

熱帯産広葉樹材の放射乳管およびタンニン管の構造

藤 井 智 之⁽¹⁾Tomoyuki FUJII : Structure of Latex and Tanniferous
Tubes in Tropical Hardwoods

要 旨：放射乳管とタンニン管は木材の識別拠点の一つである。それを含む放射組織の構造および細胞壁構造を主要な樹種について調べ、比較検討した。観察方法は、薄切片法による普通光学顕微鏡法および偏光顕微鏡法、超薄切片法による透過電子顕微鏡法、および走査電子顕微鏡法である。

放射乳管とタンニン管の大きさには、絶対寸法も放射柔細胞との相対的大きさにも樹種間で大きな差があった。また、これらを含む放射組織の板目断面形は、水平樹脂道を含む放射柔組織に類似のものから普通の放射柔組織とあまり変わらないものまで樹種によって異なり、その変異はほぼ連続していた。放射乳管にもタンニン管にも末端壁が認められず、壁孔様の細胞壁構造も認められなかった。その細胞壁は放射柔細胞壁よりも薄く、板目断面で弱い複屈折性を示し、マイクロフィブリル配列は多少良いといえる。しかし、細胞壁は未木化で、マイクロフィブリル密度が低く、緩い構造をもつ一次壁の性質のものであり、樹種間で構造の差はほとんど認められなかった。

1. 緒 言

放射乳管は単一の細胞の場合と、管状の細胞の連続したものの場合があるが、いずれにしても細胞構造を持ち、樹脂道のような細胞間道ではない。したがって、水平細胞間道とは板目面で見たときにエピセリウムを持たないこと、管状になっていることの二点で区別される¹⁾。一方、タンニン管は形の上ではまったく放射乳管と同じであるが、その内容物の違いによってこのように呼ばれている¹⁾。これらの放射乳管とタンニン管は限られた科と属の木材にのみ認められるので、木材の重要な識別拠点の一つとしてあげることができる²⁾。

放射乳管は木材の放射柔組織内に含まれた乳管である³⁾。乳管は経済的重要性のために、ゴムを生産する植物においてかなり詳細な組織学および細胞学的な研究がなされている⁴⁾⁵⁾⁶⁾。しかし、木材の放射乳管やタンニン管の構造については、個々の樹種における記述はなされているが、樹種間でそれらを比較した報告はみあたらない。最近、著者らは *Pimelodendron* の木材に放射乳管の存在を認め、その組織および細胞壁構造を詳しく調べて報告した⁷⁾⁸⁾。その結果、一般的に放射乳管とタンニン管に隣接する放射柔細胞は板目面で普通の放射柔細胞とは明らかに異なる形態であることが多いが、*Pimelodendron* では放射乳管は放射柔細胞で完全に取り囲まれることは稀であり、隣接放射柔細胞もややへこんでいるものの普通の放射柔細胞とあまり変わらない点で特異的であった。

そこで、放射乳管とタンニン管をもつ広葉樹のうち主要な木材を試料として、それらの組織および細胞壁構造を調べ、比較検討した。

本研究の遂行に当たり、木材部材料科長須藤彰司博士ならびに同科組織研究室長緒方健博士には多大のご援助とご助言をいただいた。謹んで感謝の意を表します。

2. 試料および観察方法

木材部組織研究室所蔵の木材標本から、Table 1 に示す樹種の木材標本を試料として選んだ。METCALFE & CHALK (1983)²⁾ および須藤 (1976)¹⁾ の記述にしたがって放射乳管とタンニン管のそれぞれを普通を持つ樹種を選定した。そして、組織研究室長緒方健博士の助言により放射乳管およびタンニン管のそれぞれの出現頻度の多い標本を選んだ。

標本から切り出した木材片 (約 1.5×1.5×1.5 cm) を水に減圧浸漬し、100 μm の厚さの柾目面切片を切り出した。エタノールシリーズで脱水した後、アセトンに置換して、恒温器中で乾燥した。イオンスパッターコーターで金コーティングした後、走査電子顕微鏡 (JEOL JSM-35 C) で観察した。3 断面の 15 μm の厚さの切片を切り出し、サフラニンとジェンシアンバイオレットで二重染色した後、光学顕微鏡観察に供試した。また、木材片から 3×3×5 mm 程度の小片を切り出し、エタノールシリーズで脱水し、アセトンを経て、エポキシ樹脂に包埋した。これらの包埋試料から、板目面と柾目面の薄切片 (厚さ 3 μm) を作製し、サフラニン染色後、普通光顕および偏光顕微鏡による観察に供した。さらに、FUJII et al. (1981)⁹⁾ の方法にしたがって細胞壁成分の分布およびマイクロフィブリル配列の観察のために、板目面超薄切片を作製して、フォルムバル支持膜にカーボンコーティングを施した銅製、モリブデン製および金製のメッシュにすくいあげた。脱包埋後、それぞれ 5% KOH, 55% HF または酸性 NaClO₂ による処理を行ない、Pt-Pd でシャドウイングして、透過電子顕微鏡 (JEOL JEM-100 CX) で観察した。

Table 1. 供試試料
Species examined

科名 Family	種名 Species	標本番号 Xylarium No.	産地 Provenance
Apocynac.	<i>Alstonia scholaris</i>	TWTw 11576	New Britain
Euphorbiac.	<i>Pimelodendron amboinicum</i>	TWTw 11863	New Britain
	<i>P. amboinicum</i>	TWTw 11572	New Britain
	<i>P. amboinicum</i>	TWTw 10439 (PMPw 51)	Papua New Guinea
	<i>P. amboinicum</i>	TWTw 11306 (PMPw 51)	Papua New Guinea
	<i>P. griffithianum</i>	TWTw 9789(SAN 61718)	Sabah
Morac.	<i>Antiaris toxicaria</i>	TWTw 11521	New Britain
	<i>Artocarpus elasticus</i>	TWTw 4410 (BZFw 19197)	Indonesia
	<i>Ficus variegata</i>	TWTw 11549	New Britain
	<i>Parartocarpus venenosus</i>	TWTw 10469 (PMPw 174)	Papua New Guinea
Myristicac.	<i>Horsfieldia sylvestris</i>	TWTw 11581	New Britain
	<i>Iryanthera laevis</i>	TWTw 2367 (MADw 2107)	Peru
	<i>Knema cinera</i>	TWTw 9873(SAN 54128)	Sabah
	<i>Myristica globosa</i>	TWTw 11580	New Britain
	<i>M. lowiana</i>	TWTw 10582 (SAPFw 5004)	Sarawak
	<i>Virola pawonis</i>	TWTw 9165 (MADw 22396)	Peru

3. 結果と考察

放射乳管とタンニン管は、 $15\ \mu\text{m}$ の厚さの柾目面切片の光顕観察では、観察対象とした木材標本の全てで認められた。放射乳管およびタンニン管は放射方向に長く伸びており、末端壁が認められなかった (Photo 1~3)。また、その大きさが樹種間で異なっていることは柾目面切片の観察でも明らかであった。同一属内では、*Myristica* のタンニン管のように異なることもあり (Photo 3)、*Pimelodendron* の放射乳管のようにほぼ一定の場合もあった。

Fig. 1 の模式図に示した属では、放射乳管およびタンニン管 (*印) は板目断面形状がかなり真円に近く、周囲の放射柔細胞 (平伏細胞) とは識別が容易で、板目面薄切片の観察でそれらを確認できた (Fig. 1, Photo 7)。しかし、*Horsfieldia*, *Iryanthera* および *Virola* のタンニン管は、柾目面切片では平伏細胞よりもやや小径であってその存在が確認できたにもかかわらず、板目面では断面形状が平伏

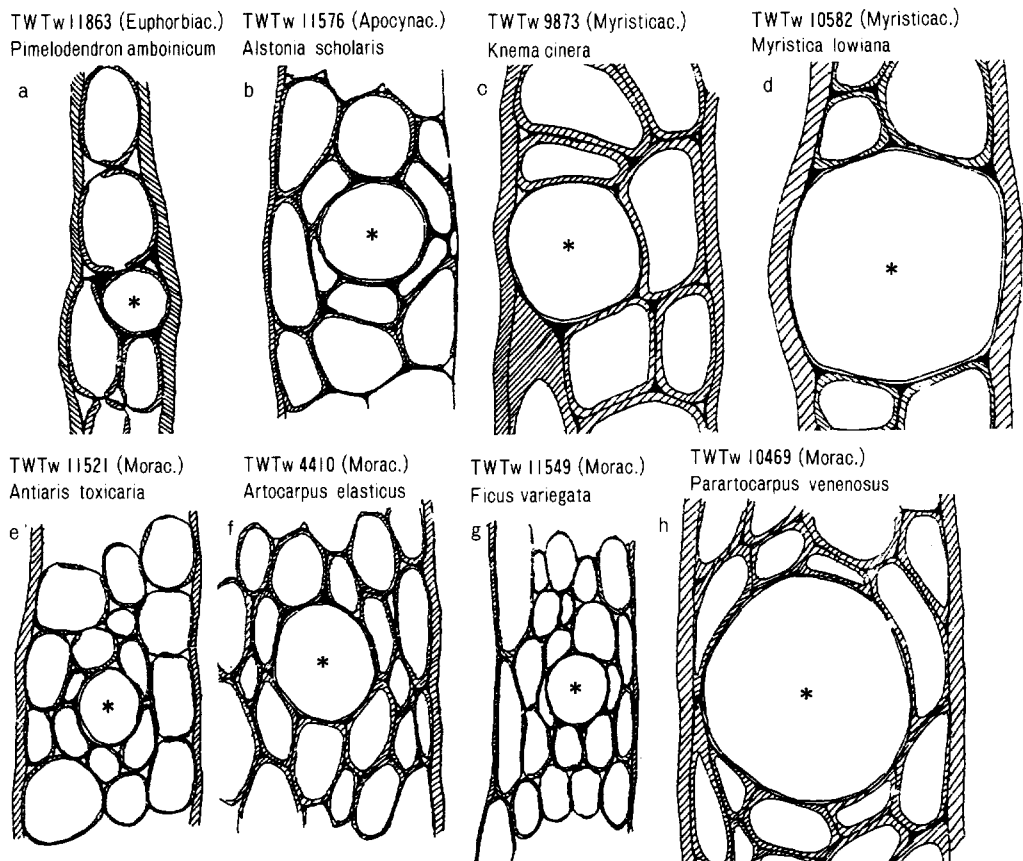


Fig. 1. 放射乳管 (a, b, e-h) とタンニン管 (c, d) の板目断面の模式図

Diagrammatic representation of latex tubes (a, b, e-h) and tanniferous tubes (c, d) in tangential sections.

細胞と大差がないためか識別が困難で、確認できなかった。放射乳管の直径は、例えば *Parartocarpus* では 20~48 μm の範囲があるように属や科の範囲内でも変更があることが知られている¹⁰⁾。今回の観察でも、放射乳管およびタンニン管の直径は、*Pimelodendron* では平伏細胞の 1/2 程度であるが (Fig. 1, Photo 4), *Prarartocarpus* では平伏細胞の数倍の大きさであり (Fig. 1), 直径の絶体寸法および放射柔細胞との相対的な大きさの両面で樹種間の変異が大きかった。また、放射乳管およびタンニン管の周囲の放射柔細胞は、*Antiaris* や *Alstonia* では小径でかつ扁平であり (Fig. 1, Photo 5), 水平細胞間道を形成するエピセリウム細胞の断面形と似ていた。しかし、*Pimelodendron* や *Myristica* では、放射乳管やタンニン管の板目断面が丸くて周囲の細胞をやや圧迫しているので隣接放射柔細胞はその分だけ変形していたが、その断面形状は普通の放射柔細胞と大差がなかった (Fig. 1, Photo 4)。*Alstonia* や *Knema* ではその中間形であり (Fig. 1, Photo 5, 7), 全体的には板目断面での放射乳管とタンニン管の大きさやそれらを含む放射組織の構造の変異は樹種間で連続しているといえる。

柘目面切片の走査電子顕微鏡観察では、Photo 8~13 に示す五つの試料で放射乳管またはタンニン管が認められた。放射乳管およびタンニン管は放射方向に長く伸びており、放射柔細胞が末端壁で仕切られているのとは対照的であった。放射乳管およびタンニン管の内腔面は比較的滑らかであったが、イボ状層のような内容物の付着が認められたものもあった (Photo 10)。また、放射柔細胞壁の内腔面には壁孔部の窪みが認められた。放射乳管およびタンニン管壁の内腔面には壁孔様構造は認められなかった (Photo 8~13)。この点では、*Artocarpus* の放射乳管壁に盲壁孔の存在を示した TOPPER & KOEK-NOORMAN (1980)¹¹⁾ の報告とは一致しない。彼らが盲壁孔と示した構造は、*Pimelodendron* で認められた放射乳管の突出⁹⁾ と類似のものであり、彼らの示した放射乳管壁の厚さが 0.5 μm 以下という薄さであることを考慮すると、盲壁孔ではなく突出である可能性が大きい。

板目面の薄切片の偏光顕微鏡観察では、いずれの樹種の放射乳管およびタンニン管もその細胞壁は放射柔細胞壁よりも薄く、かつ弱い複屈折性を持つ 1 層の壁層の存在が確認できた (Photo 4~7)。板目面の超薄切片の脱包埋—シャドウイング像および脱包埋—KOH 処理—シャドウイング像では、放射乳管およびタンニン管壁は未木化で、かなりマイクロフィブリルの密度が低く、緩い構造をもっていた (Photo 14)。その細胞壁構造は、先に報告した *Pimelodendron* の放射乳管壁の構造⁹⁾ とほぼ同じである。つまり、放射乳管のタンニン管もその細胞壁は未木化で一次壁的性質のものである。その細胞壁構造は樹種間の変異に乏しかった。

4. 引用文献

- 1) 須藤彰司：“木材の組織” 島地・須藤・原田共著，森北出版，185~186，(1976)
- 2) METCALFE, C.R. and L. CHALK：“Anatomy of The Dicotyledons” 2nd ed. vol. 2, Clarendon, Oxford, 124, (1983)
- 3) 国際木材解剖学者連合用語委員会：国際木材解剖学用語集，木材学会誌 21 (9), All-A 12, (1975)
- 4) ESAU, K.：“Plant Anatomy” 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, 318~334, (1965)
- 5) ESAU, K.：“Anatomy of Seed Plants” 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, 209~212, (1977)
- 6) FAHN, A.：“Plant Anatomy”, Pergamon, Oxford, 130~136, (1967)

- 7) SUDO, S. and T. FUJII : IAWA Bul. n.s. 8, 109~112, (1987)
- 8) FUJII, T. and S. SUDO : 木材学会誌 (投稿中)
- 9) FUJII, T., H. HARADA and SAIKI, H. : 木材学会誌 27, 149~156, (1981)
- 10) WELLE, B.J.H. TER, J., KOEK-Noorman and S.M.C. TOPPER : IAWA Bul. n.s. 7, 175~193, (1986)
- 11) TOPPER, S.M.C. and J. KOEK-Noorman. J : IAWA Bul. n.s. 1, 113~119, (1980)

Structure of Latex and Tanniferous Tubes in Tropical HardwoodsTomoyuki FUJII⁽¹⁾

Summary

Latex and tanniferous tubes are found solely in some taxa of woody plants and are useful diagnostic features for wood identification. The anatomical characteristics and the cell wall structure of these tubes were investigated in some species belonging to Apocynaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, and Myristicaceae under an ordinary and a polarized light microscope with thin-sectioning methods and under a transmission and a scanning electron microscope.

The absolute and relative diameters of the latex and tanniferous tubes to ray cells were quite different depending on the species. Some of the latex and tanniferous tubes were surrounded by ray parenchyma cells which in their tangential view resembled epithelial cells in horizontal resin cannals while some others resembled ordinary ray parenchyma cells. The end walls and wall sculpture were not observed in either latex or tanniferous tubes in any of the species. Their cell walls were obviously thinner than the secondary walls of the ray parenchyma cells and showed one layer with weak birefringence in the tangential sections of every species. The structure of their walls was of a primary wall nature (unlignification and the low density and the loose texture of microfibrils) and they showed no significant variation among species.

Received December 24, 1987

(1) Wood Technology Division

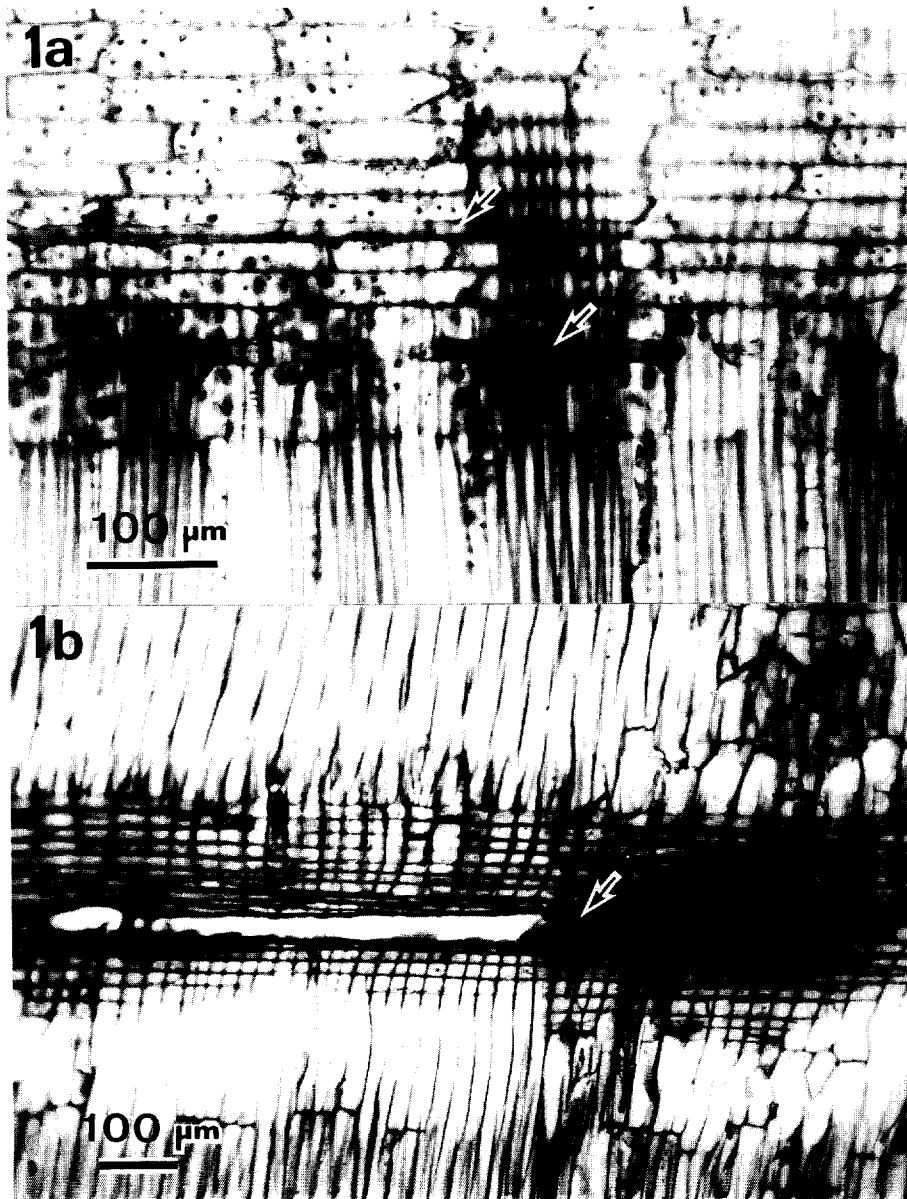


Photo 1. 放射乳管 (矢印) の柁目面切片の光学顕微鏡像
Optical micrographs of latex tubes (arrow) in
radial sections.
a : *Pilmelodendron amboinicum* (TWTw 11863),
b : *Artocarpus elasticus* (TWTw 4410)

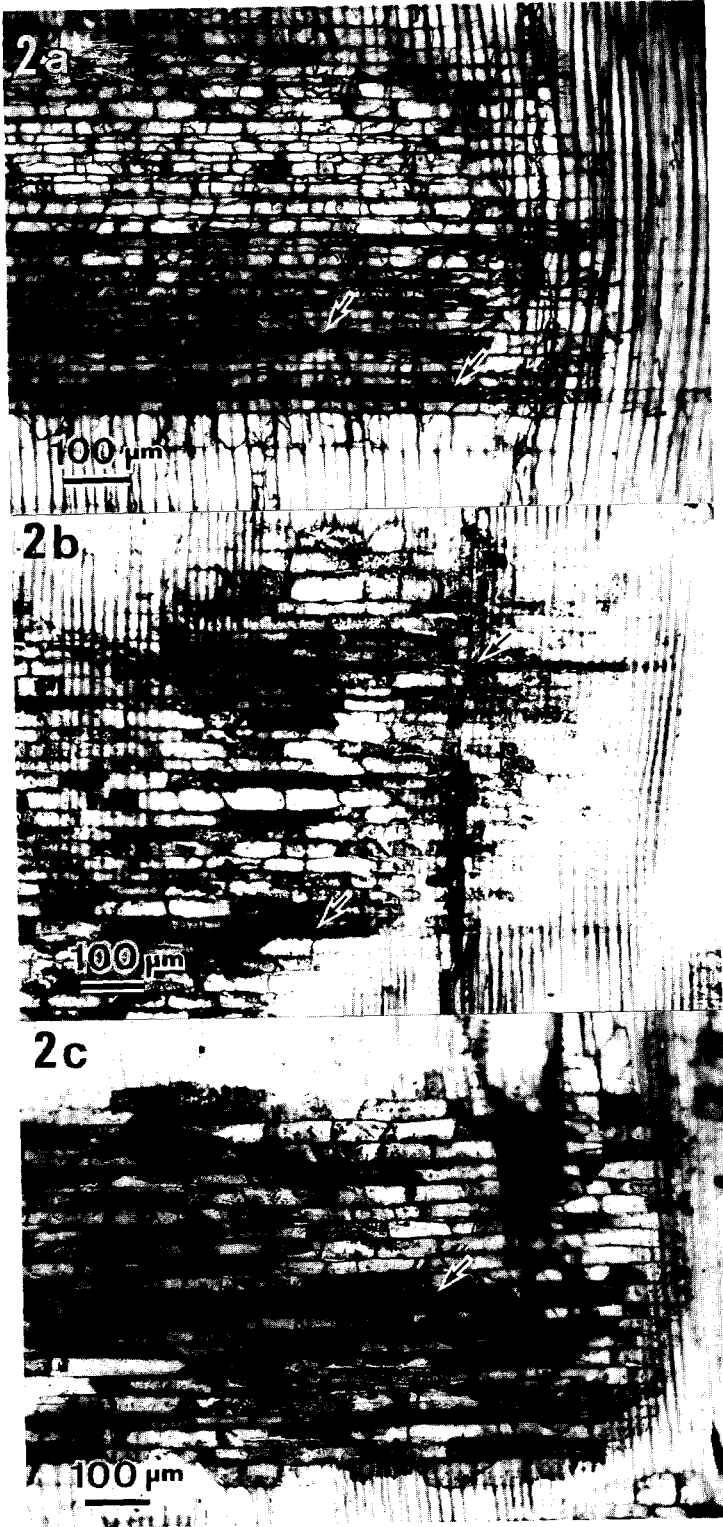


Photo 2. タンニン管 (矢印) の柾目面切片の光学顕微鏡像

Optical micrographs of tanniferous tubes (arrow) in radial sections.

a : *Horsfieldia sylvestris* (TWTw 11581)

b : *Iryanthera laevis* (TWTw 2367)

c : *Virola pavonis* (TWTw 9165)

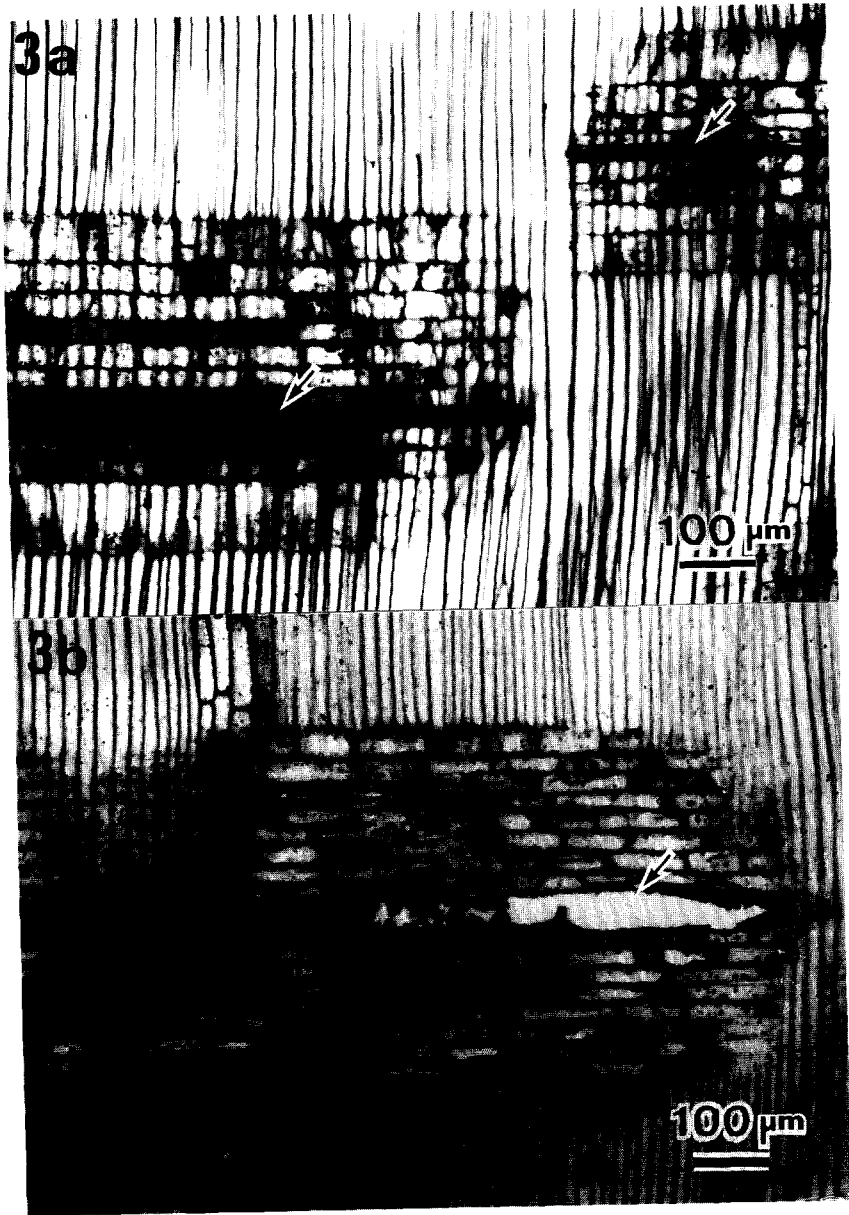


Photo 3. *Myristica* 属のタンニン管 (矢印) の柁目面切片の光学顕微鏡像

Optical micrographs of tanniferous tubes (arrow) in radial sections of *Myristica* species.

a: *M. globosa* (TWTw 11580), b: *M. lowiana* (TWTw 10582)

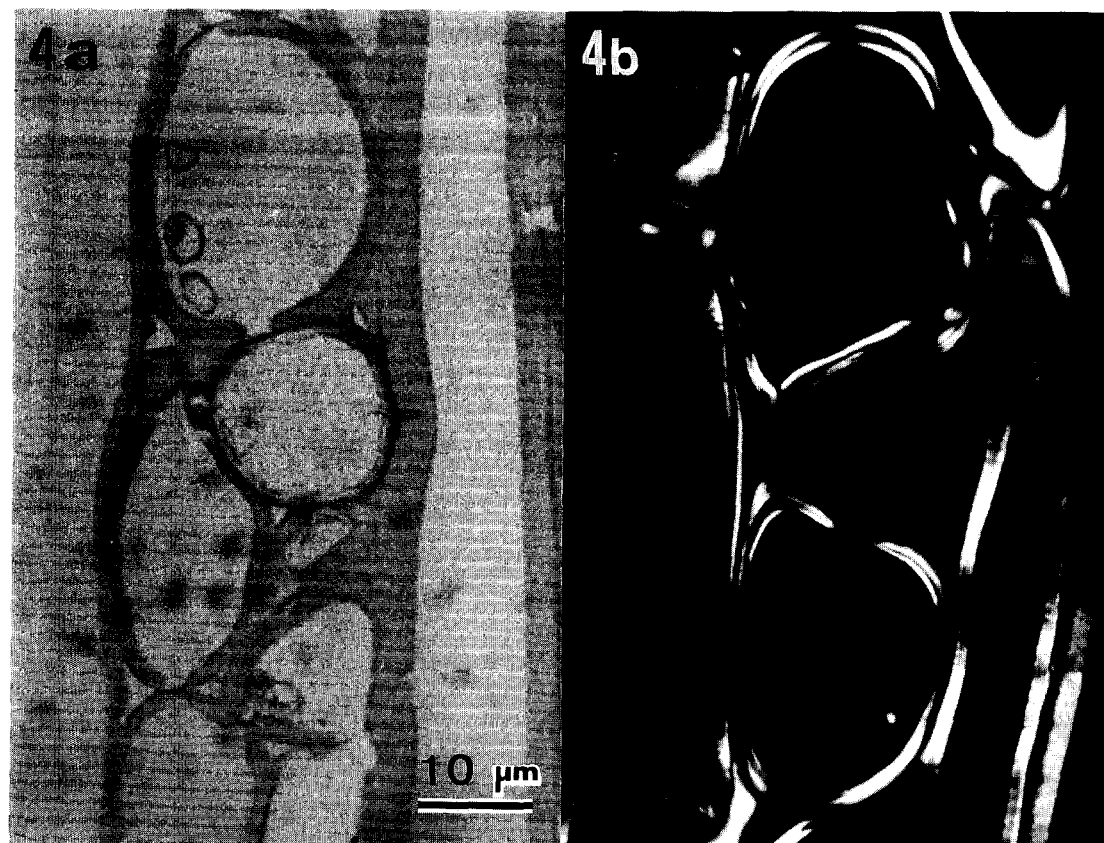


Photo 4. *Pimelodendron amboinicum* (TWTw 11863) の放射乳管の板目面薄切片の染色像 (a) および偏光顕微鏡像 (b)

Ordinary (a) and polarized light micrographs (b) of a latex tube in tangential thin sections of *Pimelodendron amboinicum* (TWTw 11863).

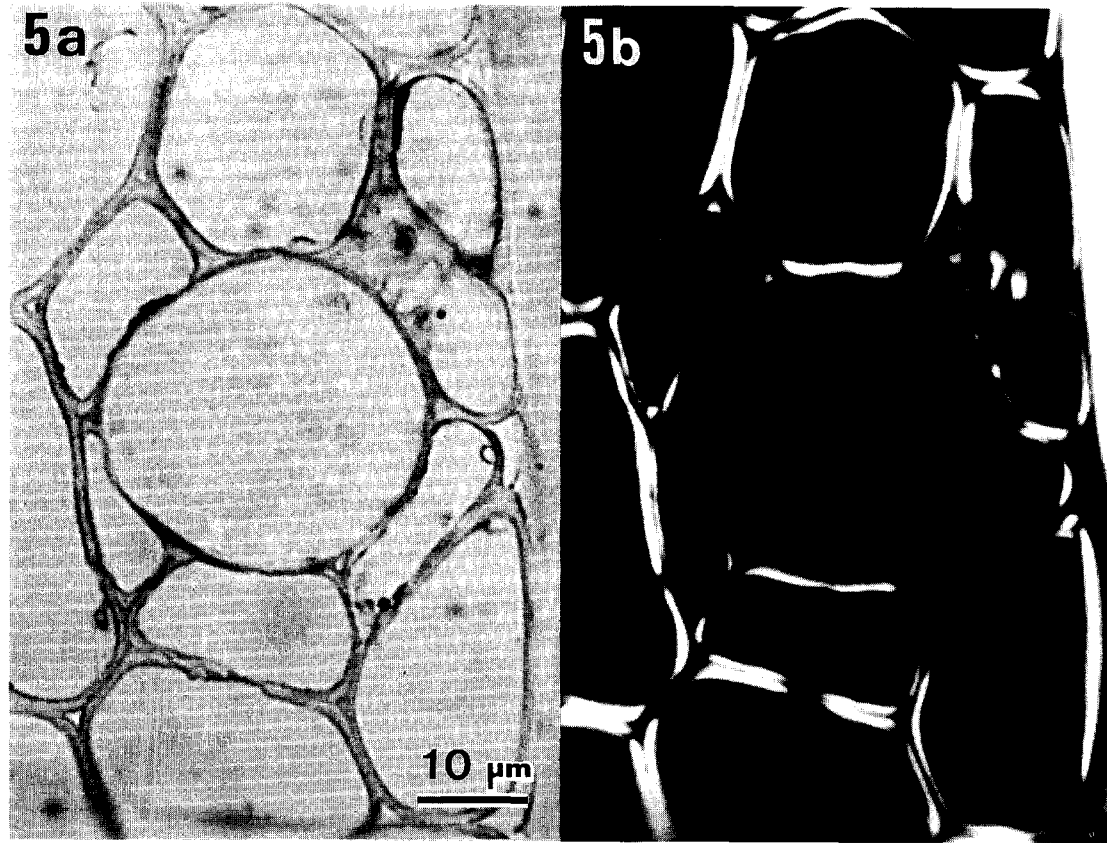


Photo 5. *Alstonia scholaris* (TWTw 11576) の放射乳管の板目面薄切片の染色像 (a) および偏光顕微鏡像 (b)

Ordinary (a) and polarized light micrographs (b) of a latex tube in a tangential thin section of *Alstonia scholaris* (TWTw 11576).

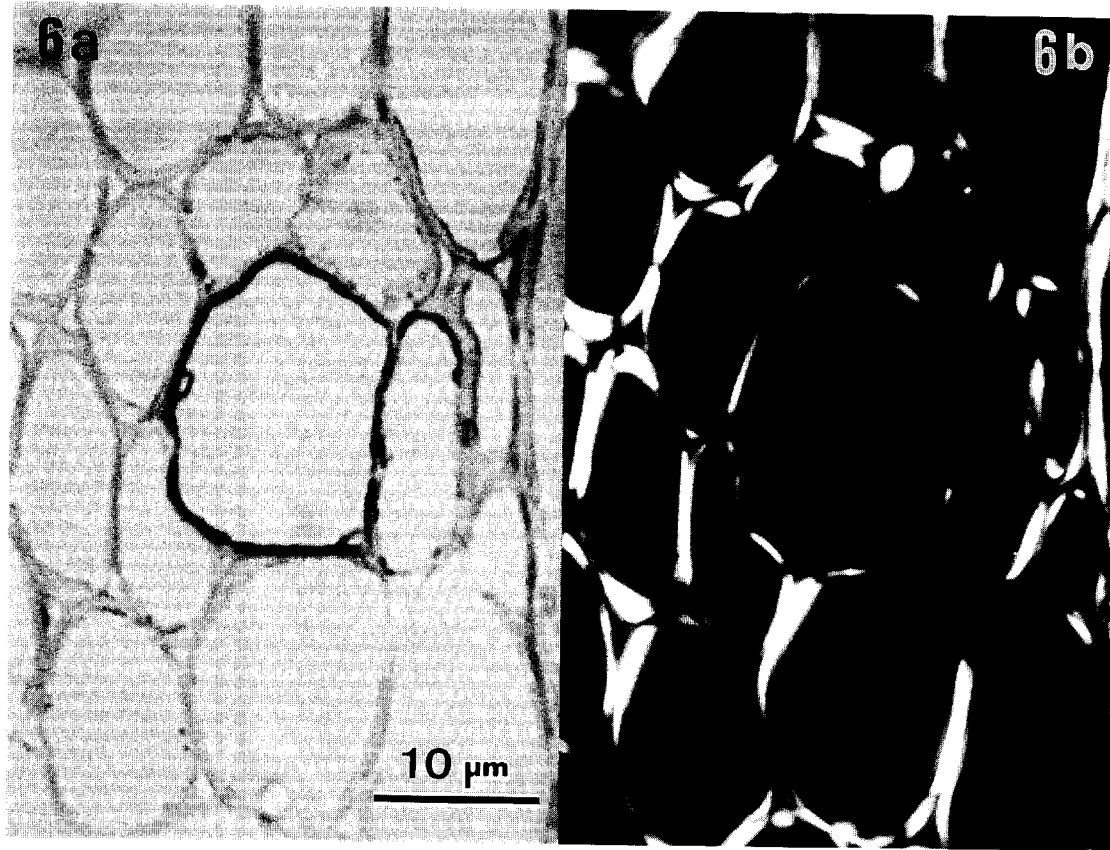


Photo 6. *Ficus variegata* (TWTw 11549) の放射乳管の板目面薄切片の染色像 (a) および偏光顕微鏡像 (b)

Ordinary (a) and polarized light micrographs (b) of a latex tube in a tangential thin section of *Ficus variegata* (TWTw 11549).

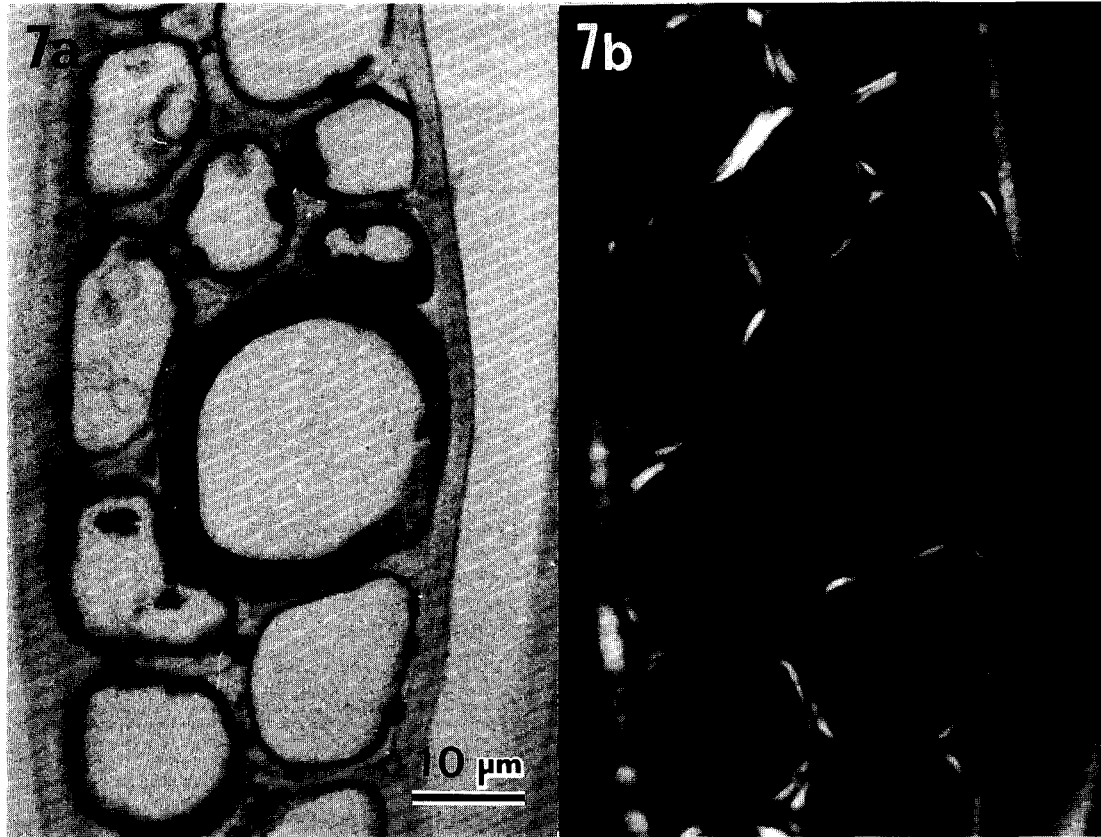


Photo 7. *Knema cinera* (TWTw 9873) のタンニン管の板目面薄切片の染色像 (a) および偏光顕微鏡像 (b)

Ordinary (a) and polarized light micrographs (b) of a tanniferous tube in a tangential thin section of *Knema cinera* (TWTw 9873).

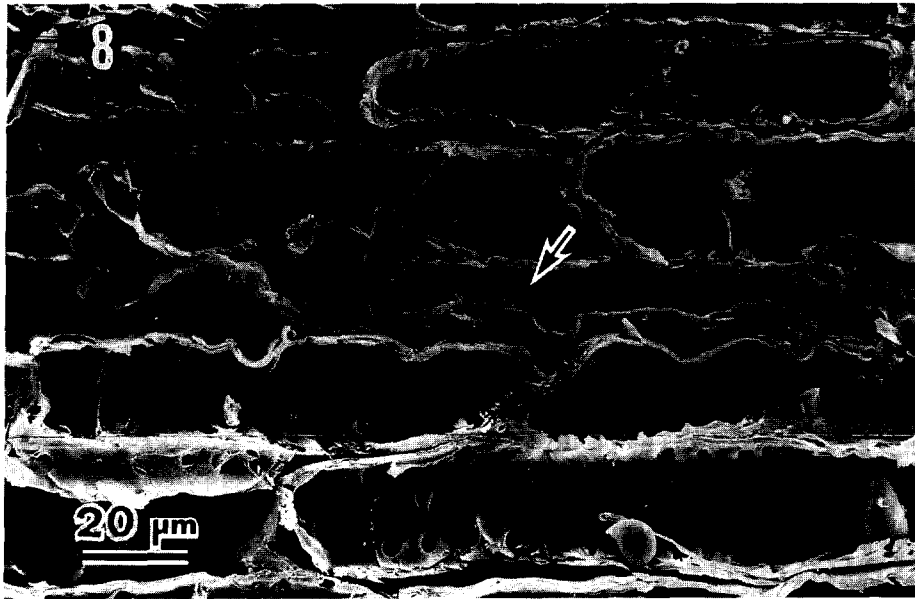


Photo 8. *Pimelodendron amboinicum* (TWTw 11863) の放射乳管 (矢印) の柁目面の走査電子顕微鏡写真

Scanning electron micrograph of a latex tube (arrow) in a radial section of *Pimelodendron amboinicum* (TWTw 11863).



Photo 9. *Alstonia scholaris* (TWTw 11576) の放射乳管 (矢印) の柁目面の走査電子顕微鏡写真

Scanning electron micrograph of a latex tube (arrow) in a radial section of *Alstonia scholaris* (TWTw 11576).

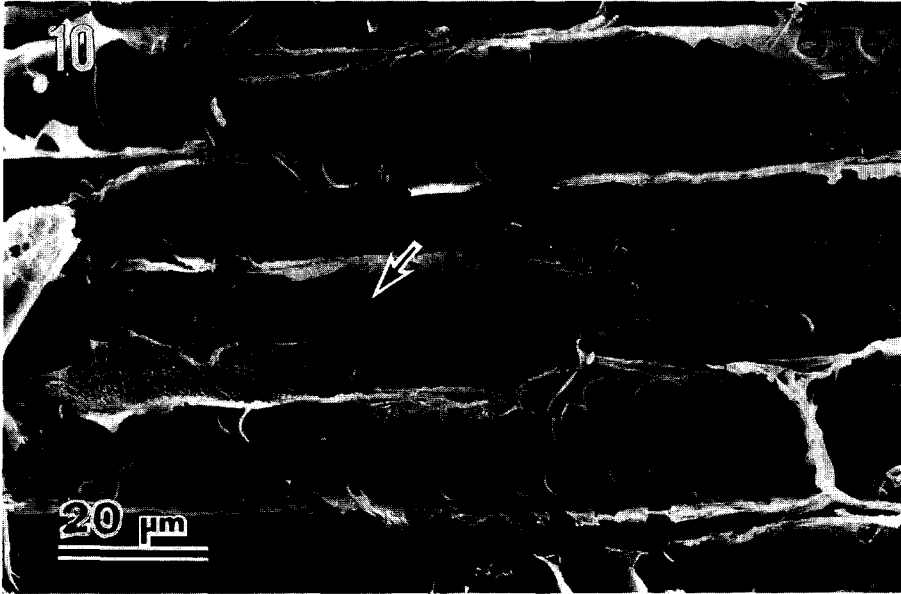


Photo 10. *Antiaris toxicaria* (TWTw 11521) の放射乳管 (矢印) の柁目面の走査電子顕微鏡写真

Scanning electron micrograph of a latex tube (arrow) in a radial section of *Antiaris toxicaria* (TWTw 11521).



Photo 11. *Ficus variegata* (TWTw 11549) の放射乳管 (矢印) の柁目面の走査電子顕微鏡写真

Scanning electron micrograph of a latex tube (arrow) in a radial section of *Ficus variegata* (TWTw 11549).



Photo 12. *Horsfieldia sylvestris* (TWTw 11581) のタンニン管 (矢印) の柁目面の走査電子顕微鏡写真

Scanning electron micrograph of a tanniferous tube (arrow) in a radial section of *Horsfieldia sylvestris* (TWTw 11581).



Photo 13. *Myristica globosa* (TWTw 11580) のタンニン管 (矢印) の柁目面の走査電子顕微鏡写真

Scanning electron micrograph of a tanniferous tube (arrow) in a radial section of *Myristica globosa* (TWTw 11580)

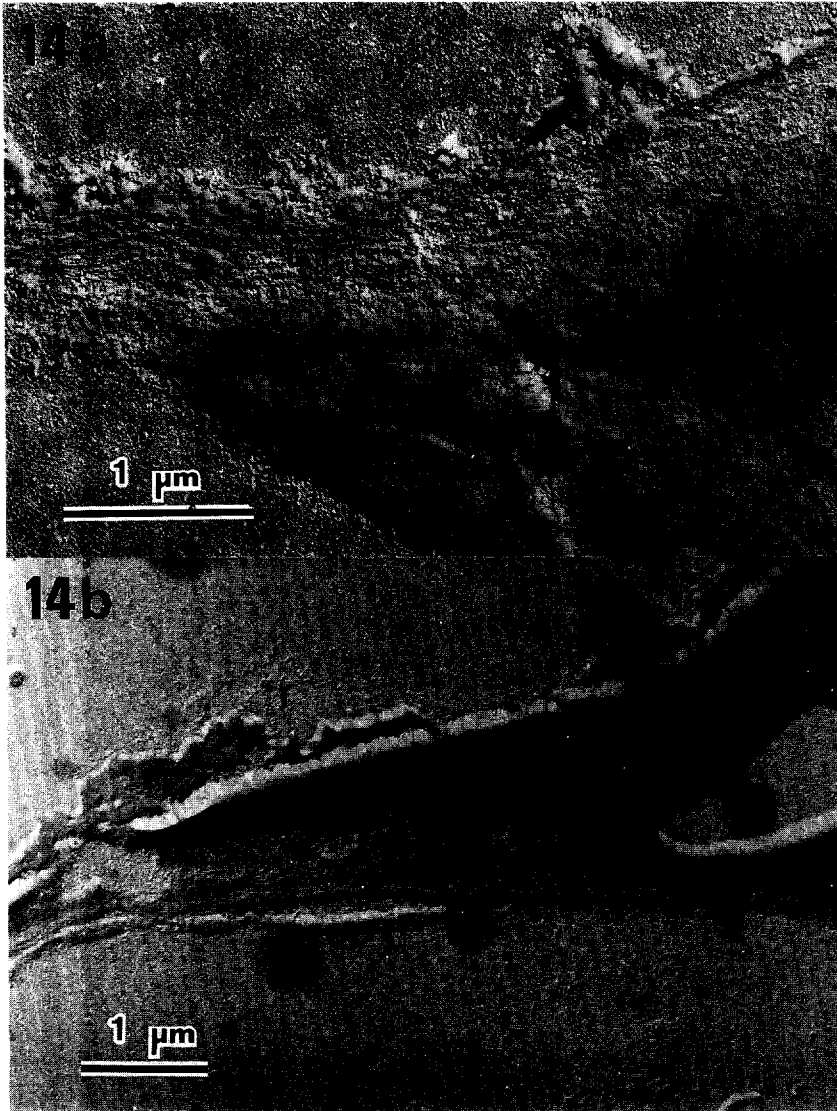


Photo 14. 放射乳管 (a-d: LT) およびタンニン管 (e: TT) の板目面超薄切片像

Cell wall structure of latex tubes (a-d: LT) and tanniferous tubes (e: TT) in tangential ultrathin sections.

a, c, and d: treated with 5% KOH for 1 hr after the removal of embedding resin, then shadow-casted with Pt-Pd

b and e: shadow-casted with Pt-Pd after the removal of resin

a: *Pimelodendron amboinicum* (TWTw 11863)

b: *Alstonia scholaris* (TWTw 11576)

c: *Artocarpus elasticus* (TWTw 4410)

d: *Ficus variegata* (TWTw 11549)

e: *Knema cinera* (TWTw 9873)

