

南洋材の性質 11
カリマンタン産バンキライおよび
ホワイト メランチ材の性質

The Properties of Tropical Woods 11
Studies on the utilization of Bangkirai and White
meranti woods grown in Kalimantan
Wood Technology Division

木 材 部

目 次

I. 緒 言	寺 沢 真... 2
II. カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材の識別と構造	小 林 弥 一... 8
III. カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材の容積重と 収縮率のあらわれかた	中野達夫・燕木自輔... 32
IV. カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材の強度的性質	山井良三郎・近藤孝一... 45
V. カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材の 人工乾燥スケジュール	寺沢 真・佐藤庄一... 58
VI. カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材の 回転鉋における被削性	星 通... 71
VII. カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材の単板切削...江 草 義 正... 80	

CONTENTS

I. Introduction	Shin TERAZAWA... 2
II. Identification and anatomical characters of Bangkirai and White meranti woods grown in Kalimantan	Yaichi KOBAYASHI... 8
III. Dencity and shrinkage of Bangkirai and White meranti woods grown in Kalimantan	Tatsuo NAKANO and Jisuke KABURAGI... 32
IV. Mechanical properties of Bangkirai and White meranti woods grown in Kalimantan	Ryôzaburô YAMAI and Kôichi KONDô... 45
V. Drying schedules of Bangkirai and White meranti woods grown in Kalimantan	Shin TERAZAWA and Shôichi SATô... 58
VI. Cutting properties of Bangkirai and White meranti woods grown in Kalimantan by rotating knife	Tooru HOSHI... 71
VII. Rotary veneer cutting of Bangkirai and White meranti woods grown in Kalimantan	Yoshimasa EGUSA... 80

1968年5月23日受理

I. 緒 言

寺 沢 真⁽¹⁾

インドネシア国カリマンタン州はフィリピンにかわるフタバガキ科木材の産地として、わが国の協力による森林開発事業が進行しており、床板、重構造用材としてはクルイン類、合板関係にはメランチ類がかなり輸入されている。

一方、現地ではこのほかに多くの有用材と思われる樹種が産出されているが、これらは現地の木材工業の発達程度が低いためや、産地で有用材とされていてもわが国の木材工業の技術工程、好みに合わないためや、産出量が少なくて利用の対象とならないなどの原因があって、現在までのところあまり利用されていない。

しかし、これらの樹種のなかには、新たな加工技術を導入し、また新しい利用面の開発などにより、利用可能な樹種が含まれていると考えられる。

この種問題の解決は急を要するものと思われていたが、今回、社団法人木材資源利用合理化推進本部の依頼により、カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材の試験を行なう機会を得たので、これらの樹種を従来から実施している南洋材に関する一連の共同研究としてとりあげ、組織、材質、強度、乾燥、プレーナ切削、単板切削についての試験結果を得たので、とりまとめ報告する。

なお上記2樹種のほかに、ひきつぎ同産の13樹種について試験を行なったので、その結果を今回とりまとめが終了しなかった部門とともに次回に一括して報告する。

また、パルプおよびファイバーボードに関する試験は、すでに南洋材の性質9として林試研報207に報告してある。

供 試 材

供試したバンキライおよびホワイト メランチ材の積出港、および同時に着荷した総材積などは次のようである。

積出港	カリマンタン州	ヌヌカン
船積日	1966, 12, 19	
東京港着	1966, 12, 27	
林業試験場到着	1967, 1, 31	
船名	かつら丸	
材積	40m ³	

着荷したバンキライ材の総本数は18本で、ホワイト メランチ材は2本であったが、そのうちからバンキライ材は8本、ホワイト メランチ材は2本を供試した。径級、形状について Table 1 に示す。

バンキライ材はおおむね通直、正円で VI A-9 をのぞき容積重の高いわりに木口割れが少ない (Fig. 1, Fig. 2 参照)。しかし VI A-1, VI A-2 は地上高の高い位置から伐採された丸太のようで、外観的にあまりよくなかった。

(1) 前木材部加工科長・現名古屋大学農学部教授・農学博士

Table 1. 供試丸太の直径と外観の特徴

丸太番号	樹種	長さ (cm)	直径 (cm)		形状その他
VI A-1	バンキライ	660	62.5	59	節, コブが若干あり, 楕円形, 心材色は濃い
VI A-2	バンキライ	620	65	57	節, コブが多く, 直径約 15cm の心ぐされあり, 心材色は淡い
VI A-3	バンキライ	515	66	62	比較的円形, 直径 25cm の心ぐされあり, 心材色は中間
VI A-4	バンキライ	690	97	80	節, コブが多い, 心材色はやや濃い
VI A-6	バンキライ	660	66	60	比較的円形, 偏心材, 心材色は中間
VI A-7	バンキライ	650	75	74	比較的円形, 心材色はやや濃い
VI A-8	バンキライ	520	72.5	62	比較的円形, 直径 10cm の心ぐされあり, 心材色はやや濃い
VI A-9	バンキライ	600	70	65	比較的円形, 大きな十字の木口割れがあり, 心材色はやや濃い
VI B-5	ホワイト メランチ	600	61	52	偏心材
VI B-10	ホワイト メランチ	600	62	59	比較的円形

ホワイト メランチ材は 2 本とも偏心しており, 多少湾曲がみられあまり良質の丸太ではなかった。今回供試したホワイト メランチ材は最初バンキライ材として間違って混入してきたもので, 実際に市場に出回っているものと比較して, 等級的にみてどのように位置づけられるかは不明である (Fig. 3 参照)。

供試丸太は着荷と同時に, 末口部分を 30cm ほど切断し組織, 容積重, 収縮率, 加工上の主要な性質等に関する簡易な予備試験を 10~15 日の間に早急に行ない, その結果にもとづいて原木を分類し, 各試験のための供試材を木取るようにした。

予備試験の結果, 8 本のバンキライ材は樹脂含有量が VI A-3, VI A-7 にやや多く, 人工乾燥に際して内部割れの発生程度が VI A-1, VI A-2 に多い以外は容積重, 収縮率などあまり差異が認められなかった。

ホワイト メランチ材は 2 本の丸太間に材質的な差は少なかったが, VI B-5 がはなはだ偏心していた。

以上の結果にもとづき, 供試丸太を Table 2 のように各試験に供した。



Fig. 1 供試したバンキライ丸太 (VI A-1, VI A-2, VI A-3)

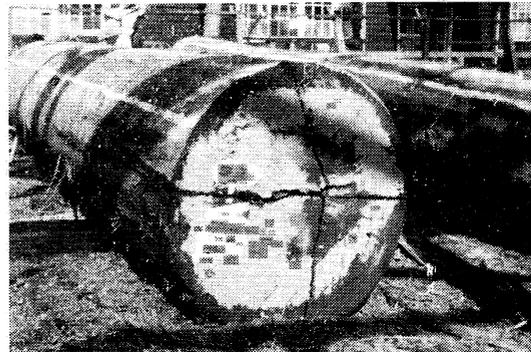


Fig. 2 木口割れのはなはだしかったバンキライ丸太 (VI A-9)



Fig. 3 バンキライ (VI A-4) とホワイト メランチ丸太 (VI B-5)

Table 2. 試験項目別に使用した丸太番号

試 験 項 目	丸 太 番 号									
	VI A-1	VI A-2	VI A-3	VI A-4	VI A-6	VI A-7	VI A-8	VI A-9	VI B-5	VI B-10
組 織	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
材 質	○		○	○	○	○	○	○	○	○
強 度			○		○		○			○
乾 燥	○		○				○			○
ひ き 切		○								
プ レ ナ	○	○		○	○	○	○		○	
ひ き 板 接					○					
単 板 切			○					○	○	○
単 板 接			○					○		○
塗 装			○					○		○
耐 朽		○		○	○	○	○			
成 分			○					○	○	
パ ル プ			○					○	○	
織 維 板	○					○		○	○	

おのおのの試験に際しては、原木の一部を30~100cmに玉切ってから試験片の採取を行ない、樹幹内の位置的差異を求めた場合と一括製材してから特定の挽板を選出して試験したものとがある。

試験結果の要約

試験結果の詳細は各項目別に述べられているが、大略の結果について、すでに発表したパルプ関係の資料と、現在とりまとめ中の部門を含め、要約すると次のようになる。

供試原木のうち VI A-1~VI A-4, VI A-6~VI A-9 は解剖学的にみて同一の樹種で、すべて *Shorea laevis* RIDL と推定され、市場名はバンキライ (Bangkirai) としてよいと考えられた。

また、VI B-5, VI B-10 は放射組織内にシリカの結晶を含み、*Shorea* 属の *Anthoshorea* 節に属する同一樹種であることは明確となったが、樹種の同定は不可能で、産地からみてホワイト メランチ (*Shorea* sp.) と判定された。

材質試験のうち、半径方向に連続的にとった試験片による容積重、収縮率の値は Table 3 である。

Table 3. 材質試験の結果

樹種	丸太番号	全乾容積重 (g/cm ³)	全乾収縮率 (%)		全乾時の収縮率比 (t/r)
			半径方向	接線方向	
パンキライ	VI A- 1	0.63~0.96 0.86	7.22~10.25 9.35	3.32~5.01 4.51	1.90~2.27 2.08
	VI A- 3	0.61~0.91 0.86	8.21~9.22 8.53	3.74~4.44 4.05	1.99~2.29 2.11
	VI A- 6	0.67~0.93 0.85	8.48~9.51 8.94	4.61~6.20 5.55	1.46~1.88 1.62
	VI A- 7	0.59~0.96 0.84	7.76~9.87 9.21	3.81~5.87 4.93	1.66~2.08 1.88
	VI A- 8	0.80~0.90 0.83	7.51~9.42 8.89	4.11~5.47 4.64	1.65~2.17 1.93
	VI A- 9	0.52~0.85 0.77	8.06~9.10 8.72	3.62~5.34 4.83	1.67~2.23 1.82
	全体	0.52~0.96 0.84	7.22~10.25 8.96	3.32~6.20 4.81	1.46~2.29 1.89
ホワイト メランチ	VI B- 5	0.46~0.56 0.53	6.83~7.71 7.31	2.78~3.98 3.46	1.95~2.75 2.18
	VI B- 10	0.49~0.70 0.56	7.13~9.90 8.23	2.82~5.30 3.95	1.74~2.53 2.14
	全体	0.46~0.70 0.55	6.83~9.90 7.77	2.78~5.30 3.70	1.74~2.75 2.16

この値はインドネシア産材についての文献と、大略似ているようである。

パンキライ材は容積重の高いわりに収縮率はひくいが、収縮率比 (t/r) は標準的であり小さない。丸太相互の比較では、パンキライ材の VI A-6 が収縮率比 (t/r) 1.62 で最少を示している。ホワイトメランチ材については大略、ラワン類と似た傾向を示しているようである。パンキライ材の樹幹内の容積重、収縮率はともに樹心側が低いが大略平均しており、ホワイトメランチ材は樹心側の収縮率が高いが容積重には特定の傾向が見いだせない。

強度的性質については Table 4 に示すとおりである。

パンキライ材の板目、柱目のせん断強さの比は、板目面が20%多くなっているが、ホワイトメランチ材は明確な差がない。

衝撃曲げ吸収エネルギーを容積重の2乗で除した値は、ホワイトメランチ材が今までに試験を行なった南洋産樹種よりやや大きい。

パンキライ材は強度的な性質からみて、すでに行なったカンボジア産コキークサイ材 (*Hopea pierrei*) によく類似している。

板材の乾燥については2.7cm厚の板について試験した結果、パンキライ材は非常に表面割れが発生しやすく、生材から含水率10%まで乾燥するのに約21日を要する。乾燥条件は乾燥初期45°Cの温度で乾湿球温度差は1.8°C、終末温度は75°C程度である。

応力転換時期の含水率は12.3%を示し、日本産広葉樹の含水率22~25%時と比較するときわめて低い。ホワイトメランチ材は約7~8日で乾燥が終了し、乾燥初期の温度は55°C、乾湿球温度差は4°C前後であり、終末の温度は80°Cまでは上昇可能と思われる。

乾燥材の丸のこによるパンキライ材の切削抵抗は、容積重が高いため大きな値を示し、すでに試験を行

Table 4. 強 度

樹 種	丸太番号	容積重 (g/cm ³)	含水率 (%)	静 的 曲 げ		
				ヤング係数 (10 ³ kg/cm ²)	比例限度 (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)
バンキライ	VI A- 3	0.88~0.98 0.91	15.0~16.5 16.0	155~173 163	806~ 952 789	1353~1582 1448
	VI A- 6	0.92~1.01 0.94	15.0~16.0 15.5	177~213 196	941~1135 1026	1438~1825 1646
	VI A- 8	0.85~0.90 0.87	15.0~16.5 16.0	150~180 167	734~ 984 841	1230~1610 1454
	VI A- 9	0.84~0.90 0.86	15.0~17.0 16.0	172~214 188	806~ 873 838	1454~1698 1524
	全 体	0.84~1.01 0.89	15.0~17.0 15.5	150~214 177	734~1135 860	1230~1825 1505
ホワイト メランチ	VI B- 10	0.53~0.63 0.56	15.0~16.5 15.5	111~145 128	451~559 501	853~1025 919

なったカンボジア産コムニヤン材 (*Shorea hypochra*) 程度であるが、容積重の高いわりに摩耗性は低く、日本産材を標準としたなかで中庸程度とみなせた。

回転鉋によるバンキライ材の刃先の寿命は、すでに試験した南洋材のなかでは中庸程度に位置づけられ、供試丸太相互では VI A-4 が一ばん短かった。

また、面の仕上げはかなり容易な樹種であった。

ホワイト メランチ材の切削抵抗は容積重に比較して高く、切削面を基準とする刃先の寿命試験もバンキライより短かった。これは材に含まれるシリカの影響と考えられるが、同属のフィリピン産マンガシノロ材よりはよい結果であった。

5種類の接着剤によるバンキライ材 (VI A-6) の試験結果は、レゾルシノール樹脂接着剤、ユリア樹脂接着剤では、それぞれ80%、90%以上の木破率を示し、せん断試験の結果も素材のせん断強度に匹敵する値を示したが、フェノール樹脂接着剤、カゼイン接着剤は木破率75%以下で結果はあまりよくなかった。また酢酸ビニール エマルジョン樹脂接着剤は木破率、せん断強度ともに不良であった。また ASTM D 1101による乾湿繰り返しのはく離試験は接着層に割れが生じやすく、この結果から、バンキライ材は屋外用構造集成材としては不適當と判断された。

単板切削について、バンキライ材は容積重が高いため無処理のままでは切削がきわめて困難であり、煮沸処理しても良質の単板は切削できない。また、煮沸して切削した単板もリーリングやアンリーリングの際に裂けやすく、切削工程からみれば、バンキライ材は合板原木として不適當である。

ホワイト メランチ材は無処理の状態でノーズパーの圧縮なしで裏割れ率40%以下の単板は切削しがたく、刃口距離を狭めても裏割れ率の減少には大きな影響がないようである。裏割れ率20%以下の単板を切削するのははなはだ困難であるが、一応の条件としては煮沸温度90°C、刃先角30°、逃角40~50°、刃口距離0.99mm (送り厚さ1.02 mm) 程度がよいと考えられる。

バンキライ材については、合板としての利用が困難なため単板乾燥の試験は行なわなかったが、接着試験用の乾燥単板を作るさいに観察した結果では、裏割れから伸びる裂けが多く単板乾燥も困難な材とみられた。

ホワイト メランチ材の単板乾燥も特に問題が無いため試験から除いたが、乾燥時間は同容積重のラウ

試験結果

縦 圧 縮			縦 引 張			せん断	
ヤング係数 (10 ⁸ kg/cm ²)	比例限度 (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	ヤング係数 (10 ⁸ kg/cm ²)	比例限度 (kg/cm ²)	引張り強さ (kg/cm ²)	桁目面 (kg/cm ²)	板目面 (kg/cm ²)
162~225 189	476~561 514	661~701 674	139~221 187	950~1805 1246	1347~2195 1642	147~176 165	168~200 183
218~269 240	600~721 672	788~813 798	205~281 239	1025~2000 1586	1314~2510 1992	132~164 151	164~204 186
187~237 212	398~642 540	601~743 686	—	—	—	148~176 160	183~218 199
214~284 243	398~614 495	596~748 650	195~237 217	1198~1863 1522	1565~2280 1908	115~163 148	184~207 193
162~284 221	476~721 540	596~813 691	139~281 217	950~2000 1474	1314~2510 1870	115~176 156	164~218 191
151~188 165	255~384 325	384~459 423	129~156 143	868~1307 1099	1027~1760 1368	92~113 104	86~112 97

ン類と類似していた。

単板の接着試験の結果では、バンキライ材はⅠ類、Ⅱ類試験とも木破率は低く、Ⅰ類フェノール樹脂接着剤の場合、接着力は20~40kg/cm²、Ⅰ類メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤およびⅡ類ユリア樹脂接着剤では、10~20kg/cm²程度の接着力であった。

ホワイト メランチ材は各種接着剤の試験で、レッド ラワン材と比較して木破率、接着力とも良好であった。

塗装試験でバンキライ材は、ポリウレタン樹脂塗料の硬化時間が、レッド ラワン材と大略近似していたが、ホワイト メランチ材は多少短縮された。

また着目試験による付着性の結果は、バンキライ材がレッド ラワン材よりわずかに悪く、ホワイト メランチ材は同等であった。乾燥繰り返しによる塗膜のはく離試験では、ホワイト メランチ材がレッド ラワン材より良く、バンキライ材は同等で両樹種とも塗装に関しては問題のない材とみられた。

パルプ製造試験では、バンキライ材はパルプ収量が低く、ローエ価が高く結果は悪いが、ホワイト メランチ材はパルプ収量、白色度が高く有望な樹種とみられた。

ファイバーボード製造試験では、バンキライ材は収率はよいが、無処理ボードの性質があまりよくなく、何らかの処理が必要とみられた。ホワイト メランチ材は収率、製品の強度ともに非常に良好で有望な樹種と認められた。

以上はカリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材の試験結果の要約であるが、バンキライ材は容積重が高く合板、一般家具には現在のところ利用困難であり、ホワイト メランチ材は一応含有シリカによる刃先の摩耗を克服すれば、同属のマンガシノロ材よりは加工が容易で、接着、塗装、パルプ化、ファイバーボード製造などの工程中の障害も少なかった。

この試験を行なうにあたり供試材の斡旋の労をとられた木材資源利用合理化推進本部、武内信男氏ならびに平沢 順氏に謝意を表し、試験の遂行にご配慮下された東大平井信二教授、坂口勝美場長、上村木材部長に感謝し、終始して試験材の木取り、仕上げ加工にご協力下された製材研究室、加工研究室、応用研究室、木工室所属の方々にお礼申し上げます。なお、これら一連の共同研究の原木管理は前加工研究室長江草義正氏が担当したもので、氏の長期間の労に深く感謝します。

〔訂 正〕

林業試験場研究報告第207号、南洋材の性質9、南洋材数種のパルプ化およびファイバーボード製造試験で用いたホワイト メランチの原木番号の記号 VIA-5 (IVA-5) は VB-5 のあやまり。

Ⅱ. カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材の識別と構造

小 林 弥 一⁽¹⁾

1. ま え が き

本項では提供された10本の供試丸太の樹種鑑定と、これら供試材のもつ組織構造的性質を観察し、その識別拠点を明らかにするとともに、同一丸太材について実施された他の試験結果の検討のための基礎資料を与えようとしたものである。

なお、調査にあたって供試材の樹種について文献上で検討したので、そのうち有用と思われるものを参考のために記述した。

樹種鑑定の結果は後述のとおりで、供試丸太10本のうち、8本はバンキライの代表的樹種であったが、他の2本は明らかにホワイト メランチ類の樹種と判定された。

この報告をとりまとめるにあたり、種々ご指導いただいた材料科長加納 孟技官および終始ご協力をえた組織研究室の緒方 健ならびに須川豊仲両技官に対して深く謝意を表する。

2. 文献による調査検討事項

(1) バンキライについて

(A) 樹種と分布

バンキライ (Bangkirai) という名称はカリマンタン地方における一般的樹種名であるが、HILDEBRANDの調査報告書⁶⁾の中にもみられるとおり、地域によっては種のみではなく、属や科までを異にしている。

しかし、後述のとおり、バンキライと鑑定された8本の供試丸太は、明らかにフタバガキ科 (Dipterocarpaceae) の *Shorea* 属の *Shorea* (*Eushorea*) 節に属する樹種であって、パラウ (Balau) という市場名で取り扱われている木材にあたるものである。ただし、インドネシアで輸出名に Bangkirai を用いることもあるが、この場合はとくに *Shorea laevis* RIDL. (= *S. laevifolia* ENDERT⁴⁾) を指しているようである。

インドネシア産パラウ類の樹種名および各国での地方名を Table 1 に示した。これからも明らかなように Balau 類の中には *Shorea* 属の *Shorea* 節の樹種のほか他に他の属の樹種も含まれている。しかし、カリマンタンに産するパラウ類の樹種は上表中に見られるとおり、*Upuna borneensis* を除いてはいずれも *Shorea* 節に属する。

この *Shorea* 節の樹種は ASHTON によれば、さらに *Shorea* 亜節と *Barbata* 亜節に分類され、それぞれ次に

⁽¹⁾ 木材部材料科組織研究室・主任研究官

記す地域に分布するという。

Shorea 亜節：セイロン (3), インドの南部および東部 (2), ビルマ (2), タイ (4), インドシナ (3), フィリピン (5), マラヤ (12), ボルネオ (10), モルッカス (1)。

Barbata 亜節：セイロン (2), ビルマ (1), タイ (1), マラヤ (3), スマトラ (2), ボルネオ (5)。

また, Wood ら¹⁷⁾ はパラウ類をセランガン バツ (*Selangan batu*) 類と呼び, この類はすべて *Shorea* 亜属 (*Subgenus Shorea*) に属するもので, セイロン, インドおよび西部マレーシアにわたって広く分布している *Shorea* 属のおよそ50種が含まれており, そのうち30種ほどがボルネオに, 15種がマラヤに産するとしている。これらの樹木は, しばしば緑灰色を呈する葉と堅い木材とによって, 原地では容易に区別できると記載している。以下, カリマンタンに産するパラウ類 (*Shorea* 節) の各樹種の分布などについての調査結果を記せば, 次のとおりである。

a) *Shorea atrinervosa* SYM.

この樹種は, マラヤにおける一般的な Balau 材として知られており, 同地では半島の東海岸地方のみに分布しているが, また, スマトラおよびボルネオにも分布している。

インドネシアでもマラヤと同じ Balau hitam と呼び, サバでは Selangan batu hitam という名がつけられている。hitam とは Black という語意で, 傷つけられた樹膚から暗色のダマールを浸出する特徴から名付けられたものようである。近年出されたカリマンタン調査報告書¹³⁾にはあげられていないが, HILDEBLAND はカリマンタンにも産するとしており, Wood ら¹⁷⁾によれば, サバでは丘陵林およびフタバガキ科樹林の上部に普通みられる樹種であるといわれている。

b) *Shorea balangeran* BURCK

この樹種はスマトラおよびカリマンタン地方に限られて分布し, しばしば群生する樹木とされている。その木材は Balau 類としては一般的に Giso について比重が低く, インドネシアでは Giso と同様に Balau という名は用いず, 単に Belangiran と呼んでいる。

c) *Shorea exelliptica* W. MEIJER

この樹種の学名関係は複雑で, ASHTON¹⁾によれば, 最初, *Shorea elliptica* BURCK と命名されたものが, 1943年にいたり SYMINGTON によってその記載内容が不適當であるとして発表された *S. ? elliptica senes* SYM. となり, そのものは表記の *S. exelliptica* W. MEIJER と同じ種であるとしている。この点については命名者の W. MEIJER もまた認めており, マラヤ, サラワク, ブルネイおよびサバではかなり一般的な樹木であると記載されている。ただし, インドネシアの文献¹⁵⁾では *S. ? elliptica* BURCK の学名をあげ, この樹種はスマトラおよびカリマンタンにも産するとしており, いまだ十分検討整理されていないようで, あいまいな点が残されている。

d) *Shorea foxworthyi* SYM.

SYMINGTON¹⁶⁾はマラヤ固有の樹種としているが, Wood ら¹⁷⁾によれば, さらにスマトラ, ボルネオにも分布し, これらの地方では低地林にみられるものであって, マラヤでは一般名の Balau bukit (=hill) というふざかしいとしているが, ここでは適当な名称ではないと指摘している。材はサバでは *S. seminis* などと同様に Selangan batu No. 2 の市場名で取り扱われる場合もある。カリマンタンにはあまり多くは分布していないようであるが, タラカン地区のマンデル島や西部クータイ地区に産することは明らかである。

Table 1. インドネシア産
The tree names of Balau

学 名 Scientific name	産 地 Locality	比 重 Specific gravity Moisture content (about 15%)	インドネシアの推奨名 Preferential name of Indonesia
<i>Hoepa celebica</i> BURCK	C.	1.10	Balau mata kutjing
<i>Parashorea densiflora</i> V. SL. et SYM.*1	S.	0.91	Tembalum
<i>Shorea atrinervosa</i> SYM.	S. B.	0.98	Balau hitam
△ <i>S. balangeran</i> BURCK	S. B.	0.86	Belangeran
△ <i>S. exelliptica</i> W. MEIJER*2	S. B.	0.94	Balau laut batu
△ <i>S. foxworthyi</i> SYM.	S. B.		Tekan tegelan
<i>S. glauca</i> KING	S.	1.00	Balau bunga
△ <i>S. guiso</i> (BLANCO) BL.	S. B.	0.83	Giso
△ <i>S. laevifolia</i> ENDERT*3	B.	0.91	Benuas
△ <i>S. laevis</i> RIDL.*4	S. B.	0.99	Balau tanduk
<i>S. maxwelliana</i> KING	S.	1.01	Balau minjak
△ <i>S. ochrophloia</i> E.J.S. ex SYM.	B.	0.86	?
△ <i>S. Seminis</i> V. SL.	B.	0.90	Terindak
<i>S. Sumatrana</i> SYM.	S.	0.88	Kedawang
<i>Upuna borneensis</i> SYM	B.	1.09	Balau penzau

*1 Synonym-*Parashorea aptera* V. SL.

*2 *Shorea ? elliptica* BURCK

=*S. ? elliptica sence* SYM. (Mal. For. Rec. 16 (1943) 13)

=*S. exelliptica* W. MEIJER (Act. Bot. Neerl. 12 (1963) 323)

*4 Synonym-*Shorea laevifolia* ENDERT*3

*5 B.: Borneo, C.: East Indonesia, S.: Sumatra

△: Printed in the Report of Investigation of Kalimantan Forest (1962).

e) *Shorea guiso* (BLANCO) BL.

この樹種は、インドシナ、タイ、マラヤ、ボルネオおよびフィリピンと広い範囲に分布している。カリマンタンにおいては HILDEBLAND の調査報告書⁶⁷⁾によれば、中部および東部に分布している。この木材は、わが国でもすでにフィリピン産の Guijo (ギホー) としてよく知られている。材色は明かるい赤褐色で、サラワクやサバでは Selangan batu merah (=Red) と呼ばれている。インドネシアでは Balau という名は用いず、Giso と呼んでいる点は Belangiran と同様である。

f) *Shorea laevis* RIDL. (Synonym *S. laevifolia* ENDERT)

バラウ類樹種名一覧
group grown in Indonesia

地 方 名 Vernacular name				
カリマンタン名 ^{*6} Kalimantan	マラヤ名 Malaya	サラワクブルネイ名 Sarawak and Brunei	サバ(北ボルネオ)名 Sabah (N. Borneo)	フィリピン名 Philippines
—	—	—	—	—
—	Meranti pasir	—	—	—
Lembasung (T.N.), Mendujan (Bl.) Pelepak batu (T.N.)	Balau hitam	—	Selangan batu hitam	—
Belangiran(Kb.), Katoi (Kb.) Bandjuik(Kb.), Bangkirai(T.N.), Erggelem(Kb.), Lantan batu (T.N.), Lembasung(T.N.), Senggelem(Br.)	Balau tembaga	Selangan batu tembaga	Selangan batu tembaga	—
Amperok(Kb.), Lukan (kb.), Tekam tegelam (T.N.),	Balau bukit	—	Selangan batu bersisek	—
—	Damar laut daun besar	—	—	—
Bangkirai(T.N.), Pakulin batu (B.), Patang(Kb.), Raru(T.N.), Tujang(Br.)	Membatu	Selangan batu merah	Selangan batu merah	Guijo
Anggelam(Kb., Kt.), Bangkirai (T.N.) Bindjulung(T.N.), Mandurian(T.N.)	—	—	—	—
Anggelam(Kb.), Bangkirai tanduk(Kt.), Bangkirai tembaga(Kb.)	Balau kumus	Kumus	Selangan batu kumus	—
—	Damar laut daun kecil, Balau kumus hitam	Kumus hitam	Selangan batu asam	—
Lempong (Kt.)	Seraya batu	—	—	—
Bangkirai tanduk(M.), Lukan (Kb.), Pelepak batu(T.N.), Tegelam(T.N.,B.), Tengawang rambut(Kb.)	—	Engkabang tere-nduk, Kawang tikus, Mengkab-ang	Selangan batu terendak	Malayakal
—	Sengkawang	—	—	—
?	—	Penyau, Upun batu	Upun	—

*6 B.: Balikpapan, Bl.: Bulungan, Br.: Berau, Kb.: West-Kutei, Kt.: East-Kutei, M.: Mahakam, T.N.: Nunukan Island of subdivision Tarakan.

この樹種に対する上記の学名関係は近年になって明らかにされたものであって、カリマンタン森林調査報告書の中¹³⁾にはまだバンキライの学名として *Shorea laevifolia* ENDERT をあてているが、両者の関係については、後述するとおりなお多くの資料について再検討を要する点が残されているようである。いずれにしても、カリマンタンに産する Balau 材の代表的樹種であることには間違いない。

g) *Shorea ochrophloia* E. J. STRUGNELL ex SYM.

SYMINGTON¹⁶⁾によれば、この樹種はマレー半島固有のもので、半島内のどの州でも認められ、常によく乾燥した低地あるいは300m以下の丘陵に生育するが、まれには一般的な林地にもみられるようである。カリマンタンでは、HILDEBRAND⁷⁾がサマリダ地方のクータイ東部地域に出現することを認めており、

カリマンタン森林調査報告書¹³⁾の中にもあげられている。

h) *Shorea seminis* (DE VRIESE) V. SL.

この樹種はボルネオ島を通じて分布し、また、フィリピンにも分布し Malayakal として知られている。サバでは Selangan batu No. 2 の市場名で取り扱われている木材の代表的樹種の一つであり、東部の海岸林にはかなりの蓄積があるようである。カリマンタンにおいても各地に産するが、蓄積などについては調査資料がなく不明である。

(B) パラウ類 (*Shorea* 節) 木材の識別点

前述のとおり、インドネシアではパラウ類として取り扱われている木材には、*Hopea* 属、*Parashorea* 属および *Upuna* 属の重硬な材を生産する樹種が含まれているが、その主要な樹種はやはり *Shorea* 属の *Shorea* (*Eushorea*) 節に属するものである。とくにカリマンタン地方に産するパラウ類の樹種としては、*Upuna borneensis* を除いてはすべてが *Shorea* 節のもので、Table 2 にしめす 8(9) 種があげられる。

パラウ類の木材は、一般に赤褐色あるいは黄褐色の重硬な材質をもち、この特徴によってもわが国の市場でラワン類として取り扱われている比較的軽軟な木材などとは容易に区別される。

カリマンタン産のパラウ類 (*Shorea* 属) の木材の樹種識別のため、主として DESCH の文献の記載²⁾ と当組織研究室保管の材鑑についての観察結果とを検討し、この樹種の識別の便のために、カリマンタン産のパラウ類の木材の解剖学的性質の特徴を Table 2 に示した。

(2) ホワイト メランチについて

(A) 樹種と分布

Table 2. カリマンタン産パラウ類木材の
A summary of certain macroscopic and microscopic features of the timbers in

樹 種 Species	心 材 の 色 Colour of heartwood	比重 (含水量15%) Specific gravity (15% moisture content)		灰 化 し た 色 Colour of ash
		範 囲 Range	平 均 Mean	
<i>Shorea atrinervosa</i> SYM.	黄 褐 色 Yellow-brown	0.93~0.97	0.96	灰 白 色 Grey-white
<i>S. balangeran</i> BURCK	暗 赤 褐 色 Dark red-brown	—	0.86	炭 化 Chars
<i>S. ? elliptica</i> BURCK	黄褐色, 縞目をもつ Yellow-brown, Streaked	0.86~1.04	0.94	灰 白 色 Grey-white
<i>S. foxworthyi</i> SYM.	明 赤 褐 色 Light red-brown	0.86~1.08	0.99	青 灰 色 Blue-grey
<i>S. guiso</i> BL.	明 紫 赤 色 Light purple-red	0.69~0.99	0.84	白色あるいは青灰色 White or blue-grey
<i>S. laevifolia</i> END.	明 赤 褐 色 Light red-brown	—	0.91	炭 化 Chars
<i>S. laevis</i> RIDL.	明 紫 褐 色 Light purple-brown	0.91~1.03	0.98	炭 化 Chars
<i>S. ochrophloia</i> E. J. S. ex SYM.	明 紫 褐 色 Light purple-brown	0.71~0.95	0.86	黄灰色—青灰色 Yellow-grey to blue-grey
<i>S. seminis</i> V. SL.	明 紫 褐 色 Light purple-brown	—	0.90	灰 白 色 Grey-white

インドネシアでホワイト メランチ (White meranti) という市場名で取り扱われている木材を生産している樹種は、*Parashorea* 属と *Shorea* 属の *Anthoshorea* 節および同属の *Richetia* 節に属する10数種が含まれている。しかし、供試材とした2本の丸太は明らかに *Anthoshorea* 節の樹種で、*Richetia* 節や *Parashorea* 属の木材とは後記のようにかなり相違した特徴をもっており、比較的容易に区別できる。

この *Anthoshorea* 節の樹種は、WOOD¹⁷⁾によればセイロン、インドおよび西部マレーシアの地域に分布して、少なくとも30種を産するとしている。また、ASHTON¹⁾はつぎの地域に分布して25種を産すると記載している。

東部デカン (1), インド東北部 (2), ビルマ (6), タイ (5), インドシナ (4), マラヤ (10), スマトラ (6), ボルネオ (9), フィリピン (3), ジャバ (1), セレベス (1), モルッカス (2)。

これら樹種の原生地における一般的な特徴としては、常緑の大高木で、根張りは顕著。樹皮は淡色あるいは暗色で、割れ目をともなう不規則な裂片状を呈する。普通は厚い裂片となるが、まれには薄片ともなる。外皮は暗色で厚い。内皮は黄～橙褐色で、接線方向に連なる淡色あるいは暗色を呈する特徴的な帯状の層をつくっている。辺材は淡黄色、堅くてあらい。心材は顕著ではない。淡黄色のダマールを浸出する。

インドネシア産ホワイト メランチ類 (*Anthoshorea*) 節の樹種について学名と地方名の対照を参考のために Table 3 にしめた。そのうち、カリマンタンに産するものとしては Table 中に△印を付した6種があげられる。これら各樹種の分布などに関する調査結果を記せば、次のとおりである。

a) *Shorea agami* ASHTON

1962年に ASHTON によって命名された樹種で、この材に関する記載文献はまだ知られていない。その分

主要な特徴

Balau group grown in Kalimantan

シリカの結晶 Silica content	多室結晶細胞 Chambered parenchyma strands	単独結晶柔細胞 Solitary crystals in the parenchyma cells	放射組織細胞中の結晶 Crystals in the ray cells
—	++	++	—
—	—	++	—
—	+	++	—
—	++	++	—
—	++	—	—
—	—	+	—
—	—	+, —	—
—	—	++	—
—	++	—	—

布は、サラワク、ブルネイを通じサバからカリマンタン (タラカン, チズン, クータイ西部)

におよんでいる。*S. virescens* と同様に葉脈が裏面に突起しており、この特徴によってブルネイでは Meranti puteh timbul という名が与えられた。*S. virescens* とは、葉がより厚く革質であり、樹皮も厚く、斑の紋様を呈するなどの特徴で区別される。材は黄褐色で、一般の *Anthoshorea* 節の木材と大差ないが、垂直細胞間道に含まれる樹脂は、マヤピス材のように浸出性で残留しない点特異な性質で、リップルマークも存在しない。

b) *Shorea bracteolata* DYER

ASHTON¹⁾によれば、この樹種はマラヤ、スマトラ、サラワクおよびブルネイに産するとしているが、HILDEBRAND⁶⁾はカリマンタンにも産するとしている。マラヤではホワイト メランチの代表的な樹種で、最も重要なものとされているが、カリマンタンにおける実状は明ら

Table 3. インドネシア産 White meranti
Showing the tree name or White meranti group

学名 Scientific name	産地*1 (インドネシア内) Locality	比重 Specific gravity (Moisture content about 15%)	インドネシアの推奨名 Preferential name of Indonesia
<i>△Shorea agami</i> ASHTON	B.	0.67	?
<i>△S. bracteolata</i> DYER	S. B.	0.66	Damar kedontang
<i>△S. gratissima</i> DYER	S. B.	0.74	Damar tawei
<i>S. javanica</i> K. et V.	S. Dj.	0.63	Damar katza
<i>△S. koordersii</i> BRANDIS (Syn. <i>S. assamica</i> forma <i>koordersii</i> (BRANDIS) SYM.)	It.	0.49	Damar tenang
<i>△S. lamellata</i> FOXW.	S. B.	0.73	Damar tunam
<i>△S. ochracea</i> SYM.	B.	0.54	Damar kebaong
<i>△S. virescens</i> PARIJS	B.	0.50	Damar madza

*1 S.: Sumatra, B.: Borneo, Dj.: Java, It.: East-Indonesia

*2 B.: Balikpapan, Br.: Beran, Kb.: West-Kutei, Kt.: East-Kutei, M.: Mahakam, Tb.: Tidung-lands, after the vernacular name.

かでない。心材は帯褐黄色で、リップルマークが現われる。

c) *Shorea gratissima* DYER

この樹種は、マレー半島の基部にあたるビルマのテナセリウム地方からタイを経てマラヤにいたり、さらにボルネオにおよんでいる。ASHTON¹⁾はブルネイにも産するとは記載していないが、WOOD^{ら¹⁷⁾}によれば、サバでは海岸、とくに東海岸地方における一般的な樹種で、海岸より10km以内に存在する丘陵林の、低い部位(海抜高80m以下)のみに出現するという。カリマンタン地方にも存在することは確認されているようであるが、詳細は明らかでない。

d) *Shorea lamellata* FOXW.

マラヤからリング、シンケーを経てカリマンタン、ブルネイ、サラワク東北部にわたって分布する。カリマンタンではとくにヌヌカン地方にかなり産するようである。

葉はむしろ小さくて、多数の葉脈(23~26対)をもつ特徴によって他のホワイトメランチ類の樹種と区別されるという。また、良質のダマールを産することで知られている。

e) *Shorea ochracea* SYM.

この樹種はボルネオのみに知られており、カリマンタンでは、西部タータイ、マーハカムおよびチズンランドなどの地域に産することは明らかであるが、詳細については不明である。サラワク、ブルネイ、サ

類 (*Anthoshorea* 節) の樹種名一覧
(Sect. *Anthoshorea*) grown in Indonesia

地 方 名	Vernacular name		
カリマンタン名*2 Kalimantan	マラヤ名 Malaya	サラワク, ブルネイ名 Sarawak and Brunei	サバ (北ボルネオ名) Sabah (N. Borneo)
?	?	Meranti puteh timbul	Merapi agama
Bunjan, Damar tahan, Enggelam tikus (Kb.), Longko (Kt.), Njerakat tembaga (Kb.), Pelepak batu (Br.)	Meranti páang	Badau (Sw.) Meranti páang (Bu.)	Merapi páang
Bering, Djoknai, Lenpong njerakat, Tangkaranagan (Kb.)	Meranti laut	—	Merapi laut
—	—	—	—
—	—	—	—
Anggelam tikus, Awang batu (Kb.), Bangkirai, Bangkirai lempong? H (B.), Bunjan (Kb., Kt.) Damar mata, Kutjing (Kb.), Kakan putih, Kakan telor (T.N.), Lampong akas (Kb.), Maru (T.N.), Mehing, Pangin (Kb.), Sepit ulang (T.N.), Tahan kayu (B., Kt.), Tegelam (T.N.)	Meranti lapis	Meranti lapis	Merapi lapis
Anggelam tikus (Kb.), Maro, Maro hitam (M.), Namahung (M.)	—	Raruk	Mehapi daun besar
Belobunjo (M.), Marabia (T.L.) Tegelam (M.)	—	Meranti sulang sulang	Melapi sulang suling

T.N.: Nunukan Island of subdivision Tarakan, H: Doubtful name, according to HILDEBRAND given

バにも産する。Wood ら¹⁷⁾によれば、サバではおおむね丘陵地帯に疎に分布している。樹木の若枝は紅褐色のモミ殻状の鱗片でおおわれており、葉は革質で長円形ないし長楕円形を呈し、長さ30cmに達する。葉脈は多数 (23~36対)、基部は心臟形で、これらの特徴によって、原地では *Anthoshorea* 節の樹種の中でも他のものと区別できるという。樹高50m、周囲4mに達する。辺材は白色、心材は淡褐色、淡黄色のダマールを浸出する。

f) *Shorea virescens* PARIJS

この樹種もボルネオのみに限って産する。カリマンタンでは中部および東部地方に分布し、サラワク、ブルネイおよびサバにも分布する。いずれの地方でも、起伏したり、丘陵に富んだ地域の排水のよい低地を好んで疎に生育するという。樹高50m、周囲5mに達する。樹幹は完満で、板根は小さい。樹皮は表皮に網状の裂け目がある。辺材は伐採時は白色であるが、酸化してしだいに黄色を帯びてくる。心材は帯黄褐色。

(B) ホワイト メランチ材の識別点

Anthoshorea 節のホワイト メランチ材は、一般に堅さや重さはおおむね中庸で、材色は生材時は黄白色を呈するが、しだいに黄色ないしは褐色の度合を増してくる。また、生材時は辺・心材の差異は少ないが、しだいに顕著になるものもある。道管は大きく、いずれの断面でも肉眼で認められる。また、木口面で

は管孔が斜め方向に数個連続し、これらの配列線が集まって網目状を呈する場合が多い。放射組織は顕著な黄色を呈し、はっきり認められる。木口断面では同心円状に配列する帯状柔組織と、その中に黄白色の樹脂を充満して並列する垂直細胞間道とは、肉眼でも認められる。ただし、*Shorea agami*のごとく、樹脂は浸出性で間道内に残留しないものもある。垂直細胞間道の出現の度合は不規則で、比較的疎に配列する。

これらの肉眼的性質においては、フィリピン産のバグチカン名でよく知られている *Parashorea* 属の木材や、イエロー メランチの名称で取り扱われている *Shorea* 属の *Richetia* 節の木材とかなり類似している点が多い。しかし、その顕微鏡的性質においては、これら 3 者間の特徴関係はかなり相違している。

そのおもな識別拠点は

- a) 放射組織の細胞内こうにはシリカの結晶を含む……………*Anthoshorea* 節
- b) 放射組織中にしばしば水平細胞間道が存在する……………*Richetia* 節
- c) 軸方向柔組織中にしばしば多室結晶細胞をもつ……………*Parashorea* 属

なお、*Anthoshorea* 節の *Shorea albida* は上記の特徴はもつが材色が大いに異なり、赤褐色で Red meranti 類として取り扱われている。

ところが、これが同じ類の中の樹種の細別となると、これとは異なり、相互によく類似した特徴をもっており、はなはだ困難となる。

この点に関しては DESCH のマラヤ産の Meranti páang 類 (*Anthoshorea* 節) 10 種の特徴表³⁾⁹⁾²⁰⁾ をみても明らかである。しかし、DESCH はこの表にはとりあげていないが、一般の特徴の記載の中で、リップルマークについて、このグループの樹種には、この特徴をもたないものと、不明りょうなものがあると述べている。

本報で、調査した標本においては、よく鉋削した板目面で注意して観察すれば、*Shorea bracteolata*のごとく比較的顕著に認められるものと、*Shorea agami*のごとく、この特徴をもたないものとに区別することは容易である。しかし、*Anthoshorea* 節の樹種すべてについては、なお研究不十分で、この特徴関係が明記されている樹種はきわめて少ない。

3. 供試材と観察方法

樹種識別用の供試材は、I. 総説の Table 1 に示されたバンキライ 8 本およびホワイト メランチ 2 本の剥皮丸太から木取られたものである。そのうち、肉眼的性質については前例¹⁰⁾にならい、各供試丸太から製材された厚板を選び、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の材鑑を作製して観察した。ただし、バンキライの VI A-2 および VI A-4 は上記の材鑑を採取できなかったため、顕微鏡標本を採取した残材から適当な標本を作製してこれにあてた。顕微鏡的性質については、各供試丸太から、厚さおよそ 5 cm の円板を玉切り、その平均半径値に相当する部位を選んで、髓心から樹皮部までを含む幅 2 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 5 cm 間隔に記号を付け、その点から樹皮側に向かって約 1.5 cm にわたる部位を選んで、1 辺が約 1.5 cm のブロックを採取した。それらのブロックの中からバンキライの VI A-1、VI A-2、VI A-4、VI A-6、VI A-8 および VI A-9 では、成熟した材部と考えられる (5-(2)項参照) *f* ブロックのみを、また、ホワイト メランチの VI B-5 および VI B-10 では従来どおり、髓心より 20~22 cm の部位にあたる *e* ブロックを選び、さらに、バンキライの VI A-3 および VI A-7 では丸太の樹心からの距離による構造上の変異性を

検討するため、前者はb～g(心腐れのためaは採取不能)にいたる6か所でブロックをとり、後者はa～gにいたる7か所でブロックをとり、それぞれつぎにするす方法によって検鏡標本を作製して観察した。

ただし、周囲仮道管と真正木繊維の長さおよび中央部の直径の測定は、別にシュルツ液によるマセレーションを施して作製した検鏡標本について行なった。

a) 検鏡標本の作製法

供試材であるバンキライ材もホワイト メランチ材も、ともにマイクローム切片の採取困難な部類に属する。その原因としては、前者は重硬さの割に靱性が小さく、後者は放射組織にシリカの結晶を多量に含むためと考えられる。シリカによる障害はマイクロームの刀を頻繁によく研磨することによって経験的に解決されているが、バンキライ材ではカンボジア産のロン リアン(Rong leang: *Tristania* sp.)材と同様に良質切片の採取が困難であった。

これらの樹種にたいして現在常法として用いられている蒸和罐による軟化法では、適度な軟化に達するまえにすでに木口面に放射方向に亀裂が生じ、この高圧蒸煮による軟化法が不適當であることがわかった。そこで、写真に示すような還流冷却管を軟化ビンに装置して、常圧下でグリセリンと水との混合液で煮沸する軟化法をとった。その他の点については常法によった。

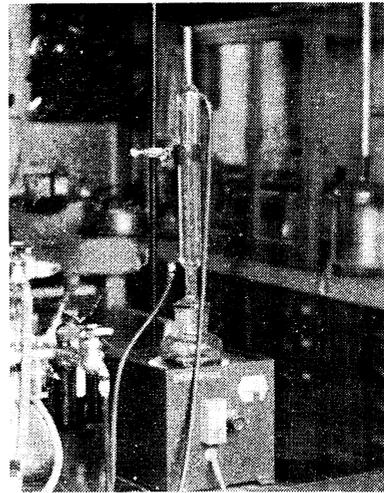


写真 還流冷却管を付けた軟化ビン

4. 観 察 結 果

(1) 供試材の肉眼的性質

i) バンキライ材の肉眼的性質

肉眼的性質においては各供試材とも相互によく類似しており、その観察結果からはとくに取り上げるような相違点は認められない。ただ、VI A-3およびVI A-7供試材には垂直細胞間道の出現が比較的顕著に認められた。

以下、各供試材の肉眼的性質の概略は次のとおりである。

散孔材。辺材は暗色をおびた黄褐色、心材は橙褐色、辺・心材の境界はやや不明りょう。成長輪は不明りょうであるが、带状柔組織とこの組織中に白ないし黄白色の樹脂を内包して並列する垂直細胞間道があって年輪状を呈する。また、基礎組織中に年輪状に走る、やや濃色の帯線がかなり細かい間隔をとって存在し、これが年輪状模様を呈する。道管の直径は中庸であるが、*Shorea* 属の樹種としては小さい部類に属する。しかし、よく鉋削した材ではどの断面でも肉眼で認められる。軽い交錯木理で、柾目面で狭い幅のロボン杵として認められる。肌目はやや精。材ははなはだ重硬。

ii) ホワイト メランチ材の肉眼的性質

供試材 VI B-5およびVI B-10とも、その肉眼的性質はきわめて酷似しており、両者の相違点は全く認められない。以下、供試材のもつ肉眼的性質の概略は次のとおりである。

散孔材。辺材は灰黄色、心材は褐色を帯びた黄色、辺・心材の差異は少ないが、両者の境界は比較的は

っきりしている。生長輪は不明りょう。ただし、よく鉋削した木口面では、同心円状に配列する組織の、粗密の差異にもとづく濃淡の縞目が現われて、年輪状模様をなす。带状柔組織やこの組織の中に並列する垂直細胞間道の出現は不規則で、出現頻度も低い。道管は一般的なラワン材よりやや小さいが、いずれの断面でも肉眼で認められる。軽度の交錯木理で、柾目面ではリボン杻が現われる。肌目はやや粗。やや不明りょうなリップル マークが認められる。材は堅軟中庸。

(2) 供試材の解剖学的性質

i) バンキライ材の解剖学的性質

A. 構成要素率

バンキライ材の構成要素の測定については、各供試丸太材の試料としては f 部位の検鏡標本を用い、ⅥA-3 および ⅥA-7 の両供試材については樹齢による構造上の変異性を検討するため、髓心より放射方

Table 4. 木材の構成要素率
Constructive proportion of wood elements (%)

供試資料 Sample	道管 Vessel	真正木繊維(周囲 仮道管を含む) Libriform wood fibre (Vasicentric tra- cheid included)	軸方向柔組織 Axial parenchyma	放射組織 Ray	垂直細胞間道 Axial intercellular canal
ⅥA-1-f	24.9	47.2	4.0	23.6	0.3
ⅥA-2-f	34.2	46.2	3.8	15.7	0.1
ⅥA-3-f	28.3	47.6	5.2	17.0	1.9
ⅥA-4-f	24.5	53.5	3.7	17.8	0.5
ⅥA-6-f	34.6	48.5	3.4	12.8	0.7
ⅥA-7-f	23.8	58.8	7.6	9.4	0.4
ⅥA-8-f	33.5	45.0	4.9	16.5	0.1
ⅥA-9-f	33.5	43.4	3.9	18.9	0.3
平均	29.7	48.7	4.6	16.5	0.5
3124 *1	23.0	23.0	6.0	16.3	3.0
5171 *2	29.1	29.1	8.1	19.1	0.7
ⅥB- 5-e	28.1	28.1	10.0	16.4	0.0
ⅥB-10-e	30.2	30.2	6.8	12.9	0.1
ⅥA-3-b	18.1	60.1	9.0	11.8	1.0
ⅥA-3-c	21.8	55.9	11.3	11.0	0.0
ⅥA-3-d	20.8	58.2	8.2	12.1	0.7
ⅥA-3-e	23.4	53.8	10.6	11.3	0.9
ⅥA-3-f	28.3	47.6	5.2	17.0	1.9
ⅥA-3-g	30.6	42.3	11.9	12.7	2.5
ⅥA-7-a	15.2	57.7	16.0	11.1	0.0
ⅥA-7-b	26.9	59.3	5.5	8.2	0.1
ⅥA-7-c	24.5	60.8	5.1	9.5	0.1
ⅥA-7-d	23.3	61.1	6.0	9.3	0.3
ⅥA-7-e	22.5	57.8	7.3	11.5	0.9
ⅥA-7-f	23.8	58.8	7.6	9.4	0.4
ⅥA-7-g	27.0	55.1	9.1	8.8	0.0

ⅥA-1, ⅥA-2, ……各原木丸太の記号 Mark of study each logs.

a: 髓心部付近を示す。The part near pith.

b: 髓心部よりおよそ 5.0~ 6.5cm 隔たった部位を示す。The part 5.0~ 6.5cm from pith.

c: // 10.0~11.5cm // // 10.0~11.5cm //

d: // 15.0~16.5cm // // 15.0~16.5cm //

e: // 20.0~21.5cm // // 20.0~21.5cm //

f: // 25.0~26.5cm // // 25.0~26.5cm //

g: // 30.0~31.5cm // // 30.0~31.5cm //

*1 A reference specimen (*Shorea laevifolia* ENDERT).

*2 A reference specimen (*Shorea laevis* RIDL.).

向に 5cm 間隔に採取したブロックから作製した 検鏡標本を用い、投影機による方眼との交点測定法によって観測してこれを算出した。

それらの測定結果を示せば Table 4 のとおりである。

a) 各供試材の比較

各供試丸太ごとの要素率の変動は Table 4 にしめすごとく、VI A-1、VI A-4 および VI A-7 は道管の占める割合が小さく、これにたいして VI A-1 においては放射組織の占める割合が大きく、VI A-4 と VI A-7 では真正木繊維の占める割合が大きくなっている。真正木繊維の割合は VI A-7 においてとくに大きく、全供試材中で最大であった。

調査した 8 個体の平均では道管 29.7%、真正木繊維 48.7%、軸方向柔組織 4.6%、放射組織 16.5%、垂直細胞間道 0.5% であった。

b) 樹心からの距離による変異性

供試材 VI A-3 においては、ほぼ髓心部に近い部位 (b) から樹皮側 (g) に向かうにしたがって、道管と真正木繊維の占める割合の増減する関係が、相関をしめしている。すなわち、道管の占める割合は樹心に近い b 部位が最小で、真正木繊維の割合はそこが最大をしめしており、髓心部より 10cm と 15cm 隔たった部位 (c と d) でわずかに逆の数値となっているほかは、いずれも樹心をより隔たるにしたがって道管要素の割合が増大し、反対に真正木繊維の割合が漸減している。しかし、その他の要素は樹心からの距離とは直接的な関係は認められない。

これに比べ、VI A-7 においては、髓心付近の a 部位が、道管要素率が最小で、軸方向柔組織の要素率が最大となっており、その占める数値はその他の部位のものと著しく相違している。しかし、髓心付近以外の各部位においては、いずれの要素率も区々で大差なく、樹心からの距離とは一定の関係をしめしてはいない。

B. 道 管

道管についての観察は顕微鏡写真にしめたが、その観察結果を要約して Table 5 (1) に示した。

a) 各供試材の比較

管孔の配列形態については、各供試材間に顕著な相違点は認められず、おおむね次のようである。

管孔は、孤立するかまたは 2, 3 個あつまって、まれにそれ以上数個、おもに放射方向、ときに斜め方向に複合あるいは接続しておおむね均等に散布する。

1 mm² における管孔の分布数は、ほぼ 4 ~ 12 個の範囲にあり、その平均値は VI A-7 が最小で 5.6 個、最大は VI A-2 の 8.1 個である。

また、参考資料とした Bangkirai の市場名で *Shorea laevifolia* ENDERT の学名のあてであるインドネシア産の材鑑 (No. 3124)* では 3 ~ 10 個、平均値は 5.9 個であり、Selangan batu の名称で *S. laevis* RIDL の学名のあてであるサバ (北ボルネオ) 産の材鑑 (No. 5171)* では 4 ~ 9 個の範囲で、平均値は 6.5 個と、ここで取り扱った供試材と大差ないものと推定される。

その他、道管については、その直径、膜厚、要素の長さ、膜孔の直径などについても測定して表示したが、各供試材間における測定値の変動については、ここで検討を加えるには試料条件が不十分であり、むしろこれらの変動が、他の材質特性との関連で検討されることに意味がある。

*: () の番号は当场材鑑標本の番号を示す。

Table 5. 解剖学的性質一覽(1)
Anatomical characters (1)

供試資料 Sample	道 管 Vessel										
	分 布 数 No. of pores per mm ²		直 径 Diameter						膜 厚 Wall thickness μ	要素の長さ Length of element μ	膜孔の直径 Diameter of pit
			放 射 方 向 Radial			接 線 方 向 Tangential					
	範 囲 Range	平均 Mean	最 小 Min. μ	最 大 Max. μ	平均 Mean μ	最 小 Min. μ	最 大 Max. μ	平均 Mean μ			
VI A-1-f	4~10	7.0	80	340	248	80	230	182	3.0~5.0	150~540	5~7
VI A-2-f	6~10	8.1	100	310	243	100	250	194	3.0~5.0	150~600	6~8
VI A-3-f	~ 1	7.8	130	270	213	100	200	162	3.0~5.0	130~540	5~8
VI A-4-f	5~12	8.0	70	270	214	50	220	170	3.0~5.5	140~500	5~7
VI A-6-f	5~12	7.6	70	280	225	70	230	190	3.0~5.0	130~530	5~7
VI A-7-f	4~ 8	5.6	130	240	189	110	220	162	3.0~5.0	120~520	5~8
VI A-8-f	5~10	7.1	120	300	243	90	240	185	4.0~5.5	120~580	5~8
VI A-9-f	5~11	6.3	130	330	261	70	250	190	4.0~5.0	200~540	5~7
3124 *1	3~10	5.9	100	270	202	80	220	157	2.0~4.0	100~520	5~7
5171 *2	4~ 9	6.5	130	280	209	110	210	165	2.0~4.0	100~500	5~7
VI B- 5-e	2~ 4	3.1	170	360	261	150	290	207	4.0~5.0	240~680	7~9
VI B-10-e	2~ 6	3.5	110	380	281	90	310	228	4.0~5.0	200~600	7~9
VI A-3-b	3~ 8	5.6	70	190	146	60	170	132	3.0~5.0	150~500	5~7
VI A-3-c	4~ 9	7.1	80	220	158	70	170	134	3.0~5.0	70~550	5~7
VI A-3-d	4~ 9	6.4	90	230	179	80	200	150	4.0~5.0	60~550	5~7
VI A-3-e	4~ 9	6.4	110	230	181	110	200	157	4.0~5.0	170~530	5~7
VI A-3-f	6~10	7.8	130	270	213	100	200	162	3.0~5.0	130~540	5~8
VI A-3-g	5~14	8.4	120	240	187	90	190	151	3.0~5.0	120~550	5~8
VI A-7-a	11~53	24.6	30	140	95	30	120	79	2.5~3.5	140~370	5~7
VI A-7-b	5~11	8.2	70	190	141	90	170	134	3.0~4.0	150~540	5~7
VI A-7-c	5~10	7.4	80	210	164	90	180	146	3.0~5.0	150~540	5~7
VI A-7-d	4~ 7	5.6	120	230	185	120	210	159	3.0~5.0	130~600	5~7
VI A-7-e	3~ 9	6.0	140	250	202	110	210	165	4.0~5.0	170~520	5~7
VI A-7-f	4~ 8	5.6	130	240	189	110	220	162	3.0~5.0	120~520	5~7
VI A-7-g	2~ 7	5.1	130	260	197	110	220	170	3.0~5.0	170~560	5~7

VI A-1, VI A-2, ………: 各原木丸太の記号 Mark of study each logs.

- a: 髓心部付近を示す。The part near pith.
- b: 髓心より約 5.0~ 6.5cm 隔たった部位を示す。The part 5.0~ 6.5cm from the pith.
- c: // 10.0~11.5cm // // 10.0~11.5cm //
- d: // 15.0~16.5cm // // 15.0~16.5cm //
- e: // 20.0~21.5cm // // 20.0~21.5cm //
- f: // 25.0~26.5cm // // 25.0~26.5cm //
- g: // 30.0~31.5cm // // 30.0~31.5cm //

*1: A reference specimen (*Shorea laevifolia* ENDERT)

*2: A reference specimen (*Shorea laevis* RIDL.)

b) 樹心からの距離による変異性

樹心からの距離による管孔の分布数の変化は、両供試材間で異なっており、VI A-3 では髓心に近いところが最小で、樹皮に最も近い g 部位が最大をしめしているが、それらの中間部では必ずしも規則的な関係は認められない。これに比べて VI A-7 では髓心付近で道管の分布数が最大であり、樹心からの距離を増すにしたがって、その分布数は減少する傾向が認められる。

管孔の直径については、両供試材とも髓心付近で最小で、しだいに大きさを増加して髓心から 20.0~21.5cm へだたった e 部位で最大値が認められたが、これより樹皮側の材部では測定数が少なく、一般的な傾向を推定することは困難であった。

C. 周囲仮道管と真正木繊維

Table 5. 解剖学的性質一覽(2)
Anatomical characters (2)

供試資料 Sample	周 圍 仮 道 管 Vasicentric tracheid			真 正 木 纖 維 Libriform wood fiber				
	長 さ Length μ	直 径 Diameter μ	膜 厚 Wall thickness μ	長 さ Length μ			直 径 Diameter μ	膜 厚 Wall thickness μ
				最 小 Min. μ	最 大 Max. μ	平 均 Mean μ		
VI A-1-f	380~750	16~55	2.0~2.5	730	1780	1332	15~33	3.5~7.0
VI A-2-f	400~770	20~45	2.0~2.5	780	1750	1353	15~31	5.0~7.0
VI A-3-f	360~1250	18~44	2.0~3.0	730	1580	1258	15~30	5.0~7.0
VI A-4-f	330~670	20~46	2.0~2.5	630	1900	1297	15~32	5.0~7.0
VI A-6-f	330~1000	20~37	2.0~2.5	700	1800	1276	15~30	5.0~7.0
VI A-7-f	300~860	20~42	2.0~2.5	700	1850	1336	15~30	4.0~7.0
VI A-8-f	280~760	17~44	2.0~3.0	760	1670	1228	15~33	4.0~7.0
VI A-9-f	400~760	21~42	2.0~2.5	670	1670	1209	15~33	4.0~7.0
3124*1	280~600	16~40	2.0~3.0	610	1530	1151	20~30	4.0~7.0
5171*2	320~730	20~40	2.0~2.5	690	1500	1121	20~30(40)	5.0~7.0
VI B-5-e	430~1200	25~46	2.0~2.5	900	2230	1630	20~35	2.0~3.5
VI B-10-e	390~1250	20~45	2.0~2.5	1100	2100	1586	20~35	2.0~3.5
VI A-3-b	320~700	17~34	2.0~3.0	600	1480	1074	15~25	3.0~6.0
VI A-3-c	350~820	20~40	2.0~3.0	540	1870	1212	15~25	3.0~6.0
VI A-3-d	320~640	22~40	2.0~3.0	510	1860	1166	15~30	5.0~7.0
VI A-3-e	380~820	20~43	2.0~3.0	570	1780	1206	15~30	5.0~7.0
VI A-3-f	360~1250	18~44	2.0~3.0	730	1580	1258	15~30	5.0~7.0
VI A-3-g	320~830	20~40	2.0~3.0	800	1650	1270	15~30	5.0~7.0
VI A-7-a	320~700	20~34	1.5	470	1180	836	15~25	2.0~3.0
VI A-7-b	340~670	20~40	2.0~3.0	620	1560	1078	15~25	2.0~6.0
VI A-7-c	320~700	20~45	2.0~2.5	500	1550	1082	15~25	2.0~6.0
VI A-7-d	310~680	18~36	2.0~2.5	600	1550	1180	15~25	2.0~6.0
VI A-7-e	310~720	20~40	2.0~2.5	700	1720	1222	15~30	2.5~7.0
VI A-7-f	300~860	20~42	2.0~2.5	700	1850	1336	15~30	4.0~7.0
VI A-7-g	400~920	20~47	2.0~3.0	630	1800	1292	15~30	4.0~7.0

各供試材ごとに、真正木繊維 300 本を抽出し、その長さと同中央部直径を測定し、つぎに同じ検鏡標本間に出現した周囲仮道管（この検鏡標本に出現した約 30~50 本）について、長さと同中央部直径を測定した。また、膜厚については両要素とも一般の検鏡標本について観測した。測定結果は Table 5 (2) に示したとおりである。

a) 各供試材の比較

周囲仮道管については、測定本数も僅少で、その供試材間の比較は無理であるが、長さはいずれも 1,000 μ 以下で、ホワイト メランチより短いと考えられるが、直径においては両者間で差異は認められない。

また、参考資料の No. 3124 および No. 5171 と比較しても大差はない。

真正木繊維については、その長さの平均値は VI A-9 が最小で 1,209 μ、最大は VI A-2 で 1,353 μ となっているが、これらの供試材間の差異が有意なものとはおもわれぬ。直径の測定値についても同様で、細胞膜は非常に厚く、細胞内こうはきわめて小さく、各供試材間に有意な差異は認められない。また参考資料と比較してみても、長さではわずかに長い、直径と膜厚においては差異はみとめられない。

b) 樹心からの距離による変異性

周囲仮道管については、Table 5 (2) にみられるとおり両供試材とも著しい変異性はなく、ただ VI A-7-a の髓心付近の膜厚がやや薄い点が指摘される。

Table 5. 解剖学的性質一覽(3)
Anatomical characters (3)

供試資料 Sample	軸方向柔組織 Axial parenchyma								細胞の長さ Length of cell μ	細胞直径 Diameter of cell μ	細胞膜厚 Wall thickness μ	結晶細胞 Crystal cell
	配列型 Type of arrangement											
	周囲 Vasi-centri	翼状 Ali-form	連合帽状 Unilaterally confluent	翼形帽状 Unilaterally ali-form	随伴散在 Scattered parenchyma	带状 Banded	短接線状 Diffuse aggregates	散在 Diffuse				
VI A-1-f	(干)	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	40~180	15~32	1.0~2.0	—
VI A-2-f	—	—	++	++	(±)	+	(干)	+	50~170	15~31	1.0~2.0	—
VI A-3-f	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	70~220	15~30	1.0~1.5	—
VI A-4-f	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	50~220	15~30	1.0~1.5	—
VI A-6-f	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	50~180	15~30	1.0~2.0	—
VI A-7-f	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	60~220	16~32	1.0~1.5	—
VI A-8-f	—	—	++	++	(±)	+	(干)	+	60~180	15~33	1.0~1.5	—
VI A-9-f	—	—	++	++	(±)	+	(干)	+	50~190	15~32	1.0~1.5	—
3124*1	(干)	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	40~200	15~30	1.0~2.0	—
5171*2	(干)	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	40~160	20~30	1.0~2.0	±
VI B-5-e	—	(干)	++	+	(±)	±	—	+	80~190	15~40	1.0~1.5	—
VI B-10-e	—	(干)	++	+	(±)	±	—	+	60~180	20~40	1.0~1.5	—
VI A-3-b	(干)	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	70~150	15~30	1.0~1.5	干
VI A-3-c	(干)	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	20~150	15~30	1.0~1.5	—
VI A-3-d	(干)	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	30~200	15~30	1.0~1.5	—
VI A-3-e	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	70~230	15~30	1.0~1.5	—
VI A-3-f	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	70~220	15~30	1.0~1.5	—
VI A-3-g	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	70~220	15~35	1.0~1.5	—
VI A-7-a	—	(干)	++	++	—	++	(干)	+	70~180	10~28	<1.0	—
VI A-7-b	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	70~150	15~30	1.0~1.5	—
VI A-7-c	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	70~220	15~30	1.0~1.5	—
VI A-7-d	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	70~170	16~32	1.0~1.5	—
VI A-7-e	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	70~170	15~35	1.0~1.5	—
VI A-7-f	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	70~200	16~32	1.0~1.5	—
VI A-7-g	—	(干)	++	++	(±)	+	(干)	+	70~170	15~31	1.0~1.5	—

- + : 存在 Present
- ++ : たくさんに存在 Abundant
- ± : ときどき存在 Sometimes present
- 干 : まれに存在 Scarces
- () : 不整形 Irregular form

これに対して真正木繊維では、両供試材で顕著な差異が認められる。すなわち、その長さは、両者とも平均値の最小が髓心付近であり、最大値のあらわれる部位は樹皮部に近いg(樹心からの距離30.0~31.5cm)とf(樹心からの距離25.0~26.5cm)部位であった。しかし、これらの中間部における変化は、VI A-3ではかなりbとc部位で不規則であるが、VI A-7では髓心部から外方に向かってf部位までは、あきらかな平均値の増加がみとめられている。また、直径と膜厚については、測定値の範囲をしめすにとどめたが、これらの数値についても樹心に近い部位のものが小さい値をしめしている。とくにVI A-7はその傾向が著しい。さらによく検鏡標本を観察すれば、髓心付近はもとより、樹心から20.0~21.5cm隔たった部位まで、Fig. 50にみられるような比較的薄膜の細胞の集団が、所々に存在する点、VI A-3の供試材にはみられない特異な性質である。この特徴は、膜厚の範囲の最小値の比較からも推定される。

D. 軸方向柔組織

軸方向柔組織の観察結果は Table 5 (3) およびそれぞれの顕微鏡写真の中に示したとおりで、その発達は

Table 5. 解剖学的性質一覽(4)
Anatomical characters (4)

供試材料 Sample	放 射 組 織 Ray										含有物 Contents		
	単列放射組織 Uniseriate ray				多列放射組織 Multiseriate ray								
	細胞高 Height in No. of cells	細胞型 Type of cell			細胞幅 Width in No. of cells	高さ Height			細胞型 Type of cell			樹脂 Gum resin	シリカ Silica
		平伏のみ Procumbent cells only	直立のみ Upright cells only	平伏と 直立 Procumbent and upright cells		細胞高 Height in No. of cells	長さ (mm) Length	単列部 Uniseriate part	単列部 Uniseriate part	多列部 Multi- seriate part			
VI A-1-f	2~13	+	(-)	+	2~4(5)	8~68	0.21~1.43	1~2(4)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-2-f	2~13	+	(干)	+	2~4(5)	10~86	0.22~1.41	1~4(5)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-3-f	1~11	+	(干)	+	2~4	8~60	0.15~1.05	1~3(11)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-4-f	1~11	+	-	+	2~4(5)	7~49	0.15~0.87	1~2(4)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-6-f	1~12	+	-	+	2~3(4)	7~58	0.16~1.15	1~3(5)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-7-f	2~13	+	干	+	2~4	8~61	0.15~1.04	1~3(8)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-8-f	1~14	+	(干)	+	2~3(4)	8~69	0.18~1.32	1~3(4)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-9-f	1~11	+	(干)	+	2~3(4)	5~65	0.10~1.22	1~3(8)	P.S.U.	P	+	-	
3124*1	1~9	+	-	±	2~4	6~33	0.15~0.61	1~2(5)	P.(SU)	P	+	-	
5171*2	1~13	+	-	±	2~4(5)	10~50	0.17~0.75	1~2(5)	P.(SU)	P	+	-	
VIB- 5e	10~26	+	-	+	2~3(4)	13~56	0.36~1.27	1~5(20)*	P.S.U.	P	+	++	
VIB-10e	4~28	+	-	+	2~3(4)	9~56	0.23~1.14	1~5(21)*	P.S.U.	P	+	++	
VI A-3-b	1~10	+	-	+	2~3	6~36	0.09~0.61	1~3(8)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-3-c	1~14	+	-	+	2~4	6~44	0.10~0.72	1~3(7)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-3-d	2~8	+	-	+	2~4	7~46	0.16~0.80	1~3(5)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-3-e	2~10	+	(干)	+	2~4	8~57	0.17~1.06	1~3(11)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-3-f	1~11	+	(干)	+	2~4	8~60	0.15~1.05	1~3(11)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-3-g	2~12	+	(干)	+	2~4(5)	8~54	0.20~1.02	1~3(5)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-7-aΔ	1~10	+	干	+	2 (3)	6~55	0.13~1.07	1~3(15)	P.S.U.	P(U)	+	-	
VI A-7-b	1~12	+	干	+	2 (3)	7~42	0.15~0.83	1~3(8)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-7-c	1~14	+	干	+	2 (3)	7~64	0.15~1.08	1~3(9)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-7-d	1~13	+	干	+	2~3	8~59	0.15~1.08	1~3(11)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-7-e	1~14	+	-	+	2~4	7~62	0.17~1.08	1~3(12)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-7-f	1~13	+	干	+	2~4	8~61	0.15~1.04	1~3(9)	P.S.U.	P	+	-	
VI A-7-g	1~19	+	-	+	2~4	6~62	0.16~1.13	1~3(9)	P.S.U.	P(S)	+	-	

- △: 方形および直立細胞の構成割合の大きいもの。 S: 方形細胞 Square cell
With large proportion of square and upright cells. P: 平伏細胞 Procumbent cell
×: しばしば多列部より長い単列部をもつものが出現する。 U: 直立細胞 Upright cell
The uniseriate part of the multiseriate trays of ten higher than multiseriate part.
○: 層階状配列をなす。
With storied structures.

比較的顕著である。主要なもののは外側帽状柔組織 (Abaxial parenchyma) であるが、さらに翼形帽状 (Unilaterally aliform) と連合帽状 (Unilaterally confluent) 柔組織とに区別される。その他、随伴散在、垂直細胞間道を内包して配列する带状柔組織や独立散在柔組織も一般に存在する。また、まれに出現する短接線状や周囲および翼状などの各柔組織もいずれもきわめて不整形のもので、翼状柔組織のごとく、限られた試料にしか見い出せないものもある。

柔組織を構成している各細胞の長さ、直径、膜厚などの大きさおよび結晶細胞の有無は Table にしめしたとおりである。

a) 各供試材の比較

各供試材とも軸方向柔組織の主要なものは帽状で、これには顕著な差異は認められない。带状柔組織も

Table 5. 解剖学的性質一覽 (5)
Anatomical characters (5)

供試資料 Sample	垂 直 細 胞 間 道 Axial intercellular canal				放射方向の直径 Radial diameter μ	接線方向の直径 Tangential diameter μ	
	配 列 型 Form of arrangement			放射方向の直径 Radial diameter μ			接線方向の直径 Tangential diameter μ
	孤 立 Solitary	短い円弧状 Short arc	長い円弧状 Long arc				
VI A-1-f	—	—	+	40~110	45~110		
VI A-2-f	—	〒	+	50~130	45~130		
VI A-3-f	—	—	+	50~180	50~120		
VI A-4-f	—	〒	+	40~150	55~150		
VI A-6-f	〒	〒	+	55~130	50~120		
VI A-7-f	—	〒	+	55~130	40~160		
VI A-8-f	—	〒	+	30~ 80	35~110		
VI A-9-f	—	—	+	40~160	50~130		
3124*1	—	—	+(+)	30~110(260)	30~150(180)		
5171*2	〒	—	+	40~150	40~150		
VI A- 5-e	—	—	+	60~140	60~120		
VI A-10-e	—	—	+	80~220	70~170		
VI A-3-b	—	〒	+	40~160	40~140		
VI A-3-c	—	〒	—	60~145	50~130		
VI A-3-d	—	〒	+	60~145	50~135		
VI A-3-e	—	—	+	55~160	40~160		
VI A-3-f	—	—	+	50~180	50~120		
VI A-3-g	〒	〒	+	40~105(190)	40~110(250)		
VI A-7-a	〒	〒	—	50~ 80	40~ 60		
VI A-7-b	〒	〒	—	35~ 95	50~100		
VI A-7-c	〒	〒	—	35~120	55~140		
VI A-7-d	—	〒	+	60~135	50~125		
VI A-7-e	—	〒	+	60~150(230)	50~140(210)		
VI A-7-f	—	〒	+	55~130	40~160		
VI A-7-g	—	〒	—	70~ 95	50~110		

数~12, 3細胞層のものはいずれの供試材にも存在するが, VI A-3, VI A-7 および参考資料の No. 3124には直径の非常に大きい, 垂直細胞間道を内包した20細胞層に近い広幅のものがときどき出現することが, 他のものに比べ著しく異なっている。周囲柔組織は VI A-1 のみに出現し, また, VI A-2, VI A-8 および VI A-9 には翼状柔組織の存在は認められなかった。しかし, これらの柔組織はいずれも不整形を呈するもので, 帽状柔組織の変異型ともみなされるものであって, 必ずしもその出現様式の根本的な差異とは認められない。

b) 樹心からの距離による変異性

軸方向柔組織の髓心付近より樹皮に向かっての変異性については, Table 5 (3) に示したとおりである。すなわち, その配列型は, VI A-3 においては髓心部に近い b, c, d 部位にごくまれに周囲柔組織が出現する点が特徴的である。これに対し, VI A-7 においてはとくに髓心部付近(a)に, あまり長くつづかない帯状柔組織が顕著である。これは Fig. 49 でも明らかであり, A の構成要素の比率からもはっきり認められる。また, 構成細胞の長さや直径の測定値には顕著な差異はないが, 樹心部位のものがわずかに小さいものようである。膜厚においては, VI A-7-a においてのみ差異が認められた。結晶細胞は, VI A-3 の髓心に近い b 部位において, まれに認められる以外は皆無であった。

E. 放射組織

放射組織の観察結果は, Table 5 (4) およびそれぞれの顕微鏡写真の中に示したとおりである。以下, 供

試材の共通的な性質について記載すれば次のようである。

放射組織は単列と多列からなる。単列放射組織は、1～14細胞高、平伏細胞のみからなるものと、平伏と直立ないし方形細胞からなるものが主で、直立細胞のみからなるものは出現する場合としない場合がある。多列放射組織は2～4(5)細胞幅、5～69細胞高の範囲で、上・下の両端部には1～3細胞高の単列部をもつ、多列部は平伏細胞からなり、単列部は平伏、方形および直立の各細胞からなる。細胞の内こうには樹脂を含有する。

a) 各供試材の比較

単列放射組織では、細胞高の測定値に若干の差異はあるが、この程度の差異は測定試料によって異なるものと考えられる。また、細胞型についても同様のことがいえる。

多列放射組織では、その細胞幅は2～4(5)と2～3(4)の範囲のものに分かれる。また、細胞高は、最小値には大差ないが、最大値はかなりの差異が認められる。単列部は各供試材ともおおむね1～3細胞高で、著しい差異は認められない。

放射組織を構成している各細胞型の出現は、ほぼ同一で著しい差異は認められない。細胞内こうに含まれている樹脂様物質については、それぞれの顕微鏡写真にもみられるようになりかなりの差異がある。しかし、同一個体でも部位によってかなり変化しているため、これを個体間の差異と断定することは困難である。

b) 樹心からの距離による変異性

単列放射組織についてみるに、その細胞高は、両供試材とも樹心からの距離による差異はほとんど認められない。また、細胞型の出現様式は両者間でやや相違しており、VI A-3ではその半径15cmより外側の部位には、直立細胞のみのものが認められるのに対し、VI A-7では、樹皮部に近いgとe部位にこの型のものを欠いている。この直立細胞のみからなる単列放射組織は板目面切片で観察したもので、柁目面における細胞形態と関連させて判定したのではなく、その出現もごくまれのものであり、この観察結果だけで確定的なことはいえない。

多列放射組織においては、VI A-3では髓心に最も近いb部位が2～3細胞幅で最も狭く、c, d, e, fの各部位ではいずれも2～4細胞幅で相互間の差異は認められず、樹皮部に最も近いg部位で、5細胞幅のものも出現して最大値を示している。これに比べ、VI A-7においては、a部位からc部位まで多くは2細胞幅、まれに3細胞幅のものが認められる程度であって、d部位でようやく3細胞幅のものがしばしば出現するようになり、e, f, gの各部位では4細胞幅のものも比較的多く出現している。上述の両供試材に認められる性質は、またFig. 53～65からもよく観察される。

多列放射組織の細胞高については、VI A-3では髓心に近いb部位が最も低く、順次わずかながら漸増してf部位で最高となっている。これに対し、VI A-7では、b部位に最小値、c部位に最大値が現われているが、部位による傾向的な差異は認められない。また、単列部の細胞高は、ほとんどが1～3細胞高で、部位による差異は認められない。さらに、その構成細胞型については、単列部と多列部と異なっているが、それぞれほとんど同一型の細胞からなっている。細胞内こうに含まれている樹脂様物質の出現は、VI A-3では大差なく、VI A-7ではe部位に少なくなっている。

F. 垂直細胞間道

各供試材に認められる垂直細胞間道は、いずれも帯状柔組織中に出現する同心円弧状配列型のもので、

Shorea 属や *Hopsea* 属などの木材に普通にみられるものである。ただ、試料によっては孤立、またはごく短い帯状に配列するものもある。間道内には白色ないし黄白色の樹脂様物質を含有する。

それぞれの供試料については、おもに細胞間道の配列形態と、木口面における放射方向および接線方向のエピセリウムを含む直径について観測した。その結果は、Table 5 (5) に示したとおりである。

なお、間道の配列形については、孤立、短い円弧状および長い円弧状として分類した。ただし、孤立、または非常に短い円弧状にみえても、探索してそれが同一円弧上で分断されたものと観察されるものは、これを長い円弧状配列のものとして分類した。

a) 各供試材ごとの比較

細胞間道の配列形では、長い円弧状配列形のものはいずれの供試料にも例外なく存在する。2, 3 個の範囲で接線方向に配列する短い円弧のものは、VIA-1, VIA-9 および両参考資料には認められない。また、孤立のものは VIA-3, VIA-6 および参考資料の No. 5171 のみに認められた。これら各供試丸太材間の差異が、樹種べつの特徴をしめすものかどうかは、この試料条件では断定できないが、同一供試材内の部位による変異性から、おそらくは個体内に存在する変異性をしめしているものと推定される。各細胞間道の直径の測定値については、放射方向と接線方向にはほとんど差異はなく、その供試材間にも顕著な差異は認められない。Table 中に () で示した数値は、異質なものと考えられるほど大形の細胞間道で、VIA-3 および参考資料の No. 3124 にこれが認められた。しかし、このような間道も離生的である点には変わりなく、通常のおおきさのものの中にときどき出現する場合と、かなり長い範囲に大径の間道が円弧状に並列する場合とがあった。

b) 樹心からの距離による変異性

細胞間道の配列型では両供試材間にかなりの差異が認められる。すなわち、VIA-3 では長い円弧状配列のものを欠くのは c 部位だけであるが、VIA-7 では a, b, c, g 部位と過半を占め、その出現頻度が低いものとみられる。また、短い円弧状配列のものでは、前者は e と f 部位でこれを欠くが、後者ではこれを欠くものは全くない。さらに、孤立するものについては、いずれもごくまれではあるが、VIA-3 においては g 部位に認められるのみである。これに比べ、VIA-7 では a, b, c と連続した部位にわたって出現し、それ以外の部位には認められない。これらの結果から垂直細胞間道の配列型にも一定した変異の傾向は認められない。また、間道の直径では、VIA-7 で放射方向の直径が a 部位で最小で、e 部位までほぼ漸増し、以後漸減する傾向がわずかに認められる。また、VIA-3-g と VIA-7-e においては、異常に大径の間道が現われたが、これは Table 中に () を付してしめた。

ii) ホワイト メランチ材の解剖学的性質

ホワイト メランチ材の解剖学的性質については、バンキライ材で行なったような、同一供試材間における部位による変異性の検討は割愛し、ただ、その成熟材 (e 部位) について観察したにとどまった。また、樹種鑑定結果の内容から、両供試材についての観察結果の差異は、同一種内における変異性による程度のものと考えた。

A. 木材の構成要素率

両供試材とも、上述の e 部位の検鏡標本を用い、バンキライ材と同一方法によって測定したもので、その結果は Table 4 に示した。

B. 道 管

道管についての測定結果は Table 5 (1) に示したとおりである。

管孔は孤立するか、2, 3 個集まって放射方向、あるいは斜め方向に複合または接続して散布する。さらに、ときどき数個あて斜め方向あるいは放射方向に長く近接配列するもの、および不規則に集まって配列するものがある。ほとんどの管孔が、片側を放射組織に接する。1mm²における分布数は2~6個、チロースをもつ。孤立管孔は、多くは広楕円形、ときどき円形、その直径は、放射方向で110~380 μ 、接線方向で90~310 μ 、膜厚は4~5 μ 、道管要素は、長さ200~680 μ 、単せん孔、せん孔板は水平かわずかに傾斜する。膜孔はベスチャード膜孔で交互状配列、膜孔の直径は7~9 μ 。

C. 周囲仮道管

道管の周囲に沿って存在するものと、ときとして群状に配列する管孔の間に集合して出現するものがある。各要素は、長さ390~1,250 μ 、直径20~46 μ 、膜厚は2.0~2.5 μ 、ときとして階段膜孔をもつものが出現する。周囲仮道管の中には、むしろ繊維状仮道管に近い形態のものが若干含まれているようである。

D. 軸方向柔組織

観察結果は Table 5 (3) に示したとおりである。おもなものは連合帽状柔組織であるが、翼形帽状組織もしばしば出現する。翼状柔組織ははなはだ不整状のもので、ごくまれにしか出現しない。随伴散在柔組織は帽状柔組織をもつ管孔にときとして認められるものである。帯状柔組織は垂直細胞間道を内包するが、その出現はまれで、かつ不規則である。独立散在柔組織は常に出現するが、数は少ない。それぞれの柔細胞は、長さ60~190 μ 、直径は15~40 μ 、膜厚1.0~1.5 μ 、結晶を含む細胞は認められない。

E. 放射組織

観察結果は Table 5 (4) に示したとおりであり、単列と多列からなる。単列放射組織は4~28細胞高で、平伏細胞のみからなるものと、平伏と直立の両細胞からなるものとある。多列放射組織は多くは2ないし3細胞幅、ときどき4細胞幅のものも出現する。9~56細胞高、長さで0.23~1.27mm、多列部は平伏細胞のみからなるが、上・下の両端にある単列部は多くは1~5細胞高で、平伏、方形、直立と各種の細胞からなる。また、比較的幅の狭いものには、ときどき単列部が多列部より長く延長するものがある。それぞれの放射組織は不整ではあるが、層階状配列をする。細胞の内こうには粒状の樹脂様物質とシリカの結晶を含む。道管放射組織間膜孔は水平方向に大きい長楕円形、ときに円味をおびた不整な長方形で、その径はおよそ10~25 μ 。

F. 垂直細胞間道

帯状柔組織中におおむね1列に配列する長い円弧状配列型。ただし、その出現は不規則で比較的まれである。細胞間道の直径は、放射方向で60~220 μ 、接線方向で60~170 μ 、エピセリウムは薄膜 (Table (5) 参照)。

(3) 樹種鑑定

i) バンキライ材の樹種鑑定結果

供試材の肉眼的性質および解剖学的性質の観察結果から、供試材8本がすべてパラウ類の樹種であることは比較的容易に鑑定された。しかし、パラウ類の木材は相互によく類似した特徴をもつものが多く、その樹種の細別はかなり困難である。よって、次の方法によって最終的の鑑定を行なった。

まず、識別の対象となる樹種をしぼるため、樹種分布に関する文献その他の記載を検討して、カリマン

タン地方に産するバラウ類の樹種を決定するため Table 1 を作製した。

つぎに、それら樹種の木材識別の比較検討資料として、2 の(1)の B で記載した方法によって Table 2 のカリマンタン産バラウ類木材の特徴表を作製した。そこで、各供試材の観察結果を上表と比較再検討して、8本の供試材はすべて *Shorea laevis* RIDL. (Synonym : *S. laevifolia* ENDERT) であると判定した。

ii) ホワイト メランチ材の樹種鑑定結果

ホワイト メランチとして供試した2本の丸太材の樹種鑑定についても、同様の方法をとった。

しかし、この *Anthoshorea* 節に属する樹種の木材は、バラウ類以上に相互によく類似した特徴をもっている上に、カリマンタン産ホワイト メランチ類の中には、木材の詳細な解剖学的性質については未記載の樹種が多く、また、当场保管材鑑としても未収集樹種のものも多く、バラウ類における Table 2 のごとき特徴表の作製もできなかった。したがって、厳密な樹種鑑定は困難であり、2本の供試材は、いずれも *Shorea* 属の *Anthoshorea* 節に属する比較的顕著なリップマークをもつものの1種 (*Shorea* sp.) であると判定した。

5. 要 約

この観察調査結果について検討すれば、次のようなことが考察される。

(1) 樹種鑑定結果について

i) バンキライ材について

a) カリマンタン産バンキライの8本の供試材は、いずれも *Shorea laevis* RIDL. と判定されたが、この学名については、なお検討を要するものと考えられる。

すなわち、筆者は、この供試材の樹種鑑定に当たっては、供試材のもつ木材識別上の諸特徴を調査し、*Shorea laevifolia* ENDERT ないしは *S. laevis* RIDL. と判定したが、最近の ASHTON の著書¹⁾によれば、前者は後者の異名 (Synonym) であるとして、両者は全く同一種と認定されており、WOOD らもまたこれにしたがっているので、上記の学名をあてた次第である。しかしながら、筆者が参照したインドネシアの文献ではほとんどが両者を区別しており、原産地における地方名のなかでも区別している場合が多い。WOOD らも、その著書¹⁾の中で上記のとおり ASHTON と同一関係を認めながらも、ENDERT によって *Shorea laevifolia* と区別して命名されたものは、*S. laevis* RIDL. に比べて、その葉は一般的により革質で縁が反曲し、より大きな花芽をつける型のものであるが、両者の関係については、クチン、シンガポールおよびケボンの資料によって研究された結果、全く同一種と判定されたものなので、ここではこれにしたがっておくが、なお、他の多くの資料について十分観察調査し、再検討する必要があるとしている。ただし、両者の木材はよく類似しており、木材利用上では全く区別する必要はないものと考えられる。

b) 供試材の樹種鑑定については、バンキライの8本の供試材はいずれもバラウ類 (*Shorea*) 節の樹種と鑑定したが、その根拠としては、おおむね次のとおりである。

まず、肉眼的性質の観察から、供試材のすべてが *Shorea* 属ないしは *Hopea* 属の重硬な材を産するグループの樹種と判定し、つぎに、供試材の解剖学的性質を観察し、その結果を DESCH のフタバガキ科各属および節の解剖学的性質の特徴表と比較し、その板目面における放射組織の形態的特徴から *Shorea* (*Eushorea*) 節のものとして推定した。なお、この節の木材には顕著な特徴である多室結晶細胞が存在するように記載されているが、供試材にはこれが全く認められていないが、同じ報告書の中に記載されているマラヤ産のバラウ

類 (*Eushorea* 節) 各樹種の特徴表の中には *Shorea laevis*, *S. ochrophloia* および *S. submontana* の3種には完全にこの特徴をもたないことが明らかにされており、ここでも多室結晶細胞の特徴について、その例外の樹種のあることを明記しておくことが必要であると考えた。

また、上表については *Cotylelobium* 属の垂直細胞間道の配列型ならびに *Shorea* 節と *Hopea* 節, *pierrea* 節との識別点として重要視されている板目面における放射組織の細胞形態についても、マラヤ以外に産する所属樹種を含め適当な供試材について再検討しておく必要がある。

c) 供試材の樹種判定に参照した Table 2は、2の(1)のBに述べたとおりであるが、*Shorea laevis* RIDL. 材については、DESCH の特徴表には単独の結晶細胞が出現するとしているが、筆者が観察したインドネシア産の同じ学名の材鑑には認められなかった。また、*S. laevifolia* ENDERT については、DESCH の特徴表にはとりあげられていないが、筆者が観察した上記の学名のサバ産の材鑑では、成熟材部の試料と認められる1個のブロックから作製した15枚の検鏡標本中、単独の結晶細胞の見い出せたものは、わずかに3枚であった。さらに、この特徴をバンキライの供試料についてみるに、Table 5(3)に示したとおり、VIA-3-bにごくまれに認められたに過ぎず、普通は出現に疑問のもたれる特徴であって、なお適当な供試料について検討を要する。

ii) ホワイト メランチ材について

ホワイト メランチ類の木材識別については、前述のとおり、このグループに属する樹種の判定はいたって容易であるのに反し、樹種の細別はたいへん困難である。これは、ホワイト メランチ類の木材は互によく類似した特徴をもっているものが多いことと、なお研究不十分な樹種が残されているためと考えられる。

(2) 木材の組織構造上の変異性について

a) 木材の構成要素率について

各供試材の成熟材部 (f) の測定結果を Table 4 に示した。この結果はその変動の意味を追求することはこの試料条件ではできなかったが、その変動の実態その他の材質指標と関連させて検討できれば、それなりに意味があると考えた。

b) 各供試材における各要素の形態的性質の変異性に関しては、4の観察結果の項でおおむね比較検討したとおりであり、おもな点については(1)の樹種鑑定の考察の中で記述したので、ここでは VIA-3 および VIA-7 の両供試丸太材で実施した、樹幹の中心部より樹皮側に向かう変異性に関する点をとりあげて考察を加えた。

VIA-3, VIA-7 の両供試材間で、各要素の形態的性質の変異性について検討する。両者間にはかなり顕著な差異が認められた。VIA-3 では髓心部に近い b 部位が他の部位に比べて多少の差異があるほかは、全般的にあまり著しい差異は見あたらない。これに対し、VIA-7 では、髓心付近が著しく相違している点は構成要素率と同様であるが、f 部位 (髓心より半径方向に 25.0~26.5cm の位置) までは管孔の分布数や大きさ、真正木繊維組織の出現状態および多列放射組織の細胞幅などについて漸進的な変動が認められている。

なお、バンキライ材で髓心付近から樹皮側に向かって、5cm 間隔に採取した検鏡標本の観察について検討したところ、比較的薄膜の真正木繊維からなる顕著な組織 (Fig. 50) が a から e 部位まで存在し、f 部位および g 部位では全く認められないことから、この供試材では f 部位を成熟材部として取り扱った。

しかし、VI A-3においては、この薄膜の真正木繊維からなる顕著な組織は、髓心部に近い b 部位からはほとんど認められず、多列放射組織の形状においても VI A-7 の e 部位以後の形状をもったものと認められる (Fig. 53~58 と 59~65参照)。両者間にみられる差異は、主として供試丸太材の採材部位の樹高差に由来するものと考えられるが、試料条件が不明であるので確言はできない。

文 献

- 1) ASHTON, P.S.: Manual of the Dipterocarp Trees of Burnei state. London, pp. 125~147, 161~167, (1964)
- 2) BROWNE, E.G.: Forest Trees of Sarawak and Burnei and Their Products. Kuching, pp. 155~159, 164~171, (1955)
- 3) DESCH, H.E.: Dipterocarp Timbers of the Malay peninsula. Malayan Forest Records, 14, pp. 3~27, 158, (1941)
- 4) F. A. O.: Standard nomenclature of the exportable timbers of the Asia-Pacific region. Rome, pp. 33, 49~51, 59, (1960)
- 5) Forest Department, Sarawak: Trees and Timbers of Sarawak and Brunei. Leaflet No.11, 16, 17
- 6) HILDEBRAND, F.H.: Revised List of Tree species, collected in the division "Bulungan and Berau" (East-Borneo). Report of the Forest Research Institute, 55, pp. 9, 48~50, (1952)
- 7) ———: Revised List of Tree species, collected in the division "Samarinda" (East-Borneo). Report of the Forest Research Institute, 58, pp. 12, 63~67, (1952)
- 8) HOWARD, A.L.: A Manual of the Timbers of the World. London, pp. 55~56, (1951)
- 9) KEITH, H.G.: The Timbers of North Borneo. North Borneo Forest Records, 3, pp. 33~34, (1957)
- 10) 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(1), III), 林試研報, 190, p. 13, (1966)
- 11) ———: 北ボルネオ産カプル材の識別と構造 (木材部: 南洋材の性質 4 北ボルネオ産カプル材の性質(1), II), 林試研報, 197, pp. 50~51, (1967)
- 12) 小林弥一・須川豊伸: ホワイト メランチ材の構造 (組織研究室: 輸入外材の構造 (No. 26)), 林試研報, 150, pp. 123~124, (1963)
- 13) 南方林業開発委員会: カリマンタン森林調査報告, pp. 13~14, 16~19, (1962)
- 14) REYES, L.J.: Philippine Woods. Manila, pp. 272, 296, 312~313, 315~317, 323~324, (1938)
- 15) Special Publication of the Forest Research Institute, Indonesia: Preferential Names for Important Tree Species in Indonesia. pp. 9~10, (1952)
- 16) SYMINGTON, C.F.: Foresters Manual of Dipterocarps. Malayan Forest Records, 16, pp. 4~43, (1943)
- 17) WOOD, G.H.S. and W. MEIJER: Dipterocarps of Sabah (North Borneo). Sabah Forest Record, 5, pp. 50~62, 157~189, (1964)

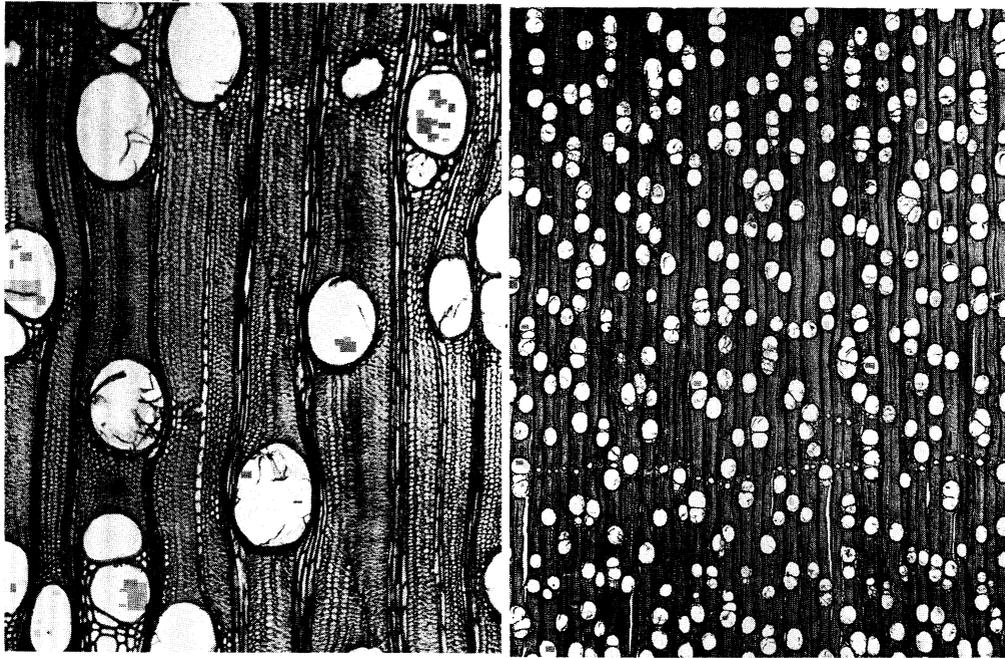


Fig. 1 × 10

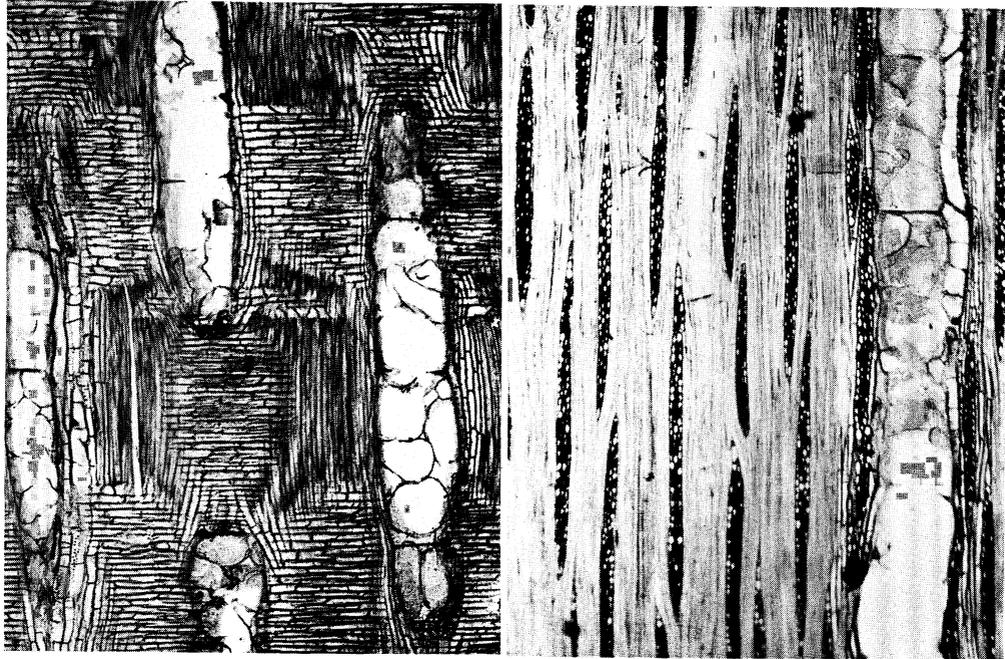


Fig. 3 × 50

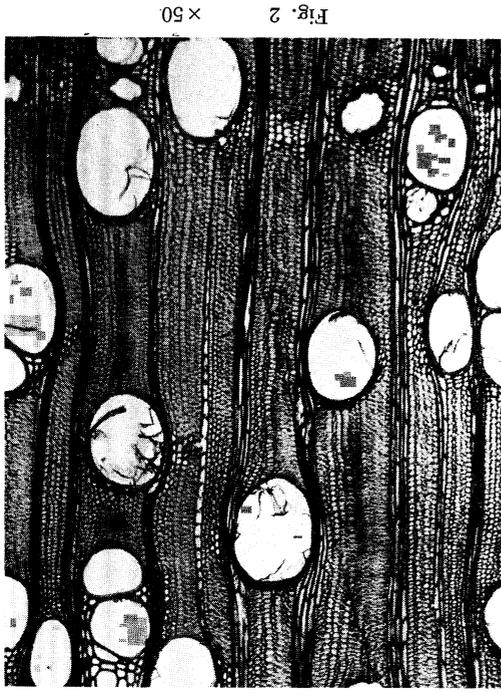


Fig. 2 × 50

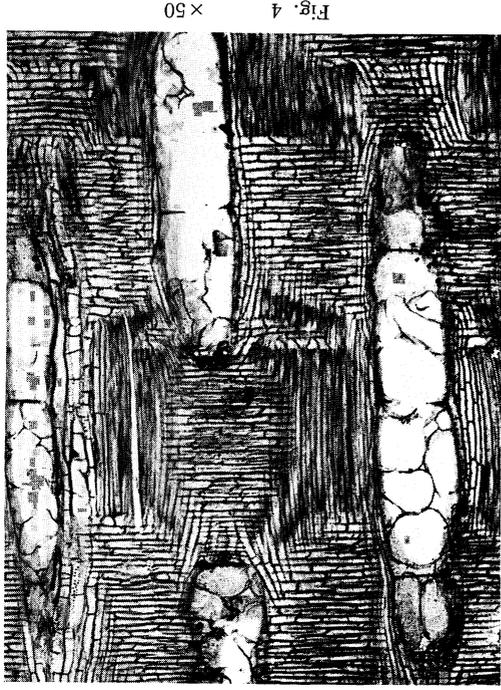


Fig. 4 × 50

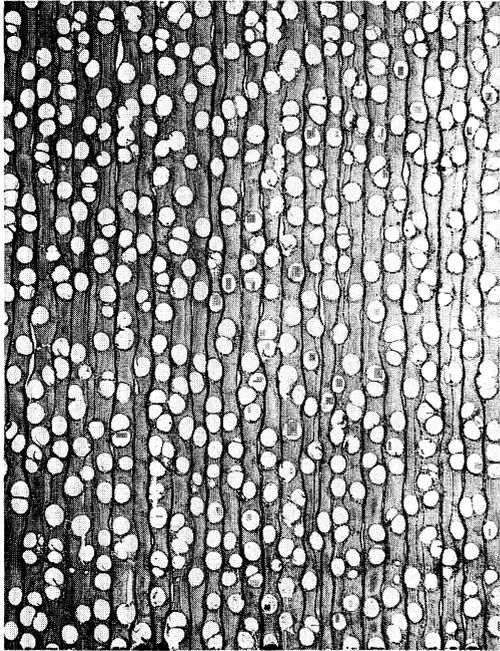


Fig. 5 ×10

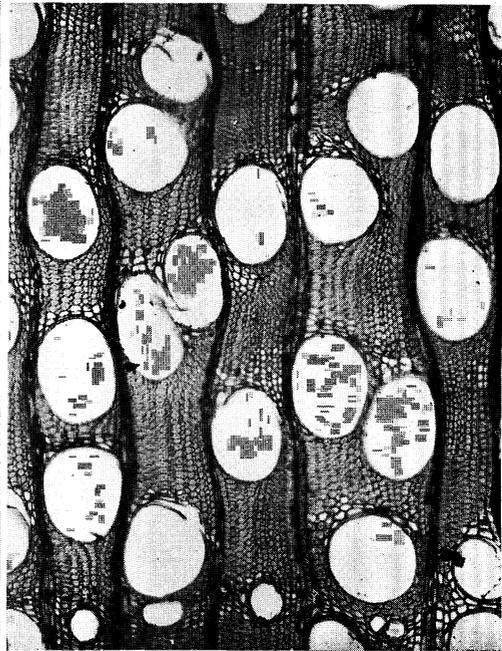


Fig. 6 ×50



Fig. 7 ×50

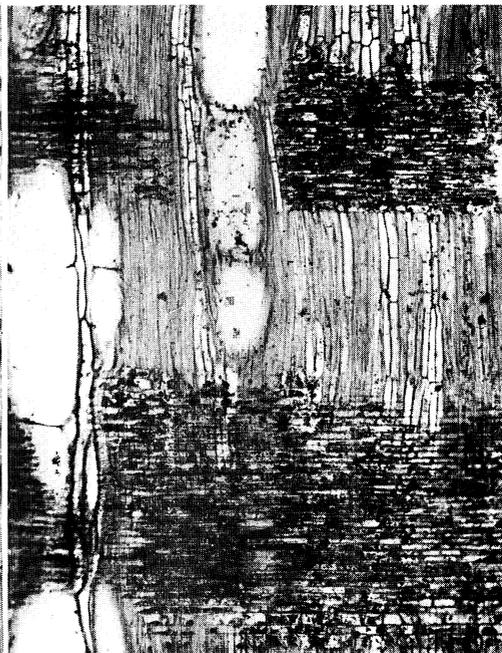


Fig. 8 ×50

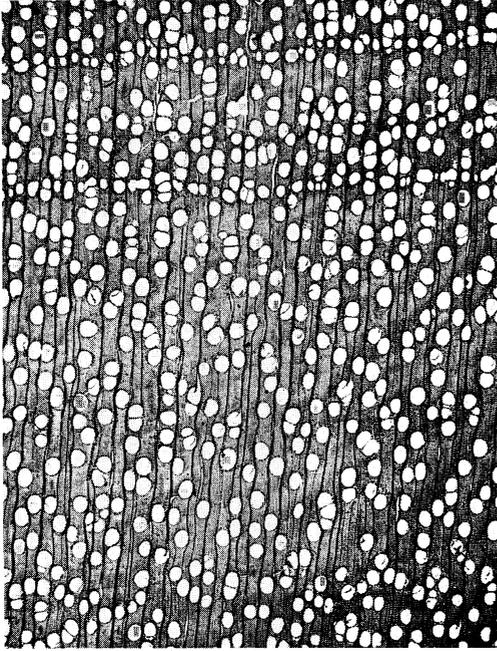


Fig. 9 ×10

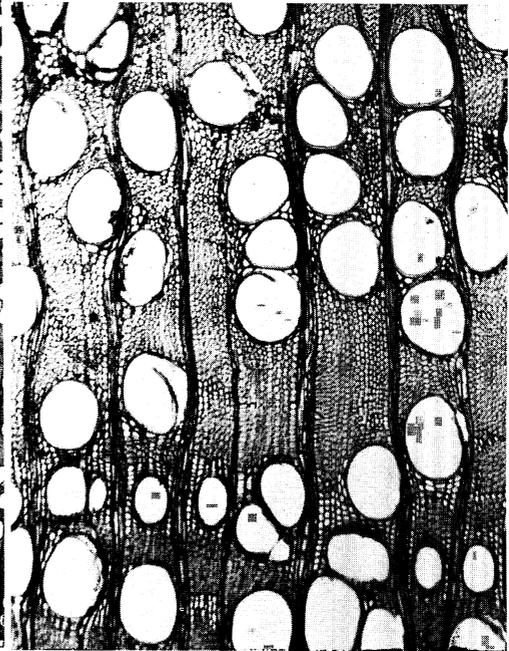


Fig. 10 ×50



Fig. 11 ×50

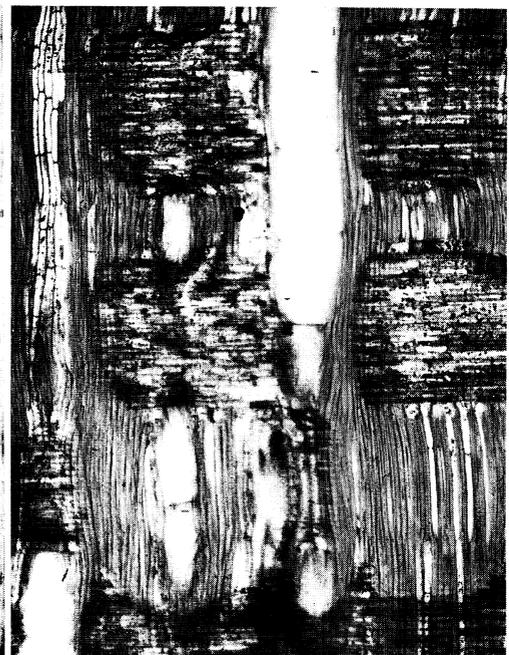


Fig. 12 ×50

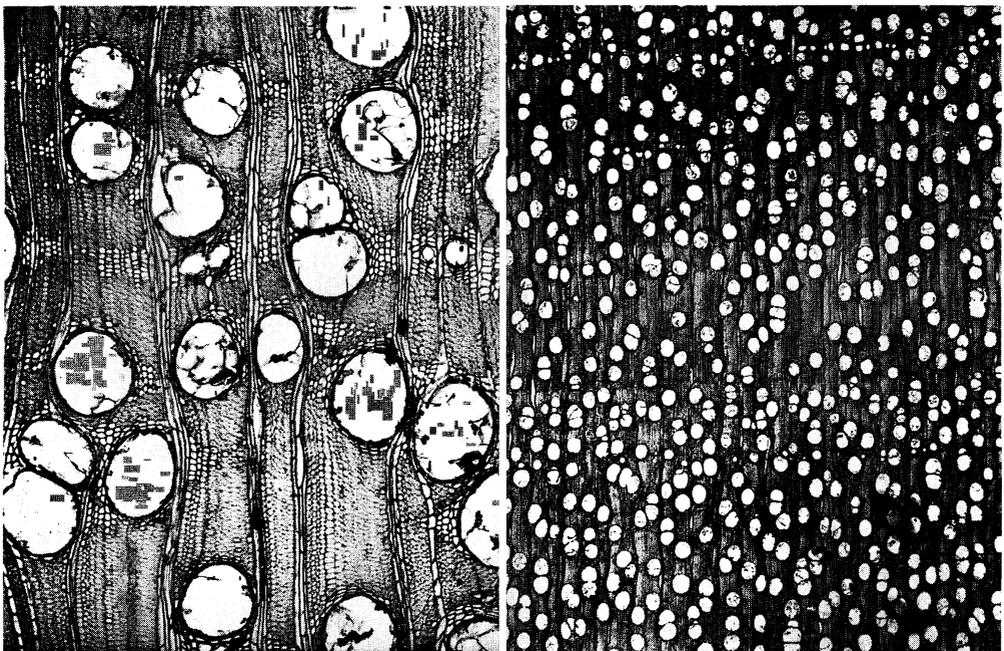


Fig. 13 × 10

Fig. 14 × 50

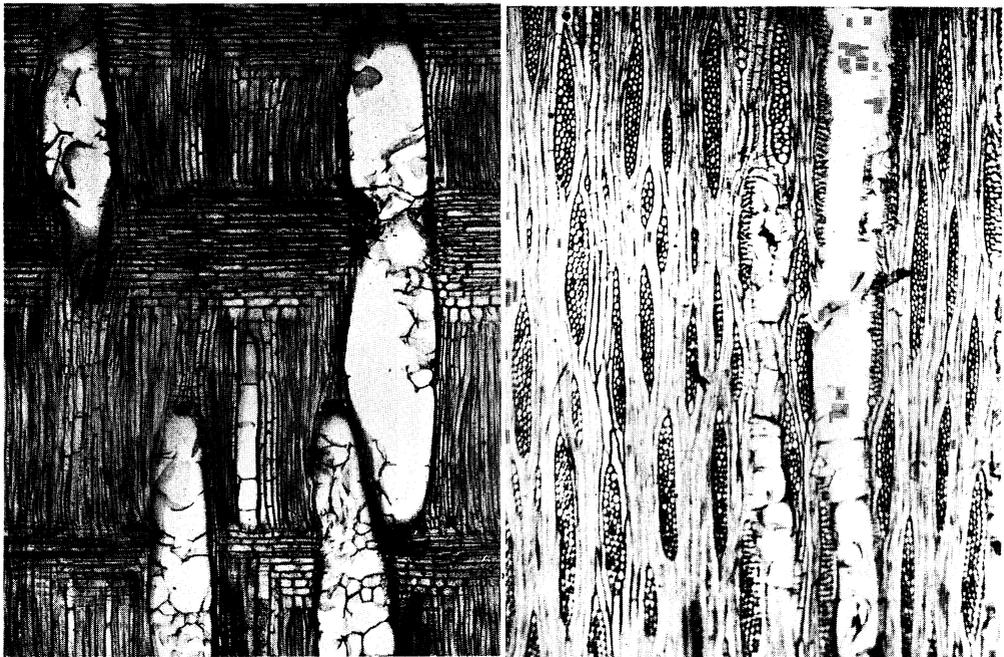


Fig. 15 × 50

Fig. 16 × 50

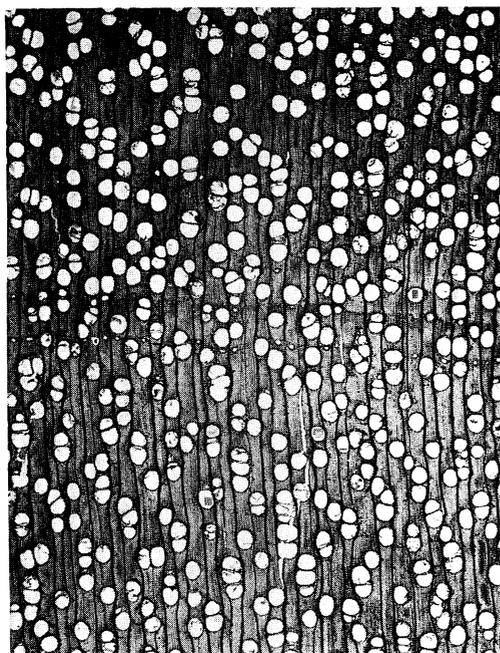


Fig. 17 ×10

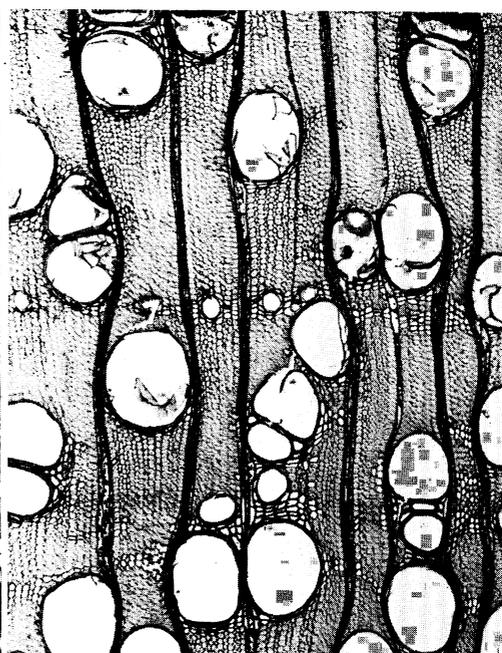


Fig. 18 ×50



Fig. 19 ×50



Fig. 20 ×50

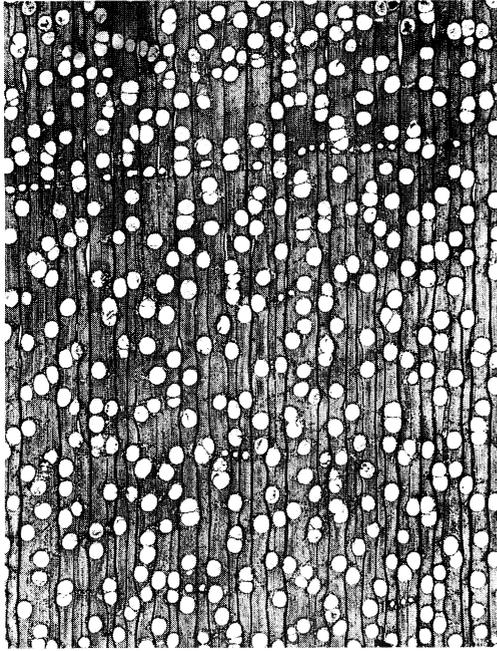


Fig. 21 × 10

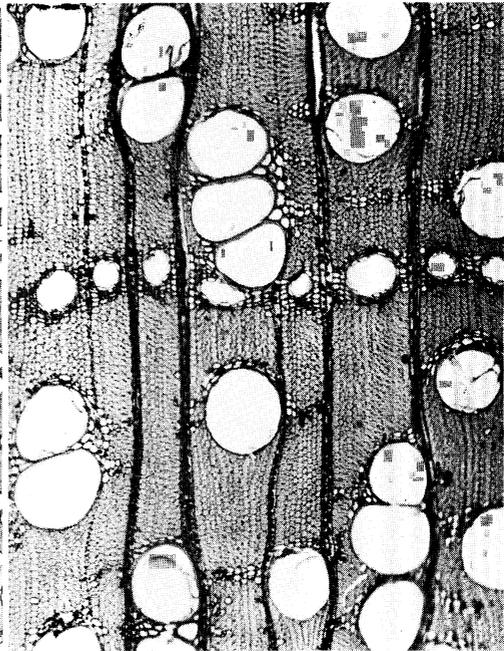


Fig. 22 × 50



Fig. 23 × 50

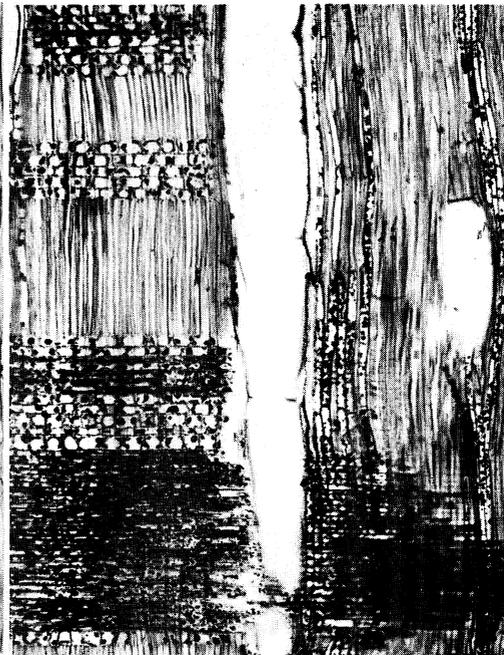


Fig. 24 × 50

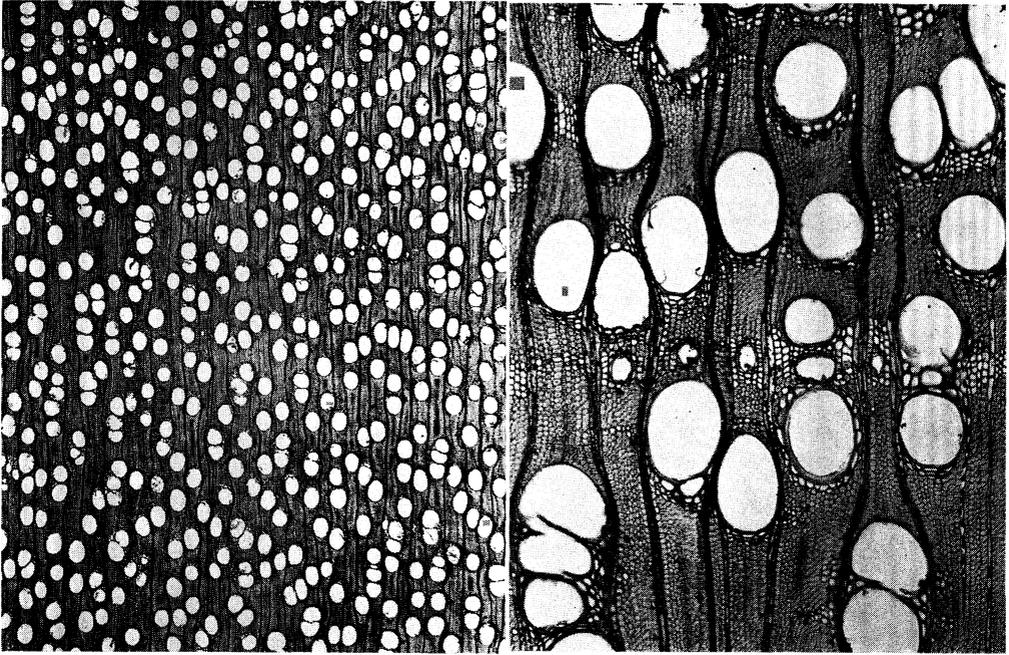


Fig. 25 ×10

Fig. 26 ×50

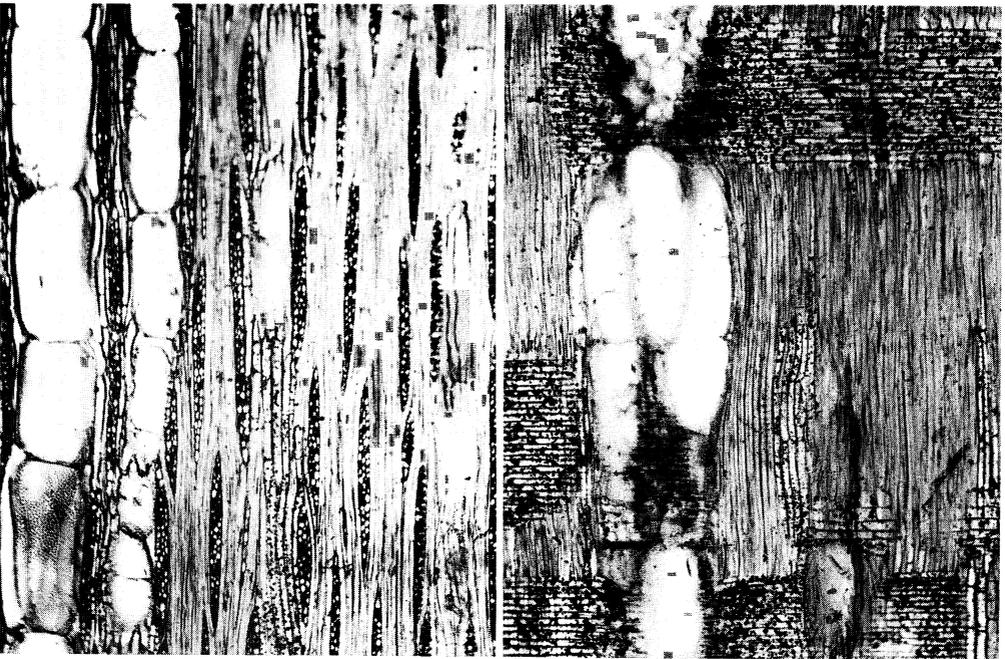


Fig. 27 ×50

Fig. 28 ×50

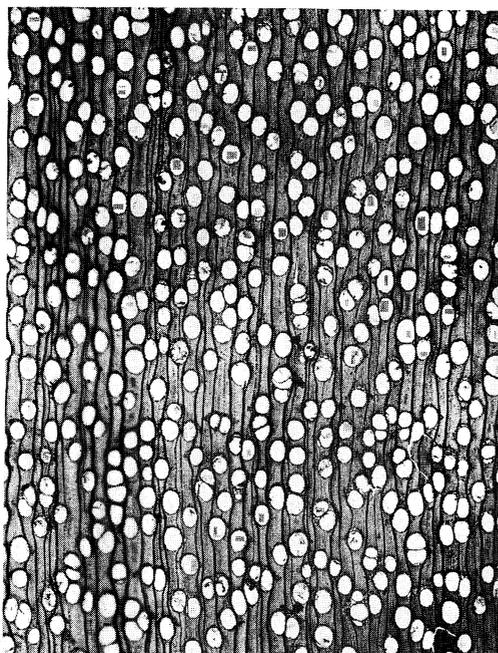


Fig. 29 ×10



Fig. 30 ×50



Fig. 31 ×50



Fig. 32 ×50

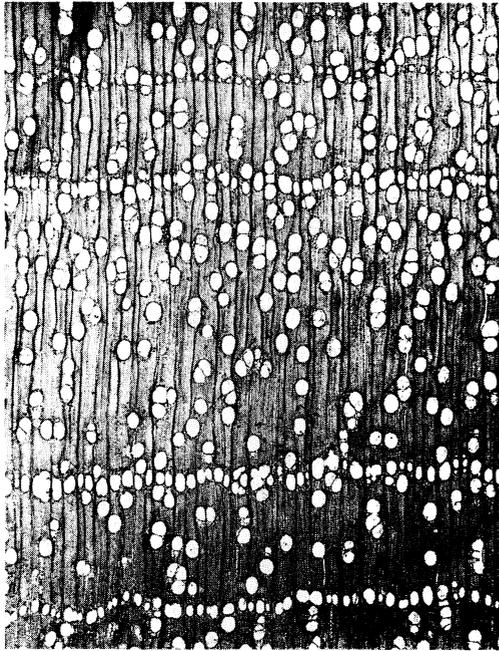


Fig. 33 ×10

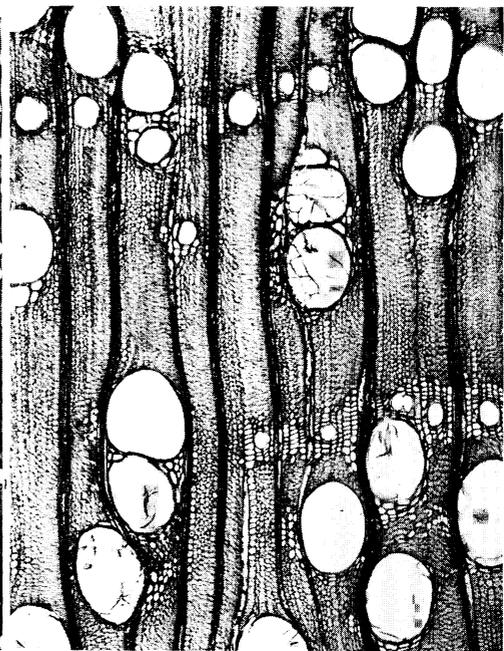


Fig. 34 ×50



Fig. 35 ×50

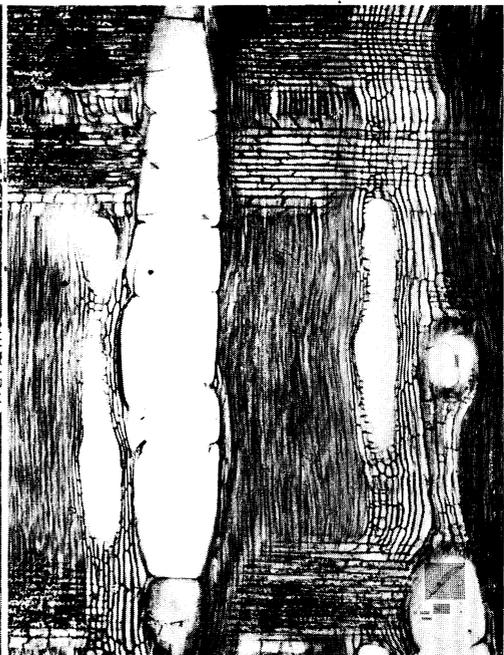


Fig. 36 ×50

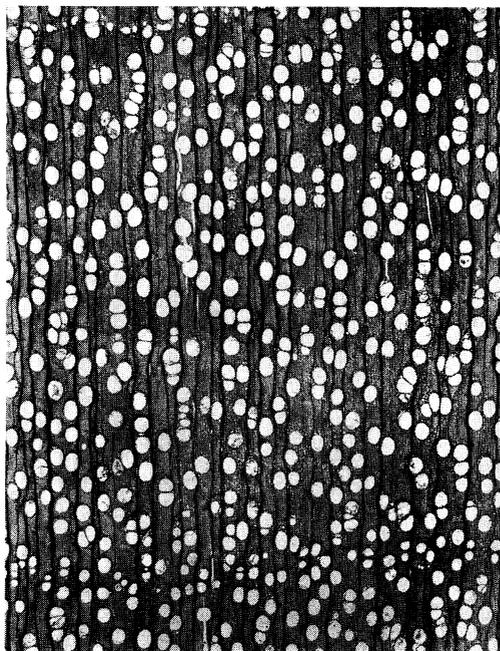


Fig. 37 ×10

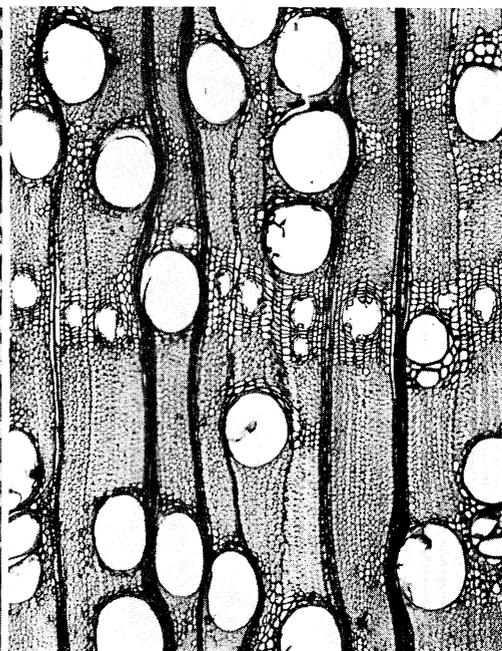


Fig. 38 ×50



Fig. 39 ×50



Fig. 40 ×50

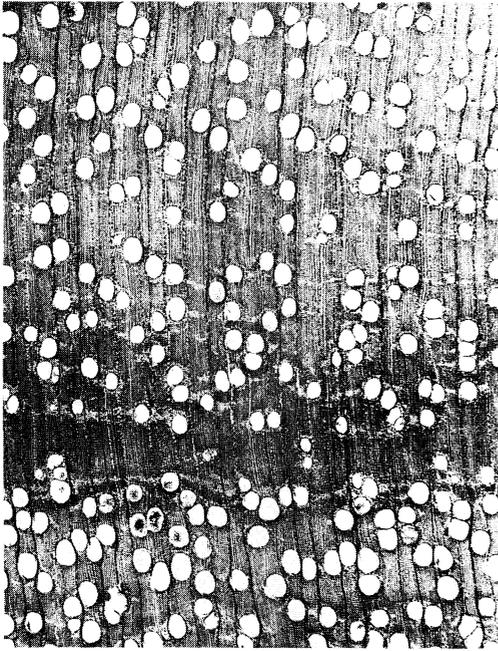


Fig. 41 ×10

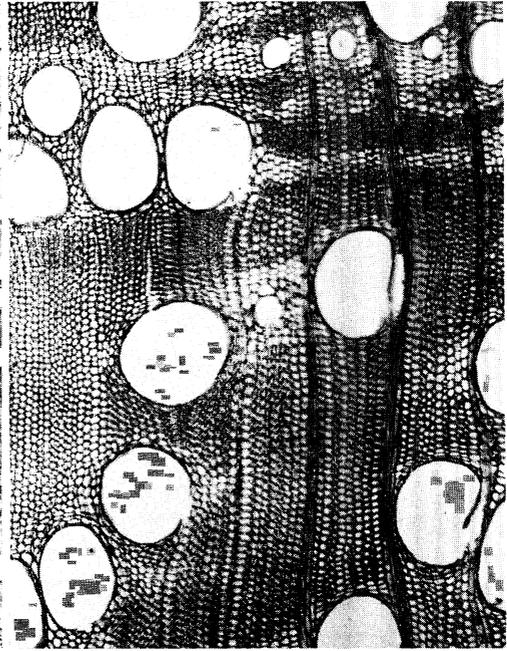


Fig. 42 ×50



Fig. 43 ×50

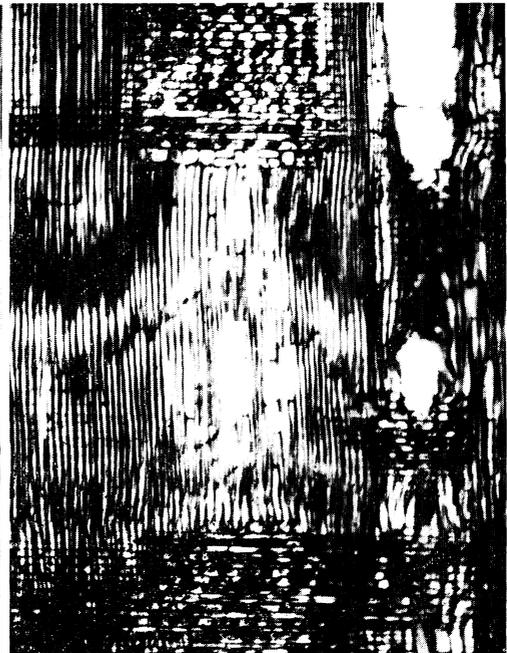


Fig. 44 ×50

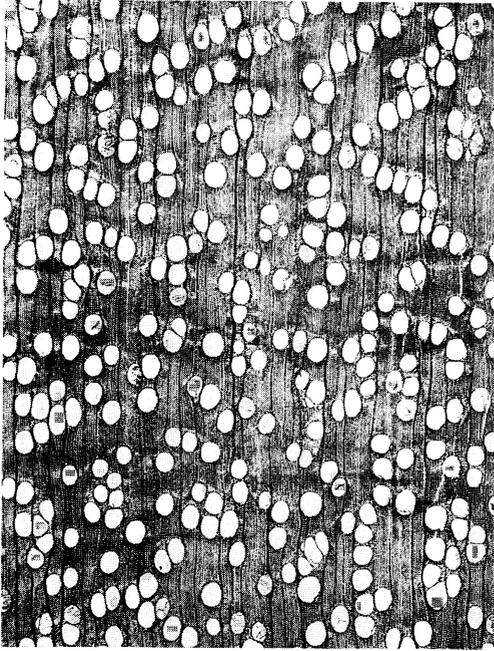


Fig. 45 × 10

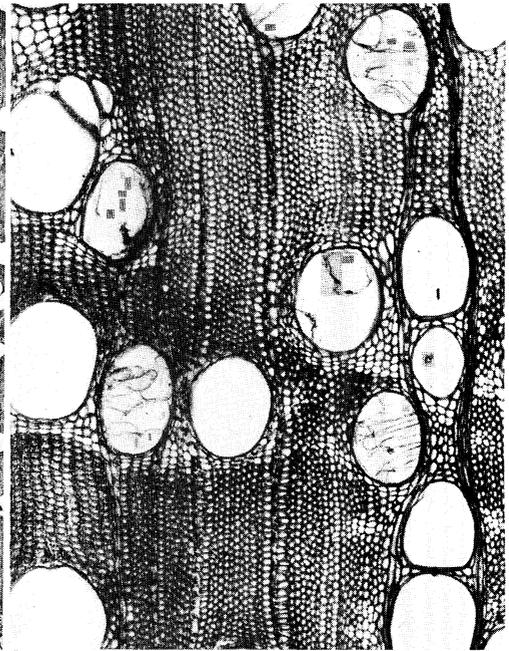


Fig. 46 × 50

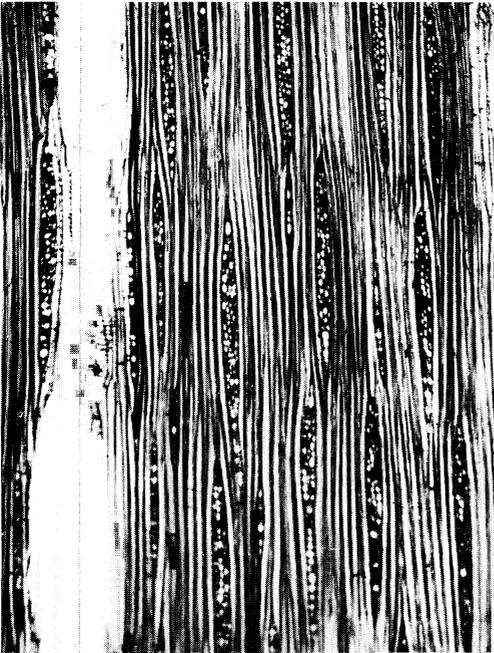


Fig. 47 × 50

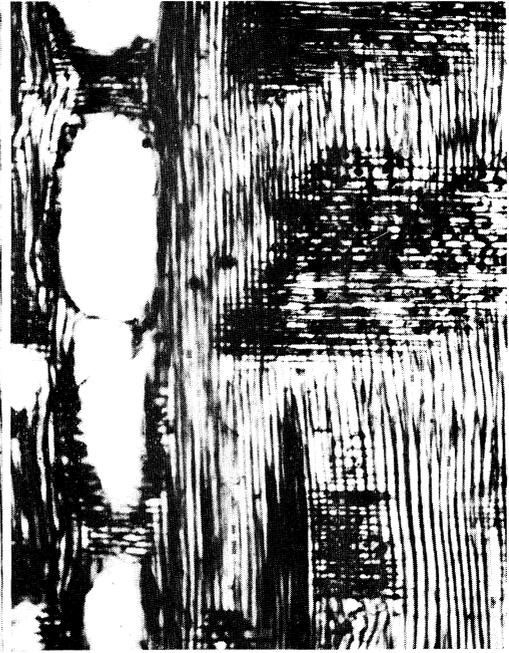


Fig. 48 × 50

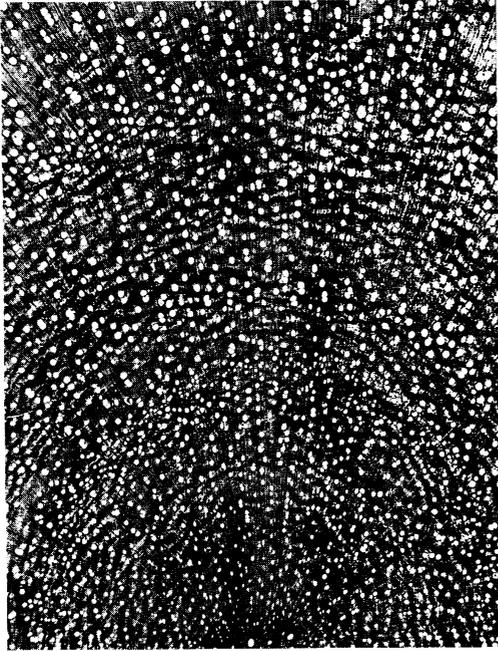


Fig. 49 ×10

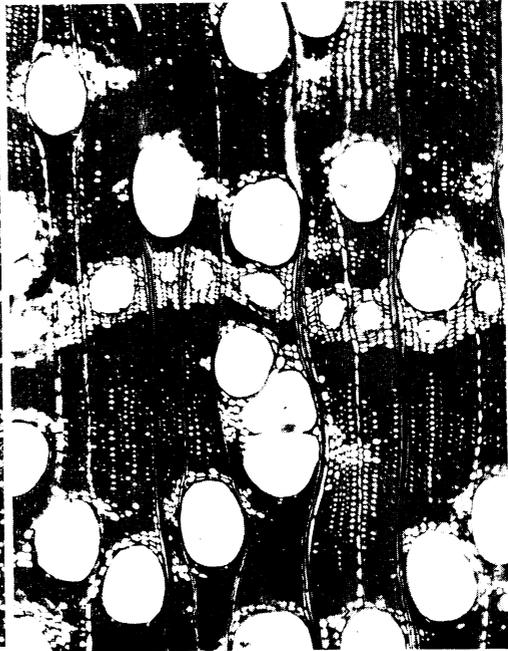


Fig. 50 ×50



Fig. 51 ×100



Fig. 52 ×200



Fig. 53 VI A-3-b

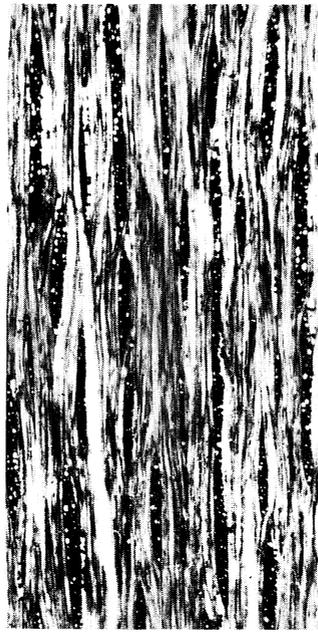


Fig. 54 VI A-3-c

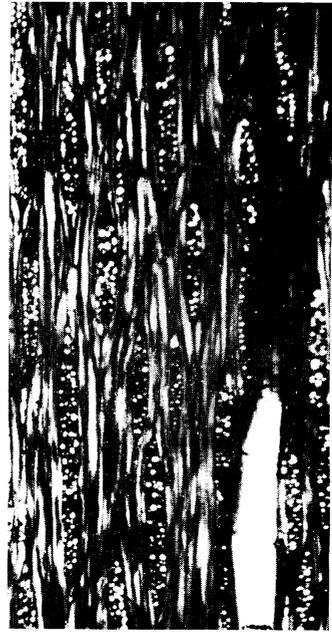


Fig. 55 VI A-3-d



Fig. 56 VI A-3-e



Fig. 57 VI A-3-f



Fig. 58 VI A-3-g



Fig. 59 VI A-7-a



Fig. 60 VI A-7-b

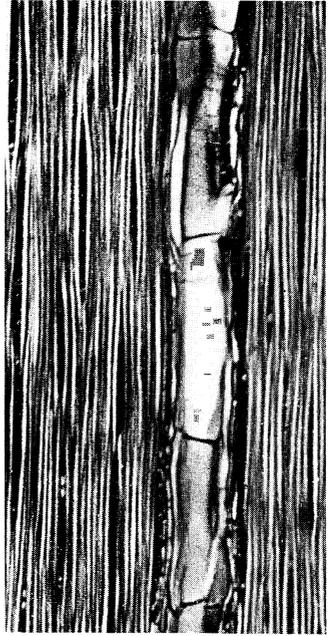


Fig. 61 VI-7-c

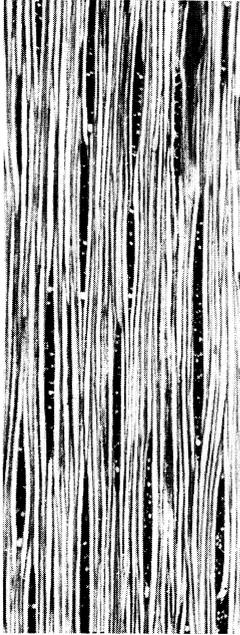


Fig. 62 VI A-7-d



Fig. 63 VI A-7-e



Fig. 64 VI A7-f

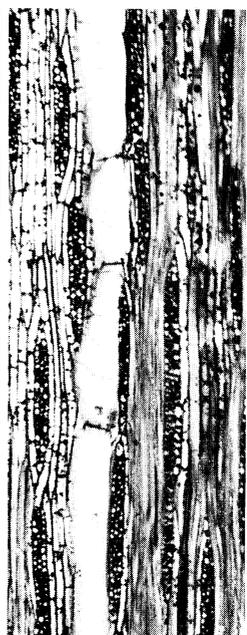


Fig. 65 VI A-7-g

図版の説明

(Explanation of figures)

Plate 1 V/A-1-f Bangkirai

Fig. 1 : C.S. (×10) Fig. 2 : C.S. (×50) Fig. 3 : T.S. (×50)
 Fig. 4 : R.S. (×50)

Plate 2 V/A-2-f Bangkirai

Fig. 5 : C.S. (×10) Fig. 6 : C.S. (×50) Fig. 7 : T.S. (×50)
 Fig. 8 : R.S. (×50)

Plate 3 V/A-3-f Bangkirai

Fig. 9 : C.S. (×10) Fig. 10 : C.S. (×50) Fig. 11 : T.S. (×50)
 Fig. 12 : R.S. (×50)

Plate 4 V/A-4-f Bangkirai

Fig. 13 : C.S. (×10) Fig. 14 : C.S. (×50) Fig. 15 : T.S. (×50)
 Fig. 16 : R.S. (×50)

Plate 5 V/A-6-f Bangkirai

Fig. 17 : C.S. (×10) Fig. 18 : C.S. (×50) Fig. 19 : T.S. (×50)
 Fig. 20 : R.S. (×50)

Plate 6 V/A-7-f Bangkirai

Fig. 21 : C.S. (×10) Fig. 22 : C.S. (×50) Fig. 23 : T.S. (×50)
 Fig. 24 : R.S. (×50)

Plate 7 V/A-8-f Bangkirai

Fig. 25 : C.S. (×10) Fig. 26 : C.S. (×50) Fig. 27 : T.S. (×50)
 Fig. 28 : R.S. (×50)

Plate 8 V/A-9-f Bangkirai

Fig. 29 : C.S. (×10) Fig. 30 : C.S. (×50) Fig. 31 : T.S. (×50)
 Fig. 32 : R.S. (×50)

Plate 9 3124 Bangkirai (*Shorea laevifolia* ENDERT)

Fig. 33 : C.S. (×10) Fig. 34 : C.S. (×50) Fig. 35 : T.S. (×50)
 Fig. 36 : R.S. (×50)

Plate 10 5171 Selangan batu kumus (*Shorea laevis* RIDL.)

Fig. 37 : C.S. (×10) Fig. 38 : C.S. (×50) Fig. 39 : T.S. (×50)
 Fig. 40 : R.S. (×50)

Plate 11 V/B-5-e White meranti

Fig. 41 : C.S. (×10) Fig. 42 : C.S. (×50) Fig. 43 : T.S. (×50)
 Fig. 44 : R.S. (×50)

Plate 12 V/B-10-e White meranti

Fig. 45 : C.S. (×10) Fig. 46 : C.S. (×50) Fig. 47 : T.S. (×50)
 Fig. 48 : R.S. (×50)

Plate 13

Fig. 49 : VI A-7-a C.S. (×10)

髓心部付近を示す。Showing the part near pith.

Fig. 50 : VI A-7-e, C.S. (×50) しばしば出現する比較的薄膜の真正木繊維組織を示す。Relatively thin-walled libriform fibres tissue frequently occurred in the ground tissue which consists thick-walled libriform fibres.

Fig. 51 : 5171, R.S. (×200), Selangan batu kumus (*Shorea laevis* RIDL.) の結晶細胞を示す。Rhomboidal crystal cell are seen in axial parenchyma.

Fig. 52 : VI B-5-e, R.S. (×200), 放射組織中のシリカの結晶を示す。Silica crystals are seen in ray parenchymas.

Plate 14 : VI A-3, Bangkirai

Fig. 53~58 (T.S. ×25), 板目面における放射組織の形態の変異性を示す。Showing variability of the ray tissue in tangential sections.

Plate 15 : VI A-7, Bangkirai

Fig. 59~65 (T.S. ×25), 板目面における放射組織の形態の変異性を示す。Showing variability of the ray tissue in tangential sections.

**II. Identification and Anatomical Characters of Bangkirai
and White Meranti Woods grown in Kalimantan**

Yaichi KOBAYASHI

(Résumé)

In this paper the author made a study of identification and anatomical characters on eight logs of “Bangkirai” and two of “White meranti”, which were obtained from Kalimantan, Indonesia, for a program of the series-study of “The Properties of Tropical Woods”. “Bangkirai” woods were identified, as those from *Shorea laevis* and “White meranti” those from the species belonging to the Sect. *Anthoshorea* of the Genus *Shorea*. Anatomical characters of these woods are shown in Table 5.

**III. カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材
の容積重と収縮率のあらわれかた**

中 野 達 夫⁽¹⁾
蕪 木 自 輔⁽²⁾

この試験項目ではカリマンタン産バンキライ (*Shorea laevis* RIDL.) 材 6 本およびホワイト メランチ (*Shorea* sp., Section *Anthoshorea*) 材 2 本の丸太について、収縮率および容積重を測定し、これらの測定値がどの程度の大きさと分布とをもってあらわれるか、また、測定値と試料因子、あるいは測定値相互の間どのような関係があるかを検討することで、これらの樹種の収縮特性を見いだすことを主眼として調査

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

した。

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

1. 供試材および測定方法

(1) 供試材

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

供試丸太本数はバンキライが6本、ホワイト メランチが2本であつたが、試験片採材にあたっては、各丸太ともその中間位置からそれぞれ円板を採取し、供試材とした。

これらの円板から試験片を採取するにあたっては、ほぼ中庸な半径長と認められる1方向において、樹心から周辺部に向かって、JIS Z 2103 に定められている30mm (接線方向) × 30mm (半径方向) × 5mm (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、5mm (接線方向) × 30mm (半径方向) × 60mm (軸方向) の柁目試片を木取った。各試験片については、その原木番号と樹心から試験片中央位置までの距離とをもって試片番号とし、とりまとめの便をはかった。これらの測定に供した試片数はバンキライが91個、ホワイト メランチが28個である。

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

樹種	Species	種	丸太番号 Log number	本数 Number of logs	試片数 Number of specimens
バンキライ	<i>Shorea laevis</i>		VI A 1, 3, 6, 7, 8, 9,	6	91
ホワイト メランチ	<i>Shorea</i> sp.		VI B 5, 10	2	28
合	Total	計	—	8	119

(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 ($\alpha_{15}\%$)、含水率1%あたりの平均収縮率 ($\delta\%$) および全収縮率 ($\alpha\%$) 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 1/100mm のダイヤル・ゲージを使用し、重量の測定には精度 1/1,000 g の化学天秤を使用した。

また、同時に容積収縮率 (全収縮率 $\alpha_v\%$) をも算出し、さらに容積密度数 ($R \text{ kg/m}^3$)、全乾容積重 ($r_0 \text{ g/cm}^3$) および含水率15%時の気乾容積重 ($r_{15} \text{ g/cm}^3$) 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

樹種べつ、丸太べつの容積密度数、気乾 (含水率15%) 時容積重、全乾容積重および接線、半径、軸の各方向ならびに容積収縮率の最大値、最小値、平均値および試片の代表する円面積で重み付けした平均値 (\bar{X}) を総括して Table 2 に示す。なお、この Table には、半径方向の収縮率、容積全収縮率および容積

Table 2. 樹種, 丸太べつの収縮率
Shrinkage and density at

樹種 Species	丸太番号 Log number	代表値 Representative figure	木口試片による測定 Measurement by cross section						
			δ		α_{15}		α		
			<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>v</i>
バンキライ <i>Shorea laevis</i>	ⅥA- 1	<i>n</i>	7	7	7	7	7	7	7
		Max.	0.418	0.236	4.61	1.52	10.25	5.01	14.75
		Min.	0.384	0.159	2.67	0.96	7.22	3.32	10.47
		\bar{x}	0.391	0.214	3.70	1.35	9.35	4.51	13.66
	\bar{X}	0.399	0.218	3.90	1.39	9.65	4.62	14.03	
	ⅥA- 3	<i>n</i>	6	6	6	6	6	6	6
		Max.	0.413	0.209	3.22	1.35	9.22	4.44	13.42
		Min.	0.380	0.180	2.57	1.08	8.21	3.74	11.92
		\bar{x}	0.392	0.193	2.81	1.19	8.53	4.05	12.48
	\bar{X}	0.393	0.194	2.84	1.19	8.56	4.07	12.52	
	ⅥA- 6	<i>n</i>	9	9	9	9	9	9	9
		Max.	0.416	0.291	3.63	2.18	9.51	6.20	15.28
Min.		0.336	0.227	2.87	1.13	8.48	4.61	13.36	
\bar{x}		0.394	0.260	3.22	1.71	8.94	5.55	14.26	
\bar{X}	0.407	0.261	3.14	1.57	9.06	5.42	14.26		
ⅥA- 7	<i>n</i>	9	9	9	9	9	9	9	
	Max.	0.438	0.280	4.17	1.82	9.87	5.87	15.20	
	Min.	0.298	0.172	2.91	1.06	7.76	3.81	11.64	
	\bar{x}	0.404	0.233	3.34	1.48	9.21	4.93	13.92	
\bar{X}	0.417	0.237	3.18	1.42	9.24	4.92	13.98		
ⅥA- 8	<i>n</i>	6	6	6	6	6	6	6	
	Max.	0.409	0.256	3.64	1.70	9.42	5.47	14.17	
	Min.	0.382	0.198	2.64	1.10	8.51	4.11	12.50	
	\bar{x}	0.398	0.223	3.10	1.34	8.89	4.64	13.37	
\bar{X}	0.398	0.221	3.08	1.32	8.87	4.59	13.40		
ⅥA- 9	<i>n</i>	8	8	8	8	8	8	8	
	Max.	0.396	0.247	3.66	1.70	9.10	5.34	14.08	
	Min.	0.335	0.166	3.00	1.16	8.06	3.62	11.73	
	\bar{x}	0.377	0.201	3.25	1.46	8.72	4.83	13.37	
\bar{X}	0.380	0.185	3.27	1.44	8.78	4.88	13.50		
全 体 Over all	<i>n</i>	45	45	45	45	45	45	45	
	Max.	0.438	0.291	4.61	2.18	10.25	6.20	15.28	
	Min.	0.298	0.159	2.57	0.96	7.22	3.32	10.47	
	\bar{x}	0.393	0.223	3.25	1.44	8.96	4.81	13.59	
\bar{X}	0.399	0.218	3.24	1.39	9.03	4.75	13.62		
ホワイト メランチ <i>Shorea sp.</i>	ⅥA- 5	<i>n</i>	7	7	7	7	7	7	7
		Max.	0.321	0.178	3.46	1.57	7.71	3.98	11.86
		Min.	0.277	0.131	2.46	0.84	6.83	2.78	9.95
		\bar{x}	0.303	0.154	2.90	1.20	7.31	3.46	10.94
	\bar{X}	0.307	0.145	2.73	1.02	7.21	3.14	10.61	
	ⅥA-10	<i>n</i>	7	7	7	7	7	7	7
		Max.	0.369	0.214	4.98	2.22	9.90	5.30	14.86
		Min.	0.306	0.136	2.65	0.80	7.13	2.82	10.12
		\bar{x}	0.331	0.174	3.41	1.37	8.23	3.95	12.14
	\bar{X}	0.327	0.164	3.14	1.20	7.91	3.63	11.56	
	全 体 Over all	<i>n</i>	14	14	14	14	14	14	14
		Max.	0.369	0.214	4.98	2.22	9.90	5.30	14.86
Min.		0.277	0.131	2.46	0.80	6.83	2.78	9.95	
\bar{x}		0.317	0.164	3.15	1.29	7.77	3.70	11.54	
\bar{X}	0.317	0.155	2.94	1.11	7.56	3.39	11.09		

および容積重測定値総括表
each species and log

値 specimens			証目試片による測定値 Measurement by radial section specimens									
容 積 重 Density			δ		α_{15}		α			容 積 重 Density		
R	r_0	r_{15}	r	l	r	l	r	l	u	R	r_0	r_{15}
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
809	0.96	0.99	0.238	0.010	1.41	0.06	4.83	0.20	14.57	815	0.95	0.99
561	0.63	0.67	0.171	0.007	1.11	0.01	3.64	0.13	10.70	622	0.70	0.74
743	0.86	0.90	0.213	0.009	1.35	0.04	4.50	0.17	13.39	760	0.88	0.92
768	0.90	0.93	0.217	0.008	1.36	0.03	4.58	0.16	13.71	778	0.90	0.95
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
791	0.91	0.95	0.209	0.012	1.20	0.07	4.38	0.25	13.61	803	0.93	0.97
713	0.81	0.85	0.180	0.007	1.01	0.03	3.68	0.15	11.43	715	0.82	0.86
753	0.86	0.90	0.188	0.009	1.16	0.05	3.95	0.18	12.38	752	0.86	0.90
755	0.86	0.91	0.188	0.009	1.18	0.04	3.97	0.18	12.40	754	0.86	0.91
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
791	0.93	0.96	0.287	0.009	2.03	0.03	6.18	0.15	14.81	795	0.93	0.96
579	0.67	0.71	0.224	0.006	1.32	0.00	4.65	0.12	12.66	573	0.67	0.70
728	0.85	0.88	0.256	0.008	1.70	0.01	5.46	0.13	13.94	732	0.85	0.88
756	0.88	0.91	0.255	0.007	1.58	0.02	5.34	0.13	13.92	762	0.89	0.92
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
816	0.96	0.99	0.255	0.009	1.85	0.04	5.38	0.15	15.24	758	0.88	0.92
519	0.59	0.63	0.184	0.007	1.28	-0.02	4.21	0.10	11.60	478	0.54	0.58
724	0.84	0.88	0.225	0.008	1.49	0.01	4.82	0.13	13.25	674	0.78	0.82
757	0.88	0.91	0.229	0.008	1.44	0.02	4.82	0.13	13.30	716	0.83	0.86
6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
775	0.90	0.94	0.254	0.011	1.87	0.05	5.61	0.22	14.98	773	0.90	0.93
696	0.80	0.83	0.168	0.008	1.15	0.03	3.95	0.15	11.64	691	0.78	0.83
728	0.83	0.88	0.222	0.009	1.44	0.04	4.72	0.19	13.33	730	0.84	0.88
725	0.84	0.88	0.215	0.009	1.35	0.04	4.53	0.19	13.05	723	0.83	0.87
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
715	0.85	0.87	0.244	0.017	1.63	0.06	5.24	0.32	13.81	699	0.81	0.85
459	0.52	0.55	0.168	0.008	1.20	0.00	3.68	0.12	11.40	468	0.53	0.56
663	0.77	0.80	0.220	0.010	1.46	0.03	4.71	0.17	12.94	659	0.76	0.80
685	0.79	0.83	0.224	0.010	1.46	0.03	4.77	0.18	13.18	680	0.78	0.82
45	45	45	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
816	0.96	0.99	0.287	0.017	2.03	0.07	6.18	0.32	15.24	815	0.95	0.99
459	0.52	0.55	0.168	0.006	1.01	-0.02	3.64	0.10	10.70	468	0.53	0.56
721	0.84	0.87	0.223	0.009	1.45	0.03	4.75	0.16	13.25	714	0.83	0.86
741	0.86	0.90	0.221	0.009	1.40	0.03	4.67	0.16	13.26	736	0.85	0.89
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
498	0.56	0.60	0.168	0.016	1.52	0.17	3.95	0.42	12.01	498	0.55	0.59
407	0.46	0.49	0.113	0.010	0.78	0.02	2.46	0.17	9.57	422	0.48	0.51
468	0.53	0.56	0.146	0.013	1.15	0.08	3.31	0.27	10.68	463	0.52	0.56
476	0.53	0.57	0.134	0.013	0.98	0.09	2.98	0.28	10.17	471	0.53	0.56
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
612	0.70	0.74	0.207	0.014	1.96	0.07	4.97	0.28	13.83	597	0.67	0.71
418	0.49	0.52	0.125	0.009	0.82	0.01	2.69	0.18	9.86	412	0.48	0.51
494	0.56	0.60	0.165	0.012	1.27	0.04	3.72	0.23	11.38	489	0.55	0.59
503	0.57	0.61	0.155	0.012	1.10	0.05	3.40	0.23	10.86	500	0.56	0.60
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
612	0.70	0.74	0.207	0.016	1.96	0.17	4.97	0.42	13.83	597	0.67	0.71
407	0.46	0.49	0.113	0.009	0.78	0.01	2.46	0.17	9.57	412	0.48	0.51
481	0.55	0.58	0.156	0.013	1.21	0.06	3.52	0.25	11.03	476	0.54	0.57
490	0.55	0.59	0.145	0.013	1.04	0.07	3.19	0.26	10.52	486	0.55	0.58

- (注) α_{15} : 生材から気乾(含水率15%)までの収縮率
Shrinkage percent when green to air dry (15% moisture content) (%).
(Remarks) δ : 含水率1%あたりの平均収縮率(%).
Shrinkage percent per unit moisture content (%).
- α : 生材から全乾までの全収縮率(%).
Shrinkage percent when green to oven dry (%).
- t : 接線方向
Tangential direction.
- r : 半径方向
Radial direction.
- l : 軸方向
Axial direction.
- v : 容積
Volume.
- R : 容積密度数 (kg/m^3)
Bulk density (kg/m^3).
- r_0 : 全乾容積重 (g/cm^3)
Apparent specific gravity in oven dry (g/cm^3).
- r_{15} : 含水率15%時に換算した容積重 (g/cm^3)
Apparent specific gravity in air dry (at 15% moisture content) (g/cm^3).
- n : 試片数
Number of measurements.
- Max.: 最大値
Maximum value.
- Min.: 最小値
Minimum value.
- \bar{x} : 算術平均値
Mean value.
- \bar{X} : 各試片が代表する円板中の面積を重みとした平均値
Mean value weighted by the area, represented by each specimen, in the disk.

重について、木口試片による測定値と柾目試片による測定値を重複してかかげているが、これらの平均値¹⁾を比較すると試験片の形状にともなう測定値の差、あるいは両試片の採材位置のずれにともなう測定値の差は無視しうる程度であることが明らかである。また、樹心から周辺部にわたるこれらの値の変化は両試片の測定値で等しくあらわれるが、このことは、両試片におけるそれぞれの測定値の最大値および最小値を比較するとき、それらの測定値が両試片でほぼ等しいことから確認され、さらに、付随的には両試片の値の比較によって、測定および計算にともなう誤りのないことも同時に示している。この結果、木口試片からの接線および半径方向の収縮率と、柾目試片からの軸方向の収縮率は同一試片からの値とみなしてさしつかえないであろうし、また、容積全収縮率、半径方向収縮率および容積重は、木口試片による値で代表してもよいであろうと考えられるので、以下の考察においては、柾目試片による測定値からは軸方向からの収縮率のみを用い、そのほかは木口試片による測定値を用いることとする。

Table 2において、容積密度の \bar{X} はパンキライではVIA-1の丸太が $768 \text{ kg}/\text{m}^3$ で測定丸太中最も重く、

VIA-9の丸太が685 kg/m³で最も軽く、全体の平均では741 kg/m³を示して南洋材³⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾¹⁰⁾のうちでも重い部類に属する。また、ホワイト メランチでの容積密度数の \bar{X} は、供試した2本の丸太での差は少なく全体の平均で490 kg/m³で、南洋材の中ではやや軽い値である。

容積全収縮率の \bar{X} はバンキライではVIA-6の丸太が14.26%で最も大きく、VIA-3の丸太が12.52%で最も小さく、全体の平均では13.62%を示して南洋材のうちでは中程度の値である。また、ホワイト メランチでの容積全収縮率の \bar{X} は全体の平均で11.09%を示して、南洋材のうちでも小さい値の部類に属する。

バンキライについての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Fig. 1～3に、また、ホワイト メランチのそれらをFig. 4～6にそれぞれ示す。Fig. 1において、600 kg/m³より低い値の容積密度数が出現しているのは、後述する丸太内水平分布 (Fig. 7) で認められるように、樹心部にあらわれる低比重材の値によるものである。

以上の結果を、文献で見られるインドネシア産およびマラヤ産の同属あるいは同樹種の代表値⁵⁾⁹⁾と比較してTable 3に示す。これによると、バンキライについてはマラヤ産材の容積密度数がやや大きいほか

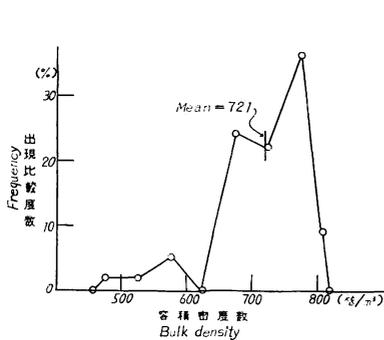


Fig. 1 容積密度数の出現比較度数分布 (バンキライ)

Frequency polygon of bulk density (Bangkirai).

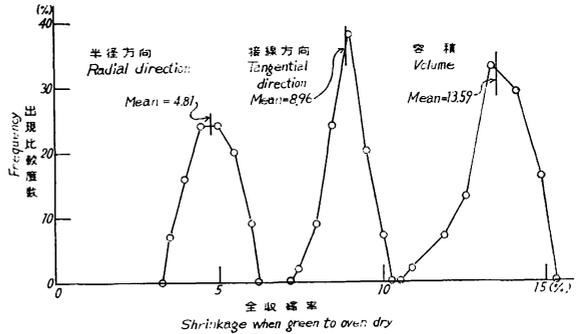


Fig. 2 半径、接線方向および容積収縮率の出現比較度数分布 (バンキライ)

Frequency polygons of radial, tangential and volumetric shrinkage when green to oven dry (Bangkirai).

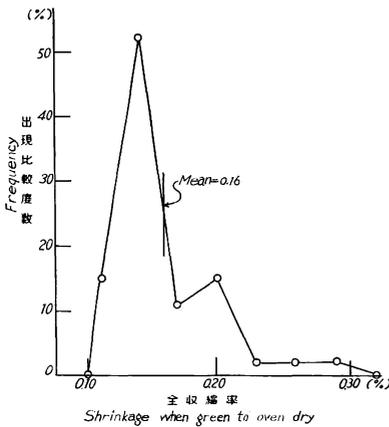


Fig. 3 軸方向収縮率の出現比較度数分布 (バンキライ)

Frequency polygon of axial shrinkage when green to oven dry (Bangkirai).

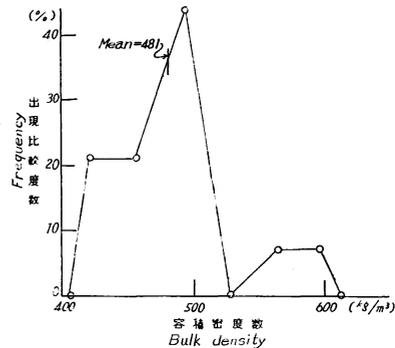


Fig. 4 容積密度数の出現比較度数分布 (ホワイト メランチ)

Frequency polygon of bulk density (White meranti).

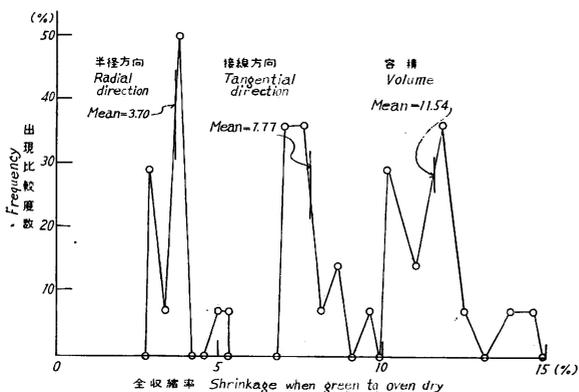


Fig. 5 半径、接線方向 および容積収縮率の出現比較度数分布 (ホワイト メランチ)

Frequency polygons of radial, tangential and volumetric shrinkage when green to oven dry (White meranti).

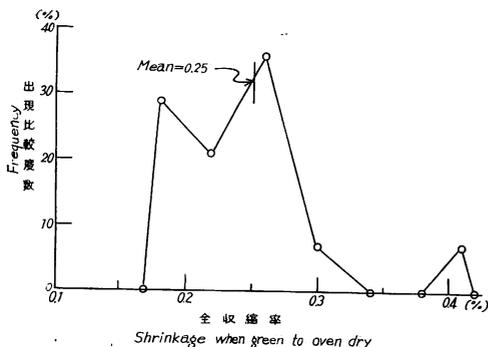


Fig. 6 軸方向収縮率の出現比較度数分布 (ホワイト メランチ)

Frequency polygon of axial shrinkage when green to oven dry (White meranti).

は、3者の値に差は認められない。また、ホワイト メランチでは本試験の結果は、マラヤ産のホワイト メランチの代表的な樹種である *Shorea bracteolata* と容積密度数、収縮率とも近似した値を示している。

(2) 容積密度数および収縮率の丸太内水平分布

容積密度数および接線方向、半径方向および容積収縮率の丸太内水平分布をバンキライについては Fig. 7 に、またホワイト メランチについては Fig. 8 に示す。

Fig. 7 によると、バンキライの容積密度数および各収縮率は、樹心からのへだたりが30%前後から樹心部にわたって各丸太とも減少する傾向を示している。しかし、これ以外の部分では全体の傾向として容積密度数は変動が少なく、容積全収縮率も比較的安定している。

Fig. 8 によると、ホワイト メランチの容積密度数は VB-10 の丸太の樹心からのへだたりが50%から70%にわたる部分で、特に高い値を示すほかは、ほぼ等しい値で2本の丸太の差も少ない。また、各収縮率は2本の丸太を含めた傾向として、樹心から周辺部にわたって減少しているが、2本の丸太の差は著しい。

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

現地名 Vernacular name	学名 Botanical name	容積密度数 Bulk density (kg/m ³)	全収縮率(%) Shrinkage when green to oven dry		文献 Literature
			接線方向 Tangential	半径方向 Radial	
バンキライ	<i>Shorea laevis</i>	741	9.03	4.75	本実験値 This report
		730	8.3	4.5	10)
		800	9.3	4.2	5)
ホワイト メランチ	<i>Shorea</i> sp.	490	7.56	3.39	本実験値 This report
	<i>Shorea bracteolata</i>	480	8.2	4.4	5)

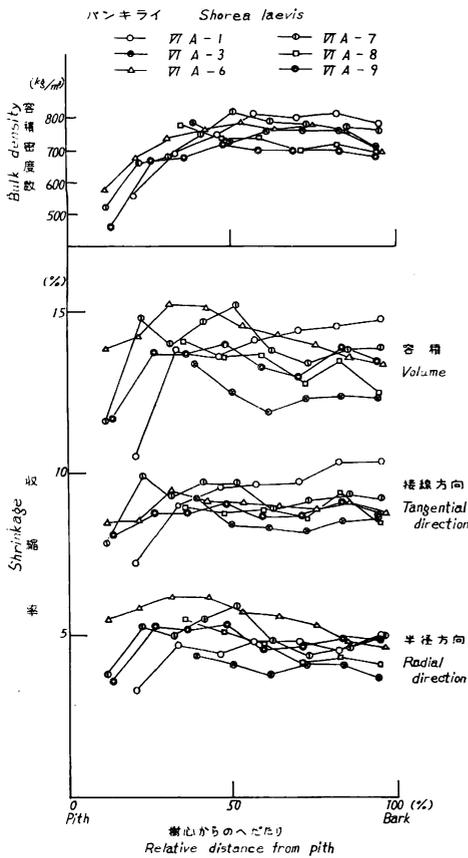


Fig. 7 容積密度数および全収縮率の丸太内水平分布 (バンキライ)
 Transversal distribution of bulk density and shrinkage when green to oven dry in relation to relative distance from pith (Bangkirai).

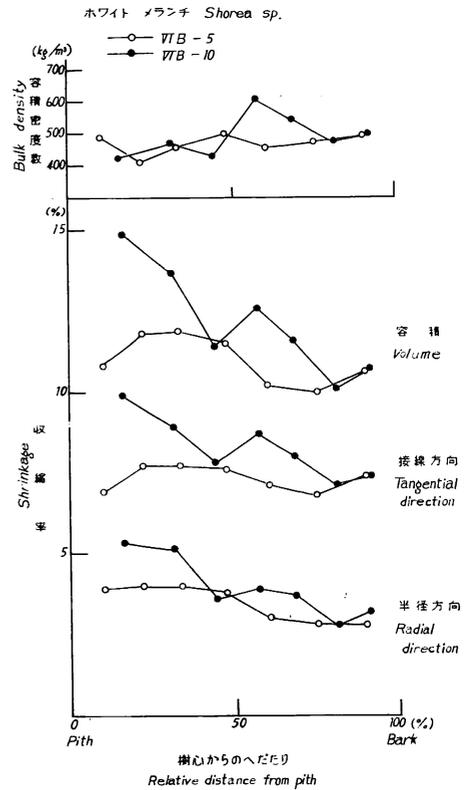


Fig. 8 容積密度数および全収縮率の丸太内水平分布 (ホワイト メランチ)
 Transversal distribution of bulk density and shrinkage when green to oven dry in relation to relative distance from pith (White meranti).

3. 相互関係についての考察

(1) 容積密度数と容積収縮率の関係

容積密度数 (R) と容積全収縮率 (α_v) の関係を樹種べつ、丸太べつに Fig. 9 にかかげる。これによると、バンキライの α_v の値はほとんどが $17R \sim 21R$ の範囲に含まれ、また、ホワイト メランチの α_v の値は $21R$ よりすべて大きく、きわめて変動に富んでいる。容積密度数の減少にともなう容積全収縮率の減少の関係は、両樹種をこみにした場合明らかに認められるが、その関係は同図に併記した原点を通る直線の傾斜とは必ずしも一致していないようである。また、この関係はそれぞれの樹種のなかでは必ずしも明確ではない。

容積密度数と容積全収縮率の関係を α_v/R なる比として算出し、その最大値、最小値および平均値を樹種べつ、丸太べつに Table 4 に示す。Table 4 において、バンキライの丸太べつ平均値は VIA-3 が最も小さく 16.6、VIA-9 が最も大きく 20.4、全体の平均値は 19.0 を示している。このように α_v/R 値の平均値が 10 台を示す樹種は、多くの有用樹種の中でも比較的少なく、*Shorea* 節 (あるいは *Eushorea* 節) の $R-\alpha_v$ 関係の顕著な特性と考えられる。

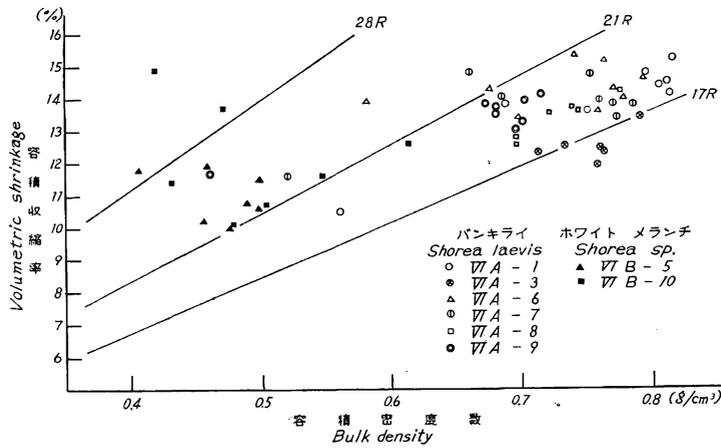


Fig. 9 容積全収縮率と容積密度数との関係
Relation between volumetric shrinkage when green to oven dry and bulk density.

Table 4. 樹種べつ, 丸太べつの α_v/R 値
Value of α_v/R on each species and log

樹種 Species	丸太番号 Log number	α_v/R		
		Max.	Min.	Mean
バンキライ <i>Shorea laevis</i>	VI A-1	20.0	17.4	18.4
	VI A-3	17.3	15.7	16.6
	VI A-6	23.9	17.9	19.8
	VI A-7	22.5	17.4	19.4
	VI A-8	18.8	18.0	18.4
	VI A-9	25.6	18.7	20.4
	全体 Over all	25.6	15.7	19.0
ホワイトメランチ <i>Shorea sp.</i>	VI B-5	28.9	20.9	23.5
	VI B-10	35.6	20.5	25.1
	全体 Over all	35.6	20.5	24.3

また, Table 4において, ホワイトメランチの α_v/R 値は最大値が35.6, 最小値が20.5, 平均値が24.3を示し, バンキライより大きいが多い樹種の¹⁾の平均値 $\alpha_v/R=28$ よりかなり低い値である。

さらに, α_v/R 値の樹心からのへだたりにもなる出現状態を Fig. 10, Fig. 11 にかかげる。Fig. 10によると, バンキライの α_v/R 値は樹心からのへだたりが約30%までの部分で急減しているが, この位置をこえると, 丸太によって多少の差はあるが, いずれもかなり安定した値をとりながら横軸にたいして下に凸な変化を示している。また, Fig. 11において, ホワイトメランチの α_v/R 値は VI B-5 の試料で樹心部に急減する傾向がみられたが, VI B-10 の試料ではこれに相応する部位からの試片が採取できず, この傾向が一般的なものかは不明である。しかし, この樹心部の位置をこえて約50%の部分までは, 樹心からのへだたりによつて α_v/R 値は減少し, その後周辺部にわたっては比較的安定している経過は両試料とも同一である。この結果, 両樹種をつうじて, 丸太内の α_v/R 値の変動は樹心から周辺にわたる変動であることがわかる。

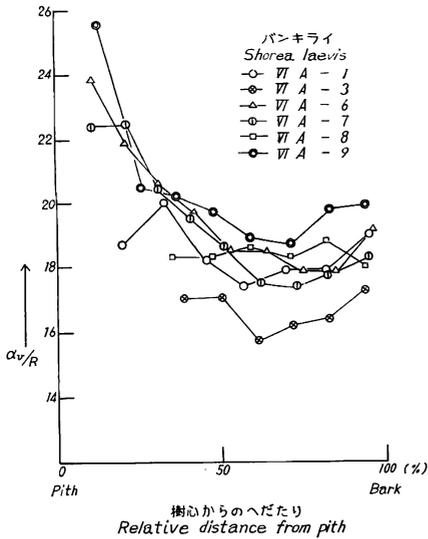


Fig. 10 α_v/R 値の丸太内水平分布 (バンキライ)
Transversal distribution of α_v/R value in relative distance from pith (Bangkirai).

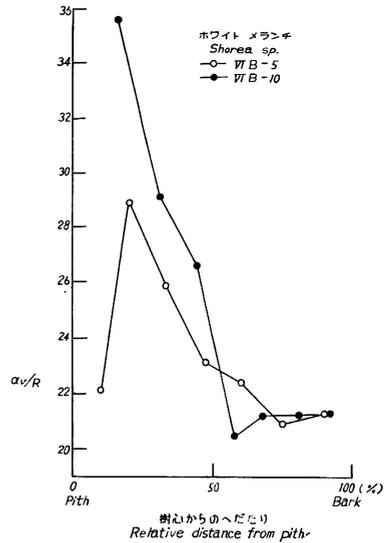


Fig. 11 α_v/R 値の丸太内水平分布 (ホワイト メランチ)
Transversal distribution of α_v/R value in relative distance from pith (White meranti).

(2) 横断面収縮異方度

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

Table 5 において, バンキライの t/r , t_{15}/r_{15} および t_{δ}/r_{δ} は丸太べつの平均値では VIA-3 がそれぞれ 2.11, 2.38 および 2.04 を示して最も大きく, VIA-6 がそれぞれ 1.62, 1.94 および 1.52 を示して他の丸

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

樹種 Species	丸太番号 Log number	t/r			t_{15}/r_{15}			t_{δ}/r_{δ}		
		Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean
バンキライ Shorea laevis	VIA-1	2.27	1.90	2.08	3.24	2.42	2.75	1.96	1.67	1.84
	VIA-3	2.29	1.99	2.11	2.48	2.14	2.38	2.23	1.96	2.04
	VIA-6	1.88	1.46	1.62	2.54	1.64	1.94	1.71	1.38	1.52
	VIA-7	2.08	1.66	1.88	2.72	1.94	2.29	1.90	1.56	1.74
	VIA-8	2.17	1.65	1.93	2.91	1.89	2.34	2.03	1.57	1.81
	VIA-9	2.23	1.67	1.82	2.76	1.95	2.26	2.02	1.56	1.67
	全体 Over all		2.29	1.46	1.89	3.24	1.64	2.30	2.23	1.38
ホワイト メランチ Shorea sp.	VIB-5	2.75	1.75	2.18	3.00	1.89	2.51	2.33	1.69	1.99
	VIB-10	2.53	1.74	2.14	3.31	2.02	2.60	2.26	1.58	1.93
	全体 Over all		2.75	1.74	2.16	3.31	1.89	2.56	2.33	1.58

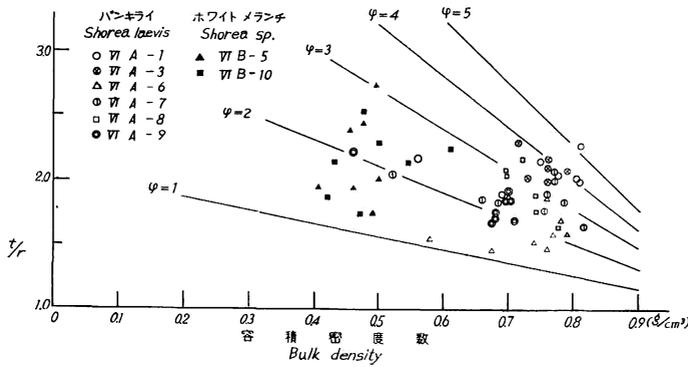
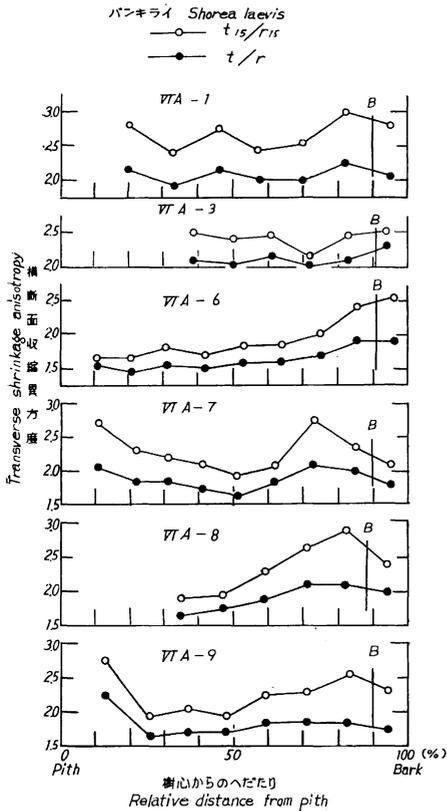


Fig. 12 横断面収縮異方度と容積密度数との関係
Relation between transverse shrinkage anisotropy and bulk density.

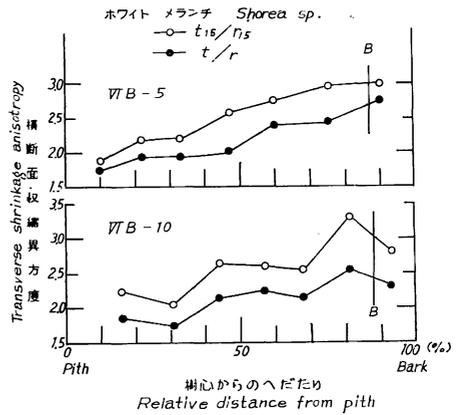


B: 辺・心材界 Border between sap- and heartwood.

Fig. 13 横断面収縮異方度の丸太内水平分布 (バンキライ)

Transversal distribution of transverse shrinkage anisotropy in relative distance from pith (Bangkirai).

以上のような数値を示す t/r と容積密度数の関係を樹種べつ、丸太べつにかかざると Fig. 12 のごとく



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

Fig. 14 横断面収縮異方度の丸太内水平分布 (ホワイトメランチ)

Transversal distribution of transverse shrinkage anisotropy in relative distance from pith (White meranti).

太の値とはかけ離れて最も小さく、さらに、全体の平均値ではそれぞれ 1.89, 2.30 および 1.75 を示している。また、 t_{15}/r_{15} はすべての丸太で t_{δ}/r_{δ} より大きく全体の平均で 0.55 上まわっている。

同じく Table 5 によると、ホワイトメランチの t/r , t_{15}/r_{15} および t_{δ}/r_{δ} は丸太間の差は少なく、全体の平均でそれぞれ 2.16, 2.56 および 1.96 を示している。また、 t_{15}/r_{15} は全体の平均で t_{δ}/r_{δ} より 0.60 大きい。

なる。これによると、バンキライおよびホワイト メランチの t/r はともに大きな変動をともなうて、それぞれ別個の集団を形成している。 t/r が容積密度数の減少にしたがって直線的に増加すると仮定した場合の、勾配 $\varphi^8)$ をもつ直線を Fig. 12 に併記したが、両樹種の t/r の集団はやや異なつた φ の範囲にあらわれており、 φ の平均値を求めるとバンキライで 2.83, ホワイト メランチで 2.05 を与え、バンキライがホワイト メランチより容積重の割合からすれば t/r が大きいといえよう。

さらに、 t/r および t_{15}/r_{15} の値を樹心からのへだたりについて樹種べつに示せば Fig. 13 および Fig. 14 のとおりである。Fig. 13 によると、バンキライのこれらの値は、樹心からのへだたりにともない一様な変化は示さず、しいて特徴点を上げれば辺材部に近い心材試片の値が、どの丸太においても比較的高い値を示していることである。また、Fig. 14 によると、ホワイト メランチのこれらの値は、2本の丸太で樹心から周辺部にわたって増加する傾向を示している。

(3) 気乾(含水率15%)時までの収縮と全収縮の関係

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方向についての樹種べつ、丸太べつの最大値、最小値および平均値を Table 6 にかかげる。

これによると、バンキライの接線方向の平均値は、丸太べつには VIA-1 が 39% で最も大きく、VIA-3 が 33% で最も小さく、全体では 36% を示している。また、半径方向の平均値は丸太べつには VIA-6 が 31% で最も大きく、VIA-8 が 28% で最も小さく、全体では 30% を示している。さらに、軸方向の平均値は丸太べつには VIA-3 が 25% で最も大きく、VIA-7 が 9% で最も小さく、全体では 19% を示している。これらの値を多くの樹種の値⁽⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾と比較すると、接線方向および半径方向の全体の平均値は著しく小さい値に属し、軸方向の平均値はほぼ中庸な値に属する。

ホワイト メランチの接線方向の平均値は丸太べつの差は少なく全体では 40% を示し、また、半径方向の平均値は丸太べつには全く等しく全体では 34%、さらに軸方向の平均値は VII B-5 が 28%、VI B-10 が 18%、全体では 23% を示している。これらの値を多くの樹種と比較すると、接線方向および半径方向の値は比較的小さい値に属するが、軸方向の値は大きい部類に属する。

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

樹種 Species	丸太番号 Log number	$t_{15/0}$			$r_{15/0}$			$l_{15/0}$		
		Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean
バンキライ <i>Shorea laevis</i>	VIA-1	45	37	39	31	29	30	30	8	22
	VIA-3	35	31	33	30	28	29	28	20	25
	VIA-6	43	33	36	39	25	31	25	0	11
	VIA-7	44	32	36	34	24	30	27	-20	9
	VIA-8	39	31	35	31	26	28	27	20	22
	VIA-9	40	35	37	32	28	30	30	0	13
	全体 Over all		45	31	36	39	24	30	30	-20
ホワイト メランチ <i>Shorea sp.</i>	VIA-5	45	36	40	39	30	34	40	12	28
	VIA-10	50	37	41	42	28	34	28	5	18
	全体 Over all		50	36	40	42	28	34	40	5

4. 要 約

カリマンタン産バンキライ (*Shorea laevis* RIDL.) 材6本およびホワイトメランチ (*Shorea* sp., Section *Anthoshorea*) 材2本の丸太について、容積重と収縮率の測定をおこない、若干の因子についての相互関係を検討した。

1. 収縮率および容積重について、樹種べつ、丸太べつの最大値、最小値、平均値および出現度数分布の状態をもとめた (Table 2, Fig. 1~6)。また、これらの平均値を文献で見られるそれぞれの平均値と比較した (Table 3)。
2. 容積密度数および収縮率の丸太横断面水平分布をもとめた (Fig. 7~8)。
3. 容積密度数 (R) と容積全収縮率 (α_v) の関係を調べ、 α_v/R 値の丸太横断面水平分布を検討した (Table 4, Fig. 9~11)。
4. 全収縮における横断面収縮異方度 (t/r)、気乾までの収縮における横断面収縮異方度 (t_{15}/r_{15}) および含水率1%あたりの平均収縮率における横断面収縮異方度 (t_{δ}/r_{δ}) の値をもとめ、これらの値の関連性を検討するとともに、 t/r と容積密度数の関係ならびに t/r および t_{15}/r_{15} の丸太横断面水平分布をもあわせ検討した (Table 5, Fig. 12, 13, 14)。
5. 気乾 (含水率15%) 時までの収縮が全収縮にしめる割合の各方向での値を算出した (Table 6)。

文 献

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

III. Density and Shrinkage of Bangkirai and White

Meranti Woods grown in Kalimantan

Tatsuo NAKANO and Jisuke KABURAGI

(Résumé)

In this investigation we made a study of the density and the shrinkage on six Bangkirai (*Shorea laevis* RIDL.), and White meranti (*Shorea* sp., Section *Anthoshorea*) logs grown in Kalimantan, Indonesia.

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

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

The results obtained in this investigation are as follows:

1. The maximum, minimum and mean values of shrinkage and density at each log were obtained and these values are shown in Table 2. Then, the frequency polygons of bulk density and shrinkage when green to oven dry state are shown in Figs. 1~6.

2. The transversal distribution of the bulk density and the shrinkage when green to oven-dry in relation to relative distance from pith are shown in Fig. 7 and 8.

3. The relationship between the bulk density (R g/cm³) and the volumetric shrinkage (α_v %) is given in Fig. 9 and the distribution of the α_v/R values in relation to the distance from pith on each log were abstracted as shown in Figs. 10 and 11. The values of α_v/R at each species and log are shown in Table 4.

4. The values of the transverse shrinkage anisotropy when green to oven dry (t/r) and air-dry (t_{15}/r_{15}), and the unit shrinkage anisotropy based on air dry state to oven-dry (t_{δ}/r_{δ}) were respectively shown in Table 5. Furthermore, the relation between t/r and bulk density and the transversal distributions of t/r and t_{15}/r_{15} in relative distance from pith were abstracted as shown in Figs. 12, 13 and 14.

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

IV. カリマンタン産バンキライ材およびホワイト メランチ材の強度的性質

山井良三郎⁽¹⁾近藤孝一⁽²⁾

まえがき

前報¹⁻⁵⁾にひきつづき、インドネシア共和国カリマンタン地区産のバンキライおよびホワイトメランチ材について、無欠点小試験体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

(1) 木材部材料科強度研究室長・農学博士 (2) 木材部材料科強度研究室

用する場合の一般的指標をうることに、多湿円板から木取った接線方向の横引張試験体につき、単板切削条件の基礎資料となる応力—歪関係を測定することにおいた。

この試験をすすめるにあたり、試験体の製作についてご協力をいただいた大尾重夫、椎橋宗末両技官に対して厚く感謝の意を表する。

1. 供試材料および木取法

供試材料の樹種名、学名、丸太番号、試験群、多湿円板の半径、辺材幅などを Table 1 に示す。I 群は多湿状態に関するもので、厚さ約 20cm の円板から前報²⁾の要領で横引張試験体のみを木取った場合である。すなわち、横断面上で平均的な成長をしていると思われる部位の半径をえらび、辺材部および樹心部（半径約 10cm）を除去した心材部を 2 等分し、樹皮側から B, C, D として、各部位から接線方向の横引張試験体を木取った。また、接線方向と半径方向の応力—歪関係を比較するため、B 部位から半径方向の横引張試験体を木取った。なお、試験体はどの場合も同一部位で樹幹の縦軸方向に 4～5 個ずつ連続して木取った。

II 群または主として気乾状態に関するもので、前述の多湿円板に隣接する約 50cm 長さの丸太から、横方向および縦方向の試験体を木取った場合である。すなわち、横引張および横圧縮の試験体は前述の要領にしたがって、いずれも B 部位から木取ったが、バンキライ材は干割れの発生がはげしいので、各丸太とも横引張試験体の木取りを割愛した。縦方向の試験体は B, C, D 部位から無作為に木取り、縦引張、衝撃曲げの試験体数はそれぞれ 10 本とした。静的曲げ試験体については、気乾状態と多湿状態の比較を行なうため、接線方向に連続する 1 対の試験体を 6～10 組木取り、一方を気乾、他方を多湿の状態に処理した。また、縦圧縮、せん断、部分圧縮の試験体は、静的曲げ試験終了後、試験体の非破壊部分より木取った。なお、バンキライ材では前に述べたように干割れによる採材上の制約をうけ、一部試験体の木取りを省略したのものもある。

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

Table 1. 供試材料の樹種名・記号および番号
Name and mark of materials tested

樹種名 Species (Common name)	学名 Botanical name	丸太番号 Mark of logs	I 群 Group I				II 群 Group II	
			水分状態 Moisture condition	円板厚さ Thickness of disks (cm)	円板半径 Radius of disks (cm)	辺材幅 Width of sapwood (cm)	水分状態 Moisture condition	丸太の長さ Length of log (cm)
バンキライ Bangkirai	<i>Shorea laevis</i> RIDL.	VI A- 3	多湿 Wet	20	36.0	3.0	気乾 Air dry	50
		VI A- 6	〃	〃	64.0	4.0	〃	〃
		VI A- 8	〃	〃	70.0	4.6	〃	〃
		VI A- 9	〃	〃	34.5	3.5	〃	〃
ホワイト メランチ White meranti	<i>Shorea</i> sp.	VI B-10	〃	〃	34.0	4.0	〃	〃

また、気乾状態は室内に放置した状態で、いわゆる人工乾燥は行っていない。

2. 試験方法

試験方法は前報²⁾と全く同様で、大部分は JIS の規定にしたがったが、かたさ試験のみは他の試験体を利用した。すなわち、木口面かたさは縦圧縮試験体の両木口面、柾目面かたさおよび板目面かたさは部分圧縮試験体の該当する側面で測定した。試験体の寸法は縦引張、衝撃曲げ、横引張の場合に辺長 $a=20$ mm、静的曲げ、縦圧縮、せん断、部分圧縮、横圧縮の場合に $a=25$ mm とした。

3. 試験結果と考察

最初に、気乾状態（含水率約15.5%）における各試験丸太ごとの容積重、含水率、静的曲げ、縦圧縮、縦引張、せん断、部分圧縮、かたさ、衝撃曲げなどの試験結果を総括して Table 2 に示す。この表の容積重は静的曲げ、縦圧縮、縦引張、部分圧縮、衝撃曲げなどの試験体から求めた数値を総括したものである。なお、引張試験体の容積重は曲率を付与する以前に測定した。含水率約 15.5%における容積重の総平均はバンキライで 0.89 g/cm^3 、ホワイト メランチで 0.56 g/cm^3 となっている。つぎに、それら各種の強度値間の相互関係を Table 3 に示す。最大強さを容積重で除した形質商 (σ_{max}/R_v) の総平均はバンキライの静的曲げの場合に 16.9 km、縦圧縮で 7.7 km、縦引張で 20.7 km となり、ホワイト メランチの静的曲げの場合に 16.3 km、縦圧縮で 7.5 km、縦引張で 24.2 km となった。

また、最大強さをヤング係数で除した値 (σ_{max}/E) の総平均はバンキライの静的曲げで 0.86×10^{-2} 、縦圧縮で 0.33×10^{-2} 、縦引張で 0.86×10^{-2} となり、ホワイト メランチの静的曲げで 0.73×10^{-2} 、縦圧縮で 0.26×10^{-2} 、縦引張で 0.96×10^{-2} となった。バンキライの縦引張における σ_{max}/E の値や、ホワイト メランチの縦圧縮における σ_{max}/E の値が、これまで報告した樹種にくらべてやや小さな結果となっている。最大強さに対する比例限度の比 (σ_p/σ_{max}) は、バンキライの静的曲げで 0.58、縦圧縮で 0.77、縦引張で 0.79 となり、ホワイト メランチの静的曲げで 0.54、縦圧縮で 0.77、縦引張で 0.81 となった。

各丸太ごとの縦圧縮強さ (σ_c) と縦引張強さ (σ_t) の平均値を次式

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

に代入して、静的曲げ強さの計算値 (σ_{br}) を求めると、実測値に対する計算値の比はバンキライで 0.86～0.90、ホワイト メランチで 0.94 となる。縦圧縮強さを柾目面せん断強さで除した値 (σ_c/τ_R) の総平均はバンキライで 4.5、ホワイト メランチで 4.1 であるが、バンキライの丸太番号 VI A-6 はかなり大きく、その平均値が 5.3 である。なお、柾目面せん断強さ (τ_R) と板目面せん断強さ (τ_T) を比較すると、 τ_T/τ_R の総平均がバンキライで 1.22 となり、板目面の値が約 20% 大きいのにに対し、ホワイト メランチでは明りょうな差が認められない。また縦圧縮強さを木口面かたさで除した値 (σ_c/H_i) について単位を無視して示すと、その総平均は両樹種ともほぼ 80 である。衝撃曲げ吸収エネルギーを容積重の 2 乗で除した値 (a/R_a^2) についても単位を無視して示すと、その総平均はバンキライで 1.7、ホワイト メランチで 2.6 となる。このホワイト メランチの値はこれまで報告した樹種にくらべてやや大きな結果となっている。

つぎに、多湿状態で求めた試験結果を Table 4 に、また、それら各種の縦強度値間の相互関係を Table

Table 2. 強度試験
Results of several mechanical

丸太番号 Mark of logs	容積重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Moisture content u %	静的曲げ Static bending			縦圧縮 Compression parallel to grain			縦 Tension	
			E_b 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_b kg/cm ²	E_c 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_c kg/cm ²	E_t 10 ³ kg/cm ²	
バンキライ VIA-3	平均値 Mean	0.91	16.0	163	789	1448	189	514	674	187
	範囲 Range	0.88 ~0.98	15.0 ~16.5	155 ~173	806 ~952	1353 ~1582	162 ~225	476 ~561	661 ~701	139 ~221
バンキライ VIA-6	平均値 Mean	0.94	15.5	196	1026	1646	240	672	798	239
	範囲 Range	0.92 ~1.01	15.0 ~16.0	177 ~213	941 ~1135	1438 ~1825	218 ~269	600 ~721	788 ~813	205 ~281
バンキライ VIA-8	平均値 Mean	0.87	16.0	167	841	1454	212	540	686	—
	範囲 Range	0.85 ~0.90	15.0 ~16.5	150 ~180	734 ~984	1230 ~1610	187 ~237	398 ~642	601 ~743	—
バンキライ VIA-9	平均値 Mean	0.86	16.0	188	838	1524	243	495	650	217
	範囲 Range	0.84 ~0.90	15.0 ~17.0	172 ~214	806 ~873	1454 ~1698	214 ~284	398 ~614	596 ~748	195 ~237
バンキライ 全体 Over all	平均値 Mean	0.89	15.5	177	860	1505	221	540	691	217
	範囲 Range	0.84 ~1.01	15.0 ~17.0	150 ~214	734 ~1135	1230 ~1825	162 ~284	398 ~721	596 ~813	139 ~281
ホワイト メランチ VIA-10	平均値 Mean	0.56	15.5	128	501	919	165	325	423	143
	範囲 Range	0.53 ~0.63	15.0 ~16.5	111 ~145	451 ~559	853 ~1025	151 ~188	255 ~384	384 ~459	129 ~156

- E_b : 曲げヤング係数 YOUNG's modulus in static bending.
- E_c : 縦圧縮ヤング係数 YOUNG's modulus in compression parallel to grain.
- E_t : 縦引張ヤング係数 YOUNG's modulus in tension parallel to grain.
- σ_p : 比例限度 Stress at proportional limit.
- σ_b : 曲げ強さ Modulus of rupture in static bending.
- σ_c : 縦圧縮強さ Maximum crushing strength in compression parallel to grain.
- σ_t : 縦引張強さ Maximum strength in tension parallel to grain.
- τ_R : せん断強さ (柎目面) Shearing strength (Radial surface).
- τ_T : せん断強さ (板目面) Shearing strength (Tangential surface).

5に示す。気乾状態と多湿状態の強度値を比較すると、バンキライの丸太番号 VIA-3の部分圧縮や柎目面かたさにみられるように、若干の例外はあるが、その他の強度値は一般に認められているように多湿状態の値がやや小さい。各強度値間の相互関係比の値については、バンキライの σ_b/E_b , τ_T/τ_R , ホワイトメランチの σ_b/E_b , σ_c/E_c などは水分状態による差はほとんど認められないが、ホワイトメランチの τ_T/τ_R , σ_c/H_i , σ_c/τ_R などは多湿状態の方がやや大きくなっている。しかし、これらの結果が水分状態の差によるものか、材質の変動によるものかは必ずしも明確でない。

気乾状態における横方向の試験では、バンキライ材に干割れが生じ、木取り上の制約をうけたため、必ずしも系統的な資料をうるに至らなかった。すなわち、バンキライの横圧縮試験は丸太番号 VIA-3についてのみであり、横引張試験はどの丸太についても行なわなかった。Table 6に気乾状態の横圧縮試験結

結果 (気乾状態)
test (Air dry condition)

引張 parallel to grain		せん断 Shear parallel to grain		部分圧縮 Partial compression perpendicular to grain				かたさ Hardness			衝撃曲げ Impact bending
σ_p	σ_t	τ_R	τ_T	σ_p	σ_{1mm}	σ_{2mm}	$\sigma_5\%$	H_l	H_r	H_t	a
kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/mm ²	kg/mm ²	kg/mm ²	kg·m/cm ²
1246	1642	165	183	108	201	260	218	8.3	3.5	3.1	1.15
950 ~1805	1347 ~2195	147 ~176	168 ~200	102 ~115	131 ~210	249 ~271	209 ~229	7.3 ~9.8	3.3 ~4.4	3.0 ~4.3	0.79 ~1.50
1586	1992	151	186	111	208	264	226	9.4	4.3	3.9	—
1025 ~2000	1314 ~2510	132 ~164	164 ~204	102 ~128	199 ~224	255 ~284	261 ~241	8.5 ~10.0	3.9 ~5.0	3.3 ~4.8	—
—	—	148 ~176	183 ~218	100 ~109	178 ~209	218 ~261	185 ~223	7.8 ~9.9	3.2 ~5.4	2.7 ~3.4	—
1522	1908	148	193	92.3	186	234	201	8.5	3.4	2.8	1.41
1198 ~1863	1565 ~2280	115 ~163	184 ~207	76.8 ~115	177 ~202	224 ~258	191 ~218	7.3 ~9.3	3.0 ~3.9	2.5 ~3.0	1.37 ~1.47
1474	1870	156	191	107	193	245	208	8.3	3.5	3.1	1.28
950 ~2000	1314 ~2510	115 ~176	164 ~218	76.8 ~128	177 ~224	218 ~284	185 ~241	7.3 ~10.0	3.0 ~5.4	2.5 ~4.8	0.79 ~1.50
1099	1368	104	97	46.6	91.2	117	98.9	5.4	1.3	1.0	0.85
868 ~1307	1027 ~1760	92 ~113	86 ~112	38.4 ~57.6	78.8 ~110	100 ~140	84.8 ~119	4.7 ~6.1	1.1 ~1.7	0.9 ~1.5	0.72 ~0.98

- σ_{1mm} : 1 mm 部分圧縮強さ Compressive strength when compressed to 1 mm of side length in tangential direction.
- σ_{2mm} : 2 mm 部分圧縮強さ Compressive strength when compressed to 2 mm of side length in tangential direction.
- $\sigma_5\%$: 5% 部分圧縮強さ Compressive strength when compressed to 5% of side length in tangential direction.
- H_l : 木口面かたさ End hardness.
- H_r : 板目面かたさ Side hardness (Tangential surface).
- H_t : 柁目面かたさ Side hardness (Radial surface).
- a : 吸収エネルギー Absorbed energy in impact bending.

果を示す。半径方向 (R) と接線方向 (T) を比較すると、ヤング係数および比例限度は両樹種とも半径方向が大きく、R/T の値はバンキライのヤング係数で 1.5、比例限度で 1.6、ホワイト メランチのヤング係数で 2.1、比例限度で 1.7 となっている。Table 7 に気乾状態における ホワイト メランチの横引張試験結果を示す。R/T の値を求めると、ヤング係数で 2.3、比例限度で 3.2、引張強さで 1.8、 σ_{max}/E の値で 0.81 となっている。比例限度における R/T の値は、これまで報告した樹種にくらべやや大きい。これについてはなお検討の余地を残しているが、後に述べる多湿状態の試験結果と対比してみると、気乾状態における板目方向の比例限度がやや小さすぎるように考えられる。

これら気乾状態の結果にもとづき、バンキライの丸太番号 VI A-3、ホワイト メランチの丸太番号 VI B-10 につき、繊維方向 (L)、半径方向 (R)、接線方向 (T) の 3 軸に関するヤング係数、強度値を比較す

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

丸太番号 Mark of logs		静的曲げ Static bending				縦圧 Compression parallel to		
		σ_p/σ_b	σ_b/R_u km	E_b/R_u 10 ² km	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_p/σ_c	σ_c/R_u km	E_c/R_u 10 ² km
バンキライ VIA-3	平均値 Mean	0.59	15.9	17.9	0.89	0.76	7.4	20.4
	範囲 Range	0.53~0.68	14.9~17.0	17.0~19.0	0.85~0.93	0.71~0.84	7.1~7.6	18.2~24.5
バンキライ VIA-6	平均値 Mean	0.63	17.5	20.9	0.88	0.82	8.5	25.5
	範囲 Range	0.56~0.70	15.6~19.1	19.2~23.1	0.76~0.95	0.64~0.89	8.4~8.6	23.2~28.5
バンキライ VIA-8	平均値 Mean	0.58	16.7	19.2	0.87	0.76	7.9	24.3
	範囲 Range	0.50~0.65	14.4~18.3	17.5~20.5	0.82~0.94	0.66~0.88	7.1~8.5	21.0~27.0
バンキライ VIA-9	平均値 Mean	0.55	17.5	21.6	0.81	0.76	7.6	28.0
	範囲 Range	0.52~0.61	16.6~18.2	19.5~23.9	0.78~0.85	0.65~0.89	6.9~8.3	25.4~32.1
バンキライ 全体 Over all	平均値 Mean	0.58	16.9	19.8	0.86	0.77	7.7	24.8
	範囲 Range	0.50~0.70	14.4~19.1	17.0~23.9	0.76~0.95	0.64~0.89	7.1~8.6	18.2~32.1
ホワイト メランチ VIB-10	平均値 Mean	0.54	16.3	22.5	0.73	0.77	7.5	29.2
	範囲 Range	0.49~0.62	15.7~17.3	20.3~26.0	0.65~0.77	0.66~0.84	7.2~7.9	25.2~33.8

Table 4. 強度試験 Results of several mechanical

丸太番号 Mark of logs		容積重 Apparent specific gravity R_u g/cm ³	含水率 Moisture content u %	静的曲げ Static bending			縦圧 Compression parallel	
				E_b 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_b kg/cm ²	E_c 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²
バンキライ VIA-3	平均値 Mean	1.08	44.5	146	800	1358	—	—
	範囲 Range	0.99~1.20	42.5~49.0	136~153	697~867	1262~1397	—	—
バンキライ VIA-6	平均値 Mean	1.08	44.5	183	995	1471	—	—
	範囲 Range	1.02~1.06	42.5~49.0	197~195	940~1075	1412~1513	—	—
バンキライ VIA-8	平均値 Mean	1.04	49.5	148	777	1295	—	—
	範囲 Range	0.98~1.12	46.5~52.5	139~160	700~878	1154~1467	—	—
バンキライ VIA-9	平均値 Mean	1.06	52.5	164	783	1295	—	—
	範囲 Range	1.00~1.12	50.5~55.0	154~184	730~835	1154~1467	—	—
バンキライ 全体 Over all	平均値 Mean	1.06	48.0	160	839	1355	—	—
	範囲 Range	0.98~1.20	42.5~55.0	136~195	697~1075	1154~1513	—	—
ホワイト メランチ VIB-10	平均値 Mean	0.85	111	111	440	793	148	310
	範囲 Range	0.72~0.99	101~124	101~122	398~467	644~945	133~167	286~352

相互関係 (気乾状態)
properties (Air dry condition)

縮 grain	縦 引 張 Tension parallel to grain				衝撃曲げ Impact bending a/R_u^2	相 互 関 係 Relation		
	σ_p/σ_t	σ_t/R_u km	E_t/R_u 10 ² km	σ_t/E_t 10 ⁻²		τ_T/τ_R	σ_c/H_t	σ_c/τ_R
0.37	0.78	17.2	20.0	0.88	1.4	1.11	81	4.1
0.31~0.41	0.63~0.87	13.9~23.6	15.3~23.7	0.83~0.99	1.0~1.7	0.99~1.20	71~95	3.8~4.8
0.33	0.80	21.6	25.5	0.83	—	1.24	85	5.3
0.30~0.36	0.58~0.89	15.9~27.9	21.8~31.2	0.58~1.04	—	1.07~1.48	79~96	4.8~6.0
0.33	—	—	—	—	—	1.25	77	4.3
0.27~0.38	—	—	—	—	—	1.04~1.36	70~82	3.4~4.7
0.27	0.80	22.2	25.2	0.88	1.9	1.32	77	4.4
0.24~0.31	0.76~0.83	18.0~26.5	23.3~27.6	0.66~1.13	1.9~2.0	1.21~1.73	66~92	3.7~5.8
0.33	0.79	20.7	23.9	0.86	1.7	1.24	79	4.5
0.24~0.41	0.58~0.89	13.9~27.9	15.3~31.2	0.58~1.13	1.0~2.0	0.99~1.73	66~96	3.4~6.0
0.26	0.80	24.2	25.3	0.96	2.7	0.93	80	4.1
0.23~0.29	0.69~0.87	17.7~30.3	22.4~27.4	0.70~1.35	2.1~2.9	0.83~1.12	70~87	3.8~4.6

結 果 (多湿状態)
tests (Wet condition)

縮 to grain	せん断 Shear parallel to grain		部 分 圧 縮 Partial compression perpendicular to grain				か た さ Hardness		
	τ_R kg/cm ²	τ_T kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	σ_5 % kg/cm ²	H_t kg/mm ²	H_r kg/mm ²	H_t kg/mm ²
—	144	158	104	209	257	224	8.1	3.1	3.3
—	132~160	148~187	89.8 ~128	157~276	216~325	188~294	7.0 ~10.0	2.5~3.8	2.4~4.1
—	141	159	91.1	186	239	205	7.8	3.3	2.9
—	130~149	150~173	83.2 ~109	159~210	225~266	195~226	6.6~8.9	2.9~4.0	2.2~3.5
—	129	162	80.6	173	218	187	6.4	2.6	2.4
—	115~141	154~170	64.0 ~96.0	159~188	197~238	170~202	5.2~7.1	2.3~2.9	2.1~2.9
—	120	152	83.2	158	194	167	5.6	2.6	2.3
—	113~135	147~158	70.4 ~96.0	141~175	177~217	150~186	5.5~6.7	2.3~2.9	2.0~2.7
—	134	158	89.1	180	225	194	7.0	2.9	2.7
—	113~160	147~187	64.0 ~128	141~276	177~325	150~294	5.2 ~10.0	2.3~4.0	2.0~4.1
370	75	82	41.4	74.3	92.9	80.1	3.3	1.1	1.0
320~426	66~83	75~90	32.0 ~51.2	58.4 ~95.2	70.4 ~117	61.9 ~101	2.7~4.1	1.0~1.6	0.8~1.3

Table 5. 各強度の性質の相互関係 (多湿状態)
Relations among mechanical properties (Air dry condition)

丸太番号 Mark of logs		静的曲げ Static bending		縦圧縮 Compression parallel to grain		相互関係 Relation		
		σ_p/σ_b	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_p/σ_c	σ_c/E_c 10 ⁻²	τ_T/τ_R	σ_c/H_l	σ_c/τ_R
バンキライ VIA-3	平均値 Mean	0.59	0.93	—	—	1.11	—	—
	範囲 Range	0.51~0.64	0.83~0.98	—	—	1.01~1.17	—	—
バンキライ VIA-6	平均値 Mean	0.68	0.80	—	—	1.13	—	—
	範囲 Range	0.63~0.71	0.75~0.86	—	—	1.06~1.23	—	—
バンキライ VIA-8	平均値 Mean	0.60	0.88	—	—	1.24	—	—
	範囲 Range	0.55~0.64	0.82~0.93	—	—	1.10~1.34	—	—
バンキライ VIA-9	平均値 Mean	0.60	0.85	—	—	1.27	—	—
	範囲 Range	0.53~0.63	0.78~0.91	—	—	1.16~1.34	—	—
バンキライ 全体 Over all	平均値 Mean	0.62	0.87	—	—	1.19	—	—
	範囲 Range	0.51~0.71	0.75~0.98	—	—	1.01~1.34	—	—
ホワイト メランチ VIB-10	平均値 Mean	0.55	0.73	0.84	0.25	1.08	102	4.9
	範囲 Range	0.49~0.67	0.57~0.82	0.75~0.93	0.21~0.29	1.03~1.14	93~122	4.5~5.3

Table 6. 横圧縮試験結果 (気乾状態)
Results of compression perpendicular to grain tests (Air dry condition)

丸太番号 Mark of logs	荷重方向 Direction of load	採材部位 Position in cross section		容積重	含水率	ヤング係数	比例限度	比例限歪
				R_u g/cm ³	u %	E 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10 ⁻²
バンキライ VIA-3	R	B	平均値 Mean	0.89	16.0	18.0	75.4	0.40
			範囲 Range	0.86~0.91	14.5~17.0	18.2~20.1	64.2~88.0	0.32~0.48
	T	B	平均値 Mean	0.92	16.5	11.9	46.7	0.39
			範囲 Range	0.91~0.92	15.5~18.0	11.8~12.1	44.0~52.0	0.37~0.43
ホワイト メランチ VIB-10	R	B	平均値 Mean	0.59	14.5	9.91	32.7	0.33
			範囲 Range	0.58~0.59	14.0~15.5	9.20~10.5	32.0~36.0	0.31~0.36
	T	B	平均値 Mean	0.59	14.5	4.82	18.7	0.39
			範囲 Range	0.58~0.59	13.5~15.5	4.67~5.06	16.0~22.0	0.33~0.47

ϵ_p : 比例限歪 Strain at proportional limit.

ると Table 8, 9 のようになる。圧縮ヤング係数はバンキライで $L:R:T=100:9.5:6.3$, ホワイトメラランチで $L:R:T=100:6.0:2.9$ となり, 圧縮比例限度はバンキライで $L:R:T=100:14.7:9.1$, ホワイトメラランチで $L:R:T=100:101:5.8$ となる。また, ホワイトメラランチの引張ヤング係数で $L:R:T=100:7.1:3.1$, 引張強さで $L:R:T=100:6.3:3.5$, の値が得られた。これらの結果からバンキライはホワイトメラランチより異方性がすくなく, さきに報告したカンボジア産のコキークサイに近似している。

つぎに, 単板切削加工条件を検討するための基礎資料に関連する多湿円板から木取った接線方向の横引張試験結果を, Table 10 に示す。また採材部位 (B, C, D) によるヤング係数, 横引張強さの変化を Fig. 1 に, σ_T/E_T の変化を Fig. 2 に示す。図中の%で表わした数値は樹皮側の材縁から試験体までの距離を円板の半径に対する比率で示したものである。これら強度値の半径方向の変化は丸太によって異なり, 特性的な傾向を認めるには至らなかった。なお, 多湿円板の B 部位より木取った半径方向の横引張試験結果を Table 11 に示す。これらの結果にもとづいて, 多湿状態における半径方向 (R) と接線方向 (T) の平均値を比較すると, R/T の値はバンキライのヤング係数で 1.9, 横引張強さで 1.9, σ_{max}/E の値で 0.99 とな

Table 7. 横引張試験結果 (気乾状態)
Results of tension perpendicular to grain tests (Air dry condition)

丸太番号 Mark of logs	荷重方向 Direction of load		ヤング係数		比例限度		強 さ	最大歪	相互関係 Relation	
			E 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10 ⁻²	σ_{max} kg/cm ²			ϵ_{max} 10 ⁻²	σ/E 10 ⁻²
ホワイト メラランチ VIB-10	R	平均値 Mean	10.2	51.0	0.50	85.9	0.95	0.84	0.59	
		範囲 Range	9.67 ~11.0	38.5 ~57.7	0.40 ~0.60	78.0 ~90.3	0.89 ~1.04	0.78 ~0.90	0.45 ~0.66	
ホワイト メラランチ VIB-10	T	平均値 Mean	4.50	16.7	0.34	47.7	1.61	1.03	0.34	
		範囲 Range	4.00 ~5.07	14.9 ~17.8	0.30 ~0.43	41.5 ~54.0	1.23 ~1.87	0.81 ~1.18	0.28 ~0.43	

採材部位 B: Position in cross section.
R: 半径方向 Radial direction.
T: 接線方向 Tangential direction.
 ϵ_{max} : 最大歪 Strain at maximum tensile strength.

Table 8. 直交 3 軸に関するヤング係数の比較
Comparison of YOUNG's modulus along three mutually perpendicular axes

丸太番号 Mark of logs	圧縮試験 Compression tests				引張試験 Tension tests				圧縮と引張の比較		
	比 率 (%) Percentage			比 Ratio	比 率 (%) Percentage			比 Ratio	Etens./Ecomp.		
	L	R	T		L	R	T		L	R	T
バンキライ VIA-3	100	9.5	6.3	1.5	--	--	--	--	0.99	--	--
ホワイト メラランチ VIB-10	100	6.0	2.9	2.1	100	7.1	3.1	2.3	0.87	1.03	0.93

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

Table 9. 直交3軸に関する強度値の比較
Comparison of mechanical properties along three mutually perpendicular axes

丸太番号 Mark of logs	圧縮 比例 限度 Stress at proportional limit				引 張 強 度 Tensile strength			
	比 率 (%) Percentage			比 Ratio	比 率 (%) Percentage			比 Ratio
	L	R	T	R/T	L	R	T	R/T
パンキライ VIA-3	100	14.7	9.1	1.6	—	—	—	—
ホワイト メランチ VIB-10	100	10.1	5.8	1.7	100	6.3	3.5	1.8

Table 10. 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)

丸太番号 Mark of logs	採材部位 Position in cross section	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 ϵ_p 10 ⁻²	強 さ σ_T kg/cm ²	最大歪 ϵ_{max} 10 ⁻²	相 互 関 係 Relation		
							σ_T/E_T 10 ⁻²	σ_p/σ_T	
パンキライ VIA-3	B	平均 値 Mean	10.4	45.1	0.43	82.2	1.08	0.80	0.55
		範 囲 Range	9.81 ~11.1	42.3 ~48.7	0.43 ~0.44	74.5 ~89.2	0.96 ~1.22	0.74 ~0.86	0.51 ~0.58
	C	平均 値 Mean	11.1	43.2	0.35	81.5	1.00	0.69	0.53
		範 囲 Range	10.3 ~11.9	36.9 ~47.1	0.35 ~0.41	73.5 ~87.0	0.74 ~1.20	0.64 ~0.77	0.45 ~0.64
	D	平均 値 Mean	11.9	48.1	0.41	81.0	0.97	0.70	0.60
		範 囲 Range	9.67 ~13.4	44.4 ~49.5	0.37 ~0.46	75.2 ~85.2	0.79 ~1.21	0.56 ~0.89	0.52 ~0.66
パンキライ VIA-9	B	平均 値 Mean	8.43	40.5	0.48	71.8	1.13	0.85	0.56
		範 囲 Range	8.22 ~8.83	39.7 ~42.2	0.45 ~0.50	69.3 ~73.5	1.07 ~1.21	0.83 ~0.89	0.54 ~0.60
	C	平均 値 Mean	8.58	40.3	0.47	73.6	1.15	0.87	0.55
		範 囲 Range	7.42 ~9.87	33.9 ~43.6	0.42 ~0.55	70.7 ~76.0	0.98 ~1.35	0.73 ~0.99	0.48 ~0.58
	D	平均 値 Mean	7.24	37.6	0.52	65.8	1.05	0.94	0.58
		範 囲 Range	6.47 ~8.54	32.8 ~40.8	0.45 ~0.59	56.3 ~72.4	0.76 ~1.74	0.66 ~1.15	0.48 ~0.69
ホワイト メランチ VIB-10	B	平均 値 Mean	4.57	26.6	0.58	47.4	1.43	1.04	0.56
		範 囲 Range	4.18 ~4.92	24.7 ~27.2	0.55 ~0.60	45.1 ~48.8	1.24 ~1.57	0.97 ~1.13	0.52 ~0.60
	C	平均 値 Mean	4.84	27.3	0.53	46.1	1.34	0.96	0.56
		範 囲 Range	4.57 ~5.46	19.9 ~29.7	0.44 ~0.64	43.5 ~52.2	1.15 ~1.62	0.93 ~1.01	0.43 ~0.67
	D	平均 値 Mean	6.83	34.7	0.51	59.7	1.18	0.89	0.58
		範 囲 Range	5.59 ~7.92	31.9 ~37.5	0.45 ~0.57	58.0 ~63.0	0.90 ~1.51	0.73 ~1.07	0.53 ~0.65

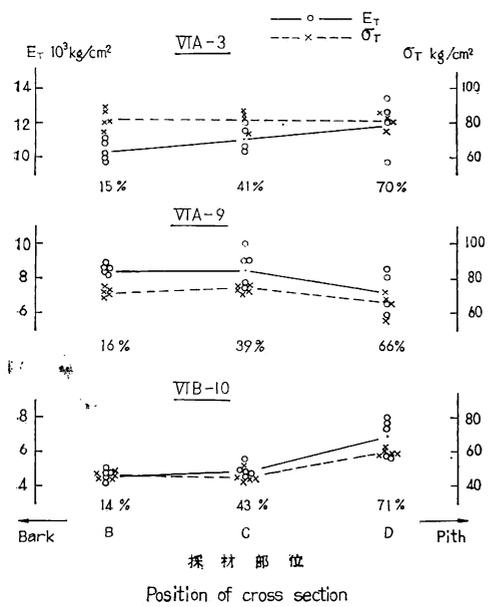


Fig. 1 多湿円板における採材部位と σ_T および E_T の関係

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

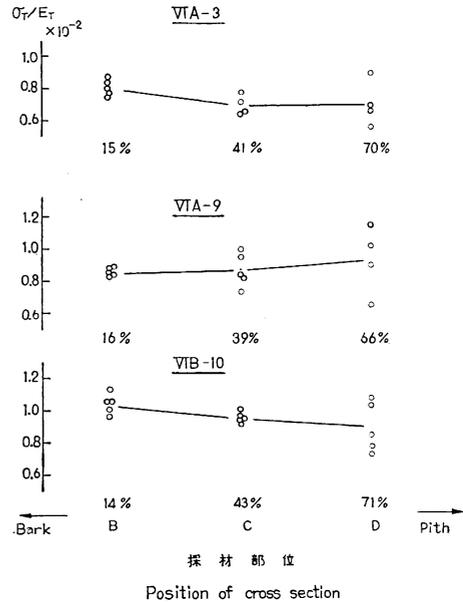


Fig. 2 多湿円板における採材部位と σ_T/E_T の関係

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

Table 11. 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 disk in wet condition (Radial direction)

丸太番号 Mark of logs	採材部位 Position in cross section		ヤング係数 E_R 10^3 kg/cm ²	比例限度 σ_p kg/cm ²	比例限度歪 ϵ_p 10^{-2}	強さ σ_R kg/cm ²	最大歪 ϵ_{max} 10^{-2}	相互関係 Relation	
								σ_R/E_R 10^{-2}	σ_p/σ_R
バンキライ VIA-3	B	平均値 Mean	18.5	104	0.56	154	0.88	0.84	0.67
		範囲 Range	18.3 ~18.8	88.1 ~113	0.47 ~0.62	131 ~167	0.75 ~1.00	0.71 ~0.91	0.63 ~0.71
バンキライ VIA-9	B	平均値 Mean	17.7	88.5	0.50	141	0.90	0.79	0.63
		範囲 Range	16.9 ~18.3	78.8 ~95.5	0.43 ~0.56	134 ~148	0.82 ~0.95	0.73 ~0.84	0.59 ~0.67
ホワイト メランチ VIB-10	B	平均値 Mean	9.53	57.1	0.60	79.4	1.01	0.84	0.72
		範囲 Range	8.37 ~10.2	52.2 ~59.5	0.56 ~0.63	74.9 ~83.2	0.74 ~1.11	0.73 ~0.91	0.67 ~0.79

り、ホワイト メランチではヤング係数で2.1, 横引張強さで1.7, σ_{max}/E の値で0.81となる。

む す び (摘 要)

インドネシア共和国カリマンタン産のバンキライ材の試験丸太4本およびホワイト メランチ材の試験丸太1本を対象に、無欠点小試験体による強度試験を行ない、強度評価上の一般的指標をうるとともに、

単板切削加工に対する基礎資料として、多湿円板を部位別に区分した試験体につき、接線方向の横引張応力—歪関係を検討した。得られた結果を摘記すればつぎようになる。

1) 試験丸太の気乾状態（含水率約15.5%）における容積重はバンキライで範囲が0.84~1.01 g/cm³、平均値が0.89 g/cm³であり、ホワイト メランチで範囲が0.53~0.63 g/cm³、平均値が0.56 g/cm³であった。

2) 気乾状態における最大強さを容積重で除した形質商 (σ_{max}/R_u) はバンキライの静的曲げで16.9 km、縦圧縮で7.7 km、縦引張で20.7 kmとなり、ホワイト メランチの静的曲げで16.3 km、縦圧縮で7.5 km、縦引張で24.2 kmとなった。

3) 気乾状態における最大強さをヤング係数で除した値 (σ_{max}/E) は、バンキライの静的曲げで0.86 $\times 10^{-2}$ 、縦圧縮で0.33 $\times 10^{-2}$ 、縦引張で0.86 $\times 10^{-2}$ 、ホワイト メランチの静的曲げで0.73 $\times 10^{-2}$ 、縦圧縮で0.26 $\times 10^{-2}$ 、縦引張で0.96 $\times 10^{-2}$ となったが、ホワイト メランチの縦圧縮の値は、これまで報告した樹種にくらべてやや小さな結果を示した。なお、多湿状態における値はバンキライの静的曲げで0.87 $\times 10^{-2}$ 、ホワイト メランチの静的曲げで0.73 $\times 10^{-2}$ 、縦圧縮で0.25 $\times 10^{-2}$ で、気乾状態と近似した値が得られた。

4) 気乾状態における縦圧縮強さを柁目面せん断強さで除した値 (σ_c/τ_R) はバンキライで4.5、ホワイト メランチで4.1となった。多湿状態ではホワイト メランチの結果のみであるが、その値は4.9となり、気乾状態の値よりやや大きい。板目面せん断強さと柁目面せん断強さを比較すると、バンキライは気乾、多湿ともに板目面せん断強さの方が約20%大きい、ホワイト メランチでは明確な差が認められなかった。

5) 気乾状態における縦圧縮強さを木口面かたさで除した値 (σ_c/H_l) は、単位を無視して示すと、バンキライ、ホワイト メランチのいずれも約80の結果となった。多湿状態ではホワイト メランチの結果のみであるが、104となり、気乾状態の値より20%程度大きな結果を示した。板目面かたさと柁目面かたさの間にはあまり差が認められないが、板目面かたさの方がわずかに大きな傾向となっている。

6) 直交3軸に関する気乾状態の強度値の比率、すなわち、 $L:R:T$ の値はバンキライの圧縮ヤング係数で100:9.5:6.3、ホワイト メランチのヤング係数（圧縮、引張）で100:6.6:3.0となり、圧縮比例限度についてはバンキライで100:14.7:9.1、ホワイト メランチで100:10.1:5.8となった。引張強さについてはホワイト メランチの結果のみであるが、100:6.5:3.5の値が得られた。

7) 単板の切削条件に関連する多湿円板から木取った接線方向の横引張試験体につき、採材部位の差異による横引張強さ (σ_T)、ヤング係数 (E_T)、 σ_T/E_T の変化を求めたが、特性的な傾向は認められなかった。

文 献

- 1) 農林省林業試験場木材部：南洋材の性質 2, 林試研報, 190, pp. 127~133, (1966)
- 2) 同 上：南洋材の性質 3, 林試研報, 194, pp. 7~39, (1966)
- 3) 同 上：南洋材の性質 4, 林試研報, 197, pp. 74~88, (1967)
- 4) 同 上：南洋材の性質 7, 林試研報, 206, pp. 30~41, (1967)
- 5) 同 上：南洋材の性質 10, 林試研報, 208, pp. 116~130, (1968)

IV. **Mechanical Properties of Bangkirai and White
Meranti Woods grown in Kalimantan**

Ryôzaburô YAMAI and Kôichi KONDÔ

(Résumé)

This paper presents the results on the mechanical and elastic properties of Bangkirai (*Shorea laevis*) and White meranti (*Shorea* sp.) woods grown in Kalimantan. The tests were conducted mainly by the methods provided in Japanese Industrial Standards of testing for small clear specimens (JIS Z 2111~2117). The general description of test materials and test groups are given in Table 1. The main results obtained from these tests may be summarized as follows:

- (1) The results of static bending test, compression parallel to grain test, tension parallel to grain test, shear parallel to grain test, partial compression perpendicular to grain test, hardness test and impact bending test of specimens at air dry condition are given in Table 2. The results of those tests at wet conditions are given in Table 4.
- (2) The mean value of the apparent specific gravity at air dry condition (moisture content=about 15.5%) is 0.89 g/cm³ for Bangkirai and 0.56 g/cm³ for White meranti.
- (3) The relations among mechanical properties of specimens at air dry condition are given in Table 3. The mean values of specific strength (σ_{max}/R_u , Gütezah) of Bangkirai are about 16.9 km for modulus of rupture in static bending, 7.7 km for maximum crushing strength in compression parallel to grain and 20.7 km for maximum strength in tension parallel to grain. For White meranti those values are about 16.3 km, 7.5 km and 24.2 km, respectively.
- (4) The values of maximum strength to YOUNG's modulus (σ_{max}/E) of Bangkirai at air dry condition are about 0.86×10^{-2} for static bending, 0.33×10^{-2} for compression parallel to grain and 0.86 for tension parallel to grain. In the White meranti the values are about 0.73×10^{-2} , 0.26×10^{-2} and 0.96×10^{-2} , respectively. The values of σ_b/E_b in static bending at wet condition are 0.87×10^{-2} for Bangkirai, and 0.73×10^{-2} for White meranti. The value of σ_c/E_c in compression parallel to grain of White meranti at wet condition is 0.25×10^{-2} as shown in Table 5.
- (5) The values of maximum crushing strength to shearing strength along radial surface (σ_c/τ_R) at air dry condition are about 4.5 for Bangkirai and 4.1 for White meranti, but the value of White meranti at wet condition is about 4.9 as shown in Table 5. The shearing strength along the radial surface of Bangkirai is smaller than that along the tangential surface, but such a relation was not definitely detected for White meranti.
- (6) The values of maximum crushing strength to end hardness (σ_c/H_I) at air dry condition are about 80 for both species, but the value of White meranti at wet condition is about 104 as shown in Table 5.
- (7) The results of compression and tension perpendicular to grain tests at air dry condition are given in Tables 6 and 7, but the results of tension perpendicular to grain test of Bangkirai are not given owing to frequent occurrence of crack.
- (8) The comparisons of strength properties at air dry condition along three mutually perpendicular axes of symmetry are given in Tables 8 and 9. The ratios $L:R:T$ in Young's modulus are 100:9.5:6.3 for Bangkirai (compression only), and 100:6.6:3.0 for White meranti. The ratios in the stress at proportional limit in compression are about 100:14.7:9.1 for Bangkirai, and 100:10.1:5.8 for White meranti. The ratios in the maximum tensile strength are about 100:6.3:3.5 for white meranti

only.

(9) The relations between the position in cross section of the wet disk and the values of Young's modulus, maximum strength and σ_T/E_T in tension along tangential axis are shown in Figs. 1, 2 and Table 9, respectively. No definite relations due to difference of position along radius could be detected.

V. カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材 の乾燥スケジュール

寺 沢 真⁽¹⁾
佐 藤 庄 一⁽²⁾

1. ま え が き

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

バンキライ材については、入手された8本の丸太の中からⅥA-1, ⅥA-3, ⅥA-8の3本, ホワイトメランチ材については2本の丸太の中からⅥB-10を選び、乾燥性試験(乾燥速度の測定)と2.7cm材を対象にした人工乾燥スケジュール試験を行ない、乾燥に際して生ずる損傷、蒸煮の効果、乾燥時間および乾燥応力転換期などにつき検討した。

本試験に際し、ご協力下された乾燥研究室長筒本卓造技官、同室員片田 茂技官ならびに应用研究室の各位に深く感謝する。

2. 試 験 材 の 木 取 り

選木した各丸太は長さ約90cmに玉切り、Fig. 1, 2に示すようにだら挽きした。このように製材した耳付き原板から、各試験に供する板目、柾目、追柾目の試験材を、図中黒くぬった位置から木取りした。柾目材および追柾材は中心を境として片側をa, 反対側をbとした。なお乾燥性試験の供試材は、1枚の板から長さ方向に2枚、人工乾燥スケジュール試験材は1枚ずつ木取った。また、100°Cの急速乾燥試験は入手丸太全部につき、その末口部から試験材を木取った。

各試験に使用した試験材番号などは、それぞれの試験結果の項で説明する。

3. 試 験 方 法

試験に供した試験装置、収縮率測定などの試験方法は、林業試験場報告の南洋材に関する試験に準じて行なったが⁽¹⁾⁽²⁾、細かい点や試験の進めかたは次のようである。

人工乾燥スケジュール試験は、バンキライおよびホワイト メランチ材とも、初期蒸煮や中間蒸煮を織り込んだ2回の試験を行なった。

これらに用いた乾燥条件は、100°Cの急速乾燥試験から求めた丸太別の乾燥条件のうちで、最もゆるや

(1) 前木材部加工科長・現名古屋大学農学部教授・農学博士 (2) 木材部加工科乾燥研究室

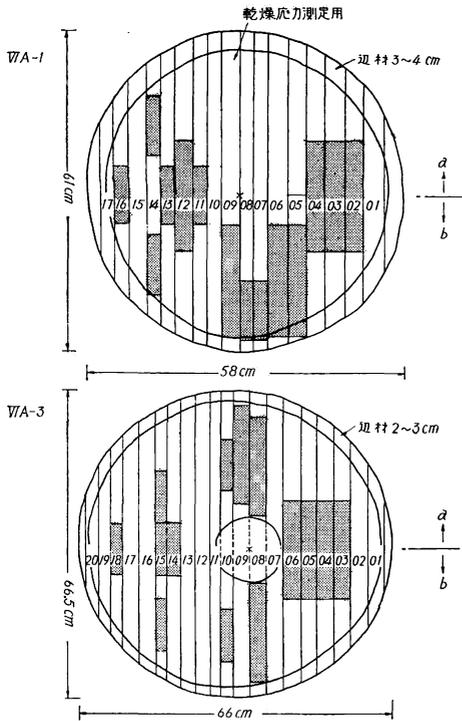


Fig. 1 バンキライ丸太の製材方法 (VIA-1, VIA-3)
Sawing methods of Bangkirai logs (VIA-1, VIA-3).

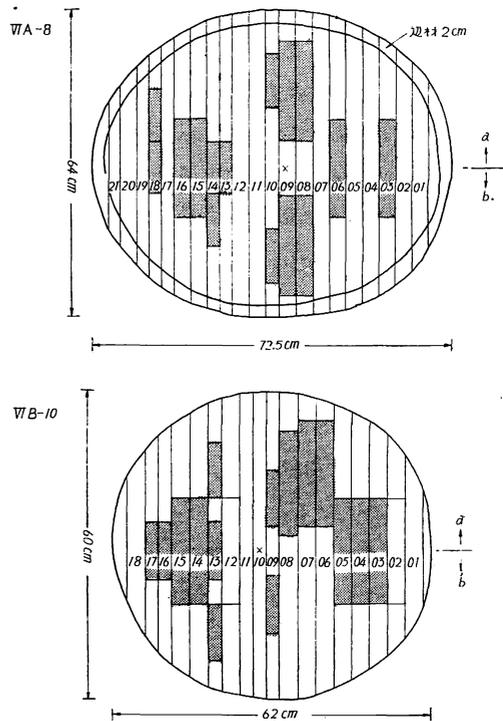


Fig. 2 バンキライ (VIA-8) とホワイト メランチ (VIB-10) 丸太の製材方法
Sawing methods of Bangkirai (VIA-8) and White Meranti (VIB-10) logs.

かなものとした。

バンキライ材については柾目試験材 1 枚を用いて、乾燥応力転換期の測定を行なった。

測定方法は、Fig. 3 に示すごとく、試験材の繊維方向に長さ約 3 cm の小片を含水率 15~8% の間で 5 回鋸断し、厚さを 2 分したときの外、内側にその距離を測り、この変化を含水率との関係でプロットして求めた。

4. 試験結果および考察

4-1. 乾燥性試験

バンキライおよびホワイト メランチ材の乾燥性試験の結果は、Table 1 のとおりである。樹種別にみると、バンキライの 3 丸太とも木取りによる乾燥速度の減少係数の関係は、板目 > 追根 > 柾目となっている。これはすでに報告した一連の南洋産広葉樹材と同様の傾向である。

板目材の木取り位置と乾燥速度減少係数の関係は、3 丸太と

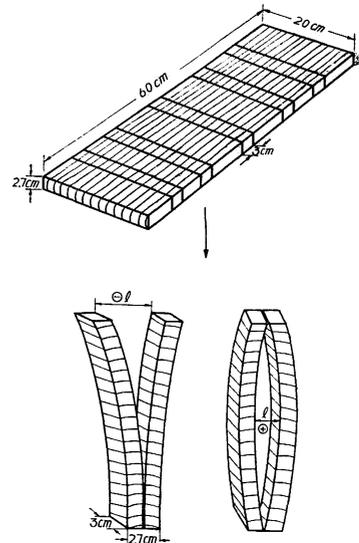


Fig. 3 乾燥応力転換期の測定方法
Measuring method of stress reversal point on Bangkirai wood.

も外周部の試験材が小さな値になっている。この点については、いままでに試験したアピトン類、カプセル類などと逆の関係である。

つぎに、丸太別の乾燥速度はⅥA-8丸太が板目、柾目、追柾材とも他の2丸太よりも速く、ついでⅥA-3、ⅥA-1の順になっている。なお、ⅥA-3とⅥA-1の関係は、後出の人工乾燥スケジュール試験の乾燥時間からみた結果と、大略似ているといえよう。

板目と柾目材の乾燥速度減少係数の比率は、ⅥA-3≒ⅥA-1>ⅥA-8の順となり、乾燥の遅い丸太の方が大きな値を示している。

ホワイト メランチ材についても、木取り別の乾燥速度の平均値はパンキライ材と同じ傾向を示し、板目>追柾>柾目の順となったが、板目材の木取り位置との関係は、外周部の試験材ほど乾燥速度の値が大きくなっている。この関係は板目材以外の試験材にも認められ、同一原板から木取った板目材(ⅦB-10-13)と追柾材(ⅦB-10-13 a, ⅦB-10-13 b)とを比較すると、樹心から遠い追柾材の方が乾燥速度が速くなっている。また、この樹種は板目、柾目の木取りによる乾燥速度の差異が少なく、乾燥速度減少係数の比率では1.22となっている。

4-2. 100°Cの急速乾燥試験

供試原木についての100°Cの急速乾燥試験の結果は、Table 2である。ただし、ホワイト メランチ材については、参考のためⅦB-5の原木の結果も示す。

パンキライ材は乾燥初期の割れが非常に発生しやすいが、内部割れ、断面の変形は少ない。

半径方向の位置による乾燥時間の違いについては、Table 2に示したパンキライの3本の供試木の範囲では明確でなく、予備試験で行なった8本の供試木についての、急速乾燥の結果でも明らかでない。したがって、先の乾燥特性の結果と総合して、この樹種は半径方向の位置による乾燥速度の違いには、一定の法則がないのではないかと考えられる。ただし、採材位置または丸太別材質の違いによる乾燥速度の差は、かなりあるものと判断される。また、樹脂分の含有量による乾燥時間の違いも認められないようである。

断面の変形、内部割れは乾燥初期の割れと比較して問題にならぬほど少ないが、樹心に近いほど発生量が多いようである。また、狂いは逆に外周部ほど多くなっている。

ホワイト メランチ材についてはフィリピン産のマンガシノロと類似した結果を示し、レッド ラワンなどより割れやすく、断面の変形は少なく内部割れの心配も少ない。

Table 2の結果からみて、2.7cm厚材に相当と考えられる両樹種の安全な乾燥条件は、次のようになる。

パンキライ 乾燥初期の条件

D.B.T. 45°C, D.B.T.-W.B.T. 1.8°C

乾燥末期の温度 D.B.T. 79°C

ホワイト メランチ 乾燥初期の条件

D.B.T. 55°C, D.B.T.-W.B.T. 3.6°C

乾燥末期の温度 D.B.T. 83°C

4-3. 人工乾燥スケジュール試験

100°Cの急速乾燥試験の結果から決定された乾燥条件にもとづき、乾燥経過中に多少の補正をほどこし

Table 1. パンキライ, ホワイト メランチ材の乾燥速度, 収縮率, 容積重
Drying rate, shrinkage and apparent specific gravity at oven-dried
of Bangkirai and White meranti

原木および 試験材番号	木取り	D.B.T.60°C, W.B.T. 35°C の条件		板目, 柾目材 についての乾 燥速度減少係 数の比率 (板/柾)	全 乾		
		含水率10% 時の乾燥速 度 (%/hr)	乾燥速度減 少係数 (1/hr×10 ⁻²)		収 縮 率 (%)		容 積 重 (g/cm ³)
					幅	厚 さ	
VIA- 1-11	板 目	0.09	2.60	3.15	8.06	3.50	0.71
13	〃	0.10	2.77		9.53	4.64	0.87
16	〃	0.05	2.00		9.67	4.43	0.92
平 均		0.08	2.46		9.09	4.19	0.83
VIA- 1-07b	柾 目	0.02	0.76	3.15	4.00	10.43	0.96
08b	〃	0.01	0.80		3.72	10.45	0.95
平 均		0.02	0.78		3.86	10.44	0.96
VIA- 1-14a	追 柾	0.05	1.04		7.83	6.63	0.92
14b	〃	0.06	1.16	7.94	6.90	0.94	
平 均		0.06	1.10	7.89	6.77	0.93	
VIA- 3-14	板 目	0.13	3.50	3.17	8.28	4.38	0.90
15	〃	0.15	3.50		7.83	4.27	0.85
18	〃	0.10	2.33		8.06	4.20	0.86
平 均		0.13	3.11		8.06	4.28	0.87
VIA- 3-10a	柾 目	0.04	0.96	3.17	4.17	9.03	0.93
10b	〃	0.04	1.00		3.61	7.63	0.86
平 均		0.04	0.98		3.89	8.33	0.90
VIA- 3-15a	追 柾	0.06	1.28		6.31	6.14	0.88
15b	〃	0.08	1.65	6.39	4.99	0.85	
平 均		0.07	1.47	6.35	5.57	0.87	
VIA- 8-13	板 目	0.16	3.44	2.66	7.53	4.43	0.83
14	〃	0.17	3.25		8.14	4.73	0.85
18	〃	0.19	2.97		8.06	4.01	0.84
平 均		0.17	3.22		7.91	4.39	0.84
VIA- 8-10a	柾 目	0.07	1.09	2.66	4.41	8.41	0.85
10b	〃	0.05	1.32		3.86	8.53	0.82
平 均		0.06	1.21		4.14	8.47	0.84
VIA- 8-14b	追 柾	0.07	1.50		5.75	6.97	0.85
18a	〃	0.11	2.90	7.03	5.41	0.83	
平 均		0.09	2.20	6.39	6.19	0.84	
VIB-10- 13	板 目	0.12	2.66	1.22	7.61	4.90	0.54
16	〃	0.15	3.05		6.39	3.26	0.52
17	〃	0.17	3.20		6.22	2.60	0.48
平 均		0.15	2.97		6.74	3.59	0.51
VIB-10- 9a	柾 目	0.12	2.06	1.22	3.50	7.29	0.58
9b	〃	0.11	2.80		3.83	7.74	0.54
平 均		0.12	2.43		3.67	7.52	0.56
VIB-10- 13a	追 柾	0.13	2.50		3.67	6.00	0.55
13b	〃	0.13	2.70	4.14	3.95	0.52	
平 均		0.13	2.60	3.91	5.98	0.54	

注: 表示した各試験材の値は, おおの2枚の試験材の平均値である。

ながら行なった人工乾燥スケジュール試験の結果を樹種別にみると, 次のようになる。なお, 終末温度については, スケジュールの慣習から区切りの良い値を用いるので, パンキライ材は75°C, ホワイト メラ

Table 2. 100°C の 急 速 乾
Result of quick drying test

試 験 材 番 号	樹心からの 離 (cm)	欠 点 の 種 類 と 程 度			初期含水率 (%)	含水率1% までの乾燥 時間 (hr)	推 定 初期温度
		初期割れ	断面の糸巻 状の変形	内部割れ			
VIA-1	16.5	8	2	2~3	36.3	48.0	45
	18.0	8	1	2	36.5	71.0	45
VIA-3	19.0	8	1~2	3	34.6	67.0	45
	22.0	8	1	1	33.9	57.0	45
VIA-8	17.0	7~8	1	2~3	34.9	34.0	46
	20.0	6~7	1	1	35.4	45.3	48
VIB-5	19.0	4	1~2	1	51.7	25.0	55
	22.0	4	2	1	54.0	23.0	55
VIB-10	19.0	3	2	1	52.5	25.5	60
	21.0	4	1	1	52.5	27.0	55

注：1) 推定乾燥時間(日)や乾燥条件は2.7cm厚材用。

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

3) 欠点の程度は初期割れ, 断面の変形は1~8, 内部割れは1~6までの順位とし, 数字の大ききなも

ソチ材は80°Cとした。

4-3-1. パンキライ

パンキライ材についての2回の試験内容および条件, 試験材枚数などはTable 3である。また各試験材のうち板目, 柾目材の代表的なものについての乾燥経過をFig. 4~6に, 乾燥応力の経過をFig. 7に示す。

また, 人工乾燥スケジュール材の初期含水率, 全乾収縮率および天然乾燥後に全乾とした小試片材の全乾収縮率などを, Table 4に示す。

なお, 初期蒸煮した第1回試験については, 乾燥初期に板目材の木口および材面にはなほだしく割れが発生したため, 不適当な前処理として幾分高い仕上り含水率であったが, 試験を打ち切った。

(1) 乾燥時間について

これについては後出(2)のごとく, 乾燥なかごころに割れが生じたため, 乾燥時間を論ずるには多少不相当であるが, 中間蒸煮(100°C, 1hr)した第2回試験の各試験材の乾燥時間は生材から含水率10%まで乾燥するのに板目材で300~342hr, 柾目材で345~382hrを要し, 柾目材の方が10~15%乾燥時間が延長している。

原木別にはVIA-8の乾燥時間が短く, VIA-8<VIA-3≒VIA-1の関係にある。

木取り位置による乾燥時間の差異は, 各丸太とも認められない。

蒸煮と乾燥時間との関係は, 中間蒸煮後の乾燥経過がやや速くなっているが, その効果はカンボジア産コムニヤン材程度と思われる。

(2) 割れについて

Table 3に示す第2回試験の試験材につき, 乾燥経過中に生じた割れを観察すると, 含水率の高い乾燥初期に生じたものと, 乾燥なかごころに生じたものとが認められた。これらはいずれも温度差を変化させた直後に発生し, 前者はVIA-1-04, VIA-3-05の両板目材で温度差1.8°Cから2.0°Cに開いた乾燥開始後30hrの時期, 後者はVIA-1-02, VIA-3-03, VIA-3-06, VIA-8-06の各板目材で含水率19.6~23.8%

燥 試 験 結 果
at 100°C temperature

された条件 (°C)		推定人工乾燥時間 (日)	収 縮 率			ね じ れ (mm)	備 考
初期乾湿球温度差	終末温度		幅 (%)	厚 度 (%)	比 (厚さ/幅)		
1.8	79	19.9	9.8	5.0	0.51	4.0	樹脂多し 樹脂多し
1.8	79	22.5	10.4	5.3	0.51	14.0	
1.8	77	22.1	8.2	5.4	0.65	4.5	
1.8	79	21.0	7.0	5.4	0.77	7.0	
1.9	79	16.2	6.7	4.5	0.67	2.0	
2.1	80	15.5	9.2	4.5	0.48	4.0	
3.6	83	7.4	6.7	4.1	0.59	1.0	
3.6	83	7.1	6.5	4.3	0.66	1.0	
4.3	85	6.5	7.4	4.3	0.58	2.5	
3.6	83	7.6	7.5	4.4	0.58	6.0	

のほどおのおのの欠点が大いことを示す。

Table 3. 温湿度条件と使用した試験材枚数 (バンキライ)
Drying conditions and number of test pieces (Bangkirai)

項目	原木番号	試験材の大きさ	木 取 り と 枚 数			乾 燥 条 件 (°C)			蒸 煮 し た と き の 含 水 率 範 囲 (%)
			板 目	桁 目	追 桁	初 期		終 末	
						D.B.T.	W.B.T.		
第 1 回 試 験	VI A- 1	2.7×20×60cm	2	1	—	45.0	43.2	—	33.5~37.5
	VI A- 3		1	1	—				
	VI A- 8		2	2	—				
第 2 回 試 験	VI A- 1	2.7×20×60cm	2	1 (応力測定用)	1	45.0	43.2	75.0	板目 21.5~22.0
	VI A- 3		3	2	—				桁目 23.8
	VI A- 8		2	2	—				板目 19.6~21.0
									桁目 23.0
									板目 17.9
									桁目 21.4~22.0

注: 第 1 回試験は初期蒸煮, 第 2 回試験は中間蒸煮した。

の時に乾湿球温度差 5.0°C から 8.0°C に変化した後それぞれ発生した。特に含水率 20% 前後に発生した割れは、いずれも細いものが連鎖状につながっており、この形状はカンボジア産のコキークサイ材によく似ている。

乾燥初期の割れは、含水率との関係からみて、条件を変化した時期が早すぎたものと考えられるが、含水率 20% 前後に割れが生ずるのは、バンキライの材質が一般温帯産広葉樹材と異なり、乾燥初期に表面層の引張り set が生じにくく、また内層の圧縮 set もおきにくいいため、表面層の引張り応力がいつまでも緩和できない結果と考えられる。したがって、応力転換時期も低い含水率域にあると想像され、応力測定用試験材 VI A-1-09 b の結果によれば、Fig. 7 に示すごとく、応力転換時期は含水率 12.3% となっている。

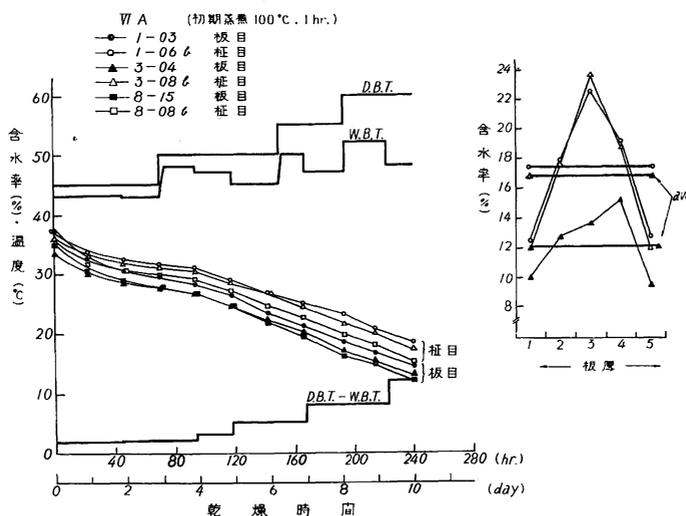


Fig. 4 パンキライ材の乾燥経過 (第1回試験)
Drying process of Bangkirai (1st test).

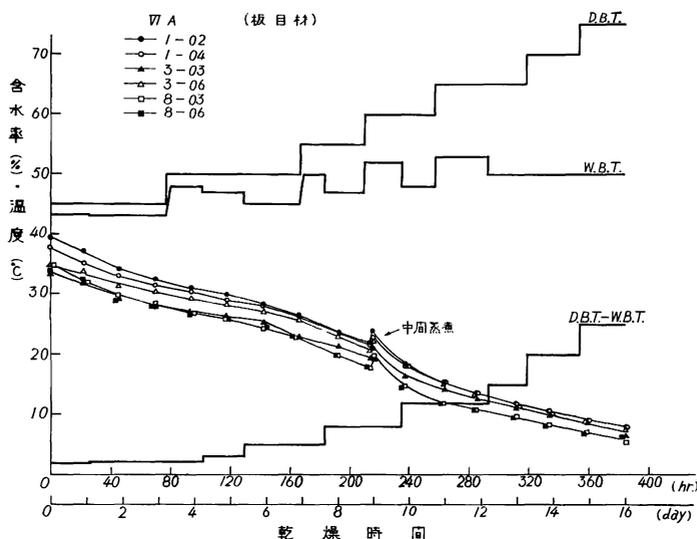


Fig. 5 パンキライ材 (板目) の乾燥経過 (第2回試験)
Drying process of Bangkirai (flat grain) (2nd test)

このような樹種に対しては人工乾燥にさいし、国内産広葉樹とは全く異なった、乾湿球温度差の開きかたをしなければならないと考えられる。第2回試験においては乾燥開始後220時間後(試験材含水率18~23%)に、応力試験用の柎目材をのぞき全試験材につき中間蒸煮(100°C, 1hr)を行なったが、板目試験材のすべてに表面割れが生じた。したがって、その後の乾燥条件と乾燥割れとの関係の考究は、特に板目材では不可能となった。

(3) 狂いについて

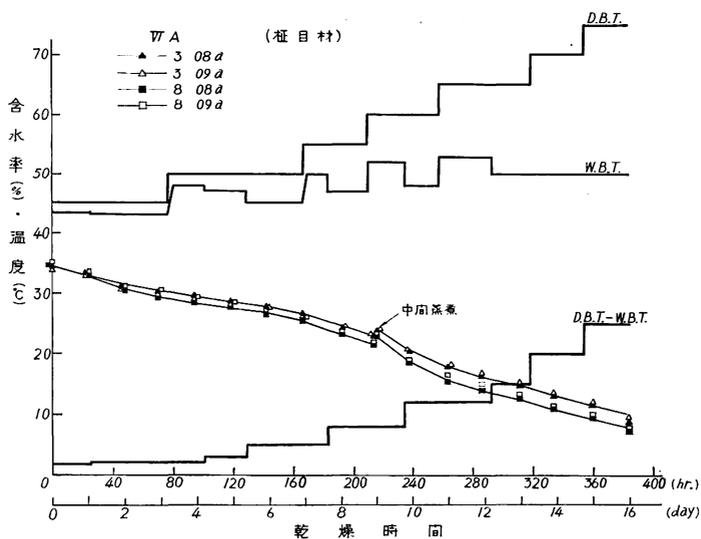


Fig. 6 バンキライ材 (柎目) の乾燥経過 (第 2 回試験)
Drying process of Bangkirai (edge grain) (2nd test).

乾燥終了時の各試験材の状態は、板目材に 2~3 mm の cup が生じていたが、ねじれ、柎目材の落込みは認められなかった。

(4) 収縮率について

Table 4 に示す第 2 回試験の試験材の収縮率範囲をみると、半径方向 3.92~5.03%, 接線方向 7.90~10.21% で、これは同じ属で容積重の似ているカンボジア産コムニヤンや、近縁の属のコキークサイ材と類似した値である¹⁾。

また、中間蒸煮した、人工乾燥と天然乾燥とを経て、全乾としたものの収縮率を比較してみると、両者の差がないので、バンキライ材は人工乾燥や蒸煮による収縮率の増加割合はあまりないと考えられる。

また、木取り位置による収縮率の差異も、丸太により区々で、柎目材の場合、樹心側の落込み、厚さ減りは認められなかった。

(5) 蒸煮について

この樹種の蒸煮は、乾燥時間を短縮するのに多少効果は認められるが、先へのべたように、特に板目材に割れが生ずる危険があるため、初期および中間蒸煮とも不適當である。

以上の試験結果を要約してみると、バンキライ材は狂い、落込み、人工乾燥による収縮率の増大等は少ないが、きわめて割れやすい樹種であるといえる。いまバンキライ材のスケジュールを、狂いやすさと落込みに関する性質だけから考えれば、かなり高い温度で乾燥してもさしつかえないことになるが、割れやすさを考慮すると、相当低い温度と、わずかな乾湿球温度差で乾燥しなければならないことになる。

2.7 cm 材についての完全な人工乾燥スケジュールを、2 回の試験結果だけから決定することはかなり困

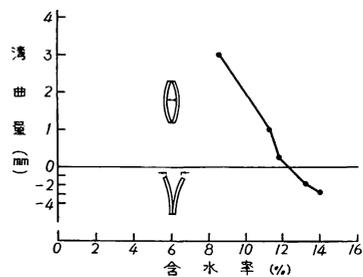


Fig. 7 含水率と乾燥応力の関係
Relation between moisture content and drying stress.

Table 4. バンキライ材の初期含水率および人工乾燥材と天然乾燥を経た収縮率
Initial moisture content and shrinkage from green to oven-dry of kiln
dried and air seasoned boards (Bangkirai)

項目	原木および 試験番号	木取り	初期含水率 (%)	全 乾 収 縮 率 (%)				
				人 工 乾 燥 材		天 然 乾 燥 材		
				幅	厚 さ	幅	厚 さ	
第 1 回 試 験	VI A-1-03	板 目	37.2	10.69	4.40	9.06	4.33	
	VI A-1-12	〃	37.5	9.69	4.76	8.68	4.01	
	VI A-1-06b	枳 目	37.3	4.69	10.40	5.21	8.72	
	VI A-3-04	板 目	33.5	8.56	4.76	8.10	4.41	
	VI A-3-08b	枳 目	36.2	3.78	7.89	5.49	8.23	
	VI A-8-15	板 目	35.0	7.67	4.76	7.95	4.67	
	VI A-8-16	〃	35.2	8.33	4.25	8.75	4.49	
	VI A-8-08b	枳 目	35.8	4.89	7.77	5.14	8.30	
	VI A-8-09b	〃	35.9	3.72	8.74	4.52	8.38	
	第 2 回 試 験	VI A-1-02	板 目	39.5	10.21	4.06	8.93	4.08
		VI A-1-04	〃	37.5	10.21	4.36	8.69	4.18
		VI A-1-05b	追 枳	37.3	6.66	8.94	6.58	7.86
VI A-3-03		板 目	33.0	8.03	4.21	8.25	4.61	
VI A-3-05		〃	34.2	8.79	4.79	8.18	4.48	
VI A-3-06		〃	35.0	8.48	4.20	8.03	4.28	
VI A-3-08a		枳 目	34.5	5.03	8.60	4.13	8.24	
VI A-3-09a		〃	33.9	4.69	9.06	4.96	9.35	
VI A-8-03		板 目	34.7	7.90	3.92	8.29	4.42	
VI A-8-06		〃	33.8	8.32	4.52	7.89	5.77	
VI A-8-08a		枳 目	34.6	4.69	8.42	4.46	8.50	
VI A-8-09a		〃	35.0	4.23	8.74	4.69	8.75	

注：第 1 回試験の人工乾燥材はすべて初期蒸煮，第 2 回試験の人工乾燥材はすべて中間蒸煮した。

難であるが，第 2 回試験の割れ発生の時期と乾燥条件や応力転換時期などを参考にして，次のような方法で Fig. 5 の乾燥条件は修正できよう。

(1) 第 2 回試験では板目材の含水率が 31~38%の時に，乾湿球温度差を 1.8°C から 2.0°C に変化させた，そのときに 2 枚の板目材に割れが生じたため，乾湿球温度差 1.8°C の条件をすべての板目材が含水率 30% になるまで継続する。

(2) 供試した板目材の含水率が 20~24%の範囲にあるときに，乾球温度は 55°C 一定とし，乾湿球温度差を 5°C から 8°C に変化させた際，過半数の板目材に割れが発生したから，最もおくれた板目材の含水率が 22~24%のときまでの乾湿球温度差を 7°C とし，乾球温度は 50°C にさげる。

(3) 板目材の平均含水率 20% 以下の乾燥条件と割れとの関係資料は，中間蒸煮によりすべての板目材に割れが発生したため得られないが，応力転換時期が 12% 付近にあることから考え，含水率 15% 程度まではかなり大きな引張り応力が表面層に働いているとみるべきである。含水率 15% 付近の乾燥条件を第 2 回試験では，乾球温度 60°C，乾湿球温度差 12°C としたが，温度を 55°C にとどめる。最も含水率の高い板目材の含水率が 13% 以下になれば，急速に温度を上昇させ乾湿球温度差をつける。

(4) 乾燥初期，中期，後期の条件を (1) ~ (3) のようにゆるやかに修正したので，全体の乾湿球温度差の開きかたを試験の条件より小さくし，乾燥中期の温度も低くする。また，割れの発生を防止するた

め温度の上昇と、乾湿球温度差の増大を同時にしない。

(5) 以上の(1)～(4)までの板目材の含水率を基準にした温湿度条件の補正結果を、Fig. 5, 6の板目、
 柾目材の乾燥経過の違いを利用して、柾目材含水率に書き直すと Fig. 10 となる。

修正したスケジュールの乾燥時間を推定することはきわめて困難であるが、修正スケジュールは Fig. 5
 の第2回試験より乾燥初期の乾湿球温度差が1段階ゆるくなり、乾燥中期の条件が乾燥温度と乾湿球温度
 差ともに1段階ずつゆるやかになっていることから、全体の乾燥時間に対し、約20%の時間延長を考慮
 すればよいと思われる。また、第2回試験では乾燥中期に中間蒸煮を行なっているため、この操作をしな
 い場合は、蒸煮後の乾燥時間に対し約10%の時間延長をみる必要がある。このような考えかたで第2
 回試験の、含水率10%までの柾目材の乾燥時間16日を修正すると、20日と算出される。実際の工場規
 模の乾燥日数は、実験室の試験結果より1日程度延長するので、生材から含水率10%までのバンキライ
 材の乾燥日数は、21日程度となる。

以上のようにして修正、推定した乾燥条件と乾燥日数の信頼性にはかなり問題があるが、今までに試験
 した材質の似ているカンボジア産コキークサイ、コムニヤンなどが、大略、20～22日の乾燥日数を要し
 ていることからみて、あまり間違った推定ではないと思われる。

今回の試験内容の範囲ではないが、バンキライ材は初期含水率が低く、容積重のわりに水分移動が良い
 ため乾燥の速い樹種と誤認されやすく、特に乾燥による狂いが少なく、乾燥後に表面割れがふさがる等
 のため、乾燥初期の表面割れが見すごされやすく、案外乾燥容易な材と思われる。

4-3-2. ホワイト メランチ

この樹種については、初期蒸煮(100°C, 1hr)したものと、無処理の2回の乾燥試験を行なった。両者
 とも100°Cの急速乾燥試験から求めた条件を参考にしたが、前者については初期蒸煮による割れの発生
 を考慮し、推定条件より乾湿球温度差だけを弱くした乾球温度55°C、乾湿球温度差3°Cの条件とした。
 また後者の無処理試験は、さきの試験よりも乾球温度を5°C高め60°Cとし、乾湿球温度差を第1回試験
 と同じ3.0°Cの条件で行ない、割れ、狂い、乾燥時間などを検討したものである。試験条件および試験材
 については Table 5 に、各試験材の乾燥経過を Fig. 8, 9 に示す。また、人工乾燥スケジュール試験材の
 初期含水率、全乾収縮率、および天然乾燥後に全乾とした小試片の全乾収縮率などを Table 6 に示す。

(1) 乾燥時間、割れについて

Fig. 8, 9 に示す初期蒸煮と無処理材の乾燥経過をみると、生から10%までの乾燥時間は第1回試験の
 場合、板目材で143～148 hr、柾目材で160～164 hr、第2回試験では板目材97～107 hr、柾目材124 hr

Table 5. 温湿度条件と使用した試験材枚数 (ホワイト メランチ)
 Drying conditions and number of test pieces
 (White meranti woods)

項 目	原木番号	試験材の大きさ	木取りと枚数		乾燥条件 (°C)			備 考
			板 目	柾 目	初 期		終 末	
					D.B.T.	W.B.T.	D.B.T.	
第1回試験	VI B-10	2.7×20×60cm	2	2	55.0	52.0	80.0	初期蒸煮
第2回試験	VI B-10	2.7×20×60cm	3	1	60.0	57.0	80.0	無 処 理

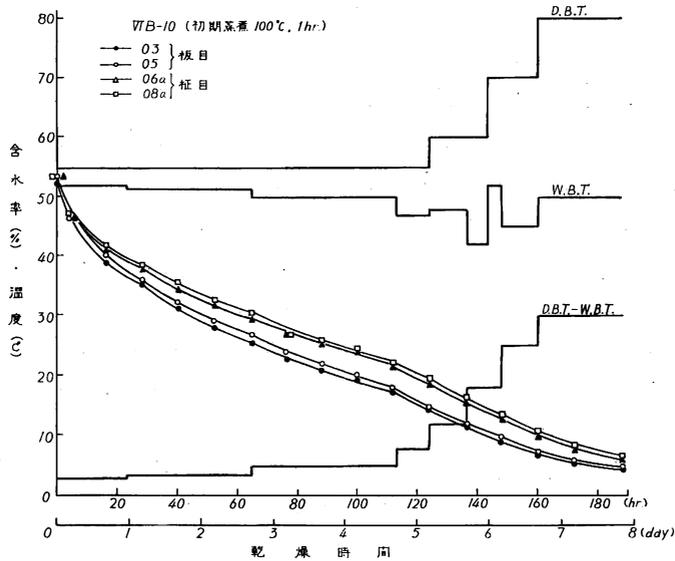


Fig. 8 ホワイト メランチ材の乾燥経過 (第 1 回試験)
Drying process of White meranti (1st test).

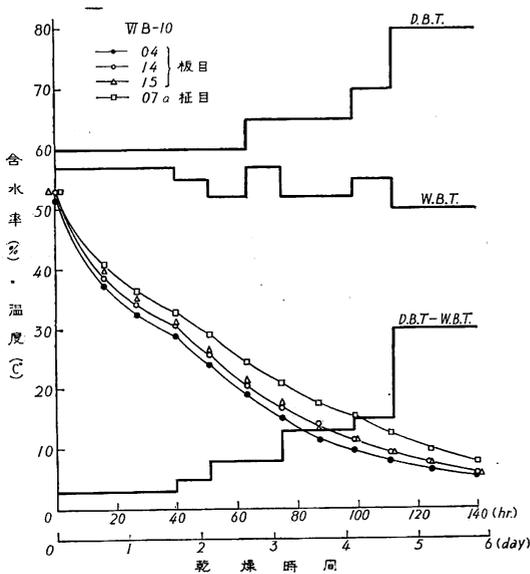


Fig. 9 ホワイト メランチ材の乾燥経過 (第 2 回試験)
Drying process of White meranti 2nd (test).

となり、第 1 回試験の方が板目、柾目材とも乾燥時間が長くなっている。この原因は第 1 回試験の乾燥の初期条件が、第 2 回試験よりも弱いことにもよるが、含水率 22~30% の乾燥条件がゆるすぎたためでもある。

板目、柾目の木取りによる差異は、いずれも板目材の方が速く乾燥しているが、その短縮割合は第 1 回と第 2 回試験とで異なり、前者は約 10%、後者では約 17% となっている。このことは条件を強くして乾燥した場合、板目と柾目材の乾燥速度におよぼす効果が異なり、乾燥のおそい柾目材の方が、板目材よりも時間短縮の割合が常に少なくなるので、上記に示したような割合になったものと考えられる。

割れについては、2 回の試験とも乾燥初期、および中期におけるその発生は、すべての試験材に認められなかった。この 2 回の試験だけから乾燥初期の条件を考察するには、多少問題があると思われるが、先の 100°C の急速乾燥試験から求めた条件をも含めて勘案するならば、初期割れの生じない安全な乾湿球温度差は乾燥温度 60°C の際 3.5~4°C で、乾球温度が 55°C であれば乾湿球温度差は 4~4.5°C 程度と考えられる。

(2) 狂い、収縮率について

乾燥終了時の各試験材の状態は、第1回試験の場合、板目材 (VI B-10-05) に 0.5~2.0 mm の cup と 5 mm のねじれ (VI B-10-03) が生じていた。

第2回試験では 2.2~2.7 mm の cup と 10~24 mm のねじれが生じ、条件を強くした後の方が cup、ねじれ量とも大きくなっている。

柾目材については5回の試験とも落込み、ねじれは認められない。

Table 6 に示した天然乾燥を経て全乾とした小試片と、人工乾燥してから全乾とした第1, 2回の各試験材の収縮率を比較しその比を求めると、第1回試験では接線方向 1.01~1.03 倍、半径方向 0.84~0.99 倍となり、半径方向の収縮率が板目、柾目材とも減少している。また、第2回試験では接線方向 1.04~1.15 倍、半径方向 0.98~1.09 倍となり、人工乾燥による収縮率の増加割合は常に接線方向の方が大きくなっている。

また2回の試験において、第1回の試験の接線、半径方向とも収縮率の増加割合が、第2回試験の結果よりも少なくなっている。これは第1回試験の乾燥条件がゆるいことにもよるが、第1回試験だけは初期蒸煮を行っており、これによる生材寸法の増加が結果的に収縮量の減少をもたらしたものと考えられる。この傾向は同属のサラワク産メラランチ類木材にもみられており²⁾、蒸煮直後、成長応力の緩和により板の寸法が伸び、しかも乾燥経過中に、蒸煮による異常収縮が生じにくい樹種にあらわれやすいものと思われる。

(3) 初期蒸煮について

この木材の初期蒸煮は、割れ、狂い、収縮率の増加などに対しほとんど心配はない。

また蒸煮による乾燥時間の短縮は、この試験内容からは判断できないが、すでに試験した同属のサラワク産メラランチ、あるいはカンボジア産コムニヤン、カリマンタン産ライト レッド メラランチ材などの結果を総括して考えると、蒸煮による乾燥時間の短縮は10%程度ではないかと考えられる。

以上の結果を要約すると、ホワイト メラランチ材はバンキライ材と比較し、はるかに割れにくい、やや狂いやすく、あまり高い温度で乾燥すると板目材にねじれの生ずる危険がある。第1回試験ではあまり

Table 6. ホワイト メラランチ材の初期含水率および人工乾燥材と天然乾燥を経た全乾収縮率
Initial moisture content and shrinkage from green to oven-dry of kiln dried and air seasoned boards (White meranti)

項目	原木および 試験材番号	木取り	初期 含水率 (%)	全 乾 収 縮 率 (%)			
				人 工 乾 燥 材		天 然 乾 燥 材	
				幅	厚 さ	幅	厚 さ
第1回試験	VI B-10-03	板 目	52.6	7.53	3.51	7.47	3.60
	VI B-10-05	〃	53.7	7.94	4.80	7.70	4.87
	VI B-10-06a	柾 目	53.3	4.67	6.93	5.31	6.75
	VI B-10-08a	〃	53.6	5.11	8.47	5.31	8.34
第2回試験	VI B-10-04	板 目	51.7	8.89	4.39	7.75	4.14
	VI B-10-14	〃	52.9	6.94	5.18	6.69	4.75
	VI B-10-15	板 目	52.9	7.44	3.18	7.17	3.23
	VI B-10-07a	柾 目	53.1	5.33	8.08	5.45	7.48

注: 第1回試験は初期蒸煮, 第2回試験は無処理材である。

ねじれが認められなかったが、乾燥中期までの乾湿球温度差がゆるすぎたために乾燥時間が長くなり、第2回試験では、乾燥温度を高くしすぎたために、乾燥時間は短かったが狂いが大きかったものと考えられる。したがって、適当な乾燥条件としては、乾燥初期の条件を第2回試験よりも乾球温度はさげ、乾湿球温度差を大きくし、乾球温度 55°C、乾湿球温度差 4°C とし、乾燥中期（含水率 25~20%）の乾球温度を 60°C、乾湿球温度差 8°C、終末温度 80°C とすればよいと考えられる。この場合の乾燥日数は大略2回の試験の平均値とみなされ、6日と推定される。実際の乾燥室操作では、乾燥むら等を考慮して7~8日にならう。乾燥に際してのコントロール・サンプルは、パンキライ材と同じく心材柾目材である。含水率と乾燥条件の関係を Fig. 10 に示す。

5. ま と め

カリマンタン産パンキライおよびホワイト メランチ材につき、2.7cm 板材用の乾燥スケジュール試験と、それに関連した基礎試験を行ない、次の結果を得た。

1. パンキライ材は丸太の周辺部近くと、樹心近くとで乾燥速度の違いに一定の法則が見いだしにくい。ホワイト メランチ材は外周部の方が樹心近くより乾燥が速くなっている。
2. 両樹種の乾燥速度減少係数を板目、柾目材について比較してみると、パンキライ材は 2.66~3.17、ホワイト メランチ材は 1.22 である。
3. パンキライ材の応力転換時期の含水率は 12.3% できわめて低い。
4. 板目材の乾燥に際して、パンキライ材はきわめて割れやすく、乾燥困難で 2.7 cm の板材の乾燥日数は含水率 10% まで約 21 日を要し、ホワイト メランチ材は乾燥容易で 7~8 日で完結する。
5. 両樹種の 2.7 cm 板材についてのスケジュールは Fig. 10 である。パンキライ材は初期蒸煮および中間蒸煮は不適當であり、ホワイト メランチ材は初期蒸煮を行なってもよい。
6. 100°C の急速乾燥試験による乾燥スケジュールの推定の結果は、パンキライ、ホワイト メランチ材ともに、乾燥条件および日数については比較的正確であった。

文 献

- 1) 寺沢 真・佐藤庄一：南洋材の性質 1 カンボジア産 8 樹種の乾燥スケジュール，林試研報，190，pp. 62~85，(1966)
- 2) 寺沢 真・佐藤庄一：南洋材の性質 2 サラワク産メランチ類木材の乾燥スケジュール，林試研報，190，pp. 134~149，(1966)
- 3) 寺沢 真・佐藤庄一：南洋材の性質 4 北ボルネオ産カプールの乾燥スケジュール，林試研報，197，pp. 88~100，(1967)
- 4) 寺沢 真・佐藤庄一：南洋材の性質 7 カリマンタン産クルイン材の乾燥スケジュール，林試研報，206，pp. 42~54，(1967)

V. **Drying Schedules of Bangkirai and White Meranti**
Woods grown in Kalimantan

Shin TERAZAWA and Shōichi SATO

(Résumé)

This test has been carried out to clarify the drying schedules of 2.7 cm thick board for two kind of Kalimantan woods.

The results of this test are as follows:

1) The coefficient of drying rate of flat-grain board was greater than that of edge-grain board of both Bangkirai and White meranti; the ratio of drying rate coefficient was 2.66~3.17 in Bangkirai and 1.22 in White meranti.

2) Concerning Bangkirai, the moisture content wherein the drying stress in surface layer changed from tension side to compression side was 12.3%, which value was especially low as compared with many other tropical woods.

3) The split of flat-grain board of Bangkirai during kiln drying occurred freely, and the 2.7 cm thick boards of Bangkirai required 21 days to be dried from the initial moisture content to 10%, whereas White meranti required 7~8 days.

4) The suitable schedules of 2.7 cm thick boards of both woods obtained from the drying tests conducted twice were shown in Fig. 10.

Species Moisture content (%)	Bangkirai		White meranti	
	D.B.T. (°C)	W.B.T. (°C)	D.B.T. (°C)	W.B.T. (°C)
50				51.0
40			55.0	50.0
30	45.0	43.2		
		43.0		
	47.0	43.0		55.0
	50.0	40-43.0	60.0	52.0
		40.0		
20	55.0	43.0	65.0	53.0
	60.0	43.0	70.0	52.0
	70.0		75.0	
10	75.0	50.0	80.0	50.0
Initial steaming	Unsuitable		Unnecessary	
Drying time	21 days		7~8 days	

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

Fig. 10 Suitable drying schedules of 2.7 cm thick board for Bangkirai and White meranti woods.

VI. カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材

の回転鉋における被削性試験

(南洋材の回転鉋における被削性試験 第6報)

星 通⁽¹⁾

1. ま え が き

本報は南洋材の性質に関する研究の一環として、カリマンタン産バンキライおよびホワイト メランチ材について、回転鉋による被削性を明らかにし、樹種間相互を比較するとともに、木材利用上の資料を蓄積整備し、合理的利用をはかることを目的とする。

本試験を実施するにあたり、試験材の調整などのためにご協力をいただいた乾燥研究室各位、応用研究

(1) 木材部加工科加工研究室

室多田芳太郎技官に感謝いたします。

2. 試験方法

2-1. 供試材および試験材の木取り

切削抵抗試験の供試材には Table 1 に示すバンキライ VI A-1, VI A-6, VI A-7, VI A-8, およびホワイトメランチ VI B-5 の5本の原木丸太から木取りした挽板を用いた。木取り方法は、5本の原木丸太をそれぞれ長さ約400 mm に玉切りして、厚さ60 mm の板にだら挽きした。挽板番号は樹心を含む柁目板を0番

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

樹種	試験材 No. Test piece No.	挽板番号 Sawn board No.		
		縦切削 (L)	横切削 (T)	木口切削 (C)
バンキライ Bangkirai (VI A-1)	1	01	01	01
	2	02	03	12
	3	—	11	11
バンキライ Bangkirai (VI A-6)	1	3	4	04
	2	4	11	11
	3	12	12	12
バンキライ Bangkirai (VI A-7)	1	02	03	03
	2	03	12	12
	3	13	13	13
バンキライ Bangkirai (VI A-8)	1	03	03	03
	2	12	12	13
	3	13	13	14
ホワイト メランチ White meranti (VI B-5)	1	* 1—2	01	02
	2	1—6	02	01
	3	1—7	13	12

*印は Fig. 1 の木取りによる挽板

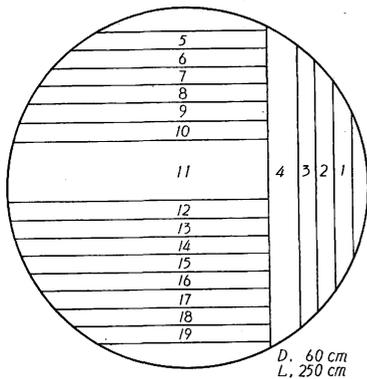


Fig. 1 ホワイトメランチ材の木取り
図
Sawn board cut from the log White meranti (VI B-5).

とし、右側を01, 02, ……番, 左側を11, 12, ……番とした。ただし、ホワイトメランチの縦切削試験材は材料の関係から、Fig. 1 に示す木取り板から Table 1 の挽板番号の板を用いた。なお、試験結果のとりまとめに際しては、挽板番号を示すかわりに、Table 1 に示す試験材番号を用いた。

これらの挽板は約2か月間天然乾燥し、温度による材質の変化を防ぐために、最高温度60°Cの低い温度で、10%前後の含水率に人工乾燥を行なった。人工乾燥後これらの挽板から試験法¹⁾に準じて、追柁面(切削面と年輪接触角45°±20°)が切削できる挽板を選び、縦、横、木口の3切削試験材をそれぞれ3枚ずつ作った。この際に、材料の関係から、横切削試験材ははぎ合わせて必要な寸法の試料を作り、ホワイトメランチは挽板の厚さがうすいため、縦切削試験材の厚さを若干うすくした。所定の寸法に木取りしたこれらの試験

材を平衡含水率12%の恒温恒湿室で含水率 $12 \pm 2\%$ を目標として、約3~4週間調湿した。

切削面を基準とする刃先の寿命試験の供試材には、パンキライ VI A-2, VI A-4, VI A-6, VI A-7, VI A-8, およびホワイト メランチ VI B-5 の6本の原木丸太を長さ1,600~3,000 mm に玉切り、樹心と辺材部の中間付近から厚さ33 mm の板を4~13枚挽き、前記の切削抵抗試験材と同様に人工乾燥を行なった。

これらの挽板は幅60 mm に縦挽きし、幅(切削面として使用する面)60 mm × 厚さ30 mm × 長さ1,500~2,200 mm の試験材に木取りした。これらの試験材は実験室で3~4週間調湿した。なお VI A-2, VI A-6, VI A-7, VI A-8 の4種類の試験材は伸べ長さ100m とし、そのうち50m を50cm ごとに区分し、切削面を評価するための試験材とした。また、VI A-4 および VI B-5 の試験材は、試験材の関係から延べ長さ50 m とし、50 cm に区分して切削面を評価する試験材とした。

2-2. 試験材の材質および含水率

1) 切削抵抗試験材の材質は容積重をもって代表することとし、切削試験に用いる木理部分を幅20mm に切り、20 mm × 50 mm × 40~25 mm の試験片を作り調湿容積重を測定した。また、全乾法(110°C)により全乾容積重を測定した。なお、木口および横切削試験材は、切削する木理部分が高いので、その両端から木取った試験片の平均容積重を測定した。この測定結果を Table 2~5 に示す。

切削面を基準とする刃先の寿命試験材は、前記の試験材から50 mm × 50 mm × 28 mm の試験片を作り、調湿容積重を測定した。測定結果を Table 6 に示す。

2) 含水率の測定

切削抵抗試験材の含水率は、切削試験前と切削試験後に試験材を幅5 mm に切った試験片から、全乾法(110°C)により測定した。切削面を基準とする刃先の寿命試験材は、切削前と切削後に Kett M-8型含水率計を用いて測定し、その範囲と平均値を求めた。これらの測定結果をそれぞれ、Table 2~5 および Table 6 に示す。

2-3. 試験方法

1) 切削抵抗試験は、前記の縦、横、木口の3切削試験材をそれぞれ切削試験機(主軸回転数900 r.p.m., 切削円直径170 mm, 切削角 56° , 刃先角 40° , 有効刃数4枚セットのうち1枚, ナイフの材質SKH3)により、送り速度3, 4, 5, 6, 7 m/min (1刃あたりの送り量3.3, 4.4, 5.5, 6.6, 7.7 mm) の5条件で切削し、ナイフに加わる切削抵抗をトルク値に変え、測定装置(トルクメーター → ストレンメーター → アンプ → ペン書きオシログラフ)により記録させる。試験は3 m/min の送り速度から開始し、7 m/min まで行なう。これを3回繰り返して行ない、測定したトルク値からそれぞれ20個の平均値をとり単位切削抵抗に換算し、1刃あたりの送り量 f (cm) と切削抵抗 P (kg/cm) との関係図を求める。この関係図から f と P における実験式 $P = a + \alpha f$ の a , および α の両常数を求め、切削抵抗試験の指標として表示する。

2) 切削面を基準とする刃先の寿命試験は前記の試験材を自動一面鉋盤(主軸回転数6,180 r.p.m., カッターヘッドおよび切削円直径125 mm および130 mm, 切削角および刃先角 56° および 40° , 有効刃数4枚セットのうち1枚, ナイフの材質SKH3)により送り速度20 m/min 一定として切削する。切削面の評価は前記の試験材を0, 100, 300, 500……m の切削時から切削開始した50 m の区間について行ない、切削面の評価の基準は、実際に仕上げ面として使用できるかどうかを基準とするとともに、材質による切削面の欠点のみを採用するため、逆目、目違い、毛羽立ちの3欠点として欠点率を求める。この結果から切

削材長 (L) と欠点率 (D) との関係図を求め、欠点率が70%に達した切削材長をもって、刃先の寿命試験における指標として表示する。

3. 試験結果および考察

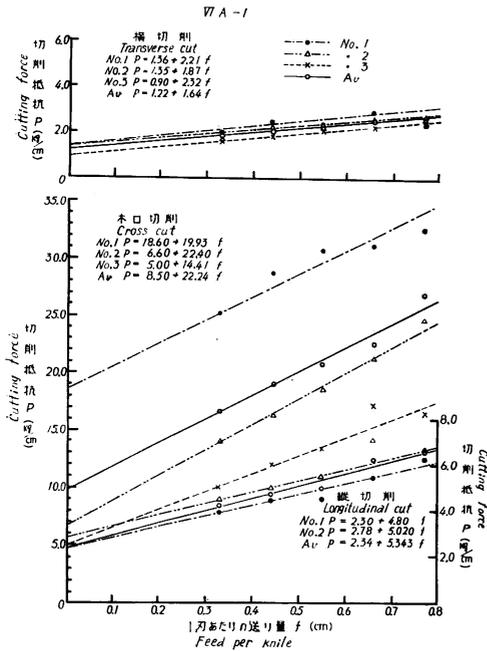


Fig. 2 VI-1における1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Bangkirai VI A-1).

1) 切削抵抗試験は前記の試験法により、パンキライ VI A1, VI A-6, VI A-7, VI A-8, ホワイト メランチ VI B-5 の5種類の試験材の縦、横、および木口切削試験片それぞれ3枚について試験を実施し、1刃あたりの送り量 (f) と単位幅あたりの切削抵抗 (P) との関係を求め、Fig. 2~6に示す。この関係における実験式 $P = a + \alpha f$ を求め、 a 、および α の両常数を縦、横、木口切削についてとりまとめ、それぞれを Table 2~4 に示す。

また、縦、横、木口切削のおおの3枚の試験材について、1刃あたりの送り量を3.3~7.7 mm とした各測点の平均値から求めた実験式における a 、 α の両常数を Table 5 に示す。

2) 切削面を基準とする刃先の寿命試験は前記の試験法により、パンキライ VI A-2, VI A-4, VI A-6, VI A-7, VI A-8 および ホワイト メランチ VI B-5 の6種類について試験を実施し、切削材長 (L) との欠点率 (D) との関係を求め、Fig. 7~12に示す。この測定結果から欠点率70%に達した切削材長を求め、刃先の寿命試験における指標として

Table 6 に示す。

3) 結果および考察

切削抵抗試験結果については、次報のカリマンタン産13樹種の試験結果とともに考察を加える予定であるので、深く考察を加えないが、本試験結果からはパンキライ、ホワイト メランチの両材とも切削抵抗は $P = a + \alpha f$ の直線式で表わされ、変化常数 α は木口切削においては必ずしもそうではないが、縦切削においてパンキライのうち VI A-1, VI A-6, VI A-8 は大差はないが、VI A-7 は小さかった。なお、ホワイト メランチ VI B-5 は切削時における切屑の離れが悪いため、必要以上切削抵抗が高くなっているように思われる。切削面を基準とする刃先の寿命試験結果は Table 6 に示すごとく、VI B-5 < VI A-4 < VI A-8 < VI A-2 < VI A-6 < VI A-7 の順に、欠点の生じない切削材長が長く、刃先の寿命は長い。なお、パンキライでは VI A-2, VI A-6, VI A-7 の3試験材は切削材長 1,000m 前後で大差ないが、VI A-4 は 300m 前後でとくに短かった。これは、VI A-4 の試験材は切削試験中に試験材の狂いが大きく現われるとともに、繊維の交錯の程度が大きく、またなわ目材であったため、比較的早くからササクレ状の毛羽立ちが発生しやすかったと思われる。ホワイト メランチ VI B-5 は比較的交錯木理の程度は少ないが、材に含まれているシリ

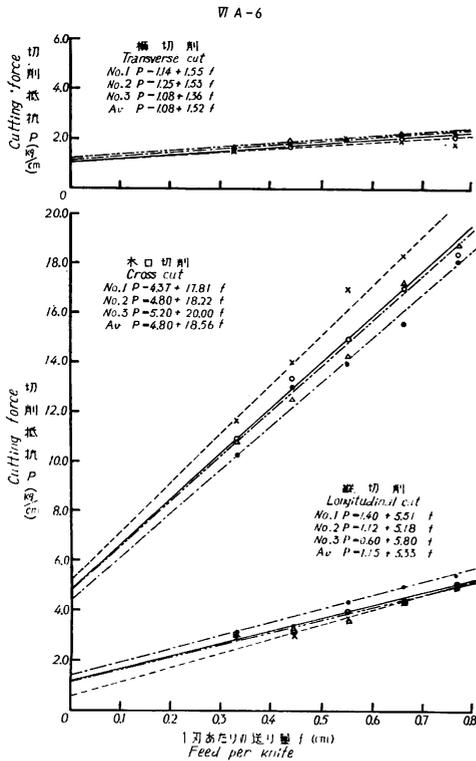


Fig. 3 VI A-6 における 1 刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Bangkirai, VI A-6).

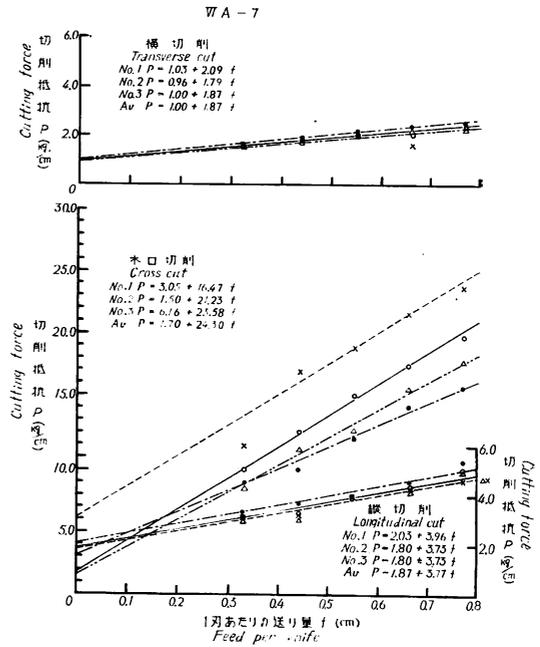


Fig. 4 VI A-7 における 1 刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Bangkirai VI A-7).

Table 2. 縦切削の試験結果
The a and α of longitudinal cut

丸大 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 Ovendry		
VI A-1	1	9.90	16.39	13.15	0.95	0.91	2.30	4.80
	2	9.72	16.05	12.89	1.01	0.96	2.78	5.02
	3	13.54	—	—	0.97	0.93	—	—
VI A-6	1	9.62	12.05	10.84	0.91	0.87	1.40	5.51
	2	8.76	13.45	11.11	0.91	0.88	1.12	5.18
	3	10.85	13.26	12.06	0.93	0.90	0.60	5.80
VI A-7	1	9.90	14.56	12.23	0.88	0.85	2.63	3.96
	2	8.92	13.60	11.26	0.87	0.84	1.80	3.73
	3	9.60	14.21	11.91	0.89	0.86	1.80	3.73
VI A-8	1	8.50	13.51	11.01	0.85	0.82	1.20	4.03
	2	9.33	13.43	11.38	0.85	0.80	1.23	5.40
	3	8.70	13.56	11.13	0.87	0.83	2.77	4.80
VI B-5	1	11.51	—	—	0.54	0.50	0.67	2.96
	2	11.28	—	—	0.63	0.60	0.92	2.64
	3	11.15	—	—	0.58	0.55	1.00	2.95

$a, \alpha; P = a + \alpha f$ (切削抵抗の実験式)

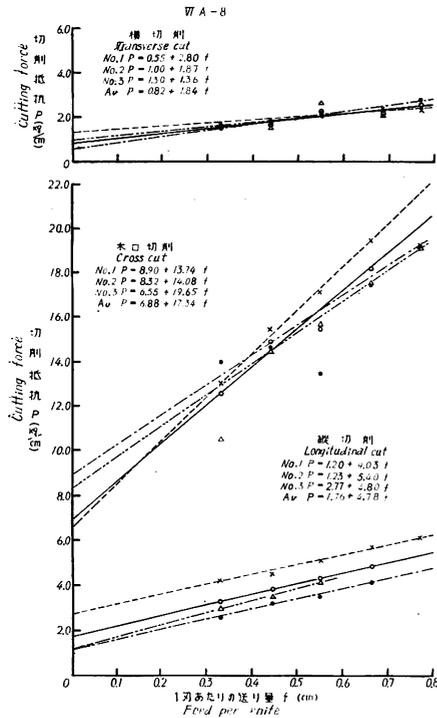


Fig. 5 VIIA-8における1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (White meranti, VIIA-8).

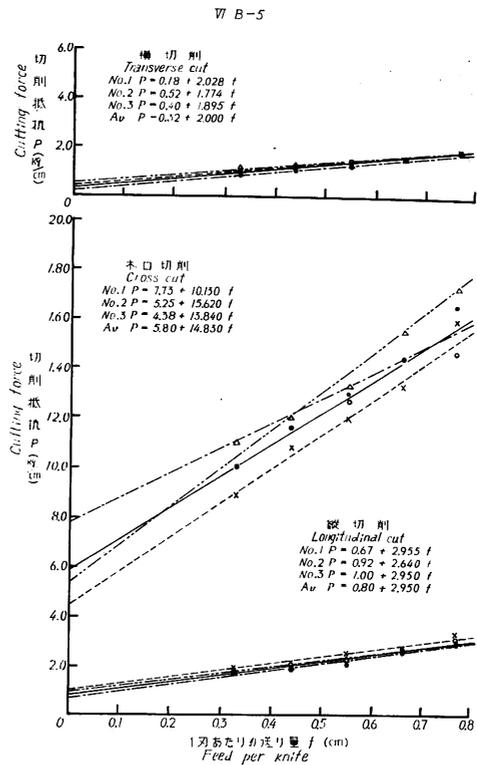


Fig. 6 VIIB-5における1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) との関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (White meranti VIIB-5).

Table 3. 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 con- ditioning			
					全乾容積重 Oven dry			
VIIA-1	1	14.07	15.46	14.77	0.98	0.94	1.36	2.22
	2	14.02	14.28	14.15	0.97	0.93	1.35	1.87
	3	14.51	15.00	14.76	0.95	0.90	0.90	2.32
VIIA-6	1	12.58	13.97	13.28	0.89	0.86	1.14	1.55
	2	13.13	14.99	14.06	0.92	0.91	1.25	1.53
	3	12.79	—	—	0.92	0.88	1.08	1.36
VIIA-7	1	12.52	13.69	13.11	0.89	0.85	1.03	2.10
	2	12.98	14.30	13.64	0.87	0.84	0.96	1.79
	3	12.73	14.37	13.55	0.87	0.86	1.00	1.87
VIIA-8	1	12.55	14.41	13.48	0.86	0.82	0.55	2.80
	2	11.81	13.74	12.78	0.90	0.87	1.00	1.87
	3	12.64	14.49	13.57	0.87	0.84	1.30	1.36
VIIB-5	1	—	12.99	—	0.52	0.52	0.18	1.77
	2	—	13.83	—	0.53	0.48	0.52	1.90
	3	—	13.76	—	0.55	0.52	0.40	2.00

a, α ; $P = a + \alpha f$ (切削抵抗の実験式)

Table 4. 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 con- ditioning	全乾容積重 Oven dry		
VIA-1	1	12.88	13.56	13.22	0.90	0.86	18.60	19.93
	2	13.28	13.39	13.34	0.91	0.88	6.6	22.40
	3	13.42	13.86	13.64	0.97	0.93	5.5	14.41
VIA-6	1	12.81	13.38	13.10	0.95	0.91	4.37	17.81
	2	12.47	13.08	12.78	0.93	0.90	4.80	18.22
	3	12.83	13.36	13.10	0.94	0.95	5.20	20.00
VIA-7	1	12.56	13.02	12.79	0.81	0.78	3.05	16.47
	2	12.39	12.32	12.36	0.92	0.88	1.50	21.23
	3	13.01	13.01	13.01	0.83	0.85	6.16	23.58
VIA-8	1	12.68	12.59	12.64	0.82	0.88	8.90	13.74
	2	12.40	12.34	12.37	0.84	0.80	8.32	14.08
	3	12.80	12.40	12.60	0.86	0.88	6.55	19.65
VIB-5	1	—	12.27	—	0.58	0.55	7.73	10.13
	2	—	13.10	—	0.59	0.56	5.25	15.62
	3	—	12.96	—	0.60	0.58	4.38	13.84

$a, \alpha; P=a+\alpha f$ (切削抵抗の実験式)

Table 5. 切削抵抗試験結果
The a and α of cutting force test

試験材 Test piece		平均調湿容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity after conditioning	平均全乾容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity oven dry	a	α
VIA-1	縦 (L)	0.95 ~ 1.00 (0.97)	0.91 ~ 0.96 (0.93)	2.34	5.34
	横 (T)	0.957 ~ 0.98 (0.97)	0.90 ~ 0.94 (0.92)	1.22	1.64
	木口 (C)	0.82 ~ 0.99 (0.93)	0.79 ~ 0.95 (0.88)	8.50	22.24
VIA-6	縦 (L)	0.91 ~ 0.93 (0.92)	0.87 ~ 0.90 (0.88)	1.15	5.33
	横 (T)	0.89 ~ 0.92 (0.91)	0.86 ~ 0.91 (0.88)	1.08	1.52
	木口 (C)	0.92 ~ 0.976 (0.94)	0.89 ~ 0.94 (0.91)	4.80	18.56
VIA-7	縦 (L)	0.87 ~ 0.89 (0.88)	0.84 ~ 0.86 (0.85)	1.87	3.77
	横 (T)	0.87 ~ 0.89 (0.88)	0.84 ~ 0.86 (0.85)	1.00	1.87
	木口 (C)	0.74 ~ 0.93 (0.85)	0.71 ~ 0.90 (0.83)	1.70	24.30
VIA-8	縦 (L)	0.85 ~ 0.87 (0.86)	0.80 ~ 0.83 (0.82)	1.76	4.78
	横 (T)	0.85 ~ 0.90 (0.88)	0.82 ~ 0.87 (0.84)	0.82	1.84
	木口 (C)	0.83 ~ 0.94 (0.87)	0.79 ~ 0.92 (0.84)	6.88	17.34
VIB-5	縦 (L)	0.53 ~ 0.58 (0.55)	0.52 ~ 0.55 (0.53)	0.80	2.95
	横 (T)	0.52 ~ 0.55 (0.53)	0.48 ~ 0.52 (0.51)	0.32	2.00
	木口 (C)	0.48 ~ 0.61 (0.51)	0.55 ~ 0.58 (0.57)	5.80	14.83

a, α : 各測点における平均値より求めた実験式 $P=a+\alpha f$ における常数。

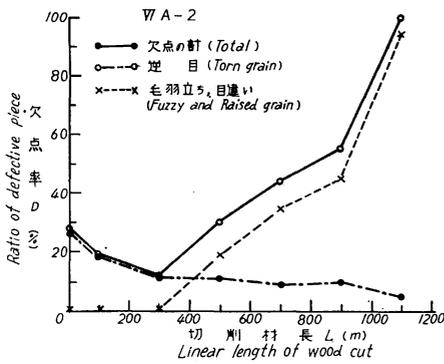


Fig. 7 VIIA-2 における切削材長 (L) と欠点率 (D) との関係

Relation between ratio of defective piece (L) and linear length of wood cut (L) (BangkiraiA VII-2.)

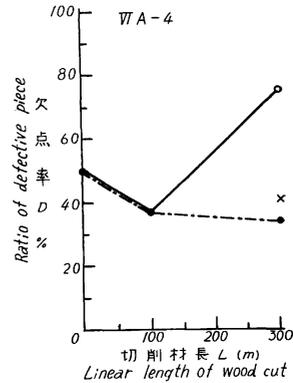


Fig. 8 VIIA-4 における切削材長 (L) と欠点率 (D) との関係

Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L) (Bangkirai, VIIA-4).

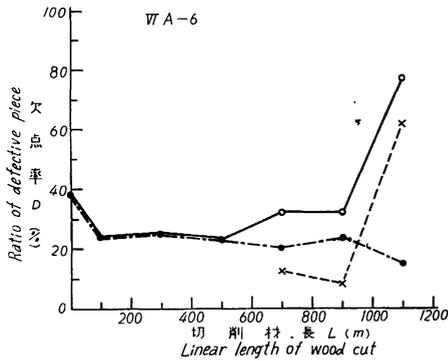


Fig. 9 VIIA-6 における切削材長 (L) と欠点率 (D) との関係

Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L) (Bangkirai, VIIA-6)

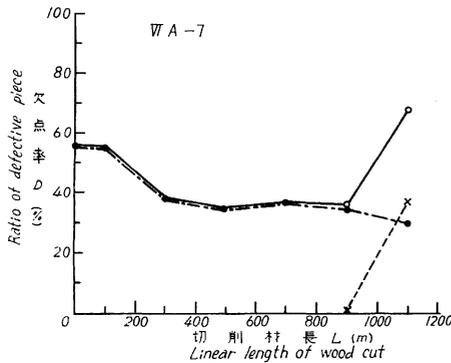


Fig. 10 VIIA-7 における切削材長 (L) と欠点率 (D) との関係

Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L) (Bangkirai, VIIA-7).

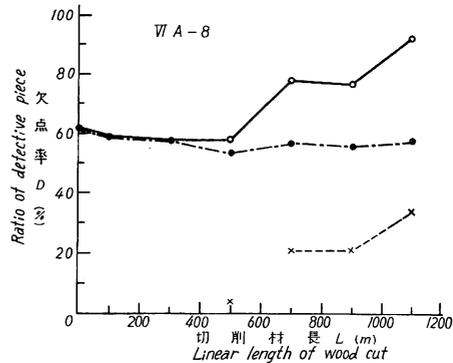


Fig. 11 VIIA-8 における切削材長 (L) と欠点率 (D) との関係

Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L) (Bangkirai, VIIA-8).

カのため刃先の摩耗が大きく、さらに材が柔軟なため、刃先の摩耗がきびしく切削面に影響するものと思われる。

以上のごとく、バンキライ材は切削においては比較的容易に面仕上げができ、回転鉤においては南洋材のなかでは、中程度のグループに属するものと思われる。また、ホワイトメランチはフィリピン産材の

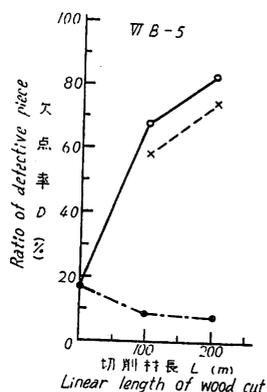


Fig. 12 VB-5における切削材長(L)と欠点率(D)との関係
Relation between ratio of defective piece (D) and linear length of wood cut (L) (White meranti, VB-5).

Table 6. 刃先の寿命試験における試験材の容積重, 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

試験材 Test piece	含水率 (%) Moisture content		調湿容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity after conditioning		切削材長 (m) Cutting length
	範囲 Range	平均 Average	範囲 Range	平均 Average	
VIA-2	10.1 ~ 12.2	10.8	0.85 ~ 0.91	0.88	970 ~ 1,020
VIA-4	12.0 ~ 13.2	12.4	0.90 ~ 1.03	0.96	275 ~ 325
VIA-6	11.1 ~ 13.5	12.4	0.90 ~ 1.00	0.94	1,070 ~ 1,120
VIA-7	10.1 ~ 12.5	10.7	0.67 ~ 0.94	0.88	1,100 ~ 1,150
VIA-8	10.0 ~ 11.0	10.5	0.83 ~ 0.91	0.86	620 ~ 670
VIB-5	9.9 ~ 12.0	10.7	0.51 ~ 0.71	0.58	115 ~ 155

マンガシノロに比べると, 比較的容易に切削できたように思う。

4. あとがき

本試験は南洋材の性質に関する研究の一環として, カリマンタン産バンキライ, ホワイト メランチ材を供試材として, 先に報告した試験法に準じて, 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った。その結果を, 前者は Fig. 2~6 および Table 2~4 に, 後者は Fig. 7~12 および Table 6 に示す。今回の切削抵抗試験の結果については, 次報のカリマンタン産13樹種とともに考察を加える予定であるので, 深く考察を加えないが, 切削抵抗はバンキライ, ホワイト メランチともに $P=a+\alpha f$ の直線式で表わされ, 縦切削における実験式 $P=a+\alpha f$ における変化常数, α の大きな順位はバンキライ VIA-1, VIA-6, VIA-8, VIA-7, ホワイト メランチ VIB-5 である。切削面を基準とする刃先の寿命試験では VIB-5, VIA-4, VIA-8, VIA-2, VIA-6, VIA-7 の順に長く, 後3者は切削材長 1,000 m 前後と比較的寿命が長かった。

文 献

- 1) 星 通: 南洋材の性質 2 サラワク産レッド メランチ類木材の回転鉋における被削性試験(南洋材の回転鉋における被削性試験第 1 報), 林試研報, 190, pp. 150~160, (1966)
- 2) 星 通: 南洋材の性質 4 北ボルネオ産カプール材の回転鉋における被削性試験(南洋材の回転鉋における被削性試験第 3 報), 林試研報, 197, pp. 101~110, (1967)

**VI. Cutting Properties by Rotating Knife of Bangkirai and
White Meranti Woods grown in Kalimantan
(Cutting properties of tropical woods by rotating knife 6)**

Tooru HOSHI

(Résumé)

This report was conducted to clarify the cutting properties of Bangkirai and White meranti woods grown in Kalimantan as a part of the studies of properties on tropical woods, and to obtain the value of cutting force and wear of knife edge for those species by rotating cutting. Measurement method used in this experiment was the same method that was described in Bull. of For. Station No. 190.

The results of cutting force tests were shown in Fig. 2 ~ 6 and Table 2 ~ 5. The results of wear tests of knife edge were shown in Fig. 7 ~ 12 and Table 6.

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

$$P = \alpha f + a$$

In this formula, the value of α for each log is shown in Table 5.

Concerning the wear of knife edge when cutting Meranti wood, the tests seemed to show the middle properties comparing with other species of tropical wood.

VII. カリマンタン産バンキライおよび ホワイト メランチ材の単板切削

江 草 義 正⁽¹⁾

入手されたバンキライ材8本のうちから VIA-3, VIA-9 の2個体, ホワイト メランチ材は VIB-5, VIB-10 につき, ローター単板切削試験およびこれに関連する原木の材質試験を行なったのでとりまとめ報告する。なお, サンプルの取りかた, 測定項目および試験方法は林試研報 190号等に準じて行なった^{1) 2)3)4)}。

以下試験結果と考察のみについて述べる。

1. バンキライ (Bangkirai)

無処理材(生材)のかたさ, 横曲げによるヤング係数(E_b), 曲げ強さ(σ_b), 最大比例変形度(ϵ_0)を Table 1,

(1) 前木材部加工科加工研究室長・現長浜プライウッド株式会社製造部長

3 に示し、各温度で煮沸処理したときのかたさ、およびかたさの低下率を Table 2, Fig. 1 に、ヤング係数等の煮沸処理による変化率を Table 4, Fig. 2, 3 に示す。

切削割れについては供試材の容積重が高く、無処理材の切削が不可能であったために、煮沸処理したものについてのみ裏割れ率および頻度を Table 5, 6 に示す。また、刃口距離を変化して切削したときの初期単板厚さを Fig. 4 に示す。

無処理材のかたさは Table 1 にみられるように、概略的平均値で VIA-3 は 3.3 kg/mm²、VIA-9 は 2.4 kg/mm² ぐらいで若干の原木差が認められた。また、煮沸処理したときのかたさ低下率は、各温度において VIA-3 の方が VIA-9 よりも大きい。かたさからみれば、90°C で煮沸処理しても一般に切削しやすいかたさ 0.5~0.6 kg/mm² よりもはるかに高い数値を示しているので、バンキライ材は切削しにくい樹種といえよう。

横曲げによるヤング係数 (E_b) は、無処理材では VIA-3 で 12×10^3 kg/cm² ぐらい、VIA-9 で約 9×10^3 kg/cm² で個体差も認められ、また非常に高い数値を示している。これらを 90°C で煮沸しても 5~6 $\times 10^3$ kg/cm² までしか低下しないので、一般に裏割れが最少になる 2×10^3 kg/cm² ぐらいとは、はるかにかげはなれた数値を示している (Table 4)。

最大比例変形度は無処理材で 1.2% ぐらいで非常に小さく、また 90°C で煮沸しても 1.6~1.7% までにしか増加しなかった。

切削割れについては、無処理材 (生材、送り厚さ 1.02 mm) では切削できなかったので不明であるが、処理温度 80°C, 90°C の高温煮沸で、VIA-3 より VIA-9 の方が裏割れ率が 10~15% 小さくあらわれ、若

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

丸太 番号 Mark of logs	原木位置 Measuring part	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	平均 Mean
VIA-3	板目 Tangential face	—	2.9 (2.7~3.1)	3.0 (2.9~3.2)	3.6 (3.2~4.2)	3.5 (3.2~3.6)	—	—	3.3 (2.7~4.2)
	柁目 Radial face	—	2.8 (2.5~3.2)	2.8 (2.5~3.2)	3.5 (3.0~3.8)	3.2 (2.7~3.8)	—	—	3.1 (2.5~3.8)
	柁目/板目 R.F./T.F. %	—	96.6	93.3	97.2	91.4	—	—	93.9
VIA-9	板目 Tangential face	2.2 (2.0~2.4)	1.9 (1.8~2.1)	2.6 (2.1~2.8)	1.9 (1.8~2.0)	2.1 (2.0~2.2)	2.5 (2.2~2.7)	3.3 (2.4~3.9)	2.4 (1.8~3.7)
	柁目 Radial face	1.6 (1.2~1.8)	1.9 (1.7~2.2)	2.3 (1.8~2.6)	1.9 (1.7~1.9)	2.1 (2.0~2.2)	1.8 (1.7~2.0)	1.9 (1.7~2.0)	1.9 (1.2~2.6)
	柁目/板目 R.F./T.F. %	72.7	100.0	88.5	100.0	100.0	72.0	57.6	79.1

注) 辺・心材を境にして辺材をイ、心材外部から樹心にむかって 3 cm おきにロ、ハ、ニ、……と取った。ブリネル硬度計による。4 点の平均値。

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

イ: sapwood, ロ, ハ, ……: heartwood each 3 cm apart from the sapwood boundary toward the pith. Brinell hardness. Average of four measured values.

Table 2. 各煮沸処理温度, 時
Hardness of each logs at each

丸太番号 Mark of logs	煮沸温度 Temp. 時間 Time(hr)	60°C						平均 Mean	無処理 Green condition	24
		無所理 Green condition	24	48	72	96	120			
VIA-3		2.9 (2.7~3.1)	2.7 (2.5~2.8)	2.1 (2.0~2.3)	2.3 (2.0~2.5)	2.4 (2.3~2.6)	2.2 (2.0~2.4)	2.3 (2.0~2.8)	3.0 (2.9~3.2)	2.4 (2.2~2.7)
比率 (%)		100	93.1	72.4	79.3	82.8	75.9	79.3	100	80.0
VIA-9		1.9 (1.8~2.1)	2.0 (1.8~2.3)	1.9 (1.6~2.1)	2.0 (1.8~2.2)	1.9 (1.7~2.1)	2.0 (1.9~2.3)	2.0 (1.6~2.3)	2.4 (2.1~2.8)	2.2 (2.0~2.4)
比率 (%)		100	105.3	98.5	105.3	98.5	105.3	105.3	100	91.8

注) ①ブリネル硬度計による。 ②測点4の平均値。
Note) Brinell hardness. Average of four measured values.

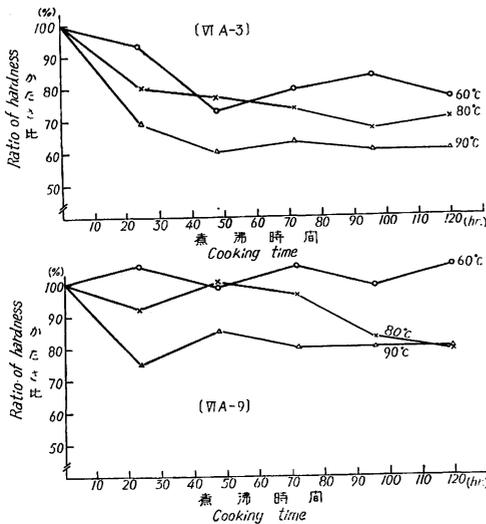


Fig. 1 各煮沸温度, 時間におけるかたさの低下率
Decrease of hardness of each logs at each cooking
temperature and time.

干の個体差があることを示している。しかし煮沸処理しても、ノーズパーによる圧縮なしでは裏割れ率が大きく、むきはだの悪い個所には表割れも生じた (Table 5, 6)。切削初期の単板厚さは現在まで行なった材とは若干傾向が異なった。これは切削された単板の品質が悪いため、むきはだの悪い個所を測定したものと推定される。

以上の実験を行ない、数字的、また感じ等を総合してパンキライ材は単板切削には、はなはだ困難な材と思われる。現在の合板に使用している材が欠乏した場合を考えて、あえて切削条件を求めらば、煮沸処理はできるだけ高温 (90°C 以上) で行ない、刃物角 21° ぐらい、刃口距離は送り厚さに対して 5% ぐらいせざる必要がある。しかし、切削された単板をリーリング、アンリーリングの際に裂ける危険性が多いと思われるので、これは別途追究する必要がある。

2. ホワイト メランチ (White meranti)

無処理材の各位置における板目、柁目面のかたさを Table 7, Fig. 5 に、横曲げによるヤング係数、曲げ強さ、最大比例変形度を Table 9 に示す。また各温度で煮沸処理した際の、それぞれの値の無処理材に対する変化率で示すと Table 8, 10, Fig. 6, 7, 8, 9 となり、切削割れについて無処理の結果を Table 11~

おけるかたさ (kg/mm²)
cooking temperature and time

80°C					90°C						
48	72	96	120	平均 Mean	無処理 Green condition	24	48	72	96	120	平均 Mean
2.3 (2.0 ~2.6)	2.2 (2.1 ~2.3)	2.0 (1.7~2.3)	2.1 (2.0~2.3)	2.2 (1.7~2.7)	3.5 (3.1~4.1)	2.4 (2.0 ~2.6)	2.1 (1.8 ~2.5)	2.2 (2.0 ~2.7)	2.1 (1.9 ~2.3)	2.1 (1.8~2.6)	2.2 (1.8~2.7)
76.7	73.3	66.7	70.0	73.3	100	68.6	60.0	62.8	60.0	60.0	62.8
2.4 (1.8 ~2.7)	2.3 (2.0 ~2.4)	2.0 (1.7~2.1)	1.9 (1.7~2.0)	2.2 (1.7~2.7)	2.0 (1.8~2.2)	1.5 (1.4 ~1.5)	1.7 (1.6 ~1.7)	1.6 (1.4 ~1.8)	1.6 (1.3 ~1.9)	1.6 (1.5~1.9)	1.6 (1.3~1.9)
100.0	95.8	83.3	79.3	91.8	100	75.0	85.0	80.0	80.0	80.0	80.0

Table 3. 無処理材の各原木位置におけるヤング計数 (E_b), 曲げ強さ (σ_b), 最大比例変形度 (ϵ_0) (横曲げによる)

YOUNG'S modulus (E_b), bending strength (σ_b) and fictitious strain (ϵ_0) of each logs at green condition
(Direction of grain is perpendicular to the span)

丸太番号 Mark of logs	原木位置 Measuring part	位置				平均 Mean
		イ'	ロ'	ハ'	ニ'	
VIA-3	E_b 10 ³ kg/cm ²	—	11.4 (10.1~13.3)	13.1 (12.8~13.3)	11.1 (10.6~11.7)	11.9 (10.1~13.3)
	σ_b kg/cm ²	—	136.5 (130.6 ~141.2)	149.2 (143.9 ~155.0)	124.9 (120.2 ~130.8)	143.5 (120.2~155.0)
	ϵ_b %	—	1.20	1.29	1.13	1.21
VIA-9	E_b 10 ³ kg/cm ²	—	9.7 (9.3~10.1)	9.9 (9.6~10.1)	8.4 (7.1~9.1)	9.3 (7.1~10.1)
	σ_b kg/cm ²	—	112.4 (110.4 ~113.0)	121.9 (115.3 ~128.0)	122.6 (120.6 ~125.9)	113.8 (93.8~128.0)
	ϵ_0 %	—	1.15	1.19	1.22	1.19

注) 位置は 辺・心材の境を基準にして辺材をイ', 心材外部から樹心に向かって 5~6 cm 間隔にロ', ハ', ……とした。5 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 five measured values.

Table 4. 各煮沸処理, 温度, 時間におけるヤング係数
YOUNG's modulus (E_b), bending strength (σ_b) and
temperature and time (Direction of grain is per-

煮沸温度 Temp. 時間 Time(hr)		60°C								
		無処理 Green condi- tion	24	48	72	96	120	平均 Mean	無処理 Green condi- tion	24
丸太番号 Mark of logs										
VIA-3	E_b 10^3 kg/cm^2	11.4 (10.1 ~13.3)	8.2 (7.7 ~8.8)	8.5 (8.1 ~8.9)	8.2 (7.8 ~8.8)	7.8 (7.7 ~8.0)	8.0 (7.5 ~8.4)	8.1 (7.7 ~8.9)	13.1 (12.8 ~13.3)	6.7 (6.3 ~7.7)
	比率 % Ratio	100	71.9	74.6	71.9	68.4	70.2	71.5	100	51.1
	σ_b kg/cm^2	136.5 (130.6 ~141.2)	114.6 (109.0 ~122.7)	122.4 (116.2 ~129.7)	110.5 (98.0 ~117.4)	105.5 (98.2 ~104.4)	117.4 (117.3 ~117.4)	112.1 (98.0 ~129.7)	169.2 (143.9 ~155.0)	103.6 (96.3 ~113.9)
	比率 % Ratio	100	84.0	89.7	81.3	77.3	86.0	83.7	100	61.2
	ϵ_0 %	1.20	1.40	1.44	1.35	1.36	1.46	1.40	1.29	1.55
	比率 % Ratio	100	116.0	120.0	112.5	113.3	122.3	116.8	100	120.2
VIA-9	E_b 10^3 kg/cm^2	9.7 (9.3 ~10.1)	6.8 (6.6 ~6.9)	6.3 (6.0 ~6.5)	6.2 (6.0 ~6.5)	6.5 (6.3 ~6.6)	7.0 (6.4 ~7.5)	6.6 (6.0 ~7.5)	9.9 (9.6 ~10.1)	5.7 (5.2 ~6.1)
	比率 % Ratio	100	70.1	64.9	63.9	67.0	72.2	67.6	100	57.6
	σ_b kg/cm^2	112.4 (110.4 ~113.0)	102.7 (97.7 ~111.3)	93.7 (88.3 ~96.5)	95.8 (89.5 ~98.2)	93.6 (91.3 ~95.5)	92.5 (89.4 ~95.7)	95.7 (88.3 ~111.3)	121.9 (115.3 ~128.0)	93.1 (90.4 ~95.8)
	比率 % Ratio	100	91.4	83.4	85.2	83.3	82.3	85.1	100	76.4
	ϵ_0 %	1.15	1.51	1.49	1.55	1.44	1.31	1.46	1.19	1.63
	比率 % Ratio	100	131.3	129.6	134.8	125.2	113.9	127.0	100	137.0

(E_b), 曲げ強さ (σ_b), 最大比例変形度 (ϵ_0) (横曲げによる)
 fictitious strain (ϵ_0) of each logs at each cooking
 perpendicular to the span)

80°C					90°C						
48	72	96	120	平均 Mean	無処理 Green condition	24	48	72	96	120	平均 Mean
6.9 (6.7 ~7.2)	6.5 (5.7 ~7.5)	7.0 (6.3 ~7.8)	7.6 (6.5 ~8.6)	6.9 (5.7 ~8.6)	11.1 (10.6 ~11.7)	6.0 (4.6 ~6.8)	6.2 (5.7 ~6.5)	5.1 (4.5 ~5.9)	6.2 (5.4 ~6.5)	6.1 (5.7 ~6.7)	5.9 (4.5 ~6.8)
52.7	49.6	53.4	58.0	53.0	100	54.1	55.9	45.9	55.9	55.0	53.4
110.1 (103.9 ~116.3)	104.3 (98.4 ~111.3)	104.6 (101.9 ~108.8)	100.6 (98.4 ~103.9)	104.6 (96.3 ~116.3)	124.9 (120.2 ~130.8)	96.9 (84.8 ~103.7)	101.7 (98.4 ~109.3)	82.8 (71.5 ~93.2)	87.5 (83.3 ~93.9)	92.5 (90.2 ~99.8)	92.3 (71.5 ~109.3)
65.1	61.6	61.8	59.5	61.8	100	77.6	81.4	66.3	70.1	74.1	73.9
1.60	1.60	1.49	1.32	1.51	1.13	1.61	1.64	1.62	1.41	1.52	1.56
124.0	124.0	116.3	102.3	117.4	100	142.5	145.1	143.4	124.8	134.5	138.1
5.4 (5.2 ~5.7)	4.9 (4.0 ~5.5)	5.7 (5.4 ~6.5)	5.5 (4.8 ~5.9)	5.4 (4.0 ~6.1)	9.7 (9.3 ~10.1)	4.2 (3.9 ~4.5)	4.9 (4.1 ~5.7)	4.6 (4.2 ~4.8)	4.8 (4.4 ~5.5)	5.4 (4.9 ~5.7)	4.8 (3.9 ~5.7)
54.6	49.5	57.6	55.6	55.0	100	43.3	50.5	47.4	49.5	55.7	49.3
93.1 (90.4 ~98.4)	78.3 (71.5 ~85.0)	87.1 (84.8 ~91.0)	89.7 (84.6 ~93.2)	88.3 (71.5 ~98.4)	112.4 (110.4 ~113.0)	82.3 (75.2 ~87.5)	83.9 (82.2 ~85.9)	80.4 (72.9 ~89.4)	78.2 (71.5 ~82.2)	76.9 (71.3 ~82.2)	80.3 (76.9 ~83.9)
76.4	64.2	71.4	73.6	72.4	100	73.2	74.6	71.5	69.6	68.4	71.5
1.72	1.60	1.53	1.63	1.62	1.15	1.96	1.71	1.75	1.63	1.42	1.69
144.5	134.4	128.6	137.0	136.3	100	170.4	148.7	152.2	141.7	123.5	147.3

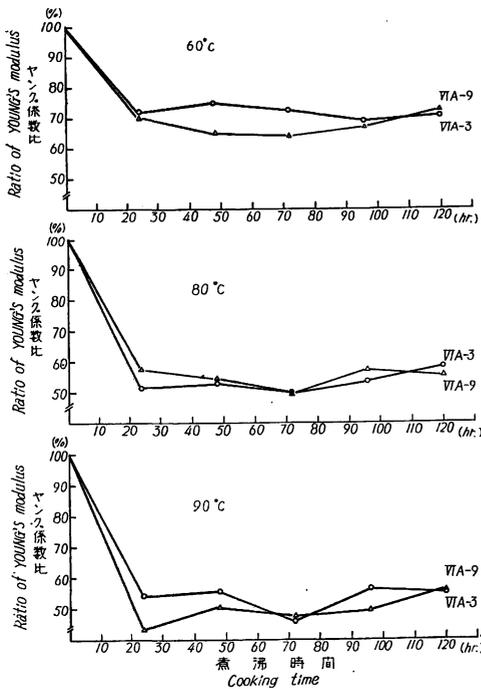


Fig. 2 各煮沸温度, 時間におけるヤング係数 (E_b) の低下率

Decrease of YOUNG's modulus (E_b) of each logs at each cooking temperature and time.

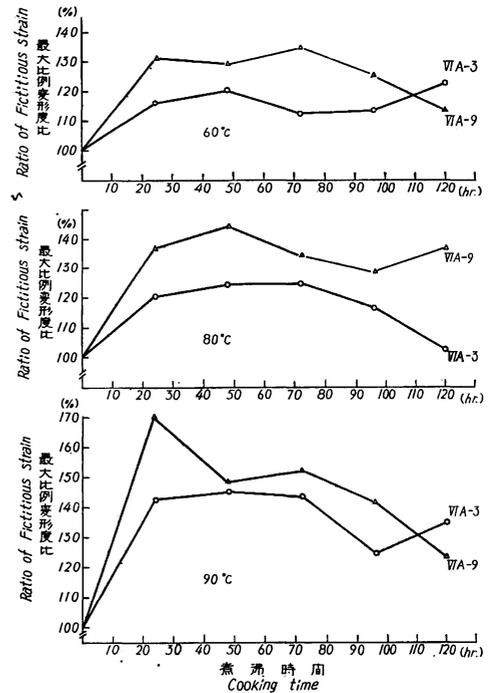


Fig. 3 各煮沸温度, 時間における最大比例変形度 (ϵ_0) の増加率 (横曲げによる)

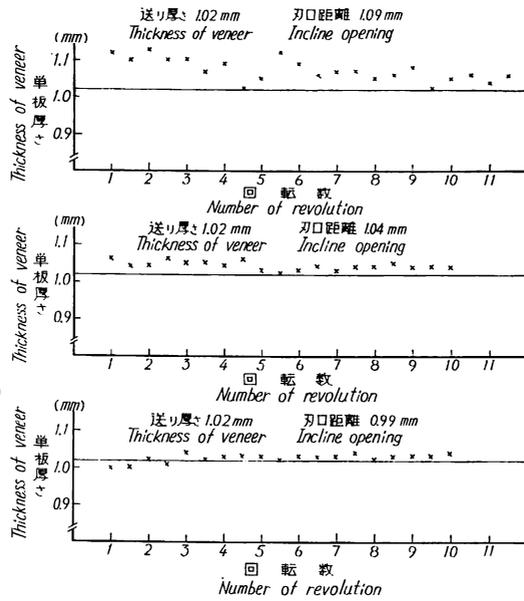
Increase of fictitious strain (ϵ_0) of each logs at each cooking temperature and time (Direction of grain is perpendicular to the span).

Table 5. 各温度処理, 時間による
Rate of lathe check of each logs at

丸太番号 Mark of logs	処理温度 Temp.		処理時間 Time (hr)			
	60°C		80°C			
	24	48	平均 Mean	24	48	平均 Mean
VIA-3	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
VIA-9	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09

注) 刃物角 20°, 逃角 40~50', 送り厚さ 1.02 mm

Note) Knife angle: 21°, Clearance angle: 40~50', Thickness of veneer: 1.02 mm



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

Fig. 4 刃口距離を変化させた場合の初期单板厚さ (VIA-9, 90°C-48 hr 煮沸材)
 Thickness of veneer at beginning of cutting with each incline opening (90°C-48 hr).

おける裏割れ率 (%)
 each cooking temperature and time (%)

90°C							
24	48	96	120	平均	48		
1.09				Mean	1.04	1.02	0.99
58.4	61.9	61.0	—	60.2	52.8	50.5	37.9
(40~80)	(50~80)	(50~70)		(40~80)	(40~70)	(40~70)	(30~50)
50.0	48.3	44.5	42.0	46.2	38.8	44.1	34.8
(40~60)	(40~60)	(30~60)	(30~50)	(30~60)	(30~50)	(30~60)	(30~50)

Table 6. Table 5 の 裏 割
Frequency of lathe

丸太 番号 Mark of log	処理温度 Temperature	60°C			80°C		
	処理時間 Time (hr)	24	48	平 均	24	48	平 均
	刃口距離 Incline opening (mm)	1.09			1.09		
裏割れ率 Rate of lathe check	Mean			Mean			
VIA-3	20%以下(微小) Under 20%						
	20~40% (小)	22.6 (7)	9.1 (3)	15.9 (5)	3.6 (1)		1.8 (0.5)
	40~60% (中)	48.4 (15)	36.4 (12)	42.4(13.5)	60.7 (17)	44.8 (13)	62.8 (15)
	60~80% (大)	29.0 (9)	54.5 (18)	41.7(13.5)	35.7 (10)	55.2 (16)	45.4 (13)
	80%以上(特大) Over 80%						
1cmあたりの本 数 Number of lathe check per cm	10.3本	11.0本	10.7本	9.7本	9.7本	9.7本	
VIA-9	20%以下(微小) Under 20%						
	20~40% (小)	13.0 (3)		5.3 (1.3)	16.7 (5)	24.1 (7)	20.4 (6)
	40~60% (中)	69.6 (16)	65.4 (17)	67.9(16.5)	70.0 (21)	65.5 (19)	67.7 (20)
	60~80% (大)	17.4 (4)	34.6 (9)	26.8 (6.5)	13.3 (4)	10.4 (3)	11.9 (3.5)
	80%以上(特大) Over 80%						
1cmあたりの本 数 Number of lathe check per cm	7.7本	8.7本	8.2本	10.0本	9.7本	9.9本	

注) () 裏割れの本数 Note) () Number of lathe check.

Table 7. 無処理材の各原木位置におけるかたさ (kg/mm²)
Hardness of each log at green condition (kg/mm²)

丸太 番号	原木位置 Measuring part	口	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	チ	平均 Mean
	VIB- 5	板 目 Tangential face	1.1 (1.0 ~1.4)	1.5 (1.3 ~1.7)	1.2 (1.0 ~1.3)	1.4 (1.3 ~1.5)	1.3 (1.0 ~1.5)	1.1 (1.1 ~1.2)	
柁 目 Radial face		1.1 (1.0 ~1.3)	0.9 (0.8 ~1.1)	1.0 (1.0 ~1.1)	2.0 (1.9 ~2.4)	1.1 (0.9 ~1.3)	1.2 (1.1 ~1.3)		1.2 (0.8 ~2.4)
柁目/板目(%) R.F./T.F.		100	60.0	83.4	142.9	84.6	109.1		92.3
板 目 Tangential face		1.3 (1.2 ~1.3)	1.3 (1.2 ~1.4)	2.0 (1.9 ~2.1)	1.0 (0.9 ~1.1)	1.6 (1.3 ~1.9)	1.1 (1.0 ~1.2)	1.1 (1.0 ~1.3)	1.3 (0.9 ~2.9)
VIB-10	柁 目 Radial face	1.3 (1.2 ~1.3)	1.2 (1.1 ~1.4)	0.9 (0.8 ~1.2)	1.0 (0.9 ~1.1)	1.0 (0.9 ~1.0)	1.0 (0.9 ~1.1)	1.0 (0.9 ~1.2)	1.1 (0.8 ~1.4)
	柁目/板目(%) R.F./T.F.	100	92.3	45.0	100	62.5	90.9	90.9	84.6

れ 率 頻 度 (%)
check on Table 5 (%)

90°C				平 均 Mean	48		
24	48	86	120		1.04	1.02	0.99
1.09							
12.9 (4)				4.3 (1.3)	24.0 (6)	38.1 (8)	85.7 (24)
64.5 (20)	62.5 (20)	65.5 (19)		64.2(19.7)	68.0 (17)	52.4 (11)	14.3 (4)
22.6 (7)	37.5 (12)	34.5 (10)		31.5 (9.7)	8.0 (2)	9.5 (2)	
10.3本	10.7本	9.7本		10.2本	8.3本	7.0本	9.7本
28.0 (7)	43.5 (10)	54.5 (12)	65.0 (13)	46.6(10.5)	83.3 (20)	70.4 (19)	96.3 (26)
68.0 (17)	56.5 (13)	45.5 (10)	35.0 (7)	52.4(11.8)	16.7 (4)	29.6 (8)	3.7 (1)
4.0 (1)				1.0 (0.3)			
8.3本	7.7本	7.3本	6.7本	7.5本	8.0本	9.0本	9.0本

注) 位置は辺・心材を境として辺材をイ, 心材外部から樹心にむかって3 cm おきにロ, ハ, ニ, ……と取った。
ブリネル硬度計による。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. Brinell hardness. Average of four measured values.

注) ブリネル硬度計による。
辺・心材を境として辺材をイ, 心材外部より樹心に向かって3 cm おきにロ, ハ, ニ, ……と取った。

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

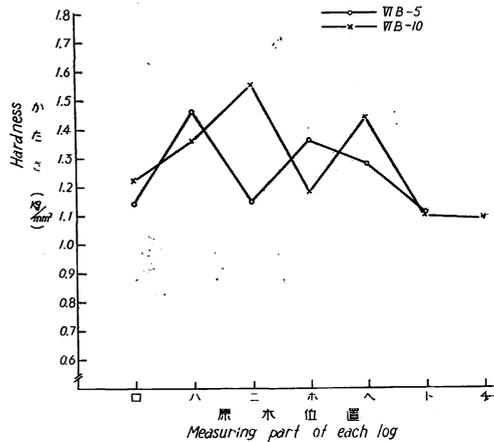


Fig. 5 各原木位置におけるかたさ
Hardness of each log at green condition.

Table 8. 各煮沸温度, 時間
Hardness of VB-10 at each cooking

丸太番号 Mark of log	煮沸温度 Temperature	煮沸 時間 Time (hr)	60°C					平均 Mean	無処理 Green condition	24	
			無処理 Green condition	24	48	72	96				120
VB-10			1.3 (1.2 ~1.3)	1.1 (0.9 ~1.4)	1.0 (0.7 ~1.5)	0.9 (0.8 ~1.1)	1.0 (0.9 ~1.0)	0.9 (0.7 ~1.0)	1.0 (0.7 ~1.5)	1.3 (1.2 ~1.4)	0.9 (0.8 ~1.0)
比率 (%)			100	86.9	76.9	69.2	76.9	69.2	76.9	100	69.2

Ratio (Green condition 100%)

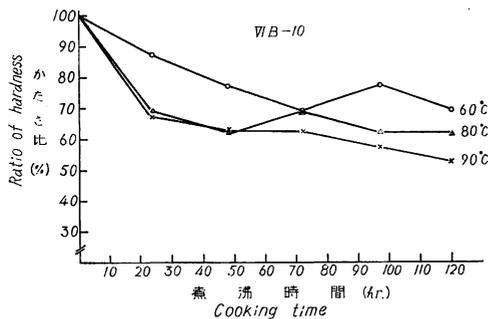


Fig. 6 各煮沸温度, 時間におけるかたさの低下率
Decrease of hardness of VB-10 at each cooking temperature and time.

~14, 煮沸処理したものについては Table 15, 16 に示す。

刃口距離を変化させた場合の初期単板厚さの結果は, Fig. 10 である。

A) かたさ

無処理材の各位置におけるかたさを Table 7, Fig. 5 でみると, 平均値で大略 1.3 kg/mm² ぐらいで, 内地材の観念からみれば, やや硬い部類にはいるであろう。また, 原木の位置的 (外部・内部) 差は Fig. 5 に示すように, 部分的差はあるが大略的には内部, 外部の差は認められない。

各温度で煮沸したときのかたさ, およびその低下率は Table 8, Fig. 6 に示すように, 60°C では無処理材を 100% として, 75% ぐらい, 80°C, 90°C では 60~65% で 80°C と 90°C では低下率の差は認めがたい。また, 煮沸時間による差は若干ではあるが, 煮沸時間が増すと各温度とも, 低下する傾向を示している。現在まで行なった南洋材と比較して, 80°C と 90°C で差の認められないこと, 煮沸時間が増すことによりやや低下することは, 材質的に差があるのではないかとも思われる。

B) 横曲げによるヤング係数 (E_b), 曲げ強さ, (σ_b), 最大比例変形度 (ϵ_0)

ヤング係数: 無処理材のヤング係数は Table 9 に示すように, 材の外部から樹心になるにしたがって低下する型とはいいがたいが, 樹心が外部より急に低くなっているといえる。

また, 無処理材の大略的なヤング係数は平均値で $6.0 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ ぐらいであり, 単板の品質を考えての切削の難易はやや困難な材といえよう。したがって, 良質単板を切削しようとするれば, 煮沸処理が必要と考えられる。

煮沸処理したときのヤング係数および低下率は, Table 10, Fig. 7 に示すように大略ではあるが内地材の広葉樹と同じ傾向を示している。すなわち, 温度による影響が大きい材といえよう。また, 90°C で煮沸処理したときのヤング係数は, $2 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ ぐらいなので, 現在までの実験結果からみれば, 90°C で煮沸処理して 1 mm ぐらいの単板切削ならノーズバーの圧縮なしでも, 裏割れ率の微少 (20%以下) な単

におけるかたさ (kg/mm²)
 temperatdre and time (kg/mm²)

80°C					90°C						
48	72	96	120	平均 Mean	無処理 Green condi- tion	24	48	72	96	120	平均 Mean
0.8 (0.7 ~0.8)	0.9 (0.9 ~1.0)	0.8 (0.7 ~0.8)	0.8 (0.6 ~0.9)	0.8 (0.6 ~0.9)	2.1 (2.0 ~2.2)	1.4 (1.3 ~1.5)	1.3 (1.2 ~1.4)	1.3 (1.2 ~1.4)	1.2 (1.1 ~1.3)	1.1 (1.0 ~1.3)	1.3 (1.1 ~1.5)
61.5	69.2	61.5	61.5	61.5	100	66.7	61.8	61.8	57.1	52.4	61.8

Table 9. 無処理材の各原木位置におけるヤング係数 (E_b), 曲げ強さ (σ_b), 最大比例変形度 (ϵ_0) (横曲げによる)

YOUNG'S modulus (E_b), bending strength (σ_b) and fictitious strain (ϵ_0) of each log at green condition (Direction of grain is perpendicular to the span)

丸太 番号 Mark of log	原木位置 Measuring part	ロ'	ハ'	ニ'	ホ'	平均 Mean
		E_b 10 ³ kg/cm ²	5.3 (4.9~5.8)	5.5 (4.9~6.4)	3.4 (2.9~3.9)	
VI B-5	σ_b kg/cm ²	79.7 (77.6~81.3)	79.5 (76.0~89.7)	60.8 (51.3~70.8)		73.3 (51.3~89.7)
	ϵ_0 %	1.50	1.44	1.79		1.58
	E_b 10 ³ kg/cm ²	7.1 (6.0~8.2)	6.5 (4.9~7.8)	7.6 (7.2~8.9)	5.1 (4.0~6.0)	6.7 (4.0~8.9)
VI B-10	σ_b kg/cm ²	97.4 (92.6~106.1)	89.5 (83.4~101.1)	105.7 (100.2~116.6)	76.2 (68.3~84.6)	92.2 (68.3~116.6)
	ϵ_0 %	1.37	1.37	1.39	1.48	1.40

注) 位置は辺・心材の境を基準にして辺材をイ', 心材外部から樹心に向かって5~6cm おきにロ', ハ', ニ'とした。5本の平均値。

Note) Each symbol イ', ロ', ハ', indicates the measured part in the log. イ': sapwood, ロ', ハ', : heartwood each 5~6 cm apart from the sapwood boundary toward the pith. Average of five measured values.

板が得られるはずである。

曲げ強さ：無処理材の曲げ強さは Table 9 にみられるように大略ヤング係数と似た傾向を示し、樹心側が低くなっている。煮沸処理したときの曲げ強さは Table 10, Fig. 8 で、90°C で煮沸した際の無処理材に対する強さの低下率は、かなり大きい。

最大比例変形度：無処理材については Table 9 に示すように、樹心部が他の部よりも大きく現われている。平均値では大略 1.5% ぐらいで現在まで行なった南洋材のなかでは大きい方の樹種である。

Table 10. 各煮沸温度, 時間におけるヤング係数 (E_b), 曲げ
YOUNG's modulus, bending strength and fictitious strain
(Direction of grain is per-

煮沸温度*1	60°C							平均 Mean	無処理	24
	煮沸時間*2(hr)	無処理*3	24	48	72	96	120			
E_b 10 ³ kg/cm ²	7.1 (6.0 ~8.2)	4.1 (3.9 ~4.4)	3.9 (3.6 ~4.4)	4.7 (4.4 ~5.2)	4.3 (3.9 ~4.5)	4.4 (4.0 ~4.8)	4.3 (3.6 ~5.2)	6.5 (4.9 ~7.8)	3.1 (2.9 ~3.2)	
比率 %*4	100	57.8	54.9	62.2	60.6	62.0	60.9	100	47.7	
σ_b kg/cm ²	97.4 (92.6 ~106.1)	64.3 (57.3 ~70.7)	62.2 (62.2)	67.3 (57.4 ~73.7)	70.2 (58.8 ~77.9)	75.5 (64.2 ~75.2)	66.9 (57.3 ~77.9)	89.5 (83.4 ~101.1)	59.0 (57.4 ~62.8)	
比率 %	100	66.0	63.9	69.1	72.2	72.4	68.6	100	66.0	
ϵ_0 %	1.37	1.57	1.59	1.43	1.63	1.60	1.56	1.38	1.90	
比率 %	100	114.5	116.1	104.3	119.0	116.8	113.8	100	137.7	

*1 Temperature, *2 Time, *3 Green condition, *4 Green condition 100 %.

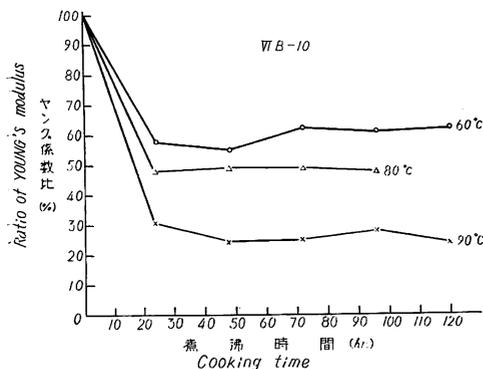


Fig. 7 各煮沸温度, 時間におけるヤング係数の低下率 (横曲げによる)

Decrease of YOUNG's modulus of V/B-10 at each cooking temperature and time (Direction of grain is perpendicular to the span).

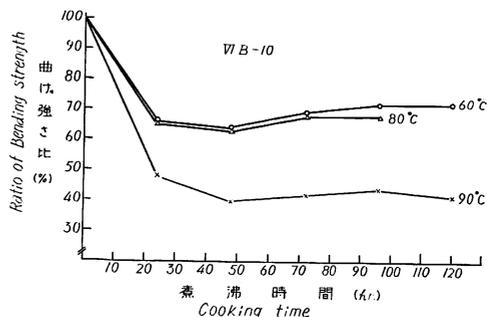


Fig. 8 各煮沸温度, 時間における曲げ強さ (σ_b) の低下率 (横曲げによる)

Decrease of bending strength of V/B-10 at each cooking temperature and time (Direction of grain is perpendicular to the span).

各温度で煮沸処理したときの变化は Table 10, Fig. 9 に示すように, 90°C で煮沸処理したときの最大比例変形度の, 無処理材 (100 %) に対しての増加率は 160~170% で, 内地材の 200~250% と比較すると処理による増加の少ない材といえる。また 90°C で煮沸処理したときの数値は大略 2.3% で, 現在まで行なった結果より切削しやすい値と考えられている 2.5% に比べ, 若干少ないので, 裏割れの微少な単板を得ようとすればノーズバーの圧縮が必要になるであろう。

C) 切削割れ

無処理材を切削したときの裏割れ率は Table 11, 13, その頻度は Table 12, 14 に示すように材の外部, 内部の差は樹心の方が外部より小さく現われている。これは切削速度, 材質等が関係していると考えられるが, 現在の推定では材質, すなわちヤング係数が外部より樹心の方が低く, 最大比例変形度が高い

強さ (σ_b), 最大比例変形度 (ϵ_0) (横曲げによる)
of V/A-10 at each cooking temperature and time
pendicular to the span)

80°C					90°C						
48	72	96	120	平均 Mean	無処理	24	48	72	96	120	平均 Mean
3.2 (2.7 ~3.5)	3.2 (2.8 ~4.1)	3.1 (3.0 ~3.4)	—	3.2 (2.7 ~3.5)	7.6 (7.2 ~8.9)	2.3 (2.1 ~2.7)	1.8 (1.5 ~2.3)	1.9 (1.5 ~2.2)	2.1 (1.7 ~2.3)	1.8 (1.5 ~2.3)	2.0 (1.5 ~2.7)
49.3	49.3	47.7	—	49.3	100	30.3	23.7	25.0	27.6	23.7	26.1
56.9 (49.4 ~65.5)	60.9 (56.0 ~72.2)	60.8 (57.2 ~65.7)	—	59.4 (49.4 ~72.2)	105.7 (100.2 ~116.6)	50.8 (44.5 ~55.3)	42.4 (36.4 ~49.9)	44.6 (36.5 ~52.6)	46.1 (41.8 ~49.9)	44.1 (36.4 ~50.6)	45.6 (36.4 ~55.3)
63.6	68.0	67.9	—	66.4	100	48.1	40.2	42.2	43.6	41.7	43.1
1.78	1.90	1.96	—	1.89	1.39	2.21	2.36	2.32	2.20	2.45	2.31
129.0	137.7	142.0	—	137.0	100	158.9	169.8	167.0	158.3	176.3	166.1

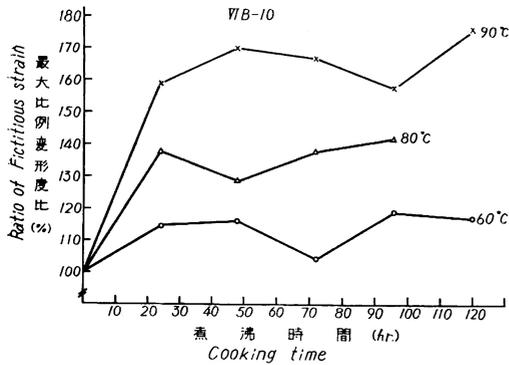


Fig. 9 各煮沸温度, 時間における最大比例変形度 (ϵ_0) の増加率 (横曲げによる)
Increase of fictitious strain of V/B-10 at each cooking temperature and time (Direction of grain is perpendicular to the span).

Table 11. 無処理材の各位置における裏割れ率 (%)
Rate of lathe check of V/B-10 at green condition (%)

刃口距離 Incline opening 原木位置 Measuring part 原木番号 Mark of log	1.02 mm					平均 Mean
	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	
V/B-10	48.7 (30~70)	47.3 (30~60)	48.7 (40~60)	50.0 (30~70)	42.8 (30~60)	47.5 (30~70)

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

ことに起因しているものと思われる。

無処理材を, ノーズバーの圧縮なしで切削したときの裏割れ率は 60% ぐらいで, 非常に割れやすい材といえる。また, ノーズバーの圧縮により, 裏割れ率を小さくしようとして刃口距離をせばめると, Fig. 10

Table 12. Table 11 の裏割れ率の頻度 (%)
Frequency of lathe check on Table 11 (%)

刃口距離*1 原木位置*2 裏割れ率*3	1.02 mm					平均 Mean
	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	
20%以下 (微小)*4						
20~40% (小)	40.0 (10)	40.0 (10)	45.8 (11)	38.7 (12)	61.9 (13)	43.1(11.6)
40~60% (中)	52.0 (13)	60.0 (18)	54.2 (13)	58.1 (18)	38.1 (8)	51.3 (14)
60~80% (大)	8.0 (2)			3.2 (1)		5.6 (15)
80% (特大) Over 80%						
1cmあたりの本数*5	8.3本	10.0本	8.0本	10.3本	7.0本	8.7本

*1 Incline opening, *2 Measuring part, *3 Rate of lathe check, *4 Under 20%, *5 Number of lathe check per cm.

注) () 裏割れ本数 Note) () Number of lathe check.

Table 13. 無処理材切削で刃口距離を変化したときの裏割れ率 (%)
Rate of lathe check at each incline opening (Green condition)

送り厚さ*1 丸太番号*3	1.02 mm		
	刃口距離*2 1.09mm	1.04mm	0.99mm
VIB- 10	61.6 (40~80)	54.2 (40~70)	43.4 (30~60)

*1 Thickness of veneer, *2 Incline opening, *3 Mark of log.

注) 刃物角: 21° 逃角: 40'~50'

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

Table 14. Table 13 の裏割れ率の頻度 (%)
Frequency of lathe check on Table 13 (%)

送り厚さ*1 裏割れ率*3	1.02 mm		
	刃口距離*2 1.09mm	1.04mm	0.99mm
20%以下 (微小) Under 20%			
20~40% (小)	7.8 (2)	20.8 (5)	58.6 (7)
40~60% (中)	46.1 (12)	58.4 (14)	41.4 (12)
60~80% (大)	46.1 (12)	20.8 (5)	
80%以上 (特大) Over 80%			
1cmあたりの本数*4	8.7本	8.0本	9.7本

*1 Thickness of veneer, *2 Incline opening, *3 Rate of lathe check, *4 Number of lathe check per cm.
注) () 裏割れ本数 Note) () Number of lathe check.

に示すように初期薄むけの現象をおこすので、今回の実験結果では、1.02mmの送り厚さで刃口距離を0.99mmぐらい以下にはできないだろう。したがって、無処理材で1mm程度の単板切削では、裏割れ率40%前後以下の品質の単板は得られないであろう。

各温度で煮沸処理して切削した裏割れ率はTable 15およびTable 16の結果から次のことがわかる。煮沸処理すれば裏割れ率は小なる。また、高温処理するほど裏割れ率は小さくなる。現在まで実験した結果と同じように、ヤング係数は約 2×10^3 kg/cm以下、最大比例変形度は約2.5%以上の材質でないと、ノーズバーの圧縮なしでは裏割れ率の微小な単板切削はし得ない。

今回の実験で、90°Cで煮沸処理して、ノーズバーの圧縮なしで切削したときの裏割れ率が約30%、刃口距離を若干せげばても(1.02mm)裏割れ率には大きな影響がなかったことなどから、ホワイトメランチ材は良質単板(裏割れ率20%以下)を切削することははなはだ困難な材と考えられる。

以上の結果を要約すると、今回の試験ではホワイトメランチ材は、初期薄むけを考慮して、裏割れ率20%以下の良質単板は切削できなかったが、現在までの実験結果より推測して、次のような切削条件を用うれば、あるいは裏割れ率20%以下の単板が切削しうるかもしれない。

煮沸温度 90°C

刃物角 19°

刃先角 約30°

逃角 40~50'

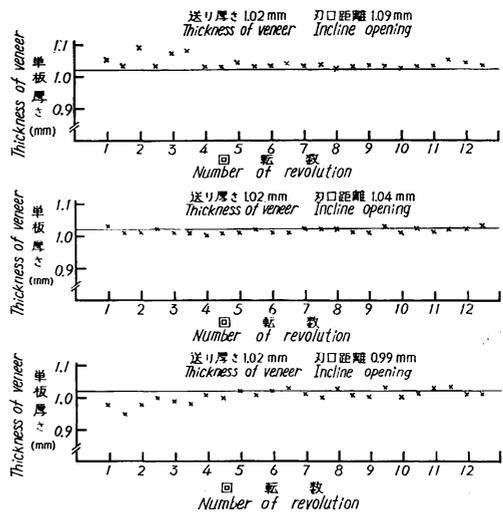
刃口距離 0.99mm (送り厚さ1.02mm単板に対して)

3. む す び

カリマンタン産バンキライおよびホワイトメランチ材の単板切削試験を行ない、次の結果を得た。

1) バンキライ材は容積重、かたさからみて無処理はもちろんのこと煮沸処理を行なっても良質単板の切削はきわめて困難であり、切削された単板をリーリング、アンリーリングする際に裂ける危険性が多く、現在のところ合板用材としては不適當とみられる。

2) ホワイトメランチ材は合板適材としてはやや容積重が高く、良質単板を切削するにはかなり困難な材と思われる。裏割れ率20%程度の単板は煮沸温度90°C、刃物角19°、刃先角約30°、刃口距離0.99mm(送り厚さ1.02mm単板に対し)の条件で切削すれば得られるものと考えられる。



無処理材, 刃物角 21° 逃角 40~50'
Green condition, knife angle: 21°, clearance angle: 40'~50'

Fig. 10 刃口距離を変化させた場合の初期単板厚さ
Thickness of veneer at beginning of cutting with each incline opening.

Table 15. 各煮沸処理温度,
Rate of lathe check of VB-10 at

丸太番号 Mark of log	処理温度 Temp.		60°C		80°C		
	処理時間 Time (hr.)		24	48	平均 Mean	24	48
	刃口距離 mm Incline opening		1.09			1.09	
VB-10	46.2 (30~60)	45.7 (30~60)	46.0 (30~60)	40.0 (30~60)	37.9 (30~50)		

注) 刃物角 21° 逃角 40'~50'

Note) Thickness of veneer: 1.02 mm, knife angle: 21°, clearance angle: 40'~50'.

Table 16. Table 15 の 裏割
Frequency of lathe

裏割れ率*4	処理温度*1		60°C		80°C		
	処理時間(hr)*2		24	48	平均 Mean	24	48
	刃口距離(mm)*3		1.09			1.09	
20%以下 (微小) Under 20%							
20~40% (小)	54.2 (13)	56.5 (13)	55.4 (13)	65.2 (15)	84.2 (16)		
40~60% (中)	45.8 (11)	43.5 (10)	44.7 (10.5)	34.8 (8)	15.8 (3)		
60~80% (大)							
80%以上 (特大) Over 80%							
1 cm あたりの本数*5	8.0本	7.7本	7.9本	7.7本	6.3本		

*1 Temperature *2 Time, *3 Incline opening, *4 Rate of lathe check, *5 Number of lathe

注) () 裏割れの本数 Note) () Number of lathe check.

文 献

- 1) 江草義正・木下叙幸: 南洋材の性質 1 カンボジア産材 8 樹種のロータリー切削, 林試研報, 190, pp. 86~100, (1966)
- 2) 江草義正: 南洋材の性質 2 サラワク産メラランチ類木材の単板切削, 林試研報, 190, pp. 168~177, (1966)
- 3) 江草義正: 南洋材の性質 4 北ボルネオ産カプール材の単板切削, 林試研報, 197, pp. 110~120, (1967)
- 4) 江草義正: ロータリー単板切削について (第1報) 刃先とノーズバーの関係位置 (その1), 林試研報, 203, pp. 131~171, (1967)

時間における裏割れ率
each cooking temperature and time

		90°C					
平均	48	24	48	96	120	平均	48
Mean	1.02	1.09				Mean	1.02
39.0 (30~60)	33.9 (20~40)	35.0 (30~50)	34.3 (30~40)	31.0 (20~40)	31.5 (20~40)	32.9 (20~50)	31.5 (20~50)

れ率の頻度
check on Table 15

		90°C					
平均	48	24	48	96	120	平均	48
Mean	1.02	1.09				Mean	1.02
	11.1(2)	10.0(2)		19.0(4)	25.0(5)	18.0(3.7)	20.0(4)
74.7 (15.5)	88.9(16)	80.0(16)	95.2(20)	81.0(17)	75.0(15)	82.8 (17)	65.0(13)
25.3 (5.5)		10.0(2)	4.8(1)			7.4(1.5)	15.0(3)
7.0本	6.0本	6.7本	7.0本	7.0本	6.7本	6.9本	6.7本

check per cm.

VII. Rotary Veneer Cutting of Bangkirai and White Meranti Woods grown in Kalimantan

Yoshimasa EGUSA

(Résumé)

This report dealt with the rotary veneer cutting and some mechanical properties which were considered to be related to the quality of veneer of Bangkirai and White meranti woods grown in Kalimantan.

The data obtained from tests on mechanical properties which comprised Brinell hardness, Young's modulus, bending strength and fictitious strain (direction of grain is perpendicular to the span) on each green or cooked log were shown in Tables 1~16 and Figures 1~10. In cutting test, veneer was cut from green and cooked logs with the different incline openings and the rate of lathe check was measured. Judging from the results of cutting tests, it was found to be very difficult to cut good quality veneer from Bangkirai and White meranti woods, even though cooking treatment (60~90°C) was done for logs prior to cutting.