

熱帯産広葉樹材の組織学的性質について

林, 弘也
九州大学農学部

松本, 昂
九州大学農学部

安川, 亮太郎
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/15904>

出版情報 : 演習林集報. 25, pp.123-150, 1974-02-28. 九州大学農学部附属演習林
バージョン :
権利関係 :



熱帯産広葉樹材の組織学的性質について

林 弘 也・松 本 勲・安川亮太郎

On the Anatomical Feature of Certain Tropical Hard Woods

Hiroya HAYASHI, Tsutomu MATSUMOTO
and Ryotaro YASUKAWA

I. は じ め に

わが国には多種類かつ多量の熱帯産材（主に東南アジア産材）が輸入され、それらの主なものにはそれぞれ市場名が付けられて取引されている。近年急激に輸入量が増加し、産地の拡大に伴って木材の樹種が急に多くなったこともあり、たとえば分類学上同一樹種の木材が異なった名称であったり、別樹種の木材が同一名称で取扱われたりといった混乱が生じており、木材利用上にも種々の不都合を生じている。

これは短期間に広範囲の産地から多量の熱帯産材を輸入し、原材料として消費しなければならなかった事情もあるが、分類学上の樹種名、植物解剖学的性質等が不明確であったことにも起因している。

本報告では、数種類の熱帯産広葉樹（被子植物双子葉類離弁花類）を選定し、それらの植物解剖学的性質をとりあげ、木材識別の基礎データの一助とすることを目的として検討した結果を述べる。

解剖学的性質は光学顕微鏡による細胞の形態観察と走査型電子顕微鏡および灰像法を用いて木材中に含まれる結晶の観察から検討した。

灰像法にはいくつかの方式¹⁾があるが、本実験では簡単な手法を用いて灰化し、かなり良い結果が得られた。本方式は木材中の結晶の存在を判定するには有効な方法であろうと思われる。

II. 供試材料および実験方法

供試材は木材理化学研究室所蔵の材鑑を使用した。材鑑は一般名および属名が判名しているものである。

TABLE 1 に供試樹種の一覧を示す。

供試試験片は上記材鑑から 10×10×30 mm の材を切り出し、さらに 10×10×10 mm の立方体のブロックとし、これから永久プレパラート用および灰像用の切片を製作した。

軟化は、小型オートクレーブを使い、28.5 % のエチルアルコールにブロック試片を加え、約 170°C で加熱、軟化した。

軟化材はアルコール脱水後、カーボワックスに包埋し、滑走型ミクロトームで 5~20 μ の厚さの切片とした。

切片はサフラニンとデラフィールドヘマトキシリンで二重染色し、カナダバルサムで封

TABLE 1 List of specimen

Family name	Genus name	Vernacular name
DIPTEROCARPACEAE	<i>Anisoptera</i>	Mersawa
	<i>Dipterocarpus</i>	Keruing
	<i>Dryobalanops</i>	Kapur
	<i>Parashorea</i>	Bagtikan
	<i>Hopea</i>	Merawan
	<i>Shorea</i>	Balau
		Dark-red Meranti
		Light-red Meranti
		Yellow Meranti
LEGUMINOSAE	<i>Dalbergia</i>	Rose Wood
MELASTOMATACEAE	<i>Dactyloclados</i>	Jongkong
SONNERRATIACEAE	<i>Duabanga</i>	Ares
BOMBACACEAE	<i>Durio</i>	Durian
GUTTIFERAE	<i>Cratoxylon</i>	Geronggang
THYMELAEACEAE	<i>Gonystylus</i>	Ramin
ANACARDIACEAE	<i>Gluta</i>	Rengas
FAGACEAE	<i>Quercus</i>	Indonesian Oak
APOCYNACFAE	<i>Dyera</i>	Jelutong

入，永久プレパラートとした。

灰像法は木材中の結晶の形を見出すことを主眼に行なった。

軟化ブロックから厚さ 20 μ の半径面切片をつくり，スライドガラス上に四すみにカナダバルサムをつけたカバーガラスで固定した。このスライドガラスをガスバーナーで徐々に加熱し，灰化した。灰化の程度は完全に灰化せず，細胞の形態が判明できる程度にとどめた。

結晶がある場合には，カルシウム塩の結晶は濃塩酸にとけるが，シリカはとけない特性によってカルシウム塩とシリカの判定を行なった。

走査電子顕微鏡による観察は，細胞中の結晶の状態を観察する目的で行なった。したがって，未処理の供試材から 7×7×3 mm のブロックを採取し，半径面を観察した。試料は専用試料台に導電塗料で接着固定し，カーボン，金を蒸着した。試料のビームに対する傾斜角は 15 度で観察した。

III. 結果と考察

TABLE 2 に永久プレパラートの観察結果をまとめた。

以下各観察項目を説明する。

1 道 管

a. 配列型 兼次²⁾ の分類法によって分類したが，今回検討した樹種はすべて散在状配列であった。

b. 複合型 道管の複合の状態を山林³⁾ の分類法により分類した。分類には完全に一致する型はなく，数種類の型が同時に存在するが，主に存在する複合型を表示した。半径状型と分類したものの中には斜状型の複合を含んでいるものが多い。

c. 複合道管数 複合している道管の数を示した。以下の樹種を除いては2～3個の道管の複合であった。

Merawan	Balau
Rose Wood	Geronggang

d. 放射方向直径 顕微鏡の接眼マイクロメーターを用いて計測した。表示は最低値、平均値、最大値とした。平均値は算術平均を用いた。

e. 分布数 接眼マイクロメーターを使用し、 $5 \times 5 \text{ mm}$ の面積内にある道管数の平均値である。

f. セン孔型 道管要素のせん孔板のせん孔の型を示す。分類は I. A. W. A. の用語に決められた範囲内に限った。全樹種とも単一せん孔であった。

2 木部柔細胞

a. 配列型 横断面における木部柔細胞の分布状態の分類であり、Kribs⁴⁾ の分類法によった。

表示は独立柔組織、随伴柔組織、境界柔組織の大項目に分類し、それぞれの小項目を表示した。

b. 分布数 接眼マイクロメーターを使用し、 $0.1 \times 0.1 \text{ mm}$ の面積内にある柔細胞の範囲を示した。

c. 結晶細胞型 結晶を含む柔細胞を半径断面で観察し、細胞の形態により次の3種類に分類した。

1) 異形細胞 樽状の断面形を有し、一般に1個の多面体の結晶を含む。柔細胞ストランド群の中に存在することが多い。

2) 多室柔細胞 全体は紡錘形であるが、細胞内腔が薄い横断膜で多数の室に分けられている。各室に1個ずつの結晶を含む場合が多い。

3) 柔細胞ストランド 短冊状に配列する柔細胞群で、各細胞に1～数個の結晶を含む。

3 垂直細胞間道の配列型

横断断面で観察し、分布の型を次の3類型に分類した。

1) 散在状 細胞間道がそれぞれ独立に分布しているもの。

2) 短接線状 接線状に並んで分布するが、細胞間道の数が少なく数個しかないもの。

3) 同心円状 接線状に並んで分布するが、細胞間道が多く、年輪状に分布するもの。

4 放射組織

a. 層階状配列 放射組織が接線断面で、比較的高さの低い、ほぼ同型同大で、水平状に並列または層階状に配列するものをいう。

b. 放射組織型 接線および半径断面の放射組織の構成細胞の形態を Kribs⁴⁾ の分類法によって分類した。

c. 層列 接線断面上で観察した放射組織の水平方向の細胞列数である。

d. 放射柔細胞型 柔細胞の半径断面の形態により次の4種類に分類した。

1) 平伏細胞 半径方向の長さが長く、軸方向の長さが短い平伏状の細胞

2) 方形細胞 半径、接線方向の長さが大略等しい細胞で、ほぼ正方形をしている。

3) 直立細胞 軸方向の長さが、半径方向の長さに比較して著しく長い細胞をいう。

4) タイル細胞 軸方向の長さは大略平伏細胞と同じであり、方形をしている。常に平伏細胞の間に存在する。

5 結 晶 細 胞

a. 結晶型 灰像法によって得られた結晶に濃塩酸を加えて、カルシウム塩とシリカを識別した。結晶は顕微鏡で観察し、概略の形態と分布数を記録した。

b. 細胞型 結晶柔細胞を半径断面で観察し、放射柔細胞型の分類によって分類した。

6 水平細胞間道

接線断面で存在を観察した。

7 乳 管

接線断面で存在を観察した。

以上の観察を行なった各樹種の顕微鏡写真を Fig. 1～Fig. 18 に示す。また灰像の顕微鏡写真を Fig. 19～Fig. 32 に示す。

灰像の写真は結晶は黒い粒体として認められ、プレパラート観察に比べ結晶形態の観察は難かしくなっている。本実験に用いた軽度の灰化では、スライドガラス上に細胞膜の形のままだに灰分が残り、原細胞形の判定、結晶細胞の存在位置の判定が行えると同時に、切片全体の結晶分布も確認できる。また結晶成分の判定処理も容易に行える利点がある。

走査型電顕による結晶の写真を Fig. 33～Fig. 49 に示す。試験片は未処理木材を用い、半径断面で観察した。

試験片が未処理材であったので、柔細胞内腔に残留物があり、細胞内腔の観察が必ずしも充分に行えなかった。特に結晶がさや状の物質に包まれている場合には結晶の形態観察も困難になるので、細胞内容物を、たとえば温水、可性ソーダ溶液等で処理し、溶解洗浄することが望ましい。

電顕観察の結果次の 2, 3 の点が指摘された。

Fig. 34-A に Keruing 材の軸方向柔組織の多面体状物質, Fig. 36-A, B に Bagtikan 材の放射柔組織の球状物質, Fig. 48 に Jelutong 材の軸方向柔組織の球状物質、放射柔組織の球状物質を示す。これらの物質は永久プレパラートには認められないことから、プレパラート作成過程の諸処理によって消失したものと考えられる。これらの物質は結晶ではない可能性があるが、今後の検討を要す。

Fig. 39-B に Dark-red Meranti 材, Fig. 49-A に Indonesian Oak 材の放射柔組織の結晶状物質を, Fig. 47-A に Rengas 材の軸方向柔組織の結晶状物質を示す。これらの物質は外部表面が細胞内壁に接し、多数の小突起があり、外形は直方体状を呈すが、内部は空洞化され、多孔質状を呈している。上述の球状物質とは明らかに異なり、結晶かどうかはさらに検討を要す。

結晶細胞中の結晶は、単に結晶だけが存在する場合と結晶がさや状の物質に包まれて存在する場合が認められた。結晶が単独に存在する木材の例が本実験の供試材には多かったが、さや状物質で包まれている結晶を含む木材は次に示す 3 樹種であった。

軸方向柔組織の結晶

Balau 材 (Fig. 38-A)

Durian 材 (Fig. 44-A)

放射柔組織の結晶

Merawan 材 (Fig. 37)

これらの結晶は大型の多面体状の結晶である。結晶とさや状物質で細胞内腔が満されている状態であった。

同一木材でも柔組織によって異なった形の結晶を含むことがある。本実験では Rose Wood 材に認められた。すなわち軸方向柔組織には多面体状の大型結晶 (Fig. 42-A) を含み、放射柔組織には球状の結晶 (Fig. 42-B, C) を含んでいる。しかし、球状結晶の分布数は多面体状結晶よりはるかに少ない。

同一柔組織でも異なった形の結晶を含む木材も認められた。軸方向組織では、Light-red Meranti 材 (Fig. 40) に棒状体が集まった集晶と大型の多面体状結晶が認められた。Durian 材 (Fig. 44-A, B) には大型の多面体結晶と球状結晶が認められた。

放射柔組織では、Keruing 材 (Fig. 34-B, C) に細い結晶が散在状に分布する場合と細い結晶が集まり球状を呈す場合が認められた。Merawan 材 (Fig. 37-A, B), Yellow Meranti 材 (Fig. 41-B, C), Rengas 材 (Fig. 47-B, C) には球状結晶と多面体状結晶が認められた。

以上の結晶観察により、結晶の形態、結晶細胞の形態等樹種に一定した形があると考えられ、木材識別の根拠の1つであるように考えられる。

IV. ま と め

観察結果はまとめて TABLE 2 に示した。本実験では走査型電子顕微鏡の供試試験片には未処理材を使用した。細胞内容物が残留するために、結晶形態、細胞膜形態等の観察に不都合な点があった。これらの内容物は除かれることが望ましいが、除去処理が結晶、細胞膜等に作用し、変化を生じないように十分な注意が必要である。

実験結果をまとめれば次のようになる。

1. 永久プレパラート作成過程の諸処理により、結晶、結晶状物質等の細胞内容物が影響を受け、走査型電顕の結果と異なった結果を示した樹種があった。
2. 灰像法は簡易な方法であるが、結晶の分布状態、結晶成分を検討するには有用な方法である。
3. 結晶を含む木材では、軸方向柔組織と放射柔組織では一般に異なった形の結晶を含むが、同一柔組織でも異なった形の結晶を含む樹種が認められた。
4. 熱帯産広葉樹材では、結晶細胞および結晶の状態が識別の根拠として重要性があると考えられる。
5. 垂直細胞間道は DIPTEROCARPACEAE 科に属する樹種には存在するが、他の樹種には存在しない。
6. 水平細胞間道は Jongkong 材および Rengas 材に存在した。また乳管は Rose Wood 材および Jelutong 材に存在した。
7. 結晶細胞は Jongkong 材および Jelutong 材には存在しない。
8. 軸方向柔組織および放射方向柔組織に結晶細胞が存在する樹種は Ramin, Durian, Rose Wood, Yellow Meranti, Kapur の5樹種であった。

参 考 文 献

- 1) たとえば
木島正夫：植物形態学の実験法, p. 62, 広川書店 (1971)

- 佐野 豊：組織学研究法, p. 631, 南山堂 (1970)
- Fossum T., N. Hartler, J. Libert: Svensk Papperstidning, 75, 305 (1972)
- 2) 兼次忠蔵：日林誌, 11, 654 (1929)
- 3) 山林 暹：木材組織学, p. 120, 森北出版 (1967)
- 4) Kribs D. A.: Commercial Foreign Wood on the American Market, Pensilvania (1950)

Résumé

Tropical hard wood species written at TABLE 1, mainly from East-South Asia, were examined with light microscope, scanning electron microscope and by the ashing method. Woods were maintained at the Laboratory of Wood Science, Kyushu University and used as experimental materials.

Results were revealed the fundamental information of wood identification listed up in TABLE 2 and others as follows:

- 1) Cell inclusions founded by light microscope and electron microscope were different but these were attributable to treatment methods.
- 2) Ashing method was useful to examine the presence of crystal in cell and to test the chemical reaction which indicates silica or calcium salt.
- 3) Generally wood contained different shapes of crystal in ray parenchyma and axial parenchyma. Sometimes same tissue contained a few kinds of crystal shape.
- 4) The crystal presenting in parenchyma was an important key for identification of experimental woods.
- 5) The species belonging to the DIPTEROCARPACEAE possessed the vertical intercellular canal but in other species, they were absent.
- 6) Jongkong and Rengas possessed the radial intercellular canal. Rose Wood and Jelutong possessed the laticifer. Crystalliferous cell did not present in Jongkong and Jelutong.
- 7) In Ramin, Durian, Rose Wood, Yellow Meranti and Kapur, crystalliferous cell presented in both tissues of axial parenchyma and ray parenchyma.

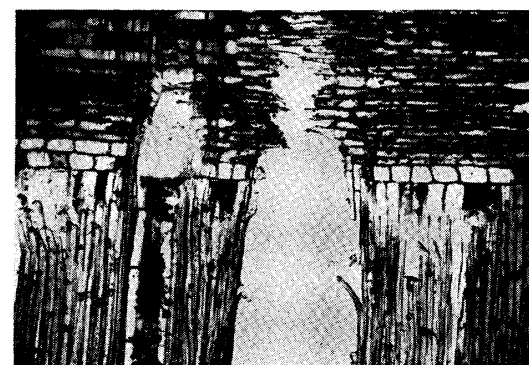
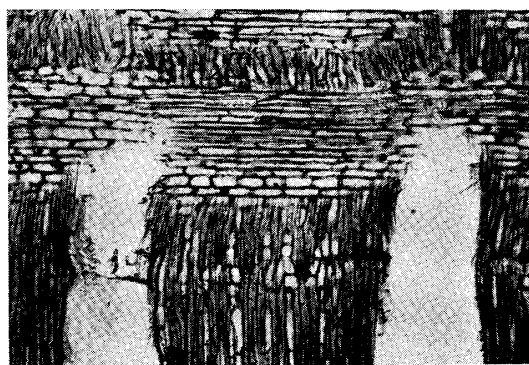
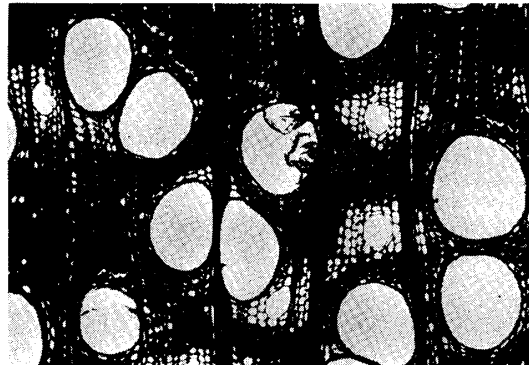
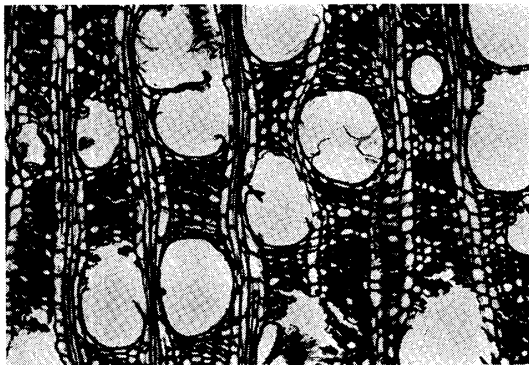


Fig. 1. Mersawa ($\times 71$)

Fig. 2. Keruing ($\times 71$)

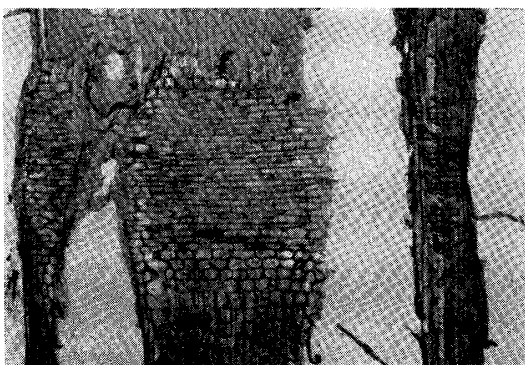
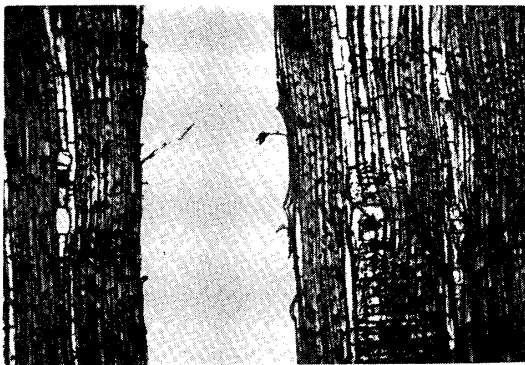
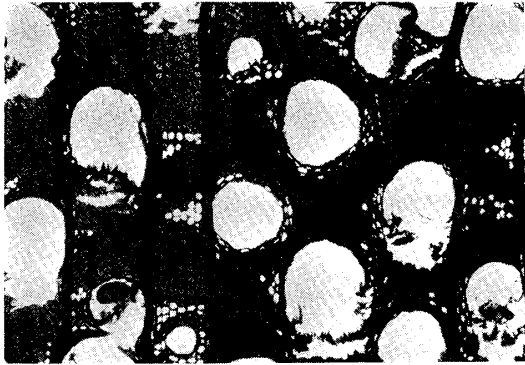


Fig. 3. Kapur ($\times 71$)

Fig. 4. Bagtikan ($\times 71$)

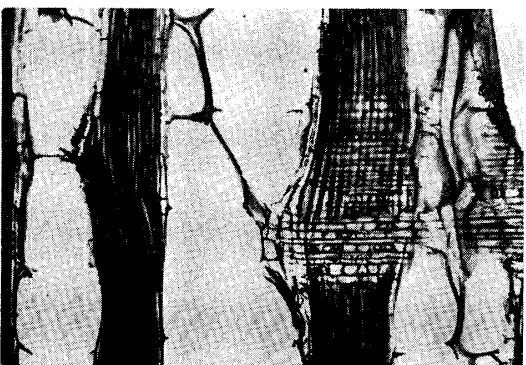
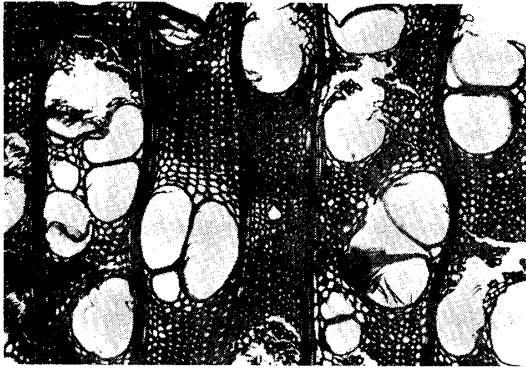


Fig. 5. Merawan ($\times 71$)

Fig. 6. Balau ($\times 71$)

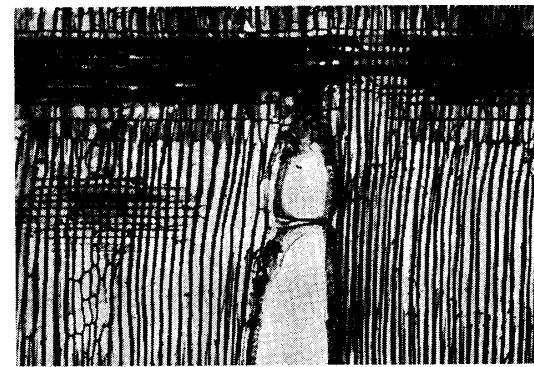
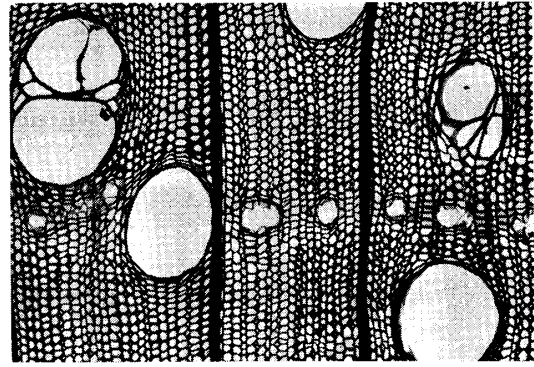
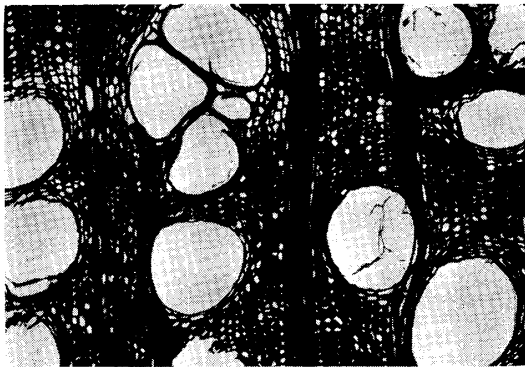


Fig. 7. Dark-red Meranti ($\times 71$)

Fig. 8. Light-red Meranti ($\times 71$)

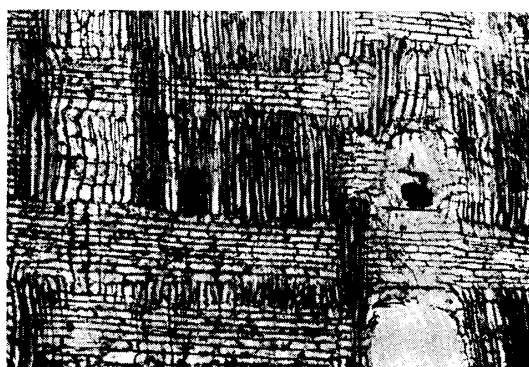
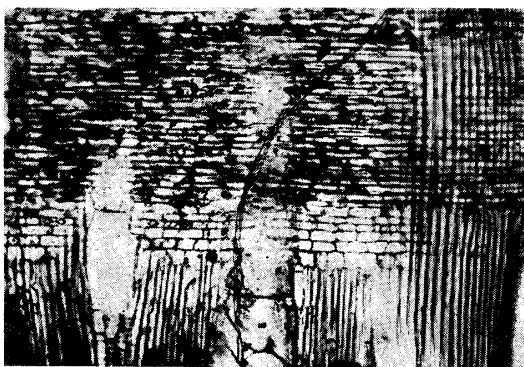
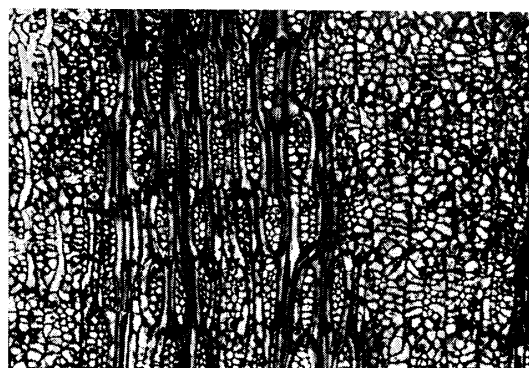
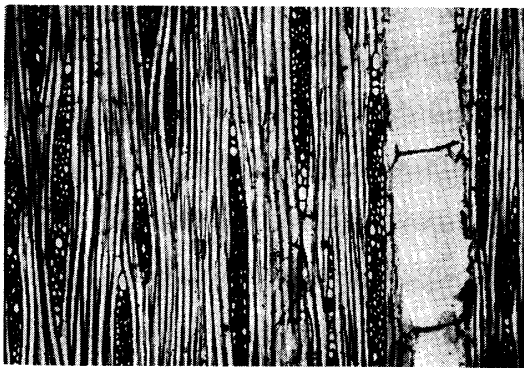
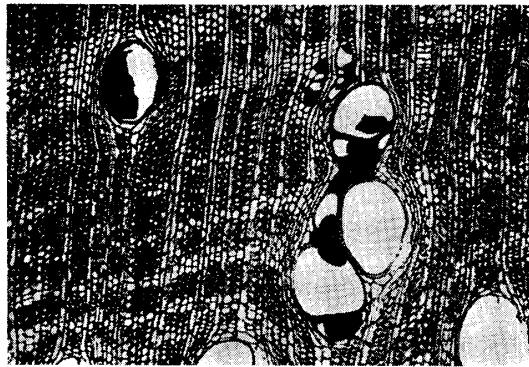
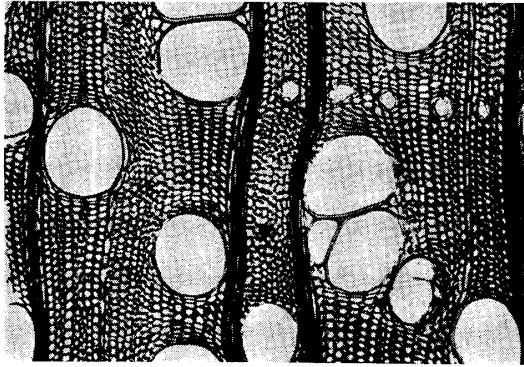


Fig. 9. Yellow Meranti ($\times 71$)

No. 10. Rose Wood ($\times 71$)

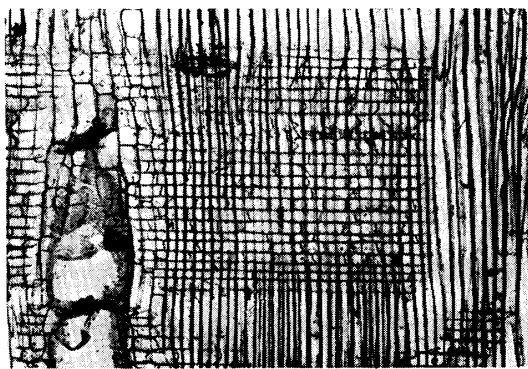
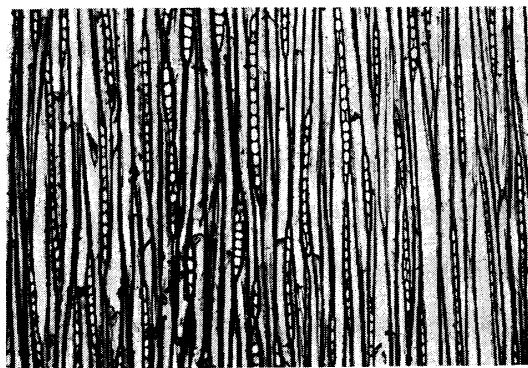
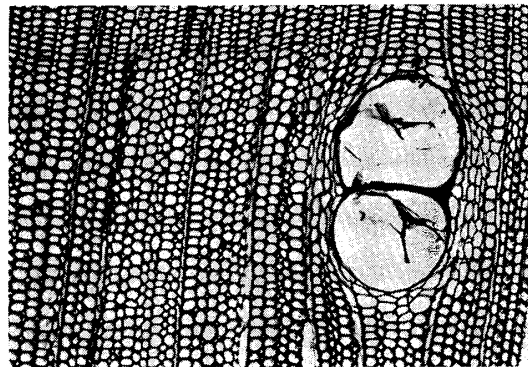
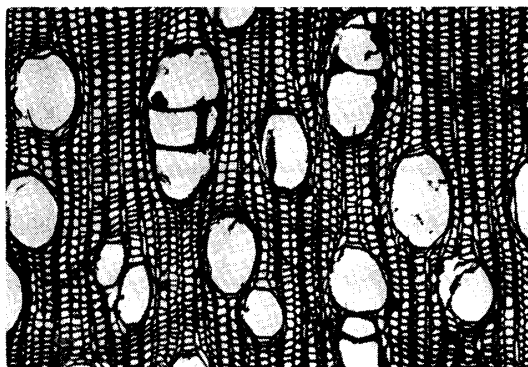


Fig. 11. Jongkong ($\times 71$)

Fig. 12. Ares ($\times 71$)

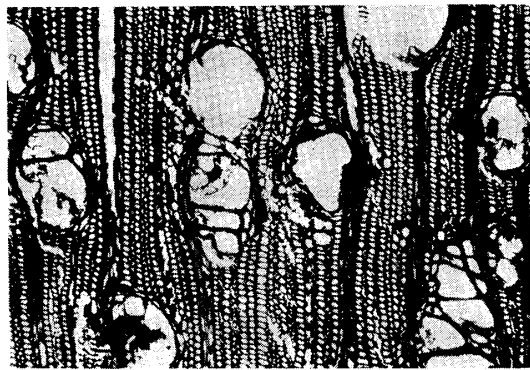
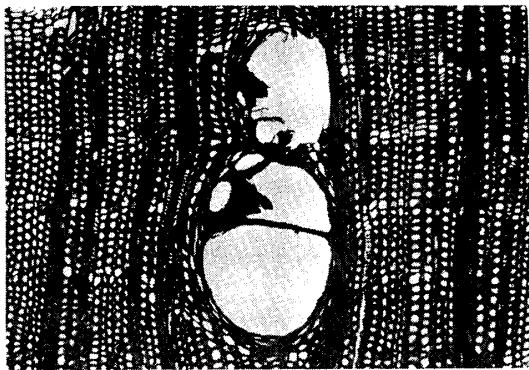


Fig. 13. Durian ($\times 71$)

Fig. 14. Geronggang ($\times 71$)

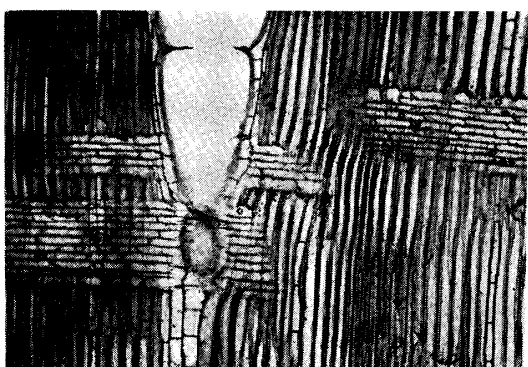
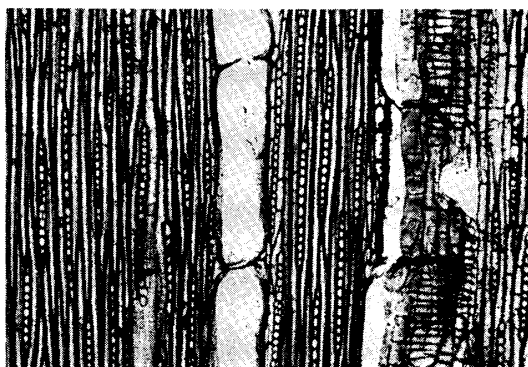
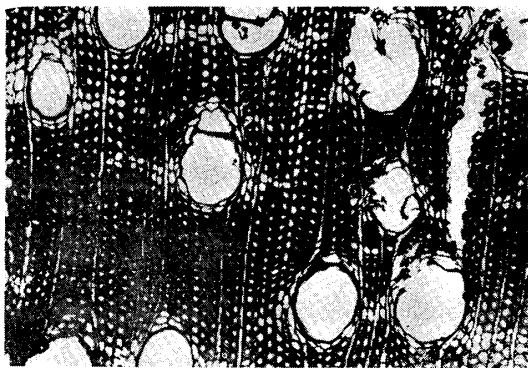


Fig. 15. Ramin ($\times 71$)

Fig. 16. Rengas ($\times 71$)

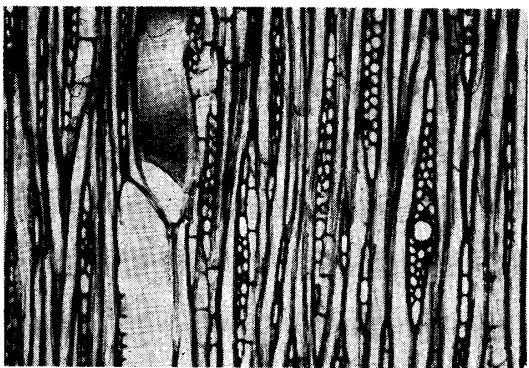
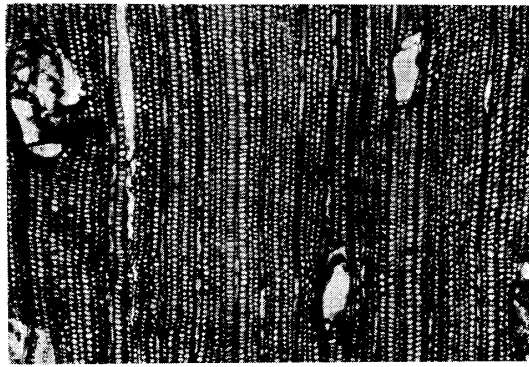
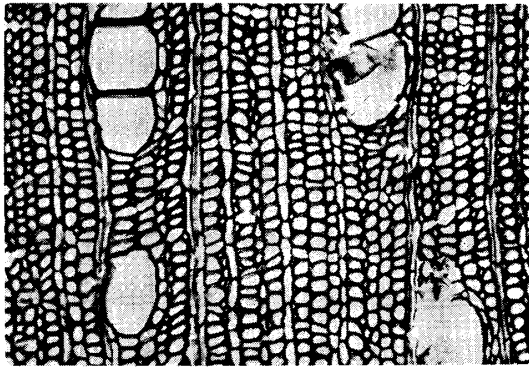


Fig. 17. Jelutong ($\times 71$)

Fig. 18. Indonesian Oak ($\times 71$)

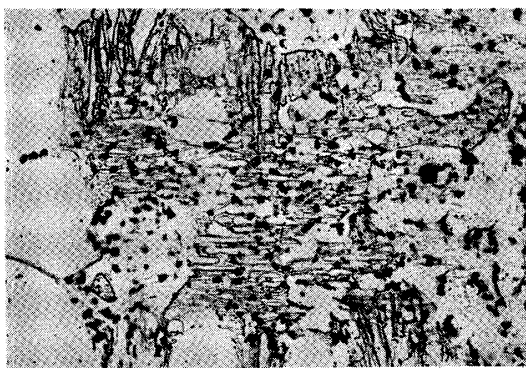


Fig. 19. Mersawa ($\times 71$)

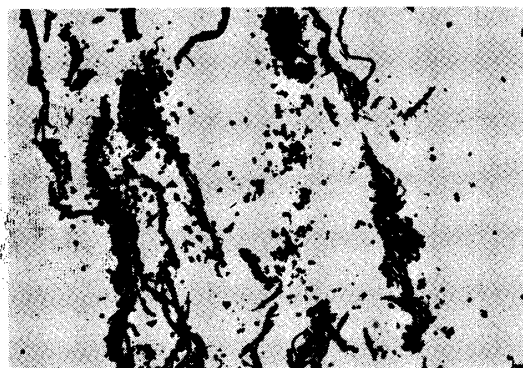


Fig. 20. Keruing ($\times 71$)

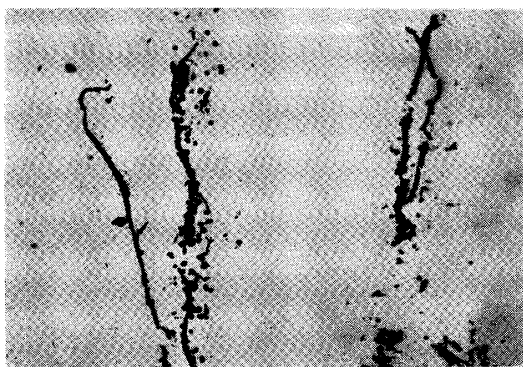


Fig. 21-A Kapur ($\times 71$)

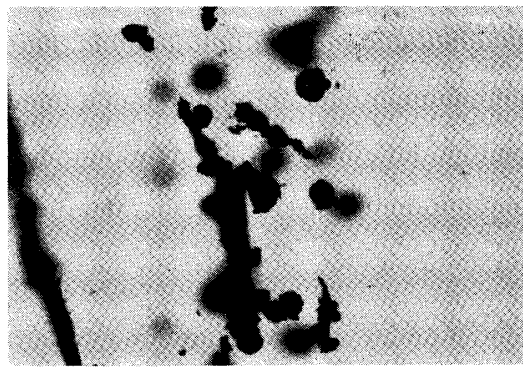


Fig. 21-B Kapur ($\times 355$)

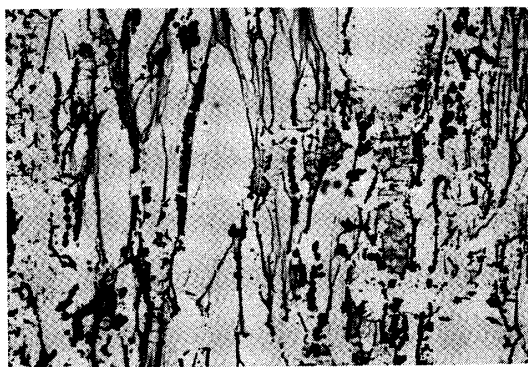


Fig. 22. Bagtikan ($\times 71$)

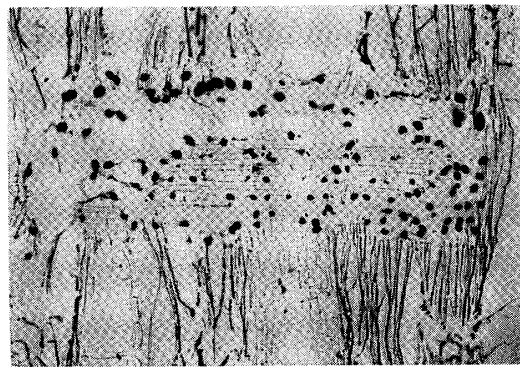


Fig. 23. Merawan ($\times 71$)

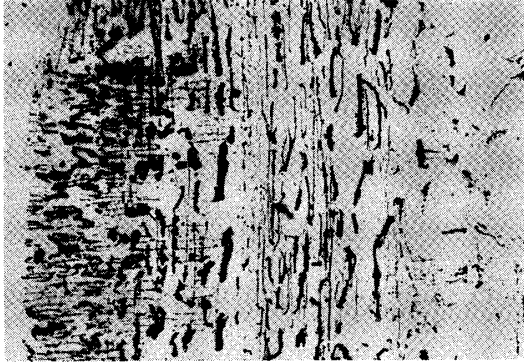


Fig. 24. Yellow Meranti ($\times 71$)

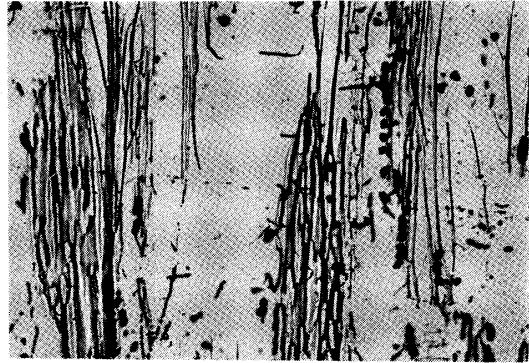


Fig. 25. Rose Wood ($\times 71$)

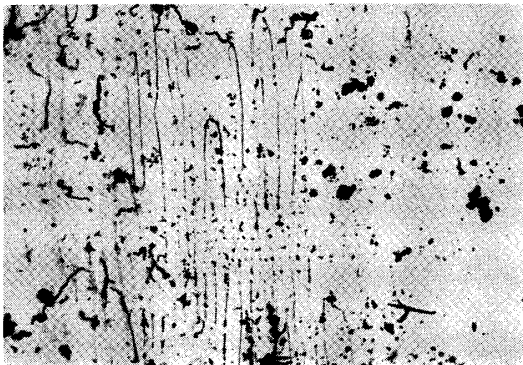


Fig. 26. Ares ($\times 71$)

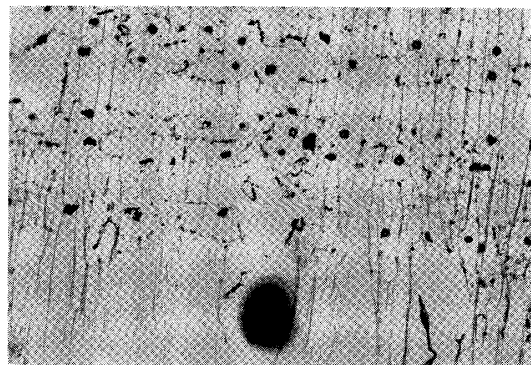


Fig. 27. Durian ($\times 71$)

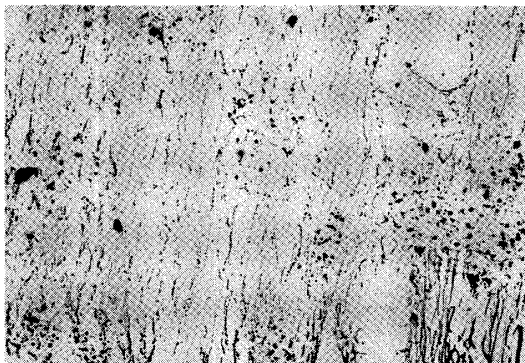


Fig. 28. Geronggang ($\times 71$)

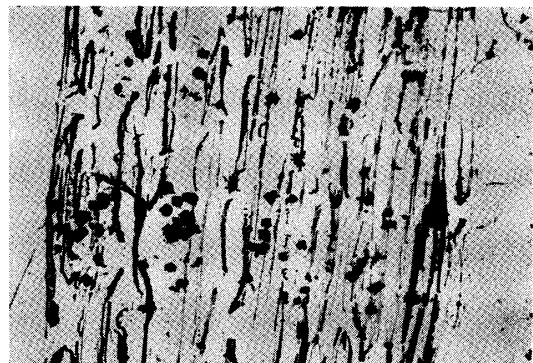


Fig. 29. Ramin ($\times 71$)

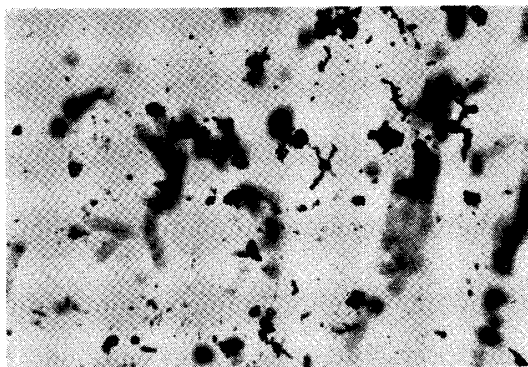


Fig. 30. Rengas ($\times 71$)



Fig. 31. Jelutong ($\times 71$)

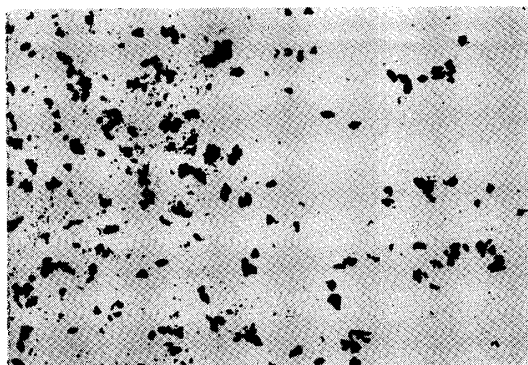


Fig. 32. Indonesian Oak ($\times 71$)



Fig. 33-A

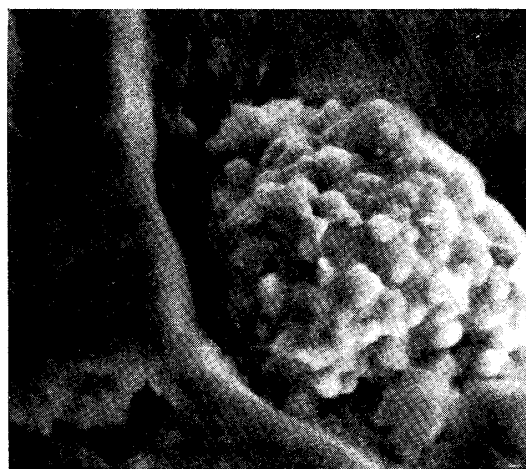


Fig. 33-B

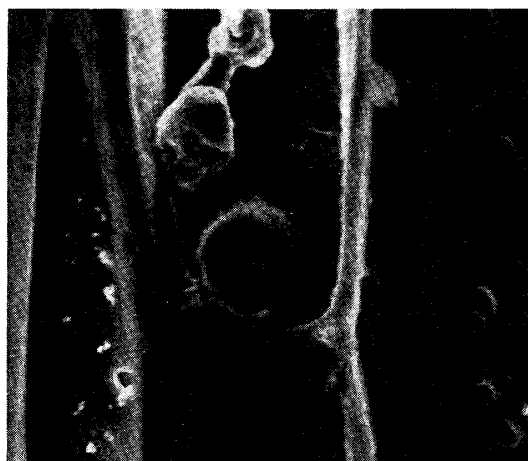


Fig. 34-A

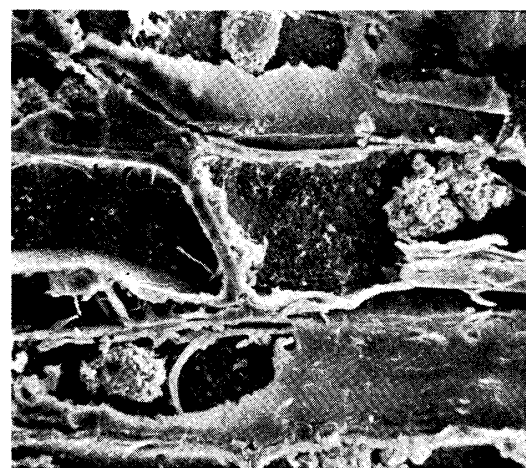


Fig. 34-B

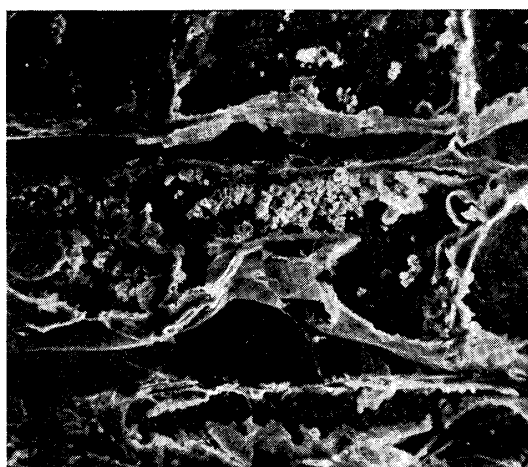


Fig. 34-C



Fig. 35-A

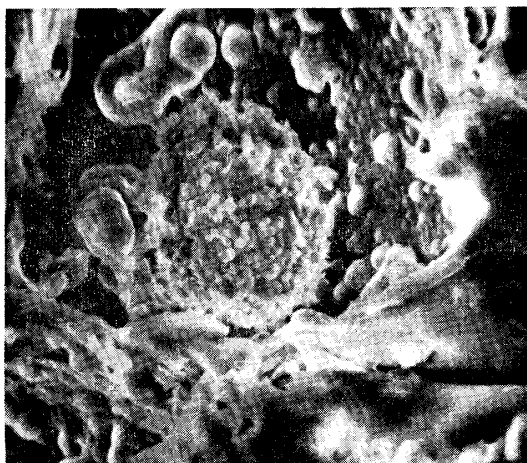


Fig. 35-B

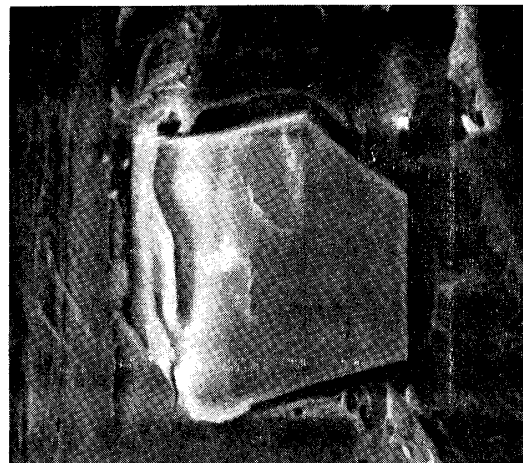


Fig. 36-A

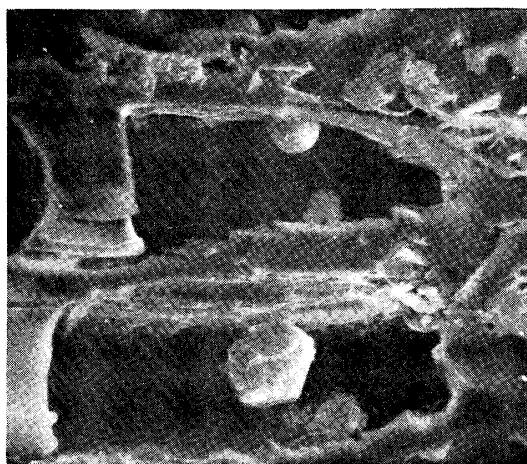


Fig. 36-B

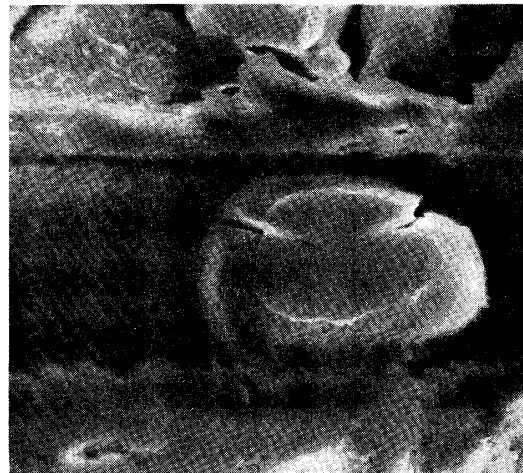


Fig. 36-C



Fig. 37-A

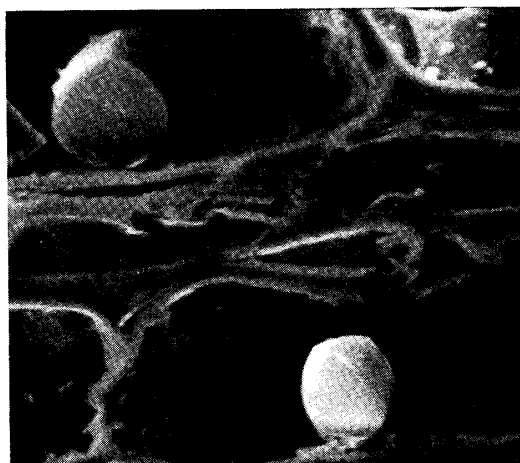


Fig. 37-B

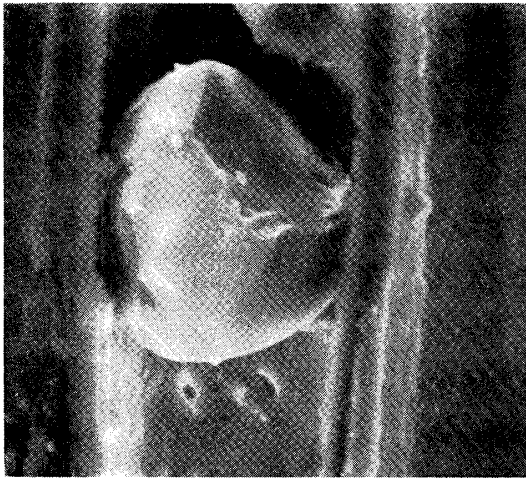


Fig. 37-C

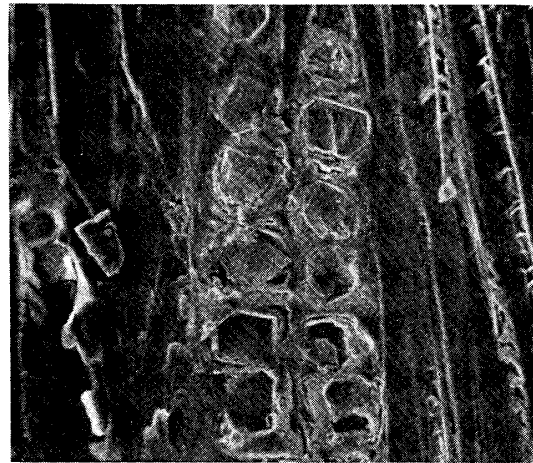


Fig. 38-A



Fig. 38-B

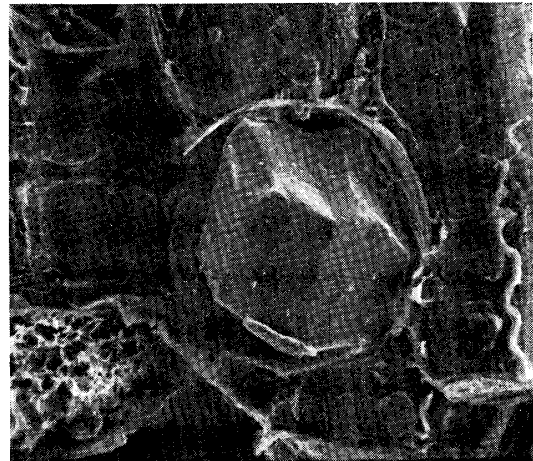


Fig. 39-A



Fig. 39-B

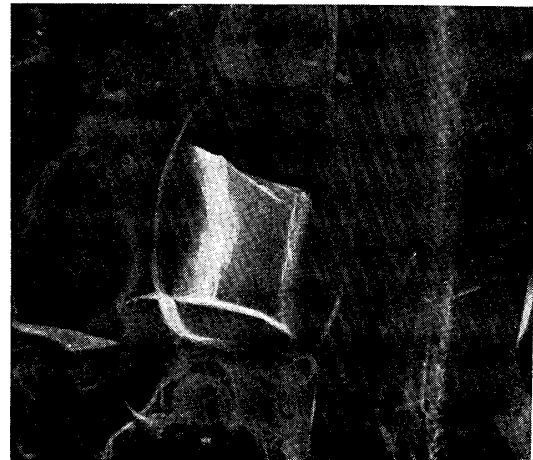


Fig. 40-A

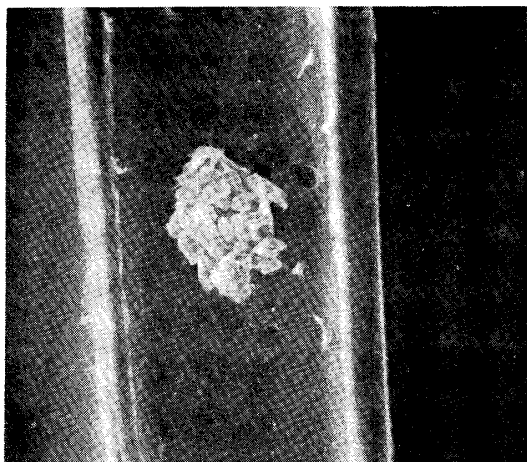


Fig. 40-B

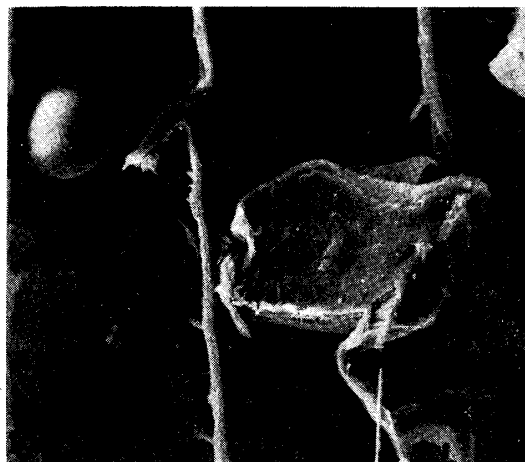


Fig. 41-A

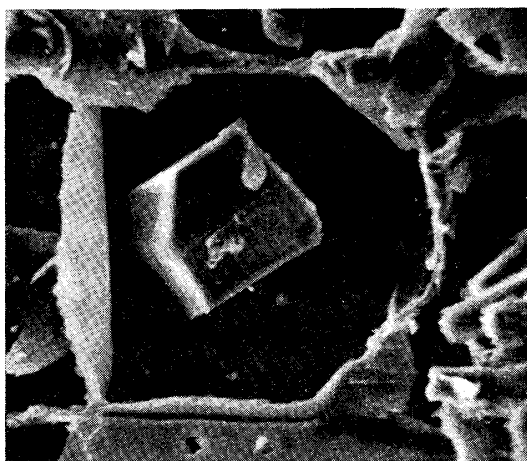


Fig. 41-B

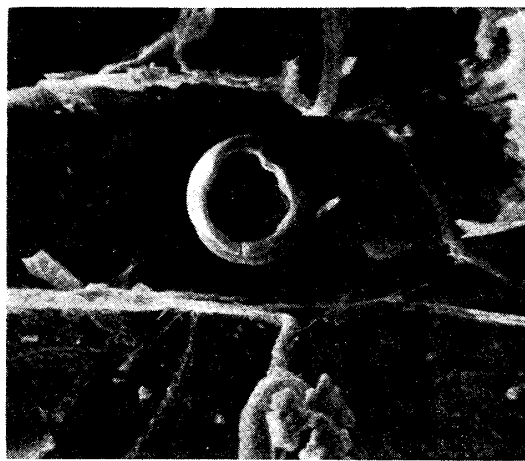


Fig. 41-C

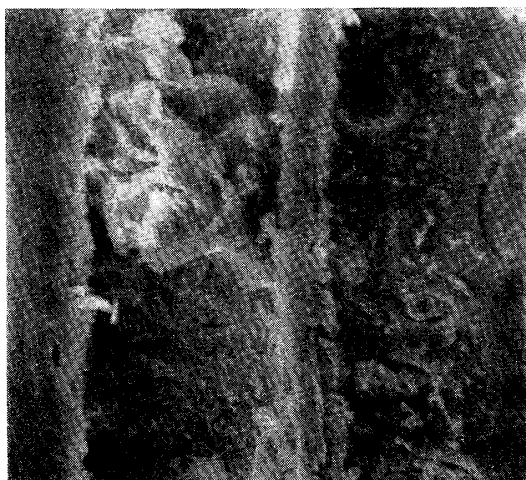


Fig. 42-A



Fig. 42-B



Fig. 42-C

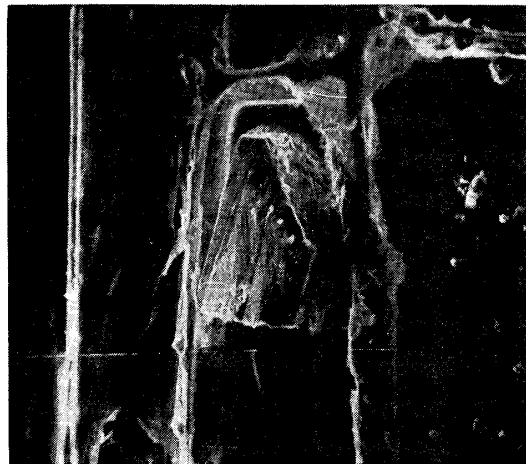


Fig. 43

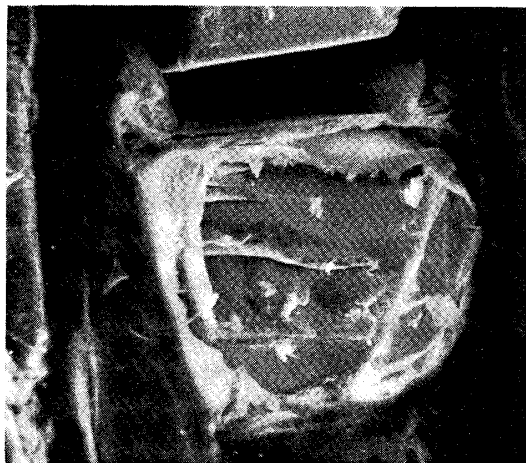


Fig. 44-A

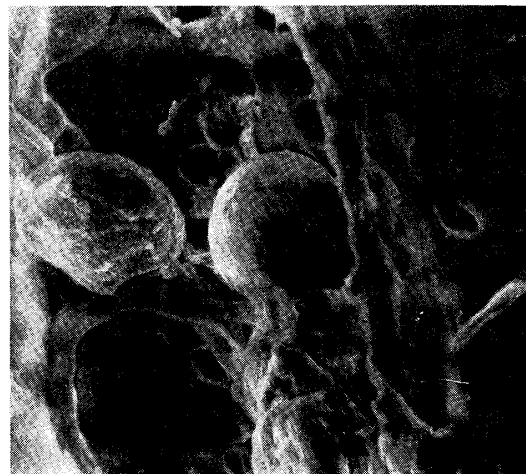


Fig. 44-B

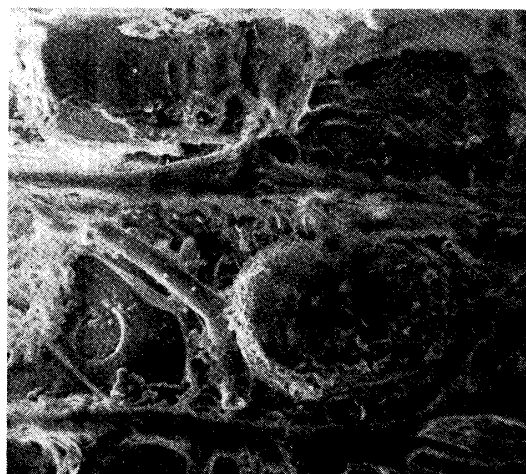


Fig. 44-C

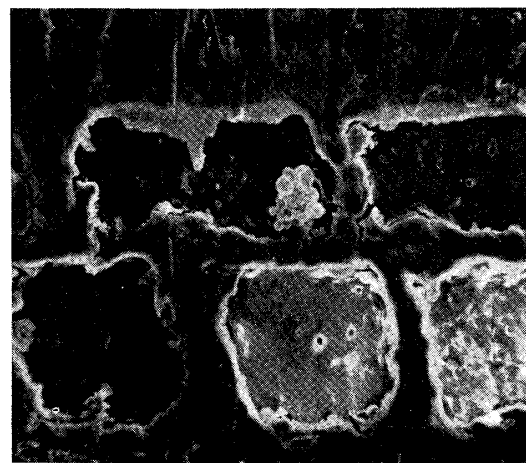


Fig. 45

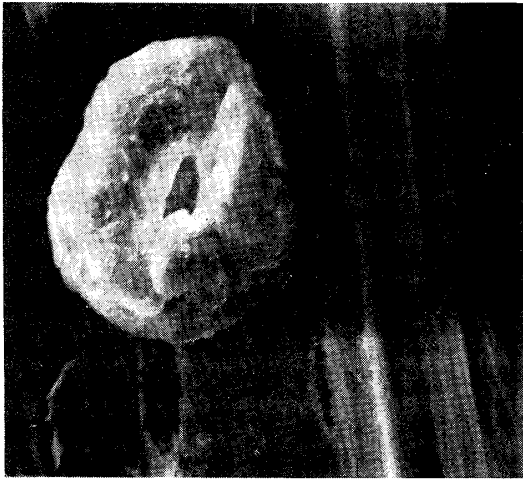


Fig. 46-A

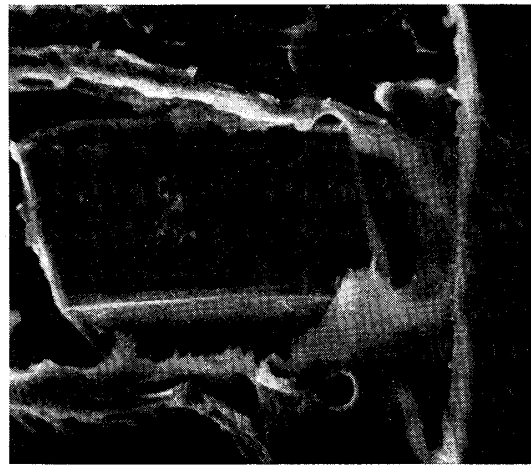


Fig. 46-B

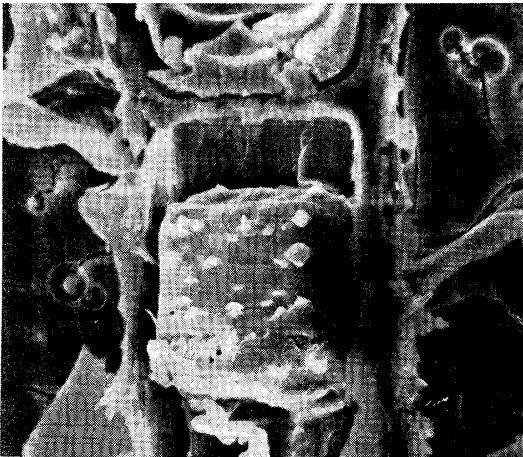


Fig. 47-A

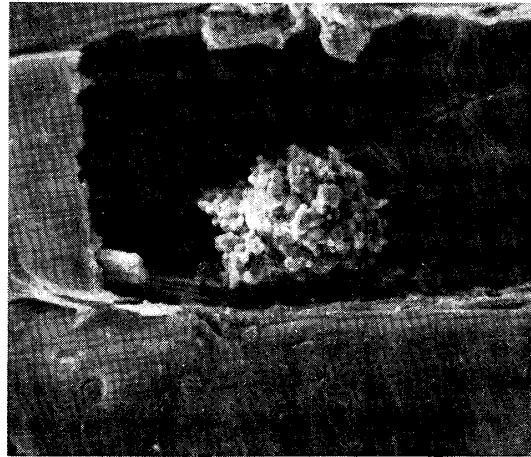


Fig. 47-B

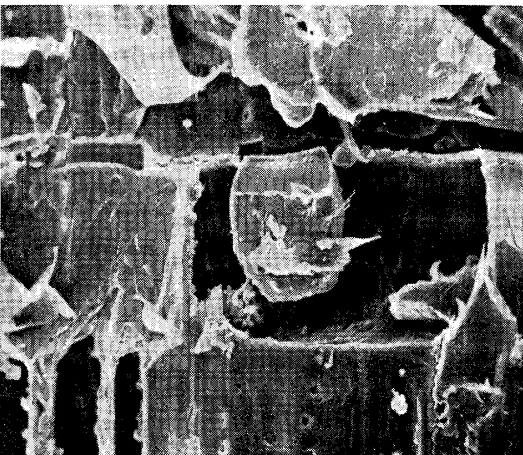


Fig. 47-C

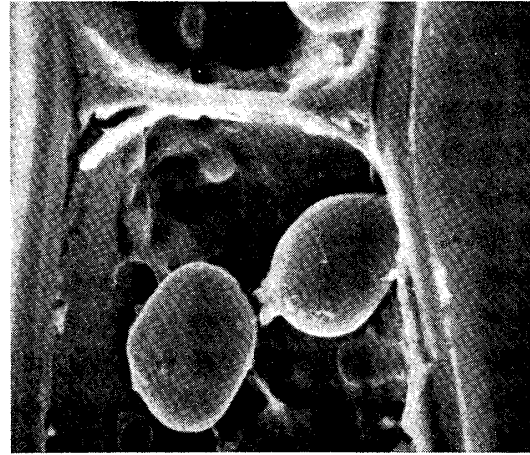


Fig. 48-A



Fig. 48-B



Fig. 49-A



Fig. 49-B



Fig. 49-C

- Fig. 33. Mersawa
A, B. Silica in ray parenchyma. ($\times 6,000$)
- Fig. 34. Keruing
A. Crystal like substance in axial parenchyma. ($\times 2,000$)
B, C. Silica in ray parenchyma. ($\times 1,000$)
- Fig. 35. Kapur
A. Crystal in idioblast. ($\times 600$)
B. Silica in ray parenchyma. ($\times 2,000$)
- Fig. 36. Bagtikan
A. Crystal in septate parenchyma cell. ($\times 3,000$)
B. Crystal like substance in ray parenchyma. ($\times 2,000$)
C. Crystal like substance in ray parenchyma. ($\times 3,000$)
- Fig. 37. Merawan
A. Crystal in ray parenchyma. ($\times 3,000$)
B. Crystal like substance in ray parenchyma. ($\times 2,000$)
C. Crystal like substance in axial parenchyma. ($\times 3,000$)
- Fig. 38. Balau
A. Crystal in septate parenchyma cell. ($\times 300$)
B. Crystal like substance in axial parenchyma. ($\times 2,000$)
- Fig. 39. Dark-red Meranti
A. Crystal in idioblast. ($\times 1,000$)
B. Crystal like substance in ray parenchyma. ($\times 600$)
- Fig. 40. Light-red Meranti
A. Crystal in idioblast of axial parenchyma. ($\times 1,000$)
B. Crystal like substance in axial parenchyma. ($\times 2,000$)
- Fig. 41. Yellow Meranti
A. Crystal in axial parenchyma. ($\times 2,000$)
B, C. Crystal in ray parenchyma. ($\times 2,000$)
- Fig. 42. Rose Wood
A. Crystal in axial parenchyma. ($\times 3,000$)
B. Crystal in ray parenchyma. ($\times 2,000$)
C. Crystal in ray parenchyma. ($\times 3,000$)
- Fig. 43. Ares
Crystal in xylem parenchyma. ($\times 1,000$)
- Fig. 44. Durian
A. Crystal in septate parenchyma cell. ($\times 2,000$)
B. Crystal in parenchyma strand cell. ($\times 3,000$)
C. Silica in ray parenchyma. ($\times 2,000$)
- Fig. 45. Geronggang
Silica in ray parenchyma. ($\times 1,000$)
- Fig. 46. Ramin
A. Crystal in axial parenchyma. ($\times 3,000$)
B. Crystal in ray parenchyma. ($\times 3,000$)
- Fig. 47. Rengas
A. Crystal like substance in axial parenchyma. ($\times 2,000$)
B. Silica in ray parenchyma. ($\times 2,000$)
C. Silica in ray parenchyma. ($\times 1,000$)
- Fig. 48. Jelutong
A. Crystal like substance in axial parenchyma. ($\times 3,000$)
B. Crystal like substance in ray parenchyma. ($\times 3,000$)
- Fig. 49. Indonesian Oak
A. Crystal in axial parenchyma. ($\times 1,000$)
B, C. Crystal like substance in ray parenchyma. ($\times 2,000$)