

輸入木材の性質

第8報 東南アジア産材の樹幹内の材質変動 (2)

藤田 晋輔

(森林利用学研究室)

昭和55年8月10日 受理

The Properties of Imported Wood

VIII The Variation of Specific Gravity and Mechanical Properties within the Stem of South-east Asian Timbers (2)

Shinsuke FUJITA

(Laboratory of Wood Utilization)

緒 言

輸入原木の材質を簡単に知り、活用先を現場で決定することができれば、利用者にとっては最も好都合である。本研究はこれまで長年にわたって使用されて来た東南アジア産材を含めたあらゆる輸入木材の基礎材質を明らかにし、あわせて材質を評価しうる因子を見出すことを目的にした一連の報告である。これまで輸入木材の比重と機械的性質の平均値およびそれらの相関などの総合的評価¹⁾、樹幹内の組織構造的特徴²⁾の報告は多くを見る。しかし、熱帯産材についての樹幹横断面半径方向の機械的性質に関する材質変動についての報告はまだ十分とはいえない。

多くの樹種の機械的性質の平均値を知るだけでなく、樹種間はもちろん樹幹内横断面半径方向の材質分布(丸太内の比重、物理的、機械的性質の変動)を可能な限り、広範に求めれば、東南アジア産木材に多いとされるブリットルハートの髄からの範囲(距離)もしくはその材質の目安などが得られる。これらのデータを得れば、東南アジア産材の1本の丸太から得た部材を家具コア材、造作用材や構造用材として振り分ける時に非常に有効であると考えられる。このような観点から本報では前報¹⁾に引き続き、東南アジア産6樹種の樹幹内横断面の髄から樹皮側に至る半径方向の比重および機械的性質の変動(分布)を検討した。

供試材料の肉眼的特徴および用途^{4,5,9,10)}

1. ペルポック Perupok (*Lophopetalum* sp.)

心辺材の区別は余り明瞭でなく、生材時では一般に辺材は心材よりも淡色である。新鮮な断面では桃色を帯びるが、乾燥すると淡黄色あるいは淡黄褐色を呈し、時にやや紫色を帯びる。木理は交錯、肌目はやや精、ないし精である。板目板は木部柔組織によるジグザグ模様を呈する。木材は軽軟ないし重硬のものがあ、気乾比重の幅は広く、本報で取扱った材の比重は0.22~0.61で最小値と最大値では約3倍の差を示すものであった。機械的性質はやや弱い。乾燥速度は比較的早く、品質低下も少ない。材の製材、加工とも容易で仕上りも良いが、釘打ちによる割れに対する抵抗性は低い。また材の耐久性は低いが、軽軟な材は薬剤注入処理が容易である。

利用：屋外や接地しての用途には不適。被覆下の構造用、パネル、家具、床材、箱材、彫刻、挽物細工などに用いられる。ラッカー塗装、ポリエステル塗装ともに木目がうき出し、比較的デザイン効果は良好^{10,11)}である。合板製造適性は中程度である。

2. ターミナリア *Terminalia* (*Terminalia* sp.)

ターミナリア属の樹種は約200種あり、環太平洋地域に広く分布している。この材の色調は幅広く、樹種によりかなり異なり、心辺材の区別は分かりにくい。本報で取扱った材の色調は黄緑色を帯びた淡褐色で、褐色ないし濃褐色の縞がある。肌目はやや精で、均齊

ないしは粗、木理は一般には通直であるが、時に交錯のはげしいものもある。気乾比重は地域によりかなり幅広く(0.3~1.0)、本報で取扱った材は0.37~0.69の範囲であった。強度的性質は中庸であり、加工適性も一般に良い。

時に交錯木理のため、鉋削性や接着性に幾分劣る。乾燥は容易なものから困難なものまであり、樹種により裂けや反りなどが起こりやすい。耐久性は一般に低く、虫害特にヒラタキクイムシやシロアリに弱い。防腐剤の注入は容易である。

利用：材に縞模様があるところから、屋内の装飾用としてスライスドベニアにしたり、キャビネット、家具に良いとされている。樹皮はタンニンを含み、染料用に供される。

3. カランパヤン *Kelanpajan (Antocephallus sp.)*

色調によっては心辺材の区別が出来ない。生材時の材色は淡黄色味を帯びた白色である。外気にさらされると淡黄色になる。木理は通直、肌目はやや精で均斉、特徴的な味、においや臭はない。木材は軽軟で気乾比重0.29~0.67であった。鋸断性、乾燥性、鉋削性ともに良好。塗装性、接着性も普通ないし良好である。乾燥に際し、青変菌に侵されやすい。耐久性は低く、接地材料としては不可。ヒラタキクイムシには侵されないが、シロリアには弱い。薬剤注入処理は極めて容易である。

利用：合板製造適性は普通ないし良好。屋内仕上げ材料、マッチ軸木、包装材、茶箱、玩具、挽物などに適している。

4. バユール Bajur (*Pterospermum sp.*)

心材の色調は生材時には明るいサモンピンクを呈するが、外気にさらされると淡褐色となり、ときに紫色を帯びる。辺材は濁った白色ないし淡黄褐色であるが、心材との境界ははっきりしない。木理は通直あるいはわずかに交錯する。肌目はやや精ないしやや粗であるが均斉。柔組織の層階状配列によってリップルマークが認められる。木材は軽軟ないしやや重硬である。製材、天然乾燥ともに容易であるが、わずかに表面割れを生ずる傾向がある。加工容易で仕上りは良好。機械的性質はおおむね中庸である。接地使用は耐久性に乏しい。シロアリと虫害に対しては、心材は抵抗性があり、辺材はやや抵抗性があるとされている。

利用：接地しない一般建築構造用、指物および一般的な屋内仕上げ材料、家具用に適している。本報で使用した材は塗装が困難であり、十分な目止め処理が必要であった¹¹⁾。挽材加工適性、合板製造適性はともに

普通程度である。

5. ペナラハン Penarahan (*Horsfieldia sp.*)

色調による心辺材の区別は明らかでない。木材の色調は淡褐色あるいは淡黄褐色で桃色味を帯びる。外側で若干淡色となる傾向がある。木理はほとんど通直で肌目はやや精ないしやや粗、ほぼ均斉である。道管の大きさは中ぐらいでやや少なく、チロースの発達は散在的、濃色の樹心部では沈積物で満されているのが普通。木材は軽軟ないしやや重硬で気乾比重は産地により0.54~0.71の報告があるが、本報で扱った材の気乾比重は0.36~0.69の範囲にあった。加工は容易で鉋削面は平滑である。乾燥に伴う欠点は少ない。強度的性能はやや小ないし中程度。材の耐久性は著しく低く、すべての種類の虫害にも侵されやすい。薬剤注入処理は比較的容易である。

利用：マッチ箱、軸木、包装用、へぎ板、コンクリート枠材などに利用され、また薬剤処理材は内装用や建具用に適する。接着は良好。合板製造適性は普通。

6. レサク Resak (*Vatica sp.*)

心辺材の区別は材の新鮮さがなくなるにつれて不明瞭となる。心材は鋸断直後、緑色を帯びた黄褐色で時間がたつと赤味を帯びた濃褐色となる。辺材は赤味を帯びた白色から淡黄褐色まであり、心材とははっきり区別しにくい。肌目はやや精、木理は通直ないしは浅く交錯している。垂直樹脂道がところどころに見られ、シリカも見られる。いくつかの報告によると、気乾比重は0.53~1.20の範囲にあるが、本報で取扱った材は気乾比重0.37~0.69の範囲であった。乾燥は非常に困難で反り、割れ、落ち込みが生じやすい。鋸断性、鉋削性も悪く、製材時の帯鋸も止まるほどであった。耐久性は比較的強く、虫害には強いとされている。

利用：文献¹²⁾によると重構造用、橋梁、車輛用、建築用、枕木等があげられているが、本報で使用した材は用材として使用するには疑問視されるものであった。

実験方法

供試材は未利用樹種として静岡県インドネシア(株)により輸入されたものである。積出港はインドネシア、西カリマンタン、ポンティアナック港であるが、樹高、原木の地上高などは不明である。各供試樹種の中から任意に基礎材質試験用にふりむけられた各樹種の2本の丸太より髓を中心にした厚さ3cmのまさ目板を製材し、約6ヶ月間通風のよい屋内に棧積し天然乾燥した。その後JIS規格にしたがって、それぞれの機械的性質試験片を作製した。各供試試験片は恒温恒湿実

験室 (25°C, R.H. 65%) で含水率 11~13% に調湿後、実験に供した。実験は各試験項目別に各樹種の横断面で髓 (樹心) から樹皮側に向って半径方向に連続採取した。各試験項目ともに1部位 2~4 個について測定した。本報では各樹種の機械的諸性質の樹幹横断面半径方向の変動 (実験値) の1例を図示した。図中、破線部分の測定は試験片に割れ、くされ、時に節などの欠点が存在し、測定することの出来なかった部位である。測定には東洋ポールドウィン製テンシロン UTM10,000 および東京衡機製アムスラー型強度試験機を使用した。実施した試験項目は次の通りである。

1. 曲げ試験 (曲げ強さ, 曲げ弾性係数)
2. 圧縮試験 (縦圧縮強さ)
3. 引張試験 (縦引張強さ)
4. 衝撃曲げ試験 (衝撃曲げ吸収エネルギー)
5. せん断試験 (まさ目面及び板目面のせん断強さ)
6. 硬さ試験 (まさ目面, 板目面及び木口面のブリネル硬さ)
7. 割裂試験 (まさ目面の割裂抵抗)

実験結果と考察

1. 樹幹内半径方向の比重の変動

比重は建築用, 家具用として木材を利用する時, 木材加工工程に大きく影響する因子であるので, 基礎的性質を知る上で特に重要な因子である。

本報で取り上げた6樹種の樹幹内半径方向の比重変動を各試験項目別に Figs. 1~7 に示した。樹幹内半径方向の比重の変動は既報同様次の3つのタイプ

- (1) 樹心部から外方 (樹皮側) に向って部位全体にわたってほぼ一定しているもの……ペナラハン, ペルポック, (ターミナリア)。
- (2) 樹心部から外方に向って上昇するもの……バユール, カランパヤン, ターミナリア。
- (3) 樹心部から外方に向ってやや下降経過をたどるもの……レサク, (ペルポック)。

に分類出来た。今, 比重の樹幹半径方向における最大と最小の比をとると, バユール: 2.25, ペナラハン: 1.93, カランパヤン: 1.73, ペルポック: 1.52, レサク: 0.74 およびターミナリア: 1.38 であつた。これらの比が最も大きいのはバユールであり, 最小を示すのはターミナリアの 1.38 である。

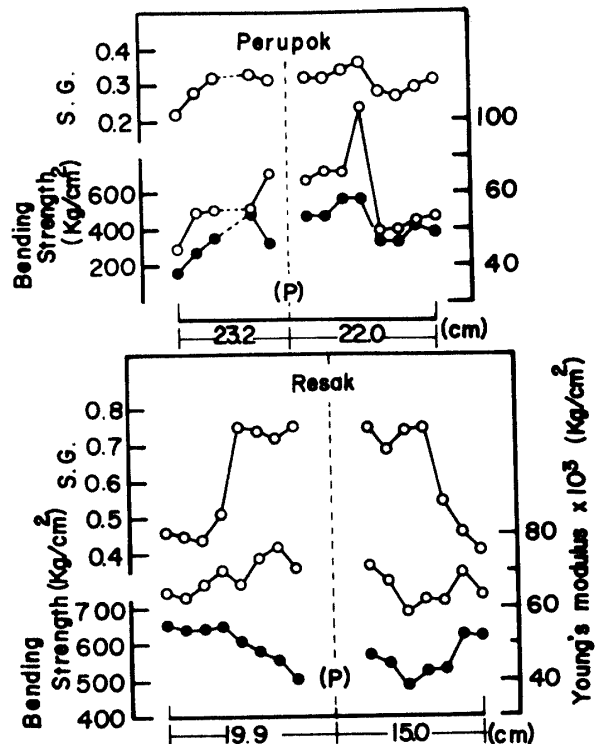
これまで樹幹内半径方向の比重の変動は髓近くに最大値を示す傾向があるとされている¹²⁾が, 本報で取扱った東南アジア産広葉樹ではレサクだけが樹心付近に最大の比重を示し, レサク以外の樹種は上述の傾向と

異なつた。

一般に比重の樹幹横断面半径方向の分布の差は, 原木の直径の大小に原因していると考えられている³⁾が, 本報で取扱った樹種は同程度の直径であるにもかかわらず, 異なつた傾向を示した。このようなことから, 原木の直径の大小は比重の樹幹横断面半径方向の分布の差の原因と考えられない。したがって, 樹種による特徴と考えた方が妥当と思われ, 東南アジア産広葉樹と国内産広葉樹は別の扱いをする必要があらう。

2. 曲げ試験

Fig. 1 に供試した各樹種に得られた曲げ強さ, 曲げ弾性係数の樹幹内半径方向の変動を示した。いずれの樹種でも曲げ強さおよび曲げ弾性係数の変動は比重のそれとはほぼ一致している。今, 樹種別の特徴を見るとペルポックは曲げ強さ, 曲げ弾性係数ともに樹心部で高く, 外方に向くにしたがって徐々に低下もしくはやや安定するようになる。ターミナリアは比重の樹幹内変動が小さいにもかかわらず, 曲げ強さ, 曲げヤング係数ともに変動が大きく, 樹心より外方に向けて減少し, 木部中央付近で極小値をとり, 外周部にいたって再び増大した。一方, カランパヤン, バユールの比重は樹心から外方へ向って増大するにもかかわらず, 曲げ強さ, 曲げ弾性係数は樹心から約 10~15cm のところで急に増大し, その後はほぼ安定する。この2樹種の内, バユールは樹心部付近の曲げ試験を行った試験



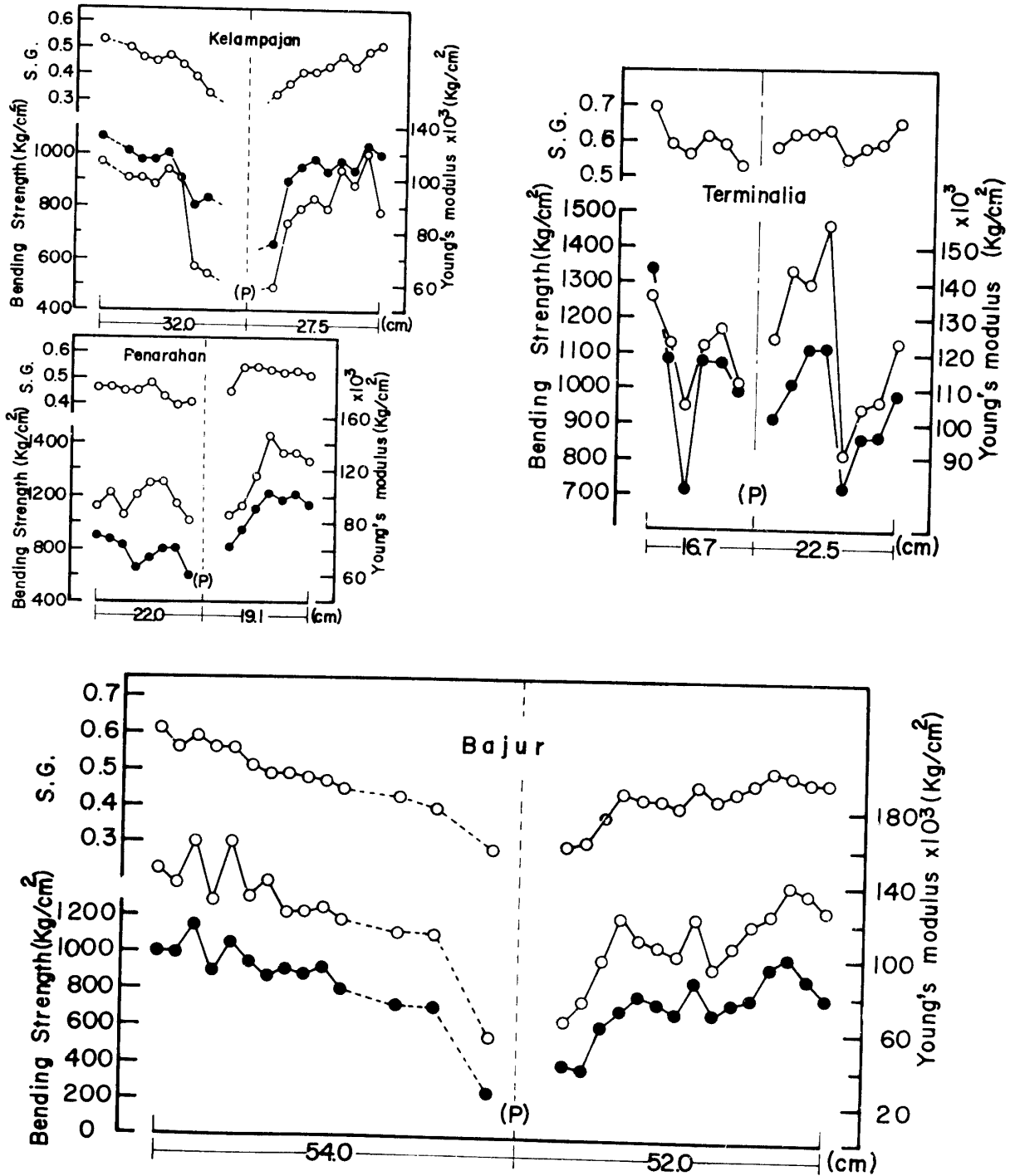
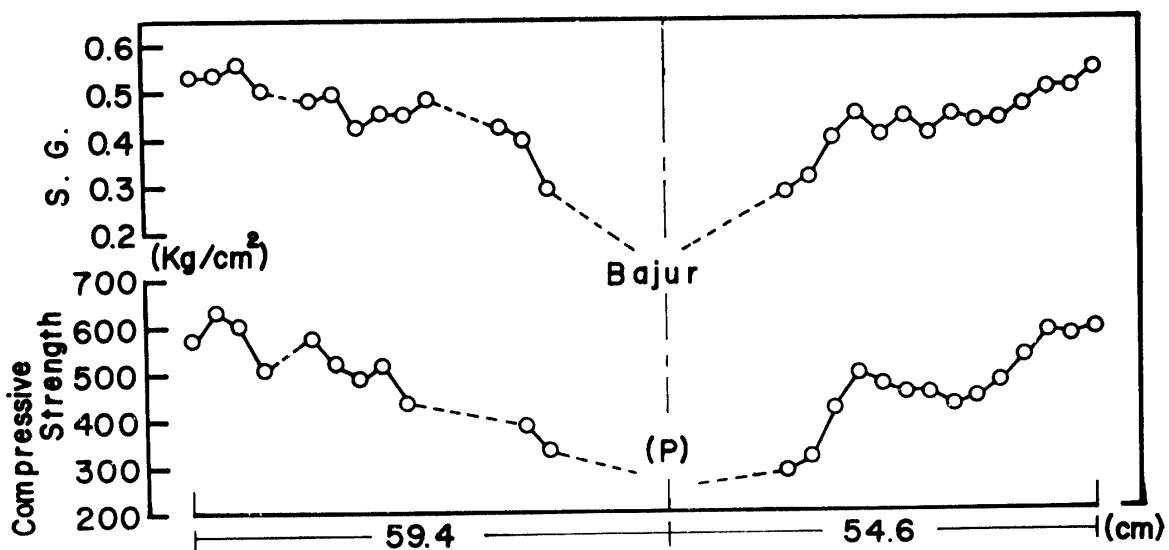
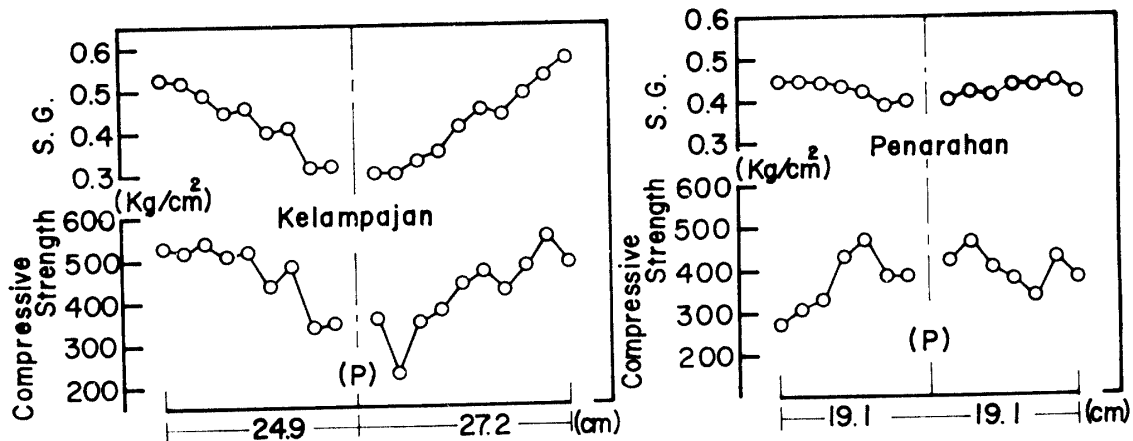
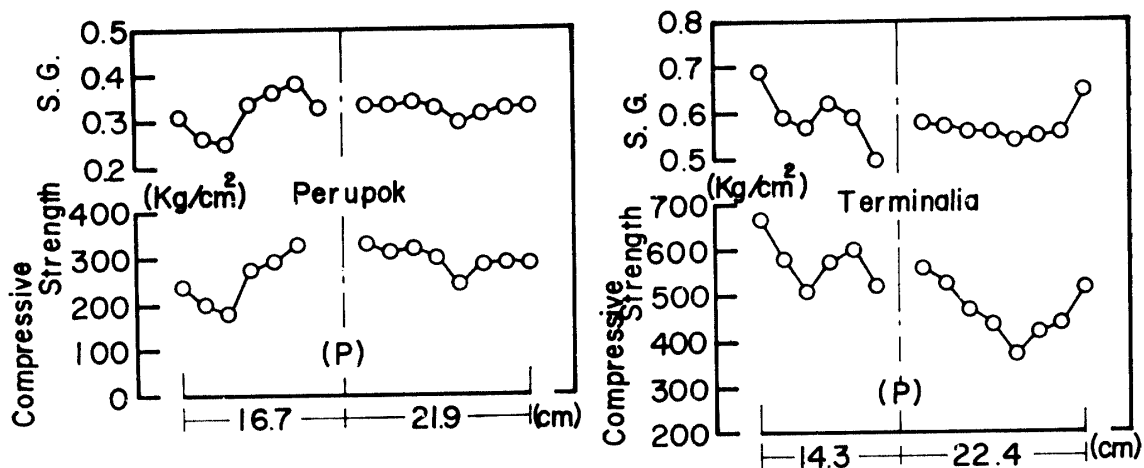


Fig. 1. Variation of specific gravity and bending strength, Young's modulus along the stem-diameter from one sapwood to another through pith.
 —○— : Bending strength, —●— : Young's modulus, S.G. : Specific Gravity, P : Pith.

片の破壊形状から見て、「ブリティルハート」と考えられる領域であり、曲げ強さの最小値は最大値の約20%であり、供試した樹種の中で最も差が大きかった。したがって、使用する場合注意しなければならない。一方、カランプヤンは脆心材部に加えて樹心部付近の“くされ”による影響も原因と考えられる。

次に、ペナラハンには樹心部より外方に向けて比重が安定すると、曲げ強さ、曲げヤング係数は徐々に増大したのち、安定するようになる。レサクの比重は樹心部より外方へ10cm付近まで安定しているがそれより外方へ向って急激に低下した。曲げ強さは樹心部より外方へ向けて増大の傾向を示したが、曲げ弾性係数は



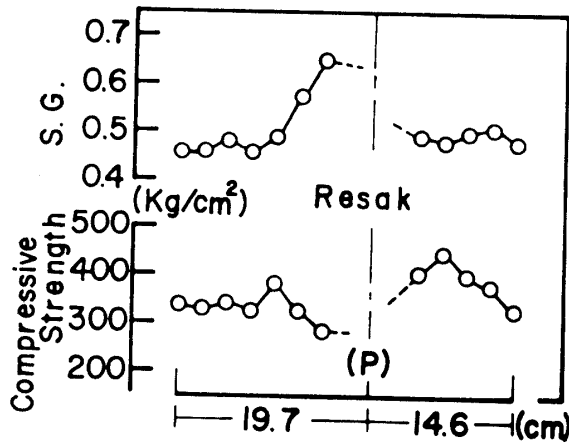
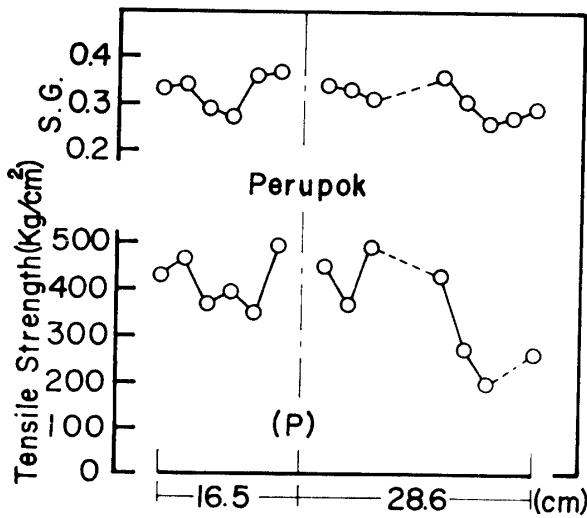


Fig. 2. Variation of specific gravity and compressive strength parallel to grain along the stem-diameter from one sapwood to another through pith.
S.C. : Specific Gravity, P : Pith.

逆にやや減少した。

3. 圧縮試験

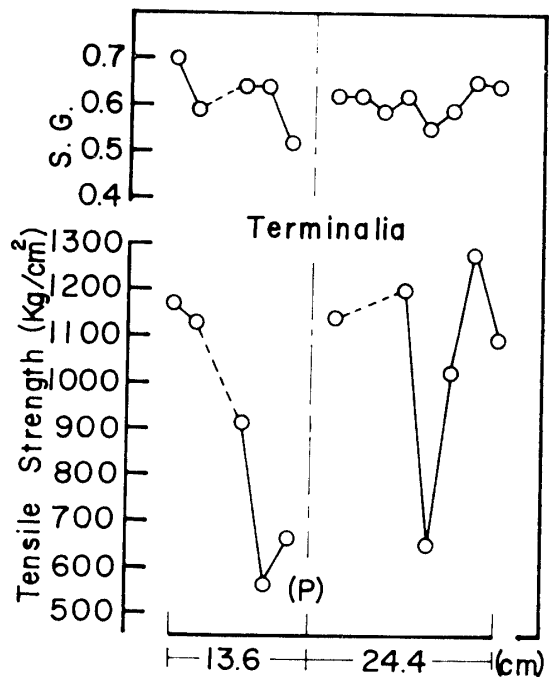
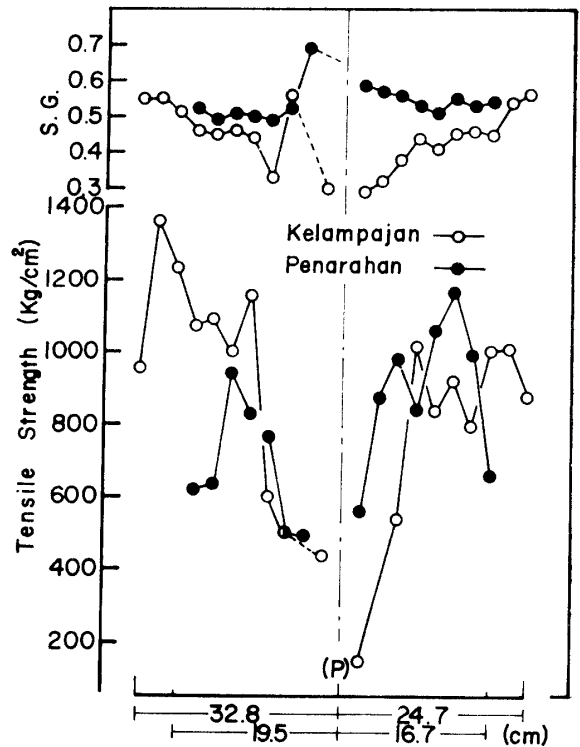
Fig. 2 は樹幹内半径方向の比重および縦圧縮強さの変動を示した。これらの図より縦圧縮強さはレサクの一部を除き、比重に良く対応していることがわかる。今、それぞれの樹種について見ると、ペルポックの縦圧縮強さは樹心部で高く、外方に向かって徐々に低下するが、カランパヤン、バユールは樹心部で最も低く、外方に向かって比較的なめらかな増大を示した。一方、ペナラハン、レサクは樹心部で低く、樹心部から外方へ向けて 6~10cm 付近まで徐々に増大したあと再び



低下する凸形を示した。それぞれの樹種の縦圧縮強さの最小値はレサクの最大値の74%を除いて、他の4樹種の最小値は最大値の約45~57%であった。バユールの縦圧縮強さに及ぼす脆心材部の影響はきわだつたものではなかった。

4. 引張試験

各供試樹種で得られた縦引張強さの樹幹内半径方向の変動を Fig. 3 に示した。縦引張強さは、繊維錯走



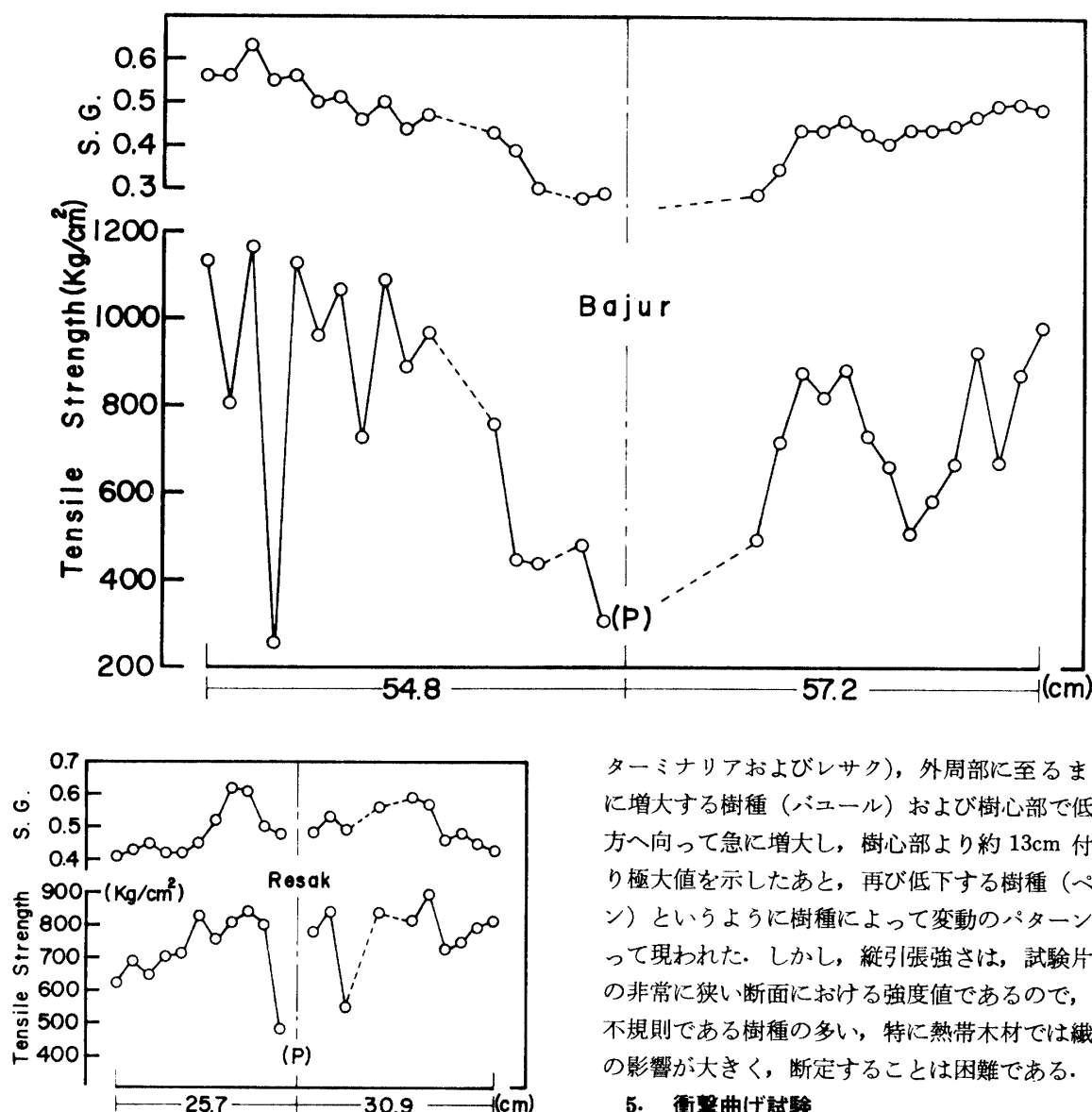


Fig. 3. Variation of specific gravity and tensile strength parallel to grain along the stem diameter from one sapwood to another through pith.
S.G. : Specific Gravity, P : Pith.

のはっきりしている樹種ほど試験片の中央平行部分の繊維走向の影響が顕著に現われる。すなわち、カランプヤンのように大きな節が多く存在し、その影響による繊維の交錯が多い場合、樹心部の値（最小値）は最大値の約21%と非常にその差が大きい。また、隣接相互各部位の引張強さの変動が大きい場合も多く見られた（ターミナリアおよびバユール）が、樹幹内半径方向の縦引張強さの変動を全体的に見ると、縦引張強さは樹心部で低く、外方に向って高くなり、外周部（樹皮近接部位）に至り安定する樹種（カランプヤン、

ターミナリアおよびレサク）、外周部に至るまで徐々に増大する樹種（バユール）および樹心部で低く、外方へ向って急に増大し、樹心部より約13cm付近に至り極大値を示したあと、再び低下する樹種（ペナラハン）というように樹種によって変動のパターンが異なって現われた。しかし、縦引張強さは、試験片中央部の非常に狭い断面における強度値であるので、木理が不規則である樹種の多い、特に熱帯木材では繊維走向の影響が大きく、断定することは困難である。

5. 衝撃曲げ試験

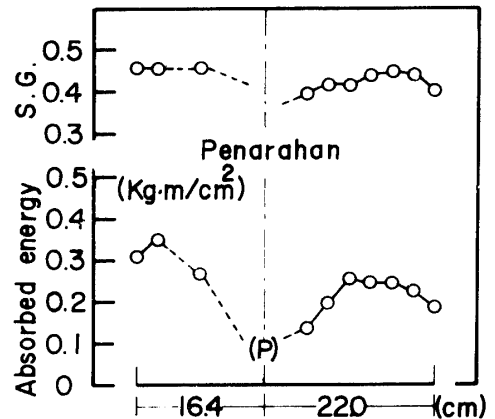
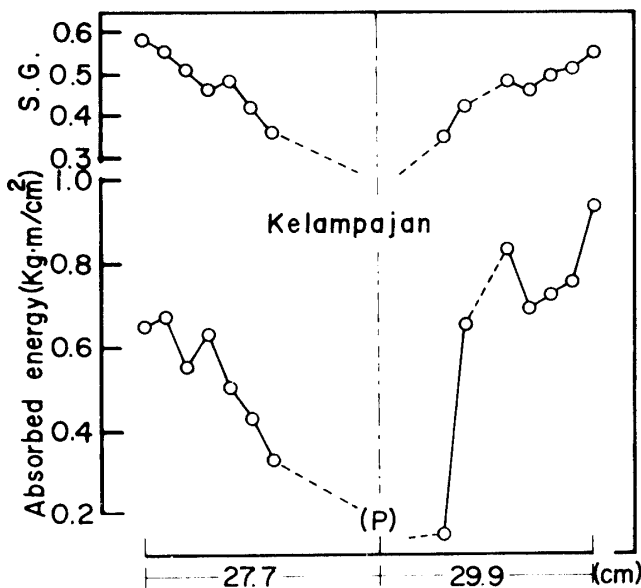
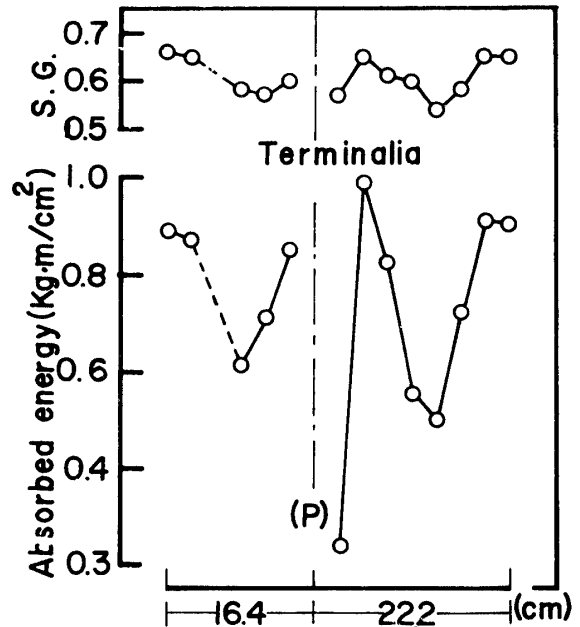
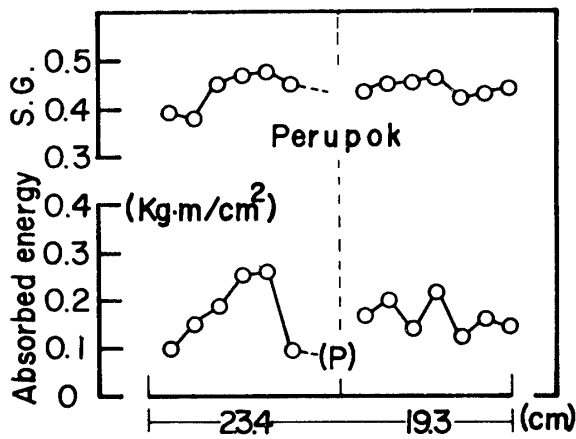
各供試樹種に得られた衝撃曲げ吸収エネルギーの樹幹内半径方向の変動を Fig. 4 に示した。いずれの樹種でも衝撃曲げ吸収エネルギーの変動は、比重のそれに比較的良く一致している。これらの図からそれぞれの供試樹種の樹幹内半径方向の変動を見ると、ペルポックの衝撃曲げ吸収エネルギーは樹心部で低く、外方に向ってわずかに増加したのち、再び低下をはじめるか、またはほぼ一定した変動となるが、左右対称とはならなかった。ターミナルは樹心部付近で最小値を示し、その後外方に向って低下もしくは増加を繰り返し、一定した傾向が得られなかった。一方、バユールは樹心部で最小値を、外方に向って徐々に増大し、最外部位で最大値を示した。最小値は最大値の約9%の値であり、樹心部が最外周部に比較していかに衝撃吸収エネルギーが小さいかわかる。ペナラハンのそれは樹

心部付近で低く、外周へ向って約 9 cm 付近まで増大するがそれ以降減少する。レサクの場合、樹心部付近で高い衝撃曲げ吸収エネルギーを示し、外周に向って急激に減少する。最小の衝撃曲げ吸収エネルギーは最大のものの約35%を示した。

6. せん断試験

樹幹内半径方向の各部位の板目面およびまさ目面のせん断強さを Fig. 5 に示した。今それぞれの供試樹種内の板目面およびまさ目面のせん断強さを比較すると、前者が後者より高い値を示す樹種 (カランパヤン、ペナラハン)、ほとんど同程度の樹種 (ペルポック、

ターミナリアおよびバユール) と樹種により異なり、既報¹⁾ 同様一定の結論を得られなかった。今、樹幹内半径方向のせん断強さの変動を見ると、局所的なバラツキはあるが、樹心部で低く、外方に向って徐々に増大する樹種 (バユール)、樹心部より外方へ向って急激に増大するが、極大値を示した後、再び低下する凸形を示す樹種 (カランパヤン)、樹心部付近で高く、外方に向って減少するかもしくはほぼ安定した値を示す樹種 (ペルポック)、一定の傾向の得られない樹種 (ターミナリア、ペナラハンおよびレサク) と樹種によりまちまちの傾向を示した。せん断強さの最大値と



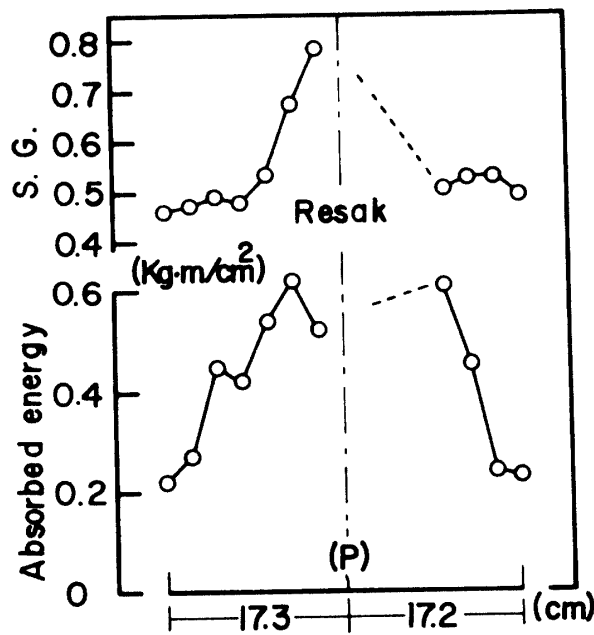
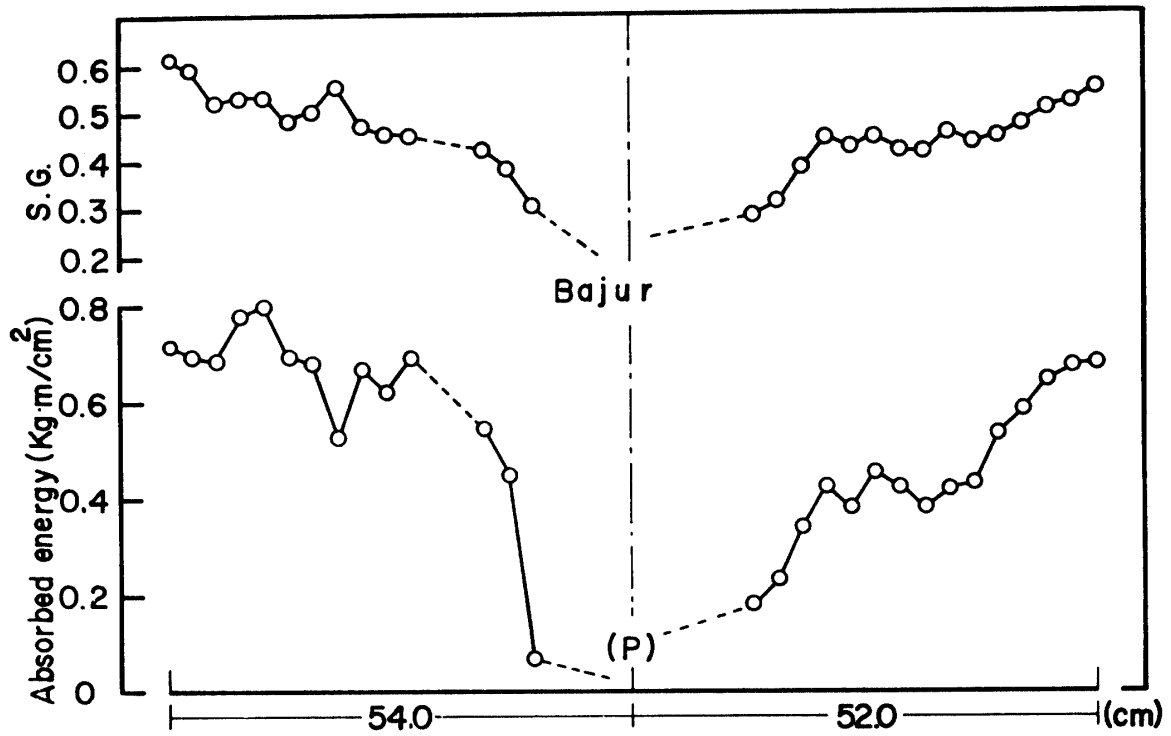
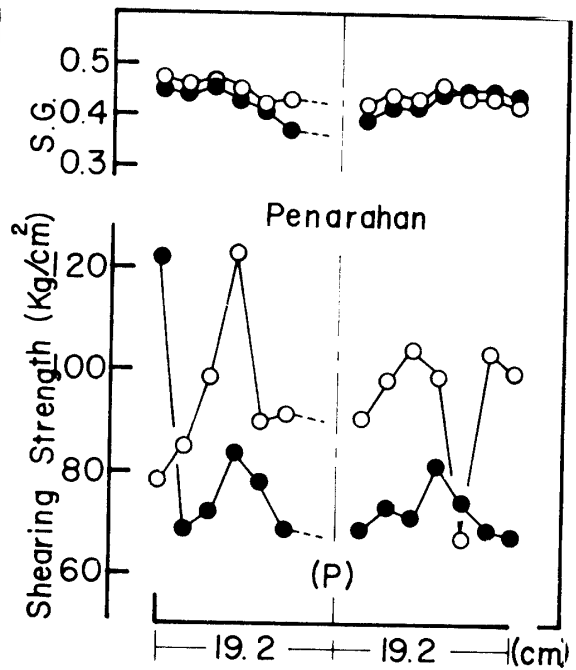
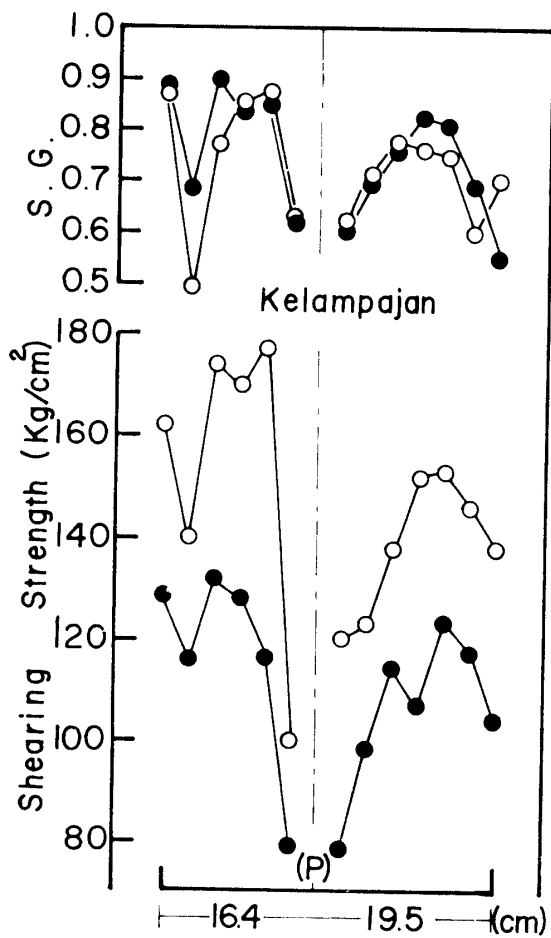
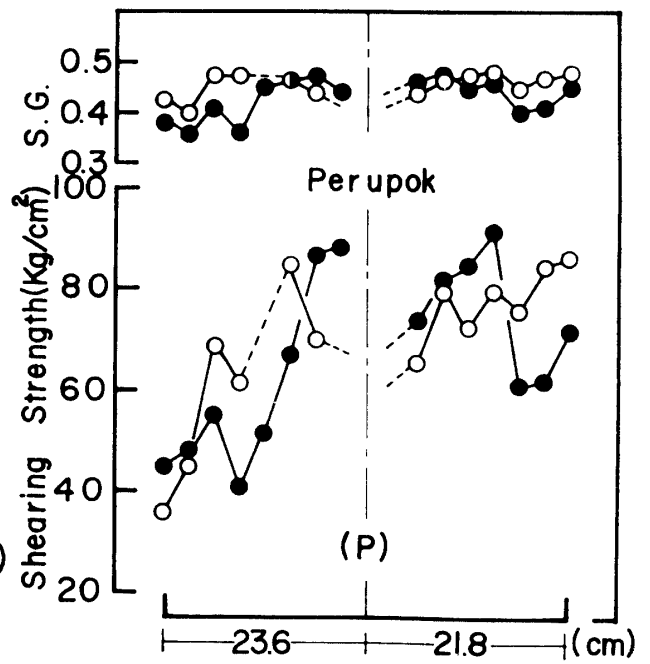
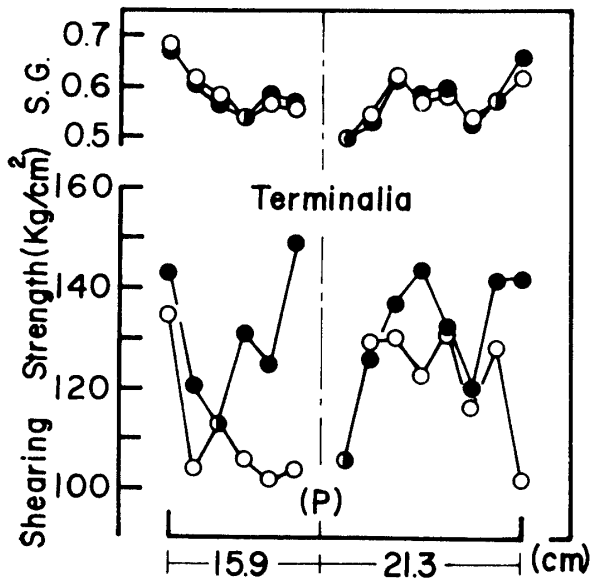


Fig. 4. Variaton of specific gravity and the absorbed energy in impact bending along the stem-diameter from one sapwood to another through pith.
S.G. : Specific Gravity, P : Pith.

最小値を比較すると、その差は、まさ目面および板目面共にバユールが大きく、最小値は最大値の約30%、他の樹種は50~60%であった。

7. 硬さ試験

Fig. 6 に樹幹内半径方向の各部位3断面に得られたブリネル硬さの変動を示した。各測定面のブリネル硬さの差を見ると、いずれの樹種でも板目面、まさ目面のブリネル硬さには差が見られないが、木口面のブ



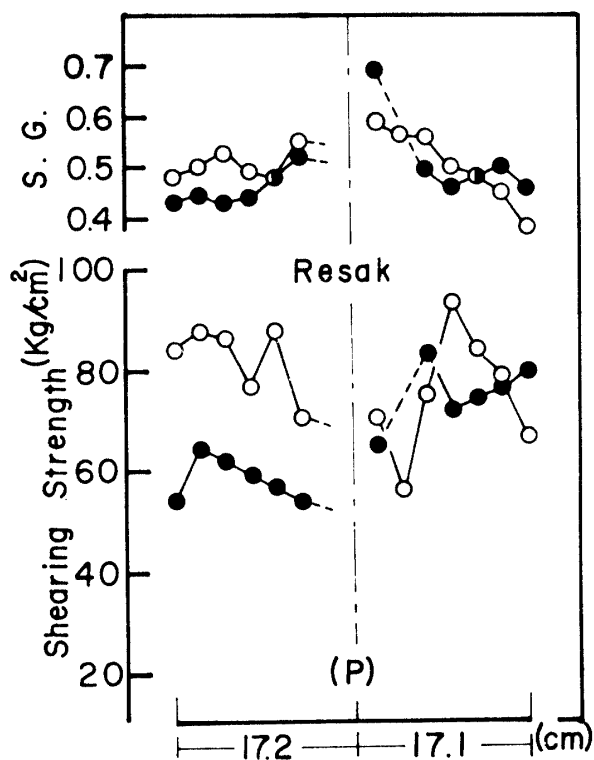
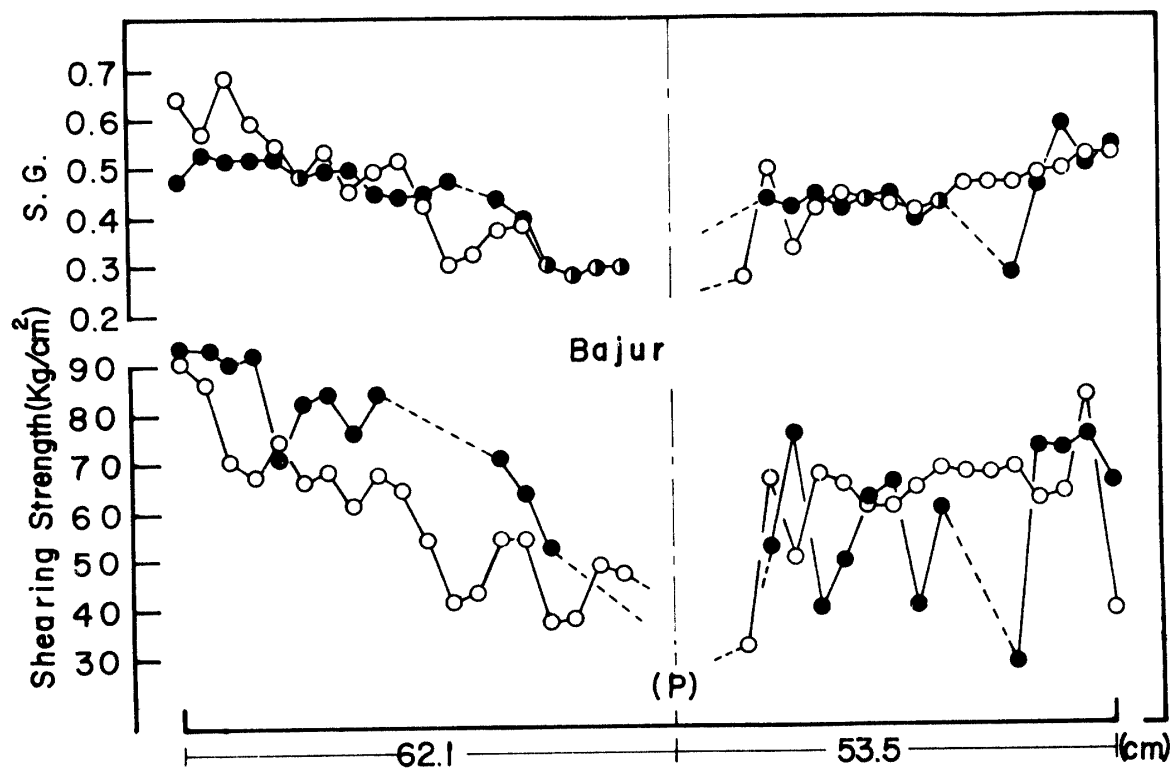
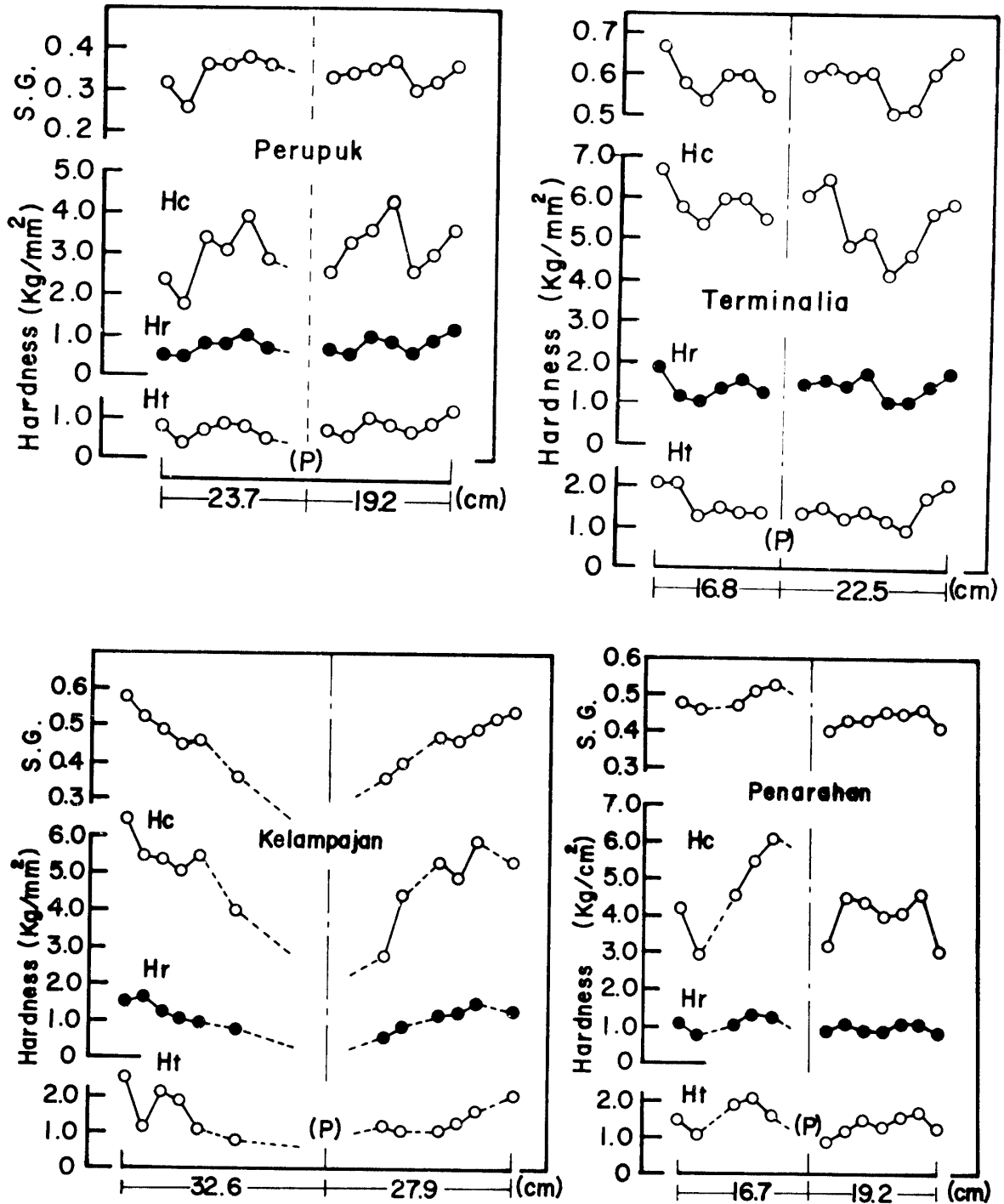


Fig. 5. Variation of specific gravity and shearing strength (radial and tangential surfaces) along the stem-diameter from one sapwood to another through pith.
 —○— : tangential surface, —●— : radial surface, S.G. : Specific Gravity, P : Pith.

リネル硬さは板目面およびまさ目面のその2~3.5倍の値を示した。いずれの樹種でも、樹幹内半径方向のブリネル硬さの変動はレサクを除いて比重の変動とよく対応し、ペナラハンを除いては左右ほぼ対称的である。今、それぞれの樹種にあって、板目面、まさ目面のブリネル硬さは、樹心部から外方へ向って顕著な変動を示さないのは既報¹⁾同様であるが、本報で取り上げた東南アジア産木材は、生長層を明確にしない樹種

でありながら、木口面のブリネル硬さの樹幹内半径方向の各部位の変動は、比較的大きい。ブリネル硬さの樹幹内半径方向の全体的な変動を見ると、カランプヤン、バユールおよびレサクでは樹心部付近で低く、外方へ向って徐々に増大しているが、ペルポック、ターミナリアおよびペナラハンでは樹心部より外方へ向ってやや低下するかほぼ一定している。それぞれの樹種の最小値と最大値の関係を見ると、Fig. 6 から明らか



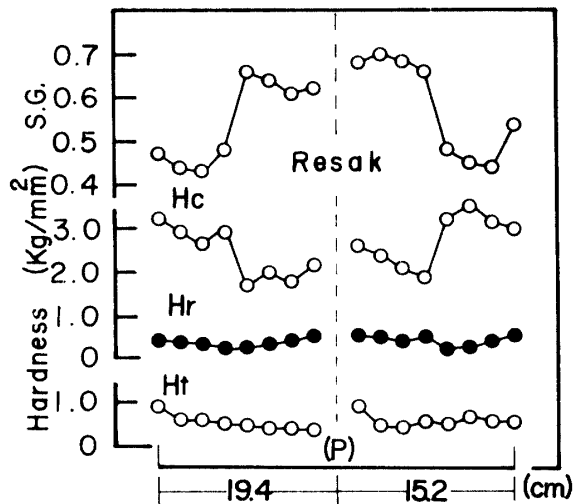
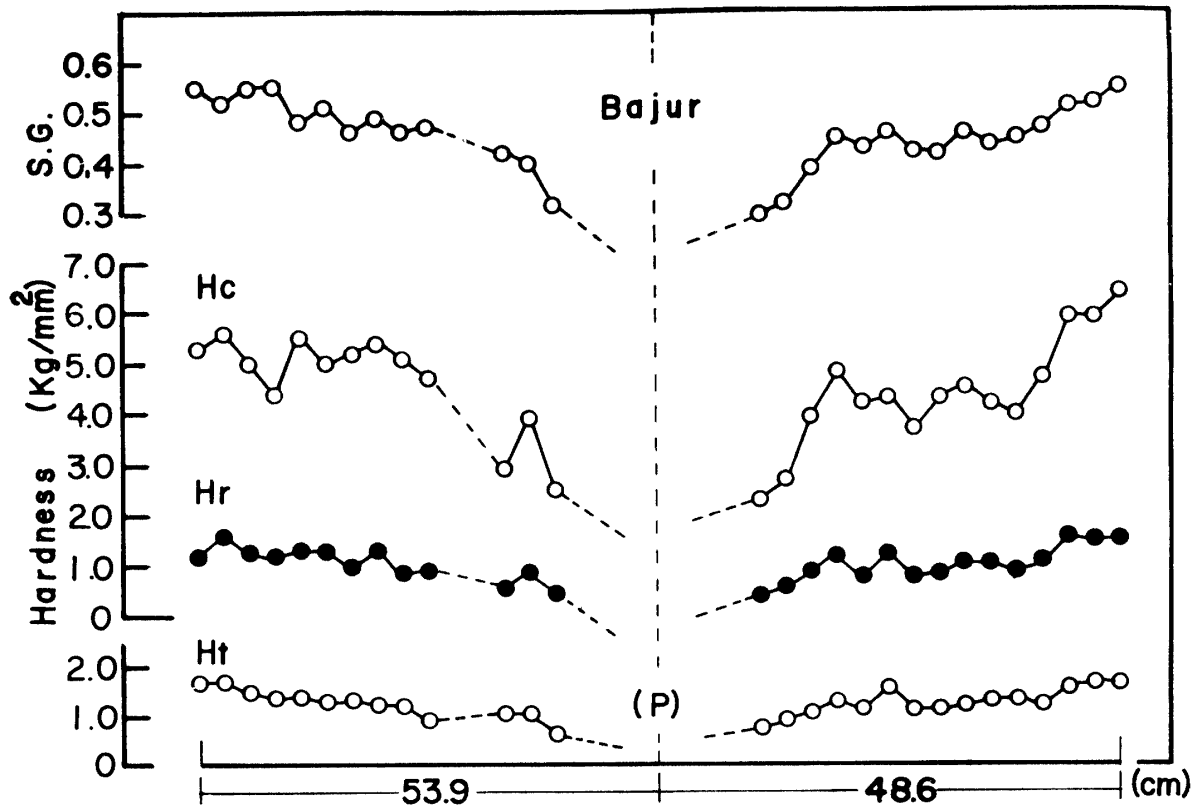


Fig. 6. Variation of specific gravity and hardness (cross-section, radial and tangential surfaces) along the stem-diameter from one sapwood to another through pith.
 Hc : hardness on cross-section, Hr : hardness on radial surface, Ht : hardness on tangential surface, S.G. : Specific Gravity, P : Pith.

なようにバユールが大きく、木口面、まさ目面ともに25~35%であり、他の樹種はいずれの断面でも約50%減であった。

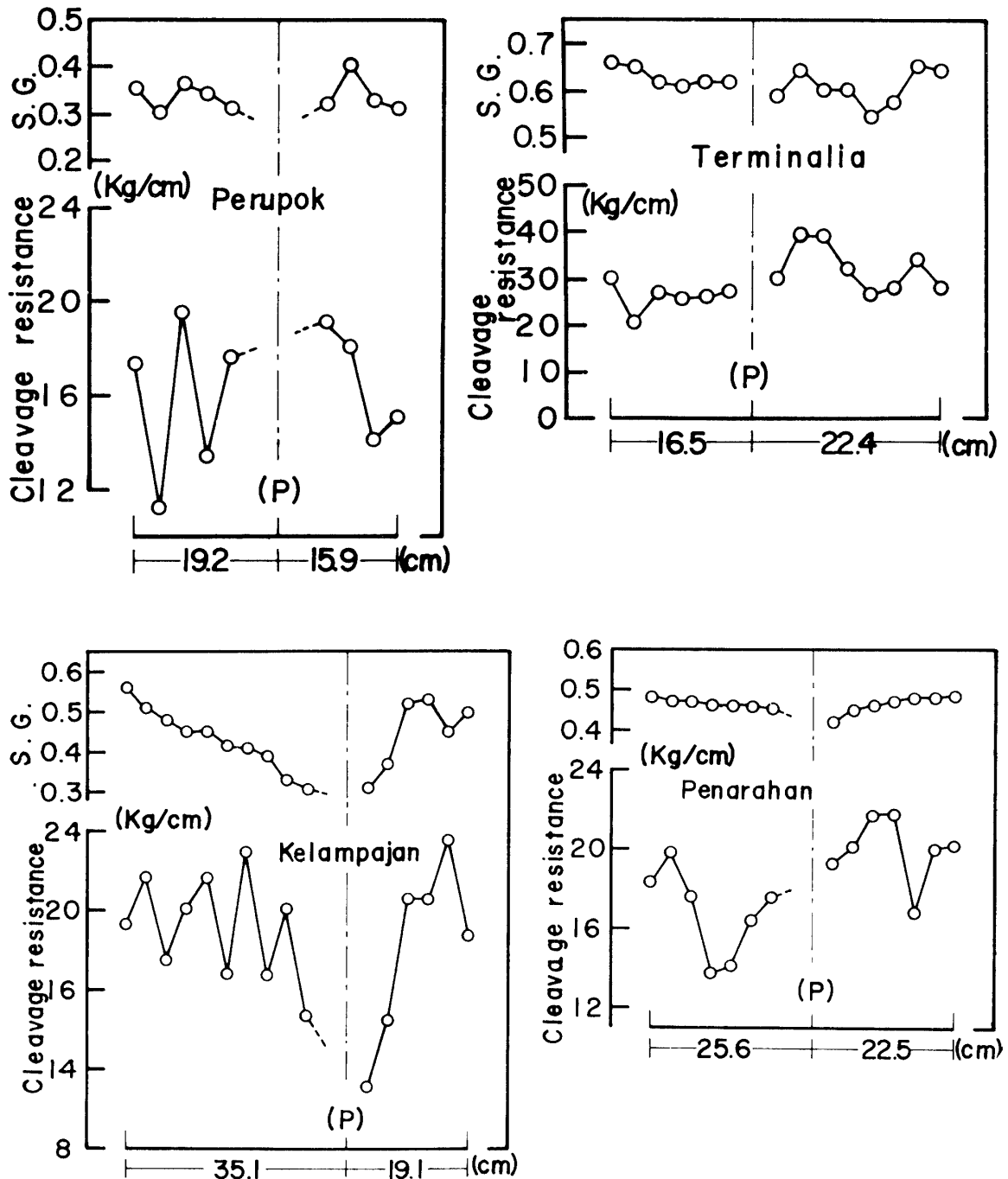
8. 割裂試験

Fig. 7 にレサクを除いた供試樹種の樹幹内半径方向に得たまさ目面の割裂抵抗の変動を示した。今、

Fig. 7 よりカランパヤン, バユールの割裂抵抗は, 樹心部より外方へ向って徐々に増大し, ターミナリアの割裂抵抗は樹心部より外方へ向ってほぼ一定した値を示した. 一方, ペルポック, ペナラハンは髓を中心にした左右の割裂抵抗の変動を異にし, 明確に表現できる一定の傾向を得られなかった. それぞれの樹種の割裂抵抗の最大値と最小値を見ると, バユールの割裂抵抗の最小値は最大値の37%であったが, 他の樹種は約50%の値を示した.

要 約

東南アジア産6樹種の基礎的材質, 特に比重と機械的性質(曲げ強さ, 曲げ弾性係数, 縦圧縮強さ, 縦引張強さ, 衝撃曲げ吸収エネルギー, せん断強さ, ブリネル硬さおよび割裂抵抗)の樹幹内半径方向の変動を検討した. その結果, 比重および機械的性質の樹幹内半径方向の変動は樹種により異なるが, これらの樹心部から外方(樹皮側)への変動は, 既報¹⁾の4つのい



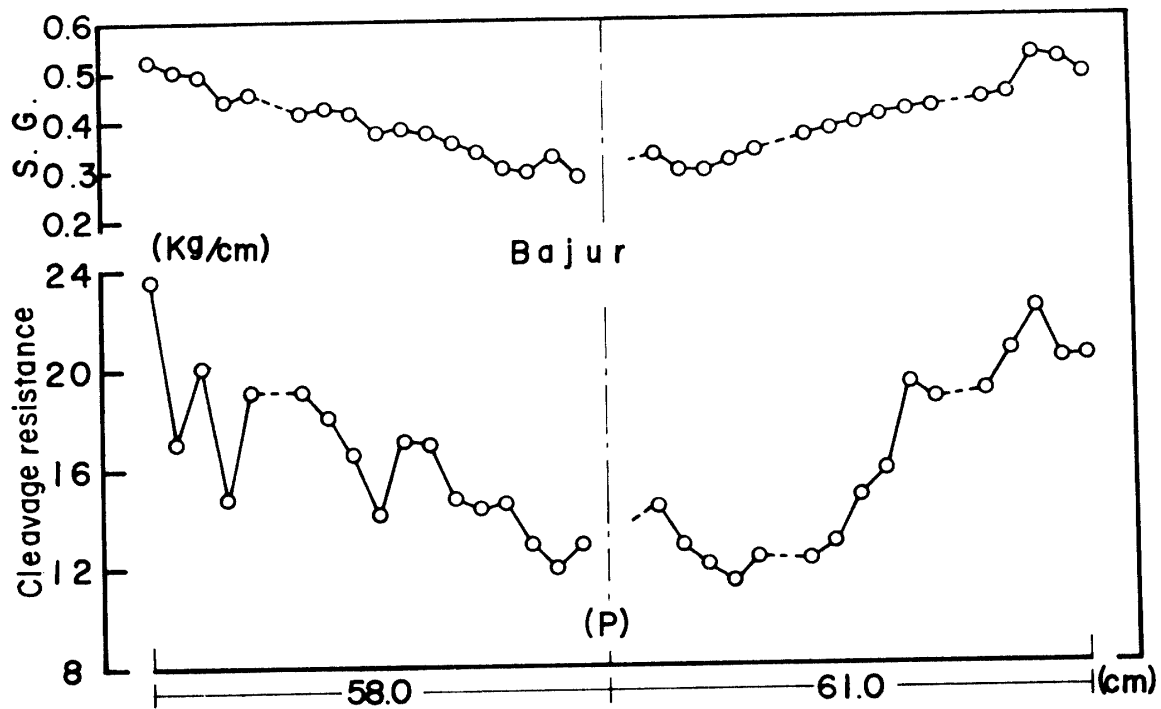


Fig. 7. Variation of specific gravity and cleavage resistance (radial and tangential surfaces) along the stem-diameter from one sapwood to another through pith.
 —○— : tangential surface, —●— : radial surface, S.G. : Specific Gravity, P:Pith.

ずれかに分類できることが明らかになった。また、一般にいわれているような比重と機械的性質の間には一次の相関関係が成立しない場合もありうるということが認められた。それぞれの樹種の試験結果に見られるように、機械的諸性質は、1本の原木の横断面の各位置によって相当のバラツキがあり、また原木間のバラツキも当然あるから、ブリットルハートの存在する東南アジア産木材では製品の特性むらが大々になる。したがって、東南アジア産木材を構造部材、梱包用材、家具のコア材として利用する場合、あらかじめその機械的性質を熟知することが必要である。

謝辞 本報は前任地静岡大学農学部在任中に実施したものをとりまとめた。実験に際し静岡大学農学部林産学科木材物理学研究室各位に大変お世話になりました。ここに記して感謝の意を表します。

文 献

- 藤田晋輔・岡崎 光・丸山則義：輸入木材の性質（第6報）東南アジア産5樹種の丸太内の材質変動（1）。静岡農研報，29号，25-34（1979）
- 今村祐嗣 他：春日杉について。奈良林試研報，No. 6，73-80（1975）。春日杉の材質特性（続）。奈良林試研報，No. 7，45-49（1978）
- 北原覚一：ラワン樹幹横断面内の材質変化。木材工業，12，155-159（1957）
- 日本合板工業組合：未利用樹種利用開発推進事業報告。合板工業，No. 9，（1977）
- 農林省熱帯農業研究センター：熱帯の有用樹種，熱帯林業協会，東京（1978）
- 太田貞明：南洋材の丸太の特徴と物理的および強度的性質。木材工業，32，494-500（1977）
- 林業試験場木材部林産化学部：南洋材の性質 21. 南洋材の材質および加工性の評価。林試研報，No. 277，87-130（1975）
- 塩倉高義・小林 純：メランチ丸太の材質変動。木材工業，30，549-551（1975）
- 須藤彰司：南洋材。地球出版，東京（1970）
- 静岡県インドネシア（株）編：インドネシアへの道。p. 182，静岡県インドネシア（株），非売品（静岡）（1980）
- 和田良雄・工芸部プロジェクトチーム：南方材の加工技術に関する研究。静岡県工試報，No. 20，37-54（1975）
- 渡辺治人：木材理学総論。p. 216，農林出版，東京（1978）

Summary

In this paper, some fundamental properties of tropical woods, Perupok (*Lophopetalum sp.*), Terminalia (*Terminalia sp.*), Kalanpajan (*Antocephallus sp.*), Bajur (*Pterospermum sp.*), Penarahan (*Horsfieldia sp.*) and Resak (*Vatica sp.*), were investigated. The specimens were obtained successively through pith along the stem-diameter running from one sapwood to another.

The following mechanical tests were handled.

- 1) Bending test (for bending strength and Young's modulus of elasticity).
- 2) Compressive test (for compressive strength parallel to grain).
- 3) Tensile test (for tensile strength parallel to grain).
- 4) Impact bending test (for absorbed energy in impact bending).
- 5) Shearing test (for shearing strength of radial and tangential surfaces).
- 6) Hardness test (for brinell hardness of cross section, radial and tangential surfaces).
- 7) Cleavage test (for cleavage resistance of radial surface).

The experimental results are summarized in Figs. 1-7. As already reported⁵⁾, the fact that there exist four types of variation in the radial direction from pith to bark was ascertained through the discussions of variations in the respective properties noted along the radial direction from one sapwood to another. Provided that the specific gravity in air-dry and the sampling-position of the specimens are fixed, basing on the ascertained relation the mechanical properties and the sampling position of the specimens as well as on the specific gravity in air-dry, the estimation of the fundamental properties of the untested woods was assumed to be available.