

南洋材の性質 7

カリマンタン産クルイン材の性質 (1)

The Properties of Tropical Woods 7

Studies of the utilization of Keruing woods grown in Kalimantan (1)

Wood Technology Division

木 材 部

- I. 緒 言.....寺 沢 真..... 2
- II. カリマンタン産クルイン材の解剖学的構造.....須 川 豊 伸..... 7
- III. 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
.....中野達夫・蕪木自輔.....17
- IV. カリマンタン産クルイン材の強度的性質.....山井良三郎・近藤孝.....30
- V. カリマンタン産クルイン材の乾燥スケジュール.....寺沢 真・佐藤庄一.....42
- VI. カリマンタン産クルイン材の回転鉋における被削性試験.....星 通.....55
- VII. 北ボルネオ産カプル材およびカリマンタン産クルイン材のひき板
接着適性.....菅野養作・森屋和美・西原 実.....64
- VIII. カリマンタン産クルイン材のロータリー単板切削.....江 草 義 正.....72
- IX. 北ボルネオ産カプル材およびカリマンタン産クルイン材の単板乾燥性
.....筒 本 卓 造.....87
- X. カリマンタン産クルイン材の単板接着性.....柳下 正・嵯峨途利.....93
-
- I. Introduction Shin TERAZAWA..... 2
- II. Anatomical characters of Keruing woods grown in Kalimantan
..... Toyonobu SUGAWA..... 7
- III. Density and shrinkage of Keruing woods grown in Kalimantan
..... Tatsuo NAKANO and Jisuke KABURAGI.....17
- IV. Mechanical properties of Keruing woods grown in Kalimantan
..... Ryôzaburô YAMAI and Kôichi KONDÔ.....30
- V. Drying schedules of Keruing woods grown in Kalimantan
..... Shin TERAZAWA and Shôichi SATÔ.....42
- VI. Cutting properties of Keruing woods grown in Kalimantan by rotating knife
..... Tooru HOSHÏ.....55
- VII. Gluing faculties of Kapur woods grown in North Borneo and Keruing
woods grown in Kalimantan
..... Minosaku SUGANO, Kazumi MORIYA and Minoru NISHIHARA.....64
- VIII. Rotary veneer cutting of Keruing woods grown in Kalimantan
..... Yoshimasa EGUSA.....72
- IX. Veneer drying of Kapur woods grown in North Borneo and Keruing woods
grown in Kalimantan..... Takuzô TSUTSUMOTO.....87
- X. Adhesion faculty in veneer of Keruing woods grown in Kalimantan
..... Masashi YAGISHITA and Michitoshi SAGA.....93

I. 緒 言

寺 沢 真⁽¹⁾

クルインはマラヤ、北ボルネオ、サラワク、ブルネイ、インドネシアなどに産する *Dipterocarpus* に属する樹種で、フィリピン産のアピトン類と類似しているため市場ではアピトンの名称で取引される場合もある。

現在 *Dipterocarpus* 属木材の需要は重構造用材、床板などにかぎられているが、ラワン、メランチ類木材が将来枯渇したとき、アピトン類木材に対するよりよい加工方法が見いだされておれば、広く合板、家具、内装用材などにも利用できる可能性は十分にある。

こうした見とおしに立って *Dipterocarpus* 属木材の地域別の材質および加工面からみた総合試験を行なうことは、あながち時期尚早ともいえない。

このような理由から、われわれは先に同属のカンボジア産チュテール 2 種につき総合試験を行なったが、今回はまだ日本の業界にその材質があまり知られていない、しかも供試材の選定にかなり信頼性がおけると考えられる地区として、数年前より森林開発されはじめたボルネオ島のインドネシア共和国、東カリマンタン州ヌスカン島産のクルイン材を木材部、林産化学部の共同研究の対象として選んだ。

供試材はインドネシア林業公社ならびに、インドネシア政府のご厚意により得られたもので、このあつせんの方をとりられたカリマンタン森林開発協力株式会社を含め深く感謝する次第である。

また、林業試験場側として受け入れの交渉ならびに事務手続の労をおとり下された、坂口勝美場長、上村 武木材部長ならびに加納 孟材料科長に感謝する。

なお、先に発表した南洋材の性質 4 に掲載しなかった北ボルネオ産カプール材の、単板の乾燥性ならびにひき板接着性の結果を、今回クルインの資料とともに比較検討して掲載した。

1. 供 試 材

供試原木は東カリマンタン、ヌスカン島産で昭和40年11月22日東京港に着いた。

供試丸太の予定本数は 6 本であったが、港での取りあつかい中に沈木して Table 1 のように 4 本となった。

供試丸太と同時に輸入された、その他のクルイン丸太は 251 本で、そのうち径級の明記されていたもの 170 本について中央円周を示すと Table 2 となり、この表から試験丸太が大略標準的太さのものであること

Table 1. 供試木の径級と長さ

供試丸太の符号	現地からの送り番	中央円周 (m)	長 (m) さ	材 (m) 積	備 考
IV A-1	1	1.85	6.3	1.35	
—	2	1.80	6.0	1.22	欠
—	3	1.80	6.0	1.22	欠
IV A-2	4	1.80	6.0	1.34	
IV A-3	5	1.70	6.0	1.08	
IV A-4	6	1.95	6.0	1.43	

(1) 木材部加工科長・農学博士

Table 2. 供試木と同時に輸入された
クルイン丸太の径級分布

中央円周(m)	本数(本)	比率(%)
1.5~1.7	32	18.8
1.7~1.9	29	17.0
1.9~2.1	24	14.1
2.1~2.3	29	17.0
2.3~2.5	15	8.9
2.5~2.7	20	11.8
2.7~2.9	11	6.5
2.9~3.1	5	2.9
3.1~3.3	2	1.2
3.3~3.5	1	0.6
3.5~3.7	2	1.2
合計	170	100

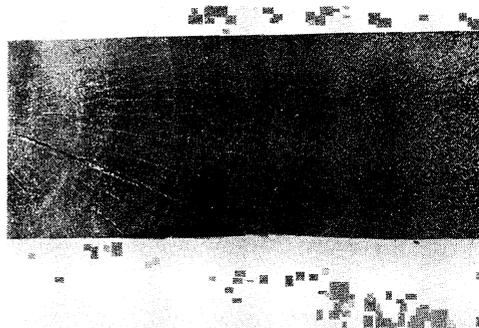


Photo. 1 供試木IV-1にあらわれたアテ

とが明らかとなる。

丸太の形状は正円近く、通直で良好であったが、
IVA-1の丸太は樹心から半径13cmほどの範囲にかなり

明確なアテを有していた (Photo.1)。

供試材の学名は、現地からは明記されてきておらず、単に Keruing として送られたもので各丸太について明確な学名を決定することは解剖学的に不可能であるが、顕微鏡による観察結果では IVA-1 の丸太が、他の3本の丸太と比較して道管の分布が疎で、垂直細胞間道の径が大きく、柔組織が不顕著であった。

DESH はこのような解剖学的特徴をとらえ、IVA-1 丸太の特徴をそなえたものとして Malay 産の *Dipterocarpus concavus* や *D. costulatus*, *D. penangianus* をあげており、IVA-2, IVA-3, IVA-4 丸太の特徴をそなえたグループに、*D. crinitus*, *D. kerrii*, *D. lowii*, *D. sublamellatus* など7種をあげている。また、さらに加工的な性質からみて、IVA-1丸太が他の丸太と比較して重硬で、割れやすいなどの特徴をそなえており、IVA-1丸太が他の3本と異なった種類のクルインではなかろうかと想像される。

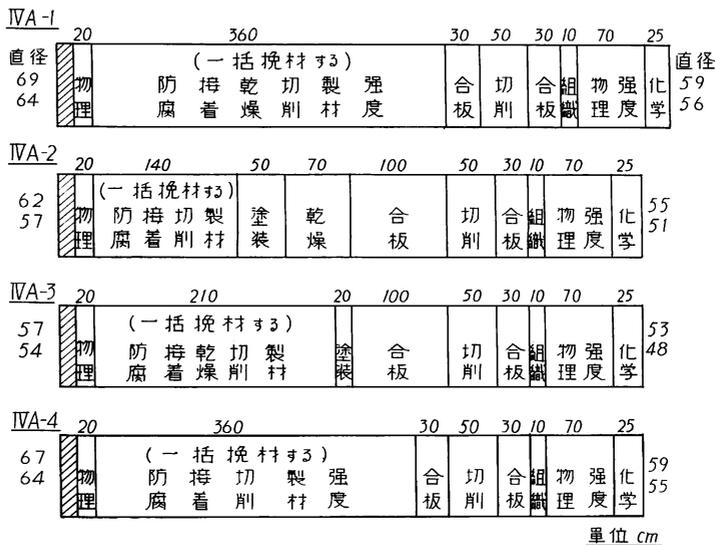


Fig. 1 供試木の玉切り方法

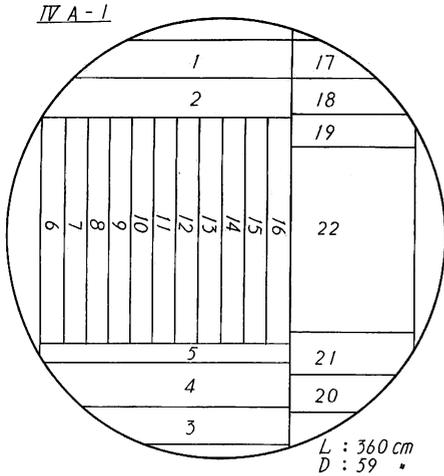


Fig. 2 IV A-1の木取り図

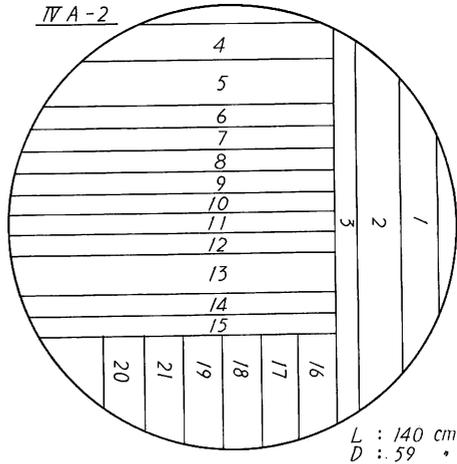


Fig. 3 IV A-2の木取り図

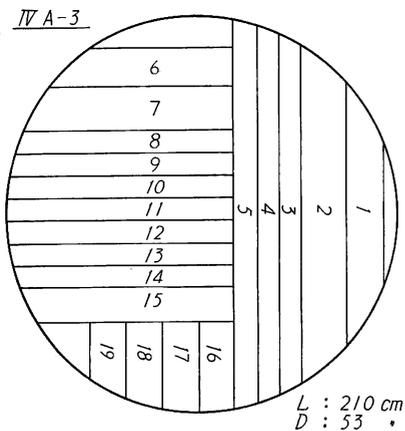


Fig. 4 IV A-3の木取り図

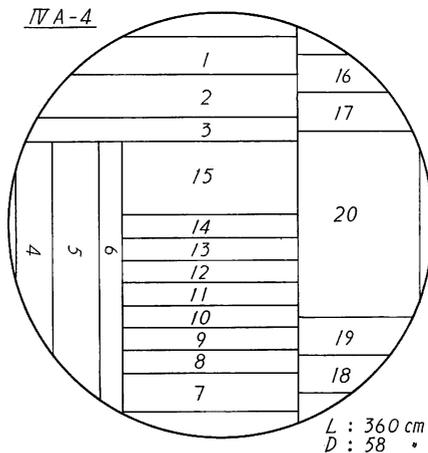


Fig. 5 IV A-4の木取り図

試験にあたり、4本の供試丸太は Fig. 1 のごとく適当な長さに玉切り、おのおのの試験に供したが、板に製材してから試験片を製作した方がつごうのよい試験内容に関しては、140~360cm 程度に玉切りした部分を Figs. 2~5 のように一括製材し、このうちから適当なひき板を研究部門別に選出して試験に供した。おのおのの試験に供したひき板番号ならびに木取り方法の細部に関しては、各試験項目ごとに明示されている。

2. 試験結果の抜萃

各試験についての詳細は各項目ごとに記載してあるが、ごく概略的な結果や、今回の発表に結果のとりまとめが終了しなかったものなどについて述べると次のようになる。

4本の供試木の正確な学名は先にふれたように、現在の木材解剖学の知識では決定不可能で、一応IV A-1が他のものと異なったグループに属しているのではないかと考えられた。各丸太の容積重、強さ等は Table 3 のとおりで、供試木IV A-1は容積重、曲げ、圧縮強さなどが他のものよりいく分高くなっていて、IV A-4が最少でその他はIV A-4に近い。しかしこれらの値は、文献にみられるマラヤ産の同属の樹種

Table 3. 供試木の性質

丸太番号		IVA-1	IVA-2	IVA-3	IVA-4	平均
試験項目						
全乾容積重	g/cm ³	0.67~1.00 0.84	0.64~0.92 0.74	0.63~0.95 0.74	0.58~0.96 0.71	0.58~1.00 0.76
全乾収縮率 %	接線方向	9.96~15.45 12.30	10.03~16.73 12.67	9.71~19.49 12.62	8.31~19.13 12.70	8.31~19.49 12.57
	半径方向	4.27~11.91 6.90	4.19~12.08 6.52	5.15~12.78 6.95	3.70~11.98 6.41	3.70~12.78 6.70
静的曲げ強さ	kg/cm ²	1425~1587 1503	1197~1312 1253	1024~1267 1212	1100~1290 1160	1024~1587 1285
縦圧縮強さ	kg/cm ²	760~968 859	682~738 714	606~696 641	550~668 614	550~968 710
縦引張り強さ	kg/cm ²	1620~2260 1942	1340~2530 1975	1578~2148 1884	1700~2225 2042	1340~2530 1962
柾目面せん断強さ	kg/cm ²	133~163 144	125~133 128	125~143 136	126~138 132	125~163 134

(注) 1. 容積重, 収縮率の平均値は各試験片が代表する円板面積を重みとした平均。

2. 強度試験は含水率13~15%の範囲のとき。

D. crinitus, *D. lowii*, *D. cornutus*, *D. baudii* の値と比較してほぼ等しい値を示している。容積重, 収縮率に関しては供試丸太の両末端近くで試験片を採取し比較してみたが, 6 m程度の樹高差でほとんど差異が認められなかった。

容積全収縮率の平均値はIVA-3が18.98%で最も大きく, IVA-2が18.51%で最小, その差は僅少であるが樹幹内の偏差は大きく, 最大29.92%, 最小12.42%で約2.4倍の差がある。

各丸太とも樹心部ほど容積収縮率, 容積密度数は大きく, また板目, 柾目の収縮率比(異方度)は, 一般の傾向のように樹心に向かい小さくなっているが, 先に試験したカプール, チュテールおよび現在試験しているフィリピンのアビトンよりはその差が大きい。

顕微鏡の観察結果から道管の分布数は樹心ほど多くなっているが, 径と道管の含まれる構成割合は外周ほど多くなっているため, 樹心部の容積密度数が高くなっているのも当然であろう。丸太間の強度的な性質のちがいは, 縦圧縮強さを柾目面せん断強さで除した値の全丸太の平均値が, 5.3であるのに対し, IVA-1は最高の6.0を示し, 縦引張り強さではIVA-1が最小となっているが, 強度部材としてみた際のこれらの差はすくないといえよう。一般的にみて繊維方向, 接線方向の強度値の比率はかなり大きく異方性が強い。

IVA-1の接線方向の引張り強さが他のものよりいく分小さく, ヤング係数が大きく, しかも破壊歪の値が他のものより小さいので乾燥割れ, 単板切削の割れやすさを示している。

外観的にみてIVA-1丸太は樹脂分が多く, 化学成分からみるとアルコール, ベンゼン抽出物がやや多く, 熱水抽出物, 灰分が少なくなっている。

加工に際しての問題については, 1吋板材の乾燥でIVA-1が他と異なり, 割れやすく, 初期蒸煮すると板目材はさらに割れやすくなる。しかし, 容積重が高いわりには乾燥は速く, 製材直後板を立てかけておくと水が下にたまる。

全体を平均的にみれば、一般のアピトン類と似て、柾目材の乾燥が板目材より約20%おくれ、柾目材の初期蒸煮の効果は9.5%程度の時間短縮となる。丸太の外周部からとられた板ほど乾燥は速く、狂いやすく、樹心部に近いほど落ち込みが生じやすい。

1吋材の乾燥日数は、生材から含水率10%まで13~14日程度である。

1mm単板の乾燥時間はレッド ラワンの1.3~1.6倍で、全乾収縮率は11~12%、煮沸して切削した単板は収縮率が約1.2倍になる。IV A-1丸太から切削した単板は、乾燥後樹脂がスジ状に材面に浮き出す。板材と同じように、単板乾燥でもIV A-1は割れやすく連続ドライヤーでの乾燥は困難と思われる。

単板の切削は無処理丸太では良質の単板が得にくく、IV A-2~IV A-4は80°C以上の温度で煮沸し、刃物角20°、刃口距離は送り厚さ1mmの際、単板厚さと同じぐらいにして切削すれば良質の単板が切削できるが、IV A-1は割れやすいため、90°C以上で煮沸する必要がある。高温度での煮沸は、作業性および乾燥に際しての収縮率増加などがあるため、ノーズバーによる裏割れ減少の方法も考える必要がある。

板材の切削性はIV A-1をのぞき、大略南洋材として中程度であるが、IV A-1は毛羽立ちやすさ、切削面のあらさ、刃先の寿命等からみて悪いグループに属している。

ひき板の接着性はIV A-1を除く他の3本の丸太からのひき板を用いて行なったが、レゾルシノール樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤を用いた場合は、同比重の北海道産樹種のせん断強さと同等とみなしうる値が出たが、ユリア樹脂接着剤、カゼイン接着剤を用いた際は多少おとるが、先に試験したカンボジア産のチュテルよりはよい値であった。屋外の耐久接着性はレゾルシノール樹脂接着剤はよいが、フェノール樹脂接着剤は耐久性が不十分であった。

単板の接着性は(IV A-1をのぞく)、1類、2類の試験ともIV A-2、IV A-3、IV A-4の間では接着力に大した差はないが、わずかにIV A-2がよいようである。これらの丸太のうちで、各溶剤による可溶性物質の総計はIV A-2が最も多かったが、撥水性の大きい樹脂分を抽出すると思われるヘキサンおよびエーテル可溶分はIV A-2が最も少なかったためかと考えられる。

接着剤のなかでは水溶性フェノール樹脂接着剤(1類)が最も安定した接着力を示し、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤(1類)およびユリア樹脂接着剤(2類)では、塗布量を30g/(30cm)²にする必要が認められた。無処理単板と煮沸後切削した単板とでは、1、2類とも煮沸処理して切削した単板の方が強いが、2類浸漬はくり試験では処理単板の方が低い値を示した。

今回の発表には含まれていないが、ハードボードの製造試験では一応良好な板を製作でき、含有油脂による製造上の悪影響はほとんど認められなかったが、IV A-1によるハードボードは多少曲げ強度がおとっていた。

パルプの蒸解結果では化学成分からも推察されるように、収率が低くしかも鹼化されない樹脂が砂状に固定し、実際の操業で問題となろう。漂白度はIV A-1がやや低いが、その他は87~88を示し色もどれもIV A-1が大きい。

一般的にいて強度的性質を特に要求される紙を除き、製紙原料には使用できると思われる。

今回試験した4本のクリンについての概略の材質と、加工上の諸問題についてのべたが、IV A-1については明らかに材質が異なっており、これを他の3本と同一のクリンとして取り扱うことはかなり問題がある。

この原因が樹種の違いによるものか、生育条件の違いによるアテなどの影響のためかは、ただちに判断

しかねるが、最近、同地区から入手した未利用材に混入していた数本のクルイン材の加工的性質や、顕微鏡の特徴が、比較的IV A-1に似ていることからみて、IV A-1が独立した樹種ではないかと考えられる。

またさらに、東京港でのとりあつかい中に沈木紛失した他の2本の丸太も、IV A-1類似の容積重の高いグループではなかったかと推察される。

いずれにせよ、IV A-1の特徴をそなえた試験材が1本しかなく、供試材を配分する時点では各丸太の材質の特徴が明確でなかったため、加工関係の適用試験で、IV A-1丸太を供試しなかった部門があるため、特に接着についての明確な性質を示すことができない。

以上を要約して、IV A-2～IV A-4はカリマンタン地区で産する平均的またはやや良質のクルインと考えられ、この材質のものは、加工上からみてあまり問題とならないが、IV A-1のように樹脂分が多く、容積重が高く割れやすい材についての加工上の取りあつかいには、多くの技術的な問題があるといえよう。

Ⅱ. カリマンタン産クルイン材の解剖学的構造

須 川 豊 伸⁽¹⁾

1. ま え が き

この報告は、南洋材研究の一環として、インドネシアの東カリマンタンからクルイン；*Keruing* (*Dipterocarpus* spp.) として輸入された4本の丸太について、その解剖学的性質を明らかにし、その樹種もしくは樹種グループを究明するとともに、また、同一供試材によって求められた物理的、あるいは加工的諸性質などとの関連性を検討するための参考資料とするものである。したがって、このために材の解剖学的性質の樹齡的変異性についても、若干の検討を加えた。この報告をとりまとめるにあたって、ご協力と助言をいただいた材料科長加納 孟氏ならびに組織研究室長小林技官、同研究室緒方技官に深甚の謝意を表します。

2. 既往の文献による調査検討事項

1. 名称および分布

クルイン (*Keruing*) という名称は、ボルネオ、インドネシア、およびマラヤなどの地域で、フタバガキ科の *Dipterocarpus* 属の樹種から生産される木材にたいする総称名として用いられているもので、わが国の木材市場で有名なフィリピン産の *Apitong* 類と同属の木材である。この属の樹種は広く熱帯アジア全域にわたって分布しており、最近の文献²⁾によれば、Ceylon (5), India (2), Burma (3), Northern Thailand と Indo-China (11), Malaya (32), Sumatra と Riouw (18), Java (12), Bali (1), Borneo (39), Philippines (11) の各地から、それぞれカッコ内に示した数の樹種が分布しているといわれている。したがって、その樹種数ははなはだ多く、全体では約80樹種に達し、フタバガキ科では *Shorea* 属につぐ大きな属であって、有用な木材を多量に生産している。ボルネオ地方における *Dipterocarpus* 属の樹木は、海岸林から海拔高1,000m くらいの間に分布し、樹種によって山岳林に分布するもの、あるいは沼

(1) 木材部材料科組織研究室

沢地を好むもの、または乾燥地を好むものなどがあって、それぞれ異なる分布を示しているといわれている。

2. 樹木の一般的特徴

樹木は常緑の大高木となり、幹は通直、円筒状で、その直径は普通 90~130cm、樹高 40~60m にも達する。樹皮は鱗片状皮目が発達しており、また、よく樹脂を浸出するなどの諸点から林内では容易に見分けることができる。葉は一般的には多少葉脈が突出しており、果実は 2 枚の羽をもっている。この果実の特徴がフタバガキ (二羽柿) の語源となっているといわれている。BROWNE⁴⁾によれば、Keruing はフタバガキ科の樹木のなかでは、丸太に欠点が少ない、穿孔虫にも侵されにくく、最も健全な材が多いとしている。心材は赤褐色を呈し、脂ぼく、木理は通直で、ほとんど交錯しない。比重は樹種によって、あるいは、その生育環境などによって、かなりの幅があり、DESCH⁶⁾⁷⁾はその幅を 0.64~0.88 とし、実際の利用にあたっては比重による group 分けがもっとも適当としている。ほとんどの材は沈木となり、脆心材はほとんど形成しない。さらに材中 (放射組織) には Silica¹⁾⁶⁾ を含有することが特徴として知られている。

3. 解剖学的性質

この属の木材に関する解剖学的性質については、REYES¹¹⁾、CHOWDHURY⁵⁾、DESCH⁶⁾ などによって報告されているが、木材の識別に関してはいずれも、この属の樹種を正確に細別することは、困難としている。とくに DESCH⁶⁾ はマラヤ産の 27 樹種について、かなり詳しく研究しているが、垂直細胞間道 (樹脂道) の直径と柔組織の配列形態によって、この属をいくつかの group に大別しているにすぎず、各樹種をその解剖学的特徴から細別するためには、まだ十分な研究が行なわれていない現状である。したがって、今回調査した 4 本の丸太について、その材の特徴から樹種名 (学名) を判定することは、きわめて困難なことであると考える。

4. 学名と現地名

上述したように *Dipterocarpus* 属のものは、かなり数多くの樹種を含んでおり、各地域において、その地方名は異なっている。参考のために、この属の樹種 30 種について学名と North-Borneo と Kalimantan 地域における地方名との対照表をあげると次のようになる。この対照表は文献 2) 10) 13) によるもので空白欄は文献にあげられてなく分布については不明である。

Scientific name	Common name (North borneo)	Common name (Kalimantan)
<i>Dipterocarpus acutangulus</i> VESQUE	Keruing merkah	
<i>D. applanatus</i> V. SL.	K. daun besar	Kekalup
<i>D. apterus</i> FOXW.		Keruing apterus
<i>D. borneensis</i> V. SL.		Awang buah
<i>D. caudiferus</i> MERR.	K. puteh	Keruing anderi
<i>D. confamis</i> V. SL.		K. gadjah
<i>D. confertus</i> V. SL.	K. kobis	K. tempurung
<i>D. conformis</i> V. SL.	No preferred name	
<i>D. cornutus</i> DYER.		Kapang kalung
<i>D. costulatus</i> V. SL.	Keruing kipas	Resak ran
<i>D. crinitus</i> DYER.	K. mempelas	Keruing buru
<i>D. exalatus</i> V. SL. Msc.	K. rapak	Tabuloh

Scientific name	Common name (North borneo)	Common name (Kalimantan)
<i>D. geniculatus</i> VESQUE	K. tangkai panjang	
<i>D. gracilis</i> BL.	K. kesat	Keruing keladan
<i>D. grandiflorus</i> BLANCO	K. belimbing	K. hidjau
<i>D. hasseltii</i> BL.	K. kerukup kechil	K. daun ketjil
<i>D. humeratus</i> V. SL.	K. kerukup	
<i>D. kerrii</i> KING	K. gondol	
<i>D. lamellatus</i> HOOK. f.	K. jarang	Pelepak batu
<i>D. lowii</i> HOOK. f.	K. shol	kerubung
<i>D. oblongifolius</i> BL.	K. meram	Laran
<i>D. ochraceus</i> MEIJER	K. ranau	
<i>D. pachyphyllus</i> MEIJER	K. daun tebal	
<i>D. palembanicus</i> V. SL.	K. Palembang	
<i>D. penangianus</i> FOXW.		Kerup
<i>D. stellatus</i> VESQUE	K. bulu	
<i>D. sublamellatus</i> FOXW.	K. kerut	Malitan
<i>D. tempehes</i> V. SL.	K. asam	Kerup
<i>D. verrucosus</i> FOXW.	K. merah	
<i>D. warburgii</i> BRANDIS	K. kasugoi	Keruing tempudau

3. 供試材料と観察方法

1. 供試材料

観察に用いた各試料は Table 1 に示したように、おのおのの丸太（これらの丸太の採材位置は不明）の末口から 95cm の部位から厚さ 10cm の円板を木取り、この円板から肉眼ならびに顕微鏡観察用の試料を作った。

2. 観察方法

肉眼による観察は Table 1 に示した円板および、その円板から辺材を含む、幅（接線方向）6cm、長さ（放射方向）13cm、高さ（繊維方向）10cm の材標本を作り、各断面をよく鉋削し、肉眼および拡大鏡で観察調査した。顕微鏡による観察は Table 1 に示したごとく、各円板から、その平均直径にあたる方位について、幅（接線方向）7cm の樹心を通る細長い試料を作製し、この試料の半径の大きい方の部分

Table 1. 供試材の番号および採材位置

供試丸太 の記号	学 名	肉眼的観察に用いた供試 材の部位	顕微鏡観察に用いた試料 の部位	顕微鏡観察 試料の半径	
				長 cm	短 cm
IVA-1	<i>Dipterocarpus</i> sp.	末口より 95cm の位置か ら厚さ 10cm 円板	左の円板の樹心から 6cm, 12cm, 18cm の位置	30	27
IVA-2	"	"	左の円板の樹心から 18cm の位置	29	23
IVA-3	"	"	"	25	24
IVA-4	"	"	左の円板の樹心から 6cm, 12cm, 18cm の位置	28	27

から、それぞれ、つぎのと通りのプレパラートと繊維解離の試料を作って観察調査した。すなわち、供試材 IV A-1 および IV A-4 からはとくに組織構造の樹齡的変異性についても検討するため、樹心から樹皮部に向かって 6cm ごとの部位 3 か所を選んで試料を採取した。また、IV A-2 および IV A-3 については、その材の辺材にもっとも近い心材部にあたる、樹心から 18cm の部位 1 か所のみを選び IV A-1、IV A-4 における同部位の試料と、これらの材の組織要素の比較をおこなった。繊維長や繊維の直径の測定はシュルツ液で解離した試料によった。さらに要素率の測定は木口面のプレパラートを投影機で100倍に拡大し、それを散点法 (Dot counting method) によって実施した。顕微鏡写真はそれぞれの試料の樹心から、18cm の部位のプレパラートによって撮影した。ただし、10倍の木口写真は投影機による反射写真である。

4. 観 察 結 果

1. 肉眼的構造

肉眼による観察結果の概略は、Table 2 に示した。この表にみられるように、4本の供試材中で、IV A-1は、他の3個体に比較して、かなり相違する特徴もっているが、他の3個体は著しく類似している。すなわち、各個体とも道管の配列はいずれも散在状で疎に分布し、肉眼でもよく認められるが、とくに IV A-1 はその分布が疎である。また、4本の丸太は共通して成長輪を欠き、辺心材の区別は明りょうであるが、IV A-1 のみはとくに辺心材の区別がはっきりしている。心材色はいずれも赤褐色から暗赤褐色までの幅が認められる。垂直細胞間道の配列は木口面では、散在、あるいは短接線状であり、それにずい伴する柔組織は、IV A-1 を除いては肉眼あるいは拡大鏡で認められる。放射組織は木口面でわずかに認められる。樹脂分は木口で IV A-1 は顕著、他は不顕著である。木理は通直で交錯はほとんどしない。肌目はやや粗、脆心材は樹心付近にわずかに認められる。また肉眼的に“あて”と思われる部分が供試材 IV A-1 および IV A-2 の樹心付近に認められた。

2. 顕微鏡的構造

顕微鏡による観察結果は Table 3 に示したように、4本の供試材のなかでとくに IV A-1 は他の3個体に比較して道管の分布や、垂直細胞間道の配列形および形態などを異にしている。しかし、他の3個体

Table 2. 肉 眼 的
Summary of

供試丸太の記号 Mark of study log	辺心材の区別 Distinction of sap and heart wood	辺材の幅 Width of sap wood (cm)	心材色 Color of heart wood	成長輪 Growth ring	道管の配列型 Arrangement of vessels	道管分布の疎密 Numerical distribution of vessels
IV A-1	明りょう Distinct	5.5	赤褐色 Reddish brown	欠く Absent	散在 Diffuse	疎 Few
IV A-2	やや明りょう Moderately distinct	5.5	暗赤褐色 Dark reddish brown	〃	〃	やや疎 Moderately few
IV A-3	〃	3.0	〃	〃	〃	やや密 Moderately numerous
IV A-4	〃	3.0	〃	〃	〃	〃

はいずれの性質もよく類似している。つぎに供試材全体についての諸性質を記載する。

材は道管、繊維状仮道管、周囲仮道管、軸方向柔組織、放射組織、および垂直細胞間道の各要素から構成されている。それらの構成割合および、その樹心からのへだたりについての変異性は、それぞれ、Table 3, 4 に示した。

a) 道管

おおむね単独で均等に散在するが、ところどころ2~数個、放射方向あるいは斜方向に接合する。しかし複合するものは、ほとんどない。分布数および直径等は Table 3 に示した。道管の片側あるいは両側を放射組織と接する。穿孔は単穿孔、穿孔板はやや傾斜する。道管相互間膜孔は不規則な交互状膜孔でベスチャード膜孔。チロースはほとんど存在しない。

b) 繊維状仮道管

材の基礎組織を形成する。厚膜で内腔はほとんどない。膜壁には痕跡的な有縁膜孔が存在する。細胞の大きさについては Table 3 に示した。

c) 周囲仮道管

道管の周辺に柔細胞とともに存在するが、その量はわずかである。細胞の形態は、繊維状仮道管に比べ短く、膜厚も薄く、直径は大きく、膜には多数の交互状膜孔を有する。細胞の大きさは、おおむね、直径 25~50 μ 、膜厚 3~6 μ 、長さ 700~1,500 μ 。

d) 軸方向柔組織

散在、周囲、および翼状柔組織からなる。散在柔組織は、基礎組織中にわずかに散在する。周囲柔組織は不顕著で2~3細胞層で道管にずい伴するが完全に包むものはない。しかし IVA-1 は他に比べその発達は顕著。翼状柔組織は不規則で、その出現もわずかである。さらに道管とは別に、垂直細胞間道を包む柔組織があって、IVA-1 では数細胞層で包み不規則な翼状に発達する。また他の3個体では翼状あるいは、垂直細胞間道が2~数個、短接線状に接続するところでは短い帯状、あるいは連合翼状に配列する。各細胞の大きさは、直径 15~30 μ 、膜厚 1.0~2.5 μ 、長さ 90~270 μ 。

e) 放射組織

性質一覽表
macroscopic features.

垂直細胞間道 および柔組織 Intercellular canals and parenchyma	放射組織 Rays	木理 Grain	樹脂 (木口) Resin(cross)	パンキー Brittle heart	あて Tension wood
認められない Inconspicuous	認められる Conspicuous	通直、交錯 しない Straight	顕著 Conspicuous	不顕著 Inconspicuous	樹心から15cmまで Present over a range from pith to the part 15cm
認められる Conspicuous	わずかに認め られる Not very conspicuous	"	不顕著 Inconspicuous	"	樹心から5cmまで Present over a range from pith to the part 5cm
"	"	"	"	"	欠く Absent
"	"	"	"	"	"

Table 3. 顕微鏡的
Summary of

供試丸太 の記号 Mark of study log	樹心か らの距 離 Dis- tance from pith in cm (cm)	道 管 Vessels									纖維状仮			
		分布数 No. of vess- els per sq mm (mm ²)	道 管 の 直 径 (μ) Diameter of vessels						道管要素 の長さ Length of vessel elements (μ)	膜 厚 Thick- ness of vessel wall (μ)	膜孔の 径 Dia- meter of vessel pits (μ)	纖 維 長		
			放 射 方 向 Radial direction			接 線 方 向 Tangential direction						Fiber length (μ)		
			Range	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.				Mean	Range	Range
IVA-1-1	6	3~7	150	250	207	120	250	197	370~800	1.5~2.5	6~8	1,100	2,400	1,780
IVA-1-2	12	2~6	210	390	306	180	360	278	430~870	2.5~3.0	9~10	1,000	2,400	1,800
IVA-1-3	18	2~5	230	350	300	200	370	270	300~870	1.5~2.5	10~13	1,050	2,450	1,880
IVA-2-3	18	3~7	160	350	298	160	310	262	320~800	1.5~2.0	7~10	1,175	2,100	1,590
IVA-3-3	18	3~8	160	300	258	170	300	228	370~1,000	2.0~3.0	8~12	1,330	2,350	1,890
IVA-4-1	6	7~12	110	250	216	110	250	190	260~850	1.5~4.0	6~8	1,100	2,550	1,810
IVA-4-2	12	6~10	130	300	216	110	280	207	410~850	2.0~4.0	6~9	1,100	2,530	1,980
IVA-4-3	18	5~9	180	320	253	170	280	250	300~850	1.5~2.5	8~10	1,250	3,000	1,850

Table 4. 構成要素率一覧表
Table showing the proportion of each element (%).

供試丸太 の記号 Mark of study log	樹心からの 距離 Distance from pith in cm	道 管 Vessels (%)	纖維状仮道管 Fiber tracheids (%)	柔 組 織 Parenchyma (%)	放 射 組 織 Rays (%)	垂直細胞間道 Vertical inter- cellular canals (%)
IVA-1-1	6	15.6	69.1	1.7	11.3	2.3
IVA-1-2	12	23.4	59.6	1.9	11.7	3.4
IVA-1-3	18	23.2	53.5	3.0	18.0	2.3
IVA-2-3	18	26.2	53.2	1.3	18.1	1.2
IVA-3-3	18	26.3	52.6	1.6	18.5	1.0
IVA-4-1	6	28.8	51.6	2.5	16.1	1.0
IVA-4-2	12	28.3	49.3	2.3	19.0	1.1
IVA-4-3	18	34.0	40.8	3.3	20.6	1.3

(注) 周囲仮道管は柔組織に含まれる。

Vasicentric tracheids are included in parenchyma.

性質一覽表

microscopic features.

道管 Fiber tracheids				放射組織 Rays						垂直細胞間道 Vertical inter-cellular canals	
直 径		膜 厚	多列放射組織の最大幅 Maximum width of multiseriate ray cells	多列放射組織の最大細胞高 Maximum height of multiseriate ray cells	多列放射組織の最大長さ Maximum length of multiseriate rays (mm)	多列放射組織の最大細胞高 Maximum height of multiseriate rays (cell high)	出現数 1mm (板目面) Frequency of rays per 1mm (Tangential surface)	Silica の直径 Diameter of silica (μ)	直 径 Diameter of inter-cellular canals (μ)	配 列 形 Arrangement of intercellular canals	
Min.	Max.										Mean
22	35	30	9~11	4	47	1.5	18	3~6	10~15	150~200	散在状 Diffuse
25	41	32	9~15	5	55	1.8	28	3~6	10~15	150~330	"
30	45	37	8~14	5	107	4.0	22	3~6	10~15	250~450	"
25	50	34	9~15	6	90	3.0	17	3~6	10~15	50~100	短接線と散在 Short-tangential & diffuses
23	40	30	8~14	5	80	2.5	24	4~7	10~15	50~80	"
20	35	30	7~10	5	66	2.4	25	4~7	10~15	60~90	"
23	35	29	8~11	4	57	1.9	25	4~7	10~15	60~80	"
23	38	29	8~13	5	77	2.6	31	4~8	10~15	50~90	"

単列、および多列よりなる。異性。単列放射組織は、おおむね直立細胞からなる。多列放射組織は2~6細胞幅、主として3~5細胞幅、上下両端には直立細胞からなる短い単列部をもつ。また、板目面で1mmにたいする出現数は3~8である。各細胞中には、着色物質とSilicaを含有している。詳細はTable 3に示した。

f) 垂直細胞間道

垂直細胞間道はTable 3, Plate 1に示したように、供試材IVA-1は、間道の直径が著しく大きく、道管の径と同じか、ときとして、それより大きいものもある。ほとんどが孤立散在するが、ところどころ2個あるいは3個、接線方向に並ぶものもある。また垂直細胞間道を包む柔組織は不規則な翼状を呈するものが多い。これに反し、他の3個体の供試材は間道の直径が小さく、おおよそ50~100μで道管の1/3以下であり、その配列形も散在するものと、2~数个、接線方向につらなるものからなる。これらの間道は翼状、あるいは連合翼状、短い帯状に配列する柔組織によって包まれており、その中に樹脂を含んでいる。

g) その他

肉眼的観察で述べた供試材IVA-1およびIVA-2の樹心付近に認められた“あて”について顕微鏡で観察したが、“あて”の一般の特徴であるGelatinous fiberの存在を確認することは困難であった。

5. 考 察

各供試材の肉眼ならびに顕微鏡による観察結果から、若干の考察を加えれば次のようである。

1. 樹種鑑定の結果について

前項の観察結果および既往の文献⁶⁾⁹⁾¹¹⁾などから検討すれば、4本の丸太が *Dipterocarpus* 属の木材、すなわち Keruing であることは、容易に判定できた。しかしながら、それ以上正確なる樹種名(学名)を個々に判定することは、はなはだ困難である。しかし、Desch⁶⁾が Malay 産の *Dipterocarpus* 属 27 樹種について研究記載しているとおり、柔組織の配列形や垂直細胞間道の直径などの特徴によって、この属のなかをいくつかの group に大別した方法を引用すれば、Table 5 に示したように今回の4本の供試材を2つの group に分けることができる。すなわち、供試材 IV A-1 は垂直細胞間道の径が大きく、柔組織が不顕著なものの group に属する。Desch によれば、この group に属するものとして Malay 産の *Dipterocarpus concavus* や、*D. Costulatus*, *D. penangianus* などがあげられている。また他の供試材 IV A-2, 3, 4 については、IV A-2 が若干道管の分布が疎である以外はよく類似した性質をもっている。すなわち、道管の分布数は比較的密であり、垂直細胞間道はその直径が小さく、道管の直径の、おおよそ 1/3 にすぎず、さらにその配列は散在するものと、2~数個、接線方向に接続し短接線状に配列するものからなっている。また、柔組織は間道の周囲にずい伴する以外は不顕著である。Desch はこのような特徴をもつグループの樹種として *Dipterocarpus crinitus*, *D. kerrii*, *D. lowii*, *D. sublamellatus* など7種があげられている。以上のような結果から判断すれば、IV A-1 と他の group とは樹種が異なることは明らかであって、4本の丸太には少なくとも2樹種が混在していると推定できる。

2. 組織構造の樹齡的変異性について

樹木の肥大成長や上長成長によって構成される二次木部の組織構造は一定しているものではなく、樹心からのへだたりによって、あるいは基部から上方に向かって変異するものである。この変異する傾向を観察調査することは、樹種識別上、またその他諸々の性質とどのように関係があるかという点で重要なことである。ここでは供試材 IV A-1 および IV A-4 について、樹心からのへだたりによって、どのように変異するか、若干の観察と測定をしたので考察を加える。

a) 道管の分布数および直径の変異

Table 5. 供試材間の類別点となる特徴
Features for the grouping of four study logs.

Group	供試丸太の記号 Mark of study log	道管の分布数 No. of vessels per sq. mm	柔 組 織 Parenchyma	垂直細胞間道の配列形 Arrangement of vertical inter-cellular canals	垂直細胞間道の直径 Diameter of vertical intercellular canals (μ)
Group 1	IV A-1	2~5	やや顕著 Moderately conspicuous	散 在 Diffuse	250~450
Group 2	IV A-2	3~7	不 顕 著 Inconspicuous	散在および短接線状 Diffuse & short-tangential	50~100
	IV A-3	3~8	〃	〃	50~80
	IV A-4	5~9	〃	〃	50~90

Table 3 に示したように両供試材とも道管の 1mm^2 における分布数は樹心から外側に向かってその数は漸減する。しかし直径については、放射方向、接線方向とも逆に増大する傾向が見られた。

b) 繊維状仮道管 (繊維) の変異

繊維長の変異は Table 3 に示したとおり、両供試材とも樹心から外側に向かって長さを増すが IVA-4 は 12cm で最大となり、 18cm の部位で減少している。繊維の膜厚については、測定が不十分で傾向を論ずるには不適當と思われるが、今回の測定結果では、樹心から外側に向かって、やや厚みを増す傾向が見られた。

c) 垂直細胞間道の変異

Table 3 に示したとおり IVA-1 は、その直径は道管の径と同様に樹心からしだいに増大するが、IVA-4 では、その直径はほとんど変化しない。これらの性質は、いかなる関係に由来するものであるか、はなはだ興味ある点で *Dipterocarpus* 属木材の樹種識別上においても、また重要なものと考えられるので今後さらに資料を加え、その性質の究明に努める必要がある。

d) 構成要素の占有割合の変異

Table 4 に示すごとく、その割合を大きく左右する要素は繊維 (繊維状仮道管) および道管である。両供試材とも道管の割合は樹心から外側に向かって漸増し、繊維の割合は逆に漸減する傾向が見られた。なお、他の柔組織や放射組織も、わずかに樹心から外側に向かって増す傾向が見られる。これらの性質が、物理的性質などの他の性質とどのような関係を示すかは興味あることである。

文 献

- 1) AMOS, G. L.: Silica in Timbers. C.S.I.R.O. Bull., 267, (1953)
- 2) ASHTON, P. S.: Manual of the Dipterocarp trees of Brunei state. oxford, pp.16~47, (1964)
- 3) BRAZIER, J. D. & FRANKLIN, G. L.: Identification of Hardwoods. Forest Products Research, Bull., 46, pp. 31~34, (1961)
- 4) BROWNE, F.G.: Forest trees of Sarawak & Brunei and thier products. Conservator of Forest, Sarawak, pp.102~111, (1955)
- 5) CHOWDHURY, K. A. & GHOSH, S. S.: Indian woods, 1, pp.98~123, (1958)
- 6) DESCH, H. F.: Dipterocarp Timbers of the Malay peninsula. Malayan Forest Records, 14, pp.62~75, (1941)
- 7) DESCH, H. F.: Manual of Malayan Timbers. Malayan Forest Records, 15, pp.101~108, (1941)
- 8) 小林弥一・須川豊伸: 輸入外材の構造, No.11~15, 林試研報, 138, pp.185~186, (1962)
- 9) 丸山幸平: 施肥による材構成割合の変化, 新潟大農学部, 学術報告, 11, pp.115~120, (1959)
- 10) 南方林業開発委員会: カリマンタン森林調査報告, pp.13~28, (1962)
- 11) REYES, L. J.: Philippine woods. Tech. Bull. Dep. Agric., Philippine, pp.280~296, (1938)
- 12) 須藤彰司: 熱帯材の識別, 林試研報, 157, pp.59~85, (1963)
- 13) WOOD, G.H.S. & MEIJER, W.: Dipterocarp of Sabah (North Borneo). Saban Forest Record, 5 pp.230~275, (1964)

図版の説明 (Explanation of figures)

Plate 1. IVA-1-3 Keruing (*Dipterocarpus* sp.)

Fig. 1 Cross section (×10)

Fig. 2 Cross section (×50) Showing vertical intercellular canals as large as vessels.

Fig. 3 Tangential section (×50)

Fig. 4 Radial section (×50)

Plate 2. IVA-2-3 Keruing (*Dipterocarpus* sp.)

Fig. 5 Cross section (×10)

Fig. 6 Cross section (×50) Showing vertical intercellular canals which are very small in comparison with vessels.

Fig. 7 Tangential section (×50)

Fig. 8 Radial section (×50)

Plate 3. IVA-3-3 Keruing (*Dipterocarpus* sp.)

Fig. 9 Cross section (×10)

Fig. 10 Cross section (×50)

Fig. 11 Tangential section (×50)

Fig. 12 Radial section (×50)

Plate 4. IVA-4-3 Keruing (*Dipterocarpus* sp.)

Fig. 13 Cross section (×10)

Fig. 14 Cross section (×50)

Fig. 15 Tangential section (×50)

Fig. 16 Radial section (×50)

II. Anatomical characters of Keruing woods grown in Kalimantan

Toyonobu SUGAWA

(Résumé)

The author examined the anatomical characters of woods from four logs which were imported from Kalimantan, Indonesia, under the name of "Keruing" (*Dipterocarpus* spp.), and intended, on the basis of these data, to identify the species and also to offer some reference data on the relation between wood structure and physical and wood working properties of the same wood samples which were examined by the other authors of this series. For these purposes, the author made some observations and measurements on the variability with age (more precisely stated, the variability of wood structure from the center of the trunk to the outer part).

The characteristics of woods, both macroscopic and microscopic, are summarized in Tables 2 and 3. From these data, the woods from these four logs were easily identified as those from the species of the genus *Dipterocarpus*, but it was difficult to determine the exact species name of each sample wood, though the study was made according to the description of DESCH^{(5) (6)}. Taking into account the distribution and diameter of vertical intercellular canals and the distribution of vessels, as shown in Table 5, these woods are classified into two groups. Therefore, it may be said that these four logs consist of woods from at least two species.

The variability of wood structure is shown in Tables 3 and 4.

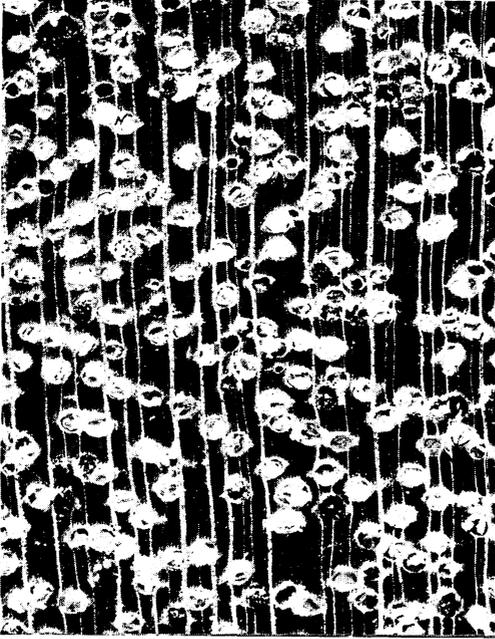


Fig. 1 IVA-1 ×10

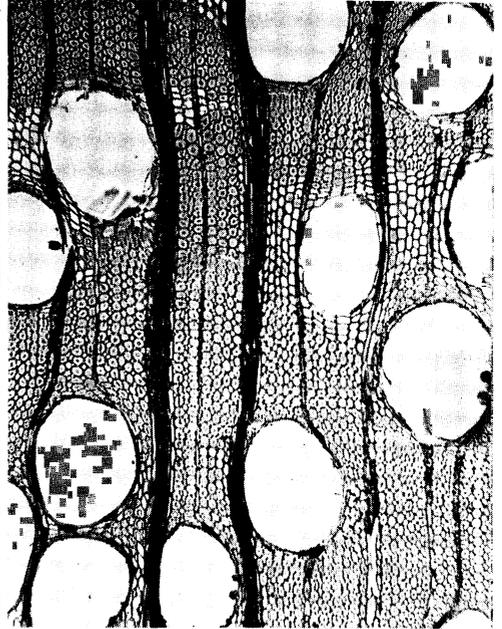


Fig. 2 IVA-1 ×50



Fig. 3 IVA-1 ×50

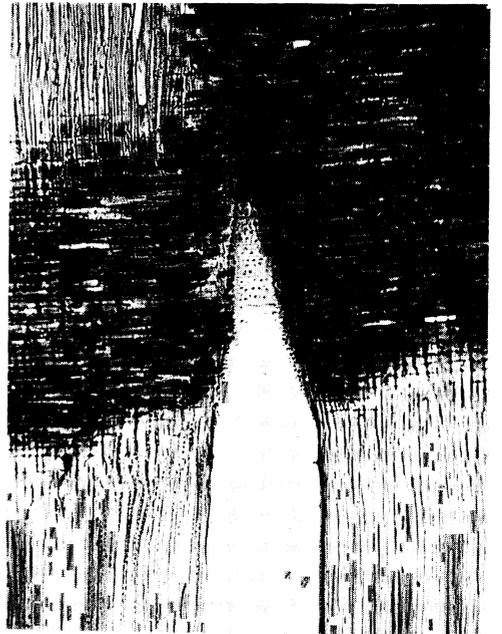


Fig. 4 IVA-1 ×50

—Plate 2—

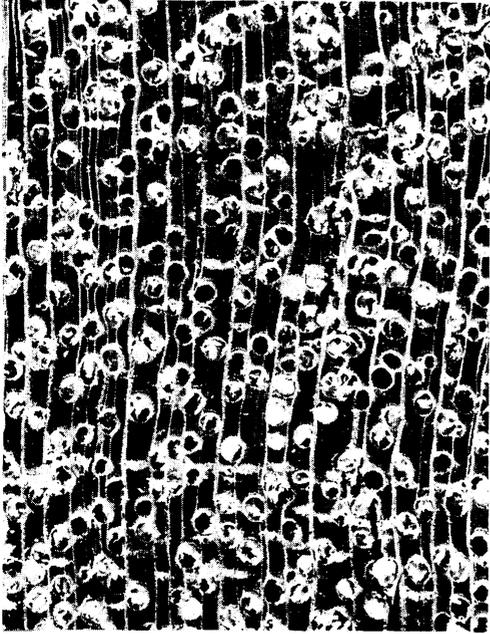


Fig. 5 IVA-2 ×10

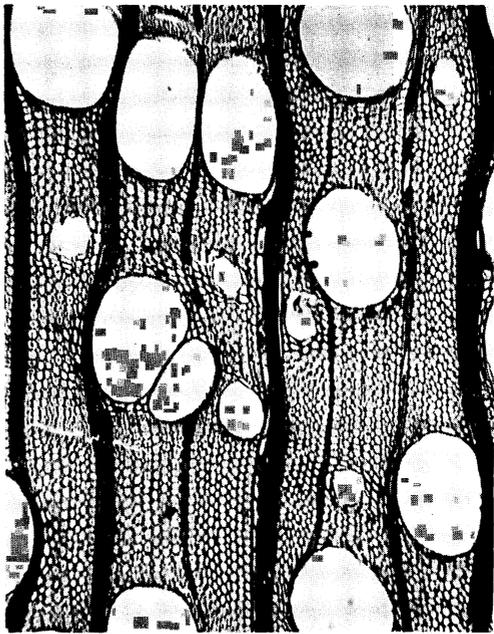


Fig. 6 IVA-2 ×50



Fig. 7 IVA-2 ×50



Fig. 8 IVA-2 ×50

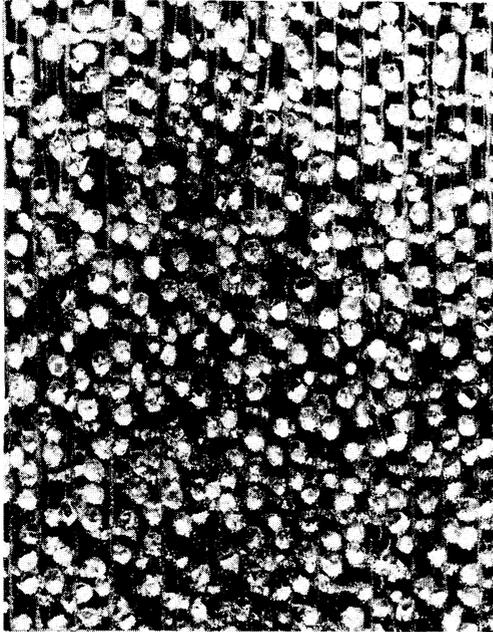


Fig. 9 IVA-3 ×10

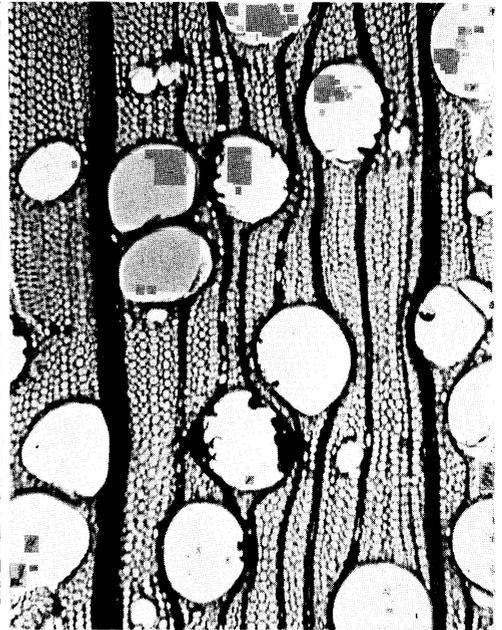


Fig. 10 IVA-3 ×50



Fig. 11 IVA-3 ×50



Fig. 12 IVA-3 ×50

—Plate 4—

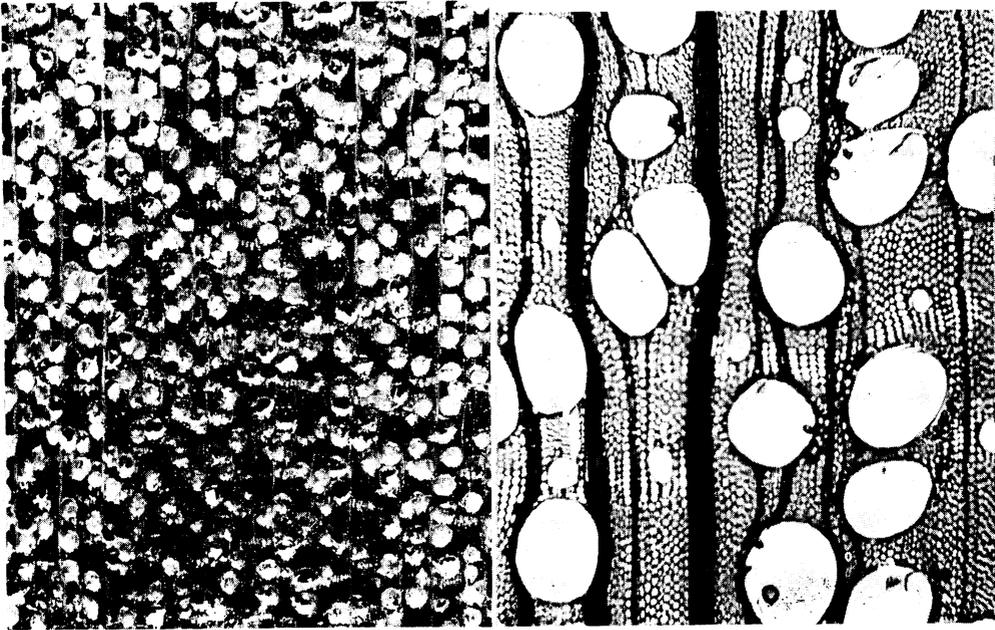


Fig. 13 IVA-4 ×10

Fig 14 IVA-4 ×50



Fig. 15 IVA-4 ×50

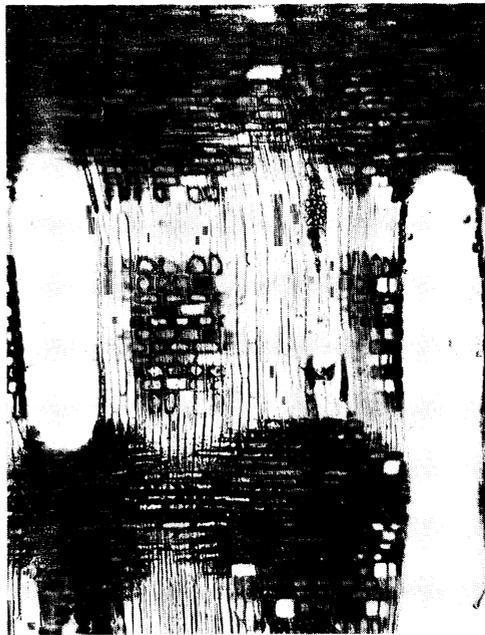


Fig. 16 IVA-4 ×50

Ⅲ. 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

中 野 達 夫⁽¹⁾

燕 木 自 輔⁽²⁾

この試験項目ではカリマンタン産クルイン (*Dipterocarpus* spp.) 材 4 本の丸太について、その収縮率および容積重がどのようにあらわれるかを調査した。これによって、クルイン材の標準値を求めることは、この試料の条件では困難であるので、主としてこのような測定値が限定された丸太ではあるが、どの程度の大きさと分布とをもってあらわれ、若干の因子とどのような関係で結びついているかを検討することに主眼をおいた。

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

1. 供試材および測定方法

1. 供 試 材

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

供試丸太は 4 本であったが、試験片採材にあたっては、材長約 6 m の各丸太とも、元口、末口の両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、最長半径とその反対の 2 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)×5 mm (軸方向) の木口試片を原則として連続的に木取り、また、これに対応した幹軸隣接部位から、5 mm (接線方向)×30mm (半径方向)×60mm (軸方向) の柾目試片を木取った。

したがって、試験の結果は 4 本の供試丸太から木取った 2 つの円板位置で 2 つの方向を選び、各方向について樹心からのへだたりごとに 2 試験片 (木口試片および柾目試片) についてもめられたもので、測定に供した試片の総数は 210 個である。

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

丸 太 番 号 Mark of log	丸 太 数 Number of logs	材 長 Length of log (m)	試 片 数 Number of specimens
IVA-1	1	6.3	56
IVA-2	1	6.0	50
IVA-3	1	6.0	48
IVA-4	1	6.0	56
合 計 Over all	4		210

(1) 木材部材料科物理研究室 (2) 木材部材料科物理研究室長・農学博士

2. 測定方法

収縮率の測定は JIS Z 2103 に準じておこない、気乾(含水率15%)時までの収縮率($\alpha_{15}\%$)、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、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1/1,000gの天秤を使用した。

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. 容積重と収縮率の大きさおよびその試料因子での比較と水平分布

Table 2. 丸太べつの収縮率と容積重
Shrinkage and density

丸太番 Mark of log	代表値 Representative figures	木口試験片による測定値 Measurements by cross section specimens										
		δ		α_{15}		α			容積重 density			
		<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>v</i>	<i>R</i>	<i>r</i> ₀	<i>r</i> ₁₅	
IV A-1	<i>n</i>	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
	Max.	0.443	0.354	9.56	7.13	15.45	11.91	24.98	753	1.00	1.02	
	Min.	0.377	0.194	4.58	1.40	9.96	4.27	14.16	576	0.67	0.71	
	\bar{x}	0.418	0.286	7.20	3.96	13.02	8.05	20.23	696	0.88	0.90	
	\bar{X}	0.415	0.262	6.48	3.15	12.30	6.90	18.60	677	0.84	0.86	
IV A-2	<i>n</i>	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
	Max.	0.446	0.345	10.76	7.28	16.73	12.08	26.52	676	0.92	0.93	
	Min.	0.360	0.173	4.90	1.64	10.03	4.19	14.17	549	0.64	0.68	
	\bar{x}	0.409	0.259	7.79	3.51	13.44	7.33	19.88	611	0.77	0.79	
	\bar{X}	0.400	0.242	7.14	2.91	12.67	6.52	18.51	601	0.74	0.77	
IV A-3	<i>n</i>	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
	Max.	0.445	0.345	14.23	8.03	19.49	12.78	29.92	709	0.95	0.97	
	Min.	0.323	0.189	5.07	2.37	9.71	5.15	15.04	536	0.63	0.67	
	\bar{x}	0.381	0.254	8.35	4.18	13.57	7.83	20.55	604	0.77	0.80	
	\bar{X}	0.371	0.241	7.48	3.52	12.62	6.95	18.98	593	0.74	0.77	
IV A-4	<i>n</i>	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	
	Max.	0.426	0.332	13.65	7.49	19.13	11.98	28.32	701	0.96	0.98	
	Min.	0.299	0.153	3.99	1.44	8.31	3.70	12.43	505	0.58	0.62	
	\bar{x}	0.380	0.232	8.78	3.92	13.96	7.34	20.46	586	0.74	0.77	
	\bar{X}	0.368	0.208	7.62	3.23	12.70	6.41	18.53	572	0.71	0.74	
合計 Over all	<i>n</i>	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	
	Max.	0.446	0.354	14.23	8.03	19.49	12.78	29.92	753	1.00	1.02	
	Min.	0.299	0.153	3.99	1.40	8.31	3.70	12.43	505	0.58	0.62	
	\bar{x}	0.397	0.258	8.02	3.89	13.49	7.64	20.37	625	0.79	0.82	
	\bar{X}	0.388	0.238	7.18	3.20	12.57	6.70	18.66	611	0.76	0.78	

(注 Remarks)

- δ : 含水率1%あたりの平均収縮率(%) Shrinkage percent per unit moisture content.
- α_{15} : 生材から気乾(含水率15%)時までの収縮率(%) Shrinkage percent when green to air
- 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
- R*: 容積密度数(kg/m³) Bulk density, *r*₀: 全乾容積重(g/cm³) Apparent specific gravity
- r*₁₅: 含水率15%に換算した容積重(g/cm³) Apparent specific gravity in air dry (at 15%
- n*: 試片数 Number of measurements, Max.: 最大値 Maximum value, Min.: 最小値
- \bar{x} : 算術平均値 Mean value
- \bar{X} : 各試片が代表する円板内の面積を重みとした平均値 Mean value weighted by the area,

1. 容積重および収縮率の大きさ

供試丸太別の容積密度数, 気乾 (含水率15%) 時容積重, 全乾容積重および接線, 半径, 軸各方向ならびに容積収縮率についての最大値, 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。 \bar{X} は試片のとられた2方向について, その方向べつを試片の測定値をその試片の代表する面積で重み付けし, さらに, これを2方向について平均した1円板についての代表値とみなし, これを同一丸太から採取した2円板について, 総括して示したものである。

Table 2 において, 丸太べつの木口試片の容積全収縮率の平均値 \bar{X} は, IVA-3 の丸太が 18.98% を示して最も大きく, IVA-2 の丸太が 18.51% を示して最も小さいが, これらの差は 0.47% ときわめて小さい。しかるに, 容積全収縮率の個々の値の最大値, 最小値はそれぞれ 29.92%, 12.43% と著しくひら

縮率測定値総括表

density at each log.

径目試験片による測定値 Measurements by radial section specimens									
δ		α_{15}		α			容積重 density		
r	l	r	l	r	l	v	R	r_0	r_{15}
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
0.371	0.018	6.50	0.09	11.71	0.35	23.72	758	0.99	1.02
0.191	0.006	1.46	-0.06	4.28	0.07	13.16	578	0.66	0.70
0.288	0.010	3.74	0.01	7.86	0.16	19.47	701	0.88	0.90
0.261	0.010	3.00	0.02	6.78	0.16	17.90	680	0.83	0.86
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
0.333	0.018	6.23	0.04	10.91	0.23	27.89	674	0.94	0.97
0.172	0.006	1.69	-0.04	4.24	0.08	13.65	552	0.64	0.68
0.247	0.011	3.49	0.00	7.07	0.16	19.97	616	0.77	0.80
0.232	0.011	2.85	0.00	6.32	0.17	18.49	603	0.74	0.77
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
0.311	0.022	7.59	0.08	11.91	0.34	31.37	723	1.00	1.03
0.190	0.008	1.98	-0.01	4.77	0.15	14.22	552	0.64	0.68
0.236	0.014	4.07	0.03	7.02	0.23	20.22	614	0.77	0.82
0.222	0.014	3.44	0.03	6.53	0.24	18.64	600	0.74	0.78
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
0.312	0.020	8.04	0.08	11.64	0.37	28.75	728	1.02	1.05
0.146	0.010	1.46	-0.03	3.64	0.13	11.76	514	0.58	0.63
0.224	0.015	3.89	0.05	7.12	0.27	19.82	604	0.76	0.80
0.209	0.015	3.18	0.06	6.22	0.28	17.86	582	0.71	0.76
105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
0.371	0.022	8.04	0.09	11.91	0.37	31.37	758	1.02	1.05
0.146	0.006	1.46	-0.06	3.64	0.07	11.76	514	0.58	0.63
0.249	0.013	3.80	0.02	7.28	0.20	19.85	634	0.79	0.83
0.231	0.012	3.12	0.03	6.46	0.21	18.22	616	0.75	0.79

dry (15% moisture content).

direction, v : 容積 Volume
in oven dry.
moisture content)
Minimum value

represented by each specimen, in the disk.

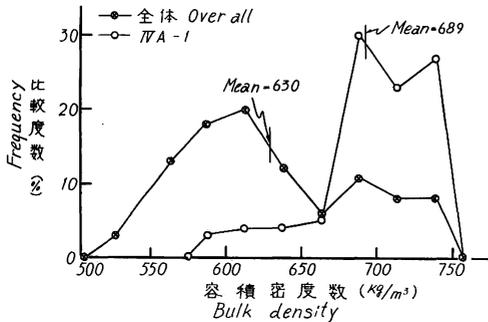


Fig. 1 容積密度数の出現比較度数分布
Frequency polygon of bulk density.

き、その比は2.4倍にも達する。容積密度数の丸太べつのは IVA-1 の丸太が 677kg/m^3 を示して最も大きく、IVA-4 の丸太が 572kg/m^3 を示して最も小さいが、他の2本の丸太はこの最小値に近似してこの間に位置し、IVA-1 の丸太の値は特に大きいことを示している。さらに全体の最大値、最小値はそれぞれ $753, 505\text{kg/m}^3$ を示し、その差は 250kg/m^3 に達する。

容積密度数および接線、半径、軸方向別容積全収縮率の出現比較度数分布を供試丸太を総括

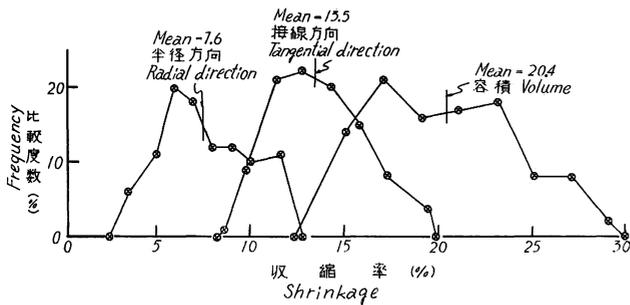


Fig. 2 半径・接線方向および容積収縮率の出現比較度数分布
Frequency polygons of radial, tangential and volumetric shrinkage when green to ovendry.

して Figs. 1~3 に示す。Fig. 1 において、全体の分布が容積密度数の大きい部分で特に異状を示すのは IVA-1 の丸太の分布が他の丸太のそれと異なることに起因し、このことは同図に併記した IVA-1 丸太の分布から明らかである。Fig. 2 における全収縮率の各分布は、後述する樹心からのへだたりにもなう

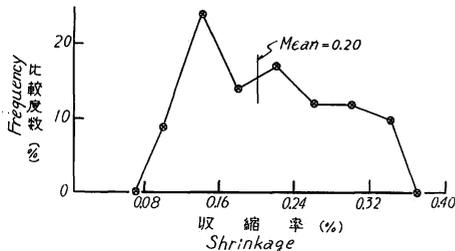


Fig. 3 軸方向収縮率の出現比較度数分布
Frequency polygon of axial shrinkage when green to ovendry.

測定値の著しい変動に対応してあらわれてくるものであるが、Fig. 3 にしめす軸方向の収縮率における変動については、樹心からのへだたりに関しても全く不規則で、その原因については明らかでなかった。

以上の結果を文献¹¹⁾で見られるマラヤ産の同属の4樹種 (*Dipterocarpus crinitus*, *D. lowii*, *D. cornutus*, *D. baudii*) の代表値と比較すると、本試料の \bar{X} はこれらの代表値にほぼ等し

い値を示している。

2. 容積密度数および収縮率の試料因子での比較

試験片の採取は供試材の項で述べたとおりであるが、これらの試料採取段階での4因子(丸太、円板採取位置、方向、樹心からの相対的へだたり)および試験片の形状のそれぞれの水準について丸太べつの容積密度数の平均値を Table 3 に、また、容積全収縮率の平均値を Table 4 にかかげる。Table 3 によると、IVA-1 の丸太が他の3本の丸太に比べて特に大きな平均値を他のどの試料因子についても示し、また、樹心からのへだたりによってどの丸太も差が著しいことがわかる。これにたいして、円板採取位置、方向、試験片の形状にともなう差は小さい。Table 4 によると、すべての丸太で樹心からのへだたりによ

Table 3. 丸太べつ、試料因子べつの容積密度数の平均値 (kg/m³)
 Mean values of bulk density on some factors of specimen at each log (kg/m³).

丸太番号 Mark of log	全体 Over all	円板採取位置 Location of disk on log		横断方向 Direction in disk		樹心からのへだたり Relative distance from pith					試片の形状 Form of specimen	
		元口 Butt end	末口 Top end	最長方向 The longest direction	反対の方向 The opposite direction	樹心~30% Pith~30%	31~50% 31~50%	51~65% 51~65%	65% 辺心材界 65%~ Border	辺材部 Sapwood	木口試験 Cross section	柁目試片 Radial section
IVA-1	691	684	699	684	698	735	721	694	686	620	690	693
IVA-2	608	605	610	604	612	636	609	603	610	580	607	608
IVA-3	600	596	604	602	598	653	615	583	593	558	597	603
IVA-4	585	575	595	584	584	660	598	571	565	530	580	590
全体 Over all	621	615	627	619	623	671	636	612	614	572	618	624

Table 4. 丸太べつ、試料因子べつの容積全収縮率の平均値 (%)
 Mean values of volumetric shrinkage when green to oven dry on some factors of specimen at each log (%).

丸太番号 Mark of log	全体 Over all	円板採取位置 Location of disk on log		横断方向 Direction in disk		樹心からのへだたり Relative distance from pith					試片の形状 Form of specimen	
		元口 Butt end	末口 Top end	最長方向 The longest direction	反対の方向 The opposite direction	樹心~30% Pith~30%	31~50% 31~50%	51~65% 51~65%	65% 辺心材界 65%~ Border	辺材部 Sapwood	木口試片 Cross section	柁目試片 Radial section
IVA-1	19.19	18.83	19.55	18.83	19.55	23.30	21.15	18.68	17.18	15.64	19.56	18.82
IVA-2	19.30	19.02	19.59	18.33	20.27	22.83	20.69	18.66	17.51	16.85	19.22	19.39
IVA-3	19.37	19.72	19.02	19.65	19.10	24.96	21.30	18.22	17.28	15.11	19.52	19.22
IVA-4	19.33	18.69	19.96	19.38	19.27	26.08	22.10	18.45	16.06	13.96	19.87	18.78
全体 Over all	19.30	19.07	19.53	19.05	19.55	24.29	21.31	18.50	17.01	15.39	19.54	19.05

る平均値に大きな差が認められるが、他の試料因子でのその差はきわめて小さい。

このように、ここでの資料では容積密度数ならびに容積全収縮率の大きさは、幹軸方向約6mのへだたりをもった2部分からの円板の間でも、また、特定の横断面2方向の間でも、その差はさして問題にするにあたらないうである。

IVA-1の丸太が容積密度数で他の3本の丸太に比べて大きな値を示すにもかかわらず、容積全収縮率でほぼ等しい値を示しているのは、前掲の解剖学的所見から明らかのごとく、他の3本の丸太とは異なった樹種であることによる特性と推定される。

以上の結果にもとづき、次項以下のとりまとめにあたっては、丸太のべつと、樹心からの相対的へだたりとに留意しておこなうこととする。

3. 容積密度数および収縮率の丸太内水平分布

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

これによると、IVA-1の丸太についての容積密度数の変化を除けば、容積密度数、接線・半径方向および容積全収縮率の水平分布は、樹心から周辺部に向かって減少する傾向を示している。これを前報¹²⁾で

述べた樹心からのへだたりによる容積密度数、および容積全収縮率のあらわれかたの類型にあてはめれば Type I に類別できる。

ただし、IVA-1の丸太は各収縮率で他の丸太と類似の分布傾向を示すが、容積密度数についてはひとり高い値を示すとともに、その分布傾向も、辺材部を除いて考えればほぼ一様で、他の3本の丸太とは異なった Type に属するのかもしれない。

3. 相互関係の検討

1. 容積密度数と容積収縮率との関係

各丸太の木口試片について最大、最小、平均 α_0/R 値を Table 5 に示す。これによると全体で最大値 46、最小値 24、平均値 32.4 を示し著しい変動が想定できるが、各丸太の平均値は IVA-3 の丸太が 33.8 で最大値を、IVA-1 の丸太が 29.0 で最小値をそれぞれ示し、他の2本の丸太は IVA-3 の値に近似している。これらの値は多くの樹

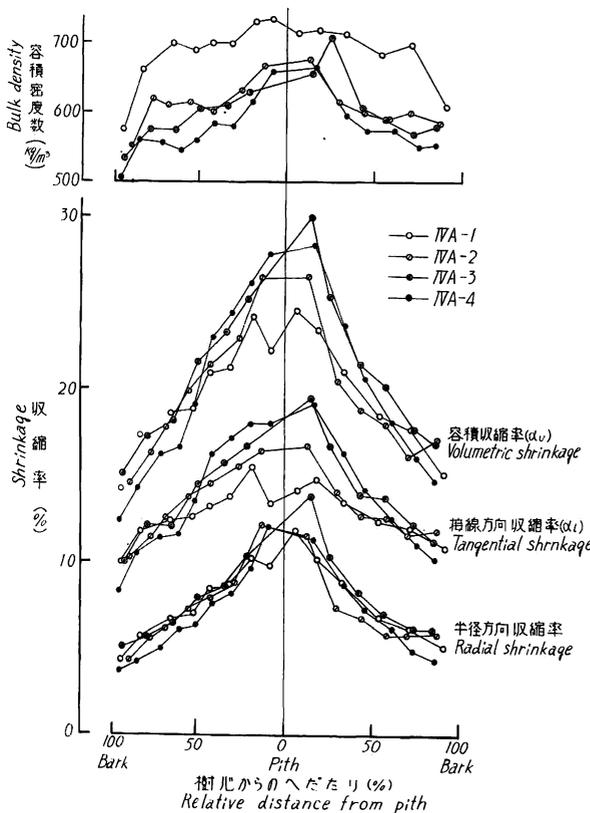


Fig. 4 容積密度数および全収縮率の丸太内水平分布 (元口円板)

Transversal distribution of bulk density and shrinkage when green to oven-dry in relation to relative distance from pith (Disks of butt end).

Table 5. 丸太べつの α_v/R 値
 α_v/R values at each log.

丸太番号 Mark of log	α_v/R			
	<i>n</i>	Max.	Min.	\bar{x}
IVA-1	28	35	24	29.0
IVA-2	25	40	25	32.4
IVA-3	24	46	27	33.8
IVA-4	28	43	24	31.5
全体 Over all	105	46	24	32.4

(注 Remarks) 記号は Table 2 の注にしたがう。

See the remarks of Table 2 on the marks.

Fig. 5 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. →

種をつうじての代表値 $\alpha_v/R=28$ より大きく、カンボジア産 8 樹種¹²⁾ならびにカプル材¹³⁾に比較すればはるかに高い値である。

全体として $\alpha_v/R=25\sim45R$ の幅

広い分散域をもって分布する関係は、容積密度数と容積全収縮率との関係を丸太べつに示した Fig. 5 で明確であるが、これを丸太べつに検討してもほとんどの丸太で、ほぼ同じ分散域をもって分布しており、特にかげはなれた 2, 3 の数値の影響でないことは明らかである。すなわち、 α_v/R 値の丸太べつの傾向は、全体の平均値 $\alpha_v/R=32R$ の直線と異なる傾向を示すようである。いま α_v/R 値の丸太内水平分布を丸太べつ、円板採取位置べつに図示すると Fig. 6 のごとく、樹心から周辺部に向かって減少する傾向が見られるが、この分散域がそのまま Fig. 5 に示されることとなり、カプル材¹³⁾の場合と同じく、樹心からのへだたりにともなう α_v/R 値の変動が、直接 α_v/R 値の分散域の大きさの指標となるといえそうである。ここで、IVA-1 の丸太の α_v/R 値は、下限値では他の 3 本の丸太にほぼ等しいが上限値では低い値を示している。

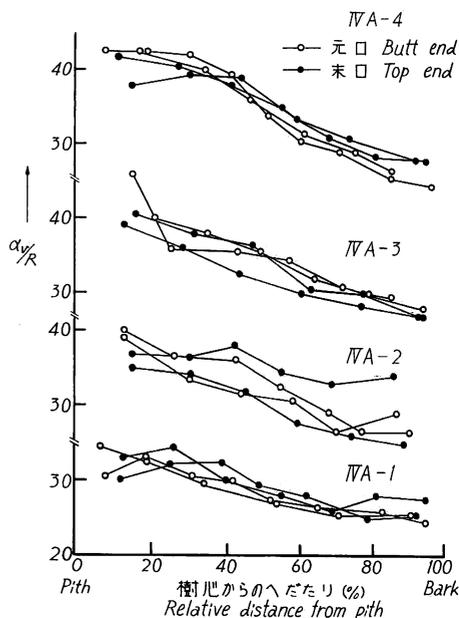
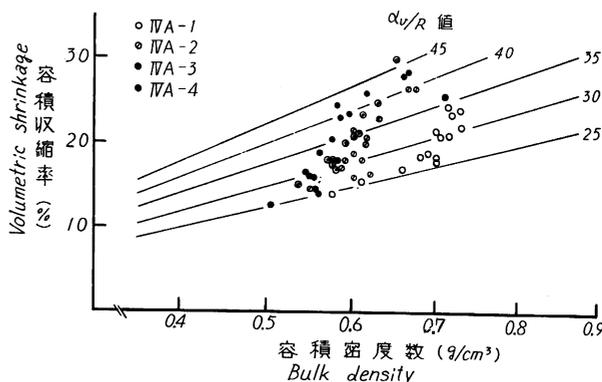


Fig. 6 α_v/R 値の丸太内水平分布
Transversal distribution of α_v/R value in relative distance from pith.

Table 6. 丸太べつ々の横断面収縮異方度
Transverse shrinkage anisotropy at each study log.

丸太番号 Mark of log	n	t/r			t ₁₅ /r ₁₅		
		Max.	Min.	\bar{x}	Max.	Min.	\bar{x}
IVA-1	28	2.4	1.2	1.7	3.3	1.2	2.0
IVA-2	25	2.4	1.3	1.9	3.2	1.4	2.3
IVA-3	24	2.2	1.2	1.8	2.7	1.3	2.1
IVA-4	28	2.5	1.5	1.9	3.3	1.6	2.4
全体 Over all	105	2.5	1.2	1.8	3.3	1.2	2.2

(注 Remarks)

t/r: 全乾時までの収縮における横断面収縮異方度

Transverse shrinkage anisotropy when green to oven-dry.

t₁₅/r₁₅: 気乾(含水率15%)時までの収縮における横断面収縮異方度

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

他の記号は Table 2 の注にしたがう。See the remarks of Table 2 on the other marks.

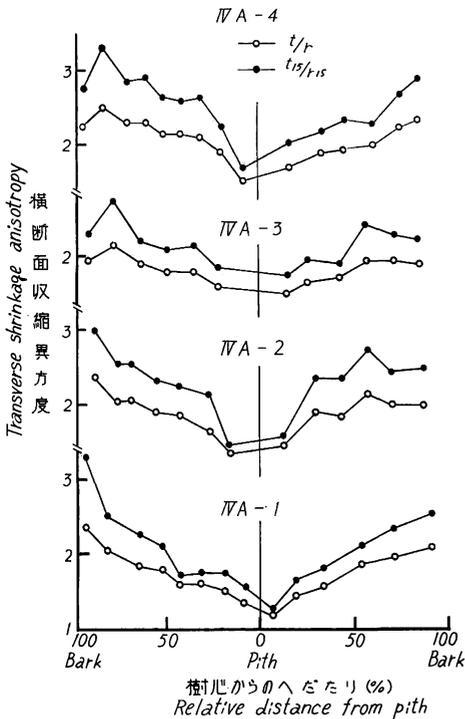


Fig. 7 横断面収縮異方度の丸太内水平分布 (元口円板)

Transversal distribution of transverse shrinkage anisotropy in relation to relative distance from pith(Disks of butt end).

でいることがわかる。

全乾時までの収縮における横断面収縮異方度 (t/r) と容積密度数 (R) との関係、丸太べつに Fig. 10

Fig. 6 の α_0/R 値の丸太内横断面水平分布をその類型¹²⁾にあてはめれば、Type Iに属する。IVA-1の丸太もほぼ同じ類型に属するとみなされる。

2. 横断面収縮異方度

全乾時までの収縮における横断面収縮異方度 (t/r) および気乾(含水率15%)時までの収縮における横断面収縮異方度 (t₁₅/r₁₅) の最大値、最小値、平均値を丸太べつに Table 6 に示す。これによると最大値、最小値、平均値は両者ともに丸太間で差は小さく全体の平均値は t/r が1.8、t₁₅/r₁₅ が2.2を示し後者が大きい。最大値と最小値の差は全体で t/r が1.3、t₁₅/r₁₅ が2.1を示し、丸太内の変動の大きいことがわかる。

t/r および t₁₅/r₁₅ と樹心からの相対的へだたりとの関係を Fig. 7 に示す。これによると、両者はともに樹心から周辺部に向かって増加の傾向を示すとともに、t₁₅/r₁₅ は t/r より常に大きい値を示している。

さらに t₁₅/r₁₅ と t/r の差をとり、容積密度数との関係を Fig. 8 に、また樹心からの相対的へだたりとの関係を Fig. 9 に示す。これらによると、この差を全体について見るとき容積密度数の増加で減少し、また樹心から周辺部に向かって増加する傾向が認められるが、個々の丸太について見るとききわめて変動に富ん

に示す。これによると、全体の傾向は KOLLMANN, F.⁹⁾ によって計算された範囲の上限値から下限値にわたって広い分散域をともなって、容積密度数の増加にしたがって減少する傾向で分布している。

いまかりに、空隙をもたず木材実質のみからなる木材の全乾比重を 1.5、すなわちその容積密度数を 1.056、そのときの横断面収縮異方を 1 と仮定し、容積密度数の減少にともないこの異方が直線的に上昇するものとみなすと、その勾配 ϕ は容積密度数を g/cm^3 単位として次式で示される。

$$\phi = (t/r - 1) / (1.056 - R)$$

ϕ が 0~4 についての直線を Fig. 10 に併記したが、前記の KOLLMANN, F. によって推定された上限値と下限値の曲線はそれぞれ $\phi=2.7, 0.7$ の直線に近似している。

ϕ および気乾 (含水率 15%) 時までの収縮における横断面収縮異方の同様の値 ϕ_{15} の丸太別の最大値、最小値、平均値を計算し

Table 7 に掲げる。これによると、丸太べつの ϕ の値は平均値間の差では t/r とほとんど変わらないが、

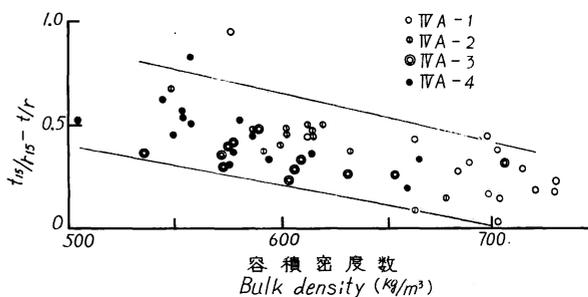


Fig. 8 t_{15}/r_{15} と t/r の差と容積密度数との関係
Relation between the difference between t_{15}/r_{15} and t/r and bulk density.

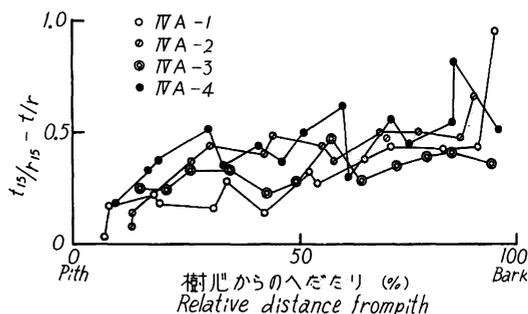


Fig. 9 t_{15}/r_{15} と t/r の差と樹心からの相対的へだたりとの関係
Relation between the difference between t_{15}/r_{15} and t/r and relative distance from pith.

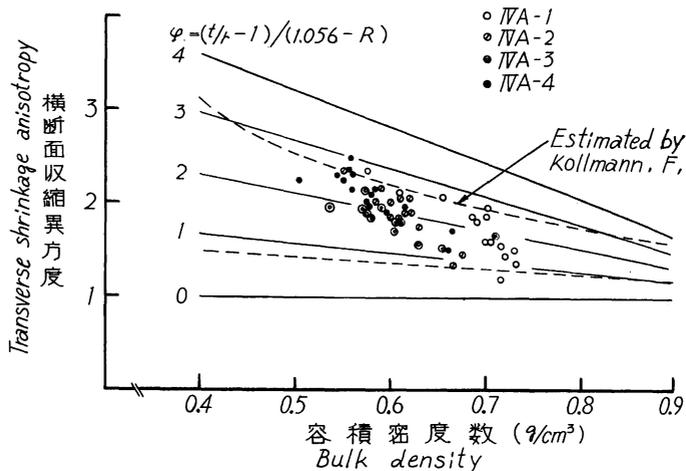


Fig. 10 横断面収縮異方度と容積密度数との関係
Relation between transverse shrinkage anisotropy and bulk density.

Table 7. 丸太べつの φ の値
Value of φ at each study log.

丸太番号 Mark of log	n	φ			φ_{15}		
		Max.	Min.	\bar{x}	Max.	Min.	\bar{x}
IV A-1	28	3.2	0.6	1.9	4.8	0.7	2.7
IV A-2	25	2.8	0.9	2.0	4.0	1.1	2.9
IV A-3	24	2.4	0.7	1.8	3.6	0.8	2.4
IV A-4	28	3.0	1.3	2.0	4.6	1.7	2.8
全体 Over all	105	3.2	0.6	1.9	4.8	0.7	2.7

(注 Remarks)

φ : 次式で計算される値 Value calculated as follow:

$$\varphi = (t/r - 1) / (1.056 - R)$$

φ_{15} : 次式で計算される値 Value calculated as follow:

$$\varphi_{15} = (t_{15}/r_{15} - 1) / (1.056 - R)$$

他の記号は Table 2 の注にしたがう。See the remarks of Table 2 on the other marks.

最大・最小値間差では t/r より大きくなっており、丸太内では容積密度数の増加と t/r の減少は、この φ の勾配とは別の傾向をたどるようである。このように、 t/r の大きな変動が樹心からのへだたりにもとづくものであろうことは、すでに指摘したところであるが¹³⁾、この樹種でも同様の傾向がうかがいしられる。

3. 気乾 (含水率 15%) 時までの収縮と全収縮との関係

気乾 (含水率 15%) 時までの収縮が全収縮にしめる割合を $\alpha_{15/0}$ であらわし、この値の 3 方向についての丸太べつの最大値、最小値、平均値を Table 8 に示す。これによると、全体の各方向べつの平均値は $t_{15/0}=58\%$ 、 $r_{15/0}=50\%$ 、 $l_{15/0}=8\%$ と順に減少し、 $l_{15/0}$ は著しく小さい値を示している。これが、含水率

Table 8. 丸太、方向べつの気乾 (含水率15%) 時までの収縮が全収縮にしめる割合 (%)

Percentage of the shrinkage when green to air dry (15% moisture content) to when green to oven dry at each direction and log.

丸太番号 Mark of log	n	$t_{15/0}$			$r_{15/0}$			$l_{15/0}$		
		Max.	Min.	\bar{x}	Max.	Min.	\bar{x}	Max.	Min.	\bar{x}
IV A-1	28	62	46	55	60	33	47	57	-76	6
IV A-2	25	64	49	57	60	38	48	12	-40	0
IV A-3	24	73	52	61	63	45	52	32	-6	10
IV A-4	28	71	48	61	62	39	52	33	-22	15
全体 Over all	105	73	46	58	63	33	50	57	-76	8

(注 Remarks)

$t_{15/0}$: 接線方向の気乾時までの収縮が全収縮にしめる割合

Percentage of the shrinkage when green to air dry to when green to oven dry at tangential direction.

$r_{15/0}$: 半径方向の気乾時までの収縮が全収縮にしめる割合

Percentage of the shrinkage when green to air dry to when green to oven dry at radial direction.

$l_{15/0}$: 軸方向の気乾までの収縮が全収縮にしめる割合

Percentage of the shrinkage when green to air dry to when green to oven dry at axial direction.

他の記号は Table 2 の注にしたがう。See the remarks of Table 2 on the other marks.

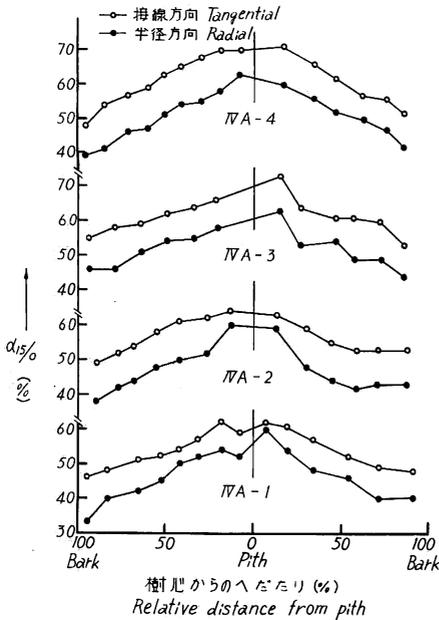


Fig. 11 $\alpha_{15/0}$ の丸太内水平分布
Transversal distribution of $\alpha_{15/0}$ in relative distance from pith.

の減少にともなう各方向の収縮曲線の相違によるものであろうことは、すでに前報¹²⁾

で考察したところである。さらに、 $t_{15/0}$ 、 $r_{15/0}$ の変動は大きい、これらの値が樹心から周辺部に向かって減少する傾向を示した Fig. 11 と、Fig. 6 に見られた α_v/R の樹心からのへだたりによる同様の傾向から、これらの変動が繊維飽和点の変動によるであろうことは十分に推定される。 $t_{15/0}$ と $r_{15/0}$ との差は、樹心部の特に著しく小さい値を示す 2、3 の点を除いてはほぼ等しい値を示し、全体の平均は約 8% であるが、両者が対応して変動することがわかる。これに反し、 $t_{15/0}$ の値は著しく変動し、特に IVA-1 の丸太では最大値 57%、最小値 76% を示し、容積密度数、樹心からのへだたりとの相関も認めがたいようである。

Fig. 12 は $\alpha_{15/0}$ と容積密度数との関係を、接線および半径方向べつに示したものである。これによると、丸太べつのこれらの関係は、両方向とも幅広い変動を示してはいるが、容積密度数の増加にともなって増加する傾向がうかがわれる。しかし、全体としてのこれらの関係は、IVA-1 の丸太試料をのぞいてもかなり不明確な傾向のものとなるようである。

4. 要 約

カリマンタン産グルイン (*Dipterocarpus* spp.) 材の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、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, Figs. 1~3)。

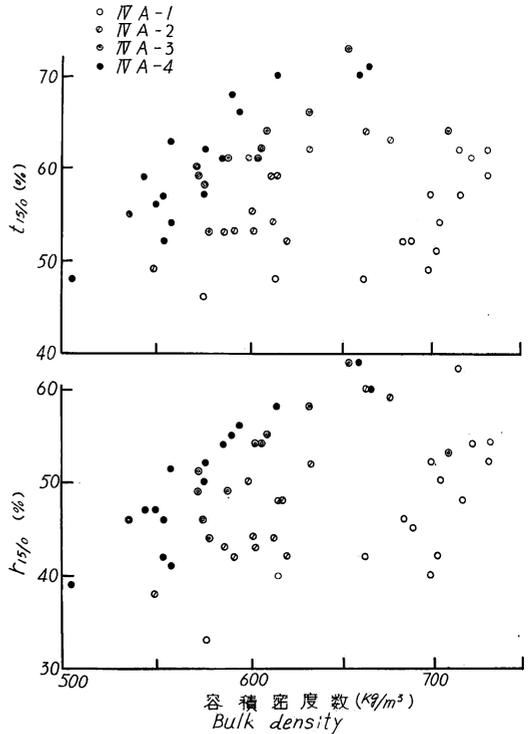


Fig. 12 $\alpha_{15/0}$ と容積密度数との関係
Relation between $\alpha_{15/0}$ and bulk density.

2. 容積密度数および容積全収縮率について、丸太、円板採取位置、横断方向および試験片の形状の5つの試料因子の各水準について、平均値の比較をおこない、この試験で取り扱った丸太径級の範囲では、樹心からの相対的へだたりについて最も考慮をばらう必要を認めた (Tables 3, 4)。
3. 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. 4)。
4. 容積全収縮率 (α_v) と容積密度数 (R) との関係を調べ、 α_v/R 値の丸太横断面水平分布を検討した (Table 5, Figs. 5, 6)。
5. 全収縮における横断面収縮異方度 (t/r) の値をもとめ、容積密度数との間に直線的な関係を想定した場合の理論的な勾配 (ρ) について検討するとともに、気乾 (含水率 15%) 時までの収縮における、横断面収縮異方度 (t_{15}/r_{15}) の値との関連性をもあわせて検討した (Tables 6, 7, Figs. 7~10)。
6. 気乾 (含水率 15%) 時までの収縮が全収縮にしめる割合 ($\alpha_{15/0}$) の接線、半径および軸方向での値を算出し、試料因子に関して若干の検討を加えた (Figs. 11, 12, Table 8)。

文 献

- 1) CHOWDHURY, K. A. and S. S. GOSH: Indian wood, their identification, properties and uses, Appendix, Dehra Dun, (1958)
- 2) DADSWELL, H. E.: Wood structure variations occurring during tree growth and their influence on properties, Journal of the institute of wood science, 1, (1958)
- 3) 井阪三郎: 板の幅の収縮, 帝室林野局北海道林業試験場彙報, 4, (1943)
- 4) 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)
- 5) 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)
- 6) 梶田 茂・中戸莞二: 単板および合板の収縮ならびに膨張率, 日林誌, 32, 10, (1950)
- 7) KINGSTON, R. S. T. and C. J. E. RISDON: Shrinkage and density of Australian and other Southwest Pacific woods, C. S. I. R. O., Div. of Forest Prod. Tech. Paper, 13, (1961)
- 8) 北原覚一: ラワン樹幹横断面内の材質の変化, 木材工業, 12, 4, (1957)
- 9) KOLLMANN, F.: Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe, Erster Band, Zweite Auflage, Springer-Verlag, Berlin, (1951)
- 10) LARSON, P. R.: Changes in chemical composition of wood cell walls associated with age..... in *pinus resinosa*, F. P. J., 15, 6, (1965)
- 11) MALAYAN FOREST SERVICE: Trade Leaflet, 5, 6 (1961), 7, 21, 31, (1964)
- 12) 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)
- 13) 中野達夫・蕪木自輔: 南洋材の性質 4, 北ボルネオ産カプール材の容積重と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 197, pp.61~74, (1967)
- 14) 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)
- 15) 農林省林業試験場木材部強度研究室: コーア (クルイン) 材の材質試験 (研究資料), 97, (1957)
- 16) 佐道 健: 軸方向の収縮と内部ひずみ, 日本木材学会第 15 回大会研究会資料 (1965)
- 17) SALLENAVE, P.: Propriété physiques et mecaniques des bois tropicaux de L'union Francaice, Centre Tech. Forest Trop., Nogentsur-Marne(Seine), France, (1955)

III. Density and Shrinkage of Keruing Woods grown in Kalimantan

Tatsuo NAKANO and Jisuke KABURAGI

(Résumé)

In this investigation, we made a study of the density and the shrinkage on four Keruing (*Dipterocarpus* spp.) logs grown in Kalimantan, Indonesia.

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

The test specimens were taken from the two directions along the longest radius containing pith in the disks of the butt and top end at each log. Sampling methods of the test specimens from direction and method of the test for study on the density and shrinkage were determined following the method of the preceding report¹²⁾.

The results of the present observations are as follows:

1. The maximum, minimum and mean values of shrinkage and density at each log were obtained, and the figures are shown in Table 2. Then, the frequency polygons of bulk density and shrinkage when green to oven dry are shown in Figs. 1~3.

2. The comparisons between the mean values of bulk density and volumetric shrinkage when green to oven dry on the factors of specimen (logs, locations of disk, directions, relative distances from pith and forms of specimen) were made. In the results, as to the logs which we sampled in this study, we recognized there were large differences between the distances from pith (Tables 3, 4).

3. The transversal distribution of the bulk density (R kg/m³) and the shrinkage when green to oven dry in relation to relative distance from pith are shown in Fig. 4.

4. The relationship between the bulk density (R) and the volumetric shrinkage (α_v) was as shown in Fig. 5 and the distribution of the α_v/R values in relation to the distance from pith on each log were abstracted as shown in Fig. 6. Then, the values of α_v/R at each log are shown in Table 5.

5. The values and the transversal distribution in relation to the relative distance from pith of the anisotropy shrinkage when green to oven dry (t/r) and air dry (t_{15}/r_{15}) were respectively shown in Table 6 and Fig. 7. Furthermore, the relation between t/r and bulk density was discussed (Fig. 10, Table 7) as based on the values of " ϕ " which was calculated as follow:

$$\phi = (t/r - 1) / (1.056 - R)$$

6. The percentage of the shrinkage when green to air dry to when green to oven dry ($\alpha_{15/0}$) was observed in relation to the distance from pith, each log and each direction and the bulk density (Table 8, Figs. 11, 12).

Ⅳ. カリマンタン産クルイン材の強度的性質

山井良三郎⁽¹⁾

近藤孝一⁽²⁾

まえがき

前報¹⁾²⁾³⁾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クルイン材 (*Dipterocarpus* spp.) につき無欠点小試験体による強度的性質を求めた。おもなねらいは、強度部材として利用する場合の一般的指標をうることに、単板切削条件の基礎資料に関連する多湿円板について接線方向の横引張応力-歪関係を求めることにおかれている。

1. 供試材料および試験体木取法

供試材料の原木記号、多湿円板の半径および辺材幅、試験群などを Table 1 に示す。I 群は多湿状態に関するもので、厚さ約 10cm の円板から前報³⁾と同じ要領で接線方向の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部分の半径をえらび、その線上の辺材部を A、樹心部 (直径約 20cm) を除いた心材部を 3 等分して B, C, D (樹心側) とし、各部位から樹幹方向に連続して 4~6 個ずつの試験体を木取った。II 群は主として気乾状態に関するもので、多湿円板に隣接する長さ約 50cm の丸太の心材部 (樹心部を除く) から横圧縮、横引張、静的曲げ、縦引張および衝撃曲げ試験体を木取った場合であり、縦強度関係の試験体数は約 10 本ずつである。なお、試験原木 IVA-4 については、気乾状態と多湿状態の比較を行なう目的で、50cm 丸太から 1 対の試験体を数個木取り、一方を気乾、一方を多湿状態の試験に供した。さらに、上記静的曲げ試験体の試験終了後、非破壊部から縦圧縮、せん断、部分圧縮試験体を木取った。

Table 1. 供 試 材 料
Material tested.

原木記号 Mark of study logs	円板半径 Radius of disks (cm)	辺材の幅 Width of sapwood (cm)	試験群 Test group	
			I 群 Group I (cm)	II 群 Group II (cm)
IVA-1	29.0	6.1	厚さ 10	長さ 50
IVA-2	28.3	5.3	厚さ 10	長さ 50
IVA-3	26.2	5.4	厚さ 10	長さ 50
IVA-4	28.4	6.2	厚さ 10	長さ 50

I 群：多湿状態、円板 Group I: Wet condition, disks (about 10cm in thickness).

II 群：気乾状態、丸太 Group II: Air dry condition, logs (about 50cm in length).

この試験でいう多湿状態とは鋸断した円板や粗木取りした試験体を水槽内に浸漬した状態で、いわゆる生材状態とは異なっている。また、試験原木のなかには樹心割れや乾燥割れのため、横引張試験体の木取りの一部を割愛せざるをえない場合もあった。

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、かたさ試験のみは縦圧縮試験体の木口面と部分圧縮試験体の側面を利用して測定した。試験体の寸法は横圧縮の場合に辺長 $a=30\text{mm}$ 、静的曲げ、縦圧縮、せん断、部分圧縮の場合に $a=25\text{mm}$ 、縦引張、横引張、衝撃曲げの場合に $a=20\text{mm}$ とした。

3. 試験結果と考察

最初に、試験時の容積重、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一括して Table 2 に示す。この表には各原木ごとの気乾状態の試験結果とこれらを総括した結果のほかに、多湿状態における原木 IV A-4 の試験結果が併記されている。つぎに、これら各強度値間の相互関係を Table 3 に示す。

気乾状態 (含水率約 14%) における容積重の総平均は約 $0.83\text{g}/\text{cm}^3$ であるが、原木 IV A-1 の値は他に比べてやや高い。最大強さを容積重で除した形質商は静的曲げで 15.4km 、縦圧縮で 8.6km 、縦引張で 24.4km となり、原木相互間ではあまりいちじるしい差が認められない。最大強さに対する比例限度の比は静的曲げで 0.60 、縦圧縮で 0.79 、縦引張で 0.78 となっている。最大強さをヤング係数で除した値 (σ_{max}/E) は、静的曲げで 0.72×10^{-2} 、縦圧縮で 0.33×10^{-2} 、縦引張で 0.97×10^{-2} であった。

各原木ごとの縦圧縮強さ (σ_c) と縦引張強さ (σ_t) の平均値を次式

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

に代入して、静的曲げ強さの計算値 (σ_{br}) を求めると、計算値は実測値 (σ_b) の $0.91 \sim 1.10$ で、その平均値は約 0.99 となり、かなり良好な適合がみられる。縦圧縮強さを柎目面せん断強さで除した値の総平均は 5.3 であるが、原木 IV A-1 ではかなり大きく約 6.0 の値を示した。なお、柎目面せん断強さと板目面せん断強さを比較すると後者の値が約 10% 程度大きい。また、縦圧縮強さを木口面かたさで除した値を単位を無視して示すと、その総平均は約 100 となり、やや大きな結果となっている。接線方向の 1mm 部分圧縮強さを柎目面かたさで除した値を同様に示すと、かなり分散しているが、その総平均は約 65 であった。

多湿状態の試験結果は原木 IV A-4 についてのみであるが、その含水率は約 87% で、容積重は約 $1.03\text{g}/\text{cm}^3$ であった。ヤング係数は静的曲げの場合も縦圧縮の場合も気乾状態の約 80% の値を示した。静的曲げ強さ、縦圧縮強さ、せん断強さなどでは気乾状態の約 $50 \sim 70\%$ 程度の値となっている。最大強さに対する比例限度の比は静的曲げで約 0.55 、縦圧縮で約 0.84 となり、気乾状態の場合と大差はないが、最大強さをヤング係数で除した値は静的曲げで 0.44×10^{-2} 、縦圧縮で 0.22×10^{-2} 、また、縦圧縮強さを柎目面せん断強さで除した値は 3.9 となり、いずれも気乾状態の場合より小さな結果を示している。

つぎに、横圧縮試験結果を Table 4 に示す。この表には各原木の気乾状態の試験結果と原木 IV A-4

Table 2—1. 強度試験結果

原木記号 Mark of study logs			容積重 Apparent specific gravity Ru g/cm ³	含水率 Moisture content u %	靜的曲げ Static bending		
					E _b 10 ³ kg/cm ²	σ _p kg/cm ²	σ _b kg/cm ²
気 乾 状 態							
IV A-1	平均値 範囲	Mean Range	0.93 0.86~1.01	13.0 13.0~13.5	203 184~235	907 778~1040	1503 1425~1587
IV A-2	平均値 範囲	Mean Range	0.81 0.75~0.85	14.0 13.5~14.5	183 163~203	767 719~866	1253 1197~1312
IV A-3	平均値 範囲	Mean Range	0.82 0.77~0.93	14.0 13.5~15.5	167 150~191	715 593~786	1212 1024~1267
IV A-4	平均値 範囲	Mean Range	0.79 0.73~0.88	15.0 14.0~15.5	166 146~183	668 605~728	1160 1100~1290
総括 Over all	平均値 範囲	Mean Range	0.83 0.73~1.01	14.0 13.0~15.5	180 146~235	767 593~1040	1285 1024~1587
多 湿 状 態							
IV-4	平均値 範囲	Mean Range	1.03 1.01~1.04	87 76~103	134 132~140	324 307~356	591 564~627

E_b: 曲げヤング係数
E_c: 縦圧縮ヤング係数
E_t: 縦引張ヤング係数
σ_p: 比例限度
σ_b: 曲げ強さ

YOUNG'S modulus in static bending.
YOUNG'S modulus in compression-parallel-to-grain.
YOUNG'S modulus in tension-parallel-to-grain.
Stress at proportional limit.
Modulus of rupture in static bending.

Table 2—2. 強度試験結果

原木記号 Mark of study logs			部分圧縮 Partial			
			接線方向 Tangential direction			
			σ _p kg/cm ²	σ _{1mm} kg/cm ²	σ _{2mm} kg/cm ²	σ _{5%} kg/cm ²
気 乾 状 態						
IV A-1	平均値 範囲	Mean Range	86.7 76.0~103	167 153~211	210 190~290	184 160~236
IV A-2	平均値 範囲	Mean Range	75.1 63.7~76.4	133 126~132	174 165~185	145 137~157
IV A-3	平均値 範囲	Mean Range	87.7 76.4~45.2	148 139~159	195 179~209	164 150~183
IV A-4	平均値 範囲	Mean Range	68.4 64.0~70.4	132 127~141	176 165~197	145 138~158
総括 Over all	平均値 範囲	Mean Range	78.7 63.7~103	146 126~211	189 165~290	160 137~236
多 湿 状 態						
IV A-4	平均値 範囲	Mean Range	53.2 50.8~57.1	86.7 79.4~94.2	111 105~118	93.3 86.3~101

σ_{1mm}: 1mm部分圧縮強さ
σ_{2mm}: 2mm部分圧縮強さ
σ_{5%}: 5%部分圧縮強さ
H_t: 木口面かたさ

Compressive strength when compressed to 1mm of side length.
Compressive strength when compressed to 2mm of side length.
Compressive strength when compressed to 5% of side length.
End hardness.

Results of several mechanical tests.

縦 圧 縮 Compression-parallel-to-grain			せん断 Shear-parallel-to-grain		縦 引 張 Tension-parallel-to-grain		
E_c 10 ⁸ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_c kg/cm ²	τ_R kg/cm ²	τ_T kg/cm ²	E_t 10 ⁸ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	σ_t kg/cm ²
Air dry condition							
268 222~316	681 549~792	859 760~968	144 133~163	149 104~169	214 200~234	1567 1202~1810	1942 1620~2260
235 203~270	554 502~635	714 682~738	128 125~133	138 122~153	210 143~263	1501 1085~1790	1975 1340~2530
206 172~251	517 472~602	641 606~696	136 125~143	158 141~172	183 160~202	1408 1215~1630	1884 1578~2148
211 178~239	493 400~544	614 550~668	132 126~138	149 144~155	198 165~235	1596 1392~1805	2042 1700~2225
230 172~316	561 480~792	710 550~968	134 125~163	149 104~172	197 143~263	1521 1085~1810	1962 1340~2530
Wet condition							
163 151~181	302 261~333	358 330~379	92 89~96	100 85~107	—	—	—
σ_c : 縦圧縮強さ σ_t : 縦引張強さ τ_R : せん断強さ (柁目面) τ_T : せん断強さ (板目面)			Maximum crushing strength in compression-parallel-to-grain. Maximum strength in tension-parallel-to-grain. Shearing strength (Radial surface). Shearing strength (Tangential surface).				

Results of several mechanical tests.

compression-perpendicular-to-grain				かたさ Hardness			衝撃曲げ Impact bending
半 径 方 向 Radial direction				H_t	H_r	H_t	a
σ_p kg/cm ²	σ_{1mm} kg/cm ²	σ_{2mm} kg/cm ²	$\sigma_s\%$ kg/cm ²	kg/mm ²	kg/mm ²	kg/mm ²	kg·m/cm ²
Air dry condition							
106 88.9~114	174 152~211	231 200~278	187 164~211	8.4 7.4~9.3	2.9 2.4~3.7	2.6 1.7~3.3	0.85 0.68~1.02
90.0 76.3~102	141 130~153	179 162~197	153 144~166	6.8 6.0~7.9	2.3 1.8~2.6	2.1 1.8~2.5	0.79 0.60~0.94
106 100~113	171 153~187	213 196~223	184 165~198	6.8 6.3~7.1	2.4 1.8~2.8	2.2 1.8~2.7	0.85 0.70~1.02
90.8 82.7~102	154 144~163	192 180~203	163 153~172	6.6 6.1~7.6	2.1 1.7~2.5	1.9 1.5~2.2	0.95 0.83~1.09
96.4 76.3~114	160 130~211	204 162~278	172 144~211	7.1 6.0~9.3	2.4 1.7~3.7	2.2 1.5~3.3	0.86 0.60~1.09
Wet condition							
57.2 50.8~63.5	94.5 85.4~105	116 108~128	107 90.8~112	3.9 3.4~4.8	1.3 1.1~1.5	1.2 1.1~1.4	—
H_r : 板目面かたさ H_t : 柁目面かたさ a : 吸収エネルギー			Side hardness (Tangential surface). Side hardness (Radial surface). Absorbed energy in impact bending.				

Table 3. 各強度値
Relations among

原木記号 Mark of study logs			静的曲げ Static bending			縦圧縮 Compression-parallel-to-grain		
			σ_p/σ_b	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_b/R_u km	σ_p/σ_c	σ_c/E_c 10 ⁻²	σ_c/R_u km
気乾状態								
IVA-1	平均値 範囲	Mean Range	0.60 0.55~0.66	0.75 0.70~0.86	16.2 15.2~17.1	0.79 0.67~0.85	0.37 0.26~0.40	9.4 8.8~10.0
IVA-2	平均値 範囲	Mean Range	0.61 0.55~0.67	0.69 0.64~0.80	15.7 13.9~16.9	0.76 0.72~0.83	0.31 0.27~0.34	8.9 8.6~9.2
IVA-3	平均値 範囲	Mean Range	0.59 0.57~0.66	0.73 0.63~0.84	14.9 11.1~16.2	0.81 0.76~0.87	0.31 0.28~0.36	8.0 7.3~8.4
IVA-4	平均値 範囲	Mean Range	0.57 0.53~0.60	0.70 0.64~0.76	14.9 12.7~16.8	0.78 0.71~0.91	0.29 0.27~0.32	8.1 7.5~9.1
総括 Over all	平均値 範囲	Mean Range	0.60 0.53~0.67	0.72 0.63~0.86	15.4 11.1~17.1	0.79 0.67~0.91	0.33 0.26~0.40	8.6 7.3~10.0
多湿状態								
IVA-4	平均値 範囲	Mean Range	0.55 0.53~0.60	0.44 0.42~0.47	5.7 5.5~6.1	0.84 0.76~0.93	0.22 0.20~0.25	3.4 2.9~3.8

Table 4. 横圧縮
Results of compression-

原木記号 Mark of study logs			半径方向 Radial			
			R_u g/cm ³	u %	E_R 10 ³ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²
気乾状態						
IVA-1	平均値 範囲	Mean Range	0.88 0.87~0.89	14.5 14.0~15.5	15.0 14.0~16.1	41.3 38.6~43.9
IVA-2	平均値 範囲	Mean Range	0.77 0.77~0.78	16.0 15.5~16.5	14.1 13.8~14.5	44.1 38.7~49.3
IVA-3	平均値 範囲	Mean Range	0.76 0.76~0.77	17.0 16.5~17.5	14.3 13.3~15.2	48.5 44.4~50.1
IVA-4	平均値 範囲	Mean Range	0.79 0.73~0.90	16.0 16.0~17.5	13.6 12.0~15.3	46.4 40.7~52.6
総括 Over all	平均値 範囲	Mean Range	0.80 0.73~0.90	16.0 14.0~17.5	14.3 12.0~16.1	45.1 38.6~52.6
多湿状態						
IVA-4	平均値 範囲	Mean Range	1.17 1.15~1.18	101 100~105	9.33 8.96~9.68	33.2 30.0~36.7

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

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

の多湿状態の試験結果が併記されている。いま、原木 IVA-4 について気乾と多湿の比較をすると、多湿状態のヤング係数は気乾状態の値より低く、半径方向で約 70%、接線方向で約 65%となっている。比例

の 相 互 関 係
mechanical properties.

縦 引 張 Tension-parallel-to-grain			衝 撃 曲 げ Impact bending	相 互 関 係 Relation		
σ_p/σ_t	σ_t/E_t 10 ⁻²	σ_t/R_u km	a/R_u^2	σ_c/τ_R	σ_c/H_t	σ_{1mm}/H_t
Air dry condition						
0.81 0.71~0.86	0.88 0.72~1.01	22.2 18.6~25.7	1.3 1.1~1.7	6.0 5.5~6.3	102 92~106	62 47~79
0.77 0.68~0.86	0.94 0.82~1.11	24.8 17.9~31.2	1.5 1.3~1.8	5.6 5.3~5.9	106 90~122	65 53~80
0.75 0.73~0.77	1.03 0.94~1.13	24.6 21.0~28.7	1.8 1.5~2.1	4.7 4.4~5.0	95 88~102	70 50~86
0.76 0.69~0.78	1.06 0.74~1.21	26.2 20.5~29.0	1.9 1.2~2.1	4.7 4.5~5.0	95 86~108	73 53~90
0.78 0.68~0.86	0.97 0.72~1.21	24.4 17.9~31.2	1.6 1.1~2.1	5.3 4.4~6.3	100 86~122	65 47~90
Wet condition						
—	—	—	—	3.9 3.6~4.3	93 79~102	72 66~80

試 験 結 果
perpendicular-to-grain tests.

direction		接 線 方 向 Tangential direction					
ϵ_p 10 ⁻²	試験体数 <i>n</i>	R_u g/cm ³	<i>u</i> %	E_T 10 ⁸ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10 ⁻²	試験体数 <i>n</i>
Air dry condition							
0.27 0.25~0.29	4	0.90 0.88~0.93	14.0 13.0~16.0	9.98 9.78~10.4	30.2 27.4~33.0	0.30 0.27~0.34	4
0.31 0.27~0.36	4	0.77 0.77~0.78	16.0 15.5~16.5	8.38 8.06~8.62	28.8 27.4~32.8	0.34 0.32~0.42	4
0.35 0.29~0.38	4	0.77 0.76~0.77	16.0 15.5~17.0	8.40 8.16~8.82	30.4 27.6~33.1	0.36 0.31~0.40	4
0.33 0.26~0.42	12	0.74 0.72~0.76	16.0 14.5~17.0	8.64 8.28~9.00	26.7 22.5~33.2	0.31 0.25~0.40	10
0.31 0.25~0.42	24	0.80 0.27~0.93	16.0 13.0~17.0	8.60 8.06~10.4	29.0 22.5~33.2	0.34 0.25~0.42	22
Wet condition							
0.36 0.31~0.40	8	1.14 1.12~1.18	95 —	5.57 4.99~5.96	25.0 20.0~31.1	0.44 0.35~0.55	8

ϵ_p : 比例限歪 Strain at proportional limit.

限度では気乾に対する多湿の比率が半径方向で約 70%であるのに対し、接線方向では約 90%となりあまり低減していない。比例限歪は多湿状態の値が半径方向で約 10%、接線方向で約 40%程度それぞれ大き

Table 5—1. 半径方向横引張試験結果 (気乾状態)
Results of tension along radial direction tests
(Air dry condition).

原木記号 Mark of study logs		E_R 10 ⁸ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10 ⁻²	σ_R kg/cm ²	ϵ_{max} 10 ⁻²
IV A-1	平均値	16.9	56.3	0.33	96.1	0.65
	範囲	15.6~18.3	52.8~63.7	0.31~0.39	84.2~106	0.58~0.72
IV A-2	平均値	13.7	55.3	0.41	101	0.89
	範囲	13.3~13.9	53.7~59.3	0.39~0.44	95.5~107	0.84~0.96
IV A-3	平均値	14.2	59.7	0.42	124	1.25
	範囲	13.4~15.8	54.3~65.0	0.38~0.47	109~137	1.06~1.38
IV A-4	平均値	13.5	45.8	0.35	113	1.23
	範囲	10.6~15.6	30.1~53.6	0.24~0.46	101~121	11.1~1.51
総括 Over all	平均値	14.6	54.3	0.38	109	1.01
	範囲	10.6~18.3	30.1~63.7	0.24~0.47	84.2~137	0.58~1.51

E_R : 半径方向のヤング係数 Young's modulus in radial direction.
 σ_p : 比例限度 Stress at proportional limit.
 ϵ_p : 比例限度 Strain at proportional limit.
 σ_R : 半径方向の引張強さ Maximum tensile strength in radial direction.
 ϵ_{max} : 破壊歪 Strain at maximum tensile strength.

Table 5—2. 接線方向横引張試験結果 (気乾状態)
Results of tension along tangential direction tests
(Air dry condition).

原木記号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section		E_T 10 ⁸ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10 ⁻²	σ_T kg/cm ²	ϵ_{max} 10 ⁻²
IV A-1	C	平均値	9.12	32.4	0.36	68.1	1.08
		範囲	8.84~9.56	32.0~33.2	0.35~0.36	63.6~76.1	0.92~1.33
IV A-2	B	平均値	7.03	25.7	0.37	57.4	1.39
		範囲	6.24~8.00	23.9~26.8	0.31~0.43	52.2~63.3	1.15~1.72
IV A-3	C	平均値	7.87	27.8	0.36	67.5	1.35
		範囲	7.26~8.42	26.1~29.9	0.32~0.38	66.0~69.2	1.28~1.40
IV A-4	B	平均値	8.26	30.8	0.37	77.6	1.34
		範囲	7.68~8.72	27.6~32.3	0.32~0.42	72.7~82.6	1.29~1.49
IV A-4	C	平均値	9.02	32.5	0.36	83.3	1.60
		範囲	8.44~9.35	27.1~35.3	0.30~0.38	80.3~86.8	1.50~1.74
IV A-4	B	平均値	7.36	31.8	0.44	69.7	1.61
		範囲	6.36~8.87	30.0~32.6	0.37~0.50	67.2~72.0	1.42~1.84
総括 Over all		平均値	8.11	30.0	0.38	70.6	1.39
		範囲	6.24~9.56	23.9~35.3	0.30~0.50	52.2~86.8	0.92~1.84

E_T : 接線方向のヤング係数 Young's modulus in tangential direction.
 σ_T : 接線方向の引張強さ Maximum tensile strength in tangential direction.

くなっている。

気乾状態の横引張試験結果を Table 5 に示す。この試験は木取りの項で述べたように、割れの発生により気乾状態の一部と多湿状態の半径方向の試験体を作製することが困難であったので、採材部位に対応の

Table 6. 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.

原木記号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section		接線方向 Tangential direction					相互関係 Relations	
			E_T 10 ⁸ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10 ⁻²	σ_T kg/cm ²	ϵ_{max} 10 ⁻²	σ_T/E_T	σ_p/σ_T
IVA-1	A	平均値 Mean 範囲 Range	5.97 5.62 ~6.30	27.2 24.6 ~30.2	0.46 0.40 ~0.49	42.8 40.8 ~44.9	0.97 0.75 ~1.22	0.73 0.51 ~0.77	0.64 0.60 ~0.73
	B	平均値 Mean 範囲 Range	6.56 5.86 ~7.24	35.9 29.3 ~40.0	0.55 0.41 ~0.65	56.3 44.9 ~60.0	1.13 0.79 ~1.30	0.90 0.63 ~1.02	0.64 0.60 ~0.68
	C	平均値 Mean 範囲 Range	5.95 4.88 ~6.55	33.2 27.3 ~37.5	0.57 0.42 ~0.75	51.5 42.2 ~54.0	1.12 0.77 ~1.26	0.88 0.64 ~1.02	0.67 0.61 ~0.73
	D	平均値 Mean 範囲 Range	6.11 5.40 ~6.91	31.8 25.9 ~36.8	0.52 0.43 ~0.63	53.5 46.8 ~57.2	1.22 1.17 ~1.24	0.86 0.52 ~0.92	0.59 0.52 ~0.68
IVA-2	A	平均値 Mean 範囲 Range	5.08 4.74 ~5.45	24.9 22.3 ~27.5	0.49 0.41 ~0.58	42.1 41.2 ~43.5	1.14 1.09 ~1.19	0.83 0.75 ~0.89	0.58 0.52 ~0.66
	B	平均値 Mean 範囲 Range	5.72 5.62 ~5.92	32.8 32.0 ~34.9	0.57 0.55 ~0.62	53.3 52.2 ~54.3	1.45 1.32 ~1.64	0.93 0.89 ~0.96	0.62 0.60 ~0.65
	C	平均値 Mean 範囲 Range	4.76 4.66 ~4.89	24.9 24.8 ~25.1	0.52 0.51 ~0.53	48.1 46.2 ~49.6	1.95 1.68 ~2.11	1.01 0.97 ~1.05	0.52 0.50 ~0.54
	D	平均値 Mean 範囲 Range	4.28 3.82 ~4.56	22.1 20.1 ~24.8	0.52 0.45 ~0.59	43.6 42.7 ~44.7	1.86 1.69 ~20.1	1.02 0.94 ~1.12	0.51 0.47 ~0.57
IVA-3	A	平均値 Mean 範囲 Range	5.97 5.82 ~6.16	33.7 32.7 ~34.8	0.56 0.55 ~0.59	52.9 50.2 ~57.4	1.38 1.07 ~1.44	0.88 0.83 ~0.93	0.63 0.60 ~0.65
	B	平均値 Mean 範囲 Range	5.02 4.58 ~5.27	30.8 27.9 ~33.3	0.62 0.53 ~0.66	53.7 51.6 ~55.9	1.90 1.59 ~2.22	1.06 0.98 ~1.12	0.58 0.54 ~0.62
	C	平均値 Mean 範囲 Range	5.09 4.93 ~5.27	27.6 25.0 ~30.0	0.54 0.50 ~0.59	50.1 48.0 ~52.0	1.86 1.70 ~2.02	0.99 0.97 ~1.03	0.55 0.51 ~0.59
IVA-4	A	平均値 Mean 範囲 Range	5.36 5.24 ~5.54	31.7 24.9 ~34.9	0.60 0.45 ~0.67	51.1 48.1 ~53.7	1.37 1.16 ~1.54	0.94 0.88 ~0.99	0.61 0.51 ~0.67

Table 6. (つづき)

原木記号 Mark of study logs	採材部位 Position in cross section		接線方向 Tangential direction					相互関係 Relations	
			E_T 10 ⁸ kg/cm ²	σ_p kg/cm ²	ϵ_p 10 ⁻²	σ_T kg/cm ²	ϵ_{max} 10 ⁻²	σ_T/E_T	σ_p/σ_T
IV A-4	B	平均値 Mean	5.12	31.1	0.60	52.8	1.80	1.03	0.59
		範囲 Range	4.93 ~5.39	29.6 ~34.5	0.55 ~0.60	50.6 ~53.8	1.62 ~2.02	0.99 ~1.09	0.55 ~0.64
	C	平均値 Mean	4.97	27.3	0.54	49.6	1.96	1.00	0.56
		範囲 Range	4.79 ~5.13	21.8 ~29.4	0.44 ~0.59	47.5 ~51.6	1.59 ~2.72	0.93 ~1.04	0.46 ~0.62
	D	平均値 Mean	4.08	22.0	0.54	44.9	2.45	1.07	0.49
		範囲 Range	4.00 ~4.20	20.2 ~23.0	0.48 ~0.57	43.6 ~45.6	2.22 ~2.67	0.75 ~1.13	0.45 ~0.52

A: Sapwood, B, C, D: Heartwood.

ある接線方向のみについて気乾状態と多湿状態 (Table 6) の比較を行なった。気乾に対する多湿の比率はヤング係数で約 65%, 最大強さで約 74%, 最大歪で約 120% 程度の値が得られた。

ここで、単板切削加工条件の検討に関連する、多湿円板からの接線方向横引張試験結果を Table 6 に

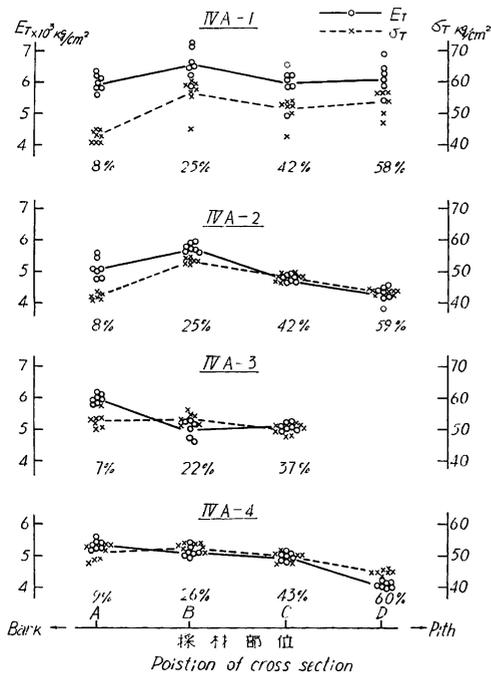


Fig. 1 多湿円板における採材部位と σ_T および E_T の関係

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

示す。また、ヤング係数および横引張強さの採材

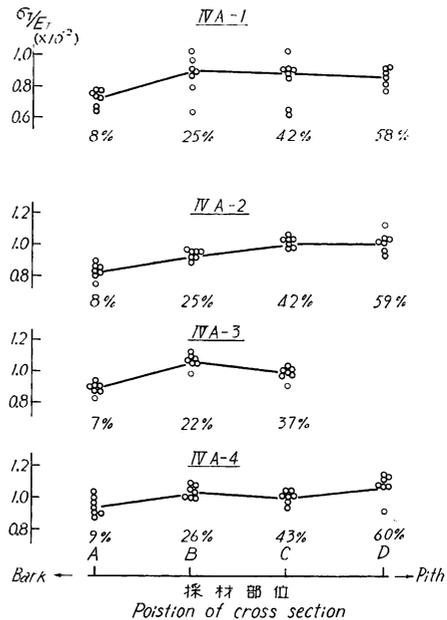


Fig. 2 多湿円板における採材部位と σ_T/E_T の関係

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

部位による変化を Fig. 1 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。これらの強度値の半径方向の変化は原木によって異なり、特有的な傾向は認められなかった。しかし、Fig. 2 に示す σ_T/E_T の値はわずかであるが、どの原木でも辺材部でやや低減している。

最後に、各試験原木について繊維方向(L)、半径方向(R)、接線方向(T)の3軸に関する気乾状態のヤング係数および強度値を比較すると Table 7, 8 のようになる。ヤング係数の実測値は原木相互間、あるいは圧縮試験と引張試験とで多小の差異はあるが、繊維方向を100にした場合の他の2方向の比率を求めると、概略的には L : R : T = 100 : 6.7 : 4.0 となる。さきに当研究室で行なった、南ボルネオ産クルイン材⁴⁾のヤング係数は繊維方向が約 $190 \times 10^9 \text{kg/cm}^2$ 、半径方向が約 $14.7 \times 10^9 \text{kg/cm}^2$ 、接線方向が約 $5.1 \times 10^9 \text{kg/cm}^2$ であり、半径方向はほぼ近似しているが、繊維方向および接線方向では今回の値が高い。とくに接線方向では約60%大きな結果となっている。圧縮比例限度については L : R : T = 100 : 8.2 : 5.2 となり、前の結果⁴⁾にくらべ、繊維方向、半径方向で約10%、接線方向で約25%高い。また、引張強さでは L : R : T = 100 : 5.5 : 3.6 となり、半径方向の値は前の結果に近似しているが、繊維方向では約30%、接線方向では約10%いずれも今回の値が高い。

む す び (摘 要)

インドネシア共和国カリマンタン産のクルイン材の試験原木4本を対象に、無欠点小試験体による強度

Table 7. 直交3軸に関するヤング係数の比較

Comparisons of YOUNG'S modulus along three mutually perpendicular axes.

原木記号 Mark of study 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	E_t/E_c		
	L	R	T		R/T	L	R		T	R/T	L
IVA-1	100	5.6	3.7	1.5	100	7.9	4.3	1.9	0.80	1.13	0.91
IVA-2	100	6.0	3.6	1.7	100	6.5	3.5	1.8	0.89	0.97	0.89
IVA-3	100	6.9	4.1	1.7	100	7.8	4.7	1.6	0.89	0.99	1.03
IVA-4	100	6.4	4.1	1.6	100	6.8	3.7	1.8	0.94	0.99	0.86

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

Table 8. 直交3軸に関する強度値の比較

Comparisons of mechanical properties along three mutually perpendicular axes.

原木記号 Mark of study logs	圧縮試験 Compression tests				引張試験 Tension tests			
	比例限度 Stress at proportional limit			比 Ratio	最大強度 Maximum strength			比 Ratio
	L	R	T		R/T	L	R	
IVA-1	100	6.1	4.4	1.4	100	4.9	3.5	1.4
IVA-2	100	8.0	5.2	1.5	100	5.1	3.2	1.6
IVA-3	100	9.4	5.9	1.6	100	6.6	4.3	1.5
IVA-4	100	9.4	5.4	1.7	100	5.5	3.4	1.6

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

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、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のようになる。

(1) 試験原木の気乾状態（含水率約14%）における容積重の範囲は $0.72\sim 1.01\text{ g/cm}^3$ で、その平均値は 0.83 g/cm^3 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は静的曲げの場合に 15.4 km 、縦圧縮の場合に 8.3 km 、縦引張の場合に 24.4 km で、原木相互間の差はあまり認められなかった。

(3) 最大強さをヤング係数で除した値は気乾の場合に、静的曲げで 0.72×10^{-2} 、縦圧縮で 0.33×10^{-2} 、縦引張で 0.97×10^{-2} であった。多湿の場合（IV A-4）は静的曲げで 0.44×10^{-2} 、縦圧縮で 0.22×10^{-2} となり、気乾状態にくらべてやや小さな結果を示した。

(4) 縦圧縮強さを柾目面せん断強さで除した値は、気乾状態で約 5.3 、多湿状態（IV A-4）で約 3.9 となった。板目面せん断強さは柾目面せん断強さよりやや大きな値を示した。

(5) かたさは木口面、板目面、柾目面の順に低減するが、板目面と柾目面の差は僅少である。縦圧縮強さを木口面かたさで除した値を、単位を無視すると約 100 となった。

(6) 単板の切削条件に関連する多湿円板について、採材部位の差異による接線方向の横引張強さ (σ_T)、ヤング係数 (E_T)、 σ_T/E_T の変化を求めたが、辺材部位の σ_T/E_T の値が低減するほか、特性的な傾向は認められなかった。

(7) 直交3軸に関する強度値の比率、すなわち、 $L : R : T$ の値はヤング係数で $100 : 6.7 : 4.0$ 、圧縮比例限度で $100 : 8.2 : 5.2$ 、引張強さで $100 : 5.5 : 3.6$ となり、異方性がかなり強いことが認められた。

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) 農林省林業試験場木材部：南洋材の性質3，林試研報，194，pp.7～39，(1966)
- 3) 農林省林業試験場木材部：南洋材の性質4，林試研報，197，pp.74～88，(1967)
- 4) 農林省林業試験場強度研究室：ユーア（クルイン）材の材質試験，林試研報，97，pp.151～162，(1957)

IV. Mechanical Properties of Keruing Woods grown in Kalimantan

Ryôzaburô YAMAI and Kôichi KONDÔ

(Résumé)

This paper presents the results on the mechanical and elastic properties of Keruing woods (*Dipterocarpus* spp.) 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 descriptions 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, partial compression-perpendicular-to-grain test, hardness test and impact bending test are given in Table 2. The range of the apparent specific gravity of test specimens at air dry condition (moisture content=about 14%) is 0.73 to 1.01 and the mean value is 0.83.

(2) The relations among each mechanical property are given in Table 3. The mean values of the specific strength (σ_{max}/R_u , Gütezahl) are about 15.4 km for modulus of rupture in static bending, 8.3km for maximum crushing strength in compression-parallel-to-grain and 24.4km for maximum strength in tension-parallel-to-grain, respectively.

(3) The value of maximum crushing strength in compression-parallel-to-grain to shearing strength along radial surface (σ_c/τ_R) is about 5.3, and the value of maximum crushing strength to end hardness (σ_c/H_i) is about 100 as shown in Table 3.

(4) The values of maximum strength to YOUNG's modulus (σ_{max}/E) are about 0.72×10^{-2} for static bending, 0.33×10^{-2} for compression parallel-to-grain and 0.97×10^{-2} for tension parallel-to-grain as shown in Table 3.

(5) The results of compression perpendicular-to-grain test are given in Table 4. The values of YOUNG's modulus in both radial and tangential directions of specimens at wet condition (IVA-4 log) are smaller than those at air dry condition.

(6) The results of tension perpendicular-to-grain test of specimens at air dry condition are given in Table 5. 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 Fig. 1, 2 and Table 6, respectively. No definite relations due to the difference of position along the radius could be detected, but the values of σ_T/E_T decreased somewhat in sapwood.

(7) The comparisons of strength properties along three mutually perpendicular axes of symmetry are given in Table 7 and 8. The ratios L:R:T in YOUNG's modulus are about 100:6.7:4.0, the ratios in the stress at proportional limit in compression are about 100:8.2:5.2, and the ratios in the maximum tensile strength are about 100:5.5:3.6.

V. カリマントン産クルイン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、カリマントン産クルイン材について、乾燥性試験（乾燥速度の測定）を行ない、さらに人工乾燥スケジュール試験を1吋材について3回行なったもので、乾燥に際して発生しやすい損傷の種類、程度、収縮率などを明らかにして、概略の乾燥スケジュールおよび乾燥時間を決定したものである。

今回の試験にあたっては、さきの北ボルネオ産カプール材の試験で樹心からのへだたりによる収縮率、乾燥初期の割れ発生程度、乾燥速度などの相違が明らかにされたので、今回もこの点を検討する目的で入手された4本の丸太のうち、IVA-2丸太についてこれらの試験を行なった。

なお、その他の丸太 IVA-1, IVA-3 については、補足的に板目木取り材を選び、丸太相互の差異を検討した。

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、ならびに応用研究室員高橋武夫、多田芳太郎両技官に深く感謝する。

2. 試 験 方 法

2-1. 試験の進め方

乾燥性試験は日本産主要樹種の乾燥性試験¹⁾に準じ、試験材の含水率が10%のときの乾燥速度(%/hr)、および含水率 12~6% までの乾燥速度の低下割合を求め、丸太および木取り別に乾燥速度の相違を明らかにした。また人工乾燥スケジュール試験については、前報のカンボジア産材のスケジュール試験²⁾に準じて行なったものである。

人工乾燥スケジュール試験を最も効率よく行なうために、あらかじめ被乾燥材の大略のスケジュールを知っておく必要がある。そのため比較的簡易な方法として、100°Cの急速乾燥試験³⁾により、その樹種の概略のスケジュールを推定した。

この 100°C の急速乾燥試験から丸太別に推定されたスケジュールにより、2回の人工乾燥スケジュール試験をまず行ない、その際に次の項目について測定、観察を行なった。

- 1) 初期蒸煮による乾燥時間の短縮について
- 2) 初期割れと初期の温湿度条件について
- 3) 木取り位置による収縮率および乾燥速度の違いについて
- 4) 木取り別、丸太別の乾燥経過、乾燥時間について

2回の試験につきその結果を、上記の項目について検討し、3回目の試験条件を決定し、先の2回の試験で有効と認められた蒸煮について、特に重点をおいて試験を行ない、その結果と1、2回の試験結果が

(1) 木材部加工科長・農学博士 (2) 木材部加工科乾燥研究室

ら、クルイン材の最適と考えられる乾燥スケジュールを決定した。

2-2. 試験材の木取りと供試材

選木した IVA-2 の丸太は長さ 70cm に玉切り, Fig. 1 に示すようにダラ挽きした。この丸太はほぼ正円に近く節, 繊維のよれなどが少ない素性のよいものである。

IVA-1, IVA-3 丸太は, 冒頭の緒言の Fig. 2, 4 の木取り図に示された挽板番号 IVA-1-09, IVA-3-03 の板目板を選出した。

このように, 製材あるいは選出

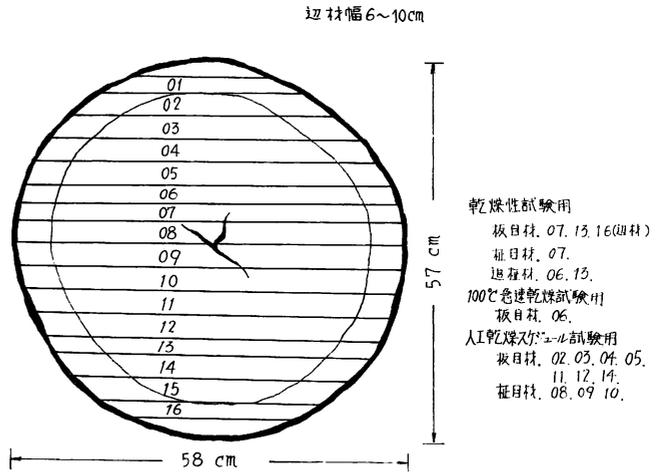


Fig. 1 クルイン材 (IVA-2) の木取り図
Sawing method of Keruing (IVA-2).

Table 1. 試験材の寸法と枚数
Size, number and sawn board mark of each test piece.

試験項目	試験材の大きさ(cm)	使用原板番号	試験材枚数	木取り
	厚さ×幅×長さ			
100°Cの急速乾燥試験	2×10×20	IVA-1-09	1	心材板目
		IVA-2-06	1	心材板目
		IVA-3-03	1	心材板目
乾燥性試験	2×10×30	IVA-1-09	3	心材板目
		IVA-2-06	4	心材追証
		IVA-2-07	2 4	心材板目 心材証目
		IVA-2-13	2 4	心材板目 心材追証
		IVA-2-16	2	辺材板目
人工乾燥スケジュール試験	2.7×20×60	IVA-1-09	2	心材板目
		IVA-2-02 IVA-2-03 IVA-2-04 IVA-2-05 IVA-2-11 IVA-2-12 IVA-2-14	各 1	心材板目
	IVA-2-08 IVA-2-09	各 2	心材証目	
	2.7×20×60 2.7×20×40	IVA-2-10	1 1	心材証目
2.7×20×60	IVA-3-03	2	心材板目	

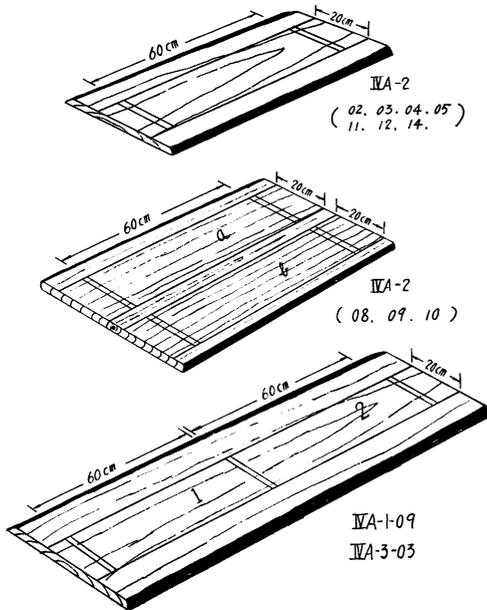
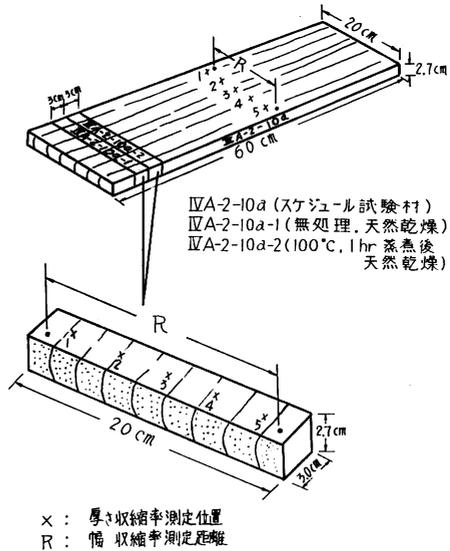


Fig. 2 クルイン材の木取り図

(IV A-1, IV A-2, IV A-3)

Cutting method of Keruing from sawed board (IV A-1, IV A-2, IV A-3).



x : 厚さ収縮率測定位置
R : 幅収縮率測定位置

Fig. 3 収縮率試験片の採取位置と測定位置

Cutting position of sample from test board and measuring position of shrinkage.

した耳付きの原板から乾燥性試験材, 100°Cの急速乾燥試験材, 人工乾燥スケジュール試験材を Table 1 に示す枚数ずつ木取った。なお, スケジュール試験材の木取りに際しては, その両端の木口部から Fig. 2 に示すように繊維方向に長さ約 3 cm の小試験片をとり, 初期含水率および天然乾燥を経た場合の全乾収縮率の測定用とした。また試験材 IV A-2-10 a については, さらに Fig. 3 に示すように片木口から 2 枚の小試験片をとり, 初期蒸煮の有無と収縮率と含水率の関係を詳しく求めるための試料とした。各試験に使用した試験材の木取り番号などは, それぞれ試験結果の項で説明する。

2-3. 測定方法

試験装置ならびに測定に関する器具, 厚さ, 幅の測定方法などについては, 前報²⁾⁴⁾ に詳細に記述しているので省略する。なお板目材の厚さ測定は従来とも 1 点としていたが, 柾目材の厚さ測定は乾燥性試験, スケジュール試験とも 5 点測定し, その平均値あるいは各測定点の値で示したりした。

3. 試験結果および考察

3-1. 乾燥性試験

IV A-1, IV A-2 の丸太から採材した試験材の乾燥性試験の結果を Table 2 に示す。このうち丸太の樹心と周辺との中間部にある, ほぼ同一位置から採材した IV A-1-09 と IV A-2-13 の板目試験材とを比較すれば, IV A-1-09 の方が全乾容積重が高いにもかかわらず, 含水率10%時の乾燥速度の値ならびに乾燥速度減少係数の値がほぼ同じになっている。

このことから IV A-1, IV A-2 の丸太間には, 水のぬけやすさにはあまり差が無いものと考えられる。一方, IV A-2 の丸太から取られた各試験材から, 次のような傾向が認められた。すなわち,

Table 2. 各丸太の乾燥速度, 収縮率, 容積重
Drying rate, shrinkage and apparent specific gravity at oven-dried of each log.

番号		木取り	D.B.T. 60°C, W.B.T. 35°C の条件		柁目材に対する板目材の乾燥速度減少係数の比率 (板/柁)	全 乾 時		容 積 重 (gr/cm³)
原 木	試 験 材		10%時の乾燥速度 (%/hr)	乾燥速度減少係数 (1/hr×10 ⁻²)		収 縮 率 (%)	幅	
IV A-1	09	心材板目	0.10	3.38	—	—	8.29	0.891
IV A-2	07	心材板目	0.07	1.20	1.23	14.03	10.56	0.867
	13	"	0.11	3.35		13.41	7.61	0.783
	平均	"	0.09	2.28		13.72	9.09	0.825
	16	辺材板目	0.30	5.00	—	13.14	6.92	0.746
	07 a	心材柁目	0.08	1.80	—	6.62	12.10	0.746
	07 b	"	0.08	1.90		6.84	11.57	0.738
平均	"	0.08	1.85	6.73		11.84	0.742	
06 a	心材追柁	0.09	2.10	—	7.59	10.75	0.741	
06 b	"	0.08	1.65		6.83	11.18	0.728	
13 a	"	0.12	2.20		9.44	9.57	0.756	
13 b	"	0.11	2.60		10.70	8.76	0.755	
平均	"	0.10	2.14		8.64	10.07	0.745	

試験材寸法：厚さ 2 × 幅 10 × 長さ 30cm
柁目材の厚さ収縮率は 5 点の平均値。

1) 樹心部板目材 (IV A-2-07) と樹心と周辺との中間部の板目材 (IV A-2-13) とで、乾燥速度が異なり、外周部試験材の方が速くなっている。

2) また位置的な関係をはなれ、木取り別の乾燥速度を比較すると、板目 ≤ 追柁 > 柁目の関係にあって、これは前報の北ボルネオ産カプール材⁴⁾の試験結果と類似した現象である。

従来、広葉樹の木取り別乾燥速度は板目 > 追柁 > 柁目の順と考えられているが、同一木取り材面の場合に外周部に向かい乾燥速度が急に増加するような材にあっては、木取られた材面の違いによる乾燥速度の差が不明確となり、かえって木取られた位置の差が明らかになるものと考えられる。したがって、同一原板から採材した板目と追柁試験材とでは、乾燥速度に板目 ≤ 追柁の関係が生じて不思議がないといえよう。これはまた *Dipterocarpus* の一般的特徴とも考えられる。

3-2. 100°C の急速乾燥試験

IV A-1, IV A-2, IV A-3 の各丸太から 1 枚ずつの試験材を木取り、100°C の乾燥器で急速に乾燥した

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

試験材番号	樹心からの位置 (cm)	欠点の種類と程度			初期含水率 (%)	含水率 1% までの乾燥時間 (hr)	推定された条件 (°C)			収縮率 (%)	
		初期割れ	断面の糸巻状の変形	内部割れ			初期温度	初期乾湿球温度差	終末温度	幅	厚さ
IV A-1-09	19	7	4	2	56.1	71	47	2.0	80	11.1	12.8
IV A-2-06	7	3	6~7	3	56.8	52	48~49	2.8~3.3	73~75	11.0	23.3
IV A-3-03	10	5~4	7	3	55.0	34	48	2.8	73	9.4	20.0

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

試験材寸法：厚さ 2 × 幅 10 × 長さ 20cm。推定条件は 1 吋厚材用。

際の欠点の程度、および推定された乾燥条件などを Table 3 に示す。

これらの結果から、概略的ながら 3 丸太につき、次のことがらが推定された。

1) IVA-1 丸太は初期割れが生じやすく、ついで IVA-3, IVA-2 となり、最も生じにくい IVA-2 丸太は、先のカンボジア産材のチュテール バンコイ材と同程度とみなされる、2) IVA-3, IVA-2 の丸太は IVA-1 の丸太よりも乾燥後の板の断面の変形が大き、3) また内部割れも IVA-2, IVA-3 丸太の方が IVA-1 丸太よりも生じやすい、4) この試験による乾燥時間は IVA-2, IVA-3 丸太に比べて IVA-1 丸太の方が約 60~80%おそい。

以上のことから、今回のクルイン材の 1 吋厚材の乾燥スケジュールは、IVA-1 丸太の組と IVA-2, IVA-3 丸太の組との 2 グループに大別され、それぞれに適合したスケジュールは、大略次のものがよいと判断された。

1) IVA-1 丸太に対しては、初期割れを考慮し乾燥初期の条件をゆるくした乾球温度 47.0°C、乾湿球温度差 2.0°C、終末温度 80.0°C の条件、2) IVA-2, IVA-3 の各丸太に対しては、落込みをおもんばかった乾燥末期の温度の低い、初期温度 48.0°C、乾湿球温度差 2.8°C、終末温度 73.0°C の条件、またすべての丸太に適する条件としては、両者のゆるいところだけをとった乾球温度 47.0°C、乾湿球温度差 2.0°C、終末温度 73.0°C となる。

3-3. 人工乾燥スケジュール試験

乾燥スケジュール試験は 3 回行なったが、それぞれの試験の目的は大略次のようである。

第 1 回試験は IVA-1, IVA-2, IVA-3 の丸太材を同一スケジュールで乾燥して、その際に割れ、収縮率、乾燥時間などにつき丸太間の相違を明らかにするために行なったものである。

第 2 回試験では IVA-1 の丸太を除き、材質的に類似していると思われる IVA-2, IVA-3 丸太の各試験材を、それらに共通したスケジュールで乾燥し損傷の程度を比較し、特に IVA-2 の丸太につき蒸煮の効果と板目材の木取られた位置による収縮率、乾燥時間の相違を検討した。

第 3 回試験は前 2 回の試験で有効性が認められた蒸煮につき再検討する目的で、IVA-2 丸太を主体にして供試材全部を初期蒸煮し、その際の板目、柁目材の乾燥時間、狂い、収縮率、割れなどにつき測定、

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

項 目	乾 燥 条 件			原木番号	木取りと試験材番号	
	初期温度 (C°)	初期湿球 温度(C°)	終末温度 (C°)		板 目	柁 目
第 1 回 試 験	47.0	45.0	75.0	IVA-1	09-1 09-2(蒸)	—
				IVA-2	—	08 a 09 a (蒸)
				IVA-3	03-1	—
第 2 回 試 験	47.0	44.0	75.0	IVA-2	03, 05 11(蒸)	08 b 09 b (蒸)
				IVA-3	03-2	—
第 3 回 試 験	45.0	43.0	75.0	IVA-2	02, 04 12, 14(蒸)	10 a (蒸) 10 b

注：(蒸)は初期蒸煮した試験材を示し、第 3 回試験の試験材はすべて初期蒸煮材である。

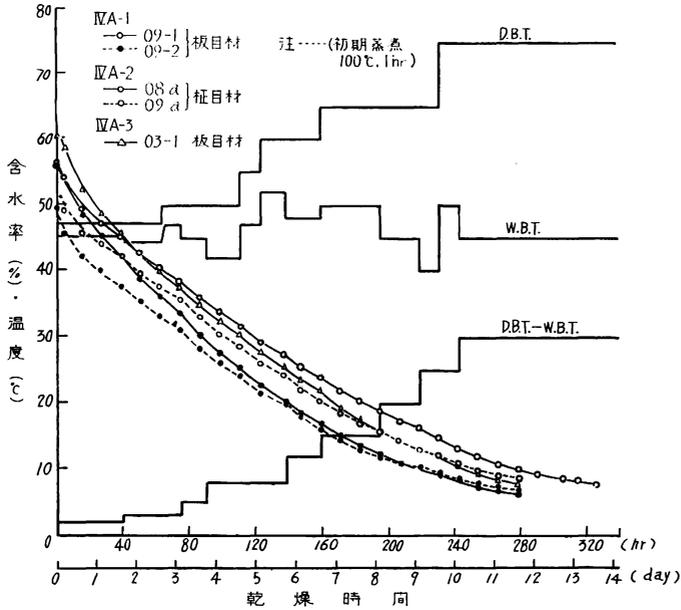


Fig. 4 クルイン材の乾燥経過
第1回試験 (IV A-1, IV A-2, IV A-3)
Drying process of Keruing
(1st test, IV A-1, IV A-2, IV A-3)

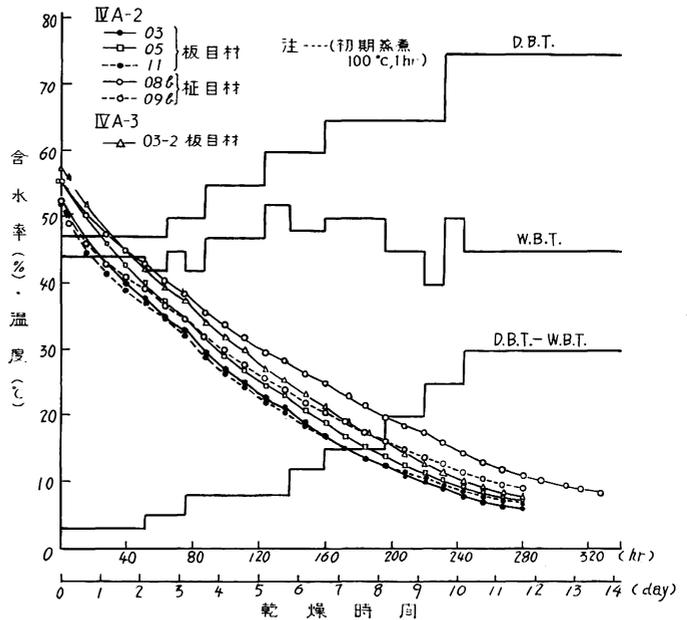


Fig. 5 クルイン材の乾燥経過
第2回試験 (IV A-2, IV A-3)
Drying process of Keruing
(2nd test, IV A-2, IV A-3)

観察した。

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

試験材はすべて節, 人皮など欠点を含まないもので, 初期蒸煮の条件はいずれも 100°C で 1 時間行なった。

3 回の試験の乾燥経過を Fig. 4, 5, 6 に, 乾燥終了時および全乾時の収縮率を Table 5 に示す。また, 試験材両端部から切断した小試験片を, あらかじめ天然乾燥してから全乾とした際の収縮率の平均値

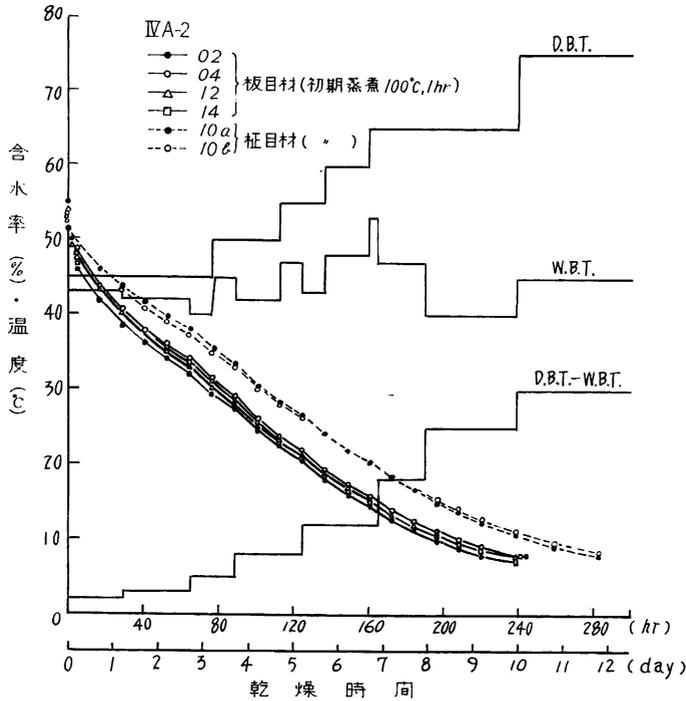


Fig. 6 クルイン材の乾燥経過 第3回試験 (IVA-2)
Drying process of Keruing (3rd test, IVA-2)

Table 5. クルインの試験材含水率と収縮率 (IVA-1, IVA-2, IVA-3)
Moisture content and shrinkage of board from Keruing (IVA-1, IVA-2, IVA-3).

	番 号		木取り	含水率 (%)		収 縮 率 (%)				備 考
	原 木	試験材		初 期	終 了	終 了		全 乾		
						幅	厚 さ	幅	厚 さ	
第 1 回試験	IVA-1	09-1	板 目	55.9	6.5	9.7	6.7	11.9	8.9	初期蒸煮
		09-2		(55.7)	7.1	10.8	7.1	13.2	9.3	
	IVA-2	08 a	柁 目	56.2	8.1	4.9	12.9	6.7	15.9	初期蒸煮
		09 a		(56.3)	8.7	5.2	13.9	7.4	17.2	
	IVA-3	03-1	板 目	60.0	8.0	11.0	7.6	13.5	9.9	
第 2 回試験	IVA-2	03	板 目	52.4	6.1	9.7	5.4	11.5	6.9	初期蒸煮
		05		55.5	7.3	10.0	6.5	12.4	8.5	
		11	(57.0)	7.0	13.2	8.6	15.7	10.9	初期蒸煮	
		08 b	55.6	8.6	4.9	14.0	7.3	17.3		
	09 b	(56.3)	9.1	5.5	14.6	8.0	18.1	初期蒸煮		
	IVA-3	03-2	板 目	57.5	7.9	10.8	8.2	13.0	10.4	
第 3 回試験	IVA-2	02	板 目	(51.5)	7.0	10.22	5.11	12.37	6.41	初期蒸煮
		04		(53.4)	7.8	10.14	6.26	12.59	8.29	"
		12	(54.0)	7.9	12.78	7.25	15.28	9.47	"	
		14	(53.3)	7.3	12.00	5.74	14.25	7.61	"	
		10 a	(55.0)	8.0	6.22	12.83	8.19	15.78	"	
		10 b	(53.9)	8.5	7.69	13.50	9.75	16.62	"	

() は蒸煮前の含水率。

Table 6. クルイン材の天然乾燥後に全乾とした時の収縮率
Shrinkage of Keruing from green to oven-dried in the case of air seasoned sample.

番 号		木 取 り	全乾収縮率 (%)	
原 木	試 験 材		幅	厚 さ
IVA-1	09-1	板 目	11.8	8.2
	09-2	〃	11.6	7.9
IVA-2	02	板 目	10.3	5.5
	03	〃	10.6	6.3
	04*	〃	11.1	8.0
	05	〃	12.2	8.0
	11	〃	13.4	8.6
	12*	〃	13.0	7.8
	14	〃	12.3	6.9
	08 a	柾 目	6.1	12.4
	08 b	〃	7.4	13.9
	09 a	〃	6.3	12.9
	09 b	〃	7.1	14.3
10 a	〃	7.1	12.1	
10 b	〃	8.4	13.2	
IVA-3	03-1	板 目	12.8	8.4
	03-2	〃	12.5	8.4

* 印は IVA-1-09, IVA-3-03 の樹幹内位置と大略類似した位置の IVA-2 丸太の試験材を示す。

度が、無処理材よりも減少していることに起因している。このことから蒸煮した供試材が本質的に乾燥がおそかったか、あるいは初期蒸煮の効果がうすらぐと、乾燥がかえっておそくなるのかの2とおりに考えられるが、今回の試験でいずれかを断定することはむずかしいけれども、乾燥経過曲線からみて、また今までの経験から前者に該当した板であろうと考えられる。

一方、Fig. 6 に示す IVA-2 丸太の板目、柾目材の乾燥時間は、初期条件が前2回の試験よりゆるいにもかかわらず、第2回試験よりも乾燥時間が短くなっている。これは先の条件よりも含水率20%以下の温度差を早めに開いたことと、初期の温湿度条件がゆるいことに起因していると考えられる。このことから初期に強い条件を与えるよりも、それより一段ゆるい条件で乾燥した方が、次後の乾燥が速くなるのではないかと考えられる。

丸太別の乾燥時間は、各回の試験条件が異なるため明らかでないが、第1回試験の IVA-1, IVA-3 丸太材の乾燥時間、第2回試験における IVA-2, IVA-3 丸太材の乾燥時間から推測すれば、大きな差はないが $IVA-3 \geq IVA-2 \geq IVA-1$ の関係にあるものと考えられる。この IVA-1 と IVA-2 丸太の関係は、乾燥性試験の結果(乾燥速度および乾燥速度減少係数の値)とほぼ一致するが、100°Cの急速乾燥試験の結果とは、まったく相反した傾向にある。この原因については、急速乾燥試験の場合、100°Cの高温で急速に乾燥することから、樹脂の多い IVA-1 丸太については、樹脂が吹き出して材面をおおい、低含水率時の水分がぬけにくくなり、乾燥時間が長くなったのではないかと考えられる。

木取り別の乾燥時間を Fig. 5, 6 に示す乾燥経過からみると、含水率50%から10%まで乾燥する際、第2回試験の IVA-2 丸太の無処理材では、板目材が柾目材に比べ21~23%、第3回試験の IVA-2 丸太

を Table 6 に示す。

これらの結果から乾燥時間、狂い、割れ、収縮率、初期蒸煮などについて整理し考察を加えると次のようになる。

i) 乾燥時間について

Fig. 4, 5 に示す乾燥経過図から、初期蒸煮の効果について木取り別に、含水率50%から10%まで乾燥するに要する時間を比較すると、その差が柾目材にわずかに認められる。すなわち、第1回試験における無処理材(IVA-2-08 a)の乾燥時間の270時間に対し、処理材(IVA-2-09 a)は253時間、第2回試験における無処理材(IVA-2-08 b)278時間に対し、処理材(IVA-2-09 b)259時間となり、第1, 2回では温湿度条件が異なるけれども、それぞれ6.3%, 6.8%の時間短縮になっている。一方板目材については、柾目材とは逆に無処理材の方が速く乾燥している。これは含水率15%以下の乾燥速度

Table 7. 各試験における板目材の Cup およびねじれ量 (ねじれは試験材の一端をおさえた時に他端が平盤からもちあがる量)

Cup and twist value of test board at the end of each schedule test.

試験番号	試験材番号	Cup (mm)	ねじれ(mm)	蒸 煮
第 1 回 試験	IV A-1-09-1	2	5	無 有 無
	IV A-1-09-2	3	13	
	IV A-3-03-1	5	5	
第 2 回 試験	IV A-2-03	2~3	—	無 無 有 無
	IV A-2-05	3~4	—	
	IV A-2-11	5	3	
	IV A-3-03-2	4~5	—	
第 3 回 試験	IV A-2-02	2~5	6	有 有 有 有
	IV A-2-04	3~4	—	
	IV A-2-12	4	19	
	IV A-2-14	2~5	23	

の処理材では 17~25%時間が短く、大略先の Table 2 の乾燥性試験の結果と類似している。

また Fig. 5 から、木取り位置による乾燥時間の相違を IV A-2 の板目材についてみると、外周部から木取られた IV A-2-03 は 214 時間であるのに対し、樹心と周辺との中間部の試験材 (IV A-2-05) は 220 時間を要し、第 3 回試験でも同じ現象にあることから、外周部の板ほど速く乾燥する傾向にある。これは前出の乾燥性試験 (Table 2 参照) の結果と一致する。

ii) 狂い、割れ、落込みについて

乾燥終末時の板目試験材の狂いは Table 7 に示すとおりである。なお、ねじれの標示は、乾燥終了後の試験材の一方の木口面を平板におさえた時の、反対側の木口面のもちあがった距離であらわした。

Table 7 にみられるねじれ量のばらつきは、供試材の位置差による繊維の交錯程度の違いからおきたものと考えられ、試験ごとの比較が困難であるが、類似な木取り位置について、各試験材ならびに初期蒸煮および無処理の関係などを考察してみると、蒸煮したものは狂いが大きくなり、IV A-2 丸太についてみれば外周部ほど狂いが大きく、丸太相互では IV A-3>IV A-2>IV A-1 の順に狂いが少ないように思われた。

乾燥による初期割れは、第 1 回試験では初期蒸煮した IV A-1 丸太の板目材以外にはなく、第 2 回試験においては、IV A-2-11 (無処理板目材) の表面と IV A-2-09 b (処理柵目材) の側面に含水率 41%時に小さな割れが生じ、第 3 回試験では第 2 回試験よりも初期条件がゆるいため、どの試験材にも認められなかった。

この関係から、ここに供試した 3 本のクルイン材の初期割れが生じない初期の温湿度条件は、無欠点材で乾球温度 47.0°C、乾湿球温度差 2.0~2.5°C が適当で、節、入皮などの欠点を含む低級材の場合は、これより条件のゆるい乾球温度 45.0°C、乾湿球温度差 2.0°C が限度と考えられる。

落込みについては、第 1、2 回試験とも IV A-2 丸太の柵目材の樹心側に生じ、第 2 回試験の方が顕著であった。

iii) 収縮率について

IV A-2 丸太の柵目材につき、人工乾燥スケジュール試験を経て全乾とした試験材の収縮率とスケジュール試験材を木取る際、その両端からとった試験片を天然乾燥してから全乾とした収縮率とで比較して、樹幹内の位置で示すと Fig. 7 となり、人工乾燥材の方が収縮率が增大している。また、人工乾燥材だけ

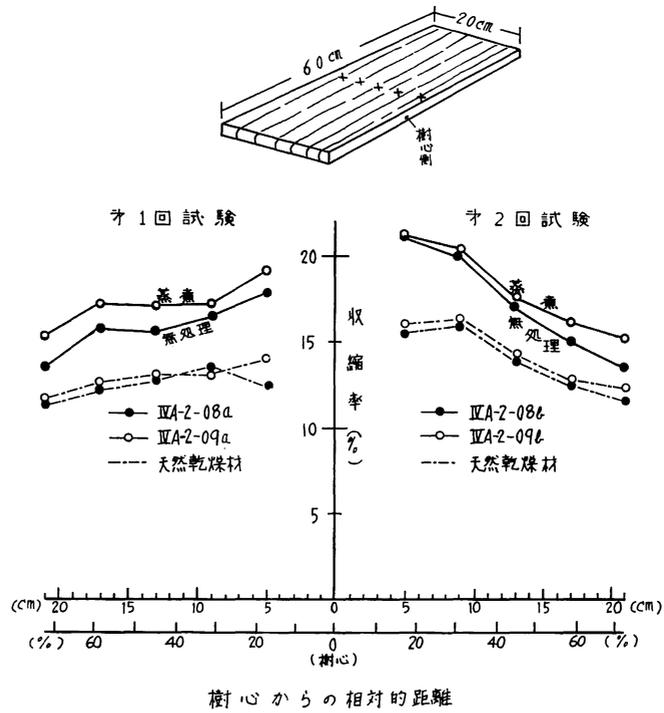


Fig. 7 乾燥条件のちがいと樹心からのへだたりによる柾目材の接線方向の全乾収縮率
Radial shrinkage of edge grain from green to oven-dried in relation to distance from pith and pre-treatment.

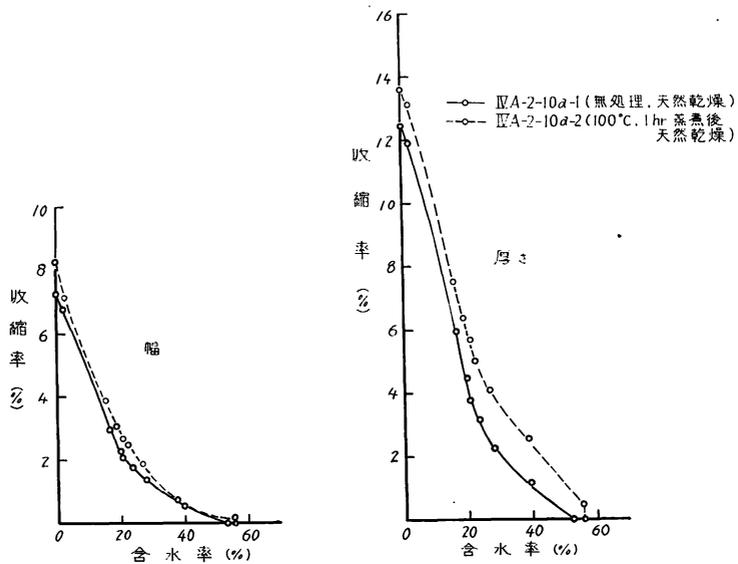


Fig. 8 処理, 無処理材の収縮率経過 (柾目材)
Relation between moisture content and shrinkage of sample treated and untreated.

についてみれば、初期蒸煮したものはその値が大きくなっている。各含水率における収縮率と初期蒸煮の有無について示すと Fig. 8 となり、先の結果と同様に蒸煮処理材は収縮率が幅、厚さとも大きくなっており、特に蒸煮直後の含水率に変化のない状態の時にすでにいくらかの収縮（つぶれ）が生じている。

人工乾燥と天然乾燥を経た試料との全乾収縮率の差は、先の Table 5, 6 について比較してみれば明白で、柾目材の厚さ方向の収縮率の増加はもちろんのこと、板目材についてもかなり厚さ方向の収縮率が増大している。

収縮率の大小と木取り位置との関係は、先の Fig. 7 で明らかに示され、半径方向により多少の違いは認められるが、柾目材の厚さ方向の収縮率は樹心ほど大きくなっている。またこの傾向は板目材にもあらわれ、第2, 3回試験の IVA-2 丸太について Table 5 をみると、幅、厚さの収縮率が樹心ほど増加し、特に厚さの増加が大きい。この傾向は Table 6 の天然乾燥を経て、全乾とした小試験片の収縮率にもあらわれている。

以上のことは、乾燥に際し木取りに関係なく、樹心に近い板ほど厚さ方向の収縮量が大きくなり、特に柾目材の場合は樹心近くは落ち込む性質があるため、その傾向が強いのではないかと考えられる。またこの種の関係は、先の北ボルネオ産カプル材にも現われており、総じて *Dipterocarpus*, *Dryobalanops* の特性かとも考えられる⁴⁾。

iv) 初期蒸煮について

乾燥の前に行なう蒸煮は、先の試験結果から乾燥時間の短縮が認められるが、収縮率、狂いの増大などがあるため、これらの欠点を防止する意味で処理材は初期温度を 45°C 程度とし、終末温度を 70°C にとどめることが望ましい。また、蒸煮による全乾収縮率の増大の経過は、Fig. 8 にみるように蒸煮直後に発生した収縮が乾燥の全期間を通して持続し、さらに異常収縮が乾燥中に加わるためと認められ、これとは逆にカンボジア産ブジック²⁾、サラワク産レッド メランチ材³⁾ のように蒸煮により全乾収縮率の減少する板は、蒸煮直後板の寸法が増大し、しかも乾燥経過中に蒸煮による異常収縮が生じにくいめでないかと想像される。

IVA-1 丸太材は蒸煮中に木口、材表面に多数の割れが生じ、また IVA-2 丸太よりも樹脂を多く含んでいるため、木口や材表面に多量の樹脂を噴出する。この現象は先に行なったカンボジア産チュートル材によく似ている。このことから IVA-1 丸太材の初期蒸煮は、流動性の樹脂を排除する意味では有効であろうが、反面割れを発生させる原因になるため不適当であると考えられる。

以上3回の1吋材を対象にした人工乾燥スケジュール試験結果から、入手されたクルイン材のスケジュールは、IVA-1丸太が他の丸太と明らかに異なった材質であることから、IVA-1丸太材とIVA-2、IVA-3丸太材に適合した2つのスケジュールと、全丸太材に適合したスケジュールの合計3つの条件が考えられる。しかし、IVA-1丸太がクルイン材の中で蓄積量が少なく、特殊な材であるならば、IVA-2、IVA-3丸太材がこの属を代表するものと考えられる。この場合のスケジュールとしては、初期蒸煮を行ない、第3回試験の条件より終末温度を低くした Fig. 9 に示すスケジュールが適当と考えられる。また IVA-1丸太材を含む場合は、初期、中間蒸煮をまったく行わず、第1回試験の条件がよいと考えられる。ただし欠点を含む低級材については、初期温度 45°C、乾湿球温度差を 2°C にする必要があろう。

コントロール サンプルはいずれの場合も乾燥のおそい柾目材とし、含水率 50% から 10% まで乾燥に要する試験時間は、前者で 10.5 日、後方で 11.5 日を要するから、工場規模では 13~14 日かかろう。

4. ま と め

入手されたカリマントン産クルイン材について、2, 3の乾燥試験を行ないその際に、木取り位置による乾燥速度の相違、樹心からのへだたりによる収縮率の違い、各丸太材の乾燥初期の割れ発生程度の違いなどを検討した。得られた結果を要約すると次のようになる。

1) 試験に供した3丸太のなかで、IV A-1丸太が他のIV A-2, IV A-3丸太と材質的に明らかに異なっている。すなわち、i) 生材時における材の色が、IV A-2, IV A-3丸太は赤褐色であるのに対し、IV A-1丸太だけが黒ずんだ色を呈し、成長輪や辺心の境が不明りょうである。ii) IV A-1丸太は樹脂が多く、蒸煮を行なうと多量の樹脂を噴出する。また蒸煮中に木口、材表面に割れが多く生ずる。iii) 製材した生材を数分立けておくと、IV A-1丸太材だけが多量の水を流出する。しかしそのわりには他の丸太と比べ、初期含水率は高くない (Table 5)。

2) IV A-2, IV A-3丸太は近似した材質と考えられるが、この試験に供さなかったIV A-4の丸太につき、強度的性質からみると、IV A-1丸太を除いた他の丸太と比べ差異が無いため、材質的にはIV A-2, IV A-3丸太と似ており、スケジュールも類似していると考えられる。

3) 3丸太材の乾燥時間(含水率50%から10%までの時間)を板目材につき比較しあえば、丸太間にはそれほど差はないが、IV A-1丸太がいちばん短く、ついでIV A-2, IV A-3の順である。またIV A-1とIV A-2丸太の関係を、Table 2に示す乾燥性試験の結果(含水率10%時の乾燥速度)でも、IV A-1丸太の方が容積重が大きいにもかかわらず、ほぼ等しく、乾燥速度減少係数の値ではIV A-2丸太材よりもやや大きくなっている。

4) 板目材と柾目材の乾燥時間は、IV A-2丸太において柾目>板目の関係にあり、無処理の場合、含水率50%から10%まで乾燥するさい約20%時間が短い。この関係はTable 2の乾燥性試験結果の比率1.23(板目/柾目)とほぼ一致する。

5) 木取り位置における乾燥時間は、外周部の板ほど速い。

6) 初期蒸煮による乾燥時間の短縮は、木取りにより効果が異なり、柾目材に6.3~6.8%の短縮が認められた。板目材については供試材の個体差にもよるが、無処理材の方が速くなっている。この現象は先のカンボジア産チュートル サール材の板目材にもみられた。このことからクルイン材の板目材の蒸煮効果は、きわめて少ないかあるいは逆効果であるかもしれないが、工場規模で行なう場合は積み込まれる被乾燥材には、各木取り材が含まれており、蒸煮を行なうことにより、乾燥のおそい柾目材の乾燥時間を短縮できるから、初期あるいは中間蒸煮は効果があるといえよう。

7) しかしIV A-1丸太については、初期割れが生じるため、初期蒸煮は不適である。

8) Table 6に示すIV A-2丸太の板目天然乾燥材の幅および厚さ方向の収縮率を、木取り位置の関係でみると、いずれも樹心に近づくにつれて増加し、特に厚さの収縮率が増大し、幅と厚さ方向の収縮率比が小さくなっている。

9) これに関連してIV A-2丸太の柾目材の厚さ方向の収縮率につき、樹心からのへだたりによる変化をみると、樹心から外方にむけて収縮率が低減しており (Fig. 7), このことから人工乾燥に際して樹心に近い板目材の厚さ減りと、柾目材の場合には樹心側に落込みが生ずる危険がある。

10) 丸太間の乾燥による割れの難易については、IV A-1丸太が100°Cの急速乾燥試験結果や、人工乾

乾燥スケジュール試験での蒸煮による割れ発生、あるいは単板切削による結果から、この丸太が他の丸太よりも割れやすい性質にある。

11) 木取り位置における割れの難易については、今回の試験では明らかでない。

12) 狂いについては、3回の試験結果からみて IV A-3>IV A-2>IV A-1 にあると推定される。木取り位置による差は、第3回試験の IV A-2 丸太の板目材からみて外周部の板ほど狂いやすい傾向にある。また蒸煮を行なうと狂いが大きくなる。

13) クルイン材のスケジュールとしては、IV A-1 丸太が特に異なっていることから、IV A-2, IV A-3 丸太に適合したスケジュールと、全丸太材に適合した2つのスケジュールが考えられ、IV A-2, IV A-3 については初期蒸煮を行ない、狂いの発生を防ぐために第3回試験よりも終末温度を低くし、後者は蒸煮をしない第1回試験の条件とした。それらを Fig. 9 に示す。

14) 人工乾燥スケジュールを推定した 100°C の急速乾燥法は、本試験においてはかなりの信頼性が認められたが、乾燥時間の推定には多少問題が残された。

文 献

1) 寺沢 真・小玉牧夫・佐藤庄一：日本産主要樹種の性質、乾燥性(第1報)、林試研報, 153, pp.15~39, (1963)

2) 寺沢 真・佐藤庄一：南洋材の性質 1, カンボジア産材 8 樹種の乾燥スケジュール, 林試研報, 190, pp.62~85, (1966)

3) 寺沢 真：木材乾燥スケジュールの簡易決定法, 木材工業, 20, 5, pp. 2~7, (1965)

4) 寺沢 真・佐藤庄一：南洋材の性質 4, 北ボルネオ産カプール材の乾燥スケジュール, 林試研報, 197, pp.88~100, (1966)

5) 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)

V. Drying Schedules of Keruing Woods grown in Kalimantan.

Shin TERAZAWA and Shōichi SATŌ

(Résumé)

This test has been carried out to clarify the one-inch board drying schedules for three kinds of Kalimantan Keruing logs. After two fundamental tests which comprised drying rate test and high temperature quick drying test, the logs were classified into two groups. One is IV A-1 log group

Species Moisture content (%)	Keruing (Dipterocarpus spp.)			
	IV A-2, IV A-3		IV A-1, IV A-2, IV A-3	
	D. B. T. (C°)	W. B. T. (C°)	D. B. T. (C°)	W. B. T. (C°)
70				
60				
50				
40	45	43 42	47	45 44
30	50	42	55	47
20	55	47 43	60	52 48
10	60	48	65	50
	65	47 40	70	
	70	45~40	75	50~45
Initial steaming	necessary		unsuitable	
Drying time	13 days		14 days	

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

Fig. 9 Suitable drying schedule of 1 inch board of Keruing wood.

the other is IVA-2, IVA-3 logs group.

The IVA-1 log has a tendency to make face checking, but very rarely collapses. The IVA-2 and IVA-3 are normal like Philippine Apitong. Schedule test has been done three times. The suitable schedule for one-inch board schedules was obtained as given in Fig. 9.

Ⅵ. カリマントン産クルイン材の回転鉋における被削性試験
(南洋材の回転鉋における被削性試験 第4報)

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、さきに報告した南洋材の回転鉋における被削性試験法⁽¹⁾に準じ、クルイン材について試験を行なったものである。その結果をとりまとめて報告する。

本試験を実施するにあたり、試験材の作製などにご協力をいただいた応用研究室多田芳太郎技官、研修生阿部隆男氏に深謝する。

2. 試 験 方 法

2-1. 供試材および試験材の木取り

供試材には、原木丸太記号 IVA-1, IVA-2, IVA-3, IVA-4 の4本の丸太を用いた。切削抵抗試験材はこの4本の丸太を長さ 50cm に横切り、Fig. 1 に示す木取り方法により厚さ 45mm の円板3枚をとり、残った丸太を厚さ60mmにだら挽きした。切削面を基準とする刃先の寿命試験材は、材料の関係から

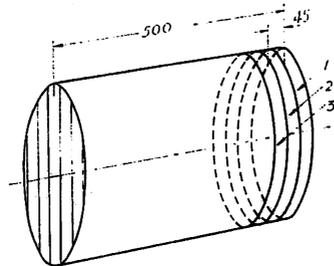
原木丸太記号 IVA-1 および IVA-4 の2本の丸太から巻頭緒言の Fig. 2, 5 に示す木取りによる挽板を用いた。これを Table 1 に示す。

これらの挽板は含水率 25% 程度まで天然乾燥してから、熱による材質の変化や割れなどを少な

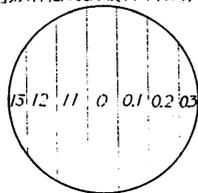
Table 1. 刃先の寿命試験用挽板
Sawn board for wear of knife edge.

原木記号 Log mark	挽板番号 Sawn board mark
IVA-1	2
〃	4
IVA-4	2
〃	5

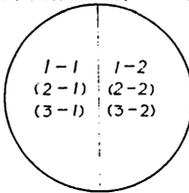
注：挽板番号は巻頭緒言 Fig. 2, 5 の木取り図による。



縦切抵抗試験材の木取り 横切抵抗試験材の木取り



繊維方向の長さ約35cm



繊維方向の長さ約45cm

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

(1) 木材部加工科加工研究室

くするため、最高 50°C の低い温度で人工乾燥した。人工乾燥後に切削抵抗試験材は、Fig. 2 に示す寸法に、縦、横、木口切削試験材をそれぞれ3枚ずつ作った。試験材の数量はおのこの丸太について9枚ずつ計36枚である。この供試挽板を Table 2 に示す。切削面を基準とする刃先の寿命試験材は、前記の挽板を幅 20mm に縦挽きして、60mm×20mm×1,800~2,000mm に木取り、正板目、正板目木取りとなった試験材およびいちじるしい欠点材を除き27枚、延べ長さ50mを選んだ。

2-2. 試験材の調湿、容積重および含水率

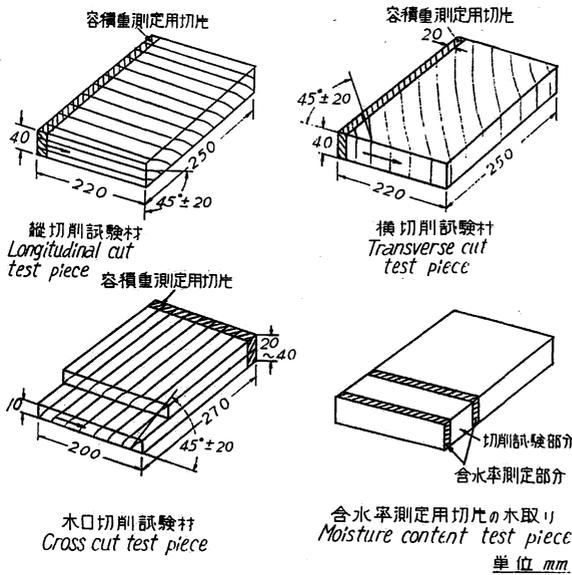


Fig. 2 試験材の形状
Test piece

1) 試験材の調湿 切削抵抗試験材は試験材を作ってから、室温 20°C、湿度 65%の恒温恒湿室（平衡含水率12%）に約3週間入れて調湿した。切削面を基準とする刃先の寿命試験材は、前記の寸法に木取りしてから、室内で約2週間調湿した。

2) 容積重 容積重の測定方法は、Fig. 2 に示す容積重測定用切片から切削試験に用いる試験材の木理と同じ木理部分を、50mm×20mm×40mm の試験片を作り、調湿容積重を測定した。全乾容積重はこの試験片を 60°C の保温室で48時間、110°C の保温室で48時間乾燥して測定した。測定結果を Table 3~5 に示す。なお、横および木口切削試験材

Table 2. 切削抵抗試験用挽板
Sawn board for test piece of cutting force.

丸太番号 Log mark	試験材番号 Mark of test piece	挽板番号 Sawn board mark		
		縦切削 (L)	横切削 (T)	木口切削 (C)
IVA-1	1	01	12	01
	2	04	13	04
	3	12	03	11
IVA-2	1	11	04	11
	2	02	02	11
	3	—	01	12
IVA-3	1	12	01	12
	2	11	11	02
	3	01	02	02
IVA-4	1	03	11	12
	2	04	02	02
	3	11	12	03

注：挽板番号は Fig. 1 の木取り図による。

は切削試験に用いる木理部分が長いので、Fig. 2 の容積重測定用切片の両端部分から試験片をとり、両者の平均値により表示した。刃先の寿命試験材の容積重は、前記の試験材の先端を切り、50mm×60mm×20mm の試験片を作り、調湿容積重を測定した。この測定結果を Table 7 に示す。

3) 含水率 切削抵抗試験材の含水率は、試験材を調湿してから切削試験を開始する前と終了後に、Fig. 2 に示すように試験材を5mm切って試験片を作り、110°C の保温室に入れて48時間乾燥し、全乾法により求めた。この測定結果を Table 3~5 に示す。刃先の寿命試験材の含水率は、切削試験前に Kett M-8 型針状電極を用いて測定した。この結果を Table 7 に範囲と平均値を示す。

2-3. 実験方法

本試験方法は、前報⁴⁾の試験法に準じて、基礎的項目として切削抵抗試験、応用的項目として切削面を基準とする刃先の寿命試験の2項目の試験を行なった。

1) 切削抵抗試験 切削抵抗試験は、前記の試験材を切削試験機(主軸回転数 900rpm, 切削円直径 170mm, 切削角 56°, 刃先角 40°, 刃数 4 枚セットのうち有効刃数 1 枚, ナイフの材質 SKH3)により切削深さ 2.0mm 一定として、送り速度を 3, 4, 5, 6, 7m/min(1 刃あたりの送り量 3.3, 4.4, ……7.7mm) の5条件に変化させて切削した。この切削時における主切削力(主分力)を、主軸に取り付けたトルクメーターによりトルク値に変え、ストレンメーター(歪計)、増幅器を通してペン書きオシログラフに記録させる。このトルク値の20個の平均値から主切削抵抗(主分力)を求め、1 刃あたりの送り量と、単位切削幅あたりの切削抵抗との関係を求めた。

2) 切削面を基準とする刃先の寿命試験 刃先の寿命試験は、前記の試験材を自動1面鉋盤(主軸の長さ 600mm, 回転数 6,180rpm, カッターヘッドの直径 125mm, 切削円の直径 130mm, 切削角 56°, 刃先角 40°, 刃数 4 枚セットのうち有効刃数 1 枚, ナイフの材質 SKH3, 刃先の仕上げオイルストーンによる手仕上げ)により切削深さ 1.0mm, 送り速度 20m/min の一定として切削試験をした。切削面の評価は切削材長 0~50m, 100~150m など一定切削材長ごとに行ない、試験材総枚数に対する欠点切削面枚数の割合を求めた(欠点の種類は材質的なものに起因するものとし、逆目, 毛羽立ち, 目違いの3種類)。

3. 試験結果および考察

3-1. 試験結果

1) 切削抵抗試験 前項の試験方法により切削抵抗を求め、単位切削幅あたりの切削抵抗と1 刃あたりの送り量との関係を、IVA-1, IVA-2, IVA-3, IVA-4 についてそれぞれ Fig. 3~6 に示す。この関係図から実験式 $P(\text{kg/cm})=a+af$ における a, α の両常数を求めた。この結果を、縦, 横, および木口切削についてそれぞれ Table 3~5 に示す。なお, Fig. 3~6 に示す平均は、1 刃あたりの送り量に対応する3枚の試験材の平均切削抵抗値より求めた実験式である。この平均切削抵抗と1 刃あたりの送り量との関係をまとめ、Table 6 に示す。

2) 切削面を基準とする刃先の寿命試験 前項の試験方法により切削面の欠点率を求め、切削材長と切削面の欠点率の関係を、IVA-1 および IVA-4 についてそれぞれ Fig. 7, 8 に示す。同図から欠点率が70%に達した切削材長を刃先の寿命試験の指標とし、Table 7 に示す。なお, IVA-4 における試験は材料の関係から、切削材長 1,000m までの試験で終わったため、切削材長 1,000m での欠点率49%であり、明らかに 1,000m 以上の刃先の寿命はあるが確定はできない。

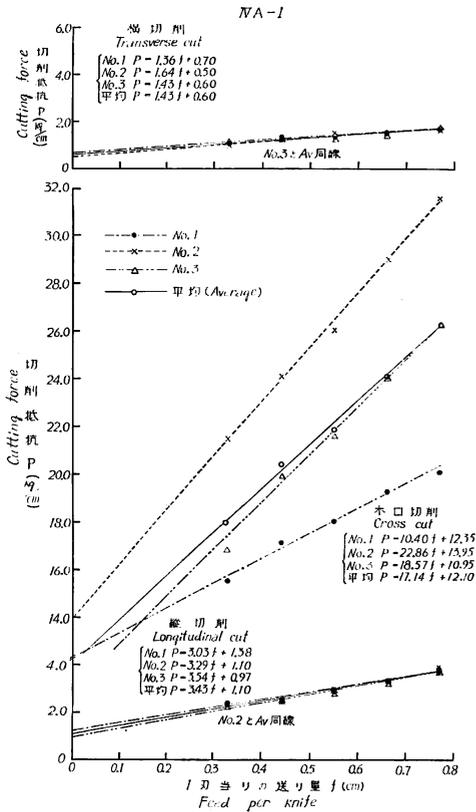


Fig. 3 IV A-1における1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (IV A-1).

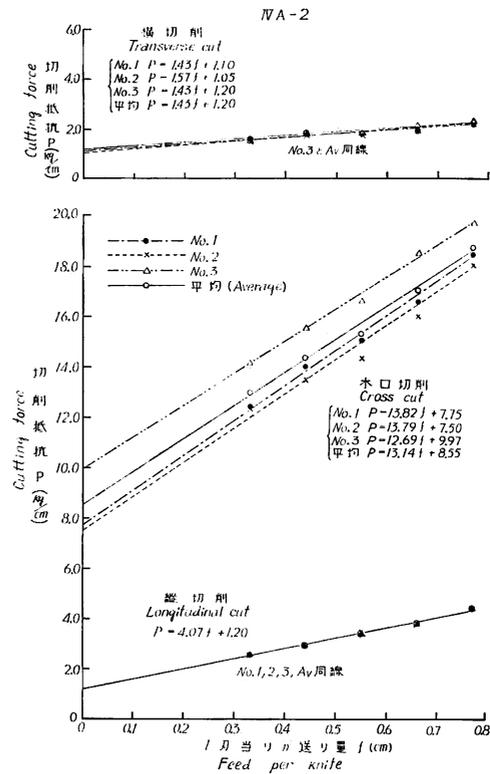


Fig. 4 IV A-2における1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (IV A-2).

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

丸太番号 Log mark	試験材 No. Mark of test piece	切削時含水率 (%) Moisture content at cutting			容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α
		切削前 Before cutting	切削後 After cutting	平均 Average	調湿容積重 After conditioning	全乾容積重 Oven dry		
IV A-1	1	12.1	10.7	11.4	0.90	0.87	1.38	3.03
	2	10.8	11.2	11.0	0.86	0.83	1.10	3.29
	3	10.7	10.4	10.6	0.84	0.81	0.97	3.54
IV A-2	1	10.6	10.7	10.7	0.77	0.75	1.20	1.43
	2	10.3	10.0	10.2	0.74	0.71	1.20	1.43
	3	—	—	—	—	—	—	—
IV A-3	1	11.2	10.4	10.8	0.74	0.71	0.90	4.93
	2	11.0	10.8	10.9	0.73	0.70	1.10	4.36
	3	11.4	10.3	10.9	0.72	0.69	1.00	4.43
IV A-4	1	10.6	9.9	10.3	0.70	0.67	0.80	4.50
	2	10.8	10.1	10.5	0.72	0.69	1.03	4.36
	3	11.1	9.7	10.4	0.70	0.67	1.35	3.79

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

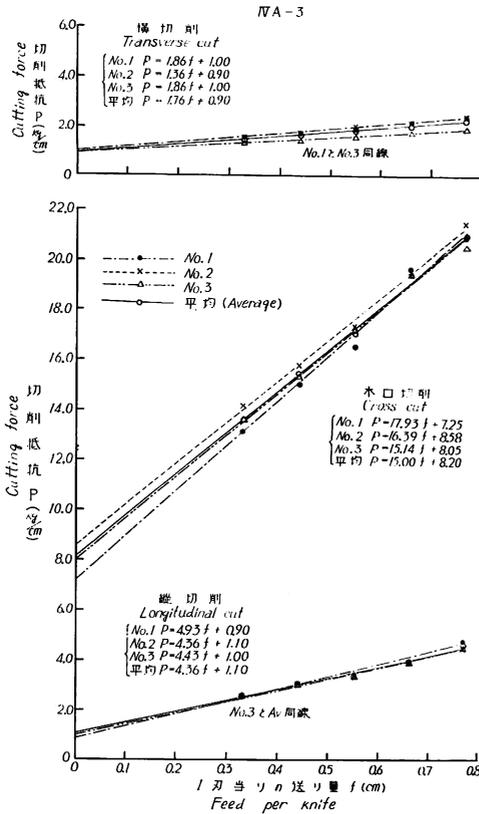


Fig. 5 IVA-3 における 1 刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (IVA-3).

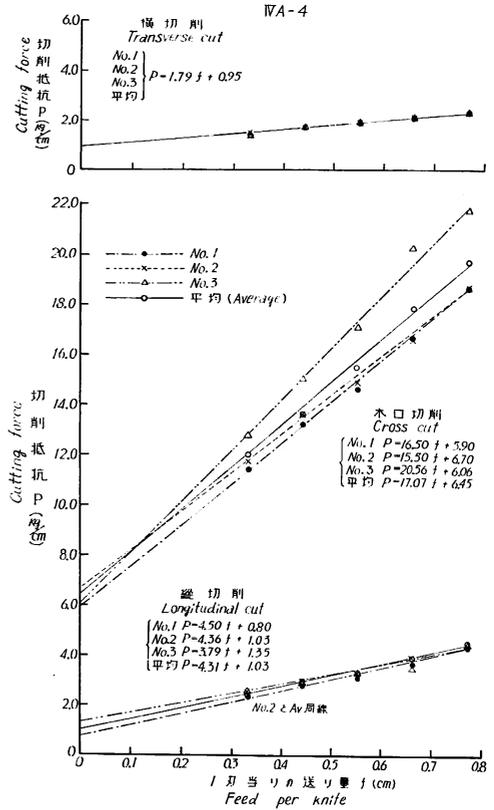


Fig. 6 IVA-4 における 1 刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (IVA-4).

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

丸太番号 Log mark	試験材 No. Mark of test piece	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	容積重			
					調湿容積重 After conditioning	全乾容積重 Oven dry		
IVA-1	1	11.1	11.2	11.2	0.90	0.87	0.70	1.36
	2	11.0	10.1	10.6	0.87	0.82	0.50	1.64
	3	10.9	10.1	10.5	0.93	0.88	0.60	1.43
IVA-2	1	11.8	10.5	11.2	0.74	0.70	1.10	1.43
	2	10.0	10.5	10.3	0.76	0.73	1.05	1.57
	3	10.2	10.5	10.4	0.77	0.74	1.20	1.43
IVA-3	1	10.7	10.4	10.6	0.84	0.78	1.00	1.86
	2	10.6	10.7	10.7	0.81	0.76	0.90	1.36
	3	10.7	10.3	10.5	0.73	0.65	1.00	1.86
IVA-4	1	9.7	9.8	9.8	0.77	0.74	0.95	1.79
	2	10.5	9.6	10.1	0.73	0.70	0.95	1.79
	3	10.7	9.8	10.3	0.76	0.72	0.95	1.79

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

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

丸太番号 Log mark	試験材 No. Mark of test piece	切削時含水率 (%) Moisture content at cutting			容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity		a	α
		切削前 Before cutting	切削後 After cutting	平均 Average	調湿容積重 After condition- ing	全乾容積重 Oven dry		
IVA-1	1	9.8	10.9	10.4	0.87	0.84	12.35	10.40
	2	11.0	11.6	11.3	0.95	0.92	13.95	22.86
	3	9.8	10.8	10.3	0.91	0.88	10.95	18.57
IVA-2	1	9.0	10.2	9.6	0.76	0.74	7.75	13.82
	2	9.3	10.6	10.0	0.75	0.72	7.50	13.79
	3	9.2	10.2	9.7	0.75	0.72	9.97	12.69
IVA-3	1	9.9	10.8	10.4	0.76	0.74	7.25	17.93
	2	9.9	10.3	10.1	0.77	0.73	8.58	16.39
	3	9.7	10.0	9.9	0.75	0.70	8.05	15.14
IVA-4	1	9.1	10.2	9.7	0.74	0.70	5.90	16.50
	2	9.6	10.2	9.9	0.75	0.71	6.70	15.50
	3	9.6	10.0	9.8	0.77	0.74	6.06	20.56

a, α: $P=a+af$ (切削抵抗の実験式)

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

試験材 Test pieces	平均調湿容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity after conditioning	平均全乾容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity oven dry	a	α
IVA-1 縦 (L)	0.84~0.90(0.87)	0.81~0.87(0.84)	1.10	3.43
IVA-1 横 (T)	0.84~0.94(0.90)	0.81~0.92(0.86)	0.60	1.43
IVA-1 木口 (C)	0.83~1.02(0.91)	0.81~1.00(0.88)	12.10	17.14
IVA-2 縦 (L)	0.74~0.77(0.76)	0.71~0.75(0.73)	1.20	4.07
IVA-2 横 (T)	0.69~0.84(0.76)	0.65~0.80(0.72)	1.20	1.43
IVA-2 木口 (C)	0.70~0.81(0.75)	0.67~0.77(0.72)	8.55	13.14
IVA-3 縦 (L)	0.72~0.74(0.73)	0.69~0.71(0.70)	1.10	4.36
IVA-3 横 (T)	0.72~0.90(0.79)	0.61~0.84(0.73)	0.90	1.76
IVA-3 木口 (C)	0.71~0.81(0.76)	0.68~0.77(0.72)	8.20	15.00
IVA-4 縦 (L)	0.70~0.72(0.71)	0.67~0.69(0.68)	1.03	4.31
IVA-4 横 (T)	0.67~0.86(0.75)	0.65~0.83(0.72)	0.95	1.79
IVA-4 木口 (C)	0.70~0.81(0.75)	0.66~0.79(0.71)	6.45	17.07

a, α: $P=a+af$ (切削抵抗の実験式)

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

丸太番号 Log mark	含水率 (%) Moisture content		調湿容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity after conditioning		寿命 (切削材長) Life (Cutting length) (Lm)	刃先の摩耗長 Wear of knife edge (mm)
	範囲 Range	平均 Average	範囲 Range	平均 Average		
IVA-1	8.5~10.5	9.7	0.70~0.95	0.88	300	0.030
IVA-4	8.9~10.5	9.6	0.68~0.76	0.71	1000 以上	0.043

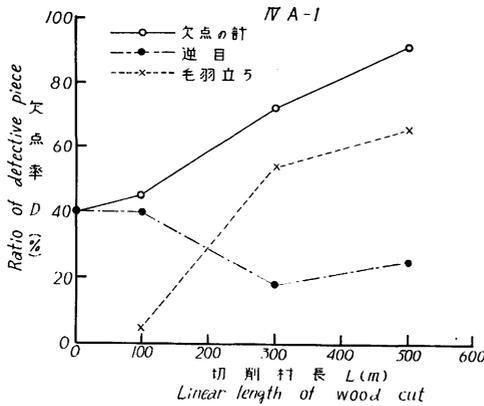


Fig. 7 IV A-1 における切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係
Relation between ratio of defective piece and linear length of wood cut (IV A-1).

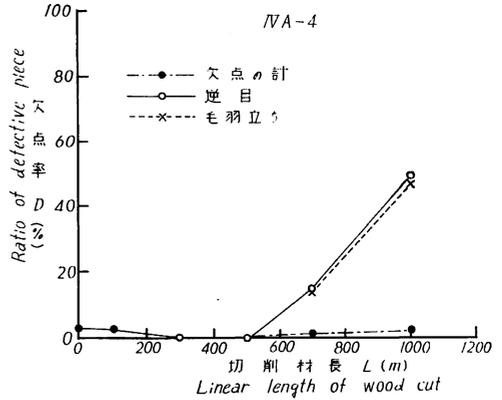


Fig. 8 IV A-4 における切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係
Relation between ratio of defective piece and linear length of wood cut (IV A-4).

3-2. 考 察

以上の結果を考察すると、

1) 単位切削幅あたりの切削抵抗と1刃あたりの送り量との関係は、本試験の範囲では4本の丸太とも $P=a+af$ の直線式で表わされる。

2) IV A-1 は他の3本の材料に比べ容積重が大きい。木口切削抵抗はバラツキが大きく、縦、横切削抵抗はあまり大きくなかった。

3) これらの結果および現在までの16樹種⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾について、本試験法による切削抵抗試験の実験式 $P=a+af$ における常数 α と平均容積重の関係を求めると、Fig. 9にみられるごとくバラツキはあるが、容積重が大になるほど α は縦・横・木口の各面とも増加する傾向があるように思われる。

4) 切削面を基準とする刃先の寿命試験では、IV A-1 は切削初期から欠点率40%の逆目が発生し、切削材長100mでは、それに加えて毛羽立ちが切削面にでてきた。切削材長300mでは毛羽立ちによる欠点が増し、欠点率70%となり、非常に切削面があらい感じで刃先の寿命点がきた。IV A-4 は切削初期には若干の逆目による欠点はあったが、切削材長500mまではほとんど欠点はみられず、700mでは15%の毛羽立ちによる欠点が発生し、1,000mでは49%の欠点となった。この欠点はほとんど毛羽立ちによる欠点である。試験材の関係から1,000m以上の切削試験をしていないので欠点率70%に達する切削材長による刃先の寿命点はだせなかったが、南洋材としての刃先の寿命は中程度のグループに属するものと思われる。なお、IV A-1 は短いグループに属する。

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、クルイン材の4本の丸太について、林業試験場研究報告第190号に発表した回転鉋の被削性試験法に準じて、切削抵抗、および切削面を基準とする刃先の寿命試験を行なった。

切削抵抗試験結果は Fig. 3~6 に、また、同図から単位切削幅あたりの切削抵抗 $P(\text{kg/cm})$ と1刃あ

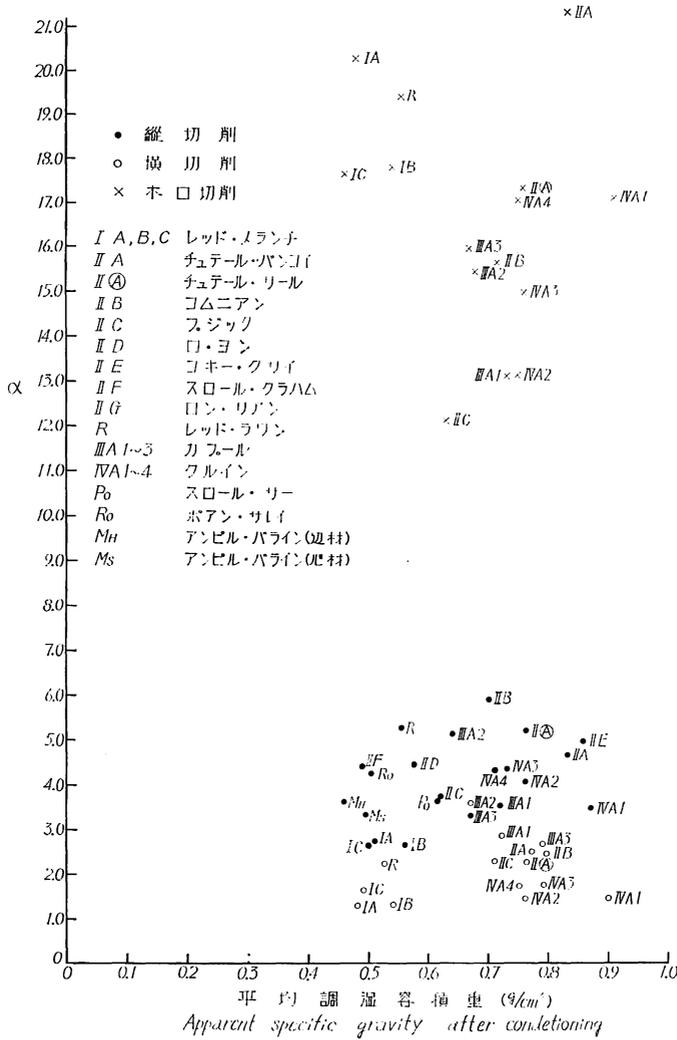


Fig. 9 常数 α と平均調湿容積重の関係

Relation between α and apparent specific gravity after conditioning (12%).

たりの送り量 f (cm) との関係における実験式 $P=a+\alpha f$ の a , α の両常数を求め、縦、横、木口切削についてまとめ、Table 3~5 に示した。切削抵抗試験材 3 枚の測定値の平均から求めた実験式の a , α 両常数を Table 6 に示す。

刃先の寿命試験結果は、切削材長と欠点率との関係を求め、Fig. 7, 8 に示す。欠点率 70% に達した時点の切削材長を刃先の寿命とし Table 7 に示す、なお、IVA-4 は材料の関係から、切削材長 1,000m までで試験が終わったので 1,000m 以上として標示したが、刃先の寿命ははっきりしない。

以上の結果から、クルイン材は他の南洋材に比べ切削抵抗はとくに高いということはないが、IVA-1 の木口切削における抵抗は比重のバラツキの影響などのためか、バラツキが多かった。

刃先の寿命試験結果から IVA-1 は寿命が短く、IVA-4 は比較的長い。南洋材としては中程度と思われる。なお、現在まで本試験法による切削抵抗試験における実験式 $P=a+\alpha f$ の常数 α と、平均調湿容積重

との関係を求め、Fig. 9 に示す。この結果ではバラツキはあるが、容積重が大になるほど各切断面において α が増加する傾向があるように思われる。

文 献

- 1) 星 通：南洋材の性質 2，サラワク産レッド メランチ 類木材の回転鉋における被削性試験，(南洋材の回転鉋における被削性試験 第 1 報)，林試研報，190，pp.150~160，(1966)
- 2) 星 通：南洋材の性質 3，カンボジア産材 8 樹種の回転鉋における被削性試験 (南洋材の回転鉋における被削性試験，第 2 報)，林試研報，194，pp.39~48，(1966)。
- 3) 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)。
- 4) 木材部：カンボジア産 3 樹種 (Srol sar, Poan saley, Ampil baraing) の材質について，木材部資料，39，3，(1964)。

VI. Cutting Properties of Keruing Wood grown in Kalimantan by Rotating Knife

(Cutting properties of Tropical wood by rotating knife 4)

Tooru HOSHI

(Résumé)

Cutting properties of Keruing woods by rotating knife were investigated as a part of studies of tropical woods.

Tests were carried out on the cutting force and dulling of knife, which methods were described in the report of Bulletin No. 190.

The relation between cutting force P (kg/cm) and feed per knife f (cm) was expressed by the equation $P=a+\alpha f$ (Fig. 3~6) and the constants a and α of longitudinal transverse and cross cutting are shown in Table 6.

The relation of ratio of defective piece to linear length of wood cut in the dulling test is shown in Fig. 7 and 8. Table 7 gives the linear length of wood cut when the ratio reached 70% as the life of knife edge.

From the results of test, cutting force of Keruing woods was moderate compared with other tropical woods. The life of knife edge showed the duration to be relatively shorter in IVA-1, and longer in IVA-4. On the whole the dulling property of Keruing woods seemed to be intermediate.

Fig. 9 indicates the relation between α and specific gravity of tropical woods tested, and α of any direction tended to increase with specific gravity.

Ⅶ. 北ボルネオ産カプル材およびカリマンタン産
クルイン材のひき板接着適性

菅 野 襄 作⁽¹⁾
森 屋 和 美⁽²⁾
西 原 実⁽³⁾

林試研報第194号 p. 49~64 (1966)²⁾ にひきつづき、北ボルネオ産カプル材およびカリマンタン産クルイン材のひき板接着適性を試験した。

1. 試 験 方 法

1. 供試材料

(1) ひ き 板

供試ひき板を採取した原木丸太番号およびひき板番号を、カプル材およびクルイン材についてそれぞれ Table 1~2 に示す。なお、ひき板の採材位置に関してカプル材については、Fig. 1 と林試研報第197号 南洋材の性質4 北ボルネオ産カプル材の性質(1)の緒言の Fig. 1~3 を、クルイン材についてはこの報告の緒言の Fig. 1~5 を参照されたい。

(2) 接 着 剤

レゾルシノール樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤、ユリア樹脂接着剤、酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤およびカゼイン接着剤の5種類について、それぞれ前報¹⁾ と同じ銘柄の市販品を使用した。

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

現地名 Local name	原木丸太番号 Log number	ひき板番号 Sawn board number
Kapur	III A-2	02, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 12, 13, 14, 15
	III A-4	3-04, 3-05, 3-06, 4-04, 5-08
	III A-5	1-08, 2-02, 2-06, 3-04, 3-05, 4-03, 5-03, 5-04, 5-08
	III A-6	1-03, 2-10, 3-06, 3-07, 4-03, 4-04, 5-04

Table 2. 供試原木番号とひき板番号
Species and mark of the board used for the test.

現地名 Local name	原木丸太番号 Log number	ひき板番号 Sawn board number
Keruing	IV A-2	7-3, 8-1, 9-1, 10-3, 15-1
	IV A-3	5-1, 8-2, 10-1, 11-2
	IV A-4	3-2, 6-1, 6-2, 12-1

(1) 木材部材質改良科接着研究室長 (2)(3)木材部材質改良科接着研究室

2. 供試材の調製

カプル材のひき板の組合せは、前報¹⁾と同様に Table 1~2 に示す番号のひき板を丸太番号に関係なく、気乾容積重によって分類して、ほぼ気乾容積重の等しいものをえらんで5枚ずつ組み合わせた。なお、組合せ時のひき板の寸法は厚さ25mm、幅110mm、長さ56cmである。クルイン材の場合には供試ひき板の寸法を厚さ23mm、幅110mm、長さ25cmとして長さを短くし、ひき板供試枚数を多くすることにより同じ木理のひき板どうしを5枚ずつ組み合わせることにした。この場合も前と同様に、ほぼ気乾容積重の等しいものをえらんで組み合わせた。調製した供試材の形状寸法、接着時のひき板含水率、ひき板接着面の加工法と接着時の状況、接着剤液の製糊、塗付、たい積、圧縮、硬化などは前報¹⁾と同様に行ない、その内容をそれぞれ Table 3~4 に示す。

3. 接着性能試験

初期接着性および耐久接着性を試験した。試験方法は前報¹⁾に示すものと同じであるが、耐久接着性はレゾルシノール樹脂接着剤およびフェノール樹脂接着剤によりそれぞれ接着せる供試材を、前報に示す屋外用集成材の乾湿くり返し試験法によって試験するにとどめ、ユリア樹脂接着剤、酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤およびカゼイン接着剤により、それぞれ接着せる供試材の乾湿くり返し試験は行なわなかった。

2. 試験結果

試験の結果を Table 3~4 および Phot. 1~2 に示す。

1. 初期接着性

(1) せん断強さ

前報¹⁾において供試材の気乾容積重とせん断強さとの関係を樹種ごとにしらべたが、カプル材およびクルイン材について同様の検討を行なってみると、カプル材は前報のブジック材およびコムニヤン材に近い気乾容積重を有しているが、そのせん断強さはどの接着剤の場合にもこの両者に比較してそれぞれ大きな値を示している。また、クルイン材も同様に前報のチュテール サールおよびチュテール パンコイよりも容積重のわりに大きなせん断強さを示している。なお、本邦北海道産のミズナラ、マカンバなどと比較してもカプル材ではどの接着剤の場合にもほぼ同等とみなしうる値を示しているが、クルイン材では、レゾルシノール樹脂接着剤の場合にのみ北海道産樹種のせん断強さと同等とみなしうる値を示した。

(2) 木部破断率

前報¹⁾と同様にして、木部破断率の平均値を3階級に区分して符号により表示すると Table 5 のとおりで、クルイン材をカゼイン接着剤により接着した場合に、木部破断率の平均値が75%未満であったが、その他はいずれも75%以上の値を示した。

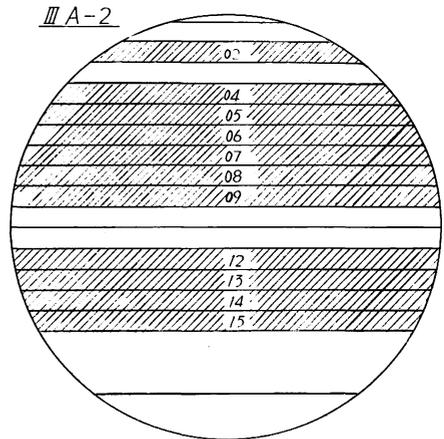


Fig. 1 カプル III A-2 丸太の使用ひき板の採取位置
Sawn board cut from the log (Kapur III A-2).

Table 3. 各種接着剤によるカプ
Gluing conditions and gluing faculties of Kapur

		接 着 剤 Adhesive		レゾルシノール樹脂 Resorcinol resin
接 着 条 件 Gluing condition	板条件 Condition of lamination	気乾容積重 Apparent specific gravity in air dry (g/cm ³)		0.65(0.58~0.71)
		木 理 Grain		*F=2, B=12 V=1
		含水率 Moisture content (%)	全 乾 法 By oven dry method	—
	工 程 Gluing processes	接着時の温度 Temp. at the time of gluing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp.	25.2
			湿球温度 Wet bulb temp.	20.9
		塗付量 The amount of spreading glue (g/m ²)	330	
		たい積時間 Assembling time (min)	14	
		圧縮圧力 Gluing pressure (kg/cm ²)	15	
		硬化条件 Curing condition	D. B. T. ≒40°C W. B. T. ≒35°C	
				測定回数 Number of testing
接 着 性 能 試 験 Gluing faculty test	せん断試験 Block shear test	せん断強さ Shear strength (kg/cm ²)	127±16 (102~159)	
		木部破断率 Wood failure (%)	93(45~100)	
		含水率 Moisture content (%)	10.1±3.9 (7.3~17.8)	
		試験時の温度 Temp. at the time of testing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp.	11.5
		湿球温度 Wet bulb temp.	9.5	
	はく離試験 Delamina- tion test	ASTM D 1101 method	はく離率 Percentage of delamination (%)	13(1~41)
		測定回数 Number of testing	6	

* F=板目 Flat grain, B=追まさ Bastard grain, V=まさ目 Vertical grain

** 温度補正のみを行なって樹種補正はしていない。Effect of temperature was calculated, but



レゾルシノール樹脂接着剤
Resorcinol resin adhesive

フェノール樹脂接着剤
Phenol resin adhesive

Phot. 1 ASTM D 1101 による試験後の試験片 (カプール材)
Test specimens after ASTM D 1101 test (Kapur lumber).

ール材の接着条件と接着試験結果

lumber glued with some kinds of adhesives.

フェノール樹脂 Phenol resin	ユリア樹脂 Urea resin	酢酸ビニル樹脂エマルジョン Polyvinylacetate resin emulsion	カゼイン Casein glue
0.65 (0.58~0.71)	0.65(0.58~0.71)	0.65(0.58~0.71)	0.65(0.58~0.71)
F=1, B=12, V=2	F=4, B=9, V=2	F=1, B=13, V=1	F=1, B=12, V=2
—	—	—	—
10.7 (8.8~12.2)	10.1 (9.0~11.8)	10.3 (8.3~13.2)	10.5 (8.8~13.1)
22.8	24.0	24.0	24.0
18.1	20.2	20.2	20.2
330	330	330	330
15	14	14	28
15	15	15	15
”	常温硬化 Room temp. setting	”	”
125±12 (97~145)	123±10 (107~147)	135±15 (112~163)	136±16 (100~168)
91(5~100)	88(30~100)	99(85~100)	88(30~100)
11.5±1.0 (9.5~12.3)	14.2±1.1 (13.6~16.4)	16.0±1.9 (14.0~19.8)	13.9±1.1 (12.1~15.0)
24	24	24	24
13.0	13.0	13.0	13.0
12.0	12.0	12.0	12.0
47(38~64)	—	—	—
6	—	—	—

effect of wood species was not done.



レゾルシノール樹脂接着剤
Resorcinol resin adhesive

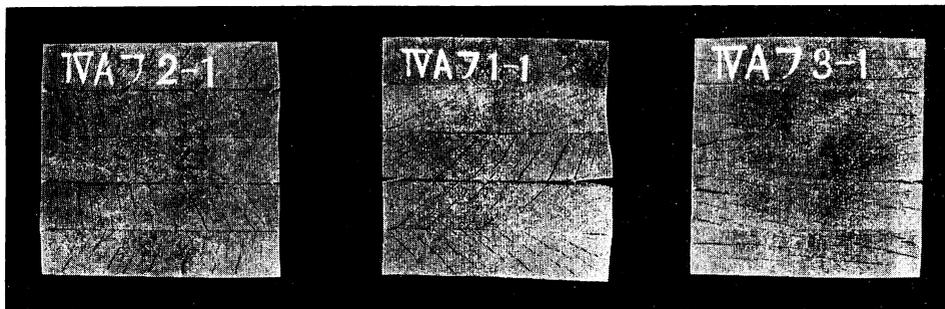
注 Note: 2-1: 板目 Flat grain, 1-1: 追まさ Bastard grain, 3-1, 3-2: まさ目 Vertical grain
Phot. 2 ASTM D 1101 による試験後の試験片 (クルイン材)
Test specimens after ASTM D 1101 test (Keruing lumber).

Table 4. 各種接着剤によるクル
Gluing conditions and gluing faculties of Keruing

		接 着 剤 Adhesive		レゾルシノール樹脂 Resorcinol resin
接着条件 Gluing condition	ひき板条件 Condition of lamination	気乾容積重 Apparent specific gravity in air dry (g/cm ³)		0.74(0.72~0.76)
		木 理 Grain		*F=5, B=5, V=5
		含水率 Moisture content (%)	全 乾 法 By oven dry method	12.1
	工程 Gluing processes	接着時の温度 Temp. at the time of gluing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp.	25.0
			湿球温度 Wet bulb temp.	22.1
		塗付量 The amount of spreading glue (g/m ²)	330	
		たい積時間 Assembling time (min)	7	
		圧縮圧力 Gluing pressure (kg/cm ²)	15	
		硬化条件 Curing condition	D. B. T. ≒40°C W. B. T. ≒35°C	
		せん断試験 Block shear test	せん断強さ Shear strength (kg/cm ²)	143±16 (108~170)
	木部破断率 Wood failure (%)	97(90~100)		
	含水率 Moisture content (%)	10.5±0.4 (9.1~11.1)		
接着性能試験 Delamination test	測定個数 Number of testing	24		
		試験時の温度 Temp. at the time of testing (°C)	乾球温度 Dry bulb temp.	22.0
		湿球温度 Wet bulb temp.	20.5	
	ASTM D 1101 method	はく離率 Percentage of delamination (%)	9(0~28)	
		測定個数 Number of testing	6	

* F=板目 Flat grain, B=追まさ Bastard grain, V=まさ目 Vertical grain

** 温度補正のみを行なって樹種補正はしていない。Effect of temperature was calculated, but



フェノール樹脂接着剤
Phenol resin adhesive
Phot. 2 (つづき) (Continued)

イン材の接着条件と接着試験結果

lumber glued with some kinds of adhesives.

フェノール樹脂 Phenol resin	ユリア樹脂 Urea resin	酢酸ビニル樹脂エマルジョン Polyvinylacetate resin emulsion	カゼイン Casein glue
0.74(0.72~0.76)	0.74(0.72~0.76)	0.74(0.71~0.76)	0.74(0.71~0.76)
12.0	12.0	12.1	12.0
9.9 (8.7~13.5)	9.9 (8.6~13.0)	9.7 (8.5~11.2)	9.3 (8.8~11.2)
25.2	25.2	26.2	26.5
22.2	22.2	21.8	22.4
330	330	330	330
6	9	6	6
15	15	15	15
133±11 (110~161)	133±15 (94~158)	常温硬化 Room temp. setting 129±16 (102~156)	121±18 (75~148)
87(30~100)	76(40~100)	79(30~100)	74(10~100)
10.6±0.3 (9.9~11.1)	10.9±0.4 (10.5~12.7)	10.7±0.4 (9.0~11.2)	11.0±0.3 (10.5~12.3)
24	22	24	24
23.5	21.5	21.0	21.5
17.0	16.5	18.5	17.5
51(21~94)	—	—	—
6	—	—	—

effect of wood species was not done.

Table 5. 木部破断率による初期接着性能の評価
Evaluation of initial gluing faculty with wood failure.

接着剤 Adhesive	樹種 Local name	Kapur	Keruing
レゾルシノール樹脂接着剤 Resorcinol resin adhesive		+	+
フェノール樹脂接着剤 Phenol resin adhesive		+	±
ユリア樹脂接着剤 Urea resin adhesive		±	±
酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤 Polyvinylacetate resin emulsion adhesive		±	±
カゼイン接着剤 Casein glue		±	—

(Note)

- + 木部破断率の平均値が90%以上のもの
(Mean value of W. F.) ≥ 90%
- ± 木部破断率の平均値が90%未満で75%以上のもの
90% > (Mean value of W. F.) ≥ 75%
- 木部破断率の平均値が75%未満のもの
(Mean value of W. F.) < 75%

Table 6. はく離率による耐久接着性の評価
Evaluation of durability with percentage of delamination.

接着剤 Adhesive	樹種 Local name	Kapur	Keruing
レゾルシノール樹脂接着剤 Resorcinol resin adhesive		±	+
フェノール樹脂接着剤 Phenol resin adhesive		-	-

(Note) + はく離率の平均値が 10% 以下のもの
(Mean value of delamination) $\leq 10\%$
 ± はく離率の平均値が 10% をこえ 30% 以下のもの
 $10\% < (\text{Mean value of delamination}) \leq 30\%$
 - はく離率の平均値が 30% をこえるもの
 $30\% < (\text{Mean value of delamination})$

2. 耐久接着性

はく離率の各平均値を分類して Table 6 に符号をもって示した。フェノール樹脂接着剤の場合に、カプル材もクルイン材もそれぞれ30%以上のはく離率を示した。

3. ひき板の木理と接着性能

前述のように、クルイン材はひき板を木理別に接着して供試材を調製した。そこで、試験結果をひき板の木理ごとに整理して Table 7 に表示した (Phot. 2 参照)。初

Table 7. クルイン材の Relations between the grains

接着剤 Adhesive		レゾルシノール樹脂 Resorcinol resin			フェノール樹脂 Phenol resin		
		板目 Flat grain	追まさ Bastard grain	まさ目 Vertical grain	板目 Flat grain	追まさ Bastard grain	まさ目 Vertical grain
含水率 Moisture content (%)	全乾法 By oven dry method	10.4	10.7	10.5	10.4	10.6	10.8
	含水率計 By moisture meter	9.2	10.2	10.6	9.0	9.6	11.2
せん断強さ Shear strength(kg/cm ²)		151 (129~167)	141 (108~170)	135 (125~159)	133 (110~154)	134 (121~161)	132 (114~141)
	木部破断率 Wood failure (%)	98	96	98	74	88	99
測定個数 Number of testing		8	8	8	8	8	8
はく離率 Percentage of delamination (%)		23	4	1	82	49	22
測定個数 Number of testing		2	2	2	2	2	2

*試験時温度が他より低かった。

Temperature at the time of testing was lower than the other tests on the adhesive.

期接着性試験のせん断強さおよび木部破断率に関しては、使用した接着剤ごとに数値のあらわれかたが一定の傾向を示していないが、乾湿くり返し試験のはく離率はレゾルシノール樹脂接着剤およびフェノール樹脂接着剤のいずれについても、板目構成の供試材のはく離が最も大きく、追まさ、まさ目の順にはく離が小さくなる傾向が認められた。

4. 結果

以上の各項で示された結果にもとづき、それぞれの場合について接着性能を評価するとつぎのとおりである。

カプル材は、レゾルシノール樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤およびカゼイン接着剤の場合、そのせん断強さ、木部破断率ともカプル材と同等の容積重をもつ他の樹種と比べ、それらの平均的な性能値をやや上回る傾向を示した。ユリア樹脂接着剤に対する接着性は、同様な他の樹種の平均的な値よりわ

ずかに劣るようであるが、レッド ラワンおよびホワイト ラワンと比較して、ほぼ同等の接着性を有することが認められた。

クルイン材についても同様にして、せん断強さおよび木部破断率によって接着性を判定すると、クルイン材と同等の容積重をもつ他の樹種と比べ、レゾルシノール樹脂接着剤およびフェノール樹脂接着剤では、それらの平均的な性能値にほぼ匹敵する値を示し、ユリア樹脂接着剤およびカゼイン接着剤ではこれをやや下まわる値を示したが、チュテール サールおよびチュテール パンコイの場合のように、平均的な性能値を著しく下まわる結果は認められなかった。

レゾルシノール樹脂接着剤およびフェノール樹脂接着剤を用いた場合の、屋外における耐久接着性をはく離試験の結果から判定すると、カプール材、クルイン材の両者に共通して、レゾルシノール樹脂接着剤でははく離率が比較的小さく、ほぼ満足すべき耐久接着性を有するものと判定されるが、フェノール樹脂接着剤でははく離率が大きく、耐久接着性が不十分であることが認められた。

木理と接着性能
and gluing faculties (Keruing lumber).

ユリア樹脂 Urea resin			酢酸ビニル樹脂エマルジョン Polyvinylacetate resin emulsion			カゼイン Casein glue		
板目 Flat grain	追まさ Bastard grain	まさ目 Vertical grain	板目 Flat grain	追まさ Bastard grain	まさ目 Vertical grain	板目 Flat grain	追まさ Bastard grain	まさ目 Vertical grain
10.7	10.8	11.1	10.7	10.8	10.7	10.9	11.2	11.0
9.1	9.7	11.0	8.8	9.6	10.6	8.9	9.4	10.0
135 (111~158)	136 (113~149)	126 (94~144)	123 (102~137)	117 (102~137)	*146 (134~156)	129 (106~148)	111 (75~129)	124 (104~145)
70	76	63	76	73	*89	79	72	71
8	8	6	8	8	8	8	8	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

文 献

- 1) 西原 実・森屋和美・菅野養作：南洋材の性質 2 サラワク産メラランチ類木材の性質(1), 林試研報, 190, pp. 160 (1966)
- 2) 菅野養作・森屋和美・西原 実：南洋材の性質 3 カンボジア産材の性質(2), 林試研報, 194, pp. 49, (1966)
- 3) 木材部：南洋材の性質 4, 林試研報, 197, (1967)

**VII. Gluing Faculties of Kapur Woods grown in North Borneo
and Keruing Woods grown in Kalimantan**

Minosaku SUGANO, Kazumi MORIYA and Minoru NISHIHARA

(Résumé)

Gluing faculties of Kapur lumber produced in North Borneo and Keruing lumber in Kalimantan were investigated sequentially to the last report (BULLETIN OF THE GOVERNMENT FOREST EXPERIMENT STATION, No. 194, p. 49~64, 1966) in the series of studies on tropical woods.

1. Adhesives used: Resorcinol resin adhesive, phenol resin adhesive, urea resin adhesive, polyvinylacetate resin emulsion adhesive, and casein glue were used for the test.
2. Preparation of the samples for the test is the same as that described in the last report.
3. Testing method of gluing faculties are also the same as given in the last report.
4. Results of the test.

The results are shown in Table 3~4 and Phot. 1~2.

Shear strength values of Kapur lumber glued with the five kinds of adhesives are higher than the ones of Komnhan and Phdiek in the last report. And shear strength values of Keruing lumber are also higher than those of Chhoeuteal sar and Chhoeuteal bangkuoi. The values of wood failure and delamination were classified as shown in Table 5~6, in order to evaluate the gluing faculties. It was found that good glue bonds were obtained in the test of Kapur lumber; also poor glue bonds were not obtained in the test of Keruing lumber.

Ⅷ. カリマンタン産クルイン材のロータリー単板切削

江 草 義・正⁽¹⁾

ま え が き

昭和40年12月にカリマンタン森林開発協力 K. K. よりクルイン材が提供され、当木材部の南洋材の性質の共同研究の一分担として、ロータリー単板の切削試験、またこれに関連した材質試験を行なったのでその結果をとりまとめ報告する。

I 供 試 原 木

試験は入手原木4本について行なった。採材位置については冒頭の緒言の Fig. 1 を参照されたい。

(1) 木材部加工科加工研究室長

II. 試験項目および試験方法

試験項目は次のとおりである。

- A) かたさ：無処理材，煮沸処理材
- B) ヤング係数，曲げ強さ，最大比例変形度：無処理材，煮沸処理材（いずれも横曲げのみ）
- C) 切削試験：ロータリー単板切削（無処理材，煮沸処理材）
 - i) 切削割れ
 - ii) 切削初期の単板厚さ

またサンプルのとり方および試験方法は林試研報 No. 190 に準じて行なった¹⁾。

III. 結果と考察

A) か た さ

無処理材での各原木位置のかたさを Table 1, Fig. 1 に示した。原木個体差は概略的にみて IVA-1 が他の IVA-2, 3, 4 よりかたいといえるが IVA-2, 3, 4 の原木間での差は判然としない。各原木の位置差は大略的には辺心材の境界部分がいちばんかたく，樹心になるにしたがってやわらかくなり，辺材は心材外部よりやわらかい一般型といえる。しかし，Fig. 1 に示すように IVA-1 の原木の心材の外部，内部のかたさの差は少なかった。煮沸処理した場合（サンプルは IVA-2）のかたさ，およびかたさの低下率を Table 2, Fig. 2 に示す。現在までに試験している南洋材の 10 種類ばかりの煮沸処理とかたさの低下率の概略の平均値は 60°C で無処理材に対して 80% くらい，80°C で 60% くらい，90°C で 50% くらいである。今回のクルインも大略この数値にあてはまるといえる。また，IVA-1 の原木と他の原木とはかなりかたさに差があったので，80°C で IVA-1 のかたさの低下率を処理時間別に試験した。この結果を Fig. 2 に併記した。処理時間によって若干さがる傾向を示したが，平均的にみれば大略 80°C で 60% くらいの

Table 1. 無処理材の各原木のかたさ
Hardness of each log at green condition. kg/mm²

位置*1 原木番号*2	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	平均 Mean
	IVA-1	1.25 (1.00 ~1.40)	1.88 (1.20 ~2.35)	1.95 (1.85 ~2.00)	1.98 (1.75 ~2.30)	1.78 (1.50 ~1.95)	1.86 (1.55 ~2.10)	
IVA-2	1.60 (1.25 ~1.95)	1.63 (1.35 ~1.85)	1.56 (1.40 ~1.70)	1.68 (1.45 ~1.90)	1.43 (1.20 ~1.55)	1.26 (1.15 ~1.45)	1.39 (1.15 ~1.65)	1.51
IVA-3	1.23 (1.00 ~1.40)	1.75 (1.70 ~1.85)	1.70 (1.65 ~1.80)	1.64 (1.40 ~1.95)	1.69 (1.60 ~1.85)	1.69 (1.60 ~1.85)	1.39 (1.25 ~1.60)	1.58
IVA-4	1.26 (1.20 ~1.30)	1.65 (1.55 ~1.85)	1.56 (1.35 ~1.75)	1.31 (1.15 ~1.45)	1.40 (1.35 ~1.45)	1.39 (1.10 ~1.60)	1.30 (1.15 ~1.40)	1.41
平均 Mean	1.34	1.73	1.69	1.65	1.58	1.55	1.47	1.57

位置*1 原木番号*2		イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	平均 Mean
材目 Radial face	IV A-1	1.64 (1.50 ~2.15)	1.93 (1.80 ~2.05)	1.98 (1.65 ~2.15)	1.61 (1.25 ~1.95)	2.08 (1.75 ~2.25)	2.00 (1.85 ~2.30)	1.63 (1.10 ~2.10)	1.84
	IV A-2	1.26 (1.10 ~1.50)	1.74 (1.40 ~2.10)	1.55 (1.40 ~1.75)	1.38 (1.10 ~1.70)	1.26 (0.95 ~1.45)	1.33 (1.20 ~1.45)	1.39 (1.05 ~2.00)	1.42
	IV A-3	1.56 (1.30 ~1.80)	1.66 (1.35 ~2.15)	1.55 (1.35 ~1.70)	1.36 (1.25 ~1.45)	1.46 (1.10 ~1.90)	1.43 (1.25 ~1.70)	1.40 (1.20 ~1.60)	1.49
	IV A-4	1.38 (1.20 ~1.50)	1.45 (1.20 ~1.70)	1.45 (1.35 ~1.60)	1.41 (1.35 ~1.50)	1.38 (1.25 ~1.60)	1.31 (1.15 ~1.50)	1.39 (1.30 ~1.45)	1.40
	平均 Mean	1.46	1.70	1.63	1.43	1.55	1.52	1.45	1.54
比率(%) Percentage	材目 R. F 板目 T. F (%)	109.0	98.3	96.4	86.7	98.1	98.0	98.6	98.1

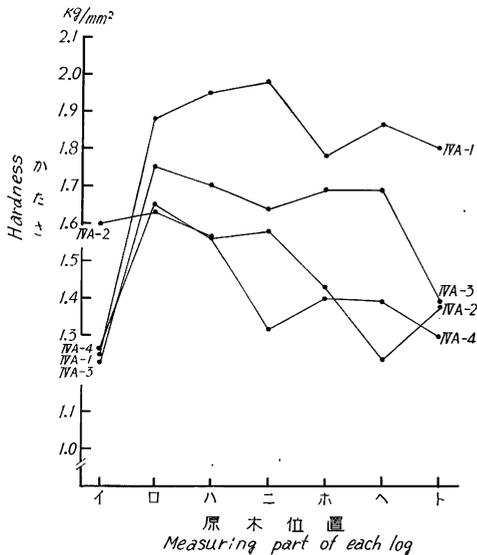
(注) 位置は辺, 心材の境を基準にして辺材をイ, 心材外部から樹心に向かって 3cm おきにロ, ハ, ……とした。4 点の平均値。

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

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

Average of four measured values.

*1 Measuring part *2 Mark of log



(注) ブリネル硬度計による。位置は辺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 3cm おきにロ, ハ, ……とした。

(Note) Brinell hardness

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

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

Fig. 1 無処理材におけるかたさ (各原木の板目面)

Hardness at green condition (Tangential surface of each log).

低下率と考えても大差はないと思われる。また現在までの試験結果から、かたさと単板品質との関係はなかなか結びつけにくいので、現在はかたさと刃物角とに関連づけている。すなわち、原木のかたさが大略 0.3~0.4kg/mm² なら刃物角は 17~18°, 0.6~0.7kg/mm² ならば 19°, 1.0kg/mm² くらいなら 20°, 1.3kg/mm² くらいなら 21°, 1.7kg/mm² くらいなら 22° と考えている。これをもとに類推すると今回の

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

原木 番号*	時間*2 hr.	60°C						無処理 Green con- dition	80°C		
		24	48	72	96	120	平均 Mean		24	48	
IVA-2		1.46	1.24	1.21	1.20	1.30	1.11	1.21	1.58	1.04	1.01
		(1.30 ~ 1.75)	(1.15 ~ 1.40)	(1.15 ~ 1.40)	(1.00 ~ 1.35)	(1.20 ~ 1.50)	(0.95 ~ 1.20)	(0.95 ~ 1.50)	(1.35 ~ 1.80)	(0.95 ~ 1.10)	(0.95 ~ 1.05)
比 率 % Percentage (Green condition 100%)		100	84.6	82.9	82.2	89.0	76.0	82.9	100	65.7	64.1

原木 番号	時間 hr.	80°C				無処理 Green con- dition	90°C					
		72	96	120	平均 Mean		24	48	72	96	120	平均 Mean
IVA-2		0.83	0.90	0.90	0.93	1.56	0.93	0.80	0.79	0.83	0.85	0.84
		(0.70 ~ 0.90)	(0.80 ~ 1.00)	(0.85 ~ 0.95)	(0.70 ~ 1.10)	(1.40 ~ 1.70)	(0.75 ~ 1.30)	(0.65 ~ 0.90)	(0.65 ~ 0.85)	(0.55 ~ 1.00)	(0.70 ~ 0.95)	(0.55 ~ 1.70)
比 率 % Percentage (Green condition 100%)		52.4	57.1	57.1	59.3	100	59.3	51.3	50.3	52.9	54.5	53.7

(注) 板目面を4点測定した平均値。

(Note) Average of four measured values on tangential face.

*1 Temperature *2 Time *3 Mark of log

クルインは無処理切削での刃物角は 21~22°
が必要で, 80°C 以上の温度で処理して切削
すれば 19~20° でよいと想像される。

B) ヤング係数 (E_b), 曲げ強さ (σ_b), 最
大比例変形度 (ϵ_0) (いずれも横曲げによ
る)

無処理材におけるこれらの数値を Table 3,
Fig. 3~4 に示す。原木 (個体) 差をみると
IVA-1 の原木の E_b がいちばん高く, IVA-4
が低い。したがって, ϵ_0 は逆に IVA-1 が低
く, IVA-4 が高い。また各原木の位置差をみ
ると, 現在まで試験した各樹種で多くみられ

るように, E_b は心材の外部が高く樹心になるにつれて低下し, 辺材は心材外部より低い。 ϵ_0 は辺材がい
ちばん低く, 樹心になるにつれて高くなる一般型を示しているといえる。また各原木の心材の E_b の絶対
値をみると, 大略ではあるが IVA-1 は $8.5 \times 10^8 \text{ kg/cm}^2$ くらい, IVA-2, IVA-3 は $7 \times 10^8 \text{ kg/cm}^2$ くら
い, IVA-4 は $6.5 \times 10^8 \text{ kg/cm}^2$ くらいといえる。これらの数値をみた場合, IVA-1 の原木が他のものよ
り E_b がかけはなれて高いので, 同じ切削条件で切削したのでは同一品質の単板は切削し得ないだろうと
いうことがうかがわれる。現在は単板品質をヤング係数と結びつけて検討している。すなわち, E_b が

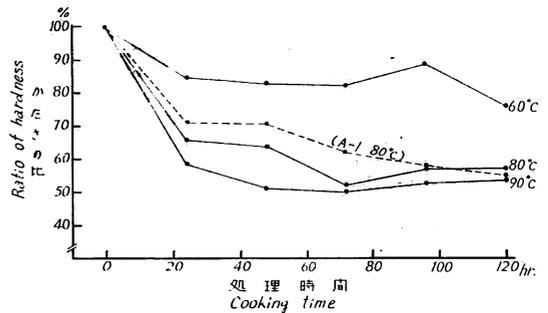


Fig. 2 各煮沸温度, 時間におけるかたさの低下率
(無処理材 100%)

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

Table 3. 無処理材の各原木のヤング係数 (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).

位置*1 原木 番号*2	イ'	ロ'	ハ'	ニ'	平均 Mean
	E_b 10^8 kg/cm ²				
IVA-1	7.33 (6.99~7.90)	9.00 (8.38~9.36)	8.16 (7.76~8.76)	8.23 (7.72~9.05)	8.18 (6.99~9.36)
IVA-2	6.82 (6.16~7.93)	7.37 (5.97~8.14)	6.76 (6.00~7.23)	6.11 (5.79~6.47)	6.77 (5.79~8.14)
IVA-3	7.00 (5.80~7.70)	7.80 (7.10~8.18)	6.97 (6.70~7.43)	6.56 (6.23~7.48)	7.08 (5.80~8.18)
IVA-4	6.29 (6.00~6.52)	6.63 (6.27~6.93)	6.20 (5.81~6.59)	6.18 (5.64~7.86)	6.29 (5.40~7.86)
平均 Mean	6.86 (5.80~7.93)	7.67 (5.40~9.36)	7.02 (5.81~8.76)	6.77 (5.64~9.05)	7.08 (5.40~9.36)
σ_b kg/cm ²					
IVA-1	84.06 (80.79~95.17)	97.54 (89.16~103.29)	95.61 (89.03~99.73)	95.84 (88.49~103.29)	93.26 (80.79~103.29)
IVA-2	78.26 (71.56~85.06)	96.56 (86.76~105.95)	89.98 (85.06~92.27)	86.77 (76.96~93.17)	87.89 (71.56~105.95)
IVA-3	72.88 (58.17~82.52)	103.76 (101.27~106.86)	93.47 (88.71~97.98)	92.06 (85.23~96.52)	90.54 (58.17~106.86)
IVA-4	74.20 (71.70~78.50)	95.03 (86.94~103.50)	88.81 (86.94~94.34)	86.62 (73.14~92.46)	86.16 (71.70~103.50)
平均 Mean	77.35 (58.17~95.17)	98.22 (86.76~106.86)	91.96 (85.06~99.73)	90.32 (73.14~103.29)	89.46 (58.17~106.86)
ϵ_0 %					
IVA-1	1.15	1.08	1.17	1.16	1.14
IVA-2	1.15	1.31	1.33	1.42	1.30
IVA-3	1.04	1.33	1.34	1.40	1.28
IVA-4	1.18	1.43	1.43	1.40	1.37
平均 Mean	1.13	1.29	1.32	1.35	1.27

(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'.....とした。6個の平均値。

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

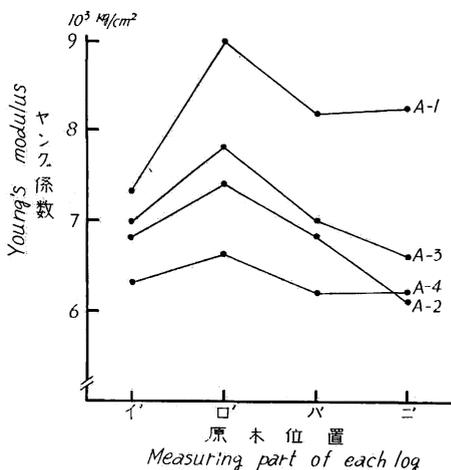
イ : sapwood, ロ', ハ'.....heartwood each 5~6 cm apart from the sapwood boundary toward the pith.

Average of six measured values.

*1 Measuring part *2 Mark of log

2×10^8 kg/cm² くらいの材質が, 切削された単板の品質を考えた場合に適しているような結果がでているので, 切削者はこのような原木を望むわけである。

大略ではあるが, 現在までに行なった樹種の無処理材のヤング係数の 3, 4 の例を記すと, シナ 2×10^8 kg/cm² くらい, セン 3×10^8 kg/cm² くらい, マカンバ 6×10^8 kg/cm² くらい, レッド ラワン (ミンダゴ) 6×10^8 kg/cm² くらい, カプール (北ボルネオ) 6.5×10^8 kg/cm² くらい, チュテール (カンボジ



(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'...とした。6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 six measured values.

Fig. 3 無処理材における各原木のヤング係数 (Eb) (横曲げによる)

Young's modulus (Eb) of each log at green condition (Direction of grain is perpendicular to the span).

ア) $7 \times 10^8 \text{ kg/cm}^2$ くらい, コキークサイ (カンボジア) $11 \times 10^8 \text{ kg/cm}^2$ くらいであった。これらの樹種と比較すると今回のクルイン, 特に IVA-1 が E_b が高く, 単板の品質を考慮すると切削し難い原木といえ, しかも無処理では品質良好な単板は切削し得ないだろうことがうかがわれる。IVA-2の原木を使用して煮沸処理した場合のこれらの数値を Table 4, Fig. 5 に示す。煮沸処理することにより E_b は低下し, ϵ_0 は増加する。しかも処理温度が高いほどその低下, 増加率は大となるが, 80°C と 90°C との差は少な

Table 4. 各処理温度, 時間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) at each cooking temperature and time.

(Direction of grain is perpendicular to the span.)

温度・時間 (hr) Temp. & Time	無処理 Green condition	60°C					
		24	48	72	96	120	平均 Mean
E_b 10^8 kg/cm^2	7.37 (5.98 ~8.14)	4.01 (3.53 ~4.57)	4.19 (3.79 ~4.72)	3.86 (3.40 ~4.22)	4.07 (3.609 ~4.73)	4.19 (3.582 ~4.62)	4.06 (3.40 ~47.36)
比率 % Percentage (Green condition 100%)	100	54.4	56.9	52.3	55.3	56.9	55.2
σ_b kg/cm^2	96.56 (86.76 ~105.95)	69.90 (66.18 ~75.90)	68.09 (64.80 ~76.09)	66.49 (64.67 ~70.23)	67.70 (61.63 ~74.80)	74.28 (65.02 ~81.25)	69.29 (61.63 ~81.25)
比率 % Percentage (Green condition 100%)	100	72.3	70.5	68.9	70.1	76.9	71.7
ϵ_0 %	1.31	1.74	1.62	1.72	1.66	1.77	1.70
比率 % Percentage (Green condition 100%)	100	133.0	124.0	131.7	126.8	135.3	130.3

Table 4 (つづき) Result continued)

温度・時間 (hr) Temp. & Time	80°C					
	24	48	72	96	120	平均 Mean
E_b 10^3 kg/cm ²	2.85 (2.62 ~3.06)	2.80 (2.62 ~3.06)	2.75 (2.40 ~3.17)	2.89 (2.19 ~3.42)	2.68 (2.28 ~2.97)	2.79 (2.19 ~3.42)
比 率 % Percentage (Green condition 100%)	38.6	38.0	37.3	39.3	36.4	37.9
σ_b kg/cm ²	61.51 (57.59 ~66.29)	63.34 (60.58 ~67.28)	58.38 (51.97 ~63.36)	66.62 (51.73 ~71.70)	62.89 (58.91 ~70.40)	62.54 (51.97 ~71.70)
比 率 % Percentage (Green condition 100%)	63.7	65.6	60.5	69.0	65.1	64.9
ϵ_0 %	2.16	2.26	2.12	2.30	2.34	2.23
比 率 % Percentage (Green condition 100%)	165.0	172.7	162.2	175.7	178.8	170.8
温度・時間 (hr) Temp. & Time	90°C					
	24	48	72	96	120	平均 Mean
E_b 10^3 kg/cm ²	2.67 (2.1 ~3.24)	2.60 (2.1 ~2.84)	2.50 (2.27 ~2.71)	2.71 (2.24 ~3.09)	2.41 (1.95 ~2.77)	2.58 (1.95 ~3.24)
比 率 % Percentage (Green condition 100%)	36.3	35.3	33.9	36.8	32.8	35.0
σ_b kg/cm ²	61.92 (57.59 ~61.97)	64.34 (57.59 ~68.83)	57.48 (51.84 ~67.21)	62.02 (58.76 ~67.48)	59.78 (55.36 ~65.84)	61.11 (51.84 ~68.83)
比 率 % Percentage (Green condition 100%)	64.1	66.6	59.5	64.2	61.9	63.3
ϵ_0 %	2.31	2.47	2.30	2.29	2.47	2.37
比 率 % Percentage (Green condition 100%)	176.7	188.9	175.7	174.8	189.1	181.0

(注) IVA-2, サンプル 6 個の平均値

(Note) IVA-2 Average of six measured values.

く、また処理時間 (24~120hr) による差は認められないようである。各処理温度による E_b の低下率を現在まで行なった南洋材で大略的な平均値でみると、60°C で65% くらい、80°C で50%、90°C で40% くらいといえる。これらの数値と今回のクルイン (IVA-2) を比較してみると、若干数値的に低いようである。すなわち、南洋材としては温度の影響をうけやすい材とも考えられる (しかし内地材よりは少ない)。

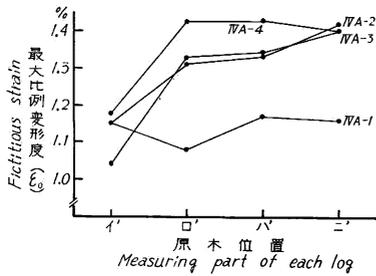


Fig. 4 無処理材における各原木の最大比例変形度 (ε₀) (横曲げによる)
Fictitious strain (ε₀) of each log at green condition (Direction of grain is perpendicular to the span).

(注) 5個の平均値

(Note) Average of five measured values.

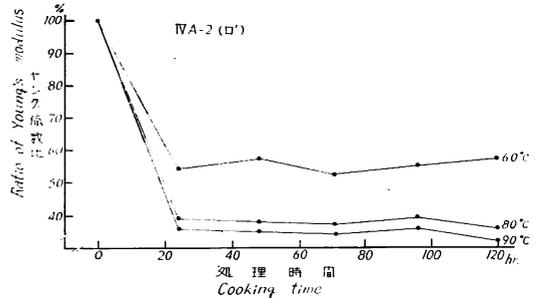


Fig. 5 各煮沸温度、時間におけるヤング係数の低下率 (無処理材 100%)
Decrease of Young's modulus at each cooking temperature and time (Young's modulus at green condition is 100%).

なお 90°C で処理したときの E_b , ϵ_0 の絶対値をみると $E_b \approx 2.5 \times 10^8 \text{ kg/cm}^2$, $\epsilon_0 \approx 2.4\%$ で、この条件で単板を切削しても、ノーズバーの作用なしでは裏割れは皆無にはならないだろうことが予想される。しかし高温による E_b の低下率, ϵ_0 の増加率が大きいので、長時間処理して切削すると若干毛ぼだち現象をおこすかもしれない。

C) 切削試験

i) 切削割れ

Ⓐ 原木 (個体) 差, 位置差を試験するために, 無処理材で各原木 1 個を切削してその裏割れ率の結果

Table 5. 無処理材の各原木の裏割れ率
Rate of lathe check of each log at green condition.

位置*1 / 原木番号*2	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	平均 Mean
IV A-1	54.7 (40~70)	55.0 (30~90)	56.3 (40~70)	63.1 (40~90)	57.8 (40~80)	57.7 (30~80)	57.4 (30~90)
IV A-2	45.8 (30~70)	46.8 (30~70)	49.1 (40~70)	42.7 (30~60)	42.0 (30~70)	—	45.2 (30~70)
IV A-3	—	42.4 (30~70)	47.9 (30~70)	42.0 (30~50)	38.7 (30~50)	38.3 (30~60)	41.9 (30~70)
IV A-4	—	42.1 (30~60)	38.5 (30~60)	38.9 (30~60)	37.7 (30~50)	36.5 (30~70)	39.1 (30~70)
平均 Mean	50.3 (30~70)	47.0 (30~90)	47.9 (30~70)	46.7 (30~90)	44.0 (30~80)	44.2 (30~80)	45.9 (30~90)

(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 3cm 間隔にロ, ハ, ニ……とした。

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

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

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

Thickness of veneer: 1.02mm, Incline opening: 1.02mm, Knife angle: 21°, Clearance angle 40~50'.

*1 Measuring part *2 Mark of log

を Table 5~6, Fig. 6 に示す。各原木とも表割れがあり、特に IVA-1 に目だった。裏割れ率から原木差をみると、IVA-1 が他のものより大きいことがいえる。各原木の位置差は IVA-1 は不明であるが、他の3本は若干ながら樹心の方が少ないともいえる。これらの数値を前項の無処理材における E_0 , ε_0 と対照して、 E_0 が高く ε_0 の低い材の方が切削したときの単板の裏割れ率は大きいといえる。刃口距離を変化したときの裏割れ率を Table 7, 8 に示す。常識的には刃口距離をせばめることにより裏割れ率を減少せしめうるが、この度合は機械的性能に大きく左右されるので、厳密には非常に困難な問題である。また刃口距離は裏割れ率からのみでなく、次項にするす初期薄むけの状態をあわせ考えて決めなくてはならない。

Table 6. Table 5 の 裏
Frequency of lathe

IVA-1 の裏割れ頻度 Frequency of lathe check of log IVA-1 %

位置*1	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	平均 Mean
裏割れ率%*2							
20 以下 (微小) Under 20	—	—	—	—	—	—	—
20~40 (小)	14.3 (3)	20.8 (5)	15.8 (3)	6.9 (2)	22.2 (6)	11.5 (3)	15.1
40~60 (中)	66.7 (14)	58.3 (14)	63.2 (12)	48.3 (14)	40.7 (11)	61.5 (16)	55.5
60~80 (大)	19.0 (4)	16.7 (4)	21.0 (4)	41.4 (12)	37.1 (10)	27.0 (7)	28.0
80以上 (特大) Over 80	—	4.2 (1)	—	3.4 (1)	—	—	1.4
1cm あたり本数 Number of lathe check per cm	(7)	(8)	(6.3)	(9.7)	(9)	(8.7)	(8.1)

IVA-3 の裏割れ頻度 Frequency of lathe check of log IVA-3 %

位置*1	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	平均 Mean
裏割れ率%*2						
20 以下 (微小) Under 20	—	—	—	—	—	—
20~40 (小)	31.0 (17)	42.1 (8)	60.0 (15)	78.3 (18)	79.2 (19)	68.7
40~60 (中)	14.3 (3)	52.6 (10)	40.0 (10)	21.7 (5)	20.8 (5)	29.4
60~80 (大)	4.7 (1)	5.3 (1)	—	—	—	1.9
80以上 (特大) Over 80	—	—	—	—	—	—
1cm あたり本数 Number of lathe check per cm	(7)	(6.3)	(8.3)	(7.7)	(8)	(7.5)

(注) () 裏割れの本数 (Note) () Number of lathe check.
*1 Measuring part *2 Rate of lathe check

切削から考えての理想はノズバーで圧縮を加えなくても、切削割れもなく面も平滑な、しかも送り厚さと等しい単板が切削されることである。現在単板の裏割れ率は大概30%以下であるべきだといわれているが、この程度の品質の単板を得るには、今回のクルイン材は無処理材でノズバーの作用による効果だけでは不可能と考えられる。

⑤ IVA-2 の原木で各温度、時間で処理して、ノズバーの圧縮なしで切削したときの裏割れ率を Table 9~10 に示す。煮沸処理することにより裏割れ率は減少するが、今回のクルイン材を煮沸処理のみで裏割れ率 30% 以下の単板を得ようとすれば、少なくとも 80°C 以上の高温で処理する必要があるだろう

割れ率の頻度

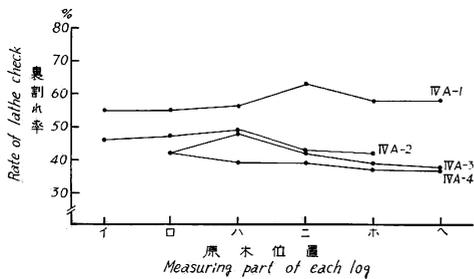
check on Table 5.

IVA-2 の裏割れ頻度 Frequency of lathe check of log IVA-2 %

イ	ロ	ハ	ニ	ホ	平均 Mean
—	—	—	—	—	—
57.9 (11)	59.1 (13)	40.9 (9)	68.2 (15)	75.0 (15)	60.0
26.3 (5)	27.3 (6)	45.4 (10)	31.8 (7)	20.0 (4)	30.4
15.8 (3)	13.6 (3)	13.7 (3)	—	5.0 (1)	9.6
—	—	—	—	—	—
(6.3)	(7.3)	(7.3)	(7.3)	(6.7)	(7.0)

IVA-4 の裏割れ頻度 Frequency of lathe check of log IVA-4 %

ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	平均 Mean
—	—	—	—	—	—
67.9 (19)	81.5 (22)	75.0 (21)	92.3 (24)	84.6 (22)	80.0
32.1 (9)	18.5 (5)	25.0 (7)	7.7 (2)	11.5 (3)	19.3
—	—	—	—	3.9 (1)	0.7
—	—	—	—	—	—
(9.3)	(9)	(9.3)	(8.7)	(8.7)	(9)



(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 3cm 間隔にロ、ハ、ニ、…とした。

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

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

Fig. 6 無処理材における各原木の裏割れ率
Rate of lathe check of each log at green condition.

う。また、裏割れ率からみた場合も、処理時間による大きな変化はみられなかった。現在まで行なった南洋材のうち、チュテール (カンボジア)、カプール (北ボルネオ) と比較すると今回のクルイン材は処理温度 60°C では大差はないが 80°C、90°C では両者より処理効果が大きいといえる (ただし、IVA-1 の原木については疑問がある)。IVA-2 を 90°C で 48hr 処理して刃口距離を変化して切削した裏割れ率を Table 11~12 に示す。IVA-2 のような材質のクルイン材なら、処理温度 90°C で刃口距離を送り厚さと同じくらいにして切削すれば、裏割れの微少な単板が得られるといえる。

◎ 心板を考慮して、IVA-3 の原木を用いて単板厚さ 2mm, 3mm の切削を行なったが、原木量が少なく系統的な実験結果にはならなかったが参考

Table 7. 無処理材の刃口距離を変化した場合の裏割れ率
Rate of lathe check at each incline opening at green condition.

原木番号*3	送り厚さ mm*1	1.02		
	刃口距離 mm*2	0.99	1.04	1.09
IVA-2		32.2 (20~70)	44.0 (30~60)	58.2 (40~70)

(注) 刃物角 21°, 逃角 40'~50' (Note) Knife angle: 21°, Clearance angle: 40'~50'

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

Table 8. Table 7 の裏割れ率の頻度
Frequency of lathe check on Table 7.

裏割れ率*3 (%)	送り厚さ*1 mm	1.02		
	刃口距離*2 mm	0.99	1.04	1.09
20 以下 Under 20		25.9 (7)	—	—
20~40		63.0 (17)	48.0 (12)	9.1 (2)
40~60		7.4 (2)	52.0 (13)	68.2 (15)
60~80		3.7 (1)	—	22.7 (5)
80 以上 Over 80		—	—	—
1cm あたりの本数 Number of lathe check per cm		(9)	(8.3)	(7.3)

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

*1 Thickness of veneer *2 Incline opening *3 Rate of lathe check

Table 9. 各煮沸温度、時間における裏割れ率
Rate of lathe check at each cooking temperature and time. %

原木番号 Mark of log	温度・時間 hr Temp. & Time	無処理 Green condition	60°C		80°C				90°C				
			24	24	48	72	平均 Mean	24	48	96	120	平均 Mean	
IVA-2			58.2	42.7	23.1	24.3	22.5	23.3	18.3	17.8	16.2	15.0	16.8
			(40 ~70)	(30 ~70)	(20 ~30)	(10 ~30)	(10 ~40)	(10 ~40)	(10 ~30)	(10 ~30)	(10 ~20)	(10 ~20)	(10 ~30)

(注) 送り厚さ 1.02 mm, 刃物角21°, 逃角40'~50', 刃口距離1.09 mm
(Note) Thickness of veneer: 1.02 mm, Knife angle: 21°
Clearance angle: 40'~50', Incline opening: 1.09 mm

Table 10. Table 9 の裏割れ率の頻度
Frequency of lathe check on Table 9. %

裏割れ 率(%) Rate of lathe check	温度時間 (hr) Temp. & Time	無処理 Green condition	60°C		80°C				90°C			
			24	24	48	72	平均 Mean	24	48	96	120	平均 Mean
20 以下 Under 20		—	—	69.2 (9)	57.1 (8)	65.0 (13)	63.8 (30)	75.0 (9)	88.9 (8)	100 (13)	100 (10)	90.9 (40)
20~40		9.1 (2)	54.6 (12)	30.8 (4)	42.9 (6)	35.0 (7)	36.2 (17)	25.0 (3)	11.1 (1)	—	—	9.1 (4)
40~60		68.2 (15)	40.9 (9)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60~80		22.7 (5)	4.5 (1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80 以上 Over 80		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1cm あたり本数 Number of lathe check		(7.3)	(7.3)	(4.3)	(4.7)	(6.7)		(4)	(3)	(4.3)	(3.3)	

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

Table 11. 煮沸処理材を刃口距離を変化した場合の裏割れ率
Rate of lathe check at each incline opening at cooking condition. %

原木番号*3	送り厚さ*1 mm	1.02		
	刃口距離*2 mm	0.99	1.04	1.09
IVA-2		不 明	14.4 (10~20)	17.8 (10~30)

(注) 処理条件: 90°C—48hr
刃物角: 21°
逃 角: 40'~50'
(Note) Cooking condition: 90°C—48hr
Knife angle: 21° Clearance angle: 40'~50'

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

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

裏割れ率(%)*3	送り厚さ*1 mm	1.02		
	刃口距離*2 mm	0.99	1.04	1.09
20 以下 Under 20		—	100 (9)	88.9 (8)
20~40		—	—	11.1 (1)
40~60		—	—	—
60~80		—	—	—
80 以上 Over 80		—	—	—
1cm あたりの本数 Number of lathe check per cm		(0)	(3)	(3)

(注) () 裏割れの本数

(Note) () Number of lathe check.

*1 Thickness of veneer *2 Incline opening *3 Rate of lathe check

Table 13. 無処理材の厚もの単板の裏割れ率
Rate of lathe check appeared in thick veneer at green condition. %

原木番号*3	送り厚さ*1 mm	2.03			3
	刃口距離*2 mm	1.93	2.03	2.16	2.9
IVA-3		35.6 (20~50)	41.1 (30~60)	62.6 (50~90)	51.3 (36~71)

(注) 刃物角: 21°, 逃角: 40'~50'

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

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

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

裏割れ率*3	送り厚さ*1 mm	2.03			3
	刃口距離*2 mm	1.93	2.03	2.16	2.9
20 以下 Under 20		18.8 (6)	—	—	—
20~40		56.2 (18)	73.0 (27)	—	23.1 (6)
40~60		25.0 (8)	27.0 (10)	58.1 (18)	57.7 (15)
60~80		—	—	35.5 (11)	1.92 (5)
80 以上 Over 80		—	—	6.4 (2)	—
1cm あたりの本数 Number of lathe check per cm		(10.7)	(12.3)	(10.3)	(8.7)

(注) (): 裏割れ本数

(Note) (): Number of lathe check.

*1 Thickness of veneer *2 Incline opening *3 Rate of lathe check

Table 15. 煮沸処理材の厚みの単板の裏割れ率
Rate of lathe check appeared in thick veneer at cooking condition. %

原木 番号*3	送り厚さ mm*1	2.03			3
	刃口距離*2 mm	1.93	2.03	2.16	2.90
IVA-3	不明	18.5 (10~30)	23.5 (10~40)	不明	

(注) 処理条件: 90°C—48hr

刃物角: 21°, 逃角: 40'~50'

(Note) Cooking condition: 90°C—48hr

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

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

Table 16. Table 15 の裏割れ率の頻度
Frequency of lathe check on Table 15. %

裏割れ 率%*3	送り厚さ mm*1	2.03			3
	刃口距離*2 mm	1.93	2.03	2.16	2.90
20 以下 Under 20	—	75.0 (15)	57.7 (15)	—	
20~40	—	25.0 (5)	42.3 (11)	—	
40~60	—	—	—	—	
60~80	—	—	—	—	
80 以上 Over 80	—	—	—	—	
1cm あたりの本数 Number of lathe check per cm	(0)	(6.7)	(8.7)	(0)	

(注) (): 裏割れの本数

(Note) (): Number of lathe check.

*1 Thickness of veneer *2 Incline opening *3 Rate of lathe check

のために一応の数値を Table 13~16 に示した。

ii) 切削初期の単板厚さ

刃口距離をせばめて裏割れ率を減少させようとする、切削初期において薄むけの現象がおきる。この原因は機械的条件に左右されることはもちろんのこと、刃口距離以外の切削条件にも左右されるので、一般的な数値で表わすことはできないが、今回使用した機械条件での刃口距離を変化したときの初期単板厚さの結果を Fig. 7~10 に示す。無処理材、処理材ともに、ノーズバーの作用をさせない刃口距離で切削した場合、切削初期の単板が送り厚さより厚い結果となったが、これはナイフに力が加わると開くためではないかと思われる(特にかたい材の場合)。またむきあらびを測定しているとも考えられるが、これらの点については今後検討を加えることとする。

む す び

今回の実験を総合して、クルイン材も材質的に大きな差があるので、いままし実験を行なわないと適格

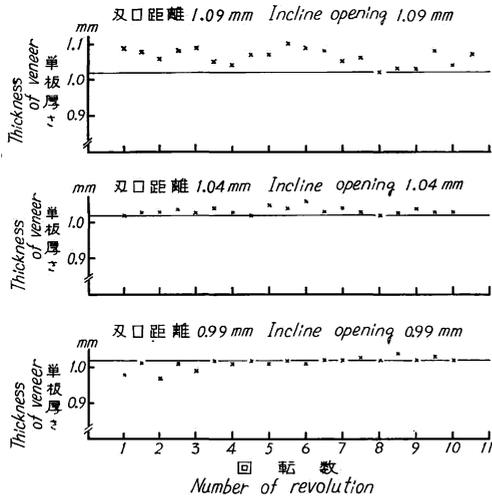


Fig. 7 刃口距離をかえて切削したときの初期単板厚さ(無処理材, IV A-2, 送り厚さ 1.02 mm)
Veneer thickness at the beginning of cutting with each incline opening (Green condition, IV A-2, Veneer thickness 1.02 mm).

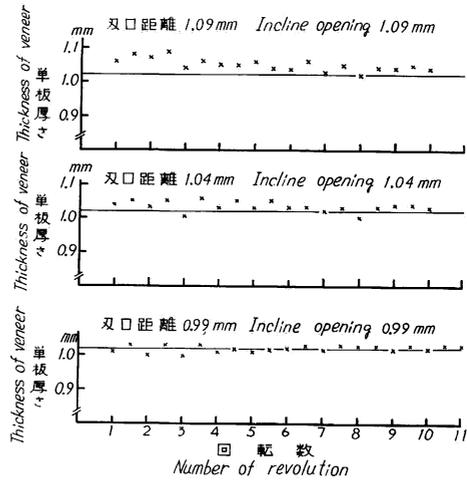


Fig. 8 刃口距離をかえて切削したときの初期単板厚さ(煮沸処理材, 90°C—48hr, IV A-2, 送り厚さ 1.02 mm)
Veneer thickness at the beginning of cutting with each incline opening (Cooking condition, 90°C—48hr, IV A-2, Veneer thickness 1.02 mm).

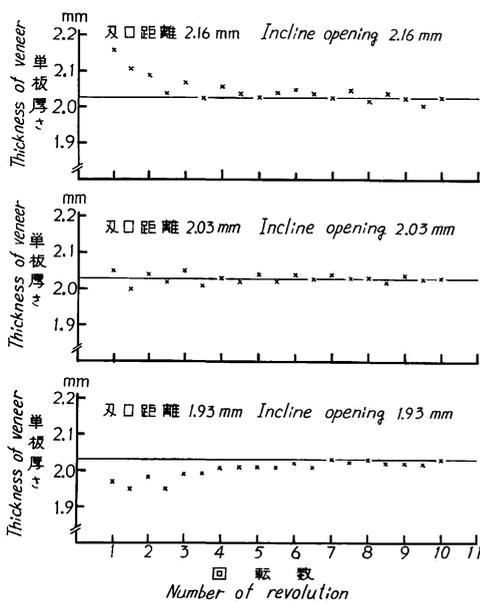


Fig. 9 刃口距離をかえて切削したときの初期単板厚さ(無処理材, IV A-3, 送り厚さ 2.03 mm)
Veneer thickness at the beginning of cutting with each incline opening (Green condition, IV A-3, Veneer thickness 2.03 mm).

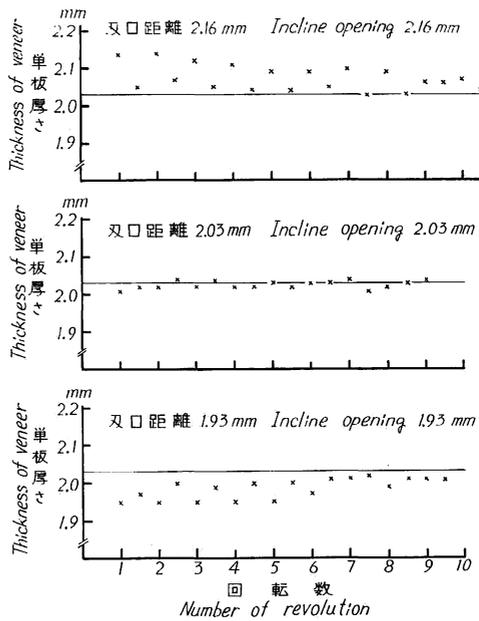


Fig. 10 刃口距離をかえて切削したときの初期単板厚さ(煮沸処理材, 90°C—48hr, IV A-3, 送り厚さ 2.03 mm)
Veneer thickness at the beginning of cutting with each incline opening (Cooking condition, 90°C—48hr, IV A-3, Veneer thickness 2.03 mm).

な数値であらわせないが、今回実験した IVA-2, 3, 4 のようなクルイン材ならば、切削の観点から無処理材では品質良好な単板は得がたいが、80°C 以上の煮沸処理を行ない、刃物角 20° くらい、刃口距離は送り厚さ 1mm くらいなら送り厚さとほぼ同じくらい、厚もの単板なら若干刃口をせばめて切削すれば良好な単板が得られるであろう。しかし、IVA-1 のような材質のクルイン材ならば切削上からは 90°C 以上の煮沸処理が望ましいが、現場では 90°C 以上の煮沸処理で切削することは困難なので、高温処理材をさらにノーズバーによって裏割れを減少せしめる方法が必要となる。これらの切削条件については別途実験中である。

VIII. Rotary Veneer cutting of Keruing Woods grown in Kalimantan

Yoshimasa Egusa

(Résumé)

This report dealt with the rotary veneer cutting and some mechanical properties which were considered to be pertinent to the quality of cut veneer on Keruing woods grown in Kalimantan.

The data obtained from tests of mechanical properties which comprised Brinell hardness, Young's modulus, bending strength and fictitious strain (direction of grain is perpendicular to the span) from each green or cooked log are shown in Tables 1~4.

In cutting test, green and cooked logs with each cooking condition were cut with the changing incline openings, and rate of lathe check was measured.

As a result, Keruing woods tested in this report showed different properties among logs.

And them, from the log IVA-2, 3 and 4 the following conditions were considered to be optimum cutting conditions to cut 1mm thick veneer.

Cooking temperature : 80°C

Knife angle : 20°

Incline opening : 1mm

Clearance angle : 40'~50'

For the log IVA-1, it was necessary to cook the log before cutting over 90°C.

X. カリマンタン産クルイン材の単板接着性

柳 下 正⁽¹⁾
嵯 峨 途 利⁽²⁾

はじめに

従来、合板原木として使用されている南洋材は、フィリピン産のラワン類が最も多く、アピトンを含む *Dipterocarpus* 属の木材はあまり使用されていないようであるが、将来はこの蓄積量の多いしかも比較的入手しやすい *Dipterocarpus* 属の木材を合板原木として使用せざるを得ない状態になるであろう。この属の木材は含有成分が多くて、接着にも問題があるといわれてきた。

今般、南洋材の性質に関する一連の研究にカリマンタン産のクルイン材が取り上げられることになり、本研究室では3本のクルイン原木から切削された単板の接着性について検討を行ない、その結果を報告する。

本試験に使用したクルイン原木

本試験において単板接着力試験に使用したカリマンタン産材クルイン原木は、IVA-2、IVA-3 および IVA-4 の記号の3本の原木である。

試 験

I. 単板接着力試験

1. 単板の調整

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

3本のクルイン原木の中で、IVA-2の原木から切削された単板は、1) 未処理の原木から切削された単板(以下、生単板という)、2) 80°Cの温度で48時間煮沸処理した原木から切削された単板(以下、80°C煮沸単板という)、3) 90°Cの温度で48時間煮沸処理した原木から切削された単板(以下、90°C煮沸単板という)である。

IVA-3およびIVA-4の原木から切削された単板は、それぞれ生単板のみであった。

これらの単板は Fig. 1 に示すごとく荒ムキをして辺材部分を除去した原木の外周から、内側にむかって約8~9cmの範囲 (Fig. 1の木口面の斜線部分)の部分から一連に切削し、所定の寸法に切断した。この切断した単板は乾燥を行なって単板含水率が7~8%になるようにした。

単板の調湿：7~8%までベニヤ・ドライヤーで乾燥した単板は温度20°C、関係湿度45%の室内で、各単板が室内空気に触れるようにして約20日間調湿した。

単板含水率：調湿後において単板は全乾法にて単板含水率を測定した。含水率は次のごとくであった。

(1) 木材部材質改良科応用研究室長 (2) 木材部材質改良科接着研究室員

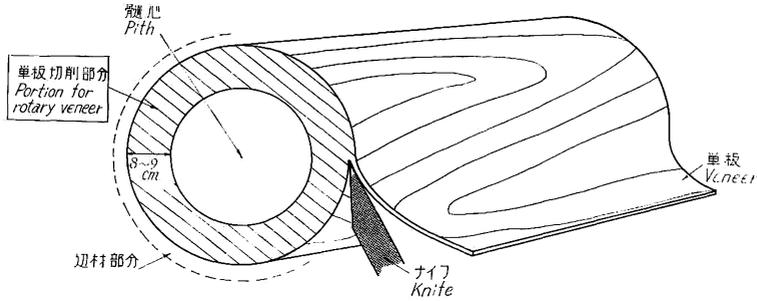


Fig. 1 クルイン原木の単板切削部分（荒ムキして辺材部分は除去した）
The cutting portion for rotary veneer of Keruing log (Sap wood portion is removed by pre-cutting).

- IVA-2・生単板 ……8.6~9.1%
- IVA-2・80°C煮沸単板 ……8.2~8.8%
- IVA-2・90°C煮沸単板 ……8.3~8.6%
- IVA-3・生単板 ……8.8~9.1%
- IVA-4・生単板 ……8.5~8.9%

単板の寸法：約31cm×31cm

2. 試験合板の調整

IVA-2 の原木から切削した生単板，80°C 煮沸単板および90°C 煮沸単板，ならびに IVA-3 と IVA-4 の原木から切削した生単板で，1 類タイプ（水溶性フェノール樹脂接着剤とメラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤の2種類）および2 類タイプ（ユリア樹脂接着剤）の試験合板を作製した。

試験合板の寸法：30cm×30cm

単板の構成：3 プライ，1.0mm+1.0mm+1.0mm

試験合板の数量：1 試験項目について各3枚。

試験合板の単板組合せ：本試験においては切削された各クルイン単板から試験合板をつくる場合に，原木の部位が単板接着力におよぼす影響をなるべく少なくするために，Fig. 2 および Fig. 3 に示した方法で試験単板を選定し，さらに試験合板を作製した。

すなわち，各クルイン原木（IVA-2，IVA-3 および IVA-4 の無処理原木：IVA-2の80°C 煮沸原木および90°C 煮沸原木）から切削された所定の寸法の単板のなかから，Fig. 2 に示したごとく原

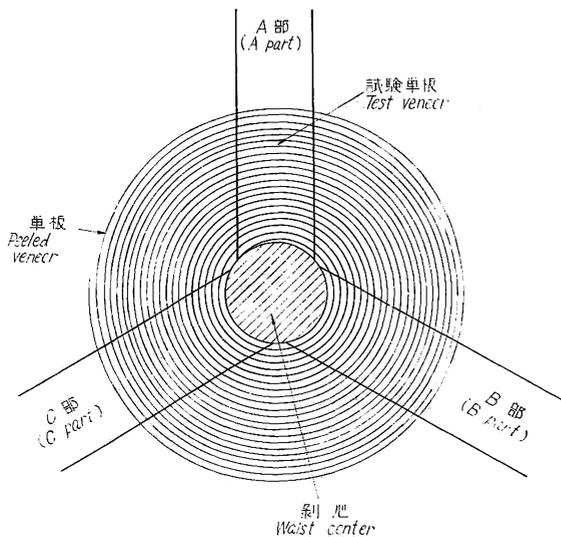
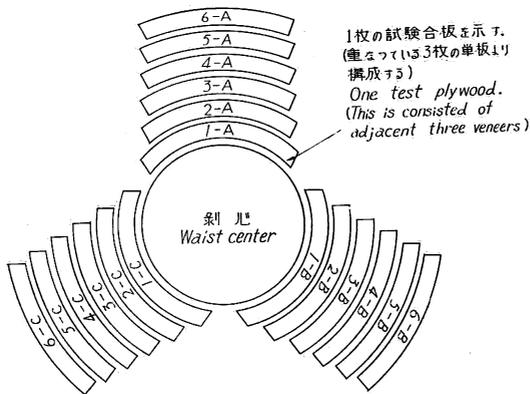


Fig 2 試験単板の採取方法
Sampling method of test veneers in a log.



- 1-A, 1-B, 1-C-----Phenol resin : spread 20g
- 2-A, 2-B, 2-C-----Melamin-urea resin : spread 20g
- 3-A, 3-B, 3-C-----Urea resin : spread 20g
- 4-A, 4-B, 4-C-----Phenol resin : spread 30g
- 5-A, 5-B, 5-C-----Melamin-urea resin : spread 30g
- 6-A, 6-B, 6-C-----Urea resin : spread 30g

Fig. 3 試験項目に対する試験合板のグループ分け
Grouping of test plywoods for test items.

木の中心から同一放射上の方向の3つの部分 (A部, B部およびC部) のなかの, しかも重なっている単板を選定して, これらの単板 (Fig. 2においてA, BおよびCの部分の単板を内層よりそれぞれA1~A18, B1~B18およびC1~C18とする) を試験単板とした。この場合, A, BおよびC部における同じ層の各単板, A1とB1とC1の3枚の単板は同一円周上の単板である。試験合板を作製する上においては, Fig. 2のそれぞれの部分の中の重なっている3枚の単板 (例: Fig. 2のA1, A2, A3またはC4, C5, C6など) を1枚の試験合板の表板単板, 中板単板および裏板単板として組み合わせた (Fig. 3の試験合板1-Aは試験単板A1+A2+A3を組み

合わせた。また試験合板5-CはC13+C14+C15を組み合わせた)。

試験合板は1試験項目 (接着剤の種類と塗布量の組合せ) について3枚作製したが, この3枚の試験合板は, Fig. 2に示すごとく同一円周上のそれぞれ3枚の試験単板を組み合わせたものである (Fig. 2およびFig. 3における, 1-A・1-B・1-C, または3-A・3-B・3-Cなどは1試験項目の3枚の試験合板である)。本試験においては1種類のクルイン単板において, 3種類の接着剤と2種類の塗布量で6つのグループの試験合板 (1グループは3枚の試験合板) を作製したが, 試験項目に対する試験合板のグループ分けを Fig. 3に示した。

試験合板の接着条件: 本試験の各類別の接着剤液配合割合および接着剤液の性質を Table 1に示した。また圧縮条件を Table 2に示した。

接着剤液塗布量: 各類別とも 20g/(30cm)² および 30g/(30cm)² の2種類とした。

3. 接着力試験

本試験においては, 引張剪断接着力試験および浸漬はくり試験を行なってクルイン単板の接着性を検討した。

a) 引張剪断接着力試験

1類 (フェノール樹脂接着剤およびメラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤) および2類の試験合板に対して行なった。試験機は500kgアムスラー型合板引張試験機を使用し, 試験時のカウンターバランスは200kgとした。試験片は日本農林規格 (以下, JASという) のB型試験片を採用し, 試験合板3枚からランダムに40片採取し, 半数(20片)の試験片は順切込試験片, 残り半数(20片)は逆切込試験片とした。

各類別の試験条件は次のとおりである。

1類試験条件: 煮沸くり返し試験 (試験片を沸とう水中に4時間浸漬した後, 60±3°Cの温度で20時間乾燥し, さらに沸とう水中に4時間浸漬し, これを室温の水中に試験片がさめるまで浸漬し, ぬれたままの状態でする)。

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

配合剤および接着剤液の性質 Formulation and performance of mixed glue		配合割合 (部) The mixing ratio (part)			
		1 類 Type I		2 類 Type II	
		P ①	M ②		
樹脂 Resin	フェノール樹脂接着剤 ③ Phenol resin	100			
	メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 ④ Melamin-urea co-condensation resin		100		
	ユリア樹脂接着剤 ⑤ Urea resin			100	
増量・充填 Extender and filler	クルミ殻粉 ⑥ Nut shell flour	10			
	小麦粉 ⑦ Wheat flour		13	15	
	水 (室温水) Water (Room temperature)	10	3	10	
硬化剤 Hardner	塩化アンモニウム (NH ₄ Cl) ⑧		1	1	
接着剤液の pH (20°C) pH of the glues (at 20°C)		⑨	10.5	6.7	5.7
接着剤液の粘度 (C P) Viscosity of the glues (at 20°C)		⑩	860	1275	1590

- ① Phenol resin
- ② Melamin-urea co-condensation resin
- ③ 日本ライヒホルド K.K. TD-638-HV (Japan Reichhold Chemical, Inc.: TD-683-HV)
- ④ 東洋高圧 K.K. ユーロイド 345 (Tôyô Kôatsu, K.K.: U-345)
- ⑤ 東洋高圧 K.K. ユーロイド 310 (Tôyô Kôatsu, K.K.: U-310)
- ⑥ 180 メッシュ粉末 Powder of 180 mesh
- ⑦ 日本製粉 K.K. 扇印 Nihon Seihun K.K.
- ⑧ 粉末 Powder
- ⑨ ガラス電極 pH 計 Glass electrodes pH meter
- ⑩ B型回転粘度計 BF Viscometer

Table 2. 各接着剤の圧縮条件
The condition of pressing in bonding.

接着剤 Glue		冷圧条件 Cold pressing		熱圧条件 Hot pressing		
		圧力 Pressure (kg/cm ²)	時間 Time (hr)	圧力 Pressure (kg/cm ²)	温度 Temperature (°C)	時間 Time (min)
1 類 Type I	P ①	10	1	8	140	3
	M ②	10	1	8	120	1.5
2 類 Type II		10	1	8	110	1.5

- ① P……Phenol resin
- ② M……Melamin-urea co-condensation resin

2類試験条件：温冷水浸漬試験（試験片を $60\pm 3^{\circ}\text{C}$ の温水中に3時間浸漬した後、室温の水中にさめるまで浸漬し、ぬれたままの状態で試験する。）

b) 浸漬はくり試験

本接着力試験は2類のみについて行なった。試験装置として使用した恒温水槽は容量40 l、乾燥器は容量250 lのものを使用した。試験片は試験合板3枚からランダムに4片採取し、試験片の寸法は7.5cm×7.5cmの大きさとした。

試験条件は次のとおりである。

浸漬はくり試験条件：試験片を $70\pm 3^{\circ}\text{C}$ の温水中に2時間浸漬し、その後直ちに $60\pm 3^{\circ}\text{C}$ の温度で3時間乾燥する。

試験条件のくり返し：上記試験条件の浸漬乾燥の工程を1サイクルとしてこれを10回くり返した。個々の試験片についてはあらかじめ規定した判定基準に達したときのくり返し回数をもって接着力を判定し、各項目については4片の試験片の判定基準に達したときのくり返し回数の平均をもって接着力を判定した。

判定基準：試験片の1辺の1接着層において生じたはくりが、辺長の1/3の長さ（合計長さ）の場合を判定基準とした。

4. 比較試験合板

さきに報告したサラワク産材、カンボジア産材および北ボルネオ産材の単板接着性試験と同様に、本試験においてもレッド ラワン単板の接着力試験を行なってクルイン単板接着力と比較した。レッド ラワンは多くの南洋材の中で合板に対して従来から量的に多く使用されており、また樹種的にも良く知られている木材であるために、比較として選定したものである。

このレッド ラワンは、フィリピン・リヤング産で *Shorea negrosensis* Foxw. である。また単板は当部加工研究室で切削した煮沸単板（ 90°C の温度で48時間煮沸処理をした原木から切削した単板）であり、生単板は使用しなかった。

II 可溶分の抽出試験

本試験では、記号 IVA-2 のクルイン原木に対して、アルコール・ベンゼン可溶分、熱水可溶分、冷水可溶分および1%水酸化ナトリウム可溶分を日本工業規格（以下、JISという）に準じて測定し、それぞれの抽出率を算出した。

1. 試料の採取方法

試料の採取は、JIS P8001—1959：1962 確認（パルプ材分析用試料の採取方法と調製方法）に準じた。

試料を採取した原木の部位は Fig. 4 に示したごとく、単板切削原木に隣接した幅約15cmの部分の煮沸処理を行なわない原木から採取した。この原木から試料を採取した部分は、接着力試験用の単板を切削した部分（荒むきした後の約8~9cmの範囲）と同一の範囲を対象としたが、たまたま入手したこの原木が辺材部分がついていたので、単板切削部分の試料に加えて辺材部分と樹心に近い部分からも試料を採取した。

試料採取部分は次のとおりである。

辺材部分

心材部分1 (単板切削部分)

心材部分2 (樹心に近い部分)

これらの試料採取原木を気乾まで天然乾燥した後に丸鋸で横びきした後、その鋸くずを鉄分を除いた後標準フルイ (250 μ ・60メッシュのフルイを通過し、177 μ ・80メッシュのフルイにとどまった粒度の木粉) にかけて試料とした。

2. アルコール・ベンゼン可溶分抽出試験

J I S P 8010—1961 : 1962 確認 (パルプ材のアルコール・ベンゼン可溶分試験方法) に準じて行なった。

3. 熱水可溶分抽出試験

J I S P 8005—1959 : 1962 確認 (パルプ材の熱水可溶分試験方法) に基づいて行なった。この試験に使用した蒸留水は pH6.70 であった。

4. 冷水可溶分試験

J I S P 8004—1959 : 1962 確認 (パルプ材の水分可溶分試験方法) に準じて行なった。この試験に使用した蒸留水は pH6.80 であり、抽出試験を行なった温度は 20°C であった。

5. 1%水酸化ナトリウム可溶分試験

J I S P 8006—1959 : 1962 確認 (パルプ材の1%水酸化ナトリウム可溶分試験方法) に基づいて行なった。

6. 各可溶分試験はそれぞれ3回行なった。

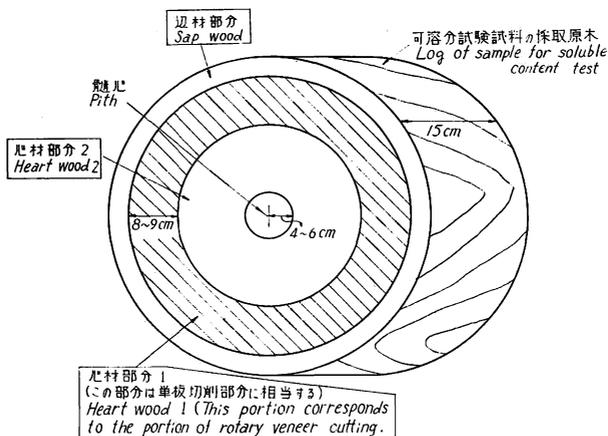


Fig. 4 クルイン原木の可溶分試験試料の採取部分
The portions samples for soluble content test in a Keruing log.

結果と考察

I 単板接着力試験結果

単板接着力試験結果を、Table 3, 4, Fig. 5, 6 および Fig. 7 に示した。

(1) Fig. 5 から、フェノール樹脂接着剤で接着した1類試験合板接着力 (以下、1類Pという) はレッド ラワン試験合板接着力 (以下、レッド ラワンという) に比較して、塗布量 20g (以下、20g という) の場合には各クルイン単板はわずかであるがレッド ラワンより良い結果であり、塗布量 30g (以下、30g という) の場合にはクルインの生単板はレッド ラワンと大体同じであるが若干低い結果であったが、煮沸単板はレッド ラワンより向上した。

Fig. 6 から、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤で接着した1類試験合板接着力 (以下、1類Mという) はレッド ラワンに比較して、各生単板は20gおよび30gともにレッド ラワンより多少高い結果を示したが、煮沸単板はレッド ラワンより顕著に良い結果を示した。レッド ラワンは1類Pと1類Mの間では1類Pの方がかなり接着力は高かった。

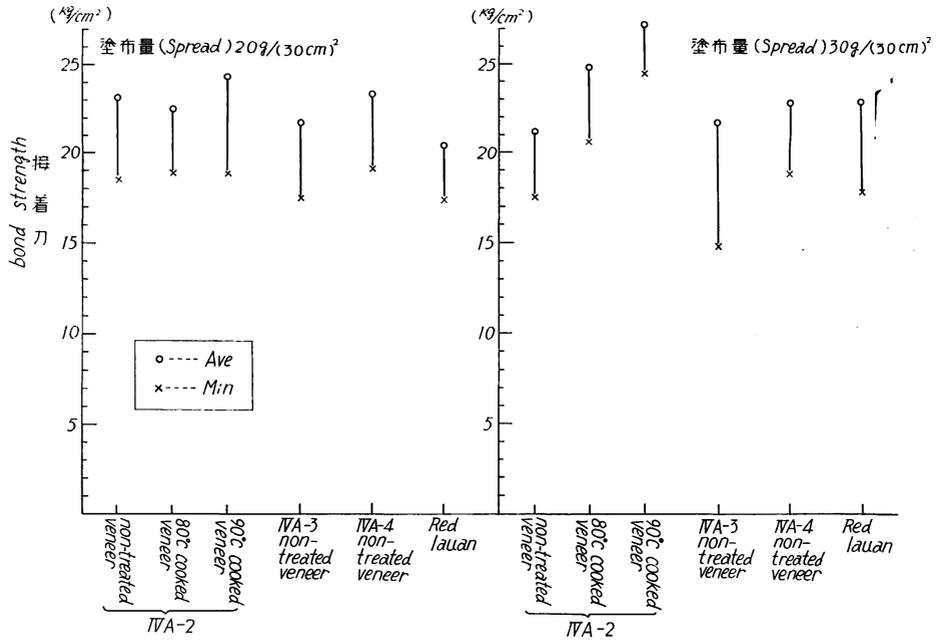


Fig. 5 クルイン材単板の1類引張剪断接着力試験結果 (フェノール樹脂接着剤)
The result of bond strength (Shear strength test) in Keruing veneer
(Phenol resin—type I).

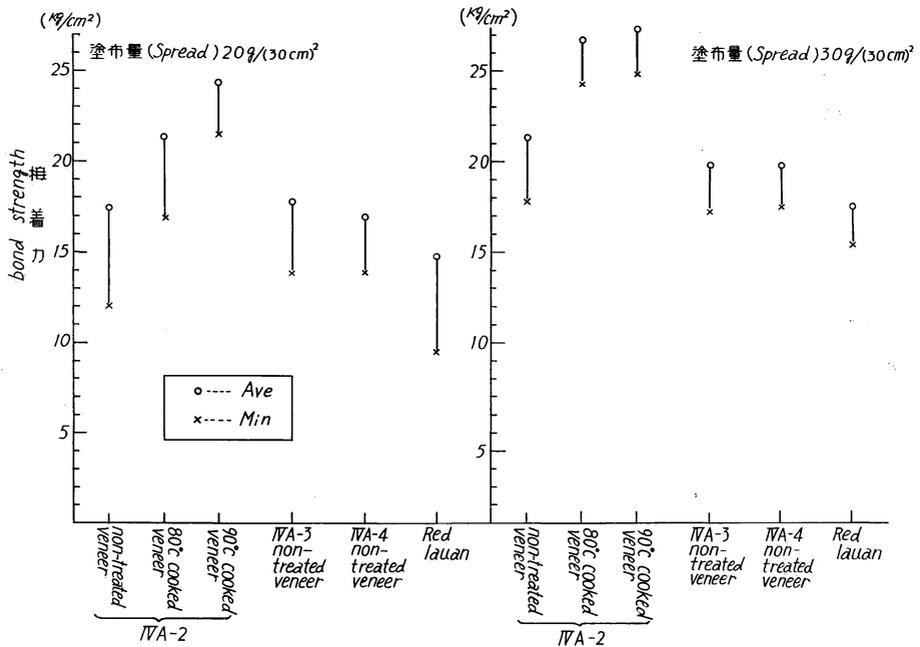


Fig. 6 クルイン材単板の1類引張剪断接着力試験結果 (メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤)
The result of bond strength (Shear strength test) in Keruing veneer
(Melamin-urea co-condensation resin—type I).

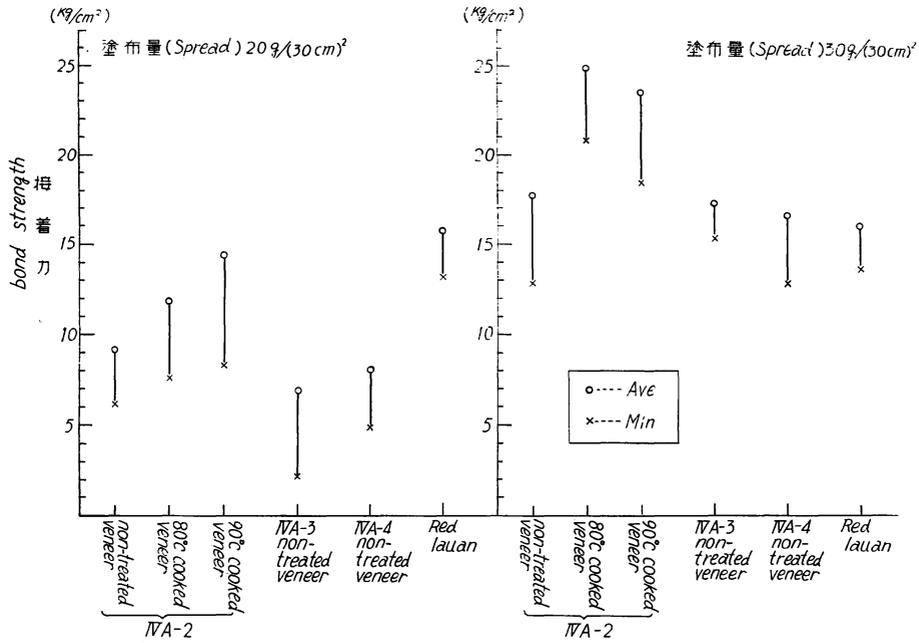


Fig. 7 クルイン単板の2類引張剪断接着力試験結果 (ユリア樹脂接着剤)
The result of bond strength (Shear strength test) in Keruing veneer
(Urea resin—type II).

Fig. 7 から、2類タイプのユリア樹脂接着剤 (未濃縮タイプ) で接着した試験合板接着力 (以下、2類という) の引張剪断接着力試験において、20g の場合には全体的にレッド ラワンより低い結果であり、30g の場合にはレッド ラワンより生単板はわずかに高い結果であったが煮沸単板はかなり向上した。

2. 引張剪断接着力試験の結果から次のごとく考察した。

1類Pの場合では塗布量などの各条件にかかわらず、各クルイン単板はレッド ラワンとあまり差異がなく、レッド ラワンもクルイン単板もともに接着力は特に良好であり、本試験の範囲では十分満足すべき接着力が得られると思われる。

1類Mの場合ではレッド ラワンより良好であったが、しかし20gの場合では90°C煮沸単板以外の各クルイン単板とレッド ラワンの接着力はかなり低い値であり、とくに生単板の接着力最低値をJASのラワン類の最低基準 (7kg/cm²……ラワンおよびシナ) より、非常にわずかに高い結果であった。この値は本試験のごとく実験室的に切削された品質の単板を使用し、引張剪断接着力試験に最も影響の少ない1.0mm等厚の単板構成で十分に配慮した接着操作によって得た結果であるので、必ずしも安定した接着力であるとは思えない。30gの場合では20gよりかなり向上したが、煮沸単板以外では1類Pに比較してかなり低い結果であった。しかし、一応満足すべき接着力であると考えられる。

2類の場合では塗布量によって大きな差異が生ずるものと思われる。20gの場合ではJASの接着力判定以下であったが30gの場合にはかなり向上した。2類においては塗布量が少ない (20g程度) ときは十分な合板接着力が得られず、かなり塗布量を増加 (30g程度) する必要があると考えられる。また塗布量が20gのとき、1類Mの場合では煮沸単板はかなり向上するが、2類の場合では煮沸単板でも満足する接着力に達せられないものと思われる。

Table 3. クルイン単板の接着力試験結果 (引張剪断接着力) The result of bond strength for Keruing veneers (Bond shear strength).

類別 Type	塗布量 Glue spread g/(30cm) ²	原木処理 Treatment of peeler	原木記号 Mark of log	接着力 Bond strength (kg/cm ²)									木破率(%) Wood failure		
				順 Closed			逆 Open			順逆平均 Ave.			Ave.	Max.	Min.
				Ave.	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.			
1 P⑧ (Type I)	20	生単板 Non-treated veneer	IVA-2	24.5	27.7	21.5	21.6	26.2	18.5	23.1	27.7	18.5	31	100	20
			IVA-3	23.2	27.4	19.4	20.1	23.1	17.5	21.7	27.4	17.5	27	100	0
			IVA-4	24.9	27.2	21.5	21.6	24.0	19.1	23.3	27.2	19.1	49	100	20
	30	煮沸単板 Cooked veneer	IVA-2①	23.4	27.4	19.1	21.7	25.2	18.8	22.5	27.4	18.8	27	60	20
			IVA-2②	24.9	27.7	22.1	23.7	25.8	18.8	24.3	27.7	18.8	26	60	20
			* RL②	20.8	23.7	18.5	19.9	22.5	17.5	20.4	23.7	17.5	33	80	20
20	生単板 Non-treated veneer	IVA-2	22.1	24.6	20.0	20.2	24.3	17.5	21.2	24.6	17.5	30	100	20	
		IVA-3	22.1	27.1	20.6	21.2	25.2	14.8	21.7	27.1	14.8	27	100	0	
		IVA-4	23.7	27.4	19.7	21.8	25.8	18.8	22.8	27.4	18.8	29	100	20	
30	煮沸単板 Cooked veneer	IVA-2①	25.6	27.3	22.2	24.0	26.8	20.6	24.8	27.3	20.6	24	80	0	
		IVA-2②	27.7	29.8	24.6	26.6	28.9	25.2	27.2	29.8	24.6	25	40	20	
		* RL②	23.5	26.8	18.8	22.4	25.8	17.8	22.9	26.8	17.8	40	100	20	
1 M④ (Type I)	20	生単板 Non-treated veneer	IVA-2	19.2	22.5	16.0	15.6	17.8	12.0	17.4	22.5	12.0	39	100	20
			IVA-3	18.6	20.3	16.6	17.0	19.1	13.8	17.8	20.3	13.8	28	100	0
			IVA-4	17.2	19.7	14.8	16.5	19.4	13.8	16.9	19.7	13.8	27	60	0
	30	煮沸単板 Cooked veneer	IVA-2①	21.5	23.1	16.9	21.1	23.4	17.5	21.3	23.4	16.9	22	40	0
			IVA-2②	24.7	26.1	22.5	23.9	25.5	21.5	24.3	26.1	21.5	32	40	20
			* RL②	15.5	18.8	9.5	14.2	18.2	11.1	14.8	18.8	9.5	20	40	0
20	生単板 Non-treated veneer	IVA-2	22.3	24.9	18.8	20.3	23.4	17.8	21.3	24.9	17.8	22	100	0	
		IVA-3	20.3	22.1	18.2	19.2	20.3	17.2	19.8	22.1	17.2	37	100	0	
		IVA-4	20.6	22.5	18.5	19.0	20.9	17.5	19.8	22.5	17.5	30	60	0	
30	煮沸単板 Cooked veneer	IVA-2①	27.4	30.5	24.9	26.0	30.2	24.3	26.7	30.5	24.3	28	80	0	
		IVA-2②	27.7	31.3	27.1	26.9	28.3	24.9	27.3	31.3	24.9	30	40	20	
		* RL②	17.6	19.7	15.4	17.3	19.7	15.4	17.5	19.7	15.4	21	40	20	
2 類 (Type II)	20	生単板 Non-treated veneer	IVA-2	9.7	15.6	8.9	11.8	15.4	9.2	12.1	15.6	8.9	23	40	0
			IVA-3	7.3	14.5	2.5	6.5	13.8	2.2	6.9	14.5	2.2	9	20	0
			IVA-4	8.4	13.8	4.9	7.5	10.4	5.5	8.0	13.8	4.9	14	20	0
	30	煮沸単板 Cooked veneer	IVA-2①	12.5	18.2	7.7	11.4	15.1	8.9	11.9	18.2	7.7	15	40	0
			IVA-2②	15.0	20.6	11.1	13.7	18.8	8.3	14.4	20.6	8.3	20	40	0
			* RL②	15.9	18.8	14.5	15.4	17.2	13.2	15.7	18.8	13.2	25	40	20
20	生単板 Non-treated veneer	IVA-2	18.4	20.9	13.2	16.9	19.4	12.9	17.7	20.9	12.9	30	80	0	
		IVA-3	17.0	20.6	14.5	16.1	19.4	12.9	16.6	20.6	12.9	24	60	0	
		IVA-4	17.8	20.6	16.0	16.8	18.8	15.4	17.3	20.6	15.4	34	60	0	
30	煮沸単板 Cooked veneer	IVA-2①	25.0	27.2	22.1	24.7	30.5	20.9	24.9	30.5	20.9	31	80	20	
		IVA-2②	24.2	27.7	18.5	22.8	26.2	18.5	23.5	27.7	18.5	26	40	0	
		* RL②	16.3	19.4	13.8	15.7	17.8	14.5	16.0	19.4	13.8	9	40	0	

* RL...Red lauan, ① 80°C cooked veneer, ② 90°C cooked veneer, ⑧ 1P...Type I (Phenol resin), ④ 1M...Type I (Melamin-urea resin)

Table 4. 2類浸漬はくり接着力試験結果
The results of soak delamination test of type II.

原 木 号 Mark of log	原木処理 Treating of log	試験片 Test piece	試験条件のくり返し回数 Cycling of the test condition																① 単板の全乾比重 Specific gravity of veneer (Oven dry)	② 単板の幅方向収縮率(全乾) Shrinking percentage (oven dry) of veneer (derection for width)	
			塗布量 20g/(30cm) ² Spread 20g/(30cm) ²								塗布量 30g/(30cm) ² Spread 30g/(30cm) ²										
			1	2	3	4	5	6	×の平均くり返し回数 Averaged cyclic numbers of × of 4 test pieces		1	2	3	4	5	6	7	8			×の平均くり返し回数 Averaged cyclic numbers of × of 4 test pieces
IVA-2	生単板 Non-treated veneer	1 2 3 4	× × × △							1.25	△ ○ △ ○	△ △ △ ○	△ △ × △	× △ △ ×					5.0	0.71 (0.69~0.71)	11.7 (11.0~12.3)
IVA-3	生単板 Non-treated veneer	1 2 3 4	× △ × ×	×						1.25	○ ○ ○ △	△ △ △ △	× × × ×					3.5	0.69 (0.68~0.70)	11.5 (10.9~12.1)	
IVA-4	生単板 Non-treated veneer	1 2 3 4	× × × ×							1.0	○ ○ ○ △	△ △ △ △	△ × △ △	△ × × ×					5.0	0.65 (0.64~0.66)	11.2 (10.9~11.4)
IVA-2	80°C煮沸単板 80°C cooked veneer	1 2 3 4	△ × × ×	×						1.25	○ ○ ○ △	○ △ ○ △	× × △ △	× △ △ ×					4.5		
IVA-2	90°C煮沸単板 90°C cooked veneer	1 2 3 4	× △ × ×	×						1.25	○ ○ ○ ○	○ △ ○ ○	× △ △ ×	× × × ×					3.5	0.73 (0.70~0.74)	14.2 (13.6~14.8)
レッドラワン Red lauan		1 2 3 4	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ △	○ △ △ △	△ △ △ ×	△ △ △ △	× × × ×		5.5	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	△ △ △ △	△ △ × △	△ × × △	×		6.75	0.42 (0.40~0.44)	10.1 (9.5~10.8)	

○……はくりが生じない。The test piece of non-delamination.

△……はくりが生ずるも判定基準に達しない。The delamination of the test piece was less than 1/3 of the edge length.

×……判定基準以上のはくりが生じた。The delamination of the test piece was more than 1/3 of the edge length.

①②木材部加工科乾燥研究室測定結果。Measurement of Lumber Drying Laboratory.

3. Table 4から、引張剪断接着力試験を行なった同一の2類試験合板に対して浸漬はくり試験を行なった結果では、20gおよび30gともにレッド ラワンに比較して低下した。

20gの場合は引張剪断接着力試験の結果と同じように非常に低い結果であるが、引張剪断接着力試験では接着力が低い段階において、煮沸単板は生単板より向上したが、浸漬はくり試験では生単板と煮沸単板はいずれも同じように悪い結果であり、この結果はJASの2類浸漬はくり試験に不合格の結果であった。

30gでは20gの場合より接着力は向上したが、煮沸単板の接着力は引張剪断接着力試験のときとは逆に生単板より低下した。

以上の結果から、浸漬はくり試験の判定においても、本クルイン単板は塗布量が少ない場合は2類として十分な合板接着力が得られないものと考えられる。

4. 2類接着力試験において、引張剪断接着力試験の結果と浸漬はくり試験の結果の間において異なった傾向が見られたが、この原因についてははっきり解明することはできないが、試験方法の差異と各単板の品質の関係が原因のひとつであると考えられる。

この2つの試験はともに合板接着力を判定する試験方法であるが、これらは試験条件や接着力判定方法が異なっている。すなわち、引張剪断接着力試験は合板に膨張のみを与えて引張剪断荷重を加え、最大破壊強さを接着力として判定しているが、浸漬はくり試験では合板に膨張収縮を与えて、その結果接着層に生じたはくり長さを観察して判定をしている（JASでは試験条件1サイクル後に判定基準に達したか達しないかによって判定を行なっている）。

このような試験方法の差異は合板接着力の判定に対して時には異なった影響を与えるものと思われる。また、合板を構成する単板の品質の中で、試験条件にとくに大きく関与される因子が存在する場合には、特別な結果が生ずるであろうと考えられる。

本試験のクルイン単板接着力試験結果については、Table 4に示した単板収縮率（乾燥研究室において測定）が浸漬はくり試験に対してとくに大きな因子になったものと思われる。浸漬はくり試験の結果は、本クルインに比べて収縮率の小さいレッド ラワンが収縮率の大きいクルイン単板より良好であり、とくに収縮率のいちばん大きい煮沸単板が最も接着力は低下した。引張剪断接着力試験の場合には単板収縮率は、接着力に対して影響が小さかったものと思われる。

南洋材のなかには試験方法の差異によって、それらの結果が異なる場合があるが、すべての南洋材または本試験の範囲以外のクルイン材がこのようであるとは限らない。しかし、今後未開発の樹種を使用する場合、また単板品質の中の因子が特に影響することが多く考えられるので、十分注意することが必要であろう。

5. 本試験では記号IVA-2の原木について生単板と2種類の煮沸単板（80°Cおよび90°C）が切削されたが、引張剪断接着力試験の接着力では大体において1類、2類ともに前述のごとく煮沸単板の方が良好な結果であり、また煮沸温度も高い方が接着力は向上した。煮沸単板の方が接着力が向上した結果は、さきに行なったカンボジア産材¹⁾のクルインと同属（*Dipterocarpus* 属）のチュテール パンコイおよびチュテール サールでも同じ傾向が見られた。

原木煮沸の効果として考えられることは原木を高温水で長時間処理することによって生原木から切削された単板（生単板）より切削工程上で生ずる加工的品質（単板の裏割れ状態や面アラサなど）が向上し、また接着に有害な含有成分が溶出することなどが考えられる。合板の引張剪断接着力試験においても単板

の加工の品質が影響することは、現在までの実験²⁾³⁾によってもかなりはっきりした報告が出ている(単板の裏割れ深さや面アラサが大きくなると引張剪断接着剤試験による接着力は低下する)。本試験における、IV A-2のクルイン単板の加工研究室で測定を行なった生単板と煮沸単板の裏割れ状態は次のごとくである。

	裏割れ深さ (%)	裏割れ頻度 (本/cm)
生 単 板	58.2	7.3
80°C煮沸単板	24.3	4.7
90°C煮沸単板	17.8	3.0

この測定結果から煮沸単板の裏割れ状態は生単板より良くなり、煮沸温度の高いほど裏割れ状態は良くなっている。本試験の引張剪断接着剤試験の接着剤結果もこの裏割れ状態を含む加工の品質の向上がひとつの原因となって、煮沸単板の接着剤が向上したものと思われる。しかし、本試験では比較的小きな原木(原木長さは約35~40cmくらい)であるために、十分な煮沸処理ができたのであるが、実際の長い大径原木では処理効果を完全に行なうことは合板工場の設備や作業条件から見て困難なことと思われる。このような場合では完全とまでいかないまでも、多少処理を行ない、しかも接着剤液の塗布量を増加することが望ましい。

また、本試験のクルイン材では、原木を処理することによって生単板より煮沸単板の方が単板収縮率が大きくなった。2類浸漬はくり試験では引張剪断接着剤試験とは逆に、煮沸単板の方が生単板より早い期間に判定基準はくりが生じ、結果的に煮沸単板の方が接着剤が低下するという結果となったが、これは前述のごとく収縮率が大きな因子であると思われ、裏割れ状態その他より収縮率の影響が強く関与したものであろう。

6. 接着剤液の塗布量の影響については、全体的に30gの方が20gのときより接着剤が向上する傾向であった。

本試験の範囲内のカリマントン産材クルイン単板において、フェノール樹脂接着剤の場合には塗布量は20g程度以上で十分であると考えられ、またメラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤および未濃縮ユリア樹脂接着剤の場合には塗布量は30g程度で使用する必要があると考える。

7. 本試験におけるカリマントン産クルイン原木はIV A-2、IV A-3およびIV A-4の3本であったが、これらの原木の間では接着剤の大きな差異は見られないが、しかしIV A-2がわずかであるが良好な接着剤を示した。

8. 本試験における接着剤試験はすべて単板厚さ1.0mmの等厚3プライの合板について行ない、切削、乾燥、調湿ならびに接着操作は十分に配慮した実験室的処置によって行なったものである。このために、大きな単板構成比、単板製造工程中に生ずる単板品質の低下および不完全な接着操作などのような接着剤を低下させる因子は、極力最小限になるように注意したので、本試験の結果は一般に、工場作業条件で行なわれる場合よりもかなり高い値であると考えられる。

II 可溶分抽出試験結果

J I Sに準じて測定した可溶分抽出率結果をTable 5に、および林産化学部抽出研究室において測定した各有機溶剤による可溶分抽出率結果をTable 6に示した。

1. Table 5から、IV A-2の辺材部分、単板切削部分(心材部分1)および樹心に近い部分(心材部

Table 5. クルイン原木 (IVA-2) の可溶分抽出率*
The soluble content in Keruing log (IVA-2).

抽出率 Soluble content	試料採取部分 Portion of sampling	辺材部分 Sap wood	心材部分 1 (単板切削部分) Heart wood 1	心材部分 2 (樹心に近い部分) Heart wood 2
	アルコール・ベンゼン Alcohol-benzene	1.87	2.88	7.91
	熱水 Hot water	4.86	1.86	2.51
	冷水 Cold water	2.56	0.70	1.61
	1%水酸化ナトリウム 1% NaOH solution	19.59	16.93	19.90

* JIS に準じた測定。Measurement according with JIS.

Table 6. クルイン原木の有機溶剤による可溶分抽出率*
The soluble contents in Keruing logs by organic solvents.

クルイン原木 Log of Keruing	試料の重量 Weight of sample (g)	試料の絶対乾重さ Oven-dry weight of sample (g)	試料の含水率 M. C. of sample (%)	抽出率 Soluble content (%)				
				ヘキササン n-Hexane	エーテル Ether	アセトン Acetone	メタノール Methanol	合計 Total
IVA-2	15.55	14.38	13.11	0.88	0.17	1.26	1.56	3.87
IVA-3	13.18	11.48	12.86	1.49	0.20	0.52	0.72	2.91
IVA-4	14.08	12.21	13.21	1.53	0.23	0.63	1.06	3.45
IVA-1**	19.99	17.26	13.68	3.88	0.42	0.35	0.67	5.32

* 林産化学部抽出成分研究室にて測定。

Measurement of Wood Extractives Research Laboratory.

** IVA-1 の原木は単板接着は行わなかった。

分 2) の間において各可溶分抽出率にかなり差異が見られた。これらの部位のなかで単板を切削した部分が全体的に可溶分抽出率が少ない傾向であった。本試験では、この可溶分を測定したすべての部位から単板が切削されなかったため、各部分の抽出率と単板接着力との関係は検討できなかったが、これらの部分の素材接着力との関係については試験中である。しかし、この IVA-2 は材の湿潤性(ぬれ)に最も影響するアルコール・ベンゼン可溶分抽出率が樹心に近い部分に非常に多いため、中心に近い部分から切削された単板では接着力に影響があるのではないかと思われる。

カンボジア産材¹⁾の *Dipterocarpus* 属のチュテール パンコイおよびチュテール サールの 2 樹種の可溶分抽出率(1%水酸化ナトリウムは行わない)と比較すると、IVA-2 は熱水と冷水可溶分(単板切削部分)が少ないようであり、また各溶剤による溶出液が IVA-2 は非常にうすい色であった。同じ属の木材でも生育地や種が異なった場合には、かなり可溶分は成分的にも差異があるのではないかと思われる。

2. Table 6 は IVA-2, IVA-3 および IVA-4 の原木について、同一試料を各有機溶剤で抽出した結果である。各有機溶剤の合計抽出率は IVA-2 が最も多かった。しかし、アセトンおよびメタノールの可溶分、すなわち高分子フェノール系および単糖類は IVA-2 が IVA-3 および IVA-4 より多かったが、ヘキ

サンおよびエーテル可溶分、すなわち撥水性の大きい油脂や樹脂類は IV A-2 が最も少なかった。

本試験において IV A-2, IV A-3 および IV A-4 の各単板接着力の間ではあまり大きな差異は見られなかったが、IV A-2 の単板接着力が比較的良い結果であった。この各有機溶剤可溶分測定を行なった各試料の採取部分は本試験の単板切削部分とは必ずしも同一部位でないが、ヘキサンおよびエーテル可溶分抽出率の最も少ない IV A-2 は、IV A-3 および IV A-4 のクルイン単板より良好な接着力であった。

お わ り に

カリマンタン産の3本のクルイン原木 (IV A-2, IV A-3 および IV A-4) からロータリー切削した単板 (IV A-2のみは生単板と煮沸単板, IV A-3 と IV A-4 はそれぞれ生単板のみ) で、水溶性フェノール樹脂接着剤, メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤およびユリア樹脂接着剤を使って1類 (2種類) と2類のクルイン試験合板をつくり単板接着性を検討した。

1. 3本の原木の各単板接着力の間ではあまり大きな差異が見られなかったが、IV A-2 の接着力がわずかであるが良好であった。

2. 本クルイン単板は、水溶性フェノール樹脂接着剤の1類引張剪断接着力において、塗布量 (20g と 30g) にかかわらず最も安定した高い接着力を示したが、メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 (1類) およびユリア樹脂接着剤 (2類) の引張剪断接着力では、塗布量を30g程度まで多くする必要があると思われる。

3. 生単板と煮沸単板の接着力の間では、各原木および1, 2類ともに引張剪断接着力は煮沸単板の方が非常に向上した。しかし、2類浸漬はくり試験では煮沸単板の方が低い接着力を示したが、これは煮沸単板は生単板より単板収縮率が大きくなったことがひとつの原因であると考えられる。

4. IV A-2 の原木における J I S に準じて行なった可溶分抽出率試験において、原木の部位によって各溶剤可溶分抽出率に差異が見られたが、単板接着力との関連性については本実験の範囲では検討できなかった。しかし、樹心に近いほど撥水性成分が多いようであるために、本クルインでは単板切削部位によってはかなり影響が生ずるのではないかと思われる。

また、林産化学部で行なった有機溶剤による可溶分抽出率の結果から見て、3本の原木の中で油脂および樹脂類の抽出率の少ない IV A-2 の原木から切削された単板の接着力がわずかであるが、他の2本の原木より接着力が向上した。

文 献

- 1) 柳下 正・嵯峨途利・岡西高男：南洋材の性質 3 カンボジア産材 8 樹種の単板接着性, 林試研報, 194, pp. 65~84, (1966)
- 2) 柳下 正・江草義正：合板に関する研究 14報 単板の裏割れが合板の接着力に及ぼす影響, 林試研報, 176, pp. 173~184, (1965)
- 3) 嵯峨途利：提供単板の接着力試験について (昭和38年, 39年および40年度単板品質研究会報告), 合板工業 No. 33, No. 37, No. 41,
- 4) 柳下 正・嵯峨途利・岡西高男：南洋材の性質 2 サラワク産メランチ類木材の合板の接着力, 林試研報, 190, pp. 178~180, (1966)
- 5) 柳下 正・嵯峨途利：南洋材の性質 4 カプール材単板の接着性, 林試研報, 197, pp. 121~131, (1967)

X. Adhesion Faculty in Veneers of Keruing Woods grown in Kalimantan

Masashi YAGISHITA and Michitoshi SAGA

(Résumé)

This examination was conducted for the purpose of estimating the bond strength of plywood produced by rotary veneers of 3 logs (IVA-2, IVA-3 and IVA-4) of Keruing (*Dipterocarpus* sp.) grown in Kalimantan.

1. Quality of veneers.

The thickness of veneer was 1.0mm in all veneers. The IVA-2 log was divided into 3 parts, and these short logs were treated in each condition 1) non-treated, 2) 80°C · 48hr cooked, and 3) 90°C · 48hr cooked. The logs of IVA-3 and IVA-4 were not cooked.

2. Adhesives, glue spreading and pressing.

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

3. Test specimens.

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

4. Bond strength test.

(1) Bond shear strength test of plywood (for type I and type II) — These tests were measured by the cyclic boil test method for type I, and hot and cold soaking test method for type II of JAS.

(2) Soak delamination test of plywood (for type II) — This test was measured by type II soak delamination test method for type II of JAS.

5. The Red lauan plywood.

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

6. The measurement of soluble content in wood.

In this examination, alcohol-benzene soluble content, hot water soluble content, cold water soluble content and 1% NaOH solution soluble content in wood powders sampled in logs were measured in accordance with JIS, for estimating the relation to bond strength.

7. Result and observation

The results of bond strength tests are shown in Table 3, Fig. 3~Fig. 5 and Table 4 (This table is the result of type II soak delamination test). The results of measurement of soluble content are shown in Table 5 and Table 6.

The bond strength of type I plywood glued by phenol resin showed the highest value in two glue spreads. The bond strength values in type I plywood of melamin-urea co-condensation resin and type II plywood of urea resin were low strength values at the glue spread 20g/(30cm)², but the bond strength values in the plywoods of glue spread 30g/(30cm)² were superior to that of the glue spread 20g/(30cm)².

Among the three Keruing logs, the bond strength in the plywood produced by IVA-2 log showed better than the other logs.

In this examination it was recognized that the bond strength of cooked veneer was higher than that of non-treated veneer in the shear strength test of type I and type II. However, in the case of type II soak delamination test, the cooked veneer showed lower than the non-treated veneer.

[訂 正]

- (1) 材試研報 190号, 194号, 197号の南洋材の性質 1, 3, 5に用いた, チュテール サールおよび, スロール クラハムの学名中 Boxb. は Roxb. のあやまり。
- (2) 林試研報 190号 p. 50 Table 5 のコムニヤン α_t の 0.13 は 0.20, ロン リアン α_t の 11.73 は 11.98 のあやまり。
- (3) 林試研報 190号 p. 79 下から 9 行の板目材は柾目材のあやまり。
同号 p. 66 Table 4 の $1/h \times 10^{-2}$ は $1/h \times 10^{-3}$ のあやまり。