

南洋材の性質 4

北ボルネオ産カプール材の性質 (1)

The Properties of Tropical Woods. 4
Studies on the utilization of the Kapur woods
(*Dryobalanops* spp.) grown in North Borneo. (1)

Wood Technology Division

木 材 部

目 次

I. 緒 言	寺 沢 真	40
II. 北ボルネオ産カプール材の識別と構造	小 林 弥 一	44
III. 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	中野達夫・蕪木自輔	61
IV. 北ボルネオ産カプール材の強度的性質	近藤孝一・山井良三郎	74
V. 北ボルネオ産カプール材の乾燥スケジュール	寺沢 真・佐藤庄一	88
VI. 北ボルネオ産カプール材の回転鉋における被削性試験	星 通	101
VII. 北ボルネオ産カプール材の単板切削	江 草 義 正	110
VIII. 北ボルネオ産カプール材単板の接着性	柳 下 正・嵯峨途利	121
IX. 北ボルネオ産カプール材の塗装適性試験	川村二郎・中 村 章	132
X. 北ボルネオ産カプール材の耐朽性試験	松岡昭四郎・庄司要作	151

CONTENTS

I. Introduction	Shin TERAZAWA	40
II. Identification and anatomy of Kapur woods grown in North Borneo (Sabah).	Yaichi KOBAYASHI	44
III. Density and shrinkage of Kapur woods grown in North Borneo.	Tatsuo NAKANO and Jisuke KABURAGI	61
IV. Mechanical properties of Kapur woods grown in North Borneo.	kôichi KONDô and Ryôzaburô YAMAI	74
V. Drying schedules of Kapur woods grown in North Borneo.	Shin TERAZAWA and Shôichi SATô	88
VI. Cutting properties of Kapur woods grown in North Borneo by rotating knife.	Tooru HOSHI	101
VII. Rotary veneer cutting of Kapur woods grown in North Borneo.	Yoshimasa EGUSA	110
VIII. Adhesion faculty in veneers of Kapur woods grown in North Borneo.	Masashi YAGISHITA and Michitoshi SAGA	121
IX. Paintability test of Kapur woods grown in North Borneo.	Jirô KAWAMURA and Akira NAKAMURA	132
X. Relative durability of Kapur woods grown in North Borneo.	Shôshiro MATSUOKA and Yôsaku SHôJI	151

I. 緒 言

寺 沢 真⁽¹⁾

カプールは輸入南洋材のうち、ラワン、メランチ類に次ぎ主要な樹種で、アビトン類とともに構造用材、床板、合板等に利用されている。材は大径通直で比較的安価なため、とくに合板用材として注目され、単板接着の熱圧に際しての厚さ減りが少ないことから、合板のコアー材料として用いられている。プレーナーの仕上げ面も良好で、板材としての利用も有望である。しかし、この材の欠点として材がやや硬く、割れやすいため、人工乾燥に際しては表面割れが生じやすく、ロータリー切削が困難で、裏割れが多く、連続式ドライヤーによって乾燥する際、切断しやすい、また竜腦のような特殊成分を含有しているためか、水溶性フェノール樹脂接着剤に対し十分の接着強度が得られない等の短所を有し、特に合板製造に

Table 1. カプール原木の中央直径 (長さ 4 m)

丸 太 番 号	直 径 (cm)
Ⅲ A— 1	45~49
Ⅲ A— 2	58~62
Ⅲ A— 3	59~63
Ⅲ A— 4	72
Ⅲ A— 5	84
Ⅲ A— 6	92

あたり種々の問題がおこりやすい。このような問題解決のために、今回木材部の共同研究として、カプール材について基礎および利用面からみた加工技術にいたるまでの総合試験を、「南洋材の性質に関する木材部共同研究」の一つとして取り上げたいである。

今回供試した原木は北ボルネオ産の材でサンダカン港から積み出し、昭和40年2月23日に大阪港に着いたものである。

供試丸太本数は6本で長さ約4 m、径級は Table 1 のごとくである。

原木丸太Ⅲ A—1、Ⅲ A—2、Ⅲ A—3は直径が細いので、そのまま玉切って各試験に供し、Ⅲ A—4、Ⅲ A—5、Ⅲ A—6は直径が太いので、Fig. 1~3 のようにあらかじめ長尺のまま製材し試験に供した。

各試験に供した板番号および供試材の細部については各試験項目の所に記載してあるが、概略を Table 2 に示す。

供試原木の樹種名は、現在の段階では解剖学的に確認が困難で、産地および材

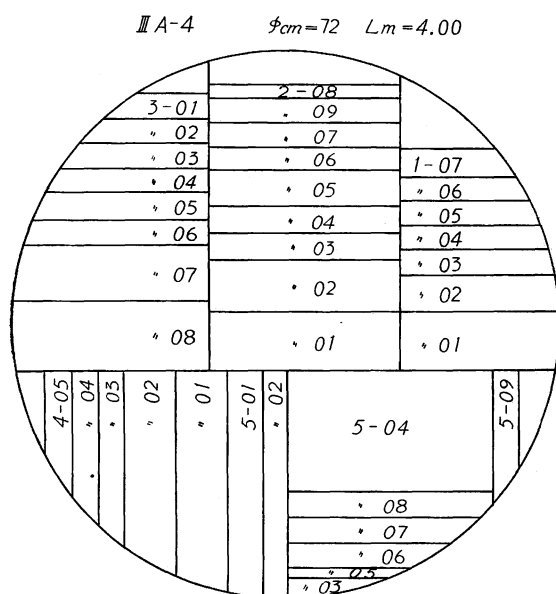


Fig. 1 Ⅲ A—4 丸太の木取図

(1) 木材部加工科長・農学博士

の特徴から丸太番号ⅢA—3は
Dryobalanops beccarii でその
他は *D. lanceolata* ではないかと
推定された。

供試原木のごく一般的な性質
については Table 3 に示すと
おりで、文献によるカプールの材
の中庸な値を示している。強度
的性質としては、せん断強さが
圧縮強さに比し小さいことや、
縦圧縮強さをヤング係数で除し
た値がきわめて小さいことなど
のほかに、異方性がかなりつよ
いことが指摘される。

こうした性質がカプールのほ
かの樹種と比較して割れやす
く、単板切削の裏割れを多くし、
板材乾燥を困難にしているの
ではないかと考えられる。

丸太の性状は通直正円で
外観上はきわめて良好であ
るが、丸太を新しく玉切っ
た際、木口部が星型に割れ
やすい、はなはだしい繊維
のよれはないが、外周部の
板目板はかなり狂いやす
い。プレーナーの仕上げ面
は良好である。パンキー部
は少ないようであるが、今
回の原木にはピンホールが
比較的多かった。

今回試験結果を報告しな
かった製材、単板乾燥およ
び板材接合に関しては別途
報告する予定であるが、こ
れらについて現在判明して
いる結果の概要は次のとお

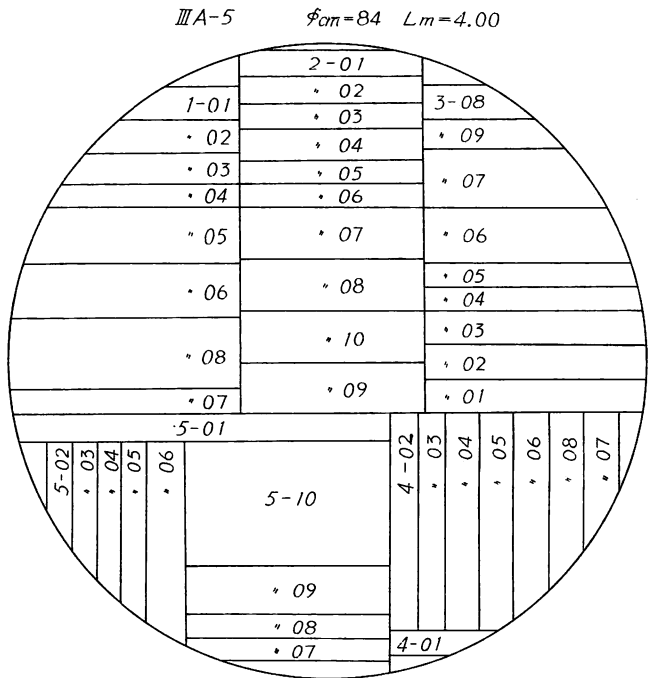


Fig. 2 ⅢA—5 丸太の木取図

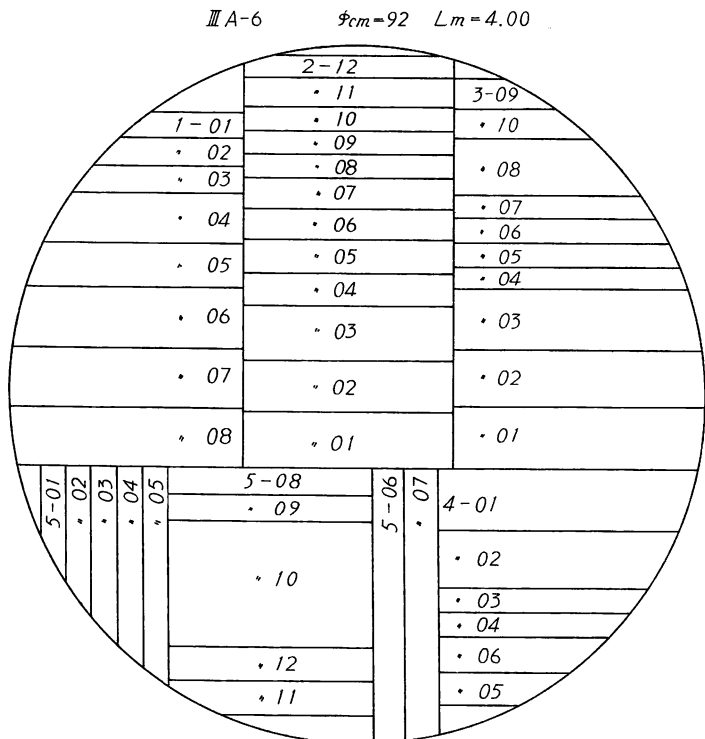


Fig. 3 ⅢA—6 丸太の木取図

Table 2. 各試験項目に供した原木とその木取り

原木番号	試 験 内 容 と 木 取 り
ⅢA—1	短く玉切って組織、物理、強度、乾燥、プレーナー切削、ロータリー切削試験に供し、ロータリー切削した単板は、さらに単板乾燥、単板接着、合板の塗装試験に供する。
ⅢA—2	短く玉切って組織、物理、強度、乾燥、プレーナー切削、塗装、ロータリー切削試験に供し、さらにロータリー切削した単板は単板乾燥、単板接着、合板の塗装試験に供する。
ⅢA—3	短く玉切って組織、物理、強度、プレーナー切削、挽板接着、ロータリー切削試験に供し、さらにロータリー切削した単板は単板接着試験に供する。
ⅢA—4	Fig. 1 のように一括製材し、組織、物理、強度、製材、乾燥、プレーナー切削、挽板接着、防腐試験に供する。
ⅢA—5	Fig. 2 のように一括製材し、組織、物理、強度、製材、挽板接着、防腐試験に供する。
ⅢA—6	Fig. 3 のように一括製材し、組織、物理、強度、製材、プレーナー切削、挽板接着、防腐試験に供する。

Table 3. 供試木の性質（供試丸太6本）

試 験 項 目	範 囲	平 均
全 乾 容 積 重 g/cm^3	0.54 ~ 0.68	0.62
全 乾 収 縮 率 %	接 線 方 向	9.45 ~ 11.46
	半 径 方 向	3.26 ~ 5.15
静 的 曲 げ 強 さ kg/cm^2	956~1,194	1,074
縦 圧 縮 強 さ kg/cm^2	514~ 584	555
縦 引 張 り 強 さ kg/cm^2	1,023~1,799	1,426
柁 目 面 せん断強さ kg/cm^2	100~ 115	109

りである。

単板乾燥に関しては、カプールと同程度の容積重の材の乾燥時間とほぼ同一で、1 mm厚のレッド ラワン単板が4分で乾燥するとした場合カプールは約5分を要する。連続ドライヤーに関しては裂断が多く、機械の送り調整を精度よくする必要がある。また板材接着に関しては、レゾルシノール、フェノール（アルコール可溶性）、ユリア、酢酸ビニール（エマルジョン）樹脂接着剤およびカゼイン接着剤を用い ASTM D 805 によるブロックせん断試験および、ASTM D 1101 による乾湿繰返しはく離試験等を行なったが、ユリア樹脂接着剤を除き、接着力、木部破断率とも同程度の容積重の材とくらべ、一般にいわゆるに特に低くはなかった。

ユリア樹脂接着剤に対する接着状況もレッド ラワンおよびホワイト ラワンと同等と判定されたが、カプールと同じ容積重をもつ他樹種よりはわずかに劣るようである。一般にユリア樹脂接着剤による接着状況は木部破断率が100%近くなり、カプールの場合は材そのもののせん断強度の弱さが試験結果にあらわれたためと考えられる。

なお、本文中に各部門別に記載する試験結果のうち、利用試験に関するものについての概略は次のとおりである。

板材の乾燥はかなり割れやすくしかも困難で1吋材を対象としたスケジュールは乾燥初期46°C、乾湿球温度差2.5°C、含水率10%までの乾燥日数は約17日を要する。また中間蒸煮を行なうとよい。

プレーナーによる切削は、その仕上げ面も良好で、細胞中に含まれているシリカの結晶は一般にいわれるほど切削の障害とならないようである。

塗装に関しては、老化による塗装割れが生じやすい。またポリエステル塗料を用いた場合レッド ラワンより硬化時間がおくれる。

ロータリー切削は、裏割れが生じやすく困難であるが1 mm単板を切削する際、刃口距離を送り厚さと同じ程度とし、90°C以上の温度で煮沸処理し、刃物角20°くらい、逃角40~50°くらいで切削すれば、裏割れの非常に少ない単板が得られる。

単板の接着力は1類接着力、とくに水溶性フェノール樹脂接着剤については明らかに悪い結果が出ているが、2類接着力については、一般にしばしば問題がおこるような接着不良はこの実験結果からは考えられないようである。

このような結果は先に述べた板材接着の試験結果と矛盾するように考えられるが、板材接着で使用するフェノール樹脂接着剤は、アルコール可溶性で、単板のものは水溶性で両者の硬化温度も異なっており、さらに試験方法も前者が繊維と平行ばりのせん断強度であるのに対し、後者は互に繊維が直交している時のものであるから結果が相違することは当然と考えられる。

カプールの接着に当たってはカプールの種類、接着剤および単板の品質等を他の樹種より厳密に考える必要があろう。

耐朽性については、野外試験が終了していないので明確な結論を出せないが、J I Sによる試験法では重量減が少なく、オオウズラタケに対しては変化がなく、カワラタケによる重量減少がやや認められた。この点日本産樹種がオオウズラタケによる重量減少の多いことと比較し、特徴的である。

いままでの文献記載ではカプール材は野外試験の結果が悪くなっているの、今後の試験結果をまつ必要がある。

6本の供試原木についての材質的差異や、加工的性質との関係は次のとおりであるが、この試験においてはすべての加工的試験をおのおのの丸太について行なっておらず、特定の数本の丸太につき分散的に行ったため、あまり明確な結果が出ていない。

6本の丸太のうち最も容積重の低いものは、ⅢA—4の0.54 g/cm³で、かたさ、収縮率、強度的性質などすべて小さく示されている。その他の丸太の間ではあまり差異がなく、ⅢA—1がやや高く0.68 g/cm³を示し、強度的性質も高く示されている。また、ⅢA—4は樹幹内での収縮率の分布状態が中心から周辺に向かって水平的で、他の5本の丸太とは異なっている。

収縮率につき接線方向/半径方向の比はⅢA—2が2.1で最小、ⅢA—4が2.9で最大を示し、その他は2.2~2.5の範囲である。

また、ⅢA—1、ⅢA—2、ⅢA—3の3本の丸太について共通的な試験をしたロータリー切削、プレーナー切削、単板接着の結果をみると、ⅢA—3が単板接着でよい値を示し、ⅢA—2はロータリー切削でよい単板が切削でき、プレーナー切削では3者にあまり差異が認められていないようであった。この1から3までの3本の丸太について材質的な差としては先に述べたようにⅢA—1が最も容積重が高く、加工的性質が他の2本より劣ることは想像される。またⅢA—2のロータリー切削に際して裏割れが少ない単

板が得られた理由の一つとしては、生材の横引張り最大比例変形度 (σ_T/E_T) が大きいことがあげられる。

ⅢA—3の丸太は、他の2本とくらべ、圧縮比例限度の半径方向の値がやや高い値を示した程度で、加工の性質との結びつきは発見できなかった。

板材の乾燥試験はⅢA—1、ⅢA—2、ⅢA—4について行なったが、ⅢA—1、ⅢA—2では、前者が割れやすく、ⅢA—4はきわめて乾燥容易な材であった。

フェノール樹脂接着剤と関係した問題では、カプール材の成分にフェノール樹脂の硬化を阻害する物質が含まれていることが塗装試験からも考えられ、カプール材利用上の大きな問題と考えられる。

今回供試した6本の試験材は、厳密に見るとかなり相互に異なっているようであるが、利用の見地からみると、ⅢA—4をのぞきほぼ同一な性質を持っているといえる。また材質は一般にかなり割れやすいが、この原因を決定的にうらづける材質試験の結果は今回の試験内容の範囲からは発見できず、単に容積重、収縮率がやや高く、破壊時における最大変形量がやや小さい等のことしか現在の段階ではいえないようである。今後、組織構造と変形の関係や、処理条件をかえた引張りクリープ試験などを行なえば、何らかの手がかりは得られるようになるものと考えられる。また、さらに材質的にみた樹種間での偏差や樹幹内での差異などは、その利用対象により感じられる結果が異なるもので、おのおのの加工部門での要因の分析が並行して行なわれないと共通的な問題として材料試験の結果とむすびつけて論ずることが困難であるが、今後この共同研究も採材位置などを統一化し問題解決を急ぐ予定でいる。

本研究を推進するにあたり、種々配慮ならびにご協力いただいた木材部長はじめ製材研究室、応用研究室および木工室所属の方々に深謝する。

なお、本研究の原木管理者は江草義正である。

Ⅱ．北ボルネオ産カプール材の識別と構造

小 林 弥 一⁽¹⁾

1. ま え が き

カプール材の共同研究として、組織研究室が担当した事項は、各供試木の組織構造的性質について観察調査し、その厳密なる樹種名を鑑定するとともに、この成果を記載して、いまだ究明不十分と認められるカプールの各樹種 (*Dryobalanops* spp.) 相互間における木材識別に関する検討資料を提供しようとするにある。また、その成果が、同一供試木を用いて行なっている他の共同研究の実験結果について、種々検討を加えるに役だつ基礎的資料ともなれば幸いと考えるものである。

この報告の取りまとめにあたり、種々協力して下さった当組織研究室の緒方 健技官ならびに須川豊伸技官に対し、心からお礼を申しあげる。

2. カプールについての文献による資料

(1) カプールの樹種と分布

カプール材を生産する *Dryobalanops* 属は、フタバガキ科 (Dipterocarpaceae) に所属する比較的小さ

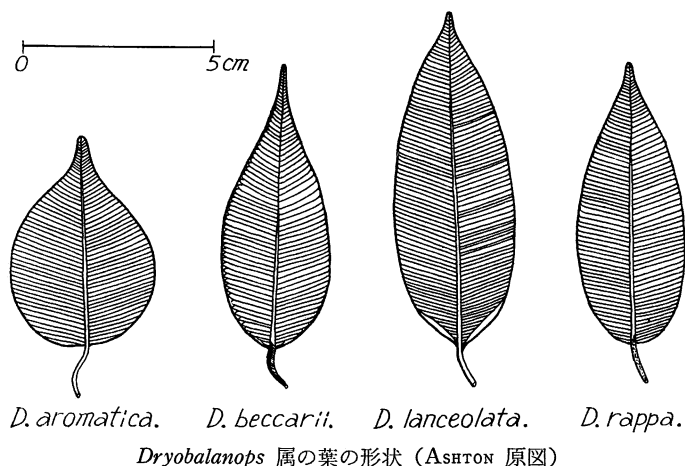
(1) 木材部材料科組織研究室長

な属である。今までに 18 種が記載されているが、しだいに整理されて最近の文献によればほぼその半数ほどしかあげられていない。すなわち, ASHTON¹³⁾ は 7 種を, WOOD ら¹⁴⁾ は 10 種を認めているにすぎない。

しかしながら, *Dryobalanops* 属は植物学的にはきわめてはっきりしたグループで, とくに次の葉の形状図のごとく多数の平行脈によって特徴づけられる葉は, 一見してこの属をフタバガキ科の他の属から区別している。

また, 材や葉には樟脳に類似した芳香を有する成分 (α -ボルネオール) が含まれていて, 別名 Borneo camphorwood の名称にふさわしく, 顕著な特徴となっている。

Dryobalanops 属の樹種の分布区域は明確にされており, 次の地図の点線で囲んだ範囲内にあるマレー半島, スマトラ島およびボルネオ島に限られている。ただし, フィリッピンにも南部の島にごくわずかに分布しているという。



また, 一般的と考えられる樹種名と産地およびその地方での呼び名との関係を示せば, 次表のとおりである。

すなわちマレー半島とスマトラ島には, *D. aromatica* と *D. oblongifolia* の 2 種のみを産するが, ボルネオ島にはこの 2 種を含む全樹種を産する。フィリッピン島のしょにいかなる樹種が分布するか明らかでないが, 利用の対象になるほどのものではないといわれている。

種 類	産 地	マレー半島	スマトラ島	ボルネオ島				
				サラワク	ブル ネイ	北ボル (サ)	ネオ (バ)	カリマンタン
<i>Dryobalanops abnormis</i> V. Sl.						?		+(Kapur kelansau)
<i>D. aromatica</i> GAERTN. f.	+	+	+	+	+	+	+	
	(Kapur)	(Kapur singkal)	(Kapur peringgi)	(〃)	(Kapur biasa)			
<i>D. beccarii</i> DYER			+	+	+	+	+	+
			(Kapur bukit)	(〃)	(Kapur merah)			
<i>D. fusca</i> V. Sl.			+					
			(?)					
<i>D. keithii</i> SYM.						+		+
						(Kapur gumpait)*1		(Kalampait)
<i>D. lanceolata</i> BURCK.			+	+	+	+	+	+
			(Kapur paji)	(〃)	(〃)			(Kapur sintok)*2
<i>D. oblongifolia</i> DYER	+	+	+	+				
	(Keladan)	(Kapur petanang)	(Kapur empedu)					
<i>D. rappa</i> BECC.			+	+	+	+	+	+
			(Kapur paya)	(〃)	(Kapur merah)			(?)

() 内は原産地方における一般的呼び名。

*1 北ボルネオでは *D. keithii* を *D. beccarii* と同様に Kapur merah として記載している文献⁷⁾ もある。

*2 カリマンタン森林調査報告¹²⁾ の中では Kapur tanduk と記載されている。また、同報告中に Kapur sintok としてあげている *D. oocarpa* V. Sl. の学名の樹種は、ASHROX¹⁾ によれば *D. beccarii* DYER と同一種である。

この属の樹木はいずれもよく類似した常緑の大高木で、通直で完満な円柱状の樹幹を構成する。根張り
は小さいか、または中庸である。北ボルネオには *D. lanceolata* を主に、5 種類を産する。これらの樹種は
海拔高およそ 60~460 m の地位によく分布し、*D. rappa* を除いては、一般に排水のよい土壌を好んで生
育している。*D. rappa* は雨期にはときどき浸水するような低湿地に見いだされ、材質的に多少劣るといわ
れている。北ボルネオでは東部海岸林における蓄積の 3.5% がカプールによって占められているという。

(2) カプール材の一般的性質

辺・心材の区別は明りょう。心材は淡赤褐色ないし赤褐色で、しだいに暗色を帯びてくる。新鮮な材面
では *D. keithii* を除いて樟脳類似の芳香を有する。この香気は WOOD ら¹⁴⁾ によれば、*D. aromatica* >
D. beccarii > *D. lanceolata* > *D. rappa* の順に強いという。ただし、時日を経ると消滅するものが多い。
よく鉋削した木口面では、同心円弧状に配列する淡色の帯状柔組織中に、白色の樹脂様物質を含んで 1 列
に並列している垂直細胞間道が認められる。しかし、この樹脂は材面に浸出ししない。材は比較的重硬で、
肌目はやや粗、木理はおおむね通直であるが、ときどきわずかに交錯あるいは交走する。一般的の欠点
はないが、ただときに小さいピンホールが存在が認められる。屋内の用途では十分耐久性があるが、水や地
面に接してはあまり耐朽性はなく、ときどき乾腐を生ずる。防腐剤の注入は比較的难度とされている。

放射組織中に顕著なシリカの結晶を有するため、製材は困難と考えられるが、マンガシノロ材に比しは
るかに容易であるという。

3. 供試材と観察方法

樹種鑑定を行なった供試材は巻頭緒言の Table 1 に示した 6 本の剥皮丸太である。しかし、そのうち
Ⅲ A—4、Ⅲ A—5 および Ⅲ A—6 の 3 本の丸太は大径木のため、すでに陸揚地で大割りされて到着した
関係から、木材の組織構造的性質に関する変異性の検討を兼ねる一貫した試験は行なわなかった。

木材の組織構造的性質のうち、肉眼的性質については前例⁸⁾ にならい、各供試材から辺、心両材部を含

めた厚さ 5 cm, 幅 15 cm, 長さ 25 cm ほどの柁目材面を幅とするブック型材鑑を作製して観察した。また, 顕微鏡的構造の観察資料としてはⅢA—1, ⅢA—2, ⅢA—3 の各供試木について, それぞれ厚さ 3 cm ほどの円板をとり, その円板の最大および最小直径の測定値から求めた平均半径値に相当する部位を選んで, 髓心部から樹皮部までを含む幅 2.0 cm ほどの材を採取, 髓心部を a として, そこから放射方向にアルファベット順に各 5 cm 間隔に記号を付し, その点から樹皮側に向かって約 1.5 cm にわたる部位で 1.5 cm³ のブロックを採取したが, その中からとりあえず a, d および g 部位の各 3 個のブロックを選んで, 常法によって検鏡標本を作製して観察した。ただし, ⅢA—1 の資料は半径 22 cm ほどしかなく g 部位のブロックは採取不可能で, 辺材に属する 20 cm (e) 部位のものを参考までにとりあげて供試資料に加えた。また, ⅢA—4, ⅢA—5, ⅢA—6 については, 上記の理由から, 辺材部に近い心材部を選んで上記 3 者の g 部よりもさらに樹齢を重ねた部位と考えられるものを選んで同様のブロックを採取して検鏡標本を作製した。さらに, 上記のブロックからマッチ軸木程度の細片を若干個とり, これにシュルツ液によるマセレーションを施し, 繊維長などを観測した。

4. 試 験 結 果

(1) 供試材の解剖学的性質の比較

各供試木の解剖学的性質の差異を検討するにあたり, 参考文献を通覧したが, マレー半島に産する *D. aromatica* および *D. oblongifolia* 材についての Desch⁴⁾ によるもの以外あまり参考となるものはなく, 一般にカプール類木材は製材以後の識別が困難とされている。

当研究室に収集保管されている材鑑によれば, 管孔の直径においては *D. rappa* が格別小さく, また放射組織の形態的性質においても各樹種間かなりの差異が認められた。よって, これらの特徴に普遍性が存在するならば識別拠点として活用できると考えられるので, 各供試木間における変異性やさらにはⅢA—1, ⅢA—2, ⅢA—3 の供試材を用い, 髓心部から樹皮部にいたる樹齢的過程の変異性に関しても観察調査した。

その結果のおもな点は Table 1, 2 および Fig. 1~15 に示すとおりである。以下, 検討した事項別に記載する。

(i) 材の構成要素の割合

供試木ⅢA—1—d, ⅢA—2—d および ⅢA—3—d について観測した結果は Table 1 に示したごとくである。

Table 1. 木材の構成要素率
Constructive proportion of wood elements (%).

供 試 資 料 Materials for the measurement	道 管 Vessel	繊維状仮道管 (周囲仮道管) を含む Fibre tracheid (Vasicentric tracheid included)	軸方向柔組織 Axial parenchyma	放 射 組 織 Ray	垂直細胞間道 Vertical intercellular canal
ⅢA—1—d	32.9	41.6	8.1	16.8	0.6
ⅢA—2—d	30.5	44.8	9.8	14.6	0.3
ⅢA—3—d	24.3	47.1	11.3	17.2	0.1

Table 2-1. 解剖学的
Anatomical

供試資料 Materials observed	道 管 Vessel							周圍仮道管 Vasicentric tracheid	
	放射方向の直径 Radial diameter (μ)			接線方向の直径 Tangential diameter (μ)			管孔の 分布数 Pore num- ber/mm ²	長 さ Length (μ)	直 径 Diameter (μ)
	最 小	最 大	平 均	最 小	最 大	平 均			
	Min.	Max.	Av.	Min.	Max.	Av.			
Ⅲ A-1-a	50	170	107	70	180	123	19~58	450~ 950	20~35
—1-d	140	370	270	140	300	223	4~ 8	470~1,100	26~44
—1-e	90	350	262	100	280	210	5~ 9	520~1,350	20~56
Ⅲ A-2-a	40	150	103	30	130	91	14~53	370~ 650	20~39
—2-d	120	330	246	110	270	207	5~11	440~1,200	22~45
—2-g	60	330	252	60	250	192	5~11	470~1,000	20~43
Ⅲ A-3-a	30	180	106	30	160	85	19~73	340~1,190	17~34
—3-d	100	330	241	80	300	213	4~ 9	550~1,250	23~42
—3-g	70	380	274	70	280	194	6~11	670~1,230	19~50
Ⅲ A-4	90	360	266	100	320	224	6~ 9	760~1,220	23~54
Ⅲ A-5	120	310	238	110	270	197	4~ 9	660~1,280	22~52
Ⅲ A-6	80	390	299	70	310	224	5~ 8	640~1,100	24~50

Ⅲ A-1, Ⅲ A-2, …… : 各供試木別の記号 The sign of each sample wood.

a : 髓心部付近を示す The part near pith.

d : 髓心よりおよそ 15~16.5 cm 隔たった部位を示す The part 15~16.5 cm from the pith.

e : " 20~21.5 cm " " 20~21.5 cm "

g : " 30~31.5 cm " " 30~31.5 cm "

Table 2-2. 解剖学的
Anatomical

供試資料 Materials observed	放 射 組 織 Ray						
	単 列 放 射 組 織 Uniseriate ray				多 列 放 射 組 織 Multiseriate ray		
	構 成 細 胞 の 種 類 Kind of cells				細胞幅 Cells wide	高 さ	
	細胞高 Cells height	直立と平伏細胞 U.C. & P.C.*	直立細胞のみ U.C. only	平伏細胞のみ P.C. only		Cells height	Height (μ)
Ⅲ A-1-a	1~21	+	+	—	2~3	8~ 63	280~1,860
1-d	1~23	+	+	—	2~5(6)	9~ 91	290~2,440
1-e	1~21	+	+	—	2~5	8~ 76	200~2,080
Ⅲ A-2-a	1~15	+	+	—	2~3	7~ 58	220~1,450
2-d	1~18	+	+	—	2~5	7~ 38	210~ 810
2-g	1~19	+	+	—	2~6	6~ 63	170~1,650
Ⅲ A-3-a	1~21	+	+	—	2~4	9~ 50	210~1,110
3-d	1~28	+	+	—	2~5	12~109	350~2,740
3-g	1~22	+	+	—	2~6	11~ 84	300~2,150
Ⅲ A-4	1~20	+	+	—	2~7	8~ 66	300~1,700
Ⅲ A-5	1~24	+	+	—	2~7	7~ 58	170~1,450
Ⅲ A-6	1~25	+	+	—	2~6	7~ 96	220~2,630

* U.C. : Upright cell; P.C. : Procumbent cell.

これらは、髓心部より、放射方向におよそ 15~16.5 cm 隔たった部位、すなわち、すでに成熟材部と考えられる位置のもので、樹高方向に対しては不明な資料ではあるが、表の示している割合は、ほぼ一般

性質一覽表
characters.

纖維長 Length of fibre tracheid (μ)			軸方向柔組織 Axial parenchyma							
最小 Min.	最大 Max.	平均 Av.	周圍 Vasicentric parenchyma	翼狀 Aliform parenchyma	連合翼狀 Confluent parenchyma	帽狀 Unilaterally Paratracheal parenchyma	帶狀 Banded parenchyma	短接線狀 Diffuse-in-aggregates parenchyma	散在 Diffuse parenchyma	結晶細胞 Crystalliferous cell
780	2,010	1,421	+	(+)	+	+	+	+	+	—
1,110	2,580	1,869	+	(+)	—	+	+	+	+	+
1,020	2,800	1,807	+	(+)	—	+	+	+	+	+
560	1,640	1,160	+	(+)	+	+	+	+	+	—
960	2,340	1,650	+	(+)	—	+	+	+	+	—
1,020	2,100	1,632	+	(+)	—	+	+	+	+	+
940	1,880	1,378	+	(+)	+	+	+	+	+	—
1,140	2,370	1,803	+	(+)	—	+	+	+	+	+
1,200	2,540	1,780	+	—	—	+	+	+	+	+
1,080	2,440	1,800	+	—	(+)	+	+	+	+	+
900	2,420	1,640	+	—	(+)	+	+	+	+	+
1,040	2,520	1,730	+	—	—	+	+	+	+	+

+: 存在 Present

—: 不存在 Absent

(+): 不整型のものが存在 Present, but not typical.

性質一覽表
characters (continued).

シリカの結晶の直径 Diameter of silica crystals (μ)	垂直細胞間道 Vertical intercellular canal					
	放射方向の直径 Radial diameter			接線方向の直径 Tangential diameter		
	最小 Min. (μ)	最大 Max. (μ)	平均 Av. (μ)	最小 Min. (μ)	最大 Max. (μ)	平均 Av. (μ)
13~20	35	83	55	44	92	66
13~21	43	115	76	50	163	96
12~20	58	120	87	45	155	94
6~10	35	92	55	30	104	52
9~15	40	95	66	45	163	81
10~19	44	99	71	32	154	78
6~12	40	153	80	38	138	70
10~20	45	105	70	40	130	76
10~21	35	129	75	42	124	79
9~15	37	104	69	32	140	78
12~21	40	100	65	55	130	79
9~21	30	97	72	25	74	54

的とみなされる値で、特異な構成割合よりなる樹材ではない。しかし、各供試材間には多少の差異が認められ、ⅢA—2—d は放射組織を除いてはほぼ他の2者の中間的数値を示している。また、ⅢA—1—d と

ⅢA—3—d 間では、とくに道管要素のしめる割合に比較的大きな差異がみられるが、その差異は、基礎組織をなしている繊維状仮道管と軸方向柔組織の占める差異によって相殺されている。

(ii) 道 管

Table 2 および Fig. 1~6 にみられるとおりで、管孔の直径においては、各供試木とも髓心部付近のものが格別小さく、その最小値はとくに ⅢA—2—a および ⅢA—3—a では 30μ の値を示している。この数値は管孔のもっとも小さい有用材と目される本邦産のツゲ (*Buxus* spp.) 材の管孔径にも匹敵するものである。また、その平均値においては、放射方向径で他の部位のもののほぼ $2/5$ 、接線方向径ではおよそその $1/2$ の値を示している。しかし、d 部と g 部ではほとんど較差は認められない。管孔の形状については、いずれの部分においても楕円類似形のものが多く、このことは放射方向と接線方向の直径の測定値からも認められ、Fig. 1~6 をみれば一目りょう然である。

管孔の分布数については、髓心部が格別大であるが、d と g の間では直径と同様の傾向で決定的な差異は認められない。

(iii) 仮道管

周囲仮道管は、繊維長、すなわち、繊維状仮道管の長さを測定した検鏡標本中に出現したものだけについての測定結果を示したもので、測定数も少なく、不十分な資料である。しかし、しいて検討すれば、やはり髓心部付近のものはその長さも直径もわずかながら小さいように観察される。また、繊維長は、各 300 本ずつ測定したもので、その結果は Table 2 に示されているとおりである。測定値から推定して、一般の広葉樹材の繊維長と大差ないものといえる。各部位別の数値を比較してみると、やはり髓心部付近 (a) が小さい点は一般的であるが、d 部と g 部間では、すでに差異は認められない。

(iv) 軸方向柔組織

Dryobalanops 属の軸方向柔組織はあまり顕著ではない。当組織研究室保管の材鑑については、各樹種間にある程度の差異があり比較的良好に発達しているものとして *D. lanceolata* や *D. beccarii*、不顕著なものとして *D. aromatica* があげられる。これは樹種の相違によるものか、個体間ないしは個体内変異に基づくものかは明らかでない。各供試資料についての観察結果を記せば、おおむねつぎのとおりである。

Table 2 に示されているように、いずれの供試材においても、種々の柔組織からなっているが、a 部を除いては周囲柔組織や帽状柔組織が主で、かつ、不整の形状を呈するものが多い。a 部はその他の部位のものに比べ、柔組織の発達ははなはだすぐれ、とくに連合翼状柔組織の出現が著しく、さらに、短接線状柔組織の出現もかなり顕著である。連合翼状柔組織はⅢA—4 およびⅢA—5 にわずかに不整状のものが見られたが d 部や g 部にはほとんど認められないもので、両者間には相当大きい変異が認められる。垂直細胞間道を内包する帯状柔組織は、いずれの供試資料にも存在したが、格別に高い出現頻度のものとはいえない。結晶細胞の出現は、*D. lanceolata* および *D. rappa* の材鑑より作製した検鏡標本によって認められた特徴であるが、供試材の個体別についてはいずれにもその存在が確認された。しかし、資料の部位別にみれば、共通的な特徴ではなく、髓心部付近の a 部では全く認められず、また ⅢA—2d にも確認されなかった。さらに、結晶細胞の形状や配列型もまちまちで、種々の変異性をともなっているように観察される。

(v) 放射組織

放射組織の一般的性質について大まかな類別法によれば各供試資料とも同一型の放射組織をもつもの

で、たとえば KRIBS の分類法にしたがえば、便宜上、単列放射組織を別として、おおむね異性Ⅱ型であり、ときとして異性Ⅰ型が混在するものといえる。

しかしながら、これを詳細にわたって検討すれば、以下に記するように各供試資料間にかんがりの変異性が認められる。

まず、単列放射組織についてみるに、平伏と直立の両細胞からなるものが比較的多い。しかし、髓心部に近づくほど直立細胞のみからなるものの割合が増加し、遠ざかるにしたがってその逆の傾向がみられる。すなわち、g 部やⅢA—4、ⅢA—5 およびⅢA—6 などの資料では、その辺縁細胞すら直立か平伏か板目面では判定困難なようなものが増加する。細胞高においては大きな差はないものと観察される。

つぎに、多列放射組織についてみるに、Table 2 に示した測定値からも判定されるように、細胞幅は髓心部付近を最小として、樹皮側に移行するにしたがって漸増する性質が認められる。

すなわち、a 部では最大細胞幅 3(4) であるが、d 部では 5(6) 細胞幅となり g 部では 6 細胞幅に達し、さらに g 部より樹皮側に近い資料(ⅢA—4、ⅢA—5、ⅢA—6)では 6~7 細胞幅と最高値を示している。この関係はまた写真中にもよく認められる。細胞高については、細胞幅ほど顕著でなく、測定値からは一部例外も認められるが、一般的にはやはり、髓心部付近が最小で樹皮側に移行するに従って増大する傾向を示しているとみられる。ただし、放射組織の幅においても、高さにおいても、その増加の停止期やあるいは減退現象を生ずる関係条件も当然考えられる。この測定資料においてもその傾向は、幅より高さの中により早く出現しているようであって、ⅢA—1 およびⅢA—3 の多列放射組織の高さの最大値関係から類推される現象であり、また、Fig. 10 と Fig. 12 との写真からも観察されることである。

放射組織の細胞内こう中に含まれるシリカの結晶についてみるに、髓心部付近において最小の直径値を示し、その出現もまた不顕著である。ただし、ⅢA—1 においては、ほとんど部分的な差異はみられなかった。

(vi) 垂直細胞間道

垂直細胞間道については、各供試資料から作製した検鏡標本を用い、その木口面における放射方向ならびに接線方向の直径を測定した。わずか 1 枚の検鏡標本上に同心円弧状に、1 列あるいは 2(3) 列をなして配列された個々につき、エピセリウムを含めての測定例である。資料によっては外傷によるものと認められるのはなほ大径のものも出現した。Table 2 中にみられるとおり、放射方向の直径より接線方向の直径の方が大きいのが一般的である。ⅢA—1—a およびⅢA—3—a とⅢA—6 の資料においては平均値においても逆関係を示して特異である。しかし、一般的なものの中にも、ときどき混在しているもので、周囲に存在する構成要素によって左右されたもののよう考察される。

(vii) 髓 心

髓心の横断面の形状は菱形に近い楕円形を呈する。

Fig. 1 および Fig. 2 を一見し、まず、髓心の柔組織中に存在する大きな垂直細胞間道に注目させられる。前者には 1 個、後者には前者よりずっと小さいものが 2 個、比較的接近した位置を占めている。この差異がいかなる性質に結びつくか、いまだ明らかでないが、同一材料でも部位により、この関係が全く相反することがあるため、直ちに樹種の相違につながるものとは考えられない。

(2) 供試材の構造

供試丸太 6 本は先に述べたように大略類似しており、多少の差異はあってもこれを適確に区別する学問

的うらづけがないので、6本の供試木のうち最も一般的と感ぜられるⅢA—1丸太につきその構造を観察記載する。記載の要領は既刊の「輸入外材の構造 No. 1~60」の例にならったものである。

(i) 肉眼的性質

散孔材。辺・心材の区別は明りょう。ただし、両者の境界はやや不明りょう。辺材は褐色を帯びた黄白色、心材は淡い橙褐色。生長輪は不明りょう。しかし、よく鉋削した木口面では帯状柔組織や同心円状に走る濃色の材部があって、生長輪として認められる。新鮮な材の鋸断面は樟脳類似の芳香をもつ。ただし、乾燥材では香氣はない。木理はわずかに交錯する。正しい柁目面では放射組織がやや暗色の帯状に現われる。肌目はやや粗。比較的重硬。

(ii) 顕微鏡的構造 (d部)

a) 木材の構成要素の概略

道管、仮道管、軸方向柔組織、放射組織および垂直細胞間道からなる。材の構成割合はさきの Table 1. に記載したとおりである。

b) 道 管

管孔は孤立するか、またはおもに2個ずつ斜方向あるいは放射方向に接続し、ほぼ均等に散布する。1 mm²における分布数は4~8個、ときどきチロースをもつ。管孔の片側または両側を放射組織に接する。孤立管孔は橢円形、広橢円形、卵形、広卵形ときに円形で、直径は放射方向で140~370 μ 、接線方向で140~300 μ 。道管要素は長さ250~750 μ 、両端または一端に尾状または舌状の突出部をもち、単せん孔。せん孔板はわずかに傾斜するかまたは水平である。道管相互膜孔の出現はまれであるが、交互状に配列し、ベスチャード膜孔で、その輪郭は橢円形、水平方向の直径8~10 μ 、上下方向の直径6~7 μ 。

c) 仮道管

周囲仮道管と繊維状仮道管からなる。周囲仮道管は管孔の周辺にわずかに存在する。木口面における形状は扁平な不整形、直径は長径で26~44 μ 、膜厚2~2.5 μ 、長さ470~1,100 μ 。繊維状仮道管は材の基礎組織を構成する、木口面における各細胞の形状は丸味をおびた不規則な多角形で、直径15~30 μ 、膜厚5~7 μ ではなく厚膜、比較的多数の半縁膜孔をもつ、細胞内こうにはときどき樹脂よう物質を含む、長さ1,110~1,870~2,580 μ 。

d) 軸方向柔組織

帽状、周囲、短接線状、帯状および散在柔組織からなる。帽状、周囲柔組織とも不整形のものが多く、両者とも1~3細胞幅をなすものが多いが、ときに翼状に発達した部分をもつものがある。また帽状柔組織は一部分細胞の配列を欠いた周囲柔組織のごときものも多い。短接線状柔組織は、多くは1細胞層で不規則に分布するが、出現数は少ない。帯状柔組織は2~5細胞層をなして同心円状に配列するがときどき断続する、組織内に垂直細胞間道を含む。散在柔組織は不規則に散布するが、その出現数は比較的少ない。各細胞は直径20~35 μ 、膜厚1~1.5 μ 、長さ30~210 μ 、しばしば丸味をおびたやや大形の結晶細胞が出現する。この細胞は1個の方形の結晶を含みときどき2、3個上下方向に連接する。

e) 放射組織

単列および2~5(6)細胞幅の多列よりなる。単列放射組織は1~23細胞高、平伏細胞と直立細胞からなる。多列放射組織は9~91細胞高、長さで290~2,440 μ 、上下の両端部にある単列部は、多くは1~数細胞高、ときにそれ以上長くなることもあるが、多列部より延長するものはない。ただし2(3)細胞幅、

の多列放射組織の中にはときどき多列部より延長したものが出現する。多列部の細胞はおおむね平伏細胞よりなるが、単列部は直立、方形、平伏など各種の細胞からなる。各細胞の内こうには樹脂よう物質と顕著なシリカの結晶を含む。シリカの結晶はやや不整な球形で、表面に不規則な凸凹をもち、直径 13~21 μ 。

f) 垂直細胞間道

同心円状に配列する帯状柔組織中に、これと平行に 1 列に配列する。間道の直径は放射方向で 43~115 μ 、接線方向で 50~163 μ 、エビセリウム細胞はやや厚膜。

5. 供試木の樹種鑑定

一般に同属近縁の樹種間においては木材の組織構造は酷似しており、これら相互間の木材識別はいたって困難なる場合が多い。このカプール類の木材もまたその例外ではないようで、先の供試木相互の試験結果からみても厳密なる学名をあてるとはなかなか困難である。筆者は次にあげた諸点について検討した結果、供試木 III A—3 を *Dryobalanops beccarii*, その他はすべて *D. lanceolata* と推定した。

a) 北ボルネオに産するこの属の樹種は、冒頭の参考資料の表に示したとおり、*D. aromatica*, *D. beccarii*, *D. keithii*, *D. lanceolata* および *D. rappa* の 5 種に限られている。

b) 上記 5 種のうち *D. aromatica* は北ボルネオにおいてはブルネイに近い Sipitang 地方に限られて分布しており、この供試木の積出港が東南部のサンダカン港であるため、地勢的にみて、同港から直接積み出されることは考えられない。また、この樹材には比較的顕著なリップルマークが存在する点でも相違する。

c) 文献の記載⁷⁾によれば、*D. keithii* の木材はいわゆるカンホール (Camphor) 類似の香気が全くないといわれているが、いずれの供試材も、製材に際してこの香気が存在が確認されているので、この樹種は対象とはならない。

d) この属の木材の多くは放射組織の細胞中にシリカの結晶を含有するが、*D. rappa* のみはその存在はきわめて僅少で、結晶の形状もはなはだ小さく、一見して他と区別できる。この性質は文献の記載⁸⁾にもあるが、筆者もまた材鑑によって確認している特徴である。供試材にみられるシリカの結晶はいずれも一般的な大きさのものであるため、*D. rappa* でないことはこの点で明らかである。

e) 以上 a)~d) に記載した事項からみて、鑑定の対象となる樹種は *D. beccarii* と *D. lanceolata* の 2 種にしばられてきたが、この両者については次の点によって区別した。

しかし、この鑑定は下記のごとき内容によるもので、今回の研究、とくに木材の解剖学的性質の究明によって *Dryobalanops* 属の各樹種間における新たな識別拠点が見いだされてなされたものでない。

f) III A—3 の供試材は心材色がとくに赤味がかっており、かつ、辺・心材の境界も確然としている。これらの外観的性質は、ひとりこの供試材のみに認められるもので、他の供試材のすべてと相違している点である。この点を当組織研究室保管の材鑑と照合してみると、この特徴は *D. beccarii* の材鑑にみられる性質によく類似している。よって同種と推定した。

6. 結 言

以上の観察調査結果について種々検討すれば、おおむね次のようなことが考察される。

(1) 樹種鑑定結果について

a) 文献の調査から明らかにされた北ボルネオに産するカプール類の樹種関係、同地方における各樹種の分布区域との関係、木材のもつ樟腦類似の香気やリップルマークの有無と樹種との関係などの検討によって、一応、各供試材は *D. lanceolata* と *D. beccarii* の 2 種の範囲にしばられることはすでに記載したとおりである。しかしながら、もし各供試材の産地が不明であったり、信頼性に欠けるものとしたら、識別の対象樹種の範囲はさらに拡大し、その困難性を倍加するものと考えられる。このことは、カプール材は各樹種相互の識別上の諸性質がよく類似しているものであって、この点、利用上の材質を左右する一般的要件が樹種の差によるものであるかどうかは検討する余地がある。

b) 筆者は a) に記載した 2 種の中から、さらに、当組織研究室保管の材鑑との照合によって、ⅢA—3 を *D. beccarii*、その他の供試資料を *D. lanceolata* と推定し、その確証を木材の解剖学的性質究明によって得ようと試みた。

その結果は、いずれの要素についてもほとんどが変異性による障壁が破れず何らの識別拠点となる性質もつかみ得なかった。*Dryobalanops* 属木材の識別に関してはいまだ研究不十分であって、植物分類学的に正確な、あらゆる角度から検討できる適切な供試材の入手につとめ、研究の進展をはかる必要性を痛感するものである。

(2) 木材の組織構造的性質について

各供試資料によって求められた解剖学的性質については管孔の直径や分布数、放射組織の細胞幅や高さなど数量的な性質にはかなりの変異性がみられたが、材質に関する基礎的な資料としてははなはだ不十分といわざるを得ない。

また、*Dryobalanops* 属の正確な樹種のものと考えられる材鑑ならびにそれから作製した検鏡標本を用いて求めた組織構造的諸性質についても、各樹種間にかんがりの相違点が認められたが、供試資料が不足で、その普遍性を確認することができなかった。

文 献

- 1) ASHTON, P. S.: Manual of the Dipterocarp Trees of Burnei state. London, pp. 48~55, (1964)
- 2) BROWNE, E. G.: Forest Trees of Sarawak and Burnei and Their Products. Kuching, pp. 111~116, (1955)
- 3) BURGESS, P. F.: Silica in Sabah Timbers. The Malayan Forester, 28, p. 29, (1965)
- 4) DESCH, H. E.: Dipterocarp Timbers of the Malay peninsula. Malayan Forest Records, 14, pp. 76~82, (1941)
- 5) ———: Manual of Malayan Timbers. Malayan Forest Records, 15, pp. 108~111, (1957)
- 6) HART, G.: Timbers of South East Asia. London, pp. 33~36, (1955)
- 7) KEITH, H. G.: The Timbers of North Borneo. North Borneo Forest Records, 15, pp. 36~41, 90, (1957)
- 8) 小林弥一: カンボジア産材 8 種の構造 (木材部: 南洋材の性質 1, カンボジア産材の性質(Ⅰ), Ⅲ), 林試研報 190, p. 13, (1966)

- 9) 小林弥一・須川豊伸: カポール材の構造 (組織研究室: 輸入外材の構造 (No. 16)), 林試研報 146, pp. 99~100, (1962)
- 10) MENON, P. K. BALAN.: Guide to Distribution of Silica in Malayan woods. The Malayan Forester, 28, p. 286, (1965)
- 11) MURTHY, L. S. V.: Silica in Sarawak Timbers. The Malayan Forester, 28, p. 223, (1965)
- 12) 南方林業開発委員会: カリマンタン森林調査報告, p. 18, (1962)
- 13) SYMINGTON, C. F.: Foresters Manual of Dipterocarps. Malayan Forest Records, 16, pp. 191~198, (1943)
- 14) WOOD, G. H. S. & W. MEIJER: Dipterocarps of Sabah (North Borneo). Sabah Forest Record, 5, pp. 276~291, (1964)

図版の説明 (Explanation of figures)

- | | |
|--|--|
| Fig. 1: IIIA—2a, C. S. (ca. $\times 50$) | Fig. 2: IIIA—3a, C. S. (ca. $\times 50$) |
| Fig. 3: IIIA—2d, C. S. (ca. $\times 50$) | Fig. 4: IIIA—3d, C. S. (ca. $\times 50$) |
| Fig. 5: IIIA—2g, C. S. (ca. $\times 50$) | Fig. 6: IIIA—3g, C. S. (ca. $\times 50$) |
| Fig. 7: IIIA—2a, T. S. (ca. $\times 50$) | Fig. 8: IIIA—3a, T. S. (ca. $\times 50$) |
| Fig. 9: IIIA—2d, T. S. (ca. $\times 50$) | Fig. 10: IIIA—3d, T. S. (ca. $\times 50$) |
| Fig. 11: IIIA—2g, T. S. (ca. $\times 50$) | Fig. 12: IIIA—3g, T. S. (ca. $\times 50$) |
| Fig. 13: IIIA—2d, R. S. (ca. $\times 50$) | Fig. 14: IIIA—3d, R. S. (ca. $\times 50$) |
- Fig. 15: IIIA—3d, R. S. (ca. $\times 150$), Silica crystals are seen in ray parenchymas.
- IIIA—2, IIIA—3, ……各供試木別の記号 The sign of sample woods.
- C. S.: Cross section. T. S.: Tangential section. R. S.: Radial section.
- a: 髓心部付近を示す。Meaning the part near pith.
- d: 髓心より 15~16.5 cm 隔たった部位を示す。Meaning the part 15~16.5 cm from the pith.
- g: 髓心より 30~31.5 cm 隔たった部位を示す。Meaning the part 30~31.5 cm from the pith.

Identification and Anatomy of Kapur Woods
grown in North Borneo (Sabah).

Yaichi KOBAYASHI

(Résumé)

In this report the author has described, principally for the purpose of identification, general and microscopical characteristics of six sample woods of Kapur (*Dryobalanops* spp.), which were imported from North Borneo as market timbers.

The results are summarized as follows:

1. As described in reports from Malaya, Sarawak, Brunei and North Borneo, which are native places of the genus *Dryobalanops*, the species of the genus are so similar to one another in the characters of the wood that a distinct identification of species based on wood characters

is generally difficult. In the latest taxonomic literatures on the family Dipterocarpaceae, one by ASHTON and another by WOOD and MEIJER both published in 1964, the number of species of the genus *Dryobalanops* was described respectively as seven and ten by each author. From the fact that disagreement on the number of species exists, it may be presumed that the classification of the species of the genus *Dryobalanops* is not yet established.

2. Though the wood of the genus *Dryobalanops* is characterized by camphor fragrance, it is reported that only *D. keithii* has not the characteristic and is distinguished from the other aromatic *Dryobalanops*. It must be noted that the fragrance, though strong originally, is not kept very long in small wood blocks.

3. The presence of silica in ray cells is generally characteristic of the wood of the genus *Dryobalanops*. As reported by BURGESS (1965), however, the characteristic is not very distinct except in *D. rappa*, where silica contents are rather rarely found; moreover, the size of the crystals is so small that they may often be overlooked.

4. There was found no other wood characteristic for identification of the species within the genus *Dryobalanops* except that of ripple marks which are remarkable in *D. aromatica* (incidentally there is a report which says that ripple marks appear but less distinctly in the wood of *D. oblongifolia*). The shape of ray in the tangential section varied somewhat with each sample wood. Therefore, it may be thought that the shape of ray is useful for the identification of species, if the variation is more deeply studied.

5. In the present investigation, measurement was made on the length of fibers and the diameter and the distribution of vessel elements, shape of rays and others through the center to the outermost part of the trunk, and the result was shown in Table 2, and Figs. 1~12.

6. As known from the table mentioned above and the photographs, however, some characters, such as the width and height of rays, show conspicuous variability still in the parts apart enough from the pith, even between the parts 15 cm (Photo. d) and 30 cm (Photo. g) from the pith. Therefore, it is not easy to go further into the study of variability here, since good materials, not those like these, should be used, in which the correct botanical names are identified and the characters can be examined from all viewpoints.

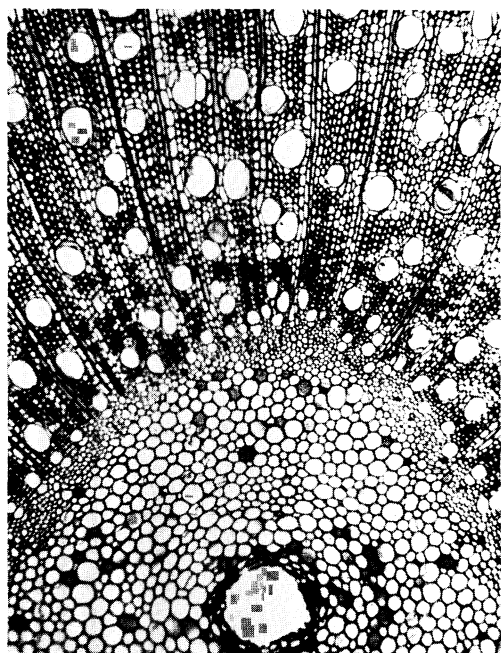


Fig. 1 $\times 50$

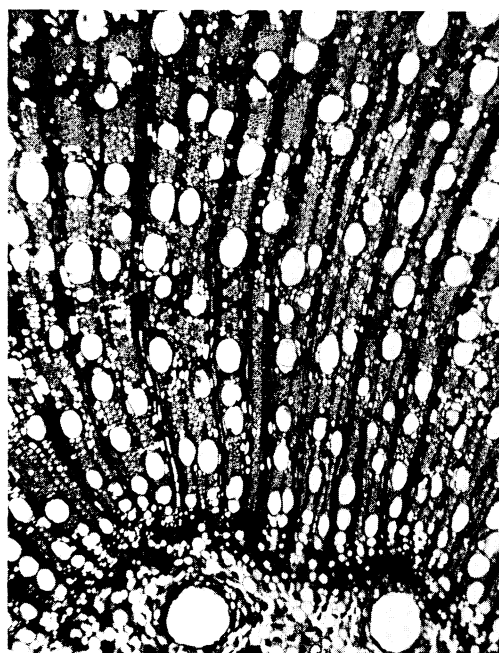


Fig. 2 $\times 50$

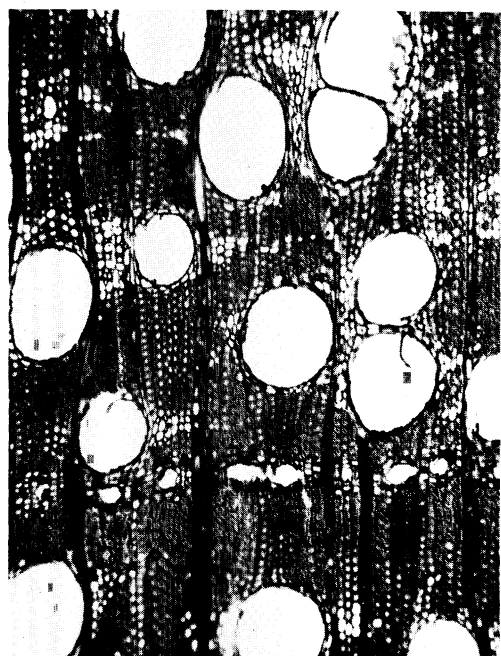


Fig. 3 $\times 50$

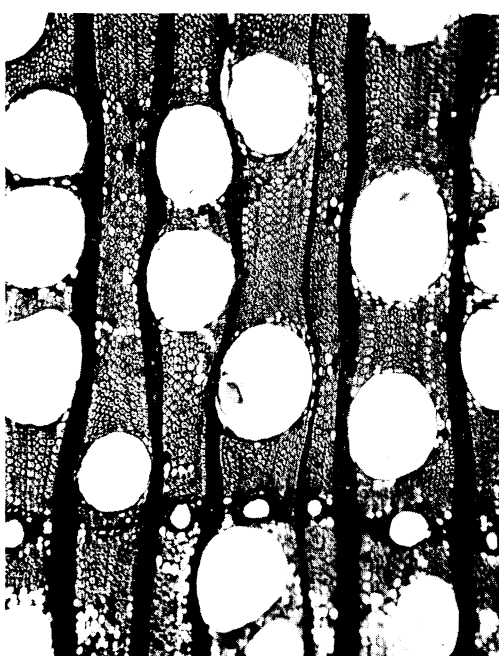


Fig. 4 $\times 50$

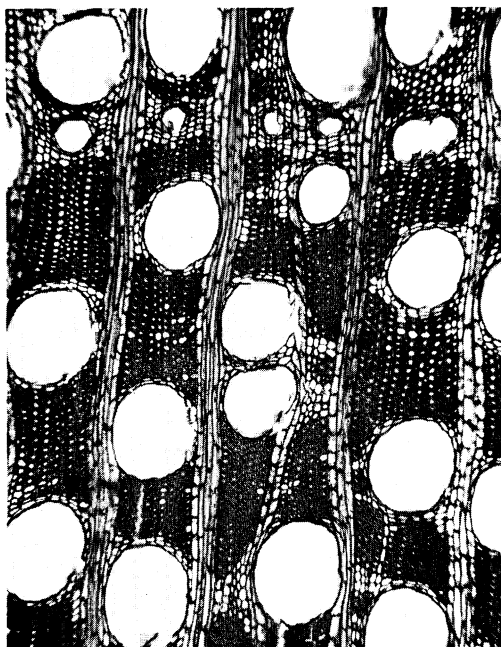


Fig. 5 $\times 50$

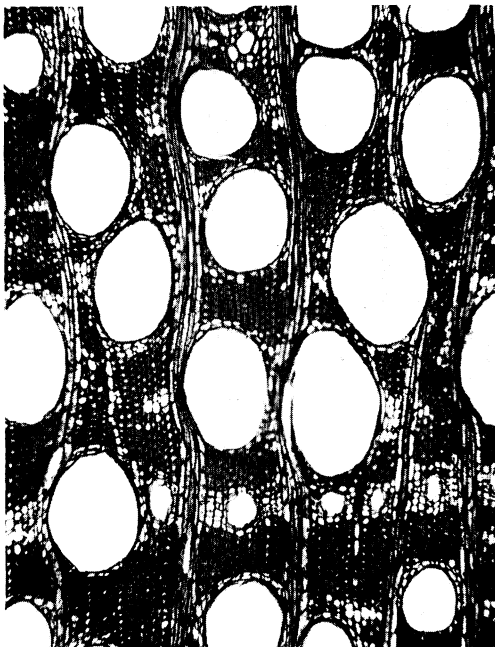


Fig. 6 $\times 50$



Fig. 7 $\times 50$



Fig. 8 $\times 50$



Fig. 9 ×50



Fig. 10 ×50



Fig. 11 ×50



Fig. 12 ×50



Fig. 13 $\times 50$



Fig. 14 $\times 50$



Fig. 15 $\times 150$

Ⅲ．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

中 野 達 夫⁽¹⁾
蕪 木 自 輔⁽²⁾

この試験項目では北ボルネオ産カプール (*Dryobalanops* spp.) 材 6 本の丸太について、その収縮率および容積重がどのようにあらわれるかを調査した。これによってカプール材の標準値を求めることはこの試料の条件では困難であるので、主としてこのような数値がどの程度の大きさと分布とをもってあらわれ、若干の因子とどのような関係で結びついているかを検討することに主眼をおいた。

なお、この試験のとりまとめにあたっては物理研究室薬石猛夫技官ならびに物理研究室各位に多大の労をわずらわした。付記して厚く謝意を表する。

1. 供試材および測定方法

(1) 供試材

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

供試丸太本数は合計 6 本であったが、試験片採材にあたっては、Ⅲ A—1, Ⅲ A—2, Ⅲ A—3 の丸太からはその中間位置から、Ⅲ A—4, Ⅲ A—5, Ⅲ A—6 の丸太からはその元口位置から、それぞれ円板を採取し供試材とした。

これらの円板から試験片を採取するにあたっては、円板の形状に偏倚性が少なかったので、ほぼ中庸な半径長と認められる 1 方向において樹心から周辺部に向かって、JIS Z 2103 に定められている 30 mm (接線方向) × 30 mm (半径方向) × 5 mm (軸方向) の木口試片を原則として連続的に木取り、また、これに対応する幹軸隣接部位から、5 mm (接線方向) × 30 mm (半径方向) × 60 mm (軸方向) の柾目試片を木取った。各試験片については、その原木番号と樹心から試験片中央位置までの距離とをもって試片番号とし、とりまとめの便をはかった。これらの測定に供した試片数は 102 個である。

Table 1. 供 試 丸 太 お よ び 試 片 数
Number of study logs and specimens.

樹 種 Tree kind	原 木 番 号 Mark of study logs	丸 太 本 数 Number of logs	試 片 数 Number of specimens
カ プ ー ル <i>Dryobalanops</i> spp.	Ⅲ A—1	1	12
	Ⅲ A—2	1	16
	Ⅲ A—3	1	16
	Ⅲ A—4	1	18
	Ⅲ A—5	1	22
	Ⅲ A—6	1	18
合 計 Over all		6	102

(1) 木材部材料科物理研究室 (2) 木材部材料科物理研究室長・農学博士

(2) 測定方法

収縮率の測定は JIS Z 2103 に準じておこない、気乾（含水率 15%）時までの収縮率（ α_{15} %），含水率 1%あたりの平均収縮率（ δ %）および全収縮率（ α %）をそれぞれ接線，半径および軸の 3 方向について算出した。この長さの測定にあたっては精度 1/100 mm のダイヤル・ゲージを使用し，重量の測定には精度 1/1000 g の化学天秤を使用した。

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

2. 容積重および収縮率の大きさならびに分布

(1) 容積重および収縮率の大きさ

供試丸太別の容積密度数，気乾（含水率 15%）時容積重，全乾容積重および接線，半径，軸各方向ならびに容積収縮率の最大値，最小値，平均値および試片の代表する円面積で重み付けした平均値（ \bar{X} ）を総括して Table 2 にしめす。ここで \bar{X} はその試片が代表する円板上の面積が丸太円面積に定める比率を各試片の値に乘じたものの和である。そのためこの値は円板の平均値を示すことになる。

いま，全容積収縮率についてこの \bar{X} の値とほぼ等しい値を示す試片の円板上の樹心からの相対距離を求めると，変動の著しい樹心部をのぞけば，Ⅲ A—1=55%，Ⅲ A—2=60%，Ⅲ A—3=62%，Ⅲ A—5=65%，Ⅲ A—6=55% となり，全体的には樹心からの相対距離が 50~70% の部位において，全容積収縮率の丸太内の標準値が含まれることとなる。ただし，Ⅲ A—4 の丸太では全容積収縮率の樹心からのへだ

Table 2. 丸太 べつ 収 縮 率 お よ び
Shrinkage and density

原木番号 Mark of study logs	代 表 値 Representative figures	木 口 試 片 に よ る 測 定 値 Measurements by cross section specimens									容 積 重 Density		
		α_{15}		δ		α			R	r_0	r_{15}		
		t	r	t	r	t	r	v					
Ⅲ A—1	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Max.	6.67	3.02	0.397	0.250	12.13	6.65	17.96	582	0.70	0.73		
	Min.	5.08	1.58	0.365	0.159	10.74	3.81	14.48	553	0.65	0.69		
	\bar{x}	6.02	2.27	0.386	0.201	11.46	5.15	16.22	569	0.68	0.72		
	\bar{X}	5.64	1.83	0.392	0.183	11.18	4.52	15.47	564	0.67	0.71		
Ⅲ A—2	n	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Max.	5.70	2.26	0.378	0.228	10.82	5.60	16.13	583	0.69	0.72		
	Min.	4.58	1.54	0.292	0.166	9.33	4.17	13.30	494	0.58	0.62		
	\bar{x}	5.19	1.90	0.343	0.191	10.04	4.72	14.58	532	0.62	0.66		
	\bar{X}	5.03	1.80	0.345	0.187	9.92	4.55	14.28	528	0.62	0.66		
Ⅲ A—3	n	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Max.	8.01	2.37	0.386	0.188	12.68	4.83	17.05	598	0.69	0.74		
	Min.	4.30	1.26	0.305	0.132	9.51	3.21	13.00	493	0.57	0.60		
	\bar{x}	5.74	1.86	0.349	0.174	10.66	4.24	14.72	537	0.63	0.67		
	\bar{X}	5.10	1.61	0.360	0.153	10.21	3.86	13.98	530	0.62	0.65		
Ⅲ A—4	n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Max.	4.65	1.81	0.372	0.157	9.97	4.13	13.38	491	0.56	0.60		
	Min.	4.17	1.02	0.338	0.119	9.10	2.84	12.02	446	0.51	0.54		
	\bar{x}	4.46	1.24	0.348	0.144	9.45	3.26	12.57	473	0.54	0.57		
	\bar{X}	4.43	1.21	0.349	0.132	9.44	3.20	12.53	471	0.54	0.57		
Ⅲ A—5	n	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Max.	6.44	2.84	0.347	0.232	11.30	6.22	16.97	570	0.69	0.72		
	Min.	3.98	1.25	0.323	0.151	8.71	3.38	12.28	525	0.60	0.64		
	\bar{x}	5.44	1.76	0.334	0.174	10.18	4.33	14.46	541	0.63	0.67		
	\bar{X}	5.04	1.52	0.331	0.162	9.77	3.91	13.70	537	0.62	0.66		

たりにもなう分布は他の丸太と異なるので標準値の含まれる部位も異なる。

Table 2 において、木口試片での全容積収縮率および容積密度数の \bar{X} は III A-4 の丸太でそれぞれ 12.53%, 471 kg/m³ を示し最も小さく、III A-1 の丸太でそれぞれ 15.47%, 564 kg/m³ を示し最も大きく、他の丸太はこの間に位置している。また木口試片で全試片についての全容積収縮率の最大値、算術平均値および最小値はそれぞれ 17.96%, 14.27% および 12.02%, 容積密度数ではそれぞれ 599 kg/m³, 530 kg/m³ および 446 kg/m³ である。

容積密度数および各方向別、容積全収縮率の出現比較度数分布を Figs. 1~3 に示す。

Fig. 3 の軸方向収縮率がかなり大きい部分まで尾を引いてあらわれているのは後述する交錯木理の影響によるものと考えられる。

以上の結果を文献で見られるマラヤ産の同樹種の代表値¹⁶⁾と比較すれば、本試料はほぼ中庸な値を示しているとおもわれる。

(2) 容積密度数および収縮率の丸太内水平分布

容積密度数ならびに接線、半径方向および容積収縮率の丸太内水平分布を Fig 4 に示す。

これによると、III A-4 の丸太を除けば、容積密度数の水平分布はほぼ一様であるが、接線、半径方向および容積収縮率のそれは樹心から周辺部に向かって、樹心変動部分以外では減少する傾向を示している。これを前報で述べた樹心からのへだたりによる容積密度数および容積収縮率のあらわれかたの類型¹²⁾にあてはめれば Type V に類別できる。

ただし、III A-4 の丸太のみは各収縮率で他の丸太と異なった分布傾向を示し、また、容積密度数にお

容 積 重 測 定 値 総 括 表

at each study log.

柁 目 試 片 に よ る 測 定 値 Measurements by radial section specimens									
α_{15}		δ		α			容 積 重 Density		
r	l	r	l	r	l	v	R	r_0	r_{15}
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3.08	0.02	0.245	0.015	6.64	0.23	18.03	599	0.72	0.75
1.40	-0.04	0.159	0.011	3.75	0.15	13.92	568	0.66	0.70
2.12	-0.02	0.197	0.013	5.01	0.19	16.10	587	0.70	0.74
1.75	0.01	0.179	0.012	4.38	0.19	15.12	586	0.69	0.73
8	8	8	8	8	2	8	8	8	8
2.35	0.03	0.227	0.016	5.58	0.27	16.43	612	0.72	0.78
1.59	0.01	0.162	0.012	4.02	0.18	13.26	466	0.55	0.59
1.97	0.01	0.186	0.014	4.71	0.22	15.00	538	0.63	0.67
1.85	0.01	0.182	0.014	4.53	0.23	14.58	539	0.63	0.67
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2.48	0.05	0.172	0.014	4.99	0.27	17.43	599	0.70	0.75
1.33	-0.02	0.137	0.011	3.36	0.15	13.17	513	0.61	0.65
1.85	0.02	0.153	0.013	4.10	0.20	14.76	545	0.64	0.68
1.63	0.03	0.147	0.013	3.79	0.22	14.02	543	0.63	0.66
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1.79	0.08	0.163	0.018	4.18	0.35	13.73	507	0.58	0.63
0.97	-0.02	0.114	0.011	2.67	0.17	11.26	453	0.52	0.55
1.23	0.04	0.131	0.014	3.18	0.25	12.43	486	0.56	0.59
1.21	0.04	0.130	0.015	3.15	0.27	12.42	482	0.55	0.59
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
3.06	0.19	0.232	0.015	6.43	0.42	18.02	579	0.71	0.74
1.21	-0.01	0.130	0.010	3.13	0.17	12.63	530	0.61	0.65
1.80	0.06	0.169	0.013	4.29	0.26	14.70	551	0.65	0.69
1.53	0.07	0.156	0.013	3.84	0.27	13.80	547	0.64	0.68

Table 2. (つづき)

(Continued)

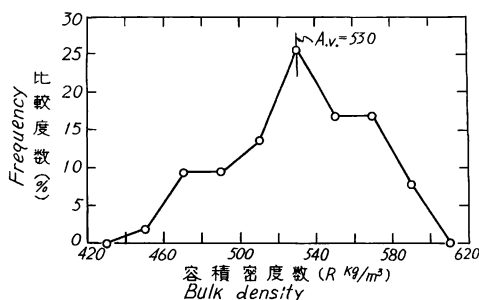
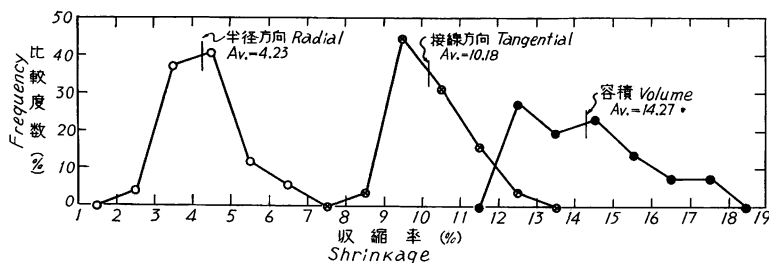
原木番号 Mark of study logs	代表値 Representative figures	木口試片による測定値 Measurements by cross section specimens									
		α_{15}		δ		α			容積重 Density		
		t	r	t	r	t	r	v	R	r_0	r_{15}
Ⅲ A—6	n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Max.	6.61	2.30	0.367	0.208	11.53	5.34	16.79	599	0.72	0.76
	Min.	4.17	1.23	0.330	0.140	8.74	3.30	12.20	517	0.59	0.63
	\bar{x}	5.03	1.62	0.339	0.162	9.74	4.01	13.76	540	0.63	0.66
	\bar{X}	4.72	1.48	0.336	0.154	9.41	3.76	13.21	532	0.61	0.65
合計 Over all	n	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Max.	8.01	3.02	0.397	0.250	12.68	6.65	17.96	599	0.72	0.76
	Min.	3.98	1.02	0.292	0.119	8.74	2.84	12.02	446	0.51	0.54
	\bar{x}	5.27	1.74	0.347	0.172	10.18	4.23	14.27	530	0.62	0.65
	\bar{X}	4.95	1.55	0.349	0.160	9.91	3.92	13.75	525	0.61	0.65

(注) α_{15} : 生材から気乾(含水率15%)時までの収縮率(%)

(Remarks) Shrinkage percent from green to air dry (15% moisture content)(%).

 δ : 含水率1%当たりの平均収縮率(%)

Shrinkage percent per unit moisture content (%)

 α : 生材から全乾までの全収縮率(%) Shrinkage percent from 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).Fig. 1 容積密度数の出現比較度数分布
Frequency polygon of bulk density.Fig. 2 半径・接線方向および容積収縮率の出現比較度数分布 (全収縮率)
Frequency polygons of radial, tangential and volumetric shrinkage from green to oven dry.

柁目試片による測定値 Measurements by radial section specimens.									
α_{15}		δ		α			容 積 重 Density		
r	l	r	l	r	l	v	R	r_0	r_{15}
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
3.07	0.07	0.236	0.017	6.51	0.28	19.31	631	0.78	0.82
1.34	0.00	0.131	0.009	3.20	0.17	12.18	510	0.59	0.62
1.71	0.03	0.162	0.013	4.11	0.23	13.97	539	0.63	0.67
1.55	0.04	0.153	0.013	3.82	0.24	13.30	530	0.61	0.65
51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
3.08	0.19	0.245	0.018	6.64	0.42	19.31	631	0.78	0.82
0.97	-0.04	0.114	0.009	3.13	0.15	11.26	453	0.52	0.55
1.76	0.03	0.165	0.013	4.18	0.23	14.39	539	0.63	0.67
1.57	0.04	0.156	0.013	3.88	0.24	13.78	535	0.62	0.66

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

r_{15} : 含水率15%時に換算した容積重 (g/cm³)

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

n : 試片数 Number of measurements.

Max.: 最大値 Maximum value.

Min.: 最小値 Minimum value.

\bar{x} : 算術平均値 Average 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

Average value weighted by the represented area in the disk by each specimen.

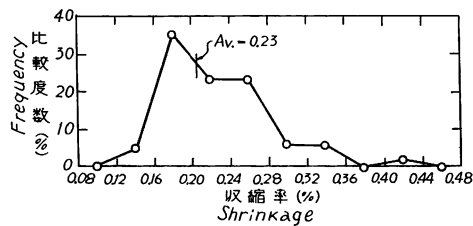


Fig. 3 軸方向収縮率の出現比較度数分布 (全収縮率)
Frequency polygon of axial shrinkage from green to oven-dry.

いては他の丸太における分布傾向に類似しつつもひとり低い値を示しているが、その例外的差異については、前掲の解剖学的所見からしてもここではその原因の追求について言及できない。

3. 諸 因 子 と の 関 係

(1) 交錯木理の影響

試験材が交錯木理を有する場合、採取された試験片長軸に対して細胞の走向が一致しない斜走部分を含むことになるのはさけられない。この点を考慮して試験片を調査した結果、斜走木理を含んだ試験片はⅢA-4、ⅢA-5の丸太で半数以上に認められしかも斜走の程度も著しかった。しかし、他の丸太ではⅢA-6に2試片認められたのみで、ⅢA-1、ⅢA-2、ⅢA-3の丸太では著しい斜走部分はほとんど認められなかった。ⅢA-4、ⅢA-5のほぼ正常な試片と著しく交錯木理の影響を受けた試片とを分離

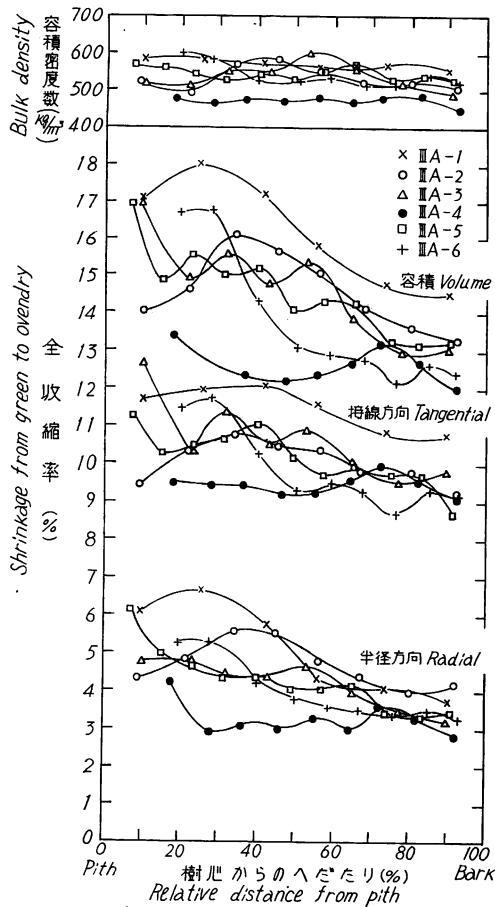


Fig. 4 容積密度数および全収縮率の丸太内水平分布
Transversal distribution of bulk density
and shrinkage from green to oven-dry in
relation to relative distance from pith.

し、比較対照して Table 3 に示す。これによ
ると軸方向の収縮では斜走部分を含んだ試片は
ほぼ正常な試片に比して著しく大きい値を示
し、他方、半径、接線方向の収縮率では両者に
著しい差は認められないようである。これは軸
方向と横断面方向との収縮率の差にもとづくも
のである⁷⁾ことは明かだが、斜走部分から正
常部分への転位が著しい試片では特に、試片の
狂い、柁目面での斜走部分の割れなどが認めら
れ、その移行部に複雑な応力関係が生ずるであ
ろうことが類推される。

(2) 容積密度数と容積収縮率の関係

各丸太の平均 α_8/R 値を Table 4 に示す。
これによると最大値は III A—1 の丸太で 28.5、
最小値は III A—6 の丸太で 25.5、総平均値は
26.9 を示している。この値は多くの樹種を通
じての代表値 $\alpha_8/R=28$ よりやや低いが、カン
ボジア産 8 樹種⁹⁾と比較すれば 2 番目に高い値
となる。全体として、 $\alpha_8 \approx 25 \sim 29 R$ の関係は容
積密度数と容積収縮率との関係を丸太別に示し
た Fig. 5 で明確であるが、これを丸太別に検
討してもほとんどの丸太ではほぼ同じ分散域をも
って分布している。いま α_8/R 値の丸太内水平
分布を丸太別に図示すると Fig. 6 のごとく、

Table 3. 交錯木理を含んだ試片と
Comparison between specimens contained inter-

原木番号および 木理特性 Mark of study logs and characteristics of grain	代表値 Representa- tive figures	木口試片による測定値 Measurements by cross section specimens.									
		α_{15}		δ		α			容積重 Density		
		t	r	t	r	t	r	v	R	r_0	r_{15}
ⅢA—4											
正常木理 Normal grain	n	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	\bar{x}	4.48	1.42	0.351	0.140	9.52	3.54	12.85	479	0.55	0.58
交錯木理 Interlocked grain	n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	\bar{x}	4.44	1.13	0.346	0.128	9.39	3.03	12.34	468	0.53	0.57
ⅢA—5											
正常木理 Normal grain	n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	\bar{x}	5.53	1.90	0.336	0.202	10.10	4.58	14.70	508	0.59	0.63
交錯木理 Interlocked grain	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	\bar{x}	5.36	1.66	0.332	0.168	10.08	4.12	14.26	535	0.62	0.66

(注) 記号は Table 2 の脚注に準ずる。 See the remark of Table 2.

樹心から周辺部に向かって減少する傾向が見られるが、この分散域がそのまま Fig. 5 にあらわれることとなり樹心からのへだたりの分散域が直接 α_v/R 値の分散域の大きさの指標となるといえよう。

Table 4. 各丸太の平均 α_v/R 値
Average values of α_v/R on each log.

原木番号 Mark of study logs	ⅢA—1	ⅢA—2	ⅢA—3	ⅢA—4	ⅢA—5	ⅢA—6	合計 Over all
α_v/R	28.5	27.4	27.4	26.6	26.7	25.5	26.9

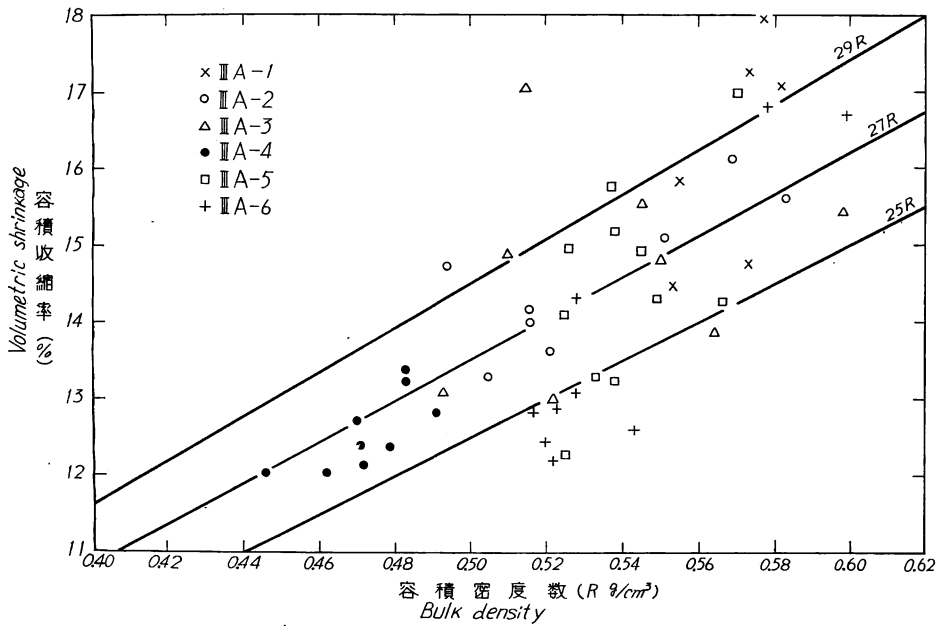


Fig. 5 容積収縮率と容積密度数との関係

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

ほぼ正常な試片との比較
locked grain and almost normal grain.

柁目試片による測定値 Measurements by radial section specimens									
α_{15}		δ		α			容積重 Density		
r	l	r	l	r	l	v	R	r_0	r_{15}
4 1.36	4 0.01	4 0.141	4 0.012	4 3.44	4 0.20	4 12.63	4 498	4 0.57	4 0.61
5 1.13	5 0.05	5 0.123	5 0.016	5 2.96	5 0.29	5 12.26	5 476	5 0.54	5 0.58
5 1.97	5 0.01	5 0.178	5 0.013	5 4.58	5 0.20	5 15.06	5 557	5 0.66	5 0.70
6 1.66	6 0.10	6 0.162	6 0.014	6 4.06	6 0.31	6 14.39	6 546	6 0.64	6 0.68

Fig. 6 は Fig. 4 の容積密度数と容積収縮率の各水平分布の比として定まるものであり、 α_v/R 値の水平分布の類型¹²⁾にあてはめれば Type II に属する。ⅢA-4 の丸太はここでも当然ながら他の丸太とは異った傾向を示す。

Fig. 6 に見られるごとく、樹心から周辺部に向かって α_v/R 値が減少する原因については、生物的因子⁵⁾⁶⁾、生長輪の曲率半径⁴⁾、化学成分¹¹⁾および組織構成要素³⁾などのほか、乾燥初期の落込みのような異常な収縮も考慮されねばならないが、これらの原因の究明についてはここでの資料では不十分である。

(3) 横断面収縮異方度

全乾時までの収縮における横断面収縮異方度 (t/r) と容積密度数 (R) との関係を丸太べつに Fig. 7 に示す。これによると、全体の傾向は KOLLMAN, F. によって推定された範囲の上限値にそって、かなり広い分散域をともなう容積密度数の増加にしたがって減少する傾向で分布している。この幅広い分散域を考えると、丸太間の変異もさることながら、同一丸太からの試片の変異はみすごすことのできないものであるが、ⅢA-1、ⅢA-4、ⅢA-5 の丸太では特に顕著な広分散域を示している。このことは容積密度数および収縮異方度の丸太内水平分布 (Fig. 4, Fig. 8), すなわち、樹心からのへだたりによる容積密度数の一様性に対し、収縮異方度は樹心から周辺部に向かって増加していることから生ずるところの結果である。

全乾時までの収縮における横断面収縮異方度 (t/r) および気乾 (含水率15%) 時までの収縮における横断面収縮異方度 (t_{15}/r_{15}) の各丸太ごとの平均値を Table 5 に示す。これによると丸太別の t_{15}/r_{15} および t/r の値は ⅢA-4 が特に大きくそれぞれ 3.6, 2.9, ⅢA-2 が最小でそれぞれ 2.7, 2.1, さらに平均ではそれぞれ 3.0, 2.4 を示している。この値もすでに指摘したごとく ⅢA-4 の丸太が特に大きな値を示して

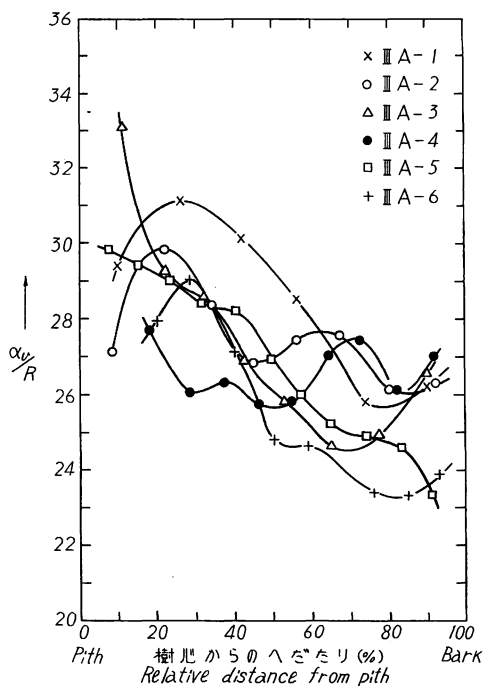


Fig. 6 α_v/R 値の丸太内水平分布
Transversal distribution of α_v/R values in relation to relative distance from pith.

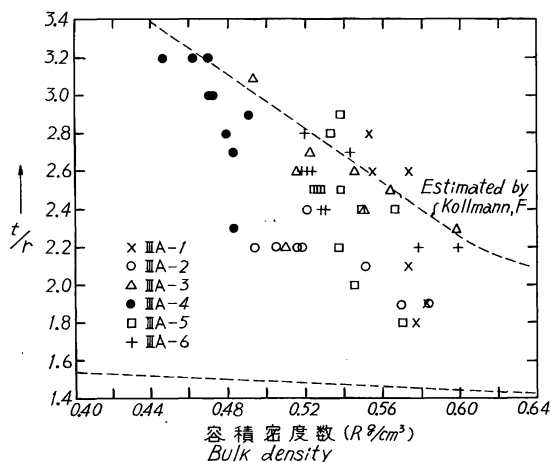


Fig. 7 t/r と容積密度数との関係
Relation between t/r and bulk density.

Table 5. 各丸太の平均横断収縮異方度
Average values of transverse shrinkage anisotropy on each log.

原木番号 Mark of study logs	ⅢA-1	ⅢA-2	ⅢA-3	ⅢA-4	ⅢA-5	ⅢA-6	合計 Over all
t_{15}/r_{15}^{*1}	2.7	2.7	3.1	3.6	3.1	3.1	3.0
t/r^{*2}	2.2	2.1	2.5	2.9	2.4	2.4	2.4

*1 気乾 (含水率15%) 時までの収縮異方度

Transverse shrinkage anisotropy when green to airdry (15% moisture content).

*2 全乾時までの収縮異方度

Transverse shrinkage anisotropy when green to oven-dry.

いるが他のものの差は小さい。一方、 t_{15}/r_{15} は t/r に比べて常に高い値を示しており、また、その差は丸太間で大きなひらきはないようである。 t_{15}/r_{15} が t/r より高い値を示すことは、各試片については気乾および全乾までの横断面収縮異方度と丸太内水平分布との関係を示した Fig. 8 で観察される。Fig. 8 によれば、樹心から周辺部に向かっての t/r および t_{15}/r_{15} はともに増加の傾向を示しているが、 t_{15}/r_{15} と t/r の差については樹心からのへだたりで左右される傾向が少なくようである。さらに、 t_{15}/r_{15} と t/r の差をとり容積密度数との関係を Fig. 9 に示すが、これによると、両者の間には一義的な関連は見いだせないようである。

以上のように t_{15}/r_{15} と t/r の差の値は、丸太間 (Table 5)、樹心からのへだたり (Fig. 8)、および容積密度数 (Fig. 9) との関係では説明できず、さらに、試片ごとの分散域や、カンボジア産材の結果¹²⁾を考慮しても樹種特有の値とみなすことには疑問がある。

要するに、 $t_{15}/r_{15} > t/r$ なる関係が観察されることから、 $t_{15} > (t/r)r_{15}$ なる関係を導くことができることは、少なくとも含水

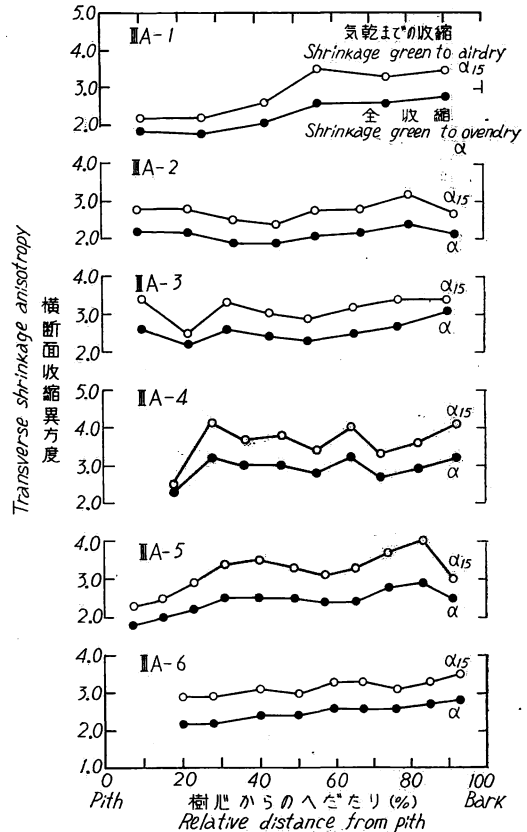


Fig. 8 横断面収縮異方度の丸太内水平分布
Transversal distribution of transverse shrinkage anisotropy in relation to relative distance from pith.

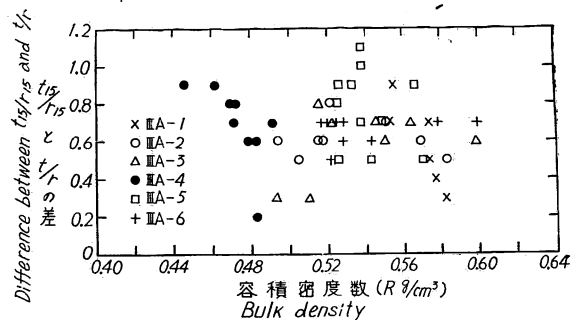


Fig. 9 t_{15}/r_{15} と t/r の差と容積密度数との関係
Relation between difference between t_{15}/r_{15} and t/r and bulk density.

率15%時における接線方向の収縮が半径方向の収縮より全収縮異方度按比例してより大きいことを示している。このことは次項と関連するので、この問題も含めてさらに考察を加える。

(4) 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%)時までの収縮が全収縮にしめる割合を $\alpha_{15/0}$ であらわし、この値の3方向についての丸太ごとの平均値を Table 6 に示す。これによると $\alpha_{15/0}$ の総平均値は接線方向 51.8%、半径方向

Table 6. 各丸太における $\alpha_{15/0}$ の平均値 (%)

Average values of $\alpha_{15/0}$ on each log (%).

原木番号 Mark of study logs	ⅢA—1	ⅢA—2	ⅢA—3	ⅢA—4	ⅢA—5	ⅢA—6	合計 Over all
t *1	52.5	51.7	53.8	47.2	53.4	51.6	51.8
r *2	44.1	40.3	43.9	38.0	40.6	40.4	41.1
l *3	-10.5	4.5	10.0	16.0	23.1	13.0	13.0

*1 t : 接線方向 Tangential direction.

*2 r : 半径方向 Radial direction.

*3 l : 軸方向 Axial direction.

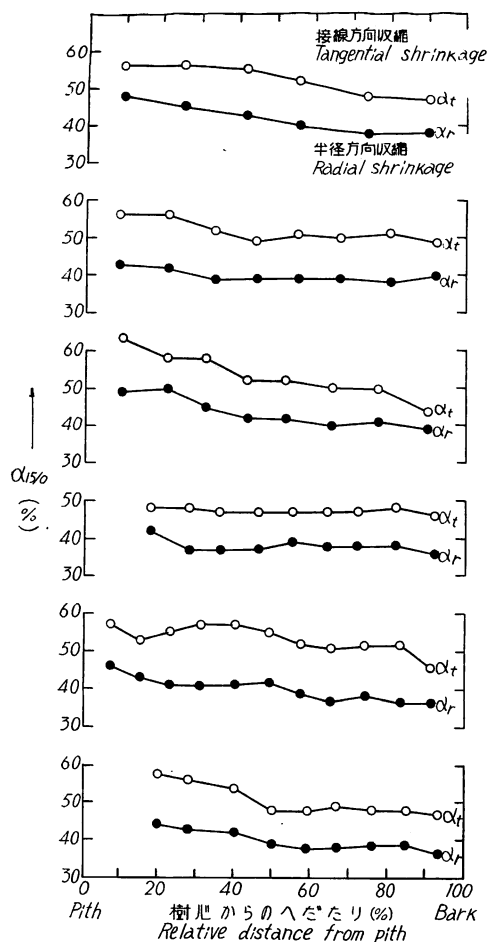


Fig. 10 $\alpha_{15/0}$ の丸太内水平分布
Transversal distribution of $\alpha_{15/0}$ in relation to relative distance from pith.

41.1%および軸方向13.0%を示し、接線方向が最大で軸方向は極端に低い値を示す。ことにⅢA—1の軸方向の値は負を示すがこれは気乾時に膨張することを意味している¹⁴⁾(気乾時までの収縮率が負の値を示す試片は Table 2 で明らかなごとく、他の丸太にも認められるが、丸太平均値が負の値を示すのはⅢA—1のみである)。軸方向はまた、丸太内の変異量も大きい³⁾、特にⅢA—4およびⅢA—5の丸太で大きな値を示すのは、交錯木理の影響によるものと考えられる。また、接線および半径方向の収縮ではⅢA—4がやや低い値を示している。

$\alpha_{15/0}$ の値の接線および半径方向別の丸太内水平分布を Fig. 10 に示す。これによると、両者ともに樹心から外方に向かって約5~13%減少する傾向が認められるが、両者の間隔はほぼ平行している。この原因としては、落込のような異状収縮がなく α_0/R 値が繊維飽和点の近似値であると仮定すれば、 α_0/R 値の丸太内水平分布 (Fig. 6) によれば、樹心から外方に向かって繊維飽和点が低くなることとなり、含水率15%点の繊維飽和点に対する相対値はだんだん高くなり、 $\alpha_{15/0}$ は順次減少することとなる。

Fig. 11 は $\alpha_{15/0}$ 値と容積密度数との関係を接線および半径方向別に示したものであるが、

これによれば、 $\alpha_{15/0}$ 値は接線および半径方向ともに幅広い分散域を示してはいるが、容積密度数の増加にともなって増加の傾向が見られるようである。しかるにカンボジア産 8 樹種では樹種間の平均容積密度数の増加にともなって、 $\alpha_{15/0}$ の値は必ずしも増加していない⁹⁾ ことから、上の傾向は樹種内だけの性質であるのかもしれない。

気乾時までの収縮が全収縮に占める割合の接線・半径方向比 ($t_{15/0}/r_{15/0}$)、すなわち、気乾時までの収縮異方度と全収縮異方度の比 ($t_{15}/r_{15}/t/r$) と容積密度数との関係を Fig. 12 に、また、丸太内水平分布との関係を Fig. 13 に示す。これらによれば、 $t_{15/0}/r_{15/0}$ の値は容積密度数にも丸太内水平分布にも関連性は認めがたく、また、樹種内の変異が大きいため樹種の特異値としてもつかみがたい。

さて、前項で

$$t/r < t_{15}/r_{15}$$

なる関係が観察されたが、ここでは

$$t_{15}/t > r_{15}/r$$

なる関係を示すことになる。

この 2 つの関係は本来同義であるが、 t_{15} 、 r_{15} についてまとめれば、それぞれ

$$t_{15} > (t/r)r_{15} = (r_{15}/r)t$$

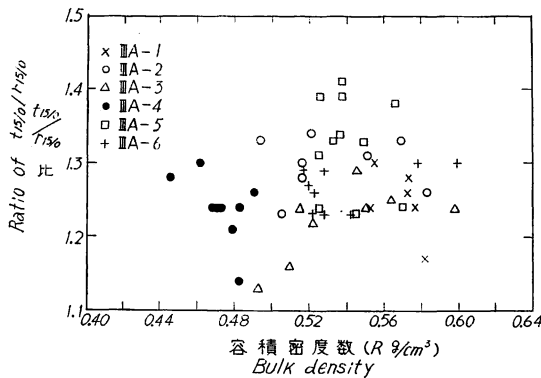


Fig. 12 $\alpha_{15/0}/r_{15/0}$ 比と容積密度数との関係
Relation between ratio of $t_{15/0}/r_{15/0}$ and bulk density.

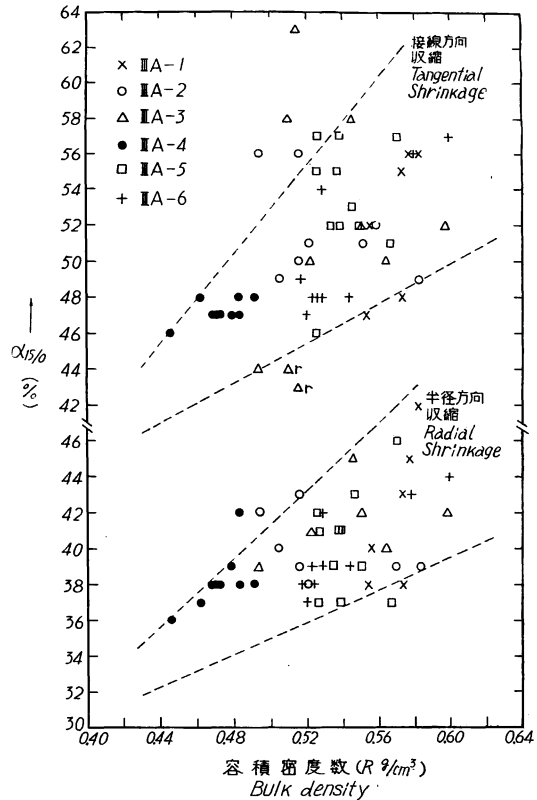


Fig. 11 $\alpha_{15/0}$ と容積密度数との関係
Relation between $\alpha_{15/0}$ and bulk density.

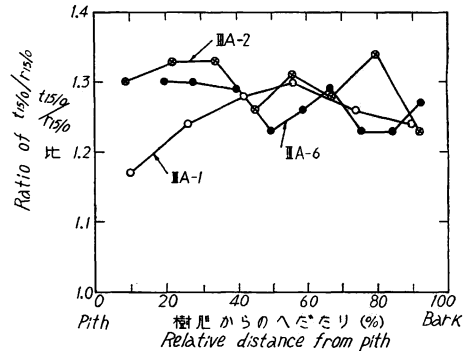


Fig. 13 $t_{15/0}/r_{15/0}$ 比の丸太内水平分布
Transversal distribution of ratio $t_{15/0}/r_{15/0}$ in relation to relative distance from pith.

$$r_{15} < t_{15}/(t/r) = (t_{15}/t)r$$

となり、前項で考察したほかに t_{15} は r_{15}/r に比例した t の値よりも大きいことを示し、他方、 r_{15} は t_{15}/t に比例した r の値より小さい値であることを示している。

このように少なくとも含水率 15% 点までにおける収縮は接線方向が先行しており、半径方向がややおくれ、軸方向は著しくおくれることを示している（前報¹²⁾ Fig. 13 参照）。このことから接線方向の収縮の先行性が想定されるが、細部については落込などの異常収縮をも考慮した収縮曲線の含水率変化にともなう方向別特性についての検討をまっけて、気乾（含水率15%）時点の収縮率の位置づけを明確にすることで可能となると考えるが、ここではその点まで言及できない。

4. 要 約

北ボルネオ産カプール (*Dryobalanops* spp.) 材の 6 本の丸太について、収縮率、容積重および容積密度数の測定をおこない、若干の因子についての相互関係を検討した。

1. 収縮率、容積重および容積密度数について、丸太別に最大値、最小値および平均値を、また、全体としての出現度数分布の状態を記載した (Table 2, Figs. 1~3)。
2. 収縮率および容積密度数の丸太内水平分布を記載した (Fig. 4)。
3. 交錯木理の影響を受け、繊維の斜走した部分を含んだ試片とほぼ正常な試片を比較した (Table 3)。
4. 容積密度数 (R) と容積収縮率 (α_v) の関係を調べ、 α_v/R 値の丸太内水平分布を検討した (Table 4, Figs. 5, 6)。
5. 全収縮における横断面収縮異方度 (t/r) の値を記載し、容積密度数との関係を検討するとともに、気乾（含水率 15%）時までの収縮についての横断面収縮異方度 (t_{15}/r_{15}) の値との関連性をもあわせ検討した (Table 5, Figs. 7~9)。
6. 気乾（含水率15%）時までの収縮が全収縮にしめる割合 ($\alpha_{15/0}$) の接線、半径および軸の 3 方向での値を算出し (Table 6)、横断面 2 方向について若干の検討を加えた (Figs. 10~13)。

文 献

- 1) BOUTELJE, J.: Rechnerische Betrachtungen über die Schwankung der maximalen Raumquellung bei der Kiefer (*Pinus silvestris* L.). Holz als Roh und Werkstoff, 16 Jahrgang, Heft 11, (1958)
- 2) CHOWDHURY, K. A. and S. S. GOSH: Indian wood, their identification, properties and uses. Appendix, Dehra Dun, (1958)
- 3) DADSWELL, H. E.: Wood structure variations occurring during tree growth and their influence on properties. Journal of the institute of wood science. No. 1, (1958)
- 4) 井阪三郎: 板の幅の収縮, 帝室林野局北海道林業試験場彙報, 4, (1943)
- 5) 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, (1956)
- 6) 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, (1962)
- 7) 梶田 茂・中戸莞二: 単板および合板の収縮ならびに膨脹率, 日林誌, 32, 10, (1950)
- 8) KINGSTON, R. S. T. and C. J. E. RISDON: Shrinkage and density of Australian and other

- South-West Pacific woods, C. S. I. R. O., Div. of Forest Prod. Tech. Paper, 13, (1961)
- 9) 北原覚一：ラワン樹幹横断面内の材質の変化, 木材工業, 12, 4, (1957)
- 10) KOLLMANN, F.: Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe, Erster Band, Zweite Auflage, (1951)
- 11) LARSON, P. R.: Changes in chemical composition of wood cell walls associated with age..... in pinus resinosa, F. P. J., 15, 6, (1965)
- 12) 中野達夫・蕨木自輔：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, (1966)
- 13) 農林省林業試験場木材物理研究室：日本産主要樹種の物理的性質, (未発表)
- 14) 佐道 健：軸方向の収縮と内部ひずみ, 日本木材学会第15回大会研究会資料, (1965)
- 15) SALLENAVE, P.: Propriété physiques et mécaniques des bois tropicaux de L'Union Française, Centre Tech., Forest Trop., Nogentsur-Marne (Seine), France, (1955)
- 16) THOMAS, A. V. and P. K. B. PILLAI: Malayan Forest Service, Trade Leaflet, 5, 10, 21, (1964)

Density and Shrinkage of Kapur Woods grown in North Borneo.

TATSUO NAKANO and JISUKE KABURAGI

(Résumé)

In this investigation we made a study of the bulk density, the apparent specific gravity and the shrinkage on six Kapur (*Dryobalanops* spp.) logs from North Borneo.

The general description of the study logs and the test specimens are shown in Table 1. Sampling methods of the test pieces and methods of the test for study on the density and shrinkage were determined following the method of the preceding report¹²⁾.

The results of the present observations are as follows:

1. The maximum, minimum and average values of shrinkage, bulk density and apparent specific gravity at each log were obtained, and the figures are shown in Table 2. Then, their frequency polygons are shown in Figs. 1~3.
2. The transversal distribution of the bulk density (R kg/m³) and the shrinkage from green to oven-dry in relation to relative distance from the pith are shown in Fig. 4.
3. Comparison between the shrinkage of specimens including partially a diagonal grain affected by interlocked grain and almost normal grain was made, and the results are given in Table 3.
4. The nearly linear relationship between the bulk density (R) and the volumetric shrinkage (α_v) was as shown in Fig. 5, and the distribution of the α_v/R values in relation to the distance from the pith on each log were abstracted as shown in Fig. 6. Then, the average values of α_v/R on each log are shown in Table 4.
5. The relation between the transverse shrinkage anisotropy when green to oven-dry (t/r) and the bulk density was shown in Fig. 7; furthermore, the relation between the transverse shrinkage anisotropy when green to air dry (15% moisture content) (t_{15}/r_{15}) and oven-dry (t/r) in relation to the distance from the pith and each log was observed, therefore t_{15}/r_{15} indicated an entirely higher value than t/r (Table 5, Fig. 8).
6. The percentage of the shrinkage when green to air dry to when green to oven-dry ($\alpha_{15/0}$) was observed in relation to the distance from the pith, each log, each direction and the bulk density (Table 6, Figs. 10, 11). It was true that we could not exclude other factors, but remarkable and interesting results were given by direction. The values at the tangential direc-

tion ($t_{15/0}$) were the largest, while the values at the axial direction ($t_{15/0}$) were the smallest.

Ⅳ. 北ボルネオ産カプール材の強度的性質

近 藤 孝 一⁽¹⁾

山 井 良 三 郎⁽²⁾

ま え が き

前報⁽¹⁾⁽²⁾にひきつづいて、北ボルネオ産のカプール材 (*Dryobalanops* spp.) の強度試験を行なった。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得ることと、切削加工条件に関連する多湿円板からの横引張応力-歪関係の測定においた。

この試験を実施するにあたり、研究室の各位ならびに東京農業大学学生石井源通、大竹祥光の両君のご協力を得たので深く感謝の意を表する。

供試材料および木取法

供試材料の原木番号、試験群、多湿円板の半径および辺材幅などを Table 1 に示す。試験群のうち、I 群は多湿状態に関するもので、厚さ約 10 cm の円板から前報²⁾の要領で横引張試験体のみを木取った場合

Table 1. 供 試 材 料 と 試 験 群
Material tested and test group.

原木番号 Mark of study logs	I 群			II 群	III 群
	Group I	円板半径 Radius of disk (cm)	辺材幅 Width of sapwood (cm)	Group II	Group III
ⅢA—1	多湿 10cm 円板	22.6	4.0	気乾 50cm 丸太	—
ⅢA—2	—	29.2	4.8	—	—
ⅢA—3	—	31.1	5.5	—	—
ⅢA—4	—	—	—	—	気乾 梁材
ⅢA—5	—	—	—	—	—
ⅢA—6	—	—	—	—	—

Group I: 10cm disk in wet condition.

Group II: 50cm log in air dry condition.

Group III: 16×24×360 cm beam in air dry condition.

である。前報と異なることは辺材部に当たるAの位置からも接線方向の試験体を木取ったことである。すなわち、A, B, C, Dの各部位より樹幹方向に連続して4ないし5個の試験体を作成した。II群は気乾状態に関するもので、前述の円板に隣接した長さ約 50 cm の丸太から横方向試験体(横引張, 横圧縮)と縦方向試験体(静的曲げ, 縦引張, 衝撃曲げ)を作成した場合である。横方向の試験体は干割れの発生がはげしく、木取りが困難な場合が多かった。縦方向試験体は心材部分から無作為に約10本ずつ作成した。

III群はIおよびII群とは異なる原木(ⅢA—4, ⅢA—5, ⅢA—6)から巻頭緒言の Fig. 1~Fig. 3 に示す木取番号ⅢA—4—5—04, ⅢA—5—5—10, ⅢA—6—5—10 の梁材(16×24×360 cm)を用い実大

曲げ試験終了後、その非破壊部分からⅡ群と同種類の縦方向試験体を約10本ずつ作成した場合である。なお、ⅢA—4の原木については、実大梁の非破壊部分から横引張および横圧縮試験体を荷重方向に応じて約5個ずつ作成した。また、上記静的曲げ試験体の非破壊部分より縦圧縮、部分圧縮、せん断試験体を作成した。

この試験でいう多湿状態は前報²⁾で述べたように、鋸断した円板を水槽内に没漬した状態で、いわゆる生材状態とは異なっている。また、気乾状態については、横方向試験体の場合は室内に放置しておいたものであるが、縦方向試験体の場合は乾燥研究室で人工乾燥したものである。

試験方法

試験方法は前報²⁾と全く同様であり、大部分はJISの規定にしたがったが、かたさ試験は縦圧縮や部分圧縮の試験体の所要の面で行なった。試験体の寸法は横圧縮の場合に辺長 $a=30\text{ mm}$ 、縦引張、横引張、衝撃曲げの場合に $a=20\text{ mm}$ 、静的曲げおよびその非破壊部分から木取った縦圧縮、部分圧縮、せん断の場合に $a=25\text{ mm}$ とした。

試験結果と考察

最初に気乾状態の供試材料につき縦強度を主として求めた結果を Table 2 に示す。Table 2-1 の試験時容積重は静的曲げ、縦圧縮、部分圧縮、衝撃曲げの各試験体から求めた値を総括したものであるが、その容積重は全体としては $0.57\sim 0.67\sim 0.76\text{ g/cm}^3$ となり、ⅢA—4の原木がやや小さな値を示している。強度値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。形質商は静的曲げの場合に 16.1 km 、縦圧縮の場合に 8.3 km であり、原木相互間の差はあまりみとめられない。最大強さに対する比例限度の比は静的曲げの場合に 0.63 、縦圧縮の場合に 0.74 、縦引張の場合に 0.76 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の場合に 0.78×10^{-2} 、縦圧縮の場合に 0.30×10^{-2} 、縦引張の場合に 0.89×10^{-2} である。縦圧縮の値は前報¹²⁾で報告した樹種よりも小さく特徴的である。なお、各原木ごとの縦圧縮強さ (σ_c) と縦引張強さ (σ_t) の平均値を次式⁴⁾

$$\frac{3r-1}{r+1}\sigma_c = \sigma_{br}$$

$$\text{式中 } r = \sigma_t / \sigma_c$$

に代入して静的曲げ強さの計算値 (σ_{br}) を求めると、計算値は実測値 (σ_b) の約 $0.91\sim 0.99$ となり、かなり良好な適合がみとめられる。

衝撃曲げ吸収エネルギー (a) を容積重の2乗 (R_d^2) で除した値は 1.6 となり、容積重のほぼ等しい本邦産材にくらべかなり小さい³⁾。せん断強さはせん断面によりやや異なり、板目面の場合が約 10% 大きい。縦圧縮強さを柁目面せん断強さで除した値は 5.1 であり、せん断強さが比較的小さいことを示している。かたさは、木口面、板目面、柁目面の順に低減しているが、板目面と柁目面の差は僅少である。なお、縦圧縮強さを木口面かたさで除した値は単位を無視して示すと 88 で、一般に評価されている値とほぼ同様である。また、接線方向の 1 mm 部分圧縮強さを柁目面かたさで除した値はかなり分散しているが全平均は 69 となっている。

つぎに、気乾状態における横方向試験結果について述べると、干割れの発生のため木取りに際し制約を

Table 2-1. 強度

Results of several

原木番号 Mark of study log		容 積 重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含 水 率 Moisture content u %	静 的 曲 げ Static bending		
				E_b 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_b kg/cm ²
ⅢA-1	平均值 Mean	0.73	17.0	156	773	1,194
	範 囲 Range	0.70~0.76	16.5~17.5	146~176	731~811	1,126~1,294
ⅢA-2	平均值 Mean	0.67	16.5	143	700	1,080
	範 囲 Range	0.62~0.74	16.0~17.0	127~164	540~881	912~1,270
ⅢA-3	平均值 Mean	0.69	17.0	135	660	1,081
	範 囲 Range	0.63~0.76	16.5~18.0	120~152	573~728	1,012~1,154
ⅢA-4	平均值 Mean	0.61	13.5	122	626	956
	範 囲 Range	0.57~0.68	13.0~15.0	114~131	527~720	824~1,021
ⅢA-5	平均值 Mean	0.67	14.5	131	662	1,062
	範 囲 Range	0.64~0.70	13.5~15.5	116~139	589~722	974~1,123
ⅢA-6	平均值 Mean	0.64	14.5	134	637	1,049
	範 囲 Range	0.60~0.70	14.0~15.5	122~144	567~718	969~1,202
総 括 Over all	平均值 Mean	0.67	15.5	137	695	1,074
	範 囲 Range	0.57~0.76	13.0~18.0	114~176	527~881	824~1,294

 E_b : 曲げヤング係数 Young's modulus E_c : 縦圧縮ヤング係数 Young's modulus E_t : 縦引張ヤング係数 Young's modulus σ_p : 比 例 限 度 Stress at propo- σ_b : 曲 げ 強 さ Modulus of rup- σ_c : 縦 圧 縮 強 さ Maximum cru- σ_t : 縦 引 張 強 さ Maximum stren- τ_R : せん断強さ(柃目面) Shearing streng- τ_T : せん断強さ(板目面) Shearing streng-

試験結果

mechanical tests.

縦 圧 縮 Compression-parallel-to-grain			縦 引 張 Tension-parallel-to-grain			せん断 Shear-parallel-to-grain	
E_c 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_v kg/cm ²	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
204	394	584	175	1,257	1,799	115	123
186~232	358~437	565~640	144~201	1,009~1,518	1,545~2,395	107~120	116~128
196	437	572	164	1,023	1,416	109	121
169~222	360~483	517~634	133~221	829~1,386	1,211~1,817	102~122	115~125
191	372	514	159	1,101	1,596	112	127
155~228	317~435	455~597	143~176	888~1,330	1,315~2,091	97~124	113~147
159	405	536	152	882	1,023	100	108
135~171	346~470	473~575	133~205	625~1,019	921~1,150	95~108	91~122
172	441	563	148	1,090	1,402	113	123
141~194	376~506	535~590	122~168	996~1,405	1,240~1,604	104~120	111~135
185	435	558	144	973	1,168	102	116
161~211	345~476	527~570	126~151	750~1,242	800~1,516	91~110	107~142
185	413	555	158	1,066	1,426	109	120
135~232	317~506	455~640	122~221	750~1,518	800~2,395	91~124	91~147

in static bending.

in compression-parallel-to-grain.

in tension-parallel-to-grain.

rtional limit.

ture in static bending.

shing strength in compression-parallel-to-grain.

gth in tension-parallel-to-grain.

th (Radial surface).

th (Tangential surface).

Table 2-2. 強 度

Results of several

原木番号 Mark of study log		部 分 圧 縮 Partial compression				
		接 線 方 向 Tangential direction				半 径
		σ_p kg/cm ²	σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_{5\%}$ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²
ⅢA—1	平均値 Mean	56.8	119	154	131	73.8
	範 囲 Range	47.8~62.4	112~125	145~160	121~137	66.9~81.6
ⅢA—2	平均値 Mean	52.9	105	135	113	68.1
	範 囲 Range	48.0~57.6	101~108	129~141	109~117	62.3~72.1
ⅢA—3	平均値 Mean	57.5	113	148	123	81.2
	範 囲 Range	52.6~62.2	101~122	131~162	110~133	71.6~90.6
ⅢA—4	平均値 Mean	50.5	95.0	121	103	75.3
	範 囲 Range	42.9~61.9	86.8~107	112~133	94.3~114	66.8~80.8
ⅢA—5	平均値 Mean	64.8	112	144	125	90.5
	範 囲 Range	61.4~67.1	105~119	138~152	114~139	76.2~100
ⅢA—6	平均値 Mean	54.7	104	130	109	81.9
	範 囲 Range	50.8~57.5	90.2~124	118~139	98.2~117	76.3~90.6
総 括 Over all	平均値 Mean	56.1	108	139	118	78.5
	範 囲 Range	42.9~67.1	86.8~125	112~162	94.3~139	62.3~100

 σ_p : 比 例 限 度 Stress at propor- σ_{1mm} : 1 mm部分圧縮強さ Compressive st- σ_{2mm} : 2 mm部分圧縮強さ Compressive st- $\sigma_{5\%}$: 5 %部分圧縮強さ Compressive st- H_t : 木口面かたさ End hardness. H_r : 板目面かたさ Side hardness H_t : 柃目面かたさ Side hardness a : 吸収エネルギー Absorbed energy

試験結果

mechanical tests.

perpendicular-to-grain			かたさ Hardness			衝撃曲げ Impact bending
方向 Radial direction			H_t	H_r	H_t	a
σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_{5\%}$ kg/cm ²	kg/mm ²	kg/mm ²	kg/mm ²	kg·m/cm ²
132	161	141	6.7	2.3	2.0	0.79
122~147	150~179	130~155	5.2~7.5	2.1~2.8	1.8~2.2	0.71~0.92
118	147	127	6.4	2.1	2.0	0.83
107~128	130~161	113~138	5.7~7.2	1.7~2.6	1.8~2.9	0.62~0.96
130	162	139	5.9	2.2	1.8	0.65
118~140	144~171	127~150	5.3~6.9	1.7~2.6	1.5~2.2	0.51~0.77
110	131	117	6.0	1.4	1.1	0.69
104~114	124~140	111~121	5.0~7.1	1.1~1.7	0.7~1.6	0.56~0.76
135	—	146	6.7	1.8	1.5	0.72
121~148		134~160	5.9~7.3	1.5~2.0	1.3~1.7	0.65~0.77
114	143	124	6.6	1.7	1.2	0.77
109~124	133~162	116~137	5.8~7.1	1.3~2.4	1.0~1.6	0.74~0.82
123	149	132	6.5	1.9	1.7	0.74
104~148	124~179	111~160	5.0~7.5	1.1~2.8	0.7~2.9	0.51~0.96

tional limit.

length when compressed to 1 mm of side length.

length when compressed to 2 mm of side length.

length when compressed to 5% of side length.

(Tangential surface).

(Radial surface).

in impact bending.

Table 3. 各強度的
Relations among

原木番号 Mark of study 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_u km	σ_p/σ_c	σ_c/E_c 10 ⁻²	σ_c/R_u km
ⅢA—1	平均値 Mean	0.65	0.77	16.4	0.67	0.29	8.1
	範囲 Range	0.62~0.69	0.70~0.80	15.9~17.0	0.57~0.73	0.24~0.34	7.6~9.0
ⅢA—2	平均値 Mean	0.64	0.76	15.9	0.77	0.29	8.5
	範囲 Range	0.59~0.69	0.72~0.79	13.8~17.4	0.66~0.92	0.25~0.31	7.7~9.2
ⅢA—3	平均値 Mean	0.61	0.80	15.9	0.73	0.27	7.6
	範囲 Range	0.57~0.65	0.76~0.86	15.4~16.7	0.66~0.93	0.23~0.34	7.2~8.2
ⅢA—4	平均値 Mean	0.66	0.79	15.9	0.76	0.34	8.8
	範囲 Range	0.60~0.72	0.71~0.84	13.5~17.0	0.65~0.84	0.30~0.38	8.3~9.2
ⅢA—5	平均値 Mean	0.62	0.81	16.0	0.78	0.33	8.5
	範囲 Range	0.56~0.71	0.76~0.85	14.8~17.2	0.69~0.90	0.29~0.38	8.2~8.9
ⅢA—6	平均値 Mean	0.60	0.79	16.5	0.76	0.30	8.7
	範囲 Range	0.55~0.70	0.73~0.84	15.6~18.2	0.65~0.85	0.27~0.35	8.3~9.1
総括 Over all	平均値 Mean	0.63	0.78	16.1	0.74	0.30	8.3
	範囲 Range	0.55~0.72	0.70~0.86	13.5~18.2	0.57~0.93	0.23~0.38	7.2~9.2

うけたばかりでなく、肉眼的に干割れの存在が認められないものでもその強度値が意外に低く、多湿状態の値と同等程度か、あるいはそれ以下の場合がしばしばみうけられ、その評価方法に検討の余地を残している。横引張については、容積重が供試材料の全平均に近似しているⅢA—2と、材面に干割れの発生が比較的少ないと判断されたⅢA—4の試験結果のみをTable 4に示す。このうちⅢA—2の結果を後に述べるAppendix 1, 2の多湿状態の対応する部位と比較すると、接線方向(A部位)では気乾のヤング係数、比例限度、横引張強さなどがわずかに大きい、半径方向(B部位)ではヤング係数以外の強度値は多湿の場合がやや大きくなっている。なお、ⅢA—4については多湿状態での結果はないが、RT面で生長輪の傾角が45度をなしている場合の試験を行なったのでその結果を付記しておく。ヤング係数、比例限度、強さなどは半径方向、RT—45度方向、接線方向の順に低減し、この傾向はつぎに述べる横圧縮の場合も同様である。

横圧縮についてはⅢA—1から4までの原木について求めた結果をTable 5に示す。この場合は多湿状態での試験結果がないので、適正な比較はできないが、試みにヤング係数のみについてAppendix 1, 2の多湿状態の横引張試験結果と比較してみることにする。ⅢA—1(B部位)、ⅢA—2(C部位)ではほとんど差がみとめられないが、ⅢA—3(C部位)では方向により結果を異にしている。すなわち、半径方向では気乾の値が大きい、接線方向では逆に気乾の値が小さくなっている。

性質の相互関係

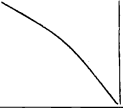
mechanical properties.

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	a/Ra^2	$\tau T/\tau R$	$\sigma_c/\tau R$	σ_c/H_t	σ_{1mm}/H_t
0.70	1.04	1.5	1.17	5.1	89	59
0.62~0.86	0.79~1.31	1.3~1.7	1.00~1.20	4.7~5.9	82~102	47~66
0.73	0.87	1.6	1.11	5.2	90	55
0.60~0.88	0.66~1.12	1.4~2.1	1.02~1.17	4.5~6.2	78~102	47~60
0.69	1.00	1.3	1.14	4.6	88	69
0.64~0.79	0.88~1.28	1.1~1.5	1.00~1.28	4.1~5.0	74~103	63~76
0.86	0.69	1.9	1.08	5.3	90	84
0.67~0.99	0.56~0.82	1.2~2.2	0.91~1.20	4.9~5.7	75~103	67~130
0.78	0.95	1.6	1.09	5.0	85	77
0.71~0.88	0.86~1.19	1.5~1.7	1.00~1.16	4.7~5.2	75~91	67~83
0.85	0.71	1.8	1.13	5.5	85	78
0.72~0.99	0.57~0.86	1.7~2.0	1.00~1.29	5.1~6.2	71~93	65~89
0.76	0.89	1.6	1.11	5.1	88	69
0.60~0.99	0.56~1.31	1.1~2.2	0.91~1.29	4.1~6.2	71~103	47~130

したがって、これら気乾状態の横方向の値を代表値として評価することには多少問題があるが、各供試原木について繊維方向 (L)、半径方向 (R)、接線方向 (T) のヤング係数および強度値を比較すると Table 6, 7 のようになる。ヤング係数の実測値は圧縮試験と引張試験とで多少異なり、比率も原木間で差があるが、概略的には $L : R : T = 100 : 7.3 : 3.3$ となっている。圧縮比例限度については IIIA-3 の半径方向の比率が他の原木よりかなり高い値を示している。引張強さでは $L : R : T = 100 : 7.3 : 4.3$ となっている。

切削加工条件と関連する多湿円板からの横引張試験結果を Appendix 1, 2 に示す。それらの結果のうち接線方向の横引張強さとヤング係数が採材部位によってどのように変化するかを Fig. 1 に図示した。図中の % で表わした数値は樹皮側の材端から試験体までの距離の半径に対する比率である。辺材部にあたる A 部位では引張強さおよびヤング係数がやや低減するが、その他の部位間の変化過程については規則的な傾向がみられない。また、強さをヤング係数で除した値 ($\sigma T/E_T$) の変化を Fig. 2 に示すが特性的な傾向は認められない。なお、多湿状態の横引張試験結果について半径方向との比較をすると Table 8 のようになる。接線方向に対する半径方向の比はヤング係数および横引張強さでは約 2、比例限度では約 2.6 であり、気乾の場合とほぼ近似している。

Table 4. 横引張試験結果(気乾状態)
Results of tension perpendicular-to-grain tests (Air dry condition).

原木番号 Mark of study logs	荷重方向 Direction of load		ヤング係数 E 10^8 kg/cm^2	比例限度 σ_p kg/cm^2	比例限歪 ε_p 10^{-2}	強 さ σ_{max} kg/cm^2	最大歪 ε_{max} 10^{-2}	σ_{max}/E	σ_p/σ_{max}
ⅢA—2	半径方向 R	平均値 Mean 範囲 Range	12.9 12.1 ~13.8	46.0 39.4 ~55.0	0.36 0.33 ~0.44	91.8 87.4 ~98.0	0.85 0.80 ~0.90	0.72 0.66 ~0.76	0.50 0.46 ~0.60
	接線方向 T	平均値 Mean 範囲 Range	5.53 4.95 ~6.26	21.4 19.8 ~22.5	0.39 0.36 ~0.41	56.6 49.0 ~60.9	1.49 1.18 ~1.87	1.03 0.86 ~1.23	0.38 0.33 ~0.46
ⅢA—4	半径方向 R	平均値 Mean 範囲 Range	11.0 10.5 ~11.4	49.3 40.4 ~56.4	0.45 0.35 ~0.48	83.3 74.8 ~89.8	0.86 0.73 ~0.99	0.76 0.66 ~0.84	0.59 0.54 ~0.63
	接線方向 T	平均値 Mean 範囲 Range	4.49 4.11 ~4.79	19.5 17.6 ~20.4	0.43 0.37 ~0.50	46.5 44.5 ~47.9	1.40 1.33 ~1.49	1.04 0.99 ~1.13	0.42 0.37 ~0.45
	45度方向 RT_{45}	平均値 Mean 範囲 Range	6.99 6.63 ~7.29	30.7 27.4 ~35.1	0.44 0.39 ~0.51	57.7 49.4 61.3	0.99 0.80 ~1.10	0.82 0.75 ~0.87	0.54 0.45 ~0.62

R : Radial direction. T : Tangential direction.

RT_{45} : 45° direction in RT plane.

σ_{max} : Maximum strength in tension-perpendicular-to-grain.

ε_{max} : Strain at maximum strength (Assumed value after some amendment).

Table 5. 横圧縮試験結果(気乾状態)
Results of compression-perpendicular-to-grain tests (Air dry condition).


原木番号 Mark of study logs	荷重方向 Direction of load		容 積 重 R_u g/cm^3	含 水 率 u $\%$	ヤング係数 E 10^8 kg/cm^2	比例限度 σ_p kg/cm^2	比例限歪 ε_p 10^{-2}
ⅢA—1	半径方向 R	平均値 Mean 範囲 Range	0.74 0.73~0.74	16.0 15.5~16.0	13.9 13.3~14.5	34.7 33.6~39.2	0.25 0.24~0.27
	接線方向 T	平均値 Mean 範囲 Range	0.72 0.72~0.73	16.0 16.0~16.0	7.04 6.59~7.47	23.5 22.2~25.2	0.33 0.30~0.35
ⅢA—2	半径方向 R	平均値 Mean 範囲 Range	0.69 0.68~0.69	15.5 15.5~16.0	11.2 9.96~11.9	34.4 33.3~38.9	0.31 0.28~0.39
	接線方向 T	平均値 Mean 範囲 Range	0.68 0.67~0.69	15.5 15.0~16.0	5.92 5.64~6.21	20.1 16.8~22.4	0.33 0.28~0.38

Table 5. (つづき)
(Continued)

原木番号 Mark of study logs	荷重方向 Direction of load		容 積 重 R_u g/cm ³	含 水 率 u %	ヤング係数 E 10 ⁸ kg/cm ²	比 例 限 度 σ_p kg/cm ²	比 例 限 歪 ε_p 10 ⁻²
Ⅲ A—3	半径方向 R	平 均 値 Mean 範 囲 Range	0.74 0.74~0.75	16.5 16.0~16.5	17.4 17.1~17.9	53.6 44.8~61.5	0.31 0.25~0.35
	接線方向 T	平 均 値 Mean 範 囲 Range	0.72 0.72~0.73	16.0 15.5~16.5	6.89 6.65~7.09	21.6 19.6~22.4	0.31 0.29~0.33
Ⅲ A—4	半径方向 R	平 均 値 Mean 範 囲 Range	0.59 0.59~0.60	15.5 14.5~16.0	11.6 11.3~12.2	32.0 27.9~33.6	0.29 0.27~0.30
	接線方向 T	平 均 値 Mean 範 囲 Range	0.60 0.59~0.61	15.5 15.0~16.0	5.14 5.05~5.22	18.6 16.7~27.2	0.37 0.34~0.43
	45度方向 RT_{45}	平 均 値 Mean 範 囲 Range	0.60 0.60~0.61	15.5 15.0~16.0	7.34 7.08~7.64	23.9 22.2~28.8	0.32 0.29~0.38

ε_p : Strain at proportional limit.

 Table 6. 直交3軸に関するヤング係数の比較
Comparisons of Young's modulus along three mutually perpendicular axes.

原木番号 Mark of study logs	圧 縮 試 験 Compression test				引 張 試 験 Tension test				圧縮と引張の比較		
	比 率 (%) Percentage			Ratio R/T	比 率 (%) Percentage			Ratio R/T	E_t/E_c		
	L	R	T		L	R	T		L	R	T
Ⅲ A—1	100	6.8	3.5	2.0	100	7.9	3.4	2.3	0.84	1.15	0.93
Ⅲ A—2	100	5.7	3.0	1.9							
Ⅲ A—3	100	9.1	3.6	2.5	100	7.2	3.0	2.4	0.96	0.95	0.87
Ⅲ A—4	100	7.3	3.2	2.3							

L : Longitudinal axis, R : Radial axis, T : Tangential axis.

 Table 7. 直交3軸に関する強度値の比較
Comparisons of mechanical properties along three mutually perpendicular axes.

原木番号 Mark of study logs	圧 縮 比 例 限 度 Stress at P. L. in comp. test				引 張 強 さ Tensile strength			
	比 率 (%) Percentage			Ratio R/T	比 率 (%) Percentage			Ratio R/T
	L	R	T		L	R	T	
Ⅲ A—1	100	8.8	6.0	1.5	100	6.5	4.0	1.6
Ⅲ A—2	100	7.9	4.6	1.7				
Ⅲ A—3	100	14.4	5.8	2.5	100	8.1	4.5	1.8
Ⅲ A—4	100	7.9	4.6	1.7				

P. L.: Proportional limit

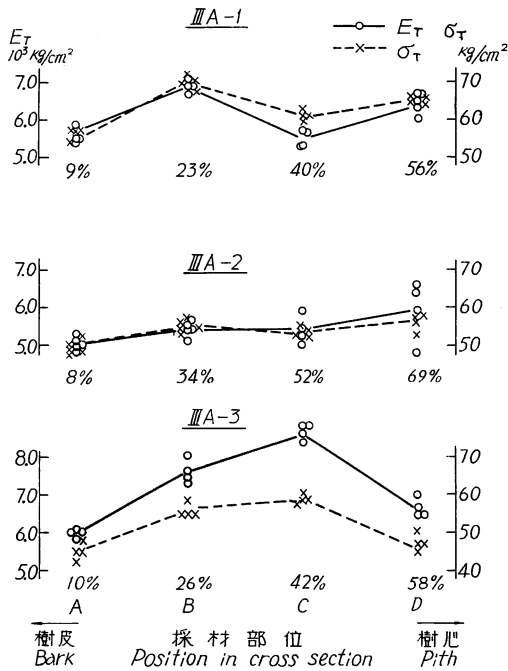


Fig. 1 多湿円板における採材部位と σ_T および E_T の関係

Relation between position in cross section and values of σ_T , E_T in tension tests in tangential direction (Specimens in wet condition).

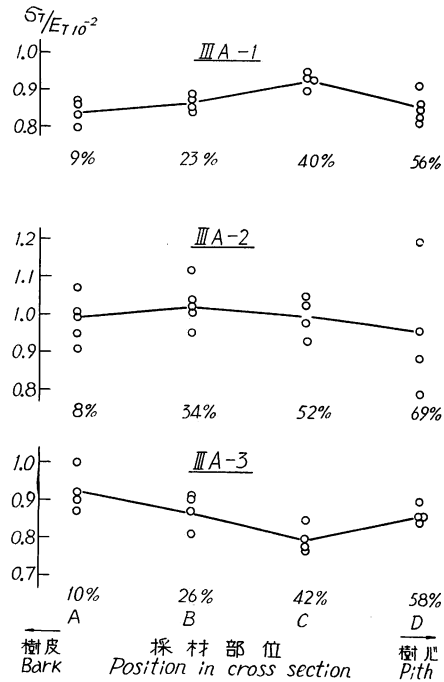


Fig. 2 多湿円板における採材部位と σ_T/E_T の関係

Relation between position in cross section and values of σ_T/E_T in tension tests in tangential direction (Specimens in wet condition).

Table 8. 横引張試験における半径方向と接線方向の比較 (多湿状態)
Comparisons of results of radial and tangential directions in tension
perpendicular-to-grain tests (Wet condition).

原木番号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section	ヤング係数 $E(10^3 \text{ kg/cm}^2)$			比例限度 $\sigma_p (\text{kg/cm}^2)$			横引張強さ $\sigma_{max} (\text{kg/cm}^2)$		
		半径方向	接線方向	R/T	半径方向	接線方向	R/T	半径方向	接線方向	R/T
		R	T		R	T		R	T	
III A-1	B	14.1	6.92	2.04	75.0	28.0	2.68	120	60.0	2.00
	C	13.0	5.50	2.36	71.3	21.9	3.25	114	51.2	2.23
III A-2	B	10.7	5.40	1.98	64.4	22.0	2.93	107	55.2	1.94
	C	10.1	5.35	1.89	56.3	23.1	2.44	99.4	53.2	1.87
III A-3	B	12.9	7.57	1.70	73.3	33.9	2.16	124	65.9	1.88
	C	13.4	8.62	1.55	72.6	33.7	2.15	123	68.7	1.79
平均 Mean				1.92			2.60			1.95

む す び (摘要)

北ボルネオ産のカプル材につき、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検討するとともに、単板切削加工に関連する多湿円板からの横引張試験を行なった。得られた結果を摘記すればつぎのごとくなる。

(1) 供試原木 6 本の気乾状態における試験時容積重の範囲は 0.57 g/cm^3 から 0.76 g/cm^3 におよび、その全平均は約 0.67 g/cm^3 であった。縦強度を中心にした試験結果は Table 2 に総括して示した。

(2) 形質商は静的曲げの場合に 16.1 km, 縦圧縮の場合に 8.3 km であり、原木相互間の差はあまりみとめられなかった (Table 3)。

(3) 最大強さをヤング係数で除した値は静的曲げの場合に 0.78×10^{-2} , 縦圧縮の場合に 0.30×10^{-2} , 縦引張の場合に 0.89×10^{-2} であり、縦圧縮の値がかなり小さく特徴的である (Table 3)。

(4) せん断強さは縦圧縮強さに比して小さく、縦圧縮強さを柁目面せん断強さで除した値は約 5.1 である (Table 3)。

(5) かたさは木口面、板目面、柁目面の順に低減しているが、板目面と柁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指標値は約 88 である (Table 3)。

(6) 直交 3 軸に関する比率、すなわち $L : R : T$ はヤング係数で $100 : 7.3 : 3.3$, 引張強さで $100 : 7.3 : 4.3$ となりかなり異方性がつよい (Tables 6, 7)。

(7) 多湿状態の円板から接線方向の横引張試験体を木取り、採材部位の差異によるヤング係数、引張強さ、 σ_T/E_T の値の変化を求めたが、辺材部に当たる部位のヤング係数および引張強さが低下しているほか、特性的な変化傾向をみとめることができなかった (Figs. 1, 2)。

文 献

- 1) 農林省林業試験場木材部：南洋材の性質 2, サラワク産メランチ類木材の性質(1), 林試研報, 190, (1966)
- 2) 農林省林業試験場木材部：南洋材の性質 3, カンボジア産材の性質(2), 林試研報, 194, (1966)
- 3) 堀岡邦典：材質改良に関する研究 (第 1 報), 材質改良の基礎としての木材の材質について, 林試研報, 68, (1954)
- 4) 沢田 稔：木材梁に関する研究 (第 1 報) 矩形断面梁の破壊条件と曲げ破壊係数, 林試研報, 71, (1954)
- 5) 農林省林業試験場木材部編：南洋材 1000 種, (1965)

Appendix 1. 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 disks in wet condition (Tangential direction).

原木番号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section	荷重方向 Direction of load 性 質 Properties	接 線 方 向 Tangential direction					相 互 関 係 Relation	
			ヤング係数 E_T 10 ³ kg/cm ²	比例限度 σ_p kg/cm ²	比例限歪度 ε_p 10 ⁻²	強 さ σ_T kg/cm ²	最大歪度 ε_{max} 10 ⁻²	σ_T/E_T	σ_p/σ_T
ⅢA-1	A	平 均 値 Mean 範 囲 Range	5.56 5.36 ~5.90	22.4 22.0 ~22.5	0.40 0.37 ~0.42	46.8 44.5 ~47.5	1.19 1.05 ~1.30	0.84 0.80 ~0.87	0.48 0.47 ~0.51
	B	平 均 値 Mean 範 囲 Range	6.92 6.74 ~7.14	28.0 25.0 ~29.7	0.41 0.36 ~0.43	60.0 57.9 ~62.5	1.16 1.04 ~1.28	0.87 0.84 ~0.89	0.47 0.42 ~0.51
	C	平 均 値 Mean 範 囲 Range	5.50 5.30 ~5.71	21.9 20.0 ~22.7	0.40 0.38 ~0.42	51.2 50.0 ~53.0	1.33 1.26 ~1.41	0.93 0.90 ~0.95	0.43 0.39 ~0.45
	D	平 均 値 Mean 範 囲 Range	6.43 5.97 ~6.68	23.1 22.5 ~25.0	0.36 0.34 ~0.38	55.2 54.7 ~55.6	1.34 1.29 ~1.43	0.86 0.82 ~0.92	0.42 0.41 ~0.45
ⅢA-2	A	平 均 値 Mean 範 囲 Range	5.00 4.76 ~5.28	21.1 19.7 ~22.8	0.42 0.37 ~0.48	49.5 48.2 ~52.5	1.55 1.35 ~1.82	0.99 0.91 ~1.01	0.43 0.40 ~0.47
	B	平 均 値 Mean 範 囲 Range	5.40 5.10 ~5.62	22.0 20.0 ~25.8	0.41 0.36 ~0.47	55.2 53.6 ~57.1	1.60 1.44 ~1.82	1.03 0.95 ~1.12	0.40 0.36 ~0.47
	C	平 均 値 Mean 範 囲 Range	5.35 4.97 ~5.92	23.1 20.0 ~25.0	0.44 0.38 ~0.50	53.2 52.3 ~55.0	1.51 1.46 ~1.60	1.00 0.93 ~1.05	0.44 0.38 ~0.48
	D	平 均 値 Mean 範 囲 Range	5.94 4.81 ~6.62	23.8 22.5 ~25.0	0.41 0.34 ~0.52	56.0 52.5 ~57.5	1.55 1.35 ~1.74	0.96 0.79 ~1.20	0.42 0.39 ~0.44
ⅢA-3	A	平 均 値 Mean 範 囲 Range	5.98 5.81 ~6.14	24.4 22.5 ~25.0	0.41 0.37 ~0.43	55.1 52.5 ~58.0	1.51 1.31 ~1.72	0.92 0.87 ~1.00	0.44 0.43 ~0.45
	B	平 均 値 Mean 範 囲 Range	7.57 7.26 ~8.01	33.9 30.0 ~35.5	0.40 0.41 ~0.47	65.9 65.0 ~68.5	1.24 1.17 ~1.29	0.87 0.81 ~0.91	0.52 0.46 ~0.54
	C	平 均 値 Mean 範 囲 Range	8.62 8.26 ~8.82	33.7 29.9 ~35.0	0.39 0.35 ~0.42	68.7 67.5 ~70.0	1.25 1.16 ~1.36	0.80 0.77 ~0.85	0.49 0.43 ~0.52
	D	平 均 値 Mean 範 囲 Range	6.58 6.37 ~6.90	26.2 24.9 ~29.9	0.40 0.38 ~0.43	57.1 55.0 ~59.7	1.45 1.37 ~1.53	0.87 0.85 ~0.90	0.46 0.43 ~0.50

Appendix 2. 多湿円板からの横引張試験結果 (半径方向)
Results of tension-perpendicular-to-grain tests of specimens from disks in wet condition (Radial direction).

原木番号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section	荷重方向 Direction of load	半 径 方 向 Radial direction				相 互 関 係 Relation	
		性 質 Properties	ヤング係数 E_R 10^8 kg/cm^2	比例限度 σ_p kg/cm^2	比例限度 ϵ_p 10^{-2}	強 さ σ_R kg/cm^2	最大歪 ϵ_{max} 10^{-2}	σ_R/E_R σ_p/σ_T
Ⅲ A-1	B	平 均 値 Mean	14.1	75.0	0.53	120	1.00	0.85
		範 囲 Range	13.5 ~15.3	71.4 ~76.9	0.47 ~0.57	115 ~123	0.93 ~1.07	0.80 ~0.90
	C	平 均 値 Mean	13.0	71.3	0.55	114	1.06	0.88
		範 囲 Range	12.3 ~13.8	67.5 ~75.0	0.49 ~0.61	97.5 ~125	0.81 ~1.20	0.73 ~0.98
Ⅲ A-2	B	平 均 値 Mean	10.7	64.4	0.60	107	1.18	1.00
		範 囲 Range	10.1 ~11.2	60.0 ~68.5	0.55 ~0.64	105 ~111	1.15 ~1.22	0.96 ~1.04
	C	平 均 値 Mean	10.1	56.3	0.57	99.4	1.19	0.98
		範 囲 Range	9.89 ~10.5	52.5 ~60.0	0.54 ~0.62	97.5 ~105	1.12 ~1.28	0.93 ~1.04
Ⅲ A-3	B	平 均 値 Mean	12.9	73.3	0.57	124	1.16	0.96
		範 囲 Range	12.4 ~13.5	70.0 ~83.3	0.52 ~0.67	116 ~130	1.03 ~1.27	0.88 ~1.03
	C	平 均 値 Mean	13.4	72.6	0.55	123	1.17	0.92
		範 囲 Range	12.4 ~14.1	70.0 ~80.0	0.50 ~0.60	117 ~131	1.09 ~1.25	0.85 ~0.97

Mechanical Properties of Kapur Woods
grown in North Borneo.

Kôichi KONDÔ and Ryôzaburô YAMAI

(Résumé)

This paper presents the results of tests on the mechanical and elastic properties of Kapur woods (*Dryobalanops* spp.) grown in North Borneo. The tests were conducted mainly by the methods provided in Japanese Industrial Standard on small clear specimens of timber. The specimens were controlled in two moisture conditions, namely, (1) wet condition for specimens belonging to Group I cut from the wet disks (about 10 cm in thickness), (2) air dry condition for those belonging to Group II cut from the logs (about 50 cm in length) and Group III cut from the non-destructive parts of beams subjected to the structural tests (16×24×360 cm in dimensions). The main results obtained from the present tests are summarized as follows:

(1) The results of several tests of each study log (Ⅲ A-1~6) are given in Table 2. The range of apparent specific gravity of specimens in air dry condition is 0.57 to 0.76 g/cm³, the mean value is about 0.67 g/cm³.

(2) The values of index of quality relative to the strength (σ_{max}/R_u) are presented in

Table 3. The mean value in static bending test is about 16.1 km and no remarkable differences among study logs are recognized. The mean value in compression parallel to grain test is about 8.3 km.

(3) The values of σ_{max}/E in the various tests are shown in Table 3. The values in compression parallel to grain are somewhat small in comparison with other species tested and tabulated in the previous reports¹⁾²⁾.

(4) The values of shearing strength are low in comparison with the maximum strength in the longitudinal compression. The mean value of σ_c/τ_R is about 5.1.

(5) The results of tests perpendicular to grain of specimens in air dry condition are presented in Table 4 and Table 5. The comparisons of strength properties along three mutually perpendicular axes of symmetry are given in Table 6 and Table 7. The ratios $L:R:T$ are about 100:7.3:3.3 for Young's modulus, and about 100:7.3:4.3 for tensile strength.

(6) The results of tension tests perpendicular to grain of specimens cut from the wet disks are given in Appendix 1 and Appendix 2. The relations among the positions in cross section of disks and the values of Young's modulus, tensile strength and σ_T/E_T in tension along tangential axis are shown in Fig. 1 and Fig. 2. The values of Young's modulus and tensile strength at A position on sapwood are somewhat lower than those at other positions.

V. 北ボルネオ産カプル材の乾燥スケジュール

寺 沢 真⁽¹⁾
佐 藤 庄 一⁽²⁾

1. ま え が き

この試験は、木材部の共同研究として取り上げた北ボルネオ産カプル材について乾燥性試験（乾燥速度の測定試験）を行ない、さらに人工乾燥試験を1吋材について3回行なったもので、乾燥に際して発生しやすい損傷の種類、程度、収縮率などを明らかにして、概略の乾燥スケジュールおよび乾燥時間を決定したものである。なお本試験に供した主要な丸太はⅢA—1、ⅢA—2の2本で、定められた位置から採材して上記試験を行なった。ただしスケジュール試験に関してはごく補足的にⅢA—4丸太から製材した板を参考までに用いた。

試験に際し、ご協力下された乾燥研究室長 筒本草造技官、同室員 片田 茂技官ならびに応用研究室 高橋武夫、多田芳太郎技官に深く感謝する。

2. 試 験 方 法

2—1. 試験の進め方

乾燥性試験は日本産主要樹種の乾燥性試験⁽¹⁾に準じ乾球温度 60°C、湿球温度 35°C（平衡含水率 3.5%）の同一条件のもとで乾燥し、試験材の含水率が 10% のときの乾燥速度（%/h）を求め、丸太および木取り別に乾燥速度の相違を明らかにし、人工乾燥スケジュール試験は、前報のカンボジア産材のスケジュール試験⁽²⁾に準じて行なったものである。

(1) 木材部加工科長・農学博士 (2) 木材部加工科乾燥研究室

人工乾燥スケジュール試験を行なうにあたっては、前もって被乾燥材のスケジュールを大略知っておく必要がある。そのために厚さ 2 × 幅 10 × 長さ 20 cm の板目材を用い、これを 100°C の恒温乾燥器に入れ、その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求め、その程度から乾燥初期条件と終末温度を推定した³⁾。

この推定された条件によるスケジュールと、さらにこれより比較的強いと考えられる乾燥スケジュールを選んで 2 回の乾燥試験をまず行ない、この 2 回の試験において、次の項目について測定、観察をしその結果を検討してさらに最適と考えられる乾燥スケジュールを決定し、再度試験を行なった。

- 1) 初期および中間蒸煮の効果
- 2) 初期割れと初期の温湿度条件
- 3) 木取り位置による収縮率および乾燥速度
- 4) 板目、柃目材の乾燥経過および乾燥時間

2-2. 試験材の木取り方

選木した 2 本の丸太 (ⅢA-1, ⅢA-2) は、長さ 70~110 cm に切断した後、Fig. 1 に示すように木取りした。2 本の丸太の大まかな形は Fig. 1 に示してあるが、いずれも節、繊維のよれなどが少ない素性の良いものである。

今回の試験においては、乾燥時間、収縮率、損傷などについて、丸太相互の相違を明らかにする以外に、同一丸太内における材質のバラツキを検討する目的で、ⅢA-2 の丸太を対象にしてⅢA-1 の丸太と少し異なった木取りを行なった。すなわち板目材を木取る場合、近接した位置から連続して木取らずに、半径方向を外周部、中央部、樹心部の 3 つに区分けして、それぞれの位置から乾燥性試験では各 2 枚、人工乾燥試験では樹心部を除き各 1 枚を木取りした。

2-3. 供試材

100°C の急速乾燥の試験材については、厚さ 2 cm、幅 10 cm、長さ 20 cm の板目材を両丸太から 3 枚ずつ、乾燥性試験材については、厚さ 2 cm、幅 10 cm、長さ 30 cm の正板目、正柃目、追柃材を各 2~3 枚ずつとした。人工乾燥試験材は板目、柃目、追柃材につき厚さ 2.7 cm、幅 20 cm、長さ 60 cm とした。す

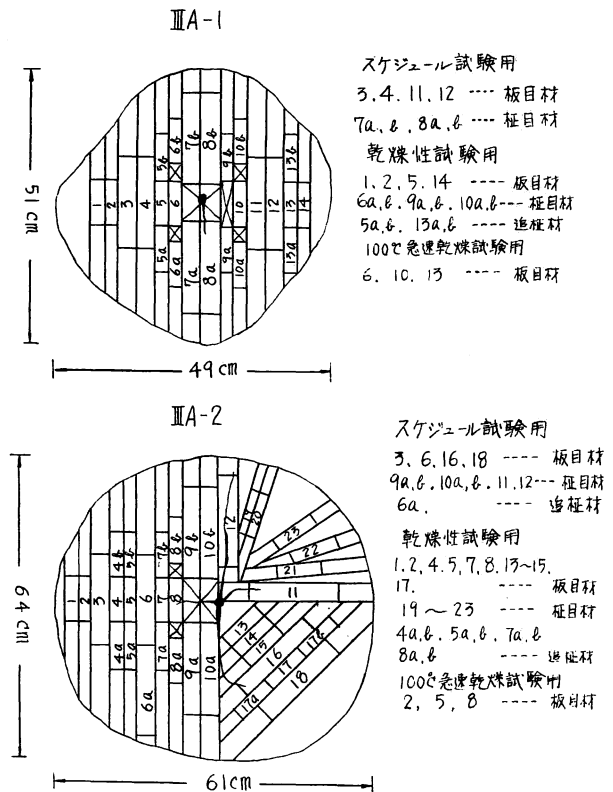


Fig. 1 カプル材 (ⅢA-1, ⅢA-2) の木取り図
Sawing method of Kapur (ⅢA-1, ⅢA-2)

すべての試験材はプレーナー仕上げとし、 100°C の急速試験材をのぞき両木口は銀ニスでエンドコートした。各試験に使用した試験材枚数はそれぞれの試験結果の項で説明する。

2-4. 測定方法

測定装置ならびに測定器具の詳細については前報²⁾に準じて行なったので説明は省略する。

人工乾燥試験材の初期含水率は、スケジュール試験材の両木口から取った試験片から算出し、試験時の

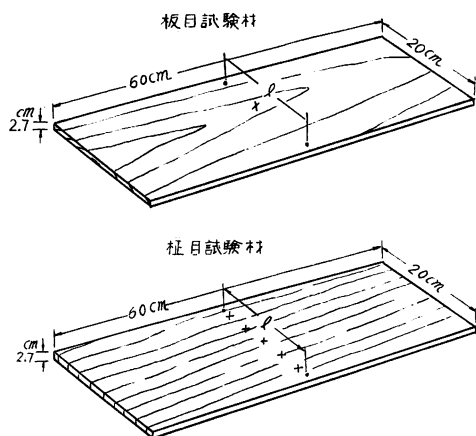


Fig. 2 板目, 柾目材の試験材の寸法と収縮率測定位置
Dimensions of test piece and position of shrinkage measuring.

注: ℓ ……幅収縮率測定距離
× ……厚さ収縮率測定位置

人工乾燥の収縮率と比較するために用いた天然乾燥材は、スケジュール試験材片の木口から幅約 3 cm の試験片を取り、幅、厚さの測定は試験材の測定と同じ方法で行なった。

3. 試験結果および考察

スケジュール試験材の一方の木口から繊維方向に長さ約 3 cm、厚さ 2.7 cm の小片を取り、これを天然乾燥し、平衡状態に達してから 60°C で 2 日間、その後 100°C で全乾になるまで乾燥したときの収縮率を Table 1 に示す。この値は、比較的落込みなどが介入しない収縮率を示すものと考えられる。それによるとⅢA—1の試験材の方がⅢA—2の試験材よりも少し大きな収縮率値を示し、特に接線方向（板目板の幅および柾目板の厚さ）の収縮率が、ⅢA—2では 8.7~9.6% であるのに対しⅢA—1では 9.9~11.0%と大きな値を示している。

3-1. 乾燥性試験

2本の丸太から採材した試験材の乾燥性試験の結果を Table 2 に示す。

乾燥速度はⅢA—1の丸太の方がⅢA—2よりも比重が高くなっていることから当然で板目、柾目材ともⅢA—2の試験材の方が総て速くなっている、後出の人工乾燥試験においてもⅢA—2の試験材の方が乾燥が速くなっている。またⅢA—2丸太の板目板について採材位置と乾燥速度との関係を見ると、樹心に近づくにつれて乾燥速度は低下している。この種の傾向は先に試験したカンボジア産チュテル等にも若干みられ、一般的に言えば、おおかたの樹種の特性とも考えられる。ただし Table 2 の結果からみて

条件変化や試験終了時期の推定資料とした。幅、厚さの測定は Fig. 2 に示すように、長さ方向の中央部（木口から 30 cm の位置）で行ない、厚さはダイヤルゲージ式シクネスゲージ（精度 $1/20$ mm）を用い、板目材については正板目の位置 1 点、柾目材については部分的落込みによる収縮率値の不安定を考慮して、幅方向の中心部から左右に 4 cm 間隔に 2 点ずつ計 5 点を測定し、その平均値をもってその板の収縮率と定めた。幅の測定は、あらかじめ 18 cm の長さに定めたノギス（精度 $1/20$ mm）で、生材時の材面にノギスの尖端で印をつけ、乾燥終了時および全乾時にその印にノギスをあてて測定した。

Table 1. カプル材の天然乾燥後に全乾とした時の収縮率
 Shrinkage of Kapur from green to oven dry in the case of air seasoned material.

原木木取り番号	木 取 り	気 乾			全 乾	
		含 水 率 (%)	収 縮 率 (%)		収 縮 率 (%)	
			幅	厚 さ	幅	厚 さ
ⅢA-1-3	板 目	11.2	6.25	2.48	9.75	4.19
ⅢA-1-4	"	11.0	6.34	2.51	9.73	4.24
ⅢA-1-11	"	10.9	6.70	3.50	10.11	5.71
ⅢA-1-12	"	11.1	6.58	2.98	10.17	5.21
平 均		11.1	6.47	2.87	9.94	4.84
ⅢA-1-7a	柁 目	11.1	3.08	7.20	5.03	10.79
ⅢA-1-7b	"	—	3.44	7.22	5.66	11.10
ⅢA-1-8a	"	11.2	3.03	7.34	5.00	10.75
ⅢA-1-8b	"	11.2	2.89	7.63	4.81	11.25
平 均		11.2	3.11	7.35	5.13	10.97
ⅢA-2-3	板 目	11.5	5.36	2.57	8.42	4.48
ⅢA-2-6	"	11.0	5.61	2.96	8.89	4.80
平 均		11.3	5.49	2.77	8.66	4.64
ⅢA-2-9a	柁 目	11.0	3.06	6.27	5.17	9.46
ⅢA-2-11	"	11.0	3.14	6.38	5.36	9.74
平 均		11.0	3.10	6.32	5.27	9.60

 Table 2. 各丸太の乾燥速度, 収縮率, 容積重
 Drying rate, shrinkage and specific gravity of log.

原木木取り番号	木 取 り	D. B. T. 60°C, W. B. T. 35°Cの条件		板目, 柎目 材についての 乾燥速度 減少係数の 比率 (板/柎)	全 乾		容 積 重 (g/cm³)
		含水率10%時 の乾燥速度 %/h	乾燥速度減 少係数 1/h×10 ⁻²		収 縮 率(%)		
					幅	厚 さ	
ⅢA—1—2	板目	0.100	2.80		9.82	4.36	0.70
ⅢA—1—5	〃	0.090	3.00		9.80	5.06	0.71
平 均		0.095	2.90	1.60	9.81	4.64	0.70
ⅢA—1—5 a	追柎	0.080	2.50		6.69	7.19	0.66
ⅢA—1—10 b	柎目	0.070	1.80		5.59	9.43	0.69
ⅢA—2—4	板目	0.255	5.20		9.50	4.83	0.62
ⅢA—2—5	〃	0.200	4.50		9.22	4.79	0.66
ⅢA—2—7	〃	0.165	4.40		9.56	5.16	0.62
ⅢA—2—8	〃	0.120	4.20		9.50	4.93	0.59
平 均		0.199	4.70	1.69	9.45	4.91	0.62
ⅢA—2—4 a	追柎	0.220	5.60		8.14	8.09	0.62
ⅢA—2—5 a	〃	0.200	5.40		8.17	6.04	0.63
平 均		0.210	5.50		8.15	7.08	0.63
ⅢA—2—22	柎目	0.098	2.78		4.44	10.16	0.64
ⅢA—2—23	〃	0.115	2.80		4.34	10.15	0.63
平 均		0.106	2.78		4.39	10.15	0.64

ⅢA-1 丸太ではⅢA-2と比較してこの傾向はかなり弱いものといえる。またさらにⅢA-2丸太につき同一原板からとられた板目および追柁材(ⅢA-2-4, ⅢA-2-4a), および他の1枚からとられた類似な木取りの板(ⅢA-2-5, ⅢA-2-5a)につき乾燥速度を比較してみると板目, 追柁材との間であまり差が認められない。これに反しⅢA-1丸太ではⅢA-1-5(板目板), ⅢA-1-5a(追柁材)との間にかかなりのちがいが認められる。一般的にいて広葉樹の乾燥速度は板目>追柁>柁目の順であり, 木取りの点からだけみれば柁目に近づくにつれて水分移動が悪くなるものと考えられている。一方同一原

板からとられた追柁材は板目材よりも丸太の外周部に位することになり、ⅢA—2丸太のように中心部の乾燥速度の極端に低下しやすい原木については、1枚の板の中で木理が板目から追柁にかわるに従い、木取り位置が外周部に近づく効果と、木取りが柁目化したことの負の因子とが打ち消し合い、同一原板からとられた板目材と追柁材材とで同じような乾燥速度を示すものと考えられる。追柁材が板目材より速い乾燥速度を示した例は、先のサラワク産材の乾燥試験⁴⁾のレッド メランチにあったが、そのときは板目材の木取りが系統的でなかったために、原因がつかめず不明のまま次回の問題として残した。結論的にいえば、樹心の乾燥速度の遅い丸太にあっては、同一原木内から任意に取られた板目、追柁材について乾燥速度を比較した場合、追柁 \geq 板目の関係が成立しやすいことになる。Table 2につき収縮率をみると、さきのTable 1の結果ほどⅢA—2丸太の収縮率は、ⅢA—1丸太に比較して小さくなく、しかも厚さ収縮についてみれば、かえって増加しているともみられる。このTable 1の結果と相違する点は、後述の急速乾燥試験あるいはスケジュール試験などの結果とも相反しており、この原因が木取り位置に関連した問題とも考えられず、また測定誤差も発見できないため、原因が不明のまま結論は保留する。

3—2. 急速乾燥試験

厚さ 2 cm, 幅 10 cm, 長さ 20 cm の板目試験材をⅢA—1, ⅢA—2 の丸太から3枚ずつ木取り、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等³⁾をTable 3に示す。

Table 3. 100°Cの急速乾燥試験結果
Result of quick drying test at 100°C.

試 験 材 番 号	樹心から の位置 (cm)	欠点の種類と程度			初期含水 率 (%)	含水率1 %までの 乾燥時間 (hr)	推定された条件 (°C)			収縮率(%)	
		初期割 れ	断面の糸 巻状の変 形	内部割 れ			初期温度	初期乾 球温度差	終末温 度	幅	厚さ
ⅢA-1-13	16	6~7	2~3	1	65	45	47~50	2.0~2.3	81	9.7	6.5
ⅢA-1-10	7	5~6	6	5	63	49	48	2.3~3.0	71	9.2	14.7
ⅢA-1- 6	5	5	6	5	63	55	48	3.0	71	10.5	14.4
ⅢA-2- 2	24	5~6	2~3	1	73	36	50~53	2.3~3.0	81	9.3	7.0
ⅢA-2- 5	17	5	4~5	1	72	45	50~53	3.0	77	9.6	10.0
ⅢA-2- 8	8	4	7	4	80	50	48	2.8	73	9.8	13.2

注：初期割れ、乾燥後の断面の糸巻状の変形は、その程度を多くの樹種につき検討し、少ないものから多いものまでにつき1~8に分類し、内部割れも同様に1~6までに分類し、その標示法に従ってカプールについての結果を示したもの。

これらの結果より概略的ながら次のことがらが推定される。

(1)樹心部はつぶれやすく厚さの収縮が多い。(2)樹心部は内部割れが生じやすい。(3)外周部は初期割れが生じやすい。(4)乾燥は外周部が速い。(5)ⅢA—1の方は10~20%乾燥がおそい。なお観察結果から外周部ほど狂いやすいことが判明した。

またこの結果から総ての板に大略適用され则认为されるスケジュールは、乾燥初期の条件として乾球温度 46~50°C, 乾湿球温度差 2.2~3.0°C, 終末温度は 70°C 程度がよいと判断され、スケジュール試験で行なう中庸な条件として、乾球温度 46°C, 乾湿球温度差 3.0°C, 終末温度を 70°C とした。

さきに述べたように、この試験においては外周部からとられた板ほど割れの発生が多くなっている。前出のⅢ, 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、によれば収縮率は樹心ほど大きく、さらに乾燥速度は乾燥性試験ならびに急速乾燥試験からみて樹心ほど低くなっている。一般の常識からすれば収縮率の大きい、乾燥の悪い樹心ほど乾燥割れが生じやすい条件といえる。

この2つの相反する関係は、樹心に近い板ほど板幅方向に生じた引張り乾燥応力が板厚のはなはだしいつぶれにより容易に引張りセットに変化したためではないかと考えられる。

このような考えかたを裏付けけるものとして Table 3 をみると樹心の板ほど板厚の収縮率が大きくなっている。

3—3. スケジュール試験

まえがきに述べたように、このスケジュール試験では、ⅢA—1、ⅢA—2 の2本の丸太からそれぞれ試験材を採取し、人工乾燥スケジュール試験に供した。

試験は 100°C の急速乾燥試験より求めた条件と、さらにこれより比較的強いと考えられる条件と、それらをさらに修正した条件と、合計3回の試験を行なった。この場合、丸太別にスケジュールを変えて行なう方法があるが、ここでは3回の試験ともⅢA—1、ⅢA—2 の各試験材を適当にとりまぜ人工乾燥した。

各試験の初期温湿度条件および終末温度、使用した試験材枚数を Table 4 に示す。

Table 4. 各試験の乾燥条件と試験材枚数
Drying conditions and number of test pieces.

	原木番号	乾 燥 条 件 (C°)			木 取 り と 枚 数		
		初 期		終 末	板 目	柁 目	追 柁
		D. B. T.	W. B. T.	D. B. T.			
第 1 回 試 験	ⅢA—1	50.0	47.0	—	1	1	—
	ⅢA—2				1	2	—
第 2 回 試 験	ⅢA—1	46.0	43.0	70.0	2	2	—
	ⅢA—2				2	2	1
第 3 回 試 験	ⅢA—1	46.0	43.5	70.0	1	1	—
	ⅢA—2				1	2	—

3—3—1. 第1回試験

ここでの試験は 100°C の急速乾燥試験から求めた条件よりも比較的強い条件で、まず試験を行ない、乾燥経過中における試験材の状態を観察した。乾燥初期温度 50°C、湿球温度 47°C の条件とし、試験材は節、入皮など欠点の無い次に示す板を用いた。ⅢA—1 の丸太については、板目 (ⅢA—1—12)、柁目 (ⅢA—1—7b) 材各1枚、ⅢA—2 の丸太については、板目材 (ⅢA—2—16) 1枚、柁目材 (ⅢA—2—11、ⅢA—2—12) 2枚を使用した。試験にあたって蒸煮処理は行なわなかった。

試験の結果は、ⅢA—1 丸太の柁目材 (ⅢA—1—7b) に含水率 61.8% で側面に 5~25 cm の割れが多く発生し、またⅢA—2 丸太については、板目材 (ⅢA—2—16) に含水率 55.3% で木口および材面に 20 cm の割れが生じ、柁目材 (ⅢA—2—11) には含水率 67.0% で材面に 50 cm の割れがそれぞれ発生したため、完全に不適当なスケジュールとして途中で打ち切った。

3—3—2. 第2回試験

第2回試験は 100°C 急速乾燥試験より求めた条件で行ない、乾燥に際し割れ、狂い、収縮率などを、2本の丸太について検討する以外に冒頭に述べたように、蒸煮の効果と同一丸太における乾燥におよぼす位置差の有無について、ⅢA—1、ⅢA—2 の丸太からとった試験材で試験した。

乾燥条件は初期温度 46°C、湿球温度 43°C、終末温度 70°C とし、試験材は節、入皮などの無い次の板を用いた。すなわちⅢA—1 の丸太については、板目材 (ⅢA—1—3、ⅢA—1—4)、柁目材 (ⅢA—1—7a、ⅢA—1—8a) を各2枚ずつとし、各1枚 (ⅢA—1—4、ⅢA—1—8a) を初期蒸煮 (100°C、

Table 5. カプールの試験材含水率と収縮率 (ⅢA-1, ⅢA-2)
Moisture content and shrinkage of Kapur (ⅢA-1, ⅢA-2).

	原木材取り番号	木 取 り	含 水 率 (%)		収 縮 率 (%)				備 考
			初 期	仕上り	仕 上 り		全 乾		
					幅	厚 さ	幅	厚 さ	
第 2 回 試 験	ⅢA—1— 3	板目	66.8	8.0	7.72	2.69	10.45	4.24	無 処 理
	ⅢA—1— 4	〃	71.6	5.8	9.22	2.95	11.11	4.31	初期蒸煮
	ⅢA—1— 7 a	柾目	69.5	10.5	3.07	8.10	5.33	12.37	中間
	ⅢA—1— 8 a	〃	67.6	9.7	3.17	9.12	5.17	13.01	初期
	ⅢA—2— 3	板目	71.7	5.4	8.56	3.13	10.00	4.19	無 処 理
	ⅢA—2— 6	〃	71.9	6.3	—	3.97	—	5.42	〃
	ⅢA—2— 6 a	追柾	69.7	6.1	—	6.25	—	7.88	〃
	ⅢA—2— 9 a	柾目	71.7	9.7	—	7.53	—	10.69	〃
	ⅢA—2—10 a	〃	74.0	10.9	2.97	7.67	5.28	11.19	〃
第 3 回 試 験	ⅢA—1—11	板目	65.2	9.0	8.42	4.07	10.95	5.59	無 処 理
	ⅢA—1— 8 b	柾目	63.5	9.8	2.86	9.10	5.03	12.71	〃
	ⅢA—2—18	板目	71.7	5.6	8.12	3.61	9.39	4.35	〃
	ⅢA—2— 9 b	柾目	69.0	7.5	3.61	8.08	5.22	10.34	〃
	ⅢA—2—10 b	〃	68.0	6.6	3.94	9.69	5.28	11.68	初期蒸煮

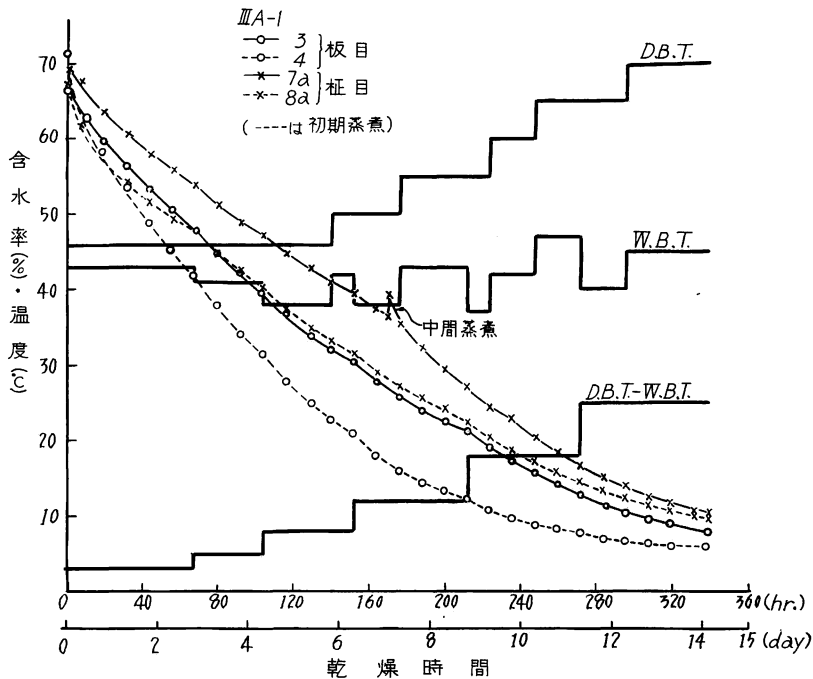


Fig. 3-a カプールの乾燥経過, 第2回試験 (ⅢA-1)
Drying process of Kapur (2nd test, ⅢA-1).

30分) し, 無処理の柾目材につき中間蒸煮 (100°C, 30分) を行なった。

ⅢA-2の丸太については, 板目材 (ⅢA-2-3, ⅢA-2-6), 柾目材 (ⅢA-2-9a, ⅢA-2-10a) を各2枚, 追柾材 (ⅢA-2-6a) 1枚を用いた。ⅢA-2の各試験材の場合, 初期および中間蒸煮の処理は行わず, 木取り位置と乾燥経過, 収縮率などの関係を調べた。すなわち板目材につき外周部に近接

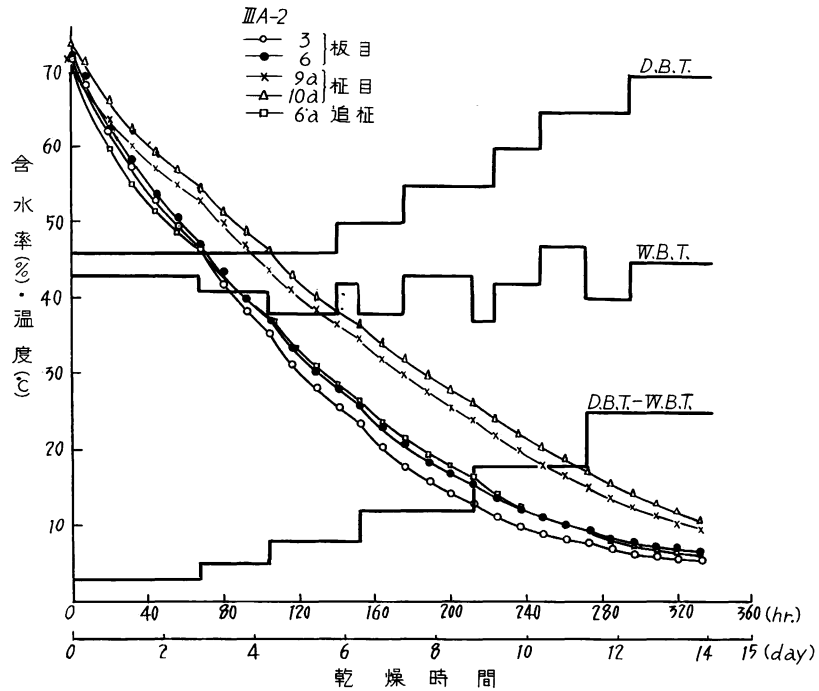


Fig. 3-b カプル材の乾燥経過, 第2回試験 (ⅢA-2)

Drying process of Kapur (2nd test, III A-2).

した位置と, 中央部付近の板を木取りしたもので, ⅢA-2-3 の試験材は半径約 30 cm の丸太の外周から 8.5 cm 入った位置, ⅢA-2-6 は半径方向の中央 (樹心から 13.5 cm) の試験材である。

乾燥経過, 乾燥終了時および全乾時の収縮率, 試験材番号などを Fig. 3-a, Fig. 3-b, Table 5 に示す。

ⅢA-1 丸太につき初期蒸煮の効果をみると, 板目材の場合, 含水率 10% まで乾燥する際, 無処理材と比較して約 23% の時間短縮があり, また中間の蒸煮 (含水率 36.5%) も柾目材 (ⅢA-1-7a) における乾燥経過曲線からわかるように, 蒸煮後急速に乾燥していることから, 乾燥時間だけについて考えると, この樹種の初期および中間蒸煮は, 乾燥時間を短縮するのに大きな効果があるといえよう。

木取り位置による乾燥経過は, Fig. 3-b に示したように, 樹心に近い板目材の試験材が無いため, はっきりした傾向はつかみにくいが, 外周部の試験材 (ⅢA-2-3) の方が中央試験材 (ⅢA-2-6) に比べて, 含水率 10% まで乾燥する際約 10% の時間短縮になっている。

次に木取り別の乾燥経過は Fig. 3-a, Fig. 3-b の経過図から, 同一丸太において板目材が一番短い時間で乾燥し, 次いで追柾, 柾目材の順になっている。これはさきのカンボジア, サラワク産材などの Dipterocarpaceae の樹種と似た傾向を示している。しかし Table 2 の乾燥性試験においては, 板目材の乾燥速度よりも追柾材の方がやや速くなっていて, このスケジュール試験の結果と逆になっているが, これは前述したように, 木取りに関係する問題と, 樹心の板ほど乾燥速度が低下する性質とにより決定される問題である。したがって Fig. 3-b に示された乾燥経過図のうち, 外周部に近い同じ円周上から取られた

板目材(ⅢA-2-3)と追柾材(ⅢA-2-6a)とを比較すると、追柾材より板目材の方が乾燥時間は速いが、中央部から取られた板目材(ⅢA-2-6)と、同じ接線上にある追柾材とを比較すると、ほとんど同一の値となっていて、前出の Table 2 の結果と合っている。

丸太別の乾燥時間をⅢA-1, ⅢA-2 の無処理材について、生材から含水率 10% まで乾燥するに要する時間で比較してみると、板目材の場合、ⅢA-1-3 は 303 hr, ⅢA-2-3 は 234 hr, ⅢA-2-6 は 260 hr を要している。一方柾目材の場合は、中間蒸煮したⅢA-1-7a とⅢA-2 の無処理材の乾燥時間がほぼ同じである。このことから丸太別の乾燥時間は、ⅢA-2 丸太の方がⅢA-1 丸太よりも、14~23%ほど早いと考えられる。

乾燥初期の木口および面割れは、第1回試験よりも乾燥条件がゆるかったため少なく、ⅢA-1 の試験材については、中間蒸煮(含水率 36%)をした柾目材(ⅢA-1-7a)の側面に細かい割れが生じただけで、他の試験材には認められなかった。しかし無処理板目材(ⅢA-1-3)に条件変化直後(含水率 37%)に木口から面にかけて、2~3 cm の小さな割れが生じた。一方ⅢA-2 の試験材については、この試験に使用した板の性質にもよるが、乾燥初期に割れが生じた試験材はⅢA-2-3, ⅢA-2-6 の両板目と、ⅢA-2-10a の柾目材に、10 cm ほどの細い割れが認められた。またⅢA-2-9a (柾目材)に条件変化直後(含水率 27.6%), 材面に新たな割れが生じた。

乾燥終末時の各試験材の状態は、ⅢA-1 の板目材に 4~5 mm, ⅢA-2 の板目材に 2~3 mm の Cup が起きており、ⅢA-1 の場合、蒸煮材の方が大きな値になっていた。材のネジレ(一方の木口面を平板におさえた時の、他方木口面のネジレによって生じた平板との距離)は、初期蒸煮したⅢA-1-4 (板目)に 5 mm, ⅢA-2-3 (板目)に 25 mm, ⅢA-2-6 (板目)に 21 mm のネジレ量があり、この結果ではⅢA-2 の方が狂いやすく、また外周部の板の方が狂いやすくなっている。

落込みは初期蒸煮したⅢA-1-8a の柾目材の樹心側に大きく生じていたが、他の無処理柾目材(ⅢA-1, ⅢA-2)にはあまり認められなかった。

Table 5 に示したⅢA-1 の無処理材および初期、中間蒸煮材の全乾収縮率の値を Table 1 の天然乾燥を経た全乾材の値とを板目、柾目材の接線方向について比較し、さらに天然乾燥材に対する人工乾燥スケジュール材の比率を求めると Table 6 になる。このことからいずれも接線方向の収縮率(板目材につ

Table 6. 接線方向における人工乾燥材の収縮率増加割合
Increase ratio of shrinkage of kiln dry wood in the tangential direction.

原木木取番号	木取	全乾収縮率(%)		天然乾燥と人工乾燥材との収縮率増加倍数	備考
		天然乾燥材	人工乾燥材		
ⅢA-1-3	板目	9.75	10.45	1.07	無処理 初期蒸煮 中間蒸煮 初期蒸煮
ⅢA-1-4	〃	9.73	11.11	1.14	
ⅢA-1-7a	柾目	10.79	12.37	1.15	
ⅢA-1-8a	〃	10.75	13.01	1.21	

いては幅方向、柾目材については厚さ方向)であるにもかかわらず、柾目材の収縮率の方が大きな値を示している。

また板目、柾目材とも蒸煮処理を行なうと、無処理材よりも収縮率が増加し、とくに柾目材の場合、中間蒸煮材の増加倍数が 1.15 であるに対し、初期蒸煮材は 1.21 と大きくなっている。一方ⅢA-2 の丸

太について板目材の収縮率をみると、厚さ方向の値が外周部の板よりも、中心部の板の方が大きくなっており、 100°C の急速乾燥試験でも同様の結果が出ている。樹幹内の収縮率の分布については先出のⅢに記載されているように樹心に近づくに従い接線、半径方向ともに大きくなっているから、ここにあらわれた板目材の厚さ方向の収縮率の増加が、樹心に近づくにつれて大きくなっても不思議はないが、板幅方向の収縮率の増加が少なく、板厚の収縮増加率がきわめて大きく、その原因が細胞のつぶれをともなう収縮である点が特徴的である。このような板厚のつぶれやすさが板幅方向に生じた引張り乾燥応力を、容易に引張りセットに変え、樹心に近い板ほど割れにくい結果にしていると考えられる。

3-3-3. 第3回試験

この試験に供した試験材は、Table 4 に示す如くⅢA-1 の丸太については、無処理板目材 (ⅢA-1-11)、柾目材 (ⅢA-1-8 b) を各1枚とし、ⅢA-2 の丸太については、第2回試験で蒸煮材の試験を行っていないため、板目材 (ⅢA-2-18) 1枚、柾目材 (ⅢA-2-9 b, ⅢA-2-10 b) 2枚として、1枚を初期蒸煮 (100°C , 30分, ⅢA-2-10 b) した。試験材はすべて節、入皮などを含まない板である。

乾燥条件は第1, 2回の試験条件よりも弱い条件として、乾球温度 46.0°C 、湿球温度 43.5°C 、終末温度 70.0°C とした。この条件は初期割れの防止と、さきの試験で含水率の低下にともない条件変化した時に ⅢA-1, ⅢA-2 の試験材に割れが生じたため、この回は途中ゆっくり条件をあげて行なった。

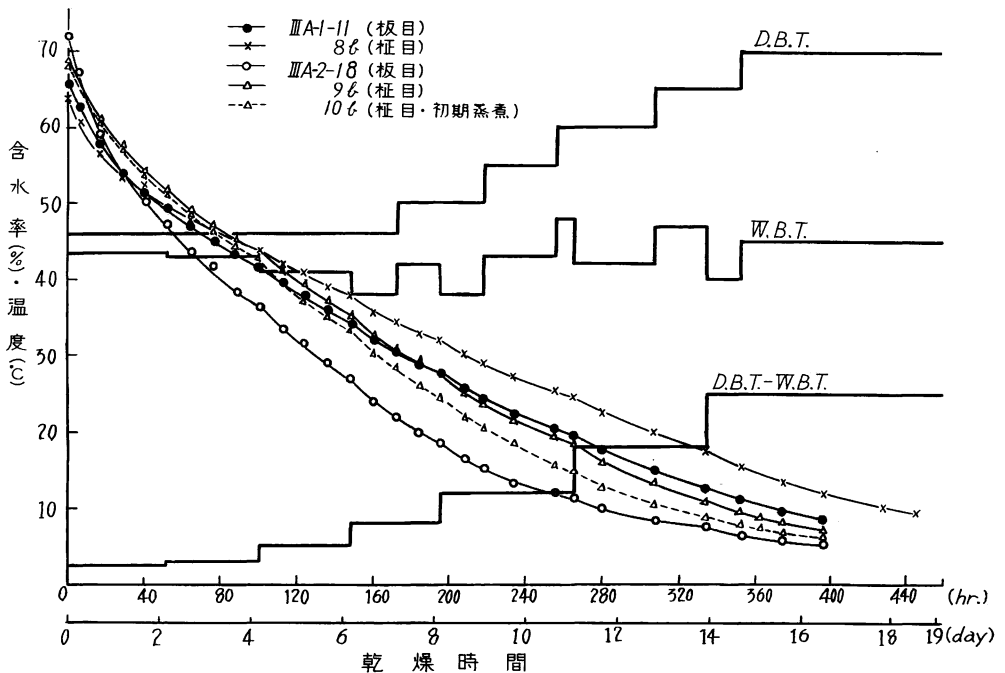


Fig. 4 カプル材の乾燥経過, 第3回試験 (ⅢA-1, ⅢA-2)

Drying process of Kapur (3rd test, ⅢA-1, ⅢA-2).

乾燥経過, 乾燥終了時および全乾時の収縮率, 試験材番号などを Fig. 4, Table 5 に示す。

乾燥初期の木口および面割れは、初期条件が適当なため、新たに生じた割れはまったく認められなかった。また乾燥途中の割れも認められなかった。

乾燥終了時における各試験材の状態は、ⅢA-1-11 (板目) に 4~5 mm, ⅢA-2-18 (板目) に 2~

3 mm の Cup があって、前回の試験と同程度の Cup 量を示していた。繊維方向のネジレは III A—2—18 の板に生じ、その程度は前回のものと比較して、少し少なくなっている。落込みについても前回の試験と同程度であるが、やはり初期蒸煮材 (III A—2—10 b) の樹心側に大きく生じていた。

丸太別の乾燥時間は、全体的に第2回試験よりも長くなっているが、板目、柾目材とも III A—1 の試験材の方がおそく、これは前出の 100°C 急速乾燥試験、乾燥性試験の結果と一致する。

以上3回の試験結果を総括すれば、この樹種は初期あるいは中間蒸煮によって、乾燥時間を短縮することができ、その効果はカンボジア産チュテール材よりも大きい。

木取り別では板目材の乾燥が最も速いが、板目材の場合、木取り位置によって乾燥時間が異なる傾向があり、この性質はカプール材のみでなく、Dipterocarpaceae に属する樹種の一般的現象かとも思えるが、これについては今後さらに検討する。

Table 5 に示した第3回試験の無処理板目、柾目材の全乾収縮率をみると、III A—1 の接線方向の収縮率は 10.95~12.71%，半径方向は 5.03~5.59% であるのに対し、III A—2 の接線方向は 9.39~10.34%，半径方向は 4.35~5.22% といずれも III A—1 丸太の方が大きな収縮率となって、さきの天然乾燥材、急速乾燥試験の結果と合っている。

次に第2回試験における結果のうち、Table 6 に示した III A—1 丸太の接線方向の収縮率と、Table 5 に示す III A—2 の板目材の外周部と中央部の厚さ方向の収縮率差、さらに蒸煮処理した柾目材に生じた落込み位置が樹心側であることなどから次のことがいえよう。

(1) カプール材はさきに行なったカンボジア産チュテール材と同じように、人工乾燥に際し、初期蒸煮を行なうと収縮率が増大し、落込みが生じやすい樹種であると考えられるが、(2)従来、人工乾燥で収縮率が増大する場合は、柾目材の厚さ収縮（接線方向）が多いと考えられていたが、はなはだしくつぶれの生ずる場合には接線、半径に無関係に厚さ方向の収縮が増すものと考えられ、(3)またこの樹種は樹心に近くなるにしたがって、板目材の厚さ方向の収縮率が大きくなる性質を持っているものと推定される。

割れについては、3回の試験の結果からカンボジア産チュテール、あるいは他の Dipterocarpaceae の樹種と比べて、カプールは割れやすい樹種であるといえる。また一度割れが生じるとなかなかふさがりにくく、しかも一般に応力転換期をすぎたと思える 22% 以下の低含水率時においても、乾燥条件を変化すると新たな割れが生じる危険がある。そのため人工乾燥は困難な樹種であり、多少針葉樹に似て応力転換期が低含水率にかたよっているのかと考えられるが、この種性質を持つ材は、一般に落込みなどの生じにくい材にあらわれるもので、さきの収縮率の増大とは多少矛盾した関係にあるが、その理由は不明である。

なおこの割れと関連して、乾燥初期の割れに対する条件を、さらに細かく調べる目的のために、III A—4 の丸太を使用して補足試験を行なったが、III A—1、III A—2 の丸太に比べてはるかに割れにくく、しかも比重も低いため、特殊な材と考え、その結果から、III A—1、III A—2 の初期割れに対する条件を検討することが不可能なためはぶいた。

以上、スケジュール試験に供した III A—1、III A—2 の丸太が、カプール材を代表するものとすれば、3回のスケジュールのうち、第1回試験は条件が強すぎて問題にならず、第2回試験も多少強く初期割れが生じ、第3回試験は大略適当であるが、乾燥中ごろがややゆるすぎた点と、応力転換期に第2回試験では割れが発生したため、これらの中間をとり初期温度 46°C、湿球温度 43.5°C、終末温度は板の狂いを考慮して 70~72°C とした、1吋材のスケジュールを Fig. 5 に示す。この場合、コントロールサンプル

は柎目材の乾燥がおくれるために、柎目材に定め、中間蒸煮を行なって乾燥日数は、第2回と第3回試験の中間とみて、16日は要するから工場規模で行なえば、含水率 10% まで乾燥するのに 17~18 日はかかるう。

4. ま と め

入手された北ボルネオ産カプール材について、2, 3の乾燥試験を行ない、その際に発生しやすい損傷の種類、程度、収縮率などの結果を要約すると次のとおりである。

- 1) 乾燥速度、収縮率、割れ、狂いなどにつき太丸間、あるいは同一太丸であっても位置によってかなり差異がある。
- 2) 乾燥速度は丸太別に比較した場合、ⅢA-2の方がⅢA-1より板目、柎目材とも速い。木取り位置については板目材に関して、内部よりも外周部の板の方が速く乾燥する。木取り別については、板目材の方が柎目材よりも乾燥速度は速い。
- 3) 割れについては板目材の場合、外周部の板ほど割れやすい傾向にある。板の狂いも外周部の板ほど大きく生じている。
- 4) Table 1 の天然乾燥を経て全乾にした材の収縮率と、人工乾燥を経て全乾にした材の収縮率 (Table 6 参照) の値を接線方向で比較すると、人工乾燥による収縮率が非常に大きくなり、特に柎目材の収縮率が、板目材よりも大きいことと、蒸煮によりさらにこの傾向が増加することから、カプール材は柎目材に落込みが生じやすい樹種であるといえる。
- 5) 初期蒸煮は乾燥時間を短縮するのに大きな効果がある。しかし収縮率が増えるため、この樹種については中間蒸煮が適しているものと思われる。また低含水率においても、条件の変化に対し割れやすい性質を持っているため、終始して温度差を急に開かぬよう操作することが、割れを防止するポイントである。
- 6) カプール材のスケジュールとしては、乾燥初期に割れが生じやすいことと、蒸煮によつて収縮率の増大と狂いが大きくなるため、中間蒸煮をほどこして、第2回試験よりも初期条件を弱くし、乾燥の中ごろを第3回よりも少し強く、終末温度を 70~72°C にした Fig. 5 に示すスケジュールが適当と考えられる。

文 献

- 1) 寺沢 真・小玉牧夫・佐藤庄一：日本産主要樹種の性質、乾燥性(第1報)，林試研報，153，(1963)
- 2) 寺沢 真・佐藤庄一：南洋材の性質1，カンボジア産材8樹種の乾燥スケジュール，林試研報，190，(1966)
- 3) 寺沢 真：木材乾燥スケジュールの簡易決定法，木材工業，20，5，(1965)
- 4) 寺沢 真・佐藤庄一：南洋材の性質2，サラワク産メランチ類木材の乾燥スケジュール，林試研報，190，(1966)

Drying Schedule of Kapur Woods **grown in North Borneo.**

Shin TERAZAWA and Shôichi SATô

(Résumé)

Drying tests of Kapur woods grown in North Borneo were carried out in this investigation. Various properties that appeared in the Kiln-drying of them were studied, and the drying schedules for one-inch-thick board were determined. The results of test were as follows:

- (1) The drying rate, shrinkage, and initial crack were remarkably different, even in the same log.
- (2) The crack appeared more frequently in the board sawn from the outer part of log than that from the innerpart of log. The deformation happened more evidently in the outer part of log. This species tended to crack very easily.
- (3) The drying rate was faster in the outer part of log, and the flat sawn board dried more quickly than the quarter sawn board.
- (4) The initial steaming of log was effective for the shortening of drying time, but made the shrinkage increase.

A suitable drying schedule for the 1 inch board is indicated in Fig 5.

Species Moisture content (%)	Kapur	
	D.B.T. (C°)	W.B.T. (C°)
70	-----	-----
60		
50	46.0	43.5 43.0
40		41.0
30	50.0	42.0
	55.0	43.0
	60.0	48.0
	65.0	50.0 47.0
20	70~72	45~47
10		40~42
Initial steaming		unnecessary (Internal steaming is necessary)
Drying time		16 days

Note -----; Initial moisture content
Control sample: Edge grain

Fig. 5 Suitable drying schedules of 1 inch board of Kapur.

Ⅵ. 北ボルネオ産カプール材の回転鉋における被削性試験

(南洋材の回転鉋における被削性試験 第3報)

星

通⁽¹⁾

1. ま え が き

本報は、南洋材の性質の一環として北ボルネオ産カプール材について、さきに報告した南洋材の回転鉋における被削性試験法¹⁾に準じ試験を実施し、樹種間相互を比較検討し、その性質を明らかにするとともに、木材工場に利用される資料を蓄積整備して、南洋材の合理的利用をはかることを目的とするものである。

本試験を実施するにあたりご援助をいただいた加工研究室各位、乾燥研究室各位、製材研究室青山経雄技官、応用研究室多田芳太郎技官に感謝する。

2. 試 験 方 法

2-1. 試験法の概要

本試験は次に示す切削抵抗および切削面を基準とする双先の寿命試験の2項目の性質により樹種間相互を比較し検討する。

1. 切削抵抗試験 供試材はあらかじめ Fig. 1 のように所定の厚さに製材された挽板を、天然乾燥 (25% 前後) したのち、最高温度 50°C の低い温度で含水率 10% 程度まで人工乾燥してから、縦、横、木口の3方向切削試験材を Fig. 2 に示す形状および寸法に木取り、含水率 12% 前後に調湿する。この試験材を切削試験機 (回転軸にトルクメーターをとり付け、歪計を通じオシログラフに切削抵抗のトルク値を記録させる測定器をも含む切削試験機) により切削抵抗 (主分力) をトルク値として記録させる。このトルク値を切削抵抗に換算し、1 双あたりの送り量 (f cm) と単位切削幅あたりの切削抵抗 (P kg/cm) の関係図を求める。この図表から得られた関係式 $P=a+\alpha f$ における α および a の両係数を切削抵抗試験における指標として表示する。

なお、この試験条件の範囲内においても、比重の著しく大きいものなどで直線式により処理できないものは、 $P=a+\alpha f^\beta$ の式における α , a , β の3係数をその指標として表示する。

2. 切削面を基準とする双先の寿命試験、供試材は前記した切削抵抗試験材と同様に、

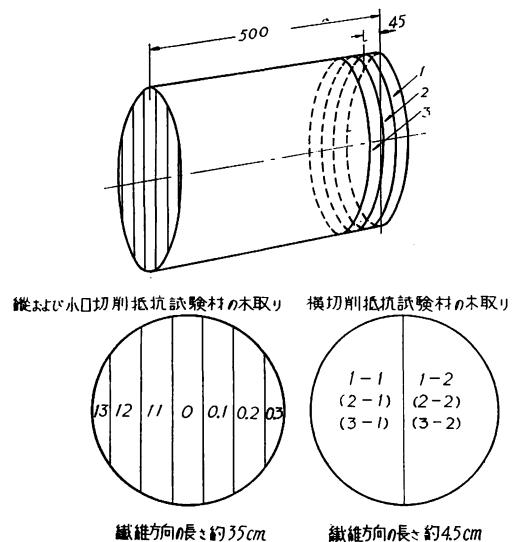
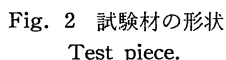


Fig. 1 切削抵抗試験材の挽板木取り
Sawn board for cutting force test.

(1) 木材部加工科加工研究室



て表示する。本項目の切削条件は、自働1面鉋盤を用い、有効双数1枚、回転数 6180 r. p. m, 送り速度 20 m/min, ナイフの材質 SKH3, 双先角 40°, 切削角 56°である。

供試材には材料の関係から切削抵抗試験用には原木丸太番号 Ⅲ A-1, Ⅲ A-2, Ⅲ A-3, 双先の寿命試験用には Ⅲ A-4, Ⅲ A-6 の丸太より木取りした挽板を用いた。

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

挽板番号は Fig. 1 の木取り番号 See Fig. 1.

うに最高温度 50°C の低い温度で人工乾燥し、乾燥による割れなどの欠点を除き追柢面の木取りができるもの 3 枚を選び試験材として用いた。

本試験材の寸法は Fig. 2 に示すとおりであるが木口切削試験材の切削部分の厚さは 10 mm である。また、試験材の数量は各丸太について縦、横、木口方向の各切削試験材についてそれぞれ 3 枚ずつとし、これらの試験材に用いた挽板を Table 1 に示す。なお本表に示す挽板番号は Fig. 1 に示す木取番号であって巻頭緒言の木取り図に示された木取番号とは異なるものである。

切削面を基準とする双先の寿命試験材の木取りは、巻頭緒言の Fig.1~Fig.3 にある木取り法により製材された挽板のなかから Table 2 に示す挽板を選び、前記の切削試験材と同時に人工乾燥し、幅 60mm × 厚さ 30 mm × 長さ 2000 mm の寸法の試験材に木取りした。

Table 2. 双先の寿命試験用挽板
Sawn board for wear test of edge.

原 木 番 号 Log No.	挽 板 番 号 Sawn board No.	原 木 番 号 Log No.	挽 板 番 号 Sawn board No.
Ⅲ A—4	1—01	Ⅲ A—6	1—04
〃	1—02	〃	1—05
〃	4—01	〃	3—03
〃	4—02	〃	4—01
			4—02
			5—07

挽材番号は巻頭の緒言の木取図による。

この木取りした試験材のなかからとくに著しい欠点材および正板目、正柢目木取りとなった試験材を除き、各挽板より木取りした試験材がほぼ均等に含むように配慮した。本試験は材料の関係から試験材の数量は 50 枚とし、このなかから切削面の評価をする試験材として 25 枚の試験材を選んだ。切削面の評価の基準は切削条件および材質よりおこる切削面の欠点とし、逆目、毛羽立ち、目違いの 3 欠点³⁾とした。

2—3. 試験材の含水率および比重の測定

本項目の測定方法は回転鉋における被削性試験法¹⁾にもとづいて行ない次のように測定した。

1) 切削抵抗試験材の含水率および比重の測定は、Fig. 2 に示すごとく含水率は切削前と切削後に試験材から厚さ 5 mm の試験片を切り、全乾法により含水率を求め、両者の平均含水率をもって表示した。容積重は Fig. 2 に示す試験材の部分から木取りした試験片から切削試験に用いられた木理と同じ部分で 20mm×40mm×50mm の試験片を作り容積重を測定した。なお、木口および横切試験材は切削に使われる木理部分が長いので幅 20 mm に切りとった部分の左右両端を長さ 50 mm に木取りした 2 つの試験片の容積重を測定しその平均容積重をもって表示した。これらの測定結果を Table 3, 4, 5 に示す。

2) 切削面を基準とする双先の寿命試験材の含水率および容積重の測定

含水率は Kett M-8 型含水率計状電極により切削試験を始める直前に測定した。また、容積重は試験材を 50 mm に横切りした試験片により測定した。これらの測定結果を Table 7 に示した。

3. 試験結果および考察

3—1. 切削抵抗試験

前記の試験法にもとづいて、前述のカプル材3本の丸太より木取りした供試材について、縦、横、および木口方向の3切削抵抗試験を実施し、そのトルク値から単位切削幅あたりの切削抵抗 (P kg/cm) を測定し、1双あたりの送り量 (f cm) との関係求めた。その結果を Fig. 3, 4, 5 に示す。この関係図

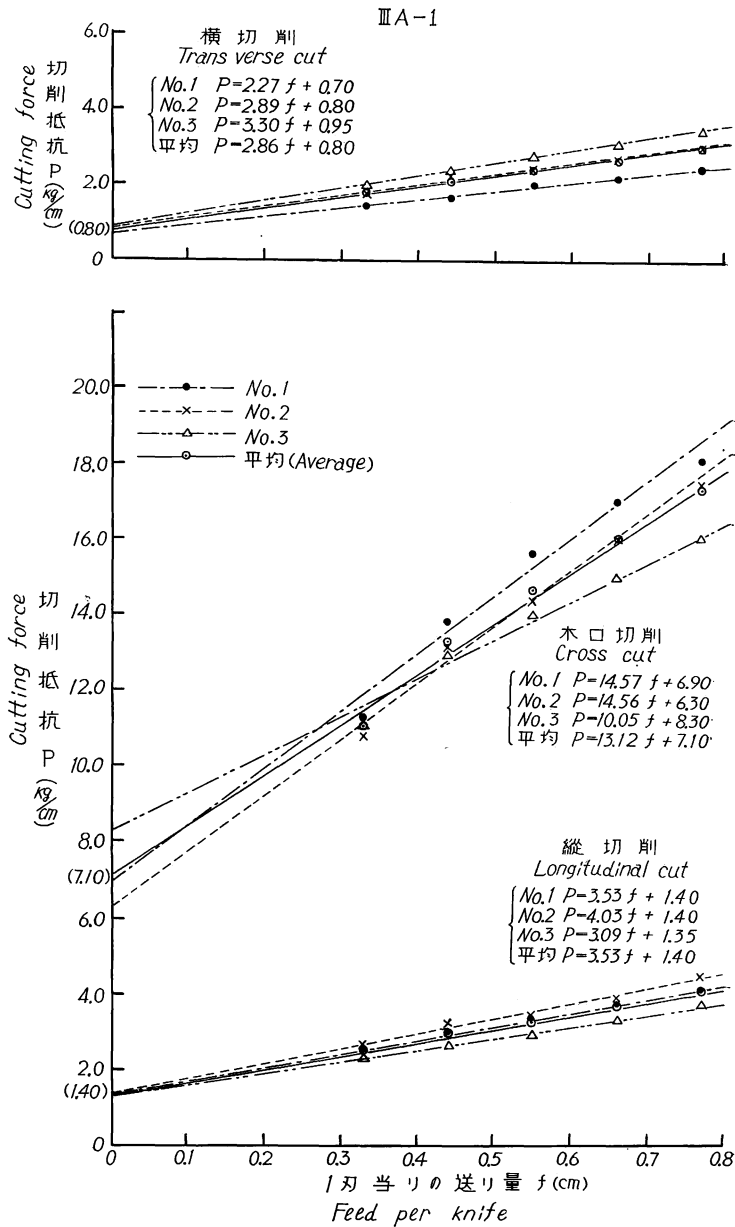


Fig. 3 ⅢA-1 における1双あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係.
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (ⅢA-1).

から切削抵抗と1双あたりの送り量の関係式 $P=a+\alpha f$ における α および a の両係数を求め Table 3, 4, 5 に示す。また各丸太より木取りした試験材3枚のおおの測定点における平均値と1双あたりの送り量との関係における関係式の係数 α , a を求め Table 6 に示す。

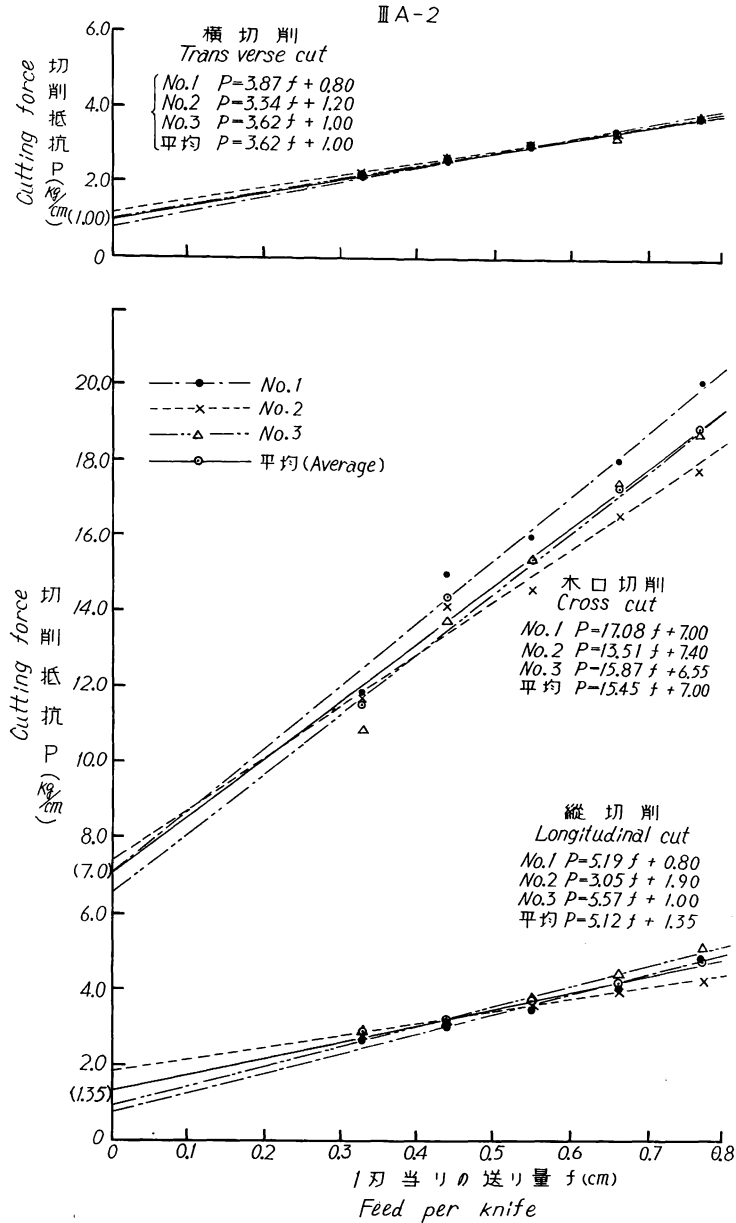


Fig. 4 ⅢA-2 における1双あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
 Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (ⅢA-2).

3-2. 切削面を基準とする刃先の寿命試験

前記の試験法により前述の2本のカプール丸太(ⅢA-4, ⅢA-6)より木取りした試験材について刃先の寿命試験を実施した。

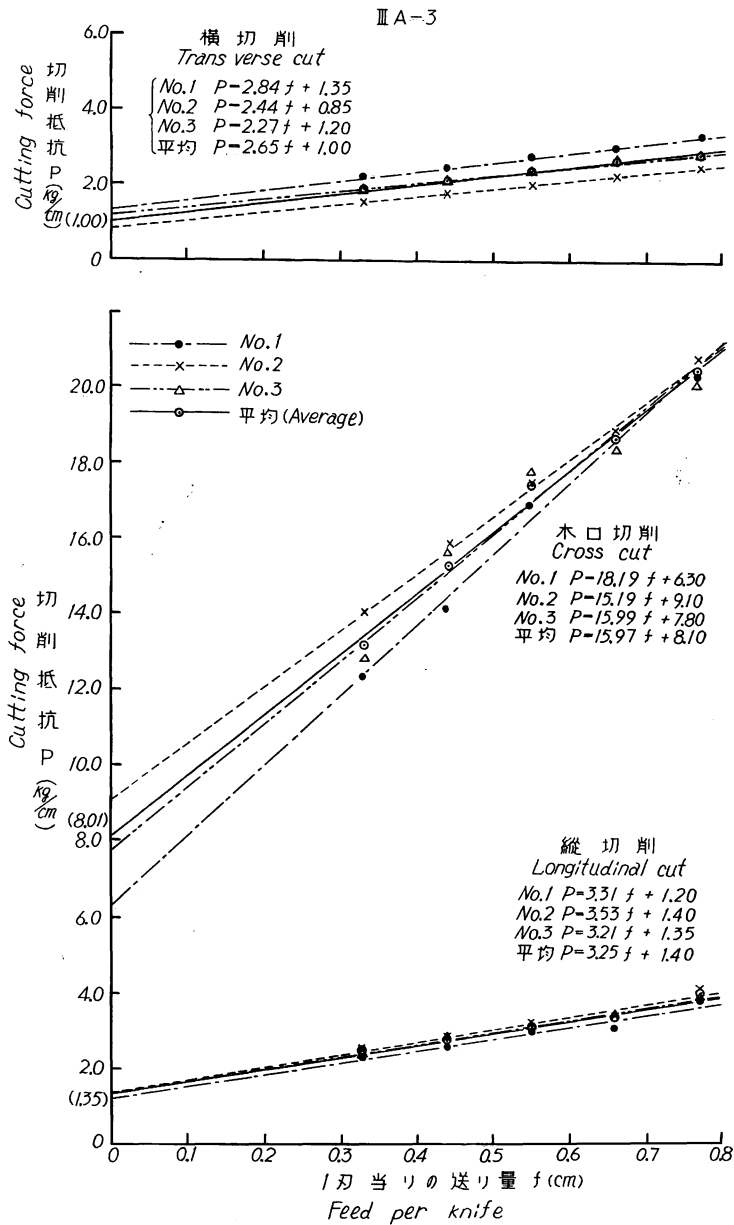


Fig. 5 ⅢA-3 における1刃あたりの送り量(f)と切削抵抗(P)の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (ⅢA-3).

Table 3. 縦切削の試験結果
 The a and α of longitudinal cut.

丸太番号 Log No.	試験材 No. Test piece No.	切削時含水率 (%) Moisture content at cutting			容 積 重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α
		切 削 前 Before cutting	切 削 後 After cutting	平 均 Average	調湿容積重 After conditioning	全乾容積重 Oven dry		
Ⅲ A-1	1	12.6	12.9	12.8	0.73	0.64	1.40	3.53
	2	12.8	11.5	12.2	0.71	0.64	1.40	4.03
	3	12.9	11.6	12.3	0.73	0.66	1.35	3.09
Ⅲ A-2	1	12.5	11.3	11.9	0.64	0.57	0.80	5.19
	2	12.3	10.8	11.6	0.63	0.56	1.90	3.05
	3	12.2	11.0	11.6	0.64	0.57	1.00	5.57
Ⅲ A-3	1	12.8	13.5	13.2	0.67	0.59	1.20	3.31
	2	13.7	11.6	12.7	0.65	0.58	1.40	3.53
	3	13.6	11.7	12.7	0.70	0.62	1.35	3.21

 $a, \alpha; P=a+\alpha f$ (切削抵抗の直線式)

 Table 4. 横切削の試験結果
 The a and α of transverse cut.

丸太番号 Log No.	試験材 No. Test piece No.	切削時含水率 (%) Moisture content at cutting			容 積 重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α
		切 削 前 Before cutting	切 削 後 After cutting	平 均 Average	調湿容積重 After conditioning	全乾容積重 Oven dry		
Ⅲ A-1	1	12.2	10.5	11.4	0.72	0.64	0.70	2.27
	2	12.2	11.0	11.6	0.73	0.65	0.80	2.89
	3	13.1	11.7	12.4	0.72	0.65	0.95	3.30
Ⅲ A-2	1	12.7	11.2	12.0	0.69	0.62	0.80	3.87
	2	12.6	10.9	11.8	0.69	0.60	1.20	3.34
	3	13.2	11.9	12.6	0.64	0.57	1.00	3.62
Ⅲ A-3	1	13.9	12.1	13.0	0.86	0.65	1.35	2.84
	2	13.5	11.1	12.3	0.81	0.73	0.85	2.44
	3	13.2	11.0	12.1	0.71	0.64	1.20	2.27

 $a, \alpha; P=a+\alpha f$ (切削抵抗の直線式)

 Table 5. 木口切削の試験結果
 The a and α of cross cut.

丸太番号 Log. No.	試験材 No. Test Piece No.	切削時含水率 (%) Moisture content at cutting			容 積 重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α
		切 削 前 Before cutting	切 削 後 After cutting	平 均 Average	調湿容積重 After conditioning	全乾容積重 Oven dry		
Ⅲ A-1	1	12.8	13.2	13.0	0.74	0.67	6.90	14.57
	2	12.8	12.6	12.7	0.74	0.66	6.30	14.56
	3	12.6	12.2	12.4	0.71	0.64	8.30	10.05
Ⅲ A-2	1	12.4	12.8	12.6	0.68	0.59	7.00	17.08
	2	12.9	12.7	12.8	0.68	0.61	7.40	13.51
	3	12.0	12.5	12.3	0.67	0.60	6.55	15.87
Ⅲ A-3	1	12.7	12.3	12.5	0.66	0.59	6.30	18.19
	2	13.0	13.3	13.2	0.67	0.60	9.10	15.19
	3	12.6	12.7	12.7	0.67	0.60	7.80	15.99

 $a, \alpha; P=a+\alpha f$ (切削抵抗の直線式)

Table 6. 切削抵抗試験結果
The a and α of cutting force test.

試験材 Test pieces	平均湿潤容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity after conditioning	平均全乾容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity oven dry	a	α
ⅢA-1 縦 (L)	0.71~0.73(0.72)	0.64~0.66(0.65)	1.40	3.53
〃 横 (T)	0.72~0.73(0.72)	0.64~0.65(0.65)	0.80	2.86
〃 木口 (C)	0.71~0.74(0.73)	0.64~0.67(0.67)	7.10	13.12
ⅢA-2 縦 (L)	0.63~0.64(0.64)	0.56~0.57(0.57)	1.35	5.12
〃 横 (T)	0.64~0.69(0.67)	0.57~0.62(0.60)	1.00	3.62
〃 木口 (C)	0.67~0.68(0.68)	0.59~0.61(0.60)	7.00	15.45
ⅢA-3 縦 (L)	0.65~0.70(0.67)	0.58~0.62(0.60)	1.35	3.25
〃 横 (T)	0.71~0.86(0.79)	0.64~0.74(0.67)	1.00	2.65
〃 木口 (C)	0.66~0.67(0.67)	0.59~0.60(0.60)	8.01	15.97

$a, \alpha; P=a+\alpha f$ (切削抵抗の直線式)

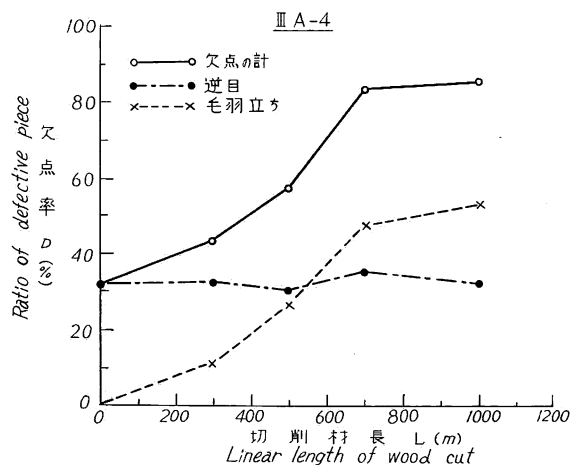


Fig. 6 ⅢA-4における切削材長(L)と欠点率(D)の関係
Relation between ratio of defective piece and linear length of wood cut (ⅢA-4).

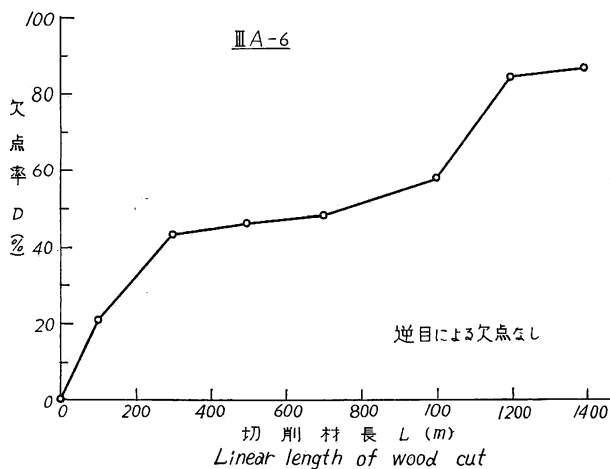


Fig. 7 ⅢA-6における切削材長(L)と欠点率(D)の関係
Relation between ratio of defective piece and linear length of wood cut (ⅢA-6).

その結果を Fig. 6, 7 に示す。この結果から欠点率 70% に達した切削材長を双先の寿命として Table 7 に示す。

なお、双先の寿命が終わったとき（欠点率70%）における双先の摩耗長は測定できなかったため今回は付記できない。

以上の結果を考察すると

1) 切削抵抗試験の結果は、Fig. 3, 4, 5 に見られるように、本試験の範囲において ⅢA-1, ⅢA-2, ⅢA-3 とともに縦、横、木口方向の切削抵抗と1双あたりの送り量の関係は、 $P=a+\alpha f$ の直線式により表わすことができる。

2) 双先の寿命試験は、Fig. 6, 7 に見られるように ⅢA-4 は、切削初期より逆目による欠点が30%以上あり、切削材長が大きくなっても逆目の程度は小さくなるがその量は減少せず、それに毛羽立ちによる欠点加わって双先の寿命は 600 m となった。一方 ⅢA-6 は切削初期から逆目による欠点がなく、1400 m の切削材長においても逆目はみられなかった。したがって欠点は毛羽立

Table. 7. 刃先の寿命試験における試験材の比重と含水率および試験結果
Moisture content and specific gravity of wear test of knife edge, and result of test.

丸太番号 Log. No.	含水率 (%) Moisture content		調湿容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity after conditioning		切削材長 Cutting length (Lm)	刃先の磨耗長 Wear of knife edge (lmm)
	範囲 Range	平均 Average	範囲 Range	平均 Average		
ⅢA-4	11.0~13.3	12.8	0.57~0.65	0.61	600	—
ⅢA-6	12.0~15.0	13.6	0.61~0.73	0.65	1,100	—

ちによるものだけである。この両者の違いは明らかではないが、木理の交錯の程度の大きいものは、逆目による欠点ができやすいものと考えられる。

3) 上記の結果を総括して、本試験に供試したカプール材は、若干のピンホールはあったが仕上げ面から見ると、他の木工用材に比べてくに切削面が悪いことはなく、南洋材は交錯木理が多く切削初期の逆目がとくに多いものを除いては切削材長とともに逆目の程度が減少するので家具工場などいわゆる木工用材には十分使うことができると思う。

4. あとがき

本試験は、当木材部の南洋材の性質に関する研究の一環として、北ボルネオ産カプール材を供試材として先に報告した南洋材の回転鉋における被削性試験法¹⁾により、切削抵抗試験および切削面を基準とする刃先の寿命試験を行ない、その結果を前者は Fig. 3, 4, 5 および Table 3, 4, 5, 6 に、後者は Fig. 6, 7 および Table 7 に示した。

南洋材の回転鉋についての試験は今後順次行なっていくが、試験結果は実験の終了した時点でちくじ発表していき、最終段階で総まとめをする予定である。したがって今回は結果の考察については深く論ずることができないがごく概略的にいえば、北ボルネオ産カプール材は刃先の寿命試験の結果からは、前報⁴⁾のカンボジア産材に比べて仕上げ面が良く、刃先の寿命が比較的ながいので、家具部材など木工用材として切削面からは比較的使いよい材のように考えられる。また、従来細胞中に含まれるシリカについてはなほだしく切削の障害となるようにいわれているが、カプールの場合はあまり問題にならず結晶の含まれた成分などにも大きく影響されるようである。

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，（1966）
- 2) 上村 武・梅原 誠：日本産主要樹種の性質，試験計画，林試研報，153，（1963）
- 3) 星 通：日本産主要樹種の性質，回転鉋における被削性について，（第 1 報），林試研報，189，（1966）
- 4) 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，（1966）

Cutting Properties of Kapur Woods grown in North Borneo by Rotating Knife.
(Cutting properties of South Asian woods by rotating knife. 3)

TOORU HOSHI

(Résumé)

In this report the cutting properties of Kapur woods grown in North Borneo were investigated as a part of the study of properties on tropical woods.

The tests concerning cutting force and wear of knife edge were carried out by methods similar to those described in Forest Experiment Station Bulletin No. 190.

The results of cutting force test are shown in Figs. 3, 4, 5, Tables 3, 4, 5, and 6. The results of wear test are indicated in Figs. 6 and 7, and Table 7.

From this test Kapur woods grown in North Borneo showed a very good cut surface, and the life of knife edge was longer in comparison with Cambodian Chhoeuteal woods. Therefore, this species was considered suitable for materials of wood working and furniture.

VII. 北ボルネオ産カプール材の単板切削

江 草 義 正⁽¹⁾

北ボルネオ産カプール材6本のうち、ⅢA—1、ⅢA—2、ⅢA—3の3個体につき、ロータリー単板切削試験およびこれに関連した原木の材質試験を行なったので、とりまとめ報告する。

I 測定項目

- (a) かたさ：無処理材，温度処理材（煮沸による）
- (b) 横曲げによるヤング係数，強さ，最大比例変形度：無処理材，温度処理材
- (c) 切削試験：ロータリー単板切削（無処理材および温度処理材における切削割れおよび切削初期の単板厚さについての試験）

供試木については巻頭の緒言を，サンプルのとり方および試験方法は林試研報 No. 190 に準じて行なったのでこれを参照されたい⁽¹⁾⁽²⁾。なお供試丸太は3個体とも大略4m材でこのうちより約20cmの円板をとり材質試験，残りの材から約35cmずつを2，3玉，玉切って切削試験を行なった。

II 試験結果および考察

(a) かたさについて

- i) 無処理材の各原木，位置の板目面，柾目面のかたさを Table 1, Fig. 1 に示す。おおよそ辺材をのぞいた心材部だけの半径の1/2付近が一番かたく，辺材，樹心になるにつれ硬度は低くなり一般の型と

(1) 木材部加工科加工研究室長

Table 1. 無処理材の各原木のかたさ
Hardness of each log at green condition.

kg/mm²

原木番号 Mark of log	位置 Measuring part	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	チ	平均 Average
Ⅲ A—1	板目 Tangential face	1.20 (0.95 ~1.55)	1.40 (1.20 ~1.60)	1.30 (1.10 ~1.45)	1.60 (1.40 ~1.90)	0.95 (0.65 ~1.30)	1.05 (0.75 ~1.35)			1.24 (0.65 ~1.90)
	柁目 Radial face	—	1.60 (1.40 ~1.80)	1.70 (1.35 ~1.70)	1.10 (0.65 ~1.55)	1.25 (1.10 ~1.40)	0.90 (0.75 ~1.05)			1.30 (0.65 ~1.80)
Ⅲ A—2	板目 Tangential face	0.75 (0.65 ~0.85)	1.10 (1.00 ~1.20)	1.05 (0.90 ~1.15)	1.00 (0.90 ~1.20)	1.00 (0.65 ~1.20)	0.90 (0.75 ~1.10)	1.00 (0.75 ~1.15)		0.96 (0.65 ~1.20)
	柁目 Radial face	0.70 (0.65 ~0.75)	0.95 (0.85 ~1.15)	1.15 (0.95 ~1.30)	1.20 (1.00 ~1.40)	0.85 (0.75 ~0.90)	0.85 (0.85 ~1.00)	0.85 (0.65 ~1.05)		0.94 (0.65 ~1.40)
Ⅲ A—3	板目 Tangential face	0.80 (0.65 ~0.90)	0.80 (0.65 ~0.95)	0.95 (0.90 ~1.00)	0.90 (0.75 ~1.00)	1.35 (1.15 ~1.50)	1.10 (0.75 ~1.35)	1.00 (0.95 ~1.15)	0.80 (0.70 ~0.95)	0.96 (0.65 ~1.50)
	柁目 Radial face	0.60 (0.55 ~0.70)	1.05 (0.80 ~1.35)	0.80 (0.40 ~1.20)	1.18 (0.85 ~1.45)	1.15 (1.00 ~1.25)	1.00 (0.95 ~1.15)	1.10 (0.90 ~1.35)	0.77 (0.55 ~0.95)	0.95 (0.40 ~1.45)
平均 Average	板目 Tangential face	0.92 (0.65 ~1.55)	1.05 (0.65 ~1.20)	1.06 (0.95 ~1.15)	1.14 (0.75 ~1.90)	1.05 (0.65 ~1.50)	1.01 (0.70 ~1.35)	1.00 (0.70 ~1.15)	0.80 (0.70 ~0.95)	0.98 (0.65 ~1.50)
	柁目 Radial face	0.65 (0.55 ~0.75)	1.19 (0.80 ~1.80)	1.20 (0.40 ~1.70)	1.15 (0.65 ~1.55)	1.08 (0.75 ~1.40)	0.93 (0.75 ~1.15)	0.98 (0.65 ~1.35)	0.77 (0.55 ~0.95)	1.03 (0.55 ~1.40)
柁目/板目 (%)	R. F. / T. F. (%)	70.6	113.3	113.2	100.8	102.8	92.1	98.0	95.1	105.1

注) 位置は辺, 心材の境を基準にして辺材をイ, 心材外部から樹心に向かって 3 cm おきにロ, ハ……とした。

4 点の平均値

Note) Each symbol イ, ロ, ハ……indicates the measured part in the log.

イ : sapwood, ロ, ハ……heart wood, each 3 cm apart from the sapwood boundary toward the pith.

Average of four measured values.

は多少異なっている。また平均値的に今回のカブールは 1.0~1.3 kg/mm² くらいで、内地材と比較するとマカンパくらいで、ナラ、ケヤキよりはやわらかい。しかし単板切削からみた望ましいかたさは大略ではあるが 0.5~0.6 kg/mm² くらいと思われるので、無処理材での切削は単板の品質を考慮すると困難な木といえよう。

ii) 温度処理したときのかたさの変化を Table 2, Fig. 2 に示す。各温度で処理 (煮沸) したときのかたさの低下割合は無処理材を 100% とした場合、おおよそではあるが 60°C では 80% くらい、80°C では 70% くらい、90°C では 60% くらいといえよう。これらの数値は内地材の硬材、また現在まで行なったフィリッピン材と比較すると、80°C、90°C で若干高く、したがって温度による影響は少ない木と考えられる。これらの数値から今回のカブールは少なくとも 90°C 以上の高温処理が必要と思われる。

(b) 横曲げによるヤング係数 (E_b), 強さ (σ_b), 最大比例変形度 (ϵ_b) について

i) 無処理材の各原木, 位置のこれらの数値を Table 3 に示す。おおよそではあるが個体差からみれば

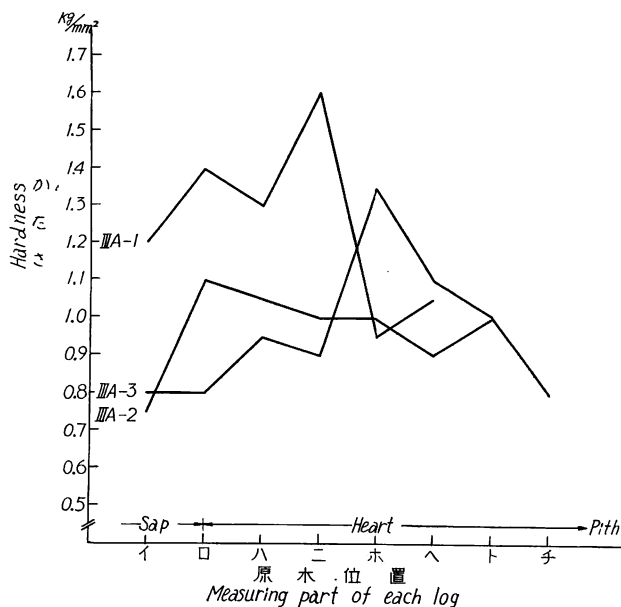


Fig. 1 無処理材におけるかたさ (各原木の板目面)
Hardness at green condition (tangential surface of each log).

注) ブリネル硬度計による

位置は辺心材の境を基準にして辺材をイ, 心材外部から樹心に向って 3 cm おきにロ, ハ, ……チとした。

Note) Brinell hardness.

Each symbol イ, ロ, ハ……indicates the measured part in the log.

イ : sapwood, ロ, ハ……heart wood each 3 cm apart from the sapwood boundary toward the pith.

Table 2 各処理温度、時間におけるかたさ
Hardness at each cooking temperature and time.

kg/mm²

温度 Temperature 時間 Time(hr)	60℃							80℃		
	0	24	48	72	96	120	平均 Average	0	24	48
か た さ Hardness	1.51 (1.25 ~1.75)	1.51 (1.45 ~1.51)	1.26 (1.05 ~1.51)	1.18 (1.05 ~1.25)	1.15 (1.05 ~1.25)	1.08 (0.90 ~1.25)	1.24 (0.90 ~1.51)	1.36 (1.10 ~1.55)	1.10 (0.95 ~1.40)	0.96 (0.80 ~1.15)
比 率 (%) Percentage (Green condition 100%)	100	100	83.4	78.1	76.2	71.5	82.1	100	80.9	70.6

温度 Temperature 時間 Time(hr)	80℃				90℃						
	72	96	120	平均 Average	0	24	48	72	96	120	平均 Average
か た さ Hordness	0.98 (0.85 ~1.35)	0.95 (0.90 ~1.00)	0.81 (0.70 ~0.95)	0.96 (0.70 ~1.40)	1.50 (1.35 ~1.65)	0.95 (0.90 ~1.00)	0.85 (0.65 ~1.05)		0.95 (0.85 ~1.05)	0.96 (0.75 ~1.19)	0.93 (0.65 ~1.19)
比 率 (%) Percentage (Green condition 100%)	72.1	69.9	59.6	70.6	100	63.3	56.7		63.3	64.0	62.0

注) 測定値は 4 点の平均。サンプルは心材部の中央から各原木より均一にとる。

Note) Average of four measured values.

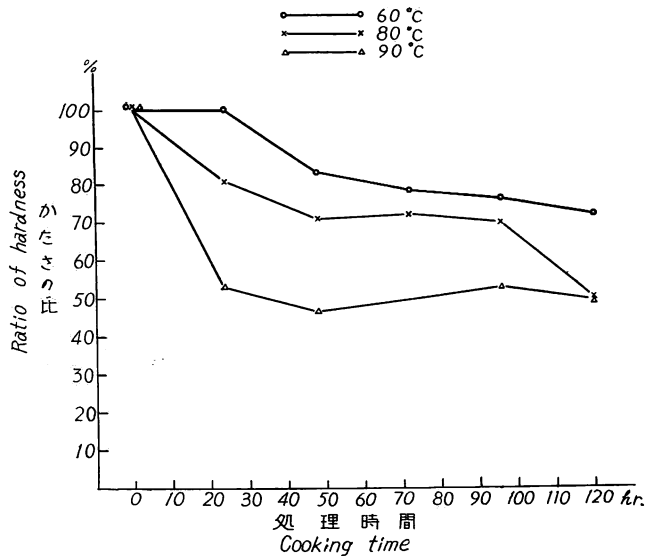


Fig. 2 処理温度、時間におけるかたさの低下率 (無処理材 100%)

サンプルは 3 本の丸太から平均してとる。測定値は 4 点の平均

Decrease of hardness at each cooking temperature and time (Hardness at green condition is 100%).

Table 3. 無処理材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) (横曲げ試験による)
YOUNG'S modulus (E_b), Bending strength (σ_b),
and the value determined by $\frac{\text{bending strength}}{\text{YOUNG'S modulus}} \times 100$ at green condition.
(Direction of grain is perpendicular to the span.)

位置 Measuring part		(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	平均 Average
原木番号 Mark of log						
	$E_b (10^8 \text{kg/cm}^2)$	5.70 (4.95~6.37)	7.07 (6.42~7.60)	6.26 (5.70~6.91)	6.55 (5.70~7.66)	6.39 (4.95~7.66)
	$\sigma_b (\text{kg/cm}^2)$	71.37 (61.30~84.98)	84.99 (72.98~90.38)	73.92 (66.46~80.43)	80.68 (68.83~90.87)	77.74 (61.30~90.87)
	$\epsilon_0 (\%)$	1.25	1.20	1.18	1.23	1.21
Ⅲ A-1						
	$E_b (10^8 \text{kg/cm}^2)$	5.00 (4.62~5.81)	6.11 (4.58~6.89)	5.99 (5.42~6.27)	6.48 (5.64~7.69)	5.89 (4.62~7.69)
	$\sigma_b (\text{kg/cm}^2)$	68.53 (59.71~73.14)	83.11 (70.38~90.91)	76.03 (69.20~92.69)	82.25 (76.09~94.11)	77.48 (59.71~94.11)
	$\epsilon_0 (\%)$	1.37	1.36	1.26	1.26	1.31
Ⅲ A-2						
	$E_b (10^8 \text{kg/cm}^2)$	7.15 (6.47~7.89)	7.27 (5.36~9.00)	8.30 (6.84~9.45)	5.78 (5.16~6.93)	7.12 (5.61~9.45)
	$\sigma_b (\text{kg/cm}^2)$	86.33 (76.89~93.35)	93.07 (82.80~104.6)	100.77 (84.34~106.56)	76.71 (69.00~89.70)	89.22 (69.00~106.56)
	$\epsilon_0 (\%)$	1.20	1.28	1.21	1.32	1.25
Ⅲ A-3						
	$E_b (10^8 \text{kg/cm}^2)$	5.95 (4.62~7.89)	6.81 (4.58~9.00)	6.69 (5.42~9.45)	6.27 (5.16~7.69)	6.47 (4.58~9.45)
	$\sigma_b (\text{kg/cm}^2)$	75.41 (59.71~93.35)	87.05 (70.38~104.6)	83.57 (66.46~106.56)	79.88 (68.83~94.11)	81.48 (59.91~106.56)
	$\epsilon_0 (\%)$	1.26	1.27	1.24	1.27	1.25
平均 Average						
	$E_b (10^8 \text{kg/cm}^2)$	5.70	7.07	6.26	6.55	6.39
	$\sigma_b (\text{kg/cm}^2)$	71.37	84.99	73.92	80.68	77.74
	$\epsilon_0 (\%)$	1.25	1.20	1.18	1.23	1.21

注) 位置は辺、心材の境を基準にして、辺材を(イ)、心材外部から樹心に向って 5~6 cm おきに (ロ)、(ハ)……とした。

6 個の平均値

Note) Each symbol (イ), (ロ), (ハ)……indicates the measured part in the log.

(イ): sapwood. (ロ), (ハ)……heartwood. each 5~6 cm apart from the sapwood boundary toward the pith. Average of six measured values.

Table 4. 各処理温度，時間におけるヤング係数 (E_b),
Young's modulus (E_b), bending strength (σ_b), and the value
(Grain direction perpendicular

温度 Temperature 時間 Time (hr)	60°C							80°C
	0	24	48	72	96	120	平均 Average	24
E_b (10^8kg/cm^2)	7.27 (5.36 ~9.00)	4.94 (4.05 ~6.52)	4.82 (4.01 ~5.84)	5.54 (4.98 ~6.85)	5.82 (4.21 ~7.90)	5.22 (3.97 ~6.59)	5.24 (3.97 ~7.90)	4.02 (2.91 ~5.00)
比率 Percentage (%) (無処理 100%) (green condition 100%)	100	67.9	66.3	76.2	80.1	71.8	72.1	55.3
σ_b (kg/cm^2)	93.07 (82.80 ~104.6)	71.89 (67.86 ~78.66)	74.68 (70.23 ~79.72)	83.21 (69.20 ~94.94)	84.44 (65.02 ~99.51)	76.11 (64.86 ~89.33)	78.18 (64.86 ~99.51)	73.02 (59.45 ~85.65)
比率 Percentage (%) (green condition 100%)	100	77.2	82.6	89.4	90.7	81.8	84.0	78.5
ϵ_0 (%)	1.28	1.45	1.55	1.50	1.45	1.46	1.49	1.81
比率 Percentage (green condition 100%)	100	113.3	121.1	117.2	113.3	114.1	116.4	141.4

注) 6個の平均値

Note) Average of six measured values.

ⅢA-2 が他の原木より若干ながらヤング係数が低く，最大比例変形度が大きいのと同じ条件で切削した

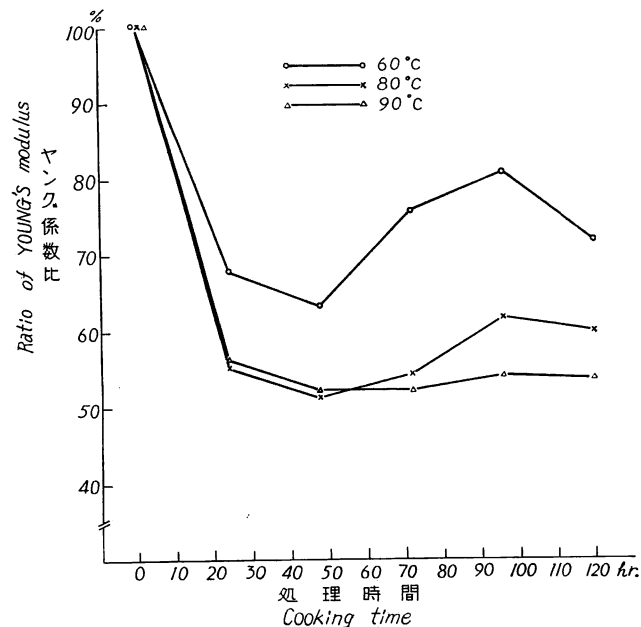


Fig. 3 各処理温度，時間におけるヤング係数の低下率
(無処理材 100%)

試験材は ⅢA-2，測定値は 6 個の平均

Decrease of Young's modulus at each temperature
and time (Young's modulus at green condition is
100%).

ときの単板品質は ⅢA-2 がよいはずだと考えられる。また各原木の位置差 (半径方向) は，前項のかたさを参考にすると，樹心と辺心材のさかいまでの距離の中央部のヤング係数が高く，最大比例変形度は小さいはずと考えられるが，今回の結果ではこのような傾向は示さず，ほとんど同じくらいとみるべきであろう。かたさとヤング係数とのあらわれかたの差は，あるいはサンプルのとりかたの差なのかもしれない。すなわち，かたさは 3 cm 間隔，ヤング係数は 5~6 cm 間隔で測定したからである。いずれにしてもヤング係数は約 $6.5 \times 10^8 \text{kg/cm}^2$ ，最大比例変形度は 1.25% くらいで切削しやすい材質の条件 (ヤング係数は $2.0 \times 10^8 \text{kg/cm}^2$ くらい，最大比例変形度は 2.5% 以上) より

曲げ強さ (σ_b), 最大比例変形度 (ϵ_0) (横曲げによる)

determined by $\frac{\text{bending strength}}{\text{Young's modulus}} \times 100$ at each temperature and time.
to the span.)

80 °C					90 °C					
48	72	96	120	平均 Average	24	48	72	96	120	平均 Average
3.78 (3.49 ~4.08)	3.97 (3.60 ~4.61)	4.47 (3.89 ~5.53)	4.36 (3.97 ~4.84)	4.15 (2.91 ~5.53)	4.08 (3.45 ~4.97)	3.82 (2.95 ~4.43)	3.82 (2.95 ~4.43)	3.97 (2.98 ~4.74)	3.91 (2.71 ~5.42)	3.85 (2.71 ~5.42)
52.0	54.6	61.5	60.0	57.1	56.1	52.5	52.5	54.6	53.8	52.9
70.62 (64.98 ~74.63)	71.42 (63.77 ~81.62)	70.95 (58.01 ~84.99)	77.79 (71.01 ~89.33)	72.76 (58.01 ~89.33)	71.87 (58.17 ~85.49)	62.30 (50.20 ~69.20)	69.88 (63.58 ~81.82)	69.03 (63.59 ~74.41)	69.10 (55.31 ~85.49)	68.44 (50.20 ~89.33)
75.9	76.7	76.2	83.6	78.1	77.2	66.9	75.1	74.2	74.2	73.5
1.86	1.79	1.58	1.78	1.75	1.76	1.63	1.82	1.74	1.76	1.74
145.3	139.8	123.4	139.1	136.7	137.5	127.3	142.2	146.1	137.5	135.9

は相当かけはなれている材だといえる。したがって無処理材での切削単板は品質的に非常に悪いだろうことが予測しうる。

ii) 温度処理したときのこれらの数値を Table 4, Fig. 3 に示す。温度処理したときのヤング係数の低下度合は無処理材を 100% にしたとき 60°C で大略 70% くらい, 80°C で 60% くらい, 90°C で 50% くらいである。これらの数値は内地産の硬材, フィリッピン材と比較して低下度合が少なく, 温度処理による効果が少ないことがうかがえる。また 80°C と 90°C との間で, これらの数値の変化が非常に少なかった。処理温度 90°C のときのヤング係数, 最大比例変形度の数値は, 約 $4.0 \times 10^8 \text{ kg/cm}^2$ および 1.8% くらいで, 前記した切削しやすい材質にならなかった。したがって原木を 90°C で温度処理しても, 単板厚さ 1 mm くらいのものをノーズバーの圧縮なしでは裏割れなしで切削できないであろう。現場では処理温度 90°C 以上で前処理して, その温度で直ちに切削することは困難かもしれないが, 切削上から単板品質を考えると 90°C 以上の高温処理して, その温度で切削することが必要と思われる。

(c) 切削試験

i) 切削割れについて

供試原木を無処理で切削したときの, 各原木, 位置における切削割れを Table 5 に示す。裏割れ率からみた個体差は III A-2 の原木が若干ながら他の原木よりよいといえるかもしれないが, 位置差はほとんど認められなかった。送り厚さ 1.02 mm の単板を双物角 21°, 双口距離 1.02 mm, 逃角 40~50' の条件で切削して平均裏割れ率 50% もあることは裏割れが非常におきやすい木だといえよう。切削条件をかえて切削したときの裏割れ率を Table 6 に示す。双物角は 19° の薄双が必ずしもよいとは思われないが, 23° の厚双はよくないことがうかがわれる。双口距離をせばめることにより裏割れ率が減少することは確かであるが, 次項に記す初期薄むけの現象がおきるので, 一定以上に双口をせばめて裏割れを減少せしめようとする方法は採用できないので, 今回のカプールのように切削割れ (裏割れ, 表割れ) のおきやすい木は, どうしても高温処理が必要条件にならざるを得ないだろう。

Table 5-1. 無処理材における各原木の裏割れ率
Rate of lathe check of each log at green condition. (%)

原木番号 Mark of log 位置 Measuring part	Ⅲ A—1	Ⅲ A—2	Ⅲ A—3	平均 Average
①	54 % (30~80)	44 % (20~60)	45 % (20~70)	48 % (20~80)
②	57 (30~80)	44 (30~70)	50 (30~70)	51 (30~80)
③	53 (30~70)	46 (30~70)	50 (20~70)	50 (20~70)
④	54 (30~70)	43 (30~50)	51 (30~70)	50 (30~70)
⑤	—	40 (30~50)	48 (20~70)	44 (20~70)
平均 Average	54 (30~80)	43 (20~70)	49 (20~70)	49 (20~80)

注) 送り厚さ 1.02 mm, 刃口距離 1.02 mm, 刃物角 21°, 逃角 40~50

位置①, ②……は心材の外端より内部に向かって約 3 cm おきの位置を示す。

Note) Thickness of veneer : 1.02 mm, distance from knife edge to nose-bar : 1.02 mm
knife angle : 21°, clearance angle : 40~50'.

Each symbol ①, ②, ……indicates the measured part in the log, each 3 cm apart from the sapwood boundary toward the pith.

Table 5-2. Ⅲ A—1 の裏割れ率頻度
Frequency of lathe check of log Ⅲ A—1. (%)

位置 Measuring part 裏割れ率 Rate of lathe check (%)	①	②	③	④
20以下 under 20	0	0	0	0
20~40	33 (14)	15 (5)	25 (8)	24 (8)
40~60	40 (17)	60 (20)	57 (19)	52 (18)
60~80	27 (12)	25 (8)	18 (6)	24 (8)
80以上 over 80	0	0	0	0
1cm 当たりの本数 Number of lathe check per 1 cm	14	11	11	11

注) (): Number of lathe check.

Table 5-3. Ⅲ A—2 裏割れ率頻度
Frequency of lathe check of log Ⅲ A—2. (%)

位置 Measuring part 裏割れ率 (%) Rate of lathe check (%)	①	②	③	④	⑤
20以下 under 20	4 (1)	0	0	0	0
20~40	48 (14)	65 (18)	57 (18)	59 (19)	71 (22)
40~60	48 (14)	35 (10)	40 (13)	41 (13)	29 (9)
60~80	0	0	3 (1)	0	0
80以上 over 80	0	0	0	0	0
1cm 当たりの本数 Number of lathe check per 1 cm	10	10	11	11	10

注) (): Number of lathe check.

Table 5-4. III A-3 の裏割れ率頻度
 Frequency of lathe check of log III A-3. (%)

位置 Measuring part	①	②	③	④	⑤
裏割れ率(%) Rate of lathe check(%)					
20以下 under 20	2 (1)	0	3 (1)	0	3 (1)
20~40	50 (20)	34 (14)	30 (12)	22 (9)	3 (1)
40~60	46 (18)	58 (24)	60 (24)	73 (30)	34 (11)
60~80	2 (1)	8 (3)	7 (3)	5 (2)	60 (19)
80以上 over 80	0	0	0	0	3 (1)
1cm 当たりの本数 Number of lathe check per 1 cm	13	14	13	14	11

注) (): Number of lathe check.

 Table 6-1. 切削条件を変化した場合の裏割れ率 (無処理材)
 Rate of lathe check at each cutting condition (at green condition). (%)

刃物角 Knife angle	19°	21°			23°
刃口距離(mm) Distance from knife edge to nose-bar(mm)	1.02	1.09	1.04	0.99	1.06
原木番号 Mark of log					
III A-2	42 (20~70)	54 (30~80)	49 (30~60)	36 (20~50)	55 (30~70)

 Table 6-2. Table 6-1 の裏割れ率頻度
 Frequency of lathe check on Table 6-1.

刃物角 Knife angle	19°	21°			23°
刃口距離(mm) Distance from knife edge to nose-bar(mm)	1.02	1.09	1.04	0.99	1.06
裏割れ率 Rate of lathe check(%)					
20以下 under 20	3 (1)	0	0	13 (4)	0
20~40	55 (16)	32 (9)	30 (8)	74 (23)	13 (5)
40~60	38 (11)	46 (13)	70 (19)	13 (4)	79 (31)
60~80	3 (1)	21 (6)	0	0	8 (3)
80以上 over 80	0	0	0	0	0
1 cm 当たりの本数 Number of lathe check per 1 cm	9	6	9	10	13

注) (): Number of lathe check.

温度処理して切削したときの裏割れ率を Table 7 に示す。処理温度 80°C と 90°C との差は認めがたく、また温度処理 (60°C~90°C) のみにより裏割れ率 20% 以下の微少な単板は切削し得なかった。したがって切削試験においても今回のカブールは 90°C 以上の高温度処理が必要と考えられ、90°C 以下であれば適当なノーズバーの作用により裏割れを減少せしめねばならないだろうことが考えられる。90°C

Table 7-1. 各処理温度、時間における裏割れ率
Rate of lathe check at each cooking temperature and time. (%)

温度 Temperature 時間 Time (hr)	60°C		80°C		90°C			
	0	24	24	48	24	48	96	120
原木番号 Mark of log								
Ⅲ A—2	58 (30~80)	40 (20~60)	33 (20~50)	32 (20~60)	32 (20~50)	32 (20~50)	26 (20~40)	27 (20~40)

注) 刃物角: 21° 刃口距離: 1.09mm, 逃角: 40~50',
Note) Knife angle: 21°, distance between knife edge and nose-bar: 1.09mm,
clearance angle: 40~50'.

Table 7-2. Table 7-1 の裏割れ率の頻度
Frequency of lathe check on Table 7-1. (%)

温度 Temperature 時間 Time (hr)	60°C		80°C		90°C			
	0	24	24	48	24	48	96	120
裏割れ率 Rate of lathe check								
20以下 under 20	0	4 (1)	17 (4)	22 (5)	32 (6)	31 (4)	50 (5)	50 (6)
20~40	6 (2)	63 (15)	74 (17)	69 (16)	63 (12)	62 (8)	50 (5)	50 (6)
40~60	66 (23)	33 (8)	9 (2)	9 (2)	5 (1)	7 (1)	0	0
60~80	28 (10)	0	0	0	0	0	0	0
80以上 over 80	0	0	0	0	0	0	0	0
1 cm 当たりの本数 Number of lathe check per 1 cm	12	8	8	8	6	4	3	4

注) (): Number of lathe check.

Table 8-1. 切削条件を変化した場合の裏割れ率 (90°C煮沸処理材)
Rate of lathe check at each cutting condition (at 90°C cooking condition) (%)

温度 Temperature 刃口距離 Distance from knife edge to nose-bar(mm)	90°C		
	1.00	1.04	1.09
厚木番号 Mark of log			
Ⅲ A—2	10 (10)	23 (10~40)	27 (20~40)

注) 送り厚さ: 1.02mm, 刃物角: 21°, 逃角: 40~50'
Note) Thickness of veneer: 1.02 mm, knife angle: 21°, clearance angle: 40~50'.

で温度処理して、双口距離をせばめて切削したときの裏割れ率を Table 8 に示す。送り厚さ 1 mm くらい
の単板なら処理温度 90°C で双口距離 1 mm くらいで切削すれば裏割れ微少な品質の単板が得られる
であろう。厚目の単板の切削は原木量の関係で、系統的な実験はできなかったが、Table 9 に示すように
処理温度 80°C では双口距離をせばめても裏割れ率 20% 以下の単板は得られなかった。したがって厚も
の単板では、処理温度は 90°C 以上で、双物角を 19°~20° にして、双口距離はある程度せばめなくては
裏割れ微少な単板は切削し得ないのではないかと予想される。

Table 8-2. Table 8-1 の裏割れ率頻度
 Frequency of lathe check on Table 8-1.

(%)

温度 Temperature 刃口距離 Distance from knife edge to nose-bar (mm)	90°C		
	1.00	1.04	1.09
原木番号 Mark of log			
20以下 under 20	100 (5)	67 (6)	50 (6)
20~40	0	33 (3)	50 (6)
40~60	0	0	0
60~80	0	0	0
80以上 over 80	0	0	0
1 cm 当たりの本数 Number of lathe check per 1 cm	2	3	4

注) (): Number of lathe check.

 Table 9-1. 送り厚さ 2.03 mm のときの単板の裏割れ率
 Rate of lathe check appeared in 2.03 mm thickness veneer.

(%)

温度 Temperature 刃口距離 Distance from knife edge to nose-bar (mm)	無 処 理 Green condition		80°C	
	1.90	2.00	1.90	2.00
原木番号 Mark of log				
Ⅲ A—1	47 (30~70)	59 (20~70)	43 (30~60)	54 (30~70)

 注) 刃物角: 21°, 逃角: 40~50'
 Knife angle: 21°, clearance angle: 40~50'.

 Table 9-2. Table 9-1 の裏割れ率頻度
 Frequency of lathe check on Table 9-1.

(%)

温度 Temperature 刃口距離 Distance from knife edge to nose-bar (mm)	無 処 理 Green condition		80°C	
	1.90	2.00	1.90	2.00
原木番号 Mark of log				
20以下 under 20	0	3 (1)	0	0
20~40	48 (23)	12 (5)	55 (17)	23 (7)
40~60	48 (23)	51 (21)	45 (14)	63 (19)
60~80	4 (2)	34 (14)	0	14 (4)
80以上 over 80	0	0	0	0
1 cm 当たりの本数 Number of lathe check per 1 cm	8	7	5	5

注) (): Number of lathe check.

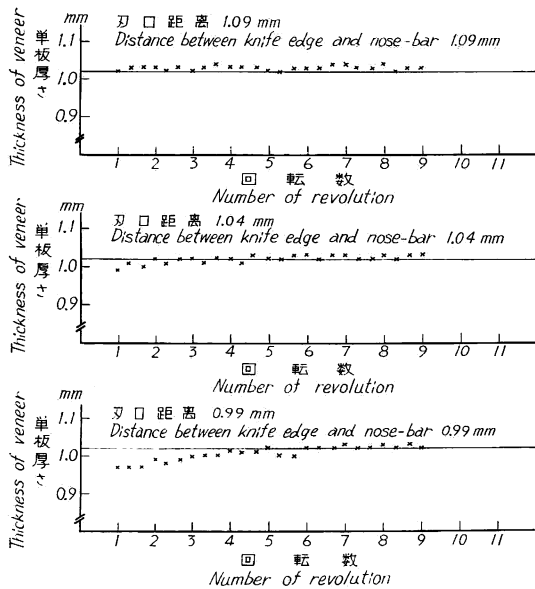


Fig. 4 刃口距離と初期単板厚さ
(刃物角 21° , 逃角 $40\sim 50'$)

Veneer thickness at the beginning of cutting with each distance of knife edge and nose-bar (Knife angle 21° , clearance angle $40\sim 50'$).

い, 逃角 $40\sim 50'$, 送り厚さ 1 mm くらいの単板だと, 双口距離を送り厚さと同じくらいで切削すれば, 一応品質良好な単板が得られるであろう。

文 献

- 1) 江草義正・木下叙幸：南洋材の性質 1, カンボジア産材 8 樹種のロータリー切削, 林試研報, 190, p. 86~100, (1966)
- 2) 江草義正：南洋材の性質 2, サラワク産メランチ類木材の単板切削, 林試研報, 190, p. 168~177, (1966)

Rotary Veneer Cutting of Kapur Woods grown in North Borneo.

Yoshimasa Egusa

(Résumé)

This study was conducted to determine the suitability of Kapur for rotary cut veneer.

Some factors affecting veneer quality such as hardness (Brinell), bending (grain direction perpendicular to the span) and effect of cooking conditions were carried out and relationship between veneer quality and them were established.

Compared with other species, Kapur was less affected by cooking.

To obtain good quality veneer, it is recommended that the log be cooked at or over 90°C prior to cutting.

ii) 切削初期の単板厚さについて

双口距離をせばめて, 水平距離でノーズバーにより原木を圧縮すれば裏割れ率は減少するが, 逆効果として切削初期の単板厚さが送り厚さより薄くなるのが普通である。この度合を Fig. 4 に示す。切削された単板厚さの許容誤差のとり方により合格, 不合格単板が定められるので, 双口距離は簡単に云々できないが, 今回の実験結果によれば, 双口距離を 0.99 mm 以下にすると, 許容誤差を ± 0.05 mm にしても, 初期に何回転か不合格単板が切削されるであろう。

以上を総合して, 原木の材質, 単板の品質を考慮すると, 無処理では切削困難な材で, どうしても前処理 (温度処理) が必要条件となり, しかも 90°C 以上の高温度処理が望まれる。切削条件は 90°C くらいで処理した場合を考えると, 双物角 20° くら

VII. 北ボルネオ産カプール材単板の接着性

柳 下 正⁽¹⁾

嵯 峨 途 利⁽²⁾

は じ め に

カプール材の単板は現在すでに各合板工場でかなりの量が使用されているが、この樹種の材はシリカを多量に含んでいたり、また独特の芳香をもっているなどの点で、一般に使われているラワン類やメランチ類⁽¹⁾⁽²⁾とは異なった特徴をもっている材と考えられる。単板接着性についてもこの材はかなり色々の問題点をもっているといわれているが、カプール材の単板接着性については現在のところ、基礎的な研究が少ないようである。

今般、南洋材の性質についての一連の研究の中に北ボルネオ産のカプール材が取り上げられることになり、本研究室では数本のカプール材原木の中から加工研究室で切削したⅢA—1、ⅢA—2 およびⅢA—3の3の3原木のカプール単板の接着性について検討を行なったのでその結果を報告する。

試 験

I 本試験に使用したカプール材原木

本試験においては、Table 1 に示した3本のカプール材を供試原木とした。

Table 1. 本試験に使用したカプール材原木
The logs of Kapur used in this examination.

樹 種 名 Commercial name	原 木 記 号 Mark of log	直 径 cm Diameter
カ プ ー ル Kapur	Ⅲ A—1	45~49
カ プ ー ル Kapur	Ⅲ A—2	58~62
カ プ ー ル Kapur	Ⅲ A—3	59~63

II 単板接着力試験

1. 単板の調整

単板接着力試験には、Table 1 に示した原木から切削された単板（ロータリー単板）を使用した。これらの単板は木材部加工科加工研究室および乾燥研究室にて切削（実験用小型ロータリーレースにて）および乾燥（同じくベニヤ・ドライヤーにて）を行なったものである。

原木ⅢA—1および原木ⅢA—3からは生単板と煮沸単板の2種類の単板を切削、原木ⅢA—2からは生単板のみを切削した。生単板および煮沸単板の原木処理条件は次のとおりである。

生単板——煮沸処理を行なわない原木より切削した単板。

煮沸単板——原木を90℃で48時間煮沸処理を行なった後に直ちに切削した単板。

これらの原木から切削された生単板および煮沸単板は、あらかじめ荒むきをした原木の外周より中心に

むかって約 8~10 cm の範囲の部分から切削されたものであり、これらの単板はそれぞれ外周より通し番号を単板のタイトサイド側に付した³⁾。

単板の寸法……30 cm×30 cm

単板の厚さ……1.0 mm

単板の調湿……接着力試験のための試験合板を作製するまで約 3 週間、温度 20°C および関係湿度 45% の室内で単板の表面が室内空気に接するような状態にして調湿を行なった。

単板の含水率……調湿後の単板含水率は 8.7%~9.6% (全乾法) であった。

2. 試験合板の調整

試験合板の寸法……30 cm×30 cm

試験合板の構成……1.0 mm+1.0 mm+1.0 mm, 3 ply.

Table 2. 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 Formulation and performance of mixed glues		配合割合 (部) The mixing ratio (part)		
		1 類 Type I		2 類
		⑨ P	⑩ M	Type II
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 Extender and filler	ヤシ殻粉 Coconut shell flour ④	10		
	小麦粉 Wheat flour ⑤		13	15
	水 Water	5	3	10
硬化剤 Hardner	塩化アンモニウム NH ₄ Cl ⑥		1	1
接着剤液の pH pH of mixed glues at 20°C ⑦		11.1	6.0	4.8
接着剤液の粘度 (CP) Viscosity of mixed glues at 20°C ⑧		1800	1560	960

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 K. K. U—345

③ 東洋高圧 K. K. ユーロイド 310 Tōyō-Kōatsu K. K. 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-Seihun.

⑥ 粉末 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) B. F type Viscosimeter.

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

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

試験合板の数量……1 試験項目につき各 3 枚ずつ作製した。

単板の組合せ……原木の部位によって生ずる材質的な影響をなるべく少なくするために十分配慮をして組み合わせた。試験合板の表板単板と裏板単板はそれぞれタイトサイド側を外側にし、中板単板のタイトサイド側が表板単板のルーズサイド側と接するようにした。

接着剤液の配合……市販の接着剤を使用して 1 類 (フェノール樹脂接着剤) 試験合板、1 類 (メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤) 試験合板および 2 類 (ユリア樹脂接着剤) 試験合板を作製した。接着剤液の配合割合を Table 2 に接着条件を Table 3 に示す。

Table 3. 各接着剤の圧縮条件
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

接着剤液の塗布量は各類別ともに、20 g/(30 cm)² および 30 g/(30 cm)² の 2 種類とした。接着剤液の塗布は、小型グルースプレッダー (太平製作所製、ロール長さ 45 cm、ゴム硬度 35 度) を使用した。

圧縮には、小型ホットプレス (名機製作所製、総圧力 80 トン、40 cm×40 cm プレート、3 段) を使用した。

3. 接着力試験

本試験では引張剪断接着力試験を行なった。

試験片：日本農林規格 (JAS) の B 型試験片を採用し、試験合板 3 枚よりランダムに 40 片採取し、半数の試験片は順切込試験片、残り半数の試験片は逆切込試験片とした。

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

試験条件

1 類試験条件……煮沸くり返し試験 (4 時間煮沸——温度 60±3°C で 20 時間乾燥——4 時間煮沸——冷水中で試験片がさめるまで浸漬し直ちに濡れたまま試験を行なう)。

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、その後冷水中でさめるまで浸漬し、直ちに濡れたまま試験を行なう)。

4. 比較試験合板

さきに報告したサラワク産材²⁾ およびカンボジア産材³⁾ の単板接着性の試験と同様に、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カプール単板接着力と比較した。わが国の合板製造上においてこのレッド ラワンは多くの南洋材の中で、従来から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樹種であるために、比較材料として選定したものである。

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

り、生単板は用いなかった。

レッド ラワン単板の接着は、各類別のカプル単板の接着と同時にしない、接着剤液および接着条件は Table 2 および Table 3 に示したのと同じである。

Ⅲ 可溶分抽出試験

カプル材の接着力には、その材中の抽出成分が影響していることが考えられるので Ⅲ A—1, Ⅲ A—2 および Ⅲ A—3 のカプル材各原木のアルコール・ベンゼン可溶分抽出率、熱水可溶分抽出率および冷水可溶分抽出率を日本工業規格に準じて測定した。

1. 可溶分測定用試料の採取方法

各原木の可溶分抽出試験に使用した試料は、JIS P 8001 (パルプ材分析用試料の採取方法と調製方法) に準じて採取した。試料を採取した供試材は単板切削を行なった原木 (煮沸処理を行なわない原木) に隣接した幅約 15 cm の円盤の、外周より中心に向かって 8~10 cm の部分である³⁾。

供試材は丸鋸 (直径 6 吋, 幅 2.0 mm の鋸刃) で横挽きし、この鋸くずを検定済の標準フルイにかけて、250 μ (60 メッシュ) のフルイを通過し 177 μ (80 メッシュ) のフルイに留まった木粉を永久磁石で鉄分を除いて試料を作製した。この試料は、温度 20°C および関係湿度 65% の室内で 2 日間調湿した後、に気密容器に入れて試験を行なうまで保存した。

2. 可溶分抽出試験の方法

(1) アルコール・ベンゼン可溶分抽出試験

JIS P 8010 (パルプ材のアルコール・ベンゼン可溶分試験方法) に準じて行なった。試験装置はソックスレー抽出装置を使用し、混合溶剤としてのエチルアルコールおよびベンゼンは JIS K 8858 で指定されたものを使用した。温浴の温度は 95°C~98°C の範囲であり、抽出時間は抽出器のサイホン管還流時間によって 6 時間~7 時間30分の範囲とした。抽出率 (E) は次式により算出した。

$$E = \frac{W}{S} \times 100$$

S ……試料の全乾重さ

W ……抽出物質の重さ

(2) 熱水可溶分抽出試験

JIS P 8005 (パルプ材の熱水可溶分試験方法) に基づいて行なった。試験に用いた蒸留水の pH は 6.80 であった。抽出率 (H) は次式により算出した。

$$H = \frac{S - W}{S} \times 100$$

S ……試料の全乾重さ

W ……抽出残留物の絶乾重さ

(3) 冷水可溶分抽出試験

JIS P 8004 (パルプ材の冷水可溶分試験方法) に基づいて行なった。試験に使用した蒸留水の pH は 6.80 であった。試料と蒸留水を入れたビーカーは温度 20°C の室内 (JIS P 8004 では水温を 25°C に規定) で 48 時間抽出を行なった。抽出率 (C) を次式により算出した。

$$C = \frac{S - W}{S} \times 100$$

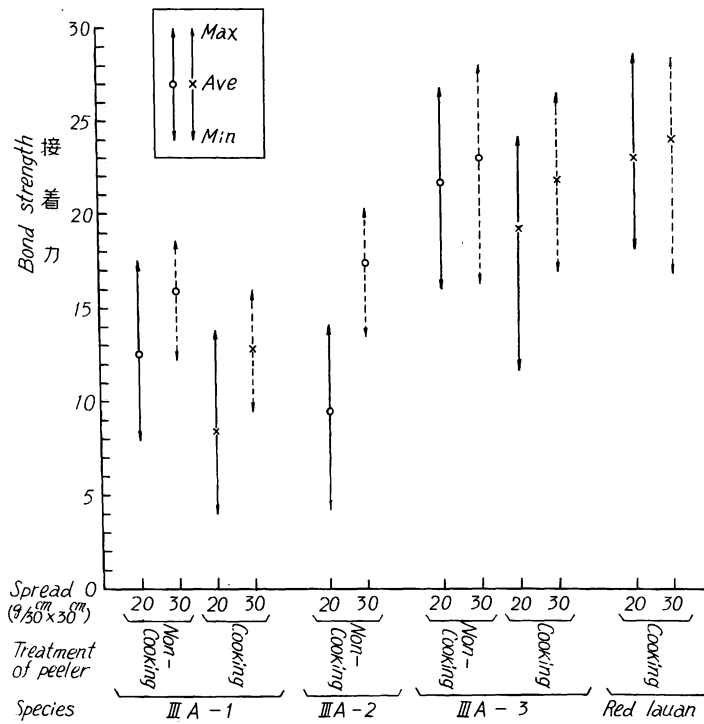


Fig. 1 カプル材単板の1類接着力試験結果 (フェノール樹脂接着剤)
The result of bond strength in Kapur veneer (Phenol resin).

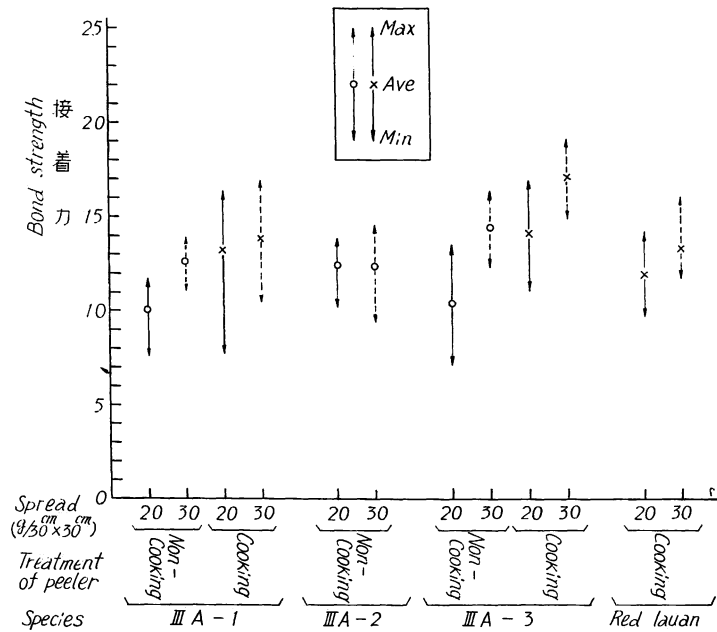


Fig. 2 カプル材単板の1類接着力試験結果 (メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤)
The result of bond strength in Kapur veneer (Melamin-urea co-condensation resin).

Table 4. 接着力
The result of

類別 Type	塗布量 Spread g/(30cm) ²	原木処理 Treatment of peeler	樹種 Species	接着力			
				順 Closed			逆
				Ave.	Max.	Min.	Ave.
I P	20	生单板 Non-cooking	Ⅲ A—1	12.9	16.0	8.6	12.2
			Ⅲ A—2	10.0	14.2	6.2	9.1
			Ⅲ A—3	23.3	26.8	21.5	20.2
		煮沸单板 Cooking	Ⅲ A—1	8.4	13.2	5.2	8.4
			Ⅲ A—3	19.2	24.1	11.7	19.1
		Red lauan		24.2	28.6	18.8	21.9
	30	生单板 Non-cooking	Ⅲ A—1	16.5	18.5	12.9	15.3
			Ⅲ A—2	17.9	20.3	15.1	16.8
			Ⅲ A—3	23.9	28.0	18.2	22.2
		煮沸单板 Cooking	Ⅲ A—1	13.4	16.0	11.4	12.2
			Ⅲ A—3	23.3	26.5	17.2	20.3
		Red lauan		23.8	28.3	20.0	22.0
I M	20	生单板 Non-cooking	Ⅲ A—1	10.1	11.7	8.9	9.9
			Ⅲ A—2	12.6	13.8	10.5	12.2
			Ⅲ A—3	10.4	13.5	7.4	10.3
		煮沸单板 Cooking	Ⅲ A—1	13.4	15.4	11.7	13.0
			Ⅲ A—3	14.3	16.9	11.4	13.8
		Red lauan		12.0	14.2	9.7	11.8
	30	生单板 Non-cooking	Ⅲ A—1	12.6	13.5	11.7	12.5
			Ⅲ A—2	12.3	14.5	9.5	12.3
			Ⅲ A—3	14.7	16.3	12.9	14.0
		煮沸单板 Cooking	Ⅲ A—1	14.2	16.9	12.0	13.7
			Ⅲ A—3	17.1	18.5	15.7	17.1
		Red lauan		13.5	16.0	11.7	13.1
II	20	生单板 Non-cooking	Ⅲ A—1	25.0	28.0	23.1	24.1
			Ⅲ A—2	24.0	28.0	21.5	23.7
			Ⅲ A—3	27.2	33.9	24.0	26.3
		煮沸单板 Cooking	Ⅲ A—1	27.2	31.2	24.0	26.6
			Ⅲ A—3	30.0	33.5	25.2	29.8
		Red lauan		22.7	24.3	20.9	21.5
	30	生单板 Non-cooking	Ⅲ A—1	24.2	28.6	19.4	23.9
			Ⅲ A—2	27.6	31.3	24.3	22.3
			Ⅲ A—3	27.6	30.2	24.9	25.5
		煮沸单板 Cooking	Ⅲ A—1	27.2	30.2	24.3	25.4
			Ⅲ A—3	29.4	32.9	24.6	27.4
		Red lauan		21.2	24.6	17.5	20.0

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

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

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

試験結果

bond strength.

Bond strength (kg/cm ²)					木破率 Wood failure (%)		
Open		順逆の平均 (Ave.)			順逆の平均 (Ave.)		
Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.
17.5	8.0	12.6	17.5	8.0	8	40	0
13.8	4.3	9.5	14.2	4.3	12	40	0
24.6	16.0	21.7	26.8	16.0	33	100	0
13.8	4.0	8.4	13.8	4.0	0	0	0
23.1	14.5	19.2	24.1	11.7	1	20	0
26.5	18.2	23.0	28.6	18.2	47	100	0
18.5	12.3	15.9	18.5	12.3	11	40	0
20.3	13.5	17.4	20.3	13.5	14	40	0
27.1	16.3	23.0	28.0	16.3	32	80	0
14.4	9.5	12.8	16.0	9.5	0	0	0
23.4	16.9	21.8	26.5	16.9	0	0	0
25.2	16.9	24.0	28.3	16.9	59	100	0
11.4	7.7	10.0	11.7	7.7	0	0	0
13.5	10.2	12.4	13.8	10.2	3	40	0
13.2	7.1	10.4	13.5	7.1	1	20	0
16.3	7.7	13.2	16.3	7.7	0	0	0
16.9	11.1	14.1	16.9	11.1	2	20	0
14.0	9.7	11.9	14.2	9.7	19	20	0
13.8	11.1	12.6	13.8	11.1	0	0	0
14.5	9.5	12.3	14.5	9.5	1	20	0
16.0	12.3	14.4	16.3	12.3	0	0	0
16.0	10.5	13.9	16.9	10.5	1	20	0
19.1	14.8	17.1	19.1	14.8	1	20	0
14.7	11.8	13.3	16.0	11.7	24	40	20
28.3	18.5	24.5	28.0	18.5	32	80	20
26.2	22.2	23.9	28.0	21.5	54	100	20
33.9	22.5	26.7	33.9	22.5	75	100	40
28.9	24.3	26.9	31.2	24.3	49	100	20
36.9	26.2	29.9	36.9	25.2	47	80	0
24.9	18.5	22.1	24.9	18.5	21	40	0
28.3	20.9	24.0	28.6	19.4	25	60	20
29.8	18.8	25.4	31.1	18.8	51	100	20
27.7	22.8	26.6	30.2	22.8	34	100	20
28.3	21.5	26.3	30.2	21.5	17	80	0
32.9	22.5	28.4	32.9	22.5	26	100	0
22.8	16.9	20.6	24.6	16.9	14	20	0

resin.

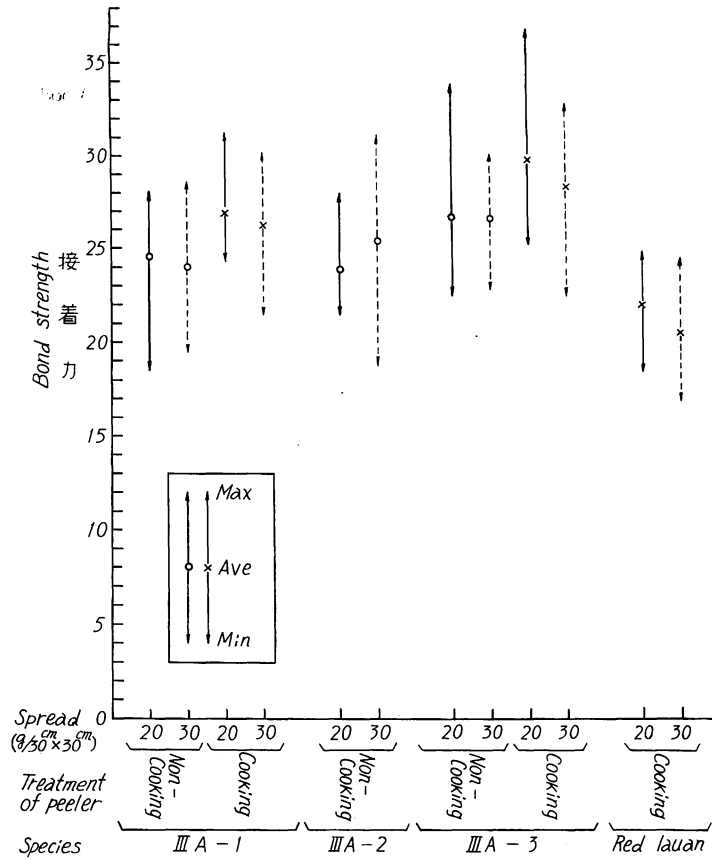


Fig. 3 カプル材単板の 2 類接着力試験結果 (2 類)
The result of bond strength in Kapur veneer (Type II).

S.....試料の全乾重さ

W.....抽出残留物の絶乾重さ

結果と考察

単板接着力試験結果を, Table 4, Fig.1, Fig.2 および Fig.3 に, 可溶分抽出試験結果を Table 5 に示す。

I 単板接着力試験結果

1. 原木 III A-1 の単板接着力

レッド ラワン単板の接着力に比較して, 1 類フェノール樹脂接着剤 (以下 1 類 P という) では平均値および最低値ともに著しく低い接着力であったが, 1 類メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 (以下 1 類 M という) では大体レッド ラワンと差異が少なかった。2 類では平均値がレッド ラワンより高い結果であったが, 最低値においてはあまり差異がなかった。

1 類 P における煮沸単板の塗布量 20 g の最低値は J A S の接着力判定に不合格 (最低値: 7 kg/cm²)

を示し、1類Pの生単板で塗布量 20 g および 1類Mにおける塗布量 20 g の生単板と煮沸単板の最低値はJASの接着力判定(最低値: 7 kg/cm²)にすれすれの結果であった。

2. 原木ⅢA-2の単板接着力

この原木から切削された単板は生単板のみであったが、接着力試験結果はⅢA-1の結果とあまり差異がなかった。

1類Pにおける塗布量 20 g の最低値はJASの接着力判定に不合格であった。

3. 原木ⅢA-3の単板接着力

レッド ラワンの接着力に比較した場合、1類P以外は平均値および最低値ともに高い結果であった。

この原木の単板接着力は、各類別ともⅢA-1およびⅢA-2より大体接着力は高い結果であった。しかし、1類Mの生単板の塗布量 20 g の場合にJASの接着力判定に不合格であった。

4. 木破率

1類Mでは、ⅢA-1、ⅢA-2 および ⅢA-3 とともに木破率は認められなかった。また1類Pにおいても生単板の場合にわずかな木破率が生じた程度であった。2類においてはレッド ラワンの木破率にくらべて、ⅢA-1、ⅢA-2 および ⅢA-3 とともに高い結果であった。

5. ⅢA-1、ⅢA-2 および ⅢA-3 の各単板接着力の間において、ⅢA-1 および ⅢA-2 は大体同じ傾向であったが、ⅢA-3 はこの3種類のカプル材の中で最も高い接着力を示した。

これら3種類の原木について当部物理研究室で測定した原木全乾容積重は次の値であった。

ⅢA-1……0.71

ⅢA-2……0.66

ⅢA-3……0.65

この結果からみれば、特に容積重の差はなくⅢA-3 原木の接着力を良好にした原因が他にあるように考えられる。

6. ⅢA-1 と ⅢA-3 では生単板と煮沸単板について単板接着力試験を行なったが、この生単板接着力と煮沸単板接着力の間では接着剤によって多少の差異が生じた。ⅢA-1 および ⅢA-3 とともに、1類Pでは生単板の方が接着力は高い結果であったが、1類Mおよび2類では煮沸単板の方が接着力は向上する傾向であった。

7. 接着剤液の塗布量の差異 (本試験では 20 g/(30 cm)² と 30 g/(30 cm)²) については、1類Pおよび1類Mでは塗布量が多い方が接着力は良好であった。

8. 本試験のカプル材単板の接着力試験は構成比の最も小さい 1.0 mm 等厚 3 プライ試験合板で、しかも表板、裏板および中板はすべて同一の樹種による構成による試験結果である。

現在、合板工業において使用しているカプル材単板は大部分が中板用単板として使われており、表板および裏板はカプル以外の樹種の単板で構成されている場合が多い。このためにカプル単板と他樹種の単板の接着性がどうかの一つの問題点である。また、カプル材は中板用として使われているために厚さのかなり厚い単板が使われることが多いようであり、単板の裏割れも当然多くなるので、この点については今後なお研究を進めていく必要があろう。

II 可溶分抽出試験結果

1. ⅢA-1、ⅢA-2 および ⅢA-3 とともに、熱水抽出率と冷水抽出率が非常に多かった。先に行な

ったカンボジア産材の二羽柿科（チュテール バンコイ，チュテール サール，コムニヤンおよびブジック）の木材およびレッド ラワンではこのように熱水および冷水抽出率の大きい材はなかった。またカプールの材の熱水および冷水抽出物はカンボジア産材の木材およびレッド ラワンの抽出物より着色がはなはだしかった。

2. 熱水および冷水抽出率に対して，ⅢA—1，ⅢA—2 および ⅢA—3 のアルコール・ベンゼン抽出率はともに比較的少なかった。カプールの材のアルコール・ベンゼン抽出物が溶剤に抽出された状態では着色はなくて無色であり，また溶剤のみを揮発させた後の抽出物質（沈殿物）は白色の物質であった。これに対してカンボジア産材およびレッド ラワンはほとんど着色された物質であった。

3. 以上の結果から見て，本試験のカプールの材の可溶抽出物質は，さきに行なったカンボジア産の *Shorea* 属，*Dipterocarpus* 属および *Anisoptera* 属の木材の可溶抽出物質とかなり成分因子に差異があるのではないと思われる。

4. ⅢA—1，ⅢA—2 および ⅢA—3 の可溶分抽出率の間においては，各抽出率とも ⅢA—3 が最も高い値であった。しかし，本試験における単板接着力の結果では ⅢA—3 が最も高かった。

このカプールの材の可溶成分は他の樹種とは多少異なった性質のものようであり，これらと接着力の関係を究明することはこの少ないデータからは困難であり今後なお検討の必要があろう。

Table 5. カプールの材の可溶分抽出率
The soluble content in Kapur.

抽出率の種類 樹種 Species The kinds of soluble content	アルコール・ベンゼン 抽出率 Alcohol-benzene (%)	熱水抽出率 Hot-water (%)	冷水抽出率 Cold-water (%)
Kapur ⅢA—1	1.80	6.09	4.04
Kapur ⅢA—2	2.39	5.99	4.48
Kapur ⅢA—3	2.54	8.97	5.70
Red lauan	2.59	3.33	1.03

結 論

北ボルネオ産の3本のカプールの材原木（ⅢA—1，ⅢA—2 および ⅢA—3）からロータリー切削した単板で，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って1類（2種類）と2類の試験合板をつくり単板接着性を検討した。

1. ⅢA—1，ⅢA—2 および ⅢA—3 の各単板の接着力試験の結果，ⅢA—3 の接着力が最も高く，ⅢA—1 と ⅢA—2 の間では差異が少なかった。

2. 3種類のカプールの材単板とも1類接着力が低い結果であり，2類接着力では比較的安定した接着力を示した。特に1類接着力で水溶性フェノール樹脂接着剤の接着力は著しく悪い結果であり，本試験の範囲内ではカプールの材単板を水溶性フェノール樹脂で接着することは非常に危険であると考えられる。

3. 3本の無処理原木からとった試料で，アルコール・ベンゼン可溶分抽出率，熱水可溶分抽出率および冷水可溶分抽出率を測定したが，これらの抽出率と単板接着力の間にはっきりした傾向が見られなかっ

た。しかし、カプールの可溶分物質は非常に特徴的なものと思われ、成分と接着力の関係を一層究明する必要がある。

文 献

- 1) 木材部：南洋材の性質 1, カンボジア産材の性質(1), 林試研報, 190, (1966)
- 2) 柳下 正・嵯峨達利・岡西高男：南洋材の性質 2, サラワク産メランチ類木材の合板の接着力, 林試研報, 190, (1966)
- 3) 柳下 正・嵯峨達利：南洋材の性質 3, カンボジア産材 8 樹種の単板接着性, 林試研報, 194, (1966)

Adhesion Faculty in Veneers of Kapur Woods grown in North Borneo.

Masashi YAGISHITA and Michitoshi SAGA

(Résumé)

This examination was conducted for the purpose of estimating the bond strength of plywood produced by rotary veneers of 3 kinds (ⅢA—1, ⅢA—2 and ⅢA—3) of Kapur woods grown in North-Borneo.

1. Quality of veneers

The thickness of veneer was 1.0 mm in all veneers. From the 2 kinds of log ⅢA—1 and ⅢA—3, both non-cooked veneer and cooked veneer (cut off after cooking at 90°C for 48 hr) were prepared.

The veneer of ⅢA—2 was only non-cooked veneer.

2. Adhesives, glue spreading and pressing.

The kinds of adhesives, mixing ratio of glues and pressing conditions, are shown in Table 2 and Table 3.

The quantities of glue spread were 20g/(30cm)² and 30g/(30cm)².

3. Test specimens

The types of the plywood used in this examination were 2 kinds of type 1 (Phenol resin glue and Melamin-urea co-condensation resin glue) and type 2 (Urea resin glue). The construction and size of the plywoods were 3 ply and 30cm × 30cm.

4. Bond strength test

The bond strength was measured by the cyclic boil test method (for type 1), and hot and cold soaking test (for type 2) of JAS.

5. The Red lauan plywood

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

6. The measurement of soluble contents in logs.

Alcohol-benzene soluble content, hot water soluble content and cold water soluble content in logs were measured in accordance with JIS, for estimating the relation to bond strength.

7. Result and observation

- (1) The results of test of the bond strength were shown in Table 4, Fig.1, Fig.2 and Fig.3.
- (2) The results of measurement of soluble contents were shown in Table 5.
- (2) Among the three logs of Kapur, plywood of ⅢA—3 log showed the highest bond

strength.

Among the three adhesives used in this examination, bond strength of water soluble phenolic resin plywood showed the lowest strength.

(3) In the bond strength of type 2, the bond strength of all Kapur plywoods were superior to that of the Red lauan plywood used as a control.

(4) In this examination between the bond strength of cooked veneers and non-cooked veneers it was recognized that the bond strength of cooked veneers was higher than that of non-cooked veneers in the type 2.

(5) The relation between the bond strength and the soluble content was not concluded during this examination.

Ⅷ. 北ボルネオ産カプル材の塗装適性試験

川 村 二 郎⁽¹⁾
中 村 章⁽²⁾

I ま え が き

当场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、カプル材の素材および合板の塗装に関する諸条件、すなわち塗装適性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、塗装時には塗りやすく、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理論的に取り扱いにくい。これを単純化して物理化学性を究明しても、使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一層複雑となる。

以上のことから、実験項目の選定にあたって

- (1) 塗装することができるか否かをみる——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みる——塗料硬化試験。
- (3) 塗膜が木材と付着し、その持続がなされているかをみる——塗膜付着性試験。
- (4) 塗膜耐久性をみる——塗膜割れ試験。

を塗装適性試験として研究を進めた。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^(*)と比較検討した。

この実験にあたってご指導をいただいた上村 武木材部長、寺沢 真加工科長、江草義正加工研究室長、岩下 睦材質改良研究室長に深く謝意を表する。

* 産地 フィリッピン・リヤンガ地区

(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

II 供試材および調整

素 材

樹種名 (市場名), 学名および原木番号を Table 1 に示す。

Table 1. 塗装適性試験に使用したカプールの原木番号および木材の容積重
Number of log and apparent specific gravity of Kapur used for paintability tests.

樹 種 Species	原 木 番 号 Number of log		木 材 の 容 積 重 Apparent specific gravity of wood	
	素 材 Solid wood	合 板 Plywood	気 乾 In air dry	全 乾 In oven dry
レッド ラワン Red lauan <i>Shorea negrosensis</i> 対照試験体 Control	R	R	0.64	0.57
カプール Kapur <i>Dryobalanops</i> spp.	III A-2	III A-1, III A-2	0.66	0.58

(注) 容積重は素材試験片から求めた平均値

(Note) Apparent specific gravities are average values measured on solid specimens.

これらの原木丸太を長さ 50 cm に玉切り, Fig. 1 のごとく厚さ 1.5 cm の板に木取製材後, 天然乾燥を 3 週間おこない, つづいて Fig. 2 の乾燥スケジュールにて人工乾燥を行なった。

この板材より各試験片を製作した (試験片の大きさ, 調湿は各試験項目中に記述)。

Table 1 中に記した木材の容積重は塗膜割れ試験結果の考察に使用するため, 同試験片を採取した隣接

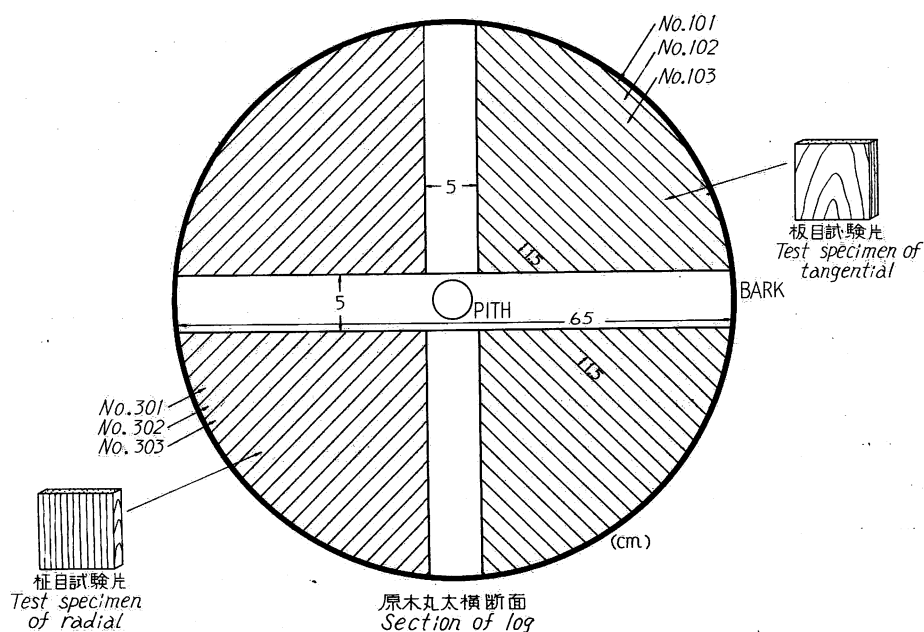


Fig. 1 原木丸太 III A-2 から素材各種試験片のとり方および試験片番号の付け方

Cutting diagram of solid wood test specimens from the log and the number of test specimen.

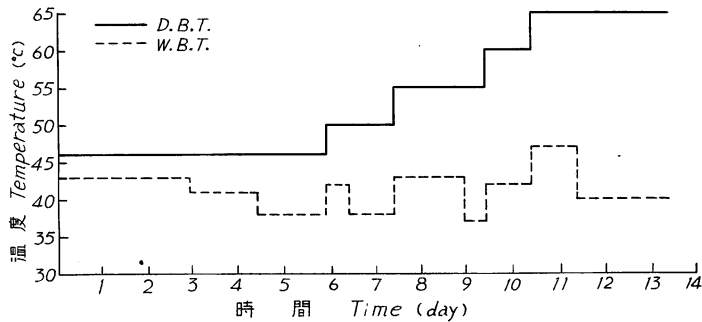


Fig. 2 塗装適性試験に使用したカプール（素材）の乾燥スケジュール（厚さ 1.5 cm）
Drying schedule of Kapur solid wood (thickness 1.5 cm) used for paintability tests.

部より作製した容積重測定用試験片 6 個の平均値である。

合板

原木丸太は素材と同じものおよびⅢA-1を使用した，原木番号を Table 1 に示す。

単板²⁾：

これらの原木丸太を長さ 35 cm に玉切り，無処理の原木と前処理として温度 90°C，48 時間煮沸した原木よりベニヤロータリーレース（2 呎）により単板を製造した。生単板はベニヤドライヤーで乾燥し含水率を約 8.5% に乾燥調湿した。

単板厚さおよび裏割れ程度を Table 2 に示す。

Table 2. 合板試験体に使用した単板の品質
Quality of veneers used for the plywood test specimen.

樹種 Species	ロータリー ベニヤ Rotary cut veneer			
	無処理原木 Non-pretreatment		煮沸原木* Cooking pretreatment	
	厚さ Thickness mm	裏割れ程度** Lathe check ratio %	厚さ Thickness mm	裏割れ程度** Lathe check ratio %
レッド ラワン Red lauan <i>Shorea negrosensis</i>	—	—	1.04(1.03~1.05)	14~36
カプール Kapur <i>Dryobalanops</i> spp.	ⅢA-1	1.25(1.14~1.33)	30~80	20~50
	ⅢA-2	1.20(1.06~1.29)	20~70	—

(Note) *煮沸温度 Cooking temperature: 90°C, 煮沸時間 Cooking time: 48 hours.

**裏割れ程度 Lathe check ratio(%): (裏割れ深さ Depth of lathe check/単板厚さ Veneer thickness) × 100

裏割れ数 Numbers of lathe check: 11~14 nos./cm in every veneer.

なお単板の表割れについては表示方法がないため数値として現わさないが，カプール単板には表割れが相当数あり，とくに無処理単板に多数発生していた。

合板製造条件：

下記に示す尿素樹脂 type II 配合の接着剤を使用し，塗付量 25~29 g/(30cm)²，冷圧 10 kg/cm² で 2~3 時間，熱圧 8 kg/cm²，温度 110°C で 3 分間圧縮をおこなった。

接着剤配合比

尿素樹脂 U-310 100部

小麦粉	15
水	10
塩化アンモン	1

合板構成：

等厚 3 ply, 合板中における単板裏割れ位置を Fig. 3 に示す。

仕上り合板厚さ レッド ラワン 3.0~3.2(mm), カプル 3.2~3.5(mm)。

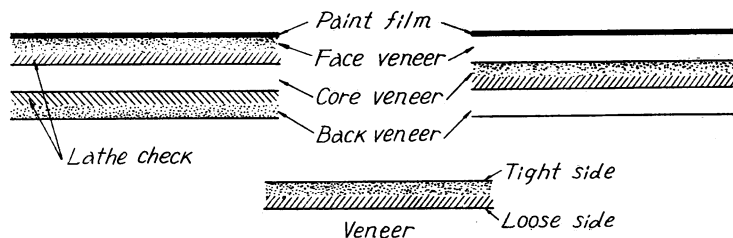


Fig. 3 合板構成
Cross section of plywood.

Table 3. 試験に使用した目止剤, ウッドシーラーおよびニトロセルロース
クリヤーラッカーの組成

Composition of filler, wood sealer and nitrocellulose clear lacquer.

塗 装 材 料 Finishing material	組 成 Formulation % (in weight)
水性目止剤 Water filler	砥の粉 Tonoko (Body) 65
	澱粉糊 Starch glue (Binder) 3
	水 Water 32
ウッド シーラー Wood sealer	ニトロセルロース Nitrocellulose 14.0
	シエラック ワニス Shellac varnish 30.0
	可塑剤 Plasticizer 3.0
	エステル系溶剤 Esters 15.0
	アルコール系溶剤 Alcohols 30.0
	芳香族炭化水素系溶剤 Aromatic hydrocarbons 8.0
ニトロセルロース クリヤー ラッカー 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
ラッカー シンナー Lacquer thinner	Esters 25.0
	Alcohols 3.0
	ケトン系溶剤 Ketones 7.0
	Aromatic hydrocarbons 65.0

塗 装：

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

索地調整（研磨）# 120 ガーネットサンドペーパーにて研磨した。

目止め 水性目止剤を塩化ビニリデンの布につけて、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目止剤をふき取る。この操作を2回おこなった。

下塗り 目止剤が乾燥後、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/cm^2 で1回塗装をおこなった。平均塗布量 106 g/m^2 。

下塗り研磨 # 240 ガーネットサンドペーパーにて軽く研磨した。

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回塗装をおこなった。平均塗布量 163 g/m^2 。

試験片はすべて片面塗装とした。

以上使用した目止剤および塗料の組成を Table 3、塗装工程を Table 4 に示す。

Table 4. 試験に使用した塗装工程（塗料硬化試験は除外）
Finishing process used for the study (Other finishing
process was used for curing test of paint).

塗 装 工 程 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 # 120 Garnet sand-paper	
目止め（2回） Filling (two times)	水性目止剤 Water filler	
下塗り（1回塗り）*1 Under coating (one coat)	ウッド シラー ラッカー シンナー Wood Sealer 1 : Thinner 1.2	不揮発分 *2 11% Non-volatile content
研 磨 Sanding	# 240 ガーネット サンドペーパー # 240 Garnet sand-paper	
上塗り（2回塗り）*1 Top coating (two coats)	ニトロセルロース クリヤー ラッカー ラッカー シンナー Nitrocellulose clear lacquer 1 : Thinner 1.2	不揮発分 *2 12% Non-volatile content

（注）吹付塗装

（Note）*1 Spray coating.

*2 JIS K 5400 82 方法にて測定

Measured with methods of JIS K 5400 82.

III 塗装適性試験

1. 塗装作業性試験

レッド ラワン、カプールの板・柁目板に塗装するとき作業に支障がないか、硬化した塗膜の平滑性はどうかを吹付塗装および刷毛塗装について調べた。特に刷毛塗りの場合、“はけさばき”すなわち刷毛で塗料を塗り拡げるときの労力の多少等を調べ、塗装作業に格別困難を感じないとき“作業に支障がない”とした。

試験片は刷毛塗り用として大きさ・長さ 20×幅 12×厚さ 1.2 (cm) の素材の板・柾目板を各 1 枚使用し、吹付塗装用はこの試験のために特に準備せずに各試験のための素材、合板塗装試験片を作製するさいに調べた。

結果および考察

両樹種の吹付・刷毛塗装ともに木材中の含有成分によって塗料をはじいたり、極端に吸収することもなく塗装作業に支障がなかった。塗膜平滑性も異常を認めなかった。しかしカプールの合板の場合、表割れが相当数あるため素材に比較して塗膜平滑性が劣っている。

2. 塗料硬化試験

近年木工塗装では塗装工程の短縮化とプラスチックを貼りつけたような平滑な塗面をうるために、不飽和ポリエステル樹脂塗料（以下ポリエステル塗料と略す）が注目され、消費量も飛躍的に増加をつづけている。しかしこの塗料の欠点の一つに硬化が被塗物の材質によって影響を受けやすい点がある。

このような硬化障害は木材の表面に存在する水分、抽出成分（フェノール性物質など）⁴⁾⁶⁾等が塗料の硬化反応を抑制するためである。

このように塗装される材質によって硬化障害をおこしやすい塗料で、しかも木工塗装に大量に使用されている塗料としてポリエステル塗料を選定し、一方、試験法は従来から用いられている最も基本的な方法といわれている塗面にさわってみて乾燥硬化の程度を比較する方法を用いてカプールの塗料硬化時間を測定した。

実験方法

試験片：レッド ラワン、カプールの素材の板・柾目板を各 1 枚とし、大きさ・長さ 20×幅 10×厚さ 1.2 (cm)、温度 20°C、R. H. 65% 中で 2 か月間調湿。

塗装：目止めをせずに下塗り塗料（中国塗料製ポリウレタン樹脂ウッドシーラー SA 129）を吹付塗装

Table 5. 塗料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 Note
下 塗 り Under coating	ポリウレタン ウッド シーラー Polyurethane sealer	Polyurethane sealer : 硬 化 剤 シンナー Hardner 3 : 1, Thinner 不揮発分 40%, Non-vol- atile content 43.0%	塗料塗布量 35~45g/m ² Applied quantity 吹付塗装 Spray coating
研 摩 Sanding	ガーネット サンド ペーパー # 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 クリヤー Polyester clear : メチルエチルケトンパー Methyl ethyl ketone- オキサイド peroxide 100 : 1, 5% ナフテン酸コバルト Cobalt naphthenate 1%	フィルムアププリケーター 塗装 Film applicator coating 膜 厚 Thickness of wet film: 250μ

後、# 240 ガーネットサンドペーパーにて軽く研磨し、上塗り塗料（日本ペイント製ポリエステルクリヤー 2000 SA）をフィルムアプリケーションにて、塗装時膜厚 250 μ になるように塗装した。

使用した塗装工程を Table 5 に示す。

測定：温度 20°C, R.H. 75%の室内で JIS K 5400 (1959) により指触乾燥時間、半硬化乾燥時間、硬化乾燥時間を測定した。

結果および考察

実験結果を Table 6 に示す。

Table 6. 塗料硬化試験結果
Results of curing test of paint on solid wood.

樹種 Species		不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化時間 Curing time of unsaturated polyester resin paint		
		指触乾燥 Dust free (Set to touch) min.	半硬化乾燥 Drying semi hard min.	硬化乾燥 Drying hard min.
レッド ラワン Red lauan <i>Shorea negrosensis</i>	板目 Tang.	27	65	120
	柾目 Rad.	25	70	125
カプール Kapur <i>Dryobalanops</i> spp.	板目 Tang.	103	137	180
	柾目 Rad.	110	140	197

(注) 使用した塗装工程は Table 5 に示した。塗装時膜厚 250 μ 。

温度 20°C, 関係湿度75%の室内で測定を行なった。

(Note) Finishing process is shown in Table 5. Thickness of wet film: 250 μ ,

Measurement was held in the room at temperature: 20°C, relative humidity: 75%

下塗り塗装後の状態では異常は認められなかった。

上塗り塗装後の硬化時間判定方法は主観がはいりやすいので、この点を考慮してこの結果をみると、カプールは対照試験体のレッド ラワンに比較して硬化乾燥で60分～70分遅延し、硬化反応中の指触乾燥、半硬化乾燥でもそれぞれ約1時間おけている。しかしカプールもポリエステル塗料の硬化を著しくは阻害しないので、この程度の硬化反応の遅延は硬化剤量の増加またはポリウレタン樹脂シーラー塗布量の増加により解決されるものと考えられる。

3. 塗膜付着性試験

塗膜の付着試験法には沢山の種類があるがほとんどの場合、付着力そのものでなく塗膜の凝集力をも含めた実用上のはがれ抵抗がはかられていて、決定的な良法はみいだされていない。それゆえ、この実験においては塗膜付着性のもっとも簡単な判定法として重宝がられ、かつ多く採用されている薔ばん目試験法と同時に粘着テープ試験法³⁾の2種類を行ないカプールの塗膜付着性を比較した。

実験方法

素材試験片：レッド ラワンの柾目板1枚、大きさ・長さ20×幅10×厚さ1.2 (cm)。カプールの板・柾目板を各1枚、大きさ・長さ30×幅12×厚さ1.2 (cm)。

合板試験片：レッド ラワン、カプール（原木番号 IIIA—2）の板目および柾目にちかいもの各1枚、

結果および考察

若ばん目および粘着テープ試験の結果を Table 7 に示す。

若ばん目の上にセロテープを貼り、ただちに引離す若ばん目試験では、対照試験体のレッド ラワンに比較してカブールは同程度の付着性を示し、測定箇所による測定値のばらつきも少なかった。

粘着テープを貼付したまま 35 日間恒温恒湿室に放置後付着力の持続をみる粘着テープ試験ではレッド ラワンに比し大幅に付着性の低下がみられる。板目に比較し柾目面の付着性の悪いのは塗膜付着性の劣る道管部分の占める割合が大きいためと考えられる。

4. 塗膜割れ試験

現在、木製品のほとんどは塗装されて用いられている。効果的な塗装をほどこした木材は外気の温湿度の変化にともなう表層の急激なる膨張収縮を防いで、材の表面割れや狂いを防ぎ、合板等にあっては接着層を保護する。しかしこの塗膜も時間の経過とともにめわれ、ひわれと称する割れを生じることがしばしばあり、はなはだしくなると再塗装の必要がでてくる。このような塗膜割れが発生することは、前にのべた塗装目的を損い、木製品の価値を低下させ致命的な欠陥となることも少なくない。

この塗膜割れの原因は塗料自体の欠陥、塗装工程（施工法）および被塗材に関係している⁸⁾。

それゆえ、この実験では塗料および塗装工程を一定にし、塗膜割れの原因を被塗材の影響のみにしぼって材質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方法によってカブールを調べた。

実験方法

素材試験片：レッド ラワン、カブールとも板・柾目板各 5 枚、大きさ・長さ 5×幅 5×厚さ 0.5(cm)。

合板試験片：レッド ラワンの前処理材（厚さ 0.3 cm）、カブール（原木番号 III A—1）の前処理材（厚さ 0.35 cm）、同無処理材（厚さ 0.34 cm）、カブール（原木番号 III A—2）の無処理材（厚さ 0.32 cm）各 5 枚、大きさ・長さ 5×幅 5 (cm)。以上のものを準備した。

塗装：Table 4 の塗装をほどこし、温度 20°C、R. H. 65% 中に 1 か月放置後試験片周囲の影響の少ない中央部に繊維方向に直角に長さ 2 cm の線を引き、塗膜割れ測定用基準線とした。

塗膜割れ促進試験条件（乾湿繰り返し試験）：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、5 サイクル行なった。

測定：各サイクルごとに試験片含水率の変化および測定基準線を横切る塗膜割れ数を肉眼、万能投影器（10倍率）、光学顕微鏡（60倍率）で測定した。

なお塗膜割れを決めるにあたり以下のことを考慮した。

塗膜割れがおこる場合、大きな塗膜割れができるとその付近の塗膜にかかる応力が緩和され割れができにくくなるのではないかと、また細かい塗膜割れが促進試験の進行にしがたい順次大きく成長するのではないかと考えられる。それゆえ塗膜割れ数のみでなく塗膜割れの大きさ（長さ、幅）を測定する必要があると感じて試みたが、その測定は非常に困難なため、それにかえて肉眼、10 倍の万能投影器および 60 倍の光学顕微鏡を使用して、識別可能な割れ数を観測するとともに大きさの表現にも使用した。

本文では塗膜割れの大きさおよび数量の分類を次のごとく表現した。

塗膜割れ大きさの表現方法

肉眼でみえる塗膜割れ：肉眼で観測できる比較的大きな塗膜割れ。

10倍でみえる塗膜割れ：10倍率の万能投影器で観測できる塗膜割れ、このなかには肉眼でみえる塗膜割

れの全数も含まれる。

60倍でみえる塗膜割れ：60倍率の光学顕微鏡でみえる塗膜割れ、このなかには肉眼、10倍でみえる塗膜割れの全数も含まれる。

塗膜割れ量の表現方法

塗膜割れ数：測定基準線上の塗膜割れ数。主として樹種間の比較に使用した。

塗膜割れ率：

$$\text{塗膜割れ率 (\%)} = \frac{\text{塗膜割れ数}}{\text{道管数}} \times 100$$

$$\text{Coefficient of paint film crack} = \frac{\text{numbers of paint film crack}}{\text{numbers of vessel}} \times 100$$

広葉樹に発生する塗膜割れは乾湿繰り返し初期の段階（5 サイクル以下）では道管上に大部分発生する。それゆえ塗膜割れは道管数に関係があるので同樹種間で道管数に対する塗膜割れを比較するとき道管数の違いによって生ずる個体差をなくするために上式を使用した。

この研究では被塗材自体が割れることによっておこる塗膜割れとそれ以前におこる塗膜割れを区別し、後者についての研究を行なうため、木部割れ発生が少ない乾湿繰り返し 5 サイクル以下の塗膜割れを測定した。

結果および考察

(1) カプルとレッド ラウンの塗膜割れ数の比較

素材の場合、木材が実際に板として使用されるさい 1 枚の板面中には板目および追桁を含んでいる場合が多いので、板目、桁目あわせて 1 樹種 10 個の試験片の平均値をもってレッド ラウンと比較した。

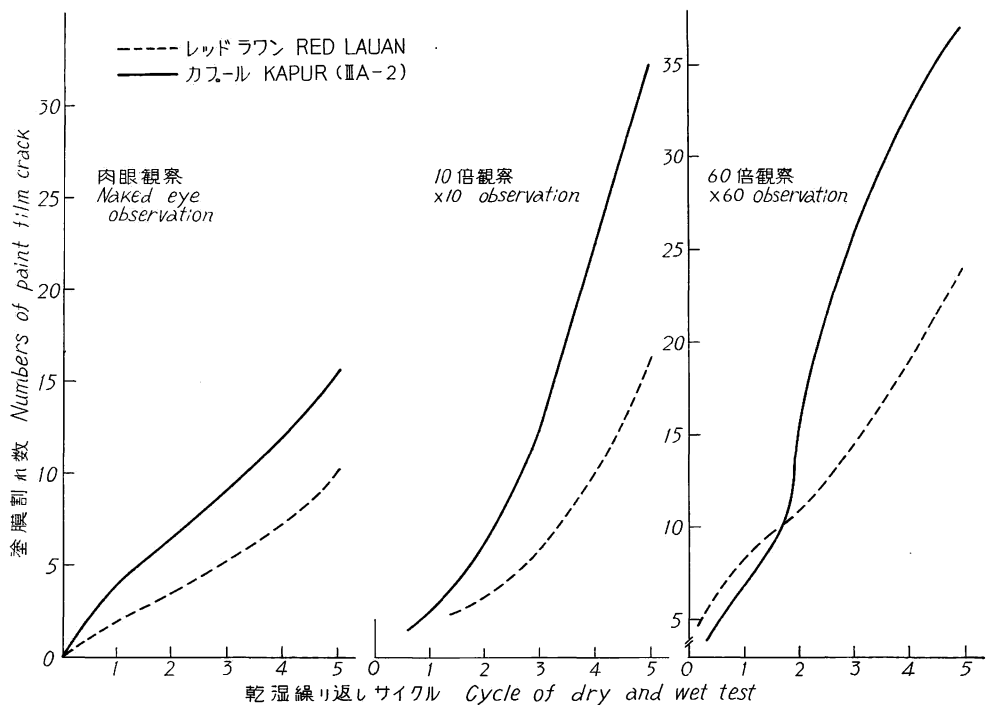


Fig. 4 カプルの塗膜割れ (素材試験片)
Paint film cracking on solid wood of Kapur (*Dryobalanops* spp.)

合板の場合、レッド ラワンが原木前処理材しかなかったためカプール (ⅢA—1) も原木前処理材を使用し、各樹種 5 個の試験片平均値をもって樹種間の比較を行なった。

乾湿繰り返しによる塗膜割れ促進試験の結果を素材、合板について Fig. 4~5 に示す。

素材、合板、各観察法のすべての場合カプールにはレッド ラワンより数多くの塗膜割れが発生した。

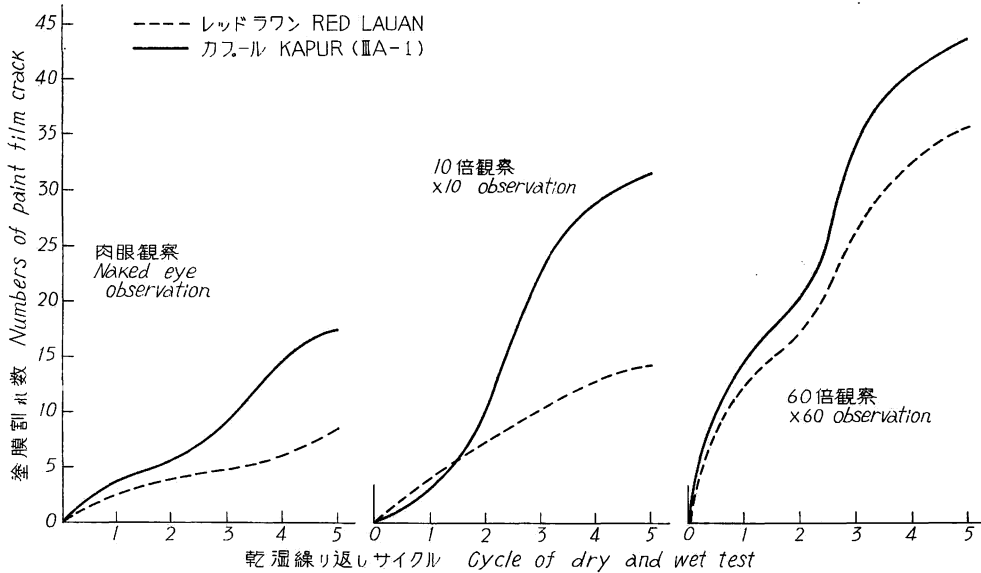


Fig. 5 カプール合板の塗膜割れ
Paint film cracking on plywood of Kapur (*Dryobalanops* spp.)

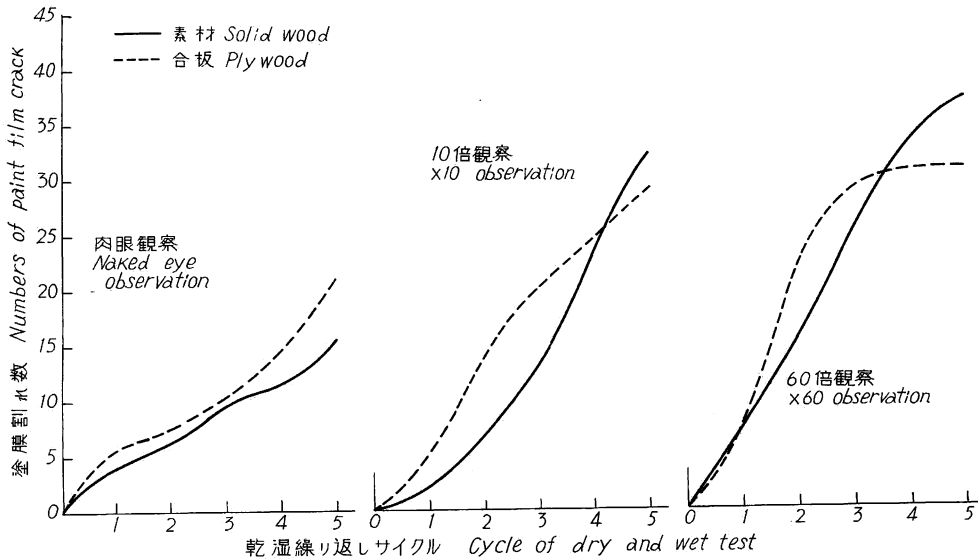


Fig. 6 素材と合板の塗膜割れの比較 (素材、合板とも ⅢA—2)
Comparison of paint film cracking on solid wood and plywood of Kapur
in accelerated dry and wet test (the number of log is ⅢA—2).

カプールでは素材の場合最終サイクル時の塗膜割れがレッド ラワン の 1.5 倍～2 倍、合板では 60 倍観察を除けば 2 倍以上も発生している。素材では 10, 60 倍でみえる比較的小さい塗膜割れにレッド ラワンとの大きな差があるのに対し、合板ではその差が比較的大きい 10 倍あるいは肉眼でみえる塗膜割れに現われている。

(2) 素材と合板の塗膜割れの比較

素材の場合、カプール (ⅢA-2) の板・柾目各 5 個、試験片 10 個の平均値。合板は同じ原木を使用し、原木無処理材試験片 5 個の平均値で比較を行なった。

乾湿繰り返しによる塗膜割れ促進試験の結果を Fig. 6 に示す。

乾湿繰り返しによる素材、合板試験片の含水率変化を Fig. 7 に示す。

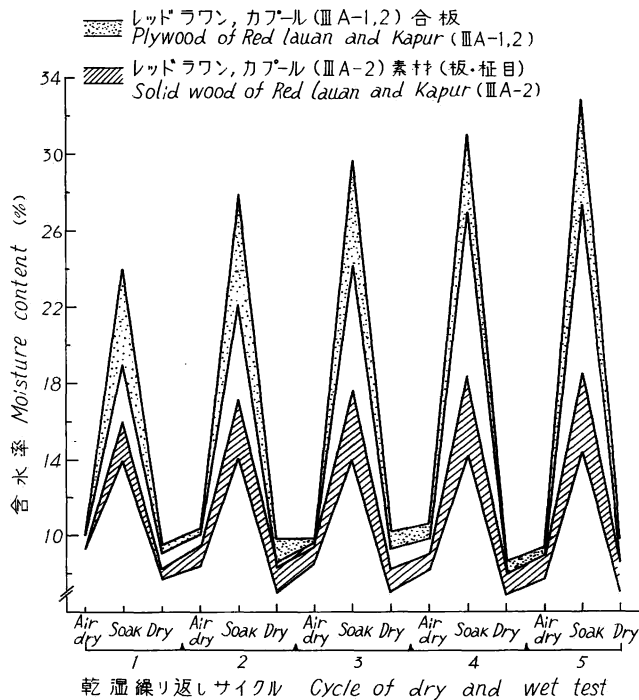


Fig. 7 乾湿繰り返し試験による素材、合板塗膜割れ試験片の含水率変化
Change of moisture content of test specimens during dry and wet cycle test.

肉眼でみえる大きな塗膜割れは合板に多数発生する。

合板には 10, 60 倍でみえる比較的小さい塗膜割れは 3 サイクル以前に急速に発生し、それ以後はその伸びがゆるやかとなり最終サイクル時の塗膜割れ数は素材より少ない。

合板では肉眼観察結果に比較し、10, 60 倍観察結果では 1.5, 1.7 倍の塗膜割れ数があるのに比し、素材では 2.1, 2.4 倍も小さい割れが発生している。これは合板の場合大きな割れが多くかつ早期に発生するため、その付近の塗膜にかかる応力が緩和され小さい割れが少なくなったと考えられる。

dimensional change の安定している合板が素材に比較してかえって大きな塗膜割れを発生しやすい傾向にあり、その理由については前報⁸⁾に報告した。そのほか、無傷の被塗面および単板の tight side を表

にした普通の合板よりも切傷をつけた被塗面や loose side を表にした合板上に塗膜割れを多く発生する⁸⁾¹⁰⁾ごとく、カプール単板の表割れが塗膜割れ発生に影響したと考えられる。

Fig. 7 をみると、乾湿繰り返しによる合板試験片の含水率変化は素材より大きい。この水分移動量と塗膜割れの関係については今後追求する必要がある。

(3) 塗膜割れと木材の容積重の関係

前報⁷⁾に報告したカンボジア産 7 樹種の塗膜割れと木材容積重の関係を示したグラフに新たにカプールをプロットしたものを Fig. 8 に示す。

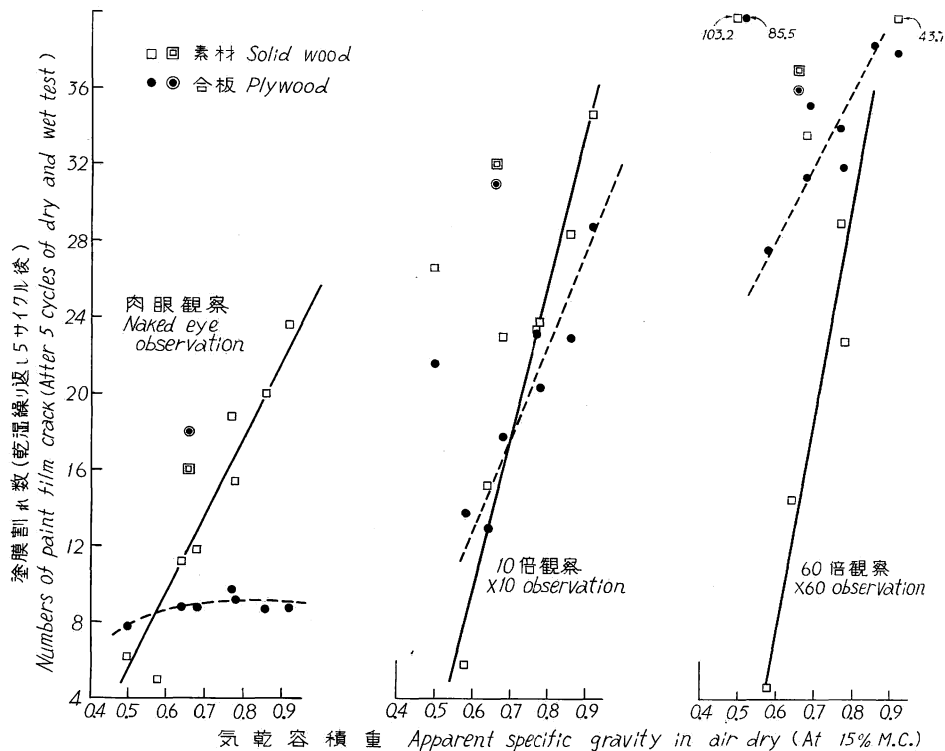


Fig. 8 木材の容積重と塗膜割れの関係
Relation between apparent specific gravity in air dry of wood and numbers of paint film crack after 5 cycles of dry and wet cycle test.

(Note) □○: カプール素材および合板 Solid wood and plywood of Kapur.

□●: カンボジア産材, 素材および合板⁷⁾

Solid wood and plywood of Cambodian woods.

カンボジア産材を含め木材の一般的性質として木材容積重が高いものほど塗膜割れが多く発生する⁷⁾。カンボジア産材の平均的値に比較してカプールは容積重の割に塗膜割れが多い。

(4) 塗膜割れと木理の関係

板目、柃目の比較を各々試験片 5 個の平均値をもって Fig. 9 に、木材表面に現われた道管径の乾湿繰り返しによる変化を Table 8 に示す。

道管に対する塗膜割れの発生割合を示す塗膜割れ率で板目、柃目を比較すると塗膜割れは柃目面に多く

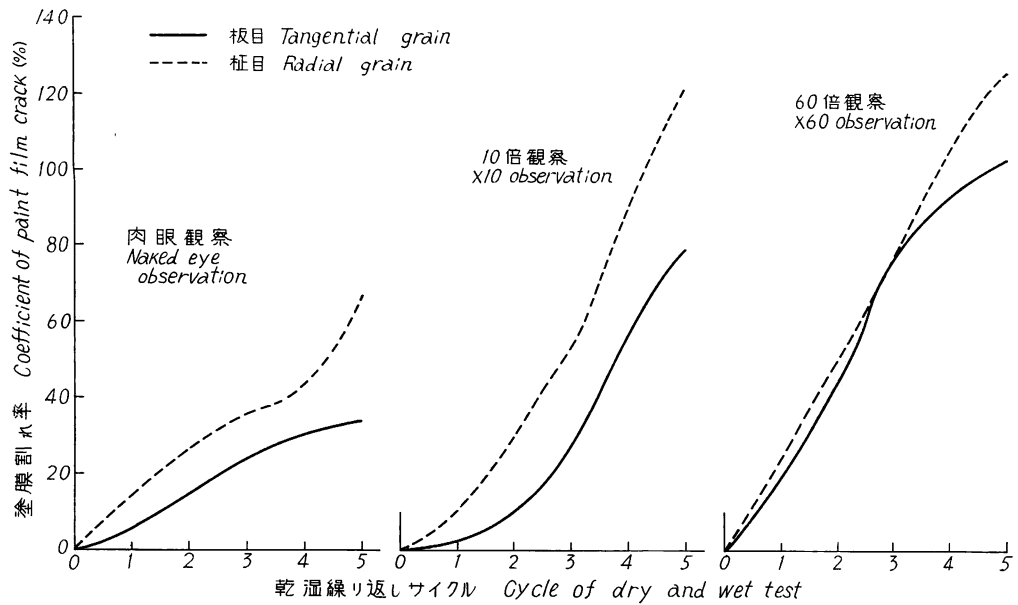


Fig. 9 木理が塗膜割れにおよぼす影響 (カプール素材 III A-2)
Results of paint film cracking test on the radial surface and tangential surface of solid wood (Kapur III A-2).

Table 8. 乾湿繰り返しによる材表面に現われた道管径の変化
Dimensional change in diameter of exposed vessels on wood surface at dry and wet cycle.

樹種 Specis	木理 Grain	道管径 Diameter of vessels (μ)			測定道管数 Numbers of vessel observed
		気乾時 At drying	水浸時 At wetting	差 Difference	
Solid wood レッド ラウン Red lauan <i>Shorea negrosensis</i>	板目 Tangential	197	200	3	96
	柁目 Radial	202	191	11	118
	平均 Average	200	196	4	
材 カプール (III A-2) Kapur <i>Dryobalanops</i> spp.	板目 Tang.	120	127	7	251
	柁目 Rad.	187	181	6	141
	平均 Ave.	154	154	0	
合板 Plywood* カプール (III A-1) Kapur <i>Dryobalanops</i> spp.	板目 Tang.	109	118	9	212
	板目 Tang.	102	87	15	280

(Note) *: 原木無処理材 Non-pretreatment.

発生した。特に比較的大きな塗膜割れにこの傾向が強い。

板目より膨張収縮率の少ない柁目により多く塗膜割れを発生することから材内部の要因が考えられ、そ

の一つとして被塗面に現われた道管径およびその含水率変化による動きが塗膜割れ発生に強く影響していると考えられる。カプールの場合、乾湿繰り返しによる材表面に現われた道管径の動きはともに少ないが道管径は柾目面のものは板目面のものより 60μ も大きい、それゆえ塗膜の内部応力による塗膜割れを考えると、促進試験の進行にしたがい道管上の塗膜付着力がさきに劣化し橋かけ塗膜となった場合、道管径が大きいと応力集中がおこり破壊にまで進む微視的欠陥が確率的に多いので塗膜割れをより多く発生したと考えられる。

(5) 合板原木前処理の影響

塗膜割れと合板原木前処理の関係を試験片各 5 個の平均値をもって Fig. 10 に示す。

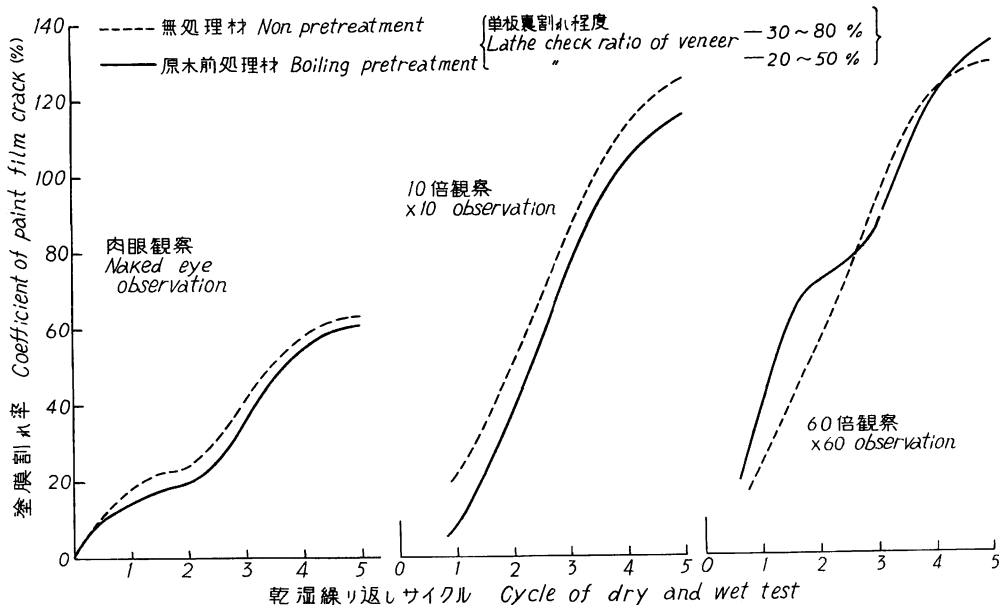


Fig. 10 カプール合板(原木番号 Ⅲ A-1)の塗膜割れにおよぼす原木前処理の影響
Influence of boiling pretreatment for paint film crack on Kapur plywood
(number of log : Ⅲ A-1).

合板原木無処理材に塗膜割れがわずかに多く発生した。

合板原木の前処理としての煮沸が単板品質におよぼす影響²⁾のなかに単板裏割れの減小がある、カプールでも無処理材に 30~80% の単板裏割れが存在するのに対し 90°C、48 時間の煮沸で 20~50% に低下した。塗膜割れと単板裏割れの関係については前報⁷⁾⁸⁾に報告し、すなわち表板厚さが一定のとき単板裏割れ程度が大きいほど塗膜割れは多数発生した。カプールもこの裏割れが影響したと考えられる。

このほかカプールの場合単板に表割れが存在するのでこの因子も今後の研究課題である。

(6) カプールとブジック⁷⁾の比較

木材比重と道管数の関係が類似している (Fig. 11 参照) 両者の塗膜割れに対する性質を比較した。両樹種とも板・柾目試験片各 10 個の平均値をもって試験結果を Fig. 12 に示す。

60倍でみえる小さな塗膜割れは 5 サイクル後の結果では同じ値を示したのに対し、10倍、肉眼でみえる比較的大きな割れがカプールに多数発生し、塗膜割れの総数は同じでもカプールには大きな割れを多数含

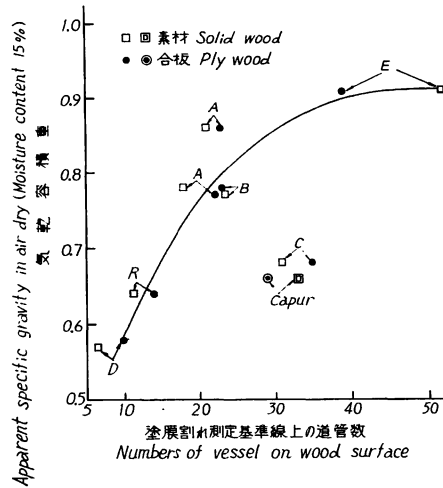


Fig. 11 道管数と木材の容積重との関係

Relation between numbers of vessel on wood surface and apparent specific gravity in air dry.

(Note) C : カンボジア産材プジック Phdiek (*Anisoptera glabra*), Cambodian wood.

◎□ : カプール Kapur (*Dryobalanops* spp.)

A : チュテール バンコイ (*Dipterocarpus insularis*) (A) : チュテール サール (*D. alatus*)

B : コムニヤン (*Shorea hypochra*) D : ロ ヨン (*Parkia streptocarpa*)

E : コキー クサイ (*Hopea pierrei*) R : レッド ラウン (*Shorea negrosensis*)

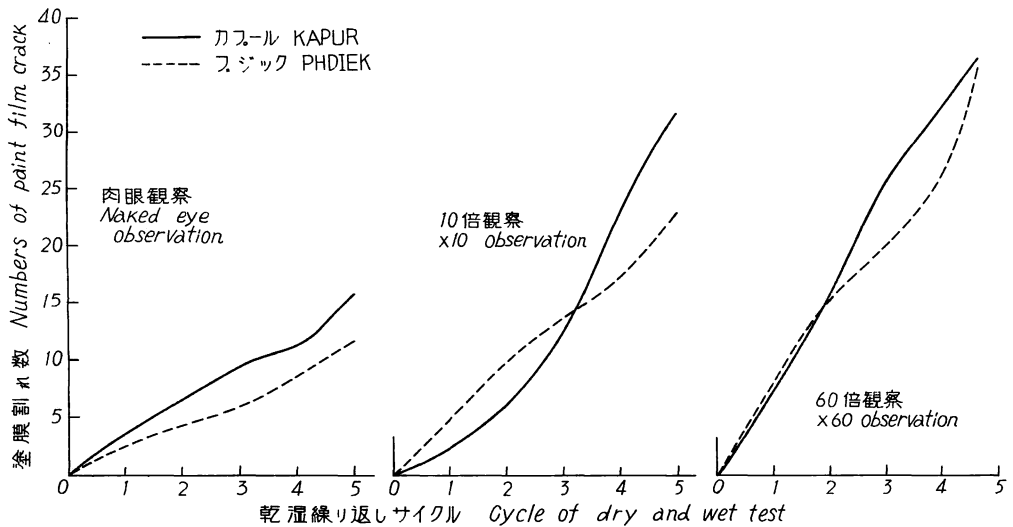


Fig. 12 カプールとカンボジア産プジックの塗膜割れの比較

Comparison of paint film cracking on solid wood of Kapur and Phdiek (*Anisoptera glabra*).

んでいる。

このような現象が木材のどの性質に起因するのか今後の研究課題である。

IV ま と め

塗装作業性試験、塗料硬化試験、塗膜付着性試験、塗膜割れ試験の結果より北ボルネオ産カプル材~~材~~および合板の塗装適性を考察すると次のように結論される。

吹付、刷毛塗装による作業性の観点からは支障は認められなかった。ただし合板では割れが多いため素材に比較して塗膜平滑性が劣る。

塗膜の硬化乾燥の観点から、ポリエステル塗料ではレッド ラワンよりも約1時間程度硬化が遅延するので硬化剤または下塗り塗装に考慮をはらう必要がある。しかしポリエステル塗料の標準使用法でも硬化を著しく阻害することはない。ニトロセルロースラッカーでは問題はなかった。

塗膜付着性の観点からは、初期付着性はレッド ラワンと同程度の値を示すが付着性の持続という面からは問題があるのではないかと考えられ、この点が塗膜割れにも影響を与えていると思われる。

塗膜耐久性の観点からは、カプルは素材、合板、観測法別すべてレッド ラワンより塗膜割れを多数発生し、塗膜の耐久性が劣っている。合板と素材を比較すると大きな塗膜割れが合板に多数発生する、この原因としては水分移動の相違、単板の表・裏割れ等が考えられる。被塗面木理では板目面上の道管径よりも大きな径をもつ柾目面に塗膜割れが多数でき、かつ大きな塗膜割れが発生した。合板原木を煮沸処理することにより単板裏割れが減少し、塗膜割れもわずかであるが減少した。木材容積重と道管数の関係が類似しているカンボジア産ブジックと比較しても大きい塗膜割れがカプルに多く発生した。

以上のことよりカプルの塗装適性はやや劣り特に合板では素材以上に塗装に考慮をはらう必要がある。

V 摘 要

当場木材部で現在行なっている南洋材材質試験の一環として北ボルネオ産カプル材および合板の塗装適性を試験した。対照試験体としてレッド ラワンを用いた。

試験は塗装作業性、塗料硬化、塗膜付着性、塗膜割れを測定した。その結果

1. 塗装作業性は支障がない、合板では塗膜平滑性にやや難点がある。
2. ポリエステル樹脂塗料の乾燥にはレッド ラワンより多くの時間を必要とする。ニトロセルロースラッカーでは問題はない。
3. 初期付着性はレッド ラワンと同等の付着性を示すが付着性の持続にやや難点がある。
4. 塗膜の耐久性はレッド ラワンより劣っている。塗膜割れは素材より合板に、板目より柾目に多く発生する。合板原木の煮沸処理は単板裏割れ、塗膜割れを減少させる。
5. カプルの塗装適性はやや悪い。

文 献

- 1) BROWNE, F.L.: Wood properties that affect paint performance, Organic protective coating, Reinhold publishing Co., pp. 226~259, (1953)
- 2) 江草義正: ロータリー単板切削について——北ボルネオ産カプル材, 木材部資料, 40—5, (1965)
- 3) 平井信二・木方洋二: 表面特殊合板の性能判定方法に関する研究 (第6報), 木材工業, 19, 11, pp. 522~525, (1964)
- 4) 井上幸彦: 塗料及び高分子, 誠文堂新光社, (1963)

- 5) 亀井益禎：道管溝と目止の顕微鏡的観察，色材，35，3，pp. 105～109，(1962)
- 6) 神津治雄：合成樹脂塗料，高分子化学刊行会，pp. 79～91，(1964)
- 7) 川村二郎・中村 章：南洋材の性質3——カンボジア産材の性質2——カンボジア産材7樹種の塗装適性試験，林試研報，194，pp. 85～106，(1966)
- 8) 中村 章・川村二郎：塗装木材の塗膜割れについて（第1報），林試研報，176，pp. 187～214，(1965)
- 9) 須藤彰司：南洋材の知識，地球出版，pp. 57～58，(1961)
- 10) BENA, Jayne: Finish checking of hardwood veneered panels as related to face veneer quality., Journal of FPRS, 3, 3, pp. 7～14. (1953)

Paintability Test of Kapur Woods grown in North Borneo.

Jirô KAWAMURA and Akira NAKAMURA

(Résumé)

As one of the wood quality tests for North Borneo Kapur (Kapur) (*Dryobalanops* spp.), the paintability test was carried out on their solid wood and plywood.

When the paints were applied on Kapur solid wood and plywood, workability at painting, curing time of unsaturated polyester resin varnish, paint film adhesion, and paint film cracks under accelerated weathering condition were studied and compared with those of Red lauan (*Shorea negrosensis*) (grown in the Philippines).

Experimental procedure

Test specimens of solid wood:

Apparent specific gravities of both species are shown in Table 1. Both test specimens of flat grain and edge grain were prepared for all of the tests.

Test specimens of plywood:

Species are the same as the solid wood. Veneers were cut with a rotary lathe. In Kapur, two kinds of plywood test specimens were prepared. One of them was made of rotary cut veneers which were cut from a log boiled in water at 90°C for 48 hours (boiling pretreatment). Another one was made of rotary cut veneers which were cut from a raw log (non-pretreatment). In Red lauan, boiling pretreated veneer was prepared. Thickness and the degree of lathe check of these veneers are shown in Table 2.

The veneers were bonded with urea resin glue into 3-ply plywoods. Glue spread was 26-29g/(30cm)². These assemblies were pre-pressed at 10 kg/cm² for 2-3 hours and hot pressed at 110°C, 8kg/cm² for 3 minutes.

Finishing materials and process on the solid wood and plywood test specimens:

Finishing materials used in this experiment, their components and their finishing process are shown in Table 3, 4. But in the curing test of paint, another process shown in Table 5 was adopted.

Testing

Workability test of paint:

The properties of repelling and leveling of paint was observed in spraying and brushing of paint for all test specimens.

Curing test of paint:

The solid wood test specimens were used for this test. The curing times of the unsaturated

polyester resin varnish coated on the test specimens were measured in the air-conditioned room at 20°C, R.H. 75%. All test specimens were coated with the polyurethane wood sealer and with the unsaturated polyester resin varnish in 250 μ thickness without filling.

Adhesion test of paint film :

Two kinds of peeling test method were carried out on the solid wood and plywood test specimens (see Table 7).

Cracking test of paint film :

Numbers of cracks which occurred on solid wood and plywood test specimens by the accelerated test of wet-and-dry cycles were measured with naked eyes, multiple projector($\times 10$) and microscope ($\times 60$) along the measurement line (2 cm line drawn perpendicular to grain on the center of test specimens) at each cycle of the accelerated test within 5 cycles.

One cycle consisted of soaking and drying. Test specimens were soaked in water at $25 \pm 1^\circ\text{C}$ for 2 hours and then they were dried at $50 \pm 1^\circ\text{C}$ for 2 hours. Moisture contents of the test specimens at wet and dry steps are shown in Fig.7.

Result

From the results obtained in each experiment, the paintabilities of North Borneo Kapur are concluded as follows :

1. It seems that Kapur does not adversely affect the workability, because it has no bad effect on brushing and spraying of paints. But the plywoods test specimens are inferior to solid wood test specimens in levelling of paint film.

2. There was no difference in curing time of nitrocellulose clear lacquer film on those wood surfaces in comparison with Red lauan. In the case of the unsaturated polyester resin varnish, the curing time on Kapur was about one hour longer than that on Red lauan, but these curing times could be shortened by increasing the curing agents or additional application of the wood sealer (See Table 6).

3. Concerning the paint film adhesion, Kapur is almost the same as Red lauan in initial adhesion of paint film. Although Kapur showed a slightly weak adhesion of paint film after 35 days (peeling test B), it seems that Kapur has no painting disadvantages (See Table 7).

4. The number of paint film cracks that developed on Kapur test specimens was more than on Red lauan test specimens (See Fig. 4).

In this test, wider film cracks were observed on the plywood test specimens than on the solid wood test specimens, and the reason for these phenomena seem to be the same as that described in the previous reports, namely, that paint film crackings were influenced by lathe checks of face veneer⁷⁾⁸⁾ and by finishing on both sides of test specimens⁸⁾ (See Fig.5,6).

The radial surface of solid wood had more paint film cracks than the tangential surface. In the case of Kapur, as the average width of exposed vessels on the radial surface was wider than that on the tangential surface, it seems that the paint film cracking is related to the width of exposed vessels of wood (See Fig.9, Table 8).

By the boiling pretreatment of log used for plywood, veneer lathe checks and paint film cracks were decreased (See Fig.10).

Thus, the conclusion is that the paintabilities of North Borneo Kapur solid wood and plywood are inferior to Red lauan solid wood and plywood, respectively. Plywood is generally less favorable than solid wood concerning painting results in both Kapur and Red lauan. Furthermore, Kapur plywood gave less favorable results than Red lauan plywood.

X. 北ボルネオ産カプル材の耐朽性試験

松 岡 昭 四 郎⁽¹⁾

庄 司 要 作⁽²⁾

ま え が き

南洋材の耐朽性についての研究は、きわめて少なく、断片的であるため、使用上の指針としては、不便をまぬかれない現状である。したがって、実験室的に南洋材について同一方法によって耐朽性試験をおこない、従来の日本産主要樹種についての結果も含めて、相互に比較しうる資料を集積することが必要である。

今回、木材部において、南洋材についての共同研究をおこなうこととなったので、産地が明らかな、また、材質試験が並行しておこなわれる材につき逐次実験をおこない、その資料を集積してゆく予定である。

耐朽性の試験は、材のおかれる環境条件によって、同一材でもその結果は非常に異なり、室内実験の場合においても、供試菌によって、その結果が異なることは当然である。

J I S規格の耐朽性試験法は、木材にたいする腐朽力、室内実験における取扱いの難易、腐朽型等より検討されて選ばれているが、必ずしも問題がない試験法ではない。

しかし従来われわれは、日本産樹種についてJ I S試験法による試験をおこなってきたので、その結果と比較する意味もあって、南洋材についても従来どおり、J I S Z 2119—1958 の試験法にしたがって試験をおこない、逐次報告することとした。

また、試験は室内実験のみでなく、同一試料の枕を浅川苗畑に設置し、将来、それらと総合して判断する予定である。

実 験 方 法

供試材

供試材は、ⅢA—4、ⅢA—5、ⅢA—6 の3本の丸太で、試料の性質は、採取位置によって異なる可能性もあるので、定められた数か所から採取して試験することが望ましいが、試料入手の経過もあるので、できるだけ半径方向における心材部の中央部から採取することとした。

採取した板は、それぞれ、ⅢA—4—1—05、ⅢA—5—3—03、ⅢA—6—2—07 であり、おのおの5個ずつの20×20×20mm の試験片を木取って使用した(巻頭の緒言参照)。

なお、対照材としては、ブナ辺材を用いた。

試験方法

試験方法は、上述のようにJ I S Z 2119—1958 にしたがっておこなったが、その細部は以下のとおりである。

1) 供試菌

菌の種類は、つぎの3種で、当场保護部菌類研究室で分離した、耐朽性試験用標準菌株である。

(1)(2) 木材部材質改良科防腐研究室

オオウズラタケ *Coriolellus palustris* (BERK. et CURT.) MURR. 林試 0507

カワラタケ *Coriolus versicolor* (L. ex FR.) QUEL 林試 1030

ウスバタケ *Irpex lacteus* FR. 林試 1002

2) 培養基

ブナの風乾木粉 (10~60 mesh) に、重量比で、ブドウ糖 1%と、ペプトン 0.2%を溶解した2倍量の蒸留水を加え、よく混合したものを、直径 8 cm、容量約 600 cc の広口びんに、約 6 cm の厚さに軽くつめ、内蓋を除いた金属スクリュウキャップを、ゆるくしめたものを使用した。接種方法は、均一に繁殖させるため、あらかじめ、シャーレーの平面培養基に供試菌を接種し、繁殖後、その菌そう上に、吸水させて殺菌したブナ木片 (10×10 mm、厚さ 1 mm) をのせ、3~4 日後、菌の繁殖したその木片を上記培養基の中央部にのせ、26±1.0°C の培養室中に放置した。

3) 腐朽操作

2)により培養基全面に繁殖した後、あらかじめ、60±2°C で 48 時間乾燥後、恒量を求めた試験片を、繊維方向を垂直にして、1 培養びんに 3 個ずつのせ、温度 26±1.0°C、湿度 70% 以上の培養室に 60 日間おいて腐朽させた。なお、60 日間菌そう上の水分の多いところにおかれるため、木材成分の溶出、その他によって、腐朽に関係のない重量の変化をきたすおそれがあるので、菌を接種しない同じ培養基上に、試験体を同一期間放置し、補正試験体として補正し、腐朽による重量減少率として求めた。

試験結果および考察

以上の試験法による結果は、Table 1 のとおりである。

Table 1. カプールの材の重量減少率
Weight loss in percentage of kapur.

供 試 菌 Test fungi	試料番号 Mark of logs and boards	容 積 重 Apparent specific gravity (gr/cm ³)	重量減少率の 範囲 Range of wt. loss	補正重量減 少率 Corrected wt. loss	試験片への菌の繁殖 状況 Mycelial growth of the fungi on wood blocks.
オオウズラタケ <i>Coriolellus palustris</i>	III A-4-1-05	0.54	+1.3~+1.7	0	+++++
	III A-5-3-03	0.61	+1.2~+1.4	0	"
	III A-6-2-07	0.65	+1.0~+1.3	0	"
	ブナ辺材 (sapwood of beech)	0.61	26.3~ 34.9	33.6	"
カワラタケ <i>Coriolus versicolor</i>	III A-4-1-05	0.55	2.4~ 3.0	3.4	+++++
	III A-5-3-03	0.62	1.8~ 2.8	3.1	"
	III A-6-2-07	0.66	2.0~ 3.0	3.2	"
	ブナ辺材 (sapwood of beech)	0.63	19.4~ 27.4	24.2	"
ウスバタケ <i>Irpex lacteus</i>	III A-4-1-05	0.55	+1.1~+1.2	0	"
	III A-5-3-03	0.62	+0.8~+1.0	0	"
	III A-6-2-07	0.65	+0.7~+1.1	0	"
	ブナ辺材 (sapwood of beech)	0.63	19.6~ 26.5	21.3	+++++

* 容積：気乾時における容積 Volume in air dry.

重量：60°C乾燥における恒量 Equilibrium weight in 60°C dry.

表にみられるように、白色朽菌であるカワラタケに、わずかに重量減少がみられた程度であった。この結果は、かつて当研究室でおこなった結果³⁾ とほぼ同じである (オオウズラタケ 1.2%, カワラタケ 5.8%)。しかし、カプールの耐朽性は Booth¹⁾ によれば弱く、水本²⁾ の実験によっても、かなり弱い結果となっている。ただし、この場合、前者は野外試験によるものであり、後者は室内実験であるが、試料の扱い方等が異なり、腐朽期間も 4 か月等、今回の試験法とはかなり異なるものである。水本は報告のなかで、供試菌の種類によって、その腐朽力がかかなり異なることを指摘している。

また、これに関連して、本実験で特徴的なことは、対照材のブナ辺材にみられるように、日本産樹種にたいして、通常強い腐朽力を示すオオウズラタケ (褐色朽菌) において腐朽がみられず、カワラタケ (白色朽菌) において、わずかではあるが、重量減少がみられたことである。この傾向は、前にのべた当研究室、および水本の結果でも同様であり、これらから考えると、南洋材の特異性といえるかも知れない。水本は、この点について、日本産樹種に比較して、南洋材はリグニン含量が多いため、褐色朽菌より白色朽菌が、より強い腐朽力を示すものとして、材の成分に一部関係しているものと判断している。したがって、今後のこの一連の実験において、これらについて注目していきたい。

なお、ⅢA-4、ⅢA-5、ⅢA-6 の各丸太の耐朽性には、差は認められなかった。

摘 要

1. 北ボルネオ産カプールの耐朽性を、J I S Z 2119—1958 にしたがって調査した。
2. オオウズラタケ、ウスバタケにおいては腐朽がみられず、カワラタケにおいて、わずかに腐朽がみられた程度であった。
3. ⅢA-4、ⅢA-5、ⅢA-6 の各丸太間には、耐朽性において、差が認められなかった。

文 献

- 1) DENSHAM-BOOTH, Major D. F.: The Preservation of Malayan Timber-1, Timber Technology, Oct. pp. 379~381, (1960)
- 2) 水本 晋: 北ボルネオ産木材の比較耐朽性について, 木材学会誌, 10, 6, pp. 230~234, (1964)
- 3) 庄司要作: 南洋材の耐朽性試験 (未発表)

Relative Durability of Kapur Woods grown in North Borneo.

Shôshiro MATSUOKA and Yôsaku SHÔJI

(Résumé)

This experiment was undertaken to determine the decay durability of wood blocks of Kapur grown in North Borneo according to Japanese Industrial Standard (JIS Z 2119-1958).

The results obtained from this durability test were as follows :

1. The weight losses of test blocks were recognized slightly against *Coriolus versicolor* (L. ex Fr.) QUEL..
2. The difference on decay between each log (ⅢA-4, ⅢA-5 and ⅢA-6) was not recognized.