処理、熱処理、油処理等のいわゆる一般的な処理は絶対不可欠であり、このような処理が完全におこなわれれば水準以上の良質のハードボードをうることができる。

6. 摘 要

本報告はマラヤ産クルイン材（フタバガキ科）の7本について、ボードの製造実験をおこない、その適性について検討した。

これらの結果を要約すれば次のとおりである。

1. 本材を原料としたハードボードの材質には大きな特性はみとめられないが、機械的な材質は本邦産のブナ、ナラ等の広葉樹材に類似し、耐水性はそれらの材よりやや良い結果を示した。
2. しかし工業的に用いる場合には、一般的な耐水処理（サイズ処理、熱処理あるいは油処理）が必要である。
3. カリマンタン産のクルイン材よりもやや低い材質を示したが、ボード原料としては適材であるといえよう。

文 献

- 1) 香山 豊：南洋材の化学組成、形態的性質とパルプ性質との関係、紙パ技協誌, 22, 11, pp. 37~46, (1968)
- 2) 北原覚一・丸山憲一郎：ファイバーボード・パーティクルボード, 森北出版, 334 pp., (1962)
- 3) 守屋正夫：木材繊維の形態的性質と紙の性質について、紙パ技協誌, 21, 3, pp. 123~144, (1967)
- 4) 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)
- 5) 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, pp. 171~186, (1967)

XIII. Quality Test on the Manufacturing Hardboard of Keruing Woods grown in Malaya

Sadao NAGASAWA⁽¹⁾ and Yasaburô SANO⁽²⁾

(Résumé)

This paper presents the results of the experiment on hardboard production from tropical wood species. The wood samples used are seven logs of Keruing (*Dipterocarpus* spp.) grown in Malaya.

The results obtained are summarized as follows:

- 1) The boards from tested tropical woods have similar mechanical properties to those

(1) Fiberboard Unit, Forest Products Chemistry Section III, Forest Products Chemistry Division.
(2) Chief, Fiberboard Unit, Forest Products Chemistry Section III, Forest Products Chemistry Division.

from Japanese oak or beech woods, but the former gives boards with better water repellency than the latter.

2) However, the further treatments such as sizing, heat treatment or oil tempering might be necessary to improve their water resistance for commercial usages.

3) In general, it can be said that Keruing used in this investigation is technically suitable as raw material for hardboard production; but the qualities of board from these Keruing logs are comparatively less favourable than those prepared from Keruing in Kalimantan.