

樹皮の識別

IAWAによる光学顕微鏡的特徴リスト

編集

IAWA (国際木材解剖学者連合) 委員会
V. Angyalossy, M. R. Pace & P. Baas

日本語版訳

佐野雄三・吉永新・半智史



海青社

IAWA LIST OF MICROSCOPIC BARK FEATURES

IAWA Committee:

Veronica Angyalossy — São Paulo, Brazil
Marcelo R. Pace — São Paulo, Brazil/Washington D.C., U.S.A.
Ray F. Evert — Madison, U.S.A.
Carmen R. Marcati — Botucatu, Brazil
Alexei A. Oskolski — Johannesburg, South Africa
Teresa Terrazas — Mexico City, Mexico
Ekaterina Kotina — Johannesburg, South Africa
Frederic Lens — Leiden, The Netherlands
Solange C. Mazzoni-Viveiros — São Paulo, Brazil
Guillermo Angeles — Xalapa, Mexico
Silvia R. Machado — Botucatu, Brazil
Alan Crivellaro — Padua, Italy
Karumanchi S. Rao — Gujarat, India
Leo Junikka — Helsinki, Finland
Nadezhda Nikolaeva — Petrozavodsk, Russia
Pieter Baas — Leiden, The Netherlands

To be cited as: Angyalossy V, Pace MR, Evert RF, Marcati CR, Oskolski AA, Terrazas T, Kotina E, Lens F, Mazzoni-Viveiros SC, Angeles G, Machado SR, Crivellaro A, Rao KS, Junikka L, Nikolaeva N, & Baas P.
2016. IAWA List of Microscopic Bark Features. IAWA Journal 37 (4): 517– 615.

Edited by
Veronica Angyalossy, Marcelo R. Pace & Pieter Baas

©2016. IAWA Journal 37 (4): 517– 615
International Association of Wood Anatomists
c/o Naturalis Biodiversity Center, Leiden, The Netherlands
DOI 10.1163/22941932–20160151

FOREWORD

Within the International Association of Wood Anatomists the standardization of terms in wood anatomy has a long tradition. From its foundation in 1931 papers were published on terms and size categories (Stern 1982), culminating in the famous Multilingual Glossary of Terms used in Wood Anatomy (IAWA Committee 1964), and the IAWA Hardwood and Softwood Lists (1989, 2004). The latter were translated into Japanese 1998 and 2006. Standardisation of terms used in Bark Anatomy had to wait until 2014, when with the generous support of Brazilian research foundations, an international IAWA Committee started its work on the IAWA List of Microscopic Bark Features, leading to its publication in 2016.

It is very gratifying that this list has now also been translated into Japanese. Bark is vital for tree physiology, and for the protection of all tissues inside the stem. Bark is also an important commodity, with interesting traditional and modern uses in Japanese culture, architecture, and as a source of high value chemicals and fibres. We hope and trust that this translation will contribute to the understanding of tree biology, bark properties and bark identification in Japan.

日本語版出版によせて

国際木材解剖学者連合には、長きにわたり木材解剖学に関する用語の標準化を行ってきた学統がある。1931年の設立以来、用語およびサイズの階級分けに関する論文 (Stern 1982)、広く知れ渡るに至っている多言語版の木材解剖学用語集 (IAWA Committee 1964)、IAWA 広葉樹材リスト (1989) および IAWA 針葉樹材リスト (2004) を刊行している。IAWA 広葉樹材リストと IAWA 針葉樹材リストは、それぞれ 1998 年、2006 年に邦訳されている。樹皮解剖学で使う用語の標準化は、2014 年にブラジルの研究基金の惜しみない助成を機に IAWA 委員会が IAWA による樹皮の光学顕微鏡的特徴リストの作業に着手し、2016 年の出版に漕ぎつけるまで待たなければならなかった。

本リストも邦訳されることは、まことに喜ばしい。樹皮は樹木の生理機能、それに幹・枝・根の内部全ての組織の保護のためになくてはならない。また、樹皮は日本の文化・建築における興味深い伝統的ならびに現代的な利用、あるいは価値ある化学物質や繊維の原料として、重要な必需品でもある。我々は、このたびの邦訳が日本において樹木生物学、樹皮の性質、樹皮の種同定への理解に寄与することを願うとともに確信する。

The editors
Veronica Angyalossy
Marcelo R. Pace
Pieter Baas

References:

- Stern WL. 1982. Highlights in the early history of the International Association of Wood Anatomists. pp. 1-22 In: P. Baas (ed). *New Perspectives in Wood Anatomy*. Nijhoff/Junk.
- IAWA Committee 1964. *Multilingual Glossary of Terms Used in Wood Anatomy*. Concordia, Winterthur.
- IAWA Committee 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. *IAWA Bull.* n.s. 10(3): 219-332.
- IAWA Committee 2004. IAWA List of Microscopic Features for Softwood Identification. *IAWA J.* 25 (1): 1-70.
- IAWA Committee 2016. IAWA List of Microscopic Bark Features. *IAWA J.* 37(4): 517-615.

日本語版序文

学術用語を整理統一して用いることは、円滑な研究活動や教育活動のための基本である。しかし、樹皮の解剖学に関しては、学術活動におけるこの基本的な基盤整備が十分ではなかった。例えば、植物解剖学や樹木学の専門書や関連書籍をざっと眺めてみると、樹幹の外層をなす保護組織の全域あるいは一部を言い表す用語だけでも、樹皮、師(篩)部、リチドーム、韌皮、木皮、内樹皮、外樹皮、内皮、外皮、甘皮、粗皮など、いくつもの言葉が目に残る。それぞれが明確に定義づけられ、別の意味をもった確たる用語として使い分けられているのならばよいのだが、同義語が多いうえ、ひとつの言葉が複数の意味を持ち、人によって全く別の意味で使われるなど、樹皮の用語法には困った現状があった。この事情は英語圏でも同様である。ごく最近に刊行されたPlant Anatomyの専門書でも、そのような解剖学用語の使用に関する混乱や誤記は相変わらず散見される。

本書は、樹皮組織の解剖学的内容を記載する際の、そのような錯綜した状況を解消してくれる学術用語集である。単なる辞書ではなく、懇切な解説文と記載内容を明示する顕微鏡写真が付された樹皮解剖学事典といってよい内容である。IAWAでは、これまでに広葉樹材、針葉樹材を対象とした同類の用語集をそれぞれ1編ずつ刊行しており、いずれも本書と同じく海青社より邦訳版が刊行されている。本書はその姉妹編に位置付けられる。植物学、樹木学、木材学など、関連分野の専門家や学習者に、それら木材解剖用語集とともに大いに活用されることを願う。

機械翻訳の技術も目覚ましく進展している現代にあって、原語の構文に忠実であるあまり、いわゆる翻訳調で読みづらい文体の邦訳版をわざわざ刊行する意義は減じていると思われる。そのため、訳出にあたっては、単なる言葉の機械的な変換にならず、一読して文意が伝わるような訳文とすることを心がけた。また、準拠した学術用語集(翻訳凡例を参照)には未記載の用語が数多くあり、それらについては独自に訳出する必要があったが、その際には原語の語意を単純に日本語に変換するのではなく、それを読み聞きした時に対象物の特徴を正しく彷彿させるような言葉を当てることにも努めた。その理想像にどれだけ近づけることができたかは心許ないが、読者諸賢の忌憚らない御批判を仰ぎ、そのフィードバックを将来の万全な用語集の完成のために役立てたいと思う。

本訳書の出版を発案された海青社の宮内久社長、ならびに筆者がその翻訳の任に当たるにいたる端緒をお開き下さった伊東隆夫博士(京都大学名誉教授)に心より感謝する。既存の日本語版学術用語集に未記載の一部専門用語の訳語に関して御教示下さった鈴木三男博士(東北大学名誉教授)、寺島一郎博士(東京大学教授)、翻訳権の取得手続きに関して情報を提供下さった藤井智之博士(森林総合研究所フェロー)、翻訳権取得や原著の内容確認などに関するやり取りで、いつも迅速にユーモアを交えながら懇切に応答下さったPieter Baas博士(オランダNaturalis Biodiversity Center名誉教授)にも同じく謝意を表したい。また、表紙に用いた樹皮組織の光学顕微鏡写真の元となるプレパラートの多くは平間英子氏の労によること、同プレパラートの一部は京都大学生存圏研究所・生存圏データベース(材鑑調査室)全国共同利用研究の助成を受けて作製したことを特記しておきたい。

2020年10月
訳者を代表して
佐野雄三

日本語版の凡例

解剖用語

原則として『学術用語集 植物学編(増訂版)』(文部省、日本植物学会 1990)および日本植物学会用語集(<http://bsj.or.jp/jpn/general/glossary.php>)に準拠した。ただし、一部の用語については木材解剖用語に倣った微修正を加えた(例えば、fiber-sclereid = 繊維状厚壁異形細胞)。また、原語の音をカタカナ表記するのが一般化している用語[例えば、suberization = コルク化(スベリン化)]については括弧書きで併記し、本来の意味が分かるように漢字を併記している用語[例えば、師(篩)部]については、より一般化している方のみを表記した。別用語に同一の訳語が通用している場合(例えば、Albuminous cell と Strasburger cell)には、括弧書きで原語も付した。上記の学術用語集に未載で、なおかつ一般に通用している日本語が見当たらない用語については、独自に訳出した(例えば、filling tissue = 糠状組織)。

植物名

植物和名の表記については「BG Plants 和名－学名インデックス(YList)、<http://ylist.info>(米倉浩司・梶田忠 2003-)」に準拠し、同リストに未載の場合は和文表記を省いた。科名の同義語、および亜科などの補助的な分類単位の日本語表記については、“Mabberley's Plant-book (4th ed.)”(Mabberley D. J. 2017)などの定評ある専門書を参照して同定し、可能な場合には和名を付した。

固有名詞

人名には日本語を当てずに原文通りに記した。地名については、一般的に通用していると思われるカタカナ表記を用いたが、なじみの薄い地名については原文通りのアルファベット表記とした。

その他

原本の誤記の訂正や記入漏れの付記を行うとともに、体裁上の不統一にも修正を加えた。また、事典としての使いやすさの向上のため、一部の記載項目の配置換えを行った。

原著序文

樹皮(ここでは樹木、低木、木本つる植物の形成層よりも外側の全組織と定義する)は、光合成産物や情報伝達分子の輸送・(再)分配、力学的な支持、ならびに日射や乾燥、物理的損傷、植物病害、植食性動物からの保護など、生きた植物において生命維持に不可欠の機能を果たしている。顕微鏡的・肉眼的に認めることのできる樹皮の多様さは、常に変化し続けることもあって(樹皮は加齢に伴って変化を続ける)、識別の拠り所となる多くの特徴を賦与し、種や属、ときには科や目さえも見分けるのにも役立っている。樹皮の細胞および組織の種々の形質状態は強い系統情報をとどめているため、樹皮は植物分類学にとって豊かな情報源になりうる。加えて、樹皮は繊維製品、コルク、薬効成分、香辛料、ゴム、染料、高エネルギーのバイオマスの原材料を大量に産生する。これらの用途のいくつかは伝統的利用に供されてきたもので、植物民俗学の専門的な関心事にすぎないが、他のいくつかの用途についてはグローバル経済における重要性が変わらないか、増している。

樹皮は顕微鏡が発明されて間もない頃より研究され、また師部における炭水化物や植物ホルモンの輸送は重要な研究課題であるにもかかわらず、樹皮の顕微鏡～肉眼レベルの比較解剖学的な知見は木材(二次木部)のそれのよりもはるかに乏しい。この状況を解消するための一助とするために、国際木材解剖学者連合により IAWA 委員会が設立され、樹皮の比較研究や樹種の判別の際に推奨できるような、被子植物および裸子植物の樹皮の特徴を呼び示す用語の注釈・図版付きリストを新たに編纂することになった。

このたび上梓する IAWA による樹皮の光学顕微鏡的特徴リストは長年の伝統に立脚している。1931 年の設立より、国際木材解剖学者連合は木材解剖用語および特徴を記述する際の定義の国際標準を定めるのに主導的役割を果たしてきた (IAWA Committee 1933, 1964, 1989, 2004)。IAWA の広葉樹および針葉樹のリスト (IAWA Committee 1989, 2004) は、現在では国際的に受け入れられ、InsideWood (2004-; Wheeler 2011) のようなウェブ上での同定ツール、および比較木材解剖学のあらゆる近著でも広く採用されている。

樹皮の構造に関して、IAWA Journal は樹皮用語の規範として総括的な提言を 2 編掲載している。1 編は Trochenbrodt による提言 (1990, 顕微鏡的内容)、もう 1 編は Junikka による提言 (1994, 肉眼的的内容) である。これらの論文は我々委員会の作業の重要な出発点であった。この他に参照した業績として、Roth (1981)、Van Wyk (1991, 未公表)、Lev-Yadun (1991)、Richter *et al.* (1996)、Yeremin & Kopanina (2012) が挙げられる。Esau's Plant Anatomy (Evert 2006) はきわめて重要な出典であり、我々はここで採用した定義の多くを、ありがたくその用語集より拝借している。引用した古い文献の中では、*Encyclopedia of Plant Anatomy* のうち Esau (1969) による師部に関する巻について特記し、追って読んでみることを強く勧めたい。

なぜ樹皮の構造の研究が依然として乏しいのか、その理由のひとつは、非常に軟らかい組織と硬い組織の両方、および易浸透と難浸透の組織の両方から構成されていることにある。このことが保存性と切削に特別な支障を引き起こす。そこで、我々は本リストに実験プロトコールと処方を参照できる使い勝手のよい研究方法に関する付録を付すことにした。本リストの補足資料^{*)}には、Solange C. Mazzoni と Marília de Mares Castro により確立された樹皮に見られるある種の化合物を顕微化学的に検出する詳細な実験プロトコールが載っている。

IAWA 樹皮委員会の設置はブラジル人の発案であった。その後 IAWA 評議会により熱烈に支持され、最初の企画会議が 2012 年 10 月にレシフェ (ブラジル、ペルナンブコ) で開催された IAWA シンポジウムの枠組みの中で行われた。2014 年 5 月 18～24 日のプロタス (ブラジル、サンパウロ) での集中的な (intensive) 研究集会の期間には、リストの概要と特徴の定義が議論され、同意に達した。2016 年 1 月 10～14 日には委員のうち 4 名 (Veronica Angyalossy, Pieter Baas, Ray F. Evert, Marcelo R. Pace) が米国ウィスコンシンのマディソンに会し、図版を選定するととも

^{*)} 本リストが掲載された IAWA Journal 37 巻 4 号のオンライン版を参照。

に最終回前の本文編集について約束を交わした。我々はサンパウロ研究基金(FAPESP; process 2013/27044-8; 2013/10679-0)ならびにサンパウロ大学(ブラジル)から多大な金銭的補助を受けたことに感謝の意を表したい。

本リストが、樹木生物学においてきわめて重要、かつ価値ある天然物の供給源でもある樹皮の研究を活性化することを期待する。また、本リストが高木、木本つる植物、低木の樹皮の顕微鏡による種同定のために役立つデータベースの構築のために使われることも期待したい。

IAWA 委員会：

Veronica Angyalossy, São Paulo, Brazil
Marcelo R. Pace, São Paulo, Brazil/Washington D.C., U.S.A.
Ray F. Evert, Madison, U.S.A.
Carmen R. Marcatti, Botucatu, Brazil
Alexei A. Oskolski, Johannesburg, South Africa
Teresa Terrazas, Mexico City, Mexico
Ekaterina Kotina, Johannesburg, South Africa
Frederic Lens, Leiden, The Netherlands
Solange C. Mazzoni-Viveiros, São Paulo, Brazil
Guillermo Angeles, Xalapa, Mexico
Silvia R. Machado, Botucatu, Brazil
Alan Crivellaro, Padua, Italy
Karumanchi S. Rao, Gujarat, India
Leo Junikka, Helsinki, Finland
Nadezhda Nikolaeva, Petrozavodsk, Russia
Pieter Baas, Leiden, The Netherlands

このプレビューでは表示されないページがあります。

樹皮の識別

IAWA による光学顕微鏡的特徴リスト

目 次

FOREWORD	1
日本語版出版によせて	1
日本語版序文	2
日本語版の凡例	3
原著序文	4
凡 例	6
解剖学的特徴リスト	13
樹皮と師要素	21
樹皮	21
二次師部	22
通道している師部と通道を終えた師部	22
通道している師部	22
通道を終えた師部	23
師要素	23
つぶれた師要素	23
師域	23
被子植物	25
師管と伴細胞	25
師管要素	25
師管	25
師管の集合状態と分布	25
師板	25
師板の種類	25
師板についての補足	25
師板の傾き	28
P-タンパク質、粘液、カロース	28
師管の色素体	29
師管に見られる他の特徴	29
伴細胞	31
1つの師管要素あたりの伴細胞の数	31
裸子植物	33
師細胞	33
タンパク細胞	33
被子植物と裸子植物	33
拡張現象	33
拡張	33
拡張現象	35
師部軸方向柔組織	37
師部軸方向柔組織	37

柔組織の分布	37
柔組織ストランドの長さ	39
その他の師部柔組織の特徴	40
放射組織	40
師部放射組織	40
放射組織の形状	40
放射組織の拡張	41
放射組織幅の幅と高さ	43
放射組織の細胞構成	44
放射組織の集合	47
放射組織の厚壁化	47
放射組織は存在しない	47
放射組織の他の特徴	51
厚壁組織：師部繊維および厚壁異形細胞(スクレレイド)	51
厚壁組織	51
師部繊維、繊維状厚壁異形細胞(ファイバースクレレイド)、厚壁異形細胞(スクレレイド) (細胞レベル)	51
組織レベルの厚壁化	54
師部繊維、繊維状厚壁異形細胞(ファイバースクレレイド)および厚壁異形細胞(スクレレイド)の 配列	57
師部繊維あるいは繊維状厚壁異形細胞(ファイバースクレレイド)の帯の幅	59
層階状構造	59
層階状構造	59
師部における成長輪	59
一次師部	63
内鞘および原生師部における師部繊維と厚壁異形細胞(スクレレイド)	63
皮層	64
皮層	64
師部の位置の変異	65
師部の位置の変異	65
形成層活動による変異組織	65
周皮およびリチドーム(外樹皮)	66
周皮	66
コルク形成層	66
最初の周皮の起源(=最初のコルク形成層の位置)	66
リチドーム	69
横断面における累積した周皮の配列	69
コルク組織	71
コルク細胞の種類	71
コルク組織における成層構造と通気組織	72
コルク皮層	74
コルク皮層の厚さ	74
細胞の種類とコルク皮層の成層構造	74

皮目	76
皮目の糠状組織	77
樹皮の突起物	78
とげの起源	78
無機および有機含有物	78
無機含有物	80
他の結晶形態(その多くは小さな結晶)	83
シリカ	83
無機含有物の分布	84
有機含有物	86
タンパク質結晶	87
他の有機含有物	87
分泌構造	87
解剖学以外の情報	92
植物体の形状	92
名称と地理的分布	92
付 録	94
方 法	94
試料と固定、保存	94
乾燥試料の水戻し	94
解繊	94
軟化	95
薄切	95
ミクロトームのタイプ	95
切片作製の補助手段	96
包埋剤	96
染色	97
組織化学的な検査	97
引用文献	100
樹皮解剖学用語英和対照一覧	106
樹種名・分類群名索引	108
用語索引	115

解剖学的特徴リスト

*) 本リストでは、コードを付した特徴に加えて、すべてあるいは大多数の樹皮に共通するため番号を付さなかった他の多くの特徴に関しても、定義付けと図示を行っている。

コードを付した解剖学的特徴^{*)}

二次師部 (Secondary phloem) / p.22

被子植物 (*Angiosperms*) / p.25

師管要素と伴細胞 (Sieve-tube elements and companion cells) / p.25

師管の集合状態と分布 (Sieve-tube grouping and distribution) / p.25

1. 孤立および小集団 (Solitary and in small groups)
2. 放射方向の列状 (In radial rows)
3. 接線方向の帯状 (In tangential bands)
4. 小塊状 (In clusters)

師板についての補足 (Sieve plate complement) / p.25

5. すべての師板が単師板 (All sieve plates simple)
6. 単師板と階段あるいは網状 (複合) 師板が存在する
[Simple and scalariform or reticulate (compound) plates present]
7. すべての師板が階段師板 (All sieve plates scalariform)
8. 階段師板の師域の数が10個未満 (Scalariform plates with < 10 sieve areas)
9. 階段師板の師域の数が10個以上 (Scalariform plates with ≥ 10 sieve areas)
10. 網状師板が存在する (Reticulate sieve plates present)

師板の傾き (Sieve plate inclination) / p.28

11. 横方向ないしわずかに傾斜している (Transverse and/or slightly inclined)
12. 著しく傾斜している (Strongly inclined)

師管に見られる他の特徴 (Other sieve-tube features) / p.29

13. 真珠層のような細胞壁 (Nacreous walls)
14. 師管の大きさ (面積と直径の一方か両方) [Sieve-tube size (area and/or diameter)]
15. 師管要素の長さ (Sieve-tube element length)

伴細胞 (Companion cells) / p.31

16. 1つの師管要素に1つの伴細胞 (One companion cell per sieve-tube element)
17. 師管の両側に2つの伴細胞 (Two companion cells on opposite sides of the sieve-tube)
18. 2つ以上の伴細胞が師管に沿って存在する
(Two or more companion cells lying along the sieve-tube)
19. 伴細胞は紡錘形 (Companion cells fusiform)
20. 伴細胞が2細胞からなるストランド状 (Companion cells in strands of 2 cells)
21. 伴細胞が3細胞以上からなるストランド状 (Companion cells in strands of > 2 cells)

このプレビューでは表示されないページがあります。

樹皮と師要素(BARK AND SIEVE ELEMENTS)

樹皮(Bark)

定 義: 維管束形成層の外側にあるすべての組織。

コメント: 成熟した樹木や、つる植物、低木では、樹皮は外樹皮と内樹皮(Fig. 1と2)に分けられる。内樹皮は二次師部からなる。外樹皮は、リチドームとも呼ばれるが、最も内側の周皮とその外側の周皮、それらによって隔離された組織に相当する。それぞれの周皮はコルク形成層とその派生物、すなわち、コルク組織とコルク皮層によって形成される。リチドームの外側の層は幹や枝が成熟し、年を経るにしたがって剥がれ落ちる。文献では誤解により外樹皮と内樹皮はそれぞれ死んだ樹皮と生きた樹皮のように対照されることがある。しかしながら、外樹皮は生きた細胞も含んでいる。

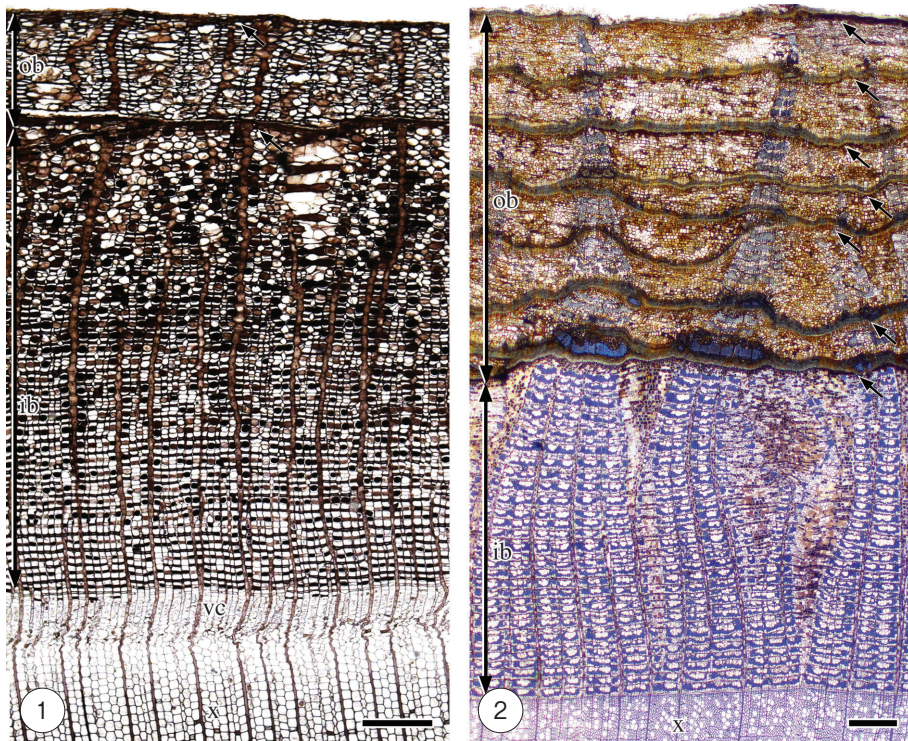


Fig. 1と2. 樹皮、木口切片。——1: 裸子植物の樹皮。*Sequoia sempervirens* セコイア (Cupressaceae ヒノキ科)、rb/fc 染色。——2: 被子植物の樹皮。*Tilia americana* アメリカシナノキ (Malvaceae アオイ科)、rb/fc 染色。——1と2: 形成層から外側の二次師部で構成される内樹皮(ib)とその外側の外樹皮(ob)。外樹皮は次々とできる周皮(矢印)によって形成され、各周皮は通道を終えた師部の一部を取り囲んで、リチドームを構成する。——x=木部、vc=維管束形成層。——スケールバー=250 μ m(1)、500 μ m(2)。

二次師部 (Secondary phloem)

定 義: 維管束形成層から派生する師部組織で、通道している師部と通道を終えた師部からなる。

通道している師部と通道を終えた師部 (Conducting and nonconducting phloem)

通道している師部 (Conducting phloem)

定 義: 膨らんだ伴細胞、タンパク細胞 (Strasburger cell) を随伴する生きた師管、師細胞によって認識される、形成層に隣接する二次師部の一部 (Fig. 3 と 4)。

コメント: この部分は、機能する師部に相当し、そこでは師要素が光合成産物を輸送している。師部は通常 1 つの成長期の間のみ通道を担うが、2 つの成長期もしくはそれ以上の期間、機能を

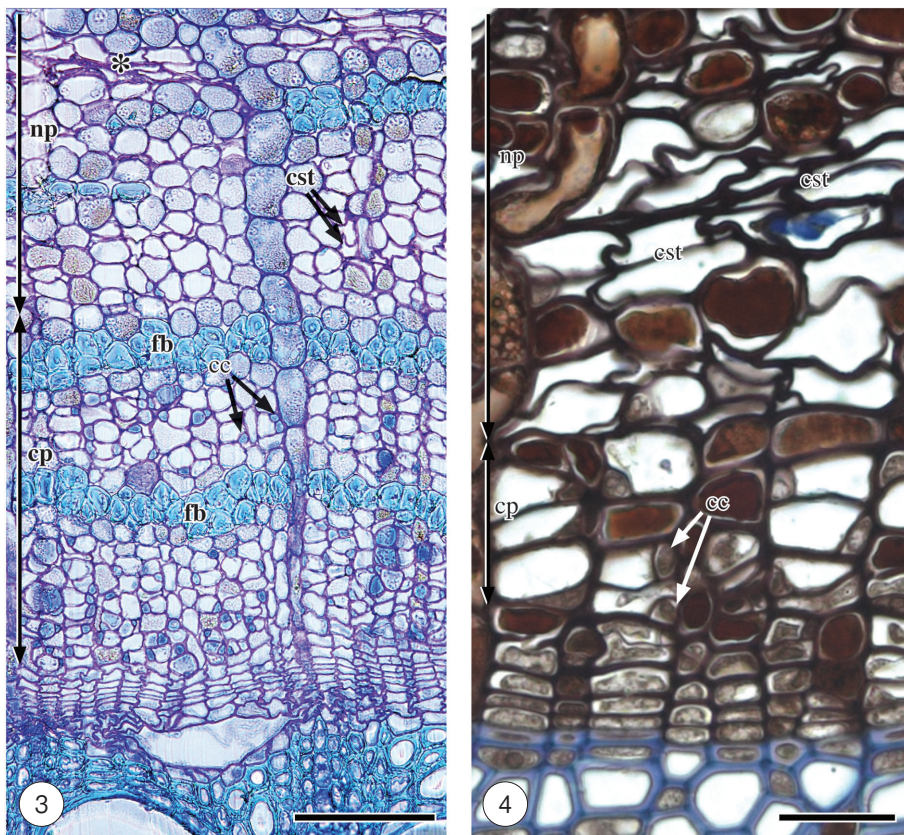


Fig. 3 と 4. 通道している師部と通道を終えた師部、木口切片。膨らんだ師管と隣接する同じように膨らんで濃く染まっている伴細胞 (cc) を持った通道している師部 (cp)。つぶれつつある (cst)、あるいは完全につぶれた (星印) 師管を持った通道を終えた師部 (np)。—— **3:** *Bignonia magnifica* (Bignoniaceae ノウゼンカズラ科)、tb 染色。通道している師部の範囲は大きく、約 20 細胞列はある (fb = 師部繊維の束)。—— **4:** *Alnus incana* subsp. *rugosa* (Betulaceae カバノキ科)、rb/fc 染色。通道している師部の範囲は狭く、約 4 細胞列である。—— スケールバー = 100 μ m (3)、50 μ m (4)。

保つ場合もありうる。師要素の細胞内容物に関しては、軸方向の切片を観察すべきである。

通道を終えた師部(Nonconducting phloem)

定 義: 細胞質を失った伴細胞やタンパク細胞(Strasburger cell)とともに存在する師管、師細胞によって認識される二次師部の一部で、その師要素は細胞内容物を失っており(Fig. 3と4)、師域には全体に厚く堆積するカロースが存在する。

コメント: 師部のこの部分は光合成産物を輸送する能力を失っている。通道機能を失った師部にしばしば現れる他の特徴として、師要素がつぶれること(Fig. 3)や、柔細胞の細胞分裂と拡大によって起こる拡張成長(dilatation growth)、厚壁化、二次代謝物の蓄積が挙げられる。

文献には、通道している師部と通道を終えた師部を表すのに“functional”と“nonfunctional”や、“collapsed”と“noncollapsed”という対義語が用いられてきた(Esau 1969; Trockenbrodt 1990)。我々は以下の理由によりこれらの用語を用いないことを推奨する。というのは、a)明らかに認識できる通道を終えた師部はまだ光合成産物の輸送とは別の多くの方法、例えばデンプンや他の代謝産物の貯蔵や輸送、コルク形成層または拡張組織(dilatation tissue)を形成するための分裂能力を持つといった方法で機能を持ち続けており、b)多くの樹種で師要素はその光合成産物の輸送能力を失った後でも数年にわたってその形態を維持するからである(例として、Malvaceae アオイ科の *Tilia americana* アメリカシナノキ、Myrtaceae フトモ科の *Eucalyptus* ユーカリ属が挙げられる)。

師要素(Sieve elements)

定 義: その細胞壁に師域を持ち、植物体の隅々への光合成産物の軸方向の輸送に関与する師部組織中の細胞。師要素は裸子植物の師細胞(34 ページ, Fig. 29と30)と、被子植物の師管要素(Fig. 5～8)に分類される。

つぶれた師要素(Collapsed sieve elements)

定 義: 押しつぶされて、その構造が組織内の成長に応じて生じる変化によって認識されにくくなっている師要素(Fig. 7)。

コメント: 随伴するつぶれた柔細胞とともに、つぶれた師要素の集団は、厚い未木化の細胞壁層であるような印象を与える(Fig. 3と7)。多くの樹種で通道を終えた師部はつぶれた師要素によって特徴づけられるが、一部の樹種では通道している師部と通道を終えた師部の間に明らかな境界が存在しない(Evert 2006)。

師域(Sieve areas)

定 義: 師要素の細胞壁の中で散在する師孔(Fig. 6)または集団をなす師孔(Fig. 8)を含む部分であり、その師孔を通じて隣接する師要素との間に原形質体が相互に連結している。

コメント: 被子植物では、側壁にある師孔は師板にある師孔よりも小さい。針葉樹の師細胞では、師域は重なり合う細胞末端により多く存在し、師孔の大きさは細胞壁全域にわたってほぼ等しい。

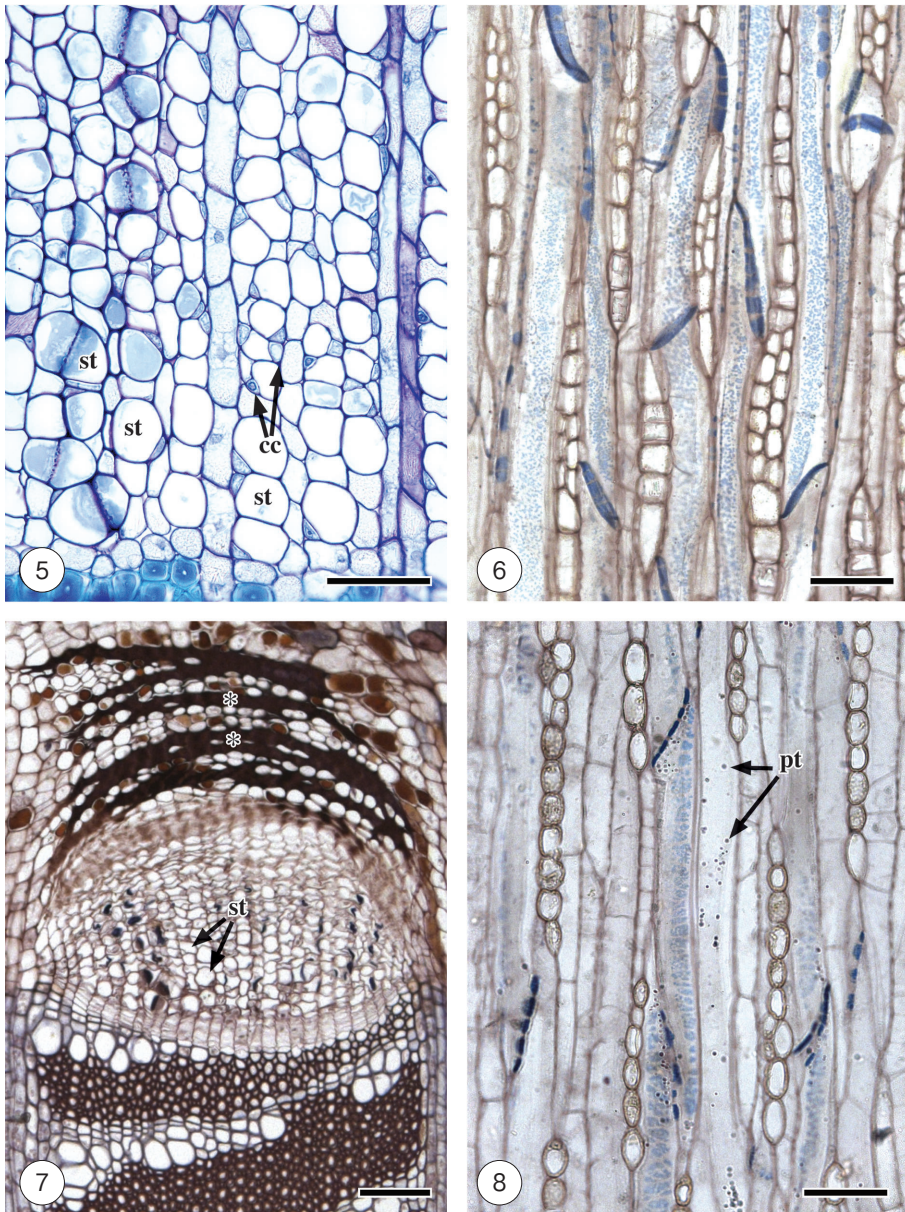


Fig. 5～8. 師管要素。—5：師管(st)と隣接する伴細胞(cc)。伴細胞は密な細胞質と明瞭な核を持つ。*Bignonia magnifica* (Bignoniaceae ノウゼンカズラ科)、木口切片、tb染色。—6：傾斜した師板を持つ師管要素、師管の側壁には微小な師孔が散在する。*Cercidiphyllum japonicum* カツラ (Cercidiphyllaceae カツラ科)、板目切片、rb/fc染色。—7：師管(矢印)とそれに隣接する伴細胞。つぶれていない軸方向柔組織と交互に配列している完全につぶれた師管要素(星印)によって特徴づけられる、通道を終えた師部。*Grevillea robusta* ハゴロモノキ (Proteaceae ヤマモガシ科)、rb/fc染色。—8：傾斜した師板を持ち、色素体(pt)が明瞭な師管要素。師管要素の側壁には師孔が集まった師域がある。*Castanea dentata* アメリカグリ (Fagaceae ブナ科)、板目切片、rb/fc染色。—スケールバー=50 μ m (5、6、8)、100 μ m (7)。

被子植物 (*Angiosperms*)

師管と伴細胞 (Sieve tubes and companion cells)

師管要素 (Sieve-tube element、同義 sieve-tube member)

定 義：細長い師部細胞で、大きな師孔が存在する師板と側面に小さな師孔からなる師域を持つことで特徴づけられる。師管を構成する要素のひとつ (Fig. 6 と 8)。

コメント：師管要素は発生学的にも機能的にも伴細胞と一体化している (Fig. 5 と 7)。

師管 (Sieve tube)

定 義：師板によって末端同士が相互に連結した一連の師管要素 (Fig. 6 と 8)。

師管の集合状態と分布 (Sieve-tube grouping and distribution) (通道している師部で特定すること)

1. **孤立および小集団** (Solitary and in small groups)：一部の師管が対になる、もしくは3つの集団をなし、残りの師管は他の細胞種の中で孤立、あるいは散在する (Fig. 9)
2. **放射方向の列状** (In radial rows)：3～4個もしくはそれよりも多くの師管が放射方向に列をなして並ぶ (Fig. 10)
3. **接線方向の帯状** (In tangential bands)：孤立した師管や2～4個またはそれよりも多くの師管とそれに随伴する柔細胞が接線方向に帯状に配列する (Fig. 11)
4. **小塊状** (In clusters)：3～4個あるいはそれよりも多くの師管が多少なりとも直径の等しい集団をなす (Fig. 12)

コメント：樹種によっては師管の接線方向の帯と師部繊維の接線方向の帯が交互に配列する (Fig. 11)。

師板 (Sieve plates)

定 義：師管要素の細胞壁の中で高度に発達した師域を持った部分 (Fig. 13～18)。

師板の種類 (Types of sieve plates)

単師板 (Simple)：師板が1つの師域からなる (Fig. 13 と 14)

階段師板 (Scalariform)：扁平な師域がハシゴ状に配列する複合師板 (Fig. 16～18)

網状師板 (Reticulate)：師域が多少とも網状のパターンに配列する複合師板 (Fig. 15)

師板についての補足 (Sieve plate complement)

5. **すべての師板が単師板** (All sieve plates simple) (Fig. 13 と 14)
6. **単師板と階段あるいは網状(複合)師板が存在する**
[Simple and scalariform or reticulate (compound) plates present]
7. **すべての師板が階段師板** (All sieve plates scalariform)
8. **階段師板の師域の数が10個未満** (Scalariform plates with < 10 sieve areas) (Fig. 16)
9. **階段師板の師域の数が10個以上** (Scalariform plates with ≥ 10 sieve areas) (Fig. 17 と 18)
10. **網状師板が存在する** (Reticulate sieve plates present) (Fig. 15)

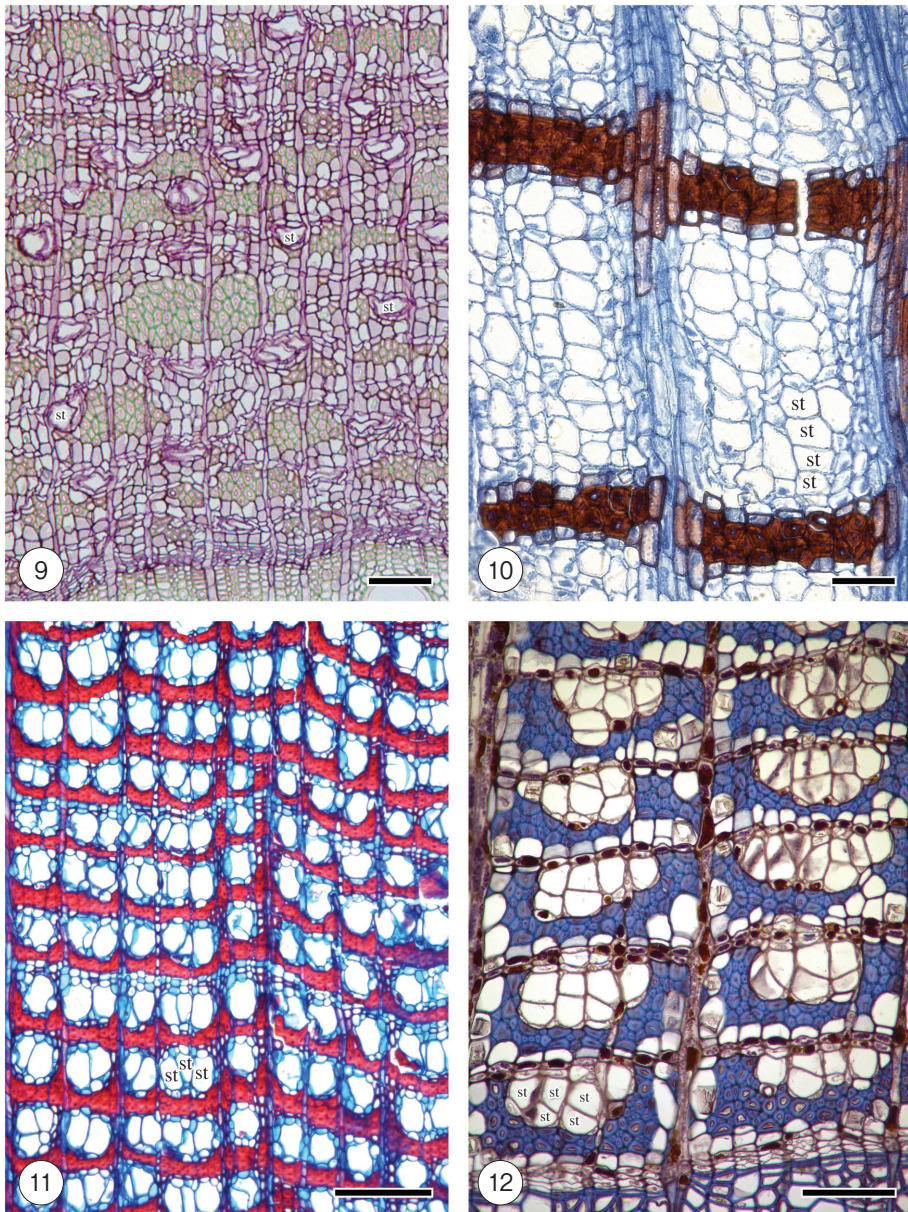


Fig. 9～12. 師管の集合状態と分布。木口切片。——9：孤立した(st)、あるいは2～3個が集まった師管。*Eucalyptus globulus* (Myrtaceae フトモモ科)、h/mg 染色。——10：放射列状に配列した師管(st)。*Mansoa difficilis* (Bignoniaceae ノウゼンカズラ科)、ab/s 染色。——11：接線方向の帯状に配列した師管(st)。師管(st)が接線方向の帯状、孤立、または2～3個の集団となって配列する。*Fridericia triplinervia* (Bignoniaceae ノウゼンカズラ科)、ab/s 染色。——12：小塊状の師管(st)。*Tilia americana* アメリカシナノキ (Malvaceae アオイ科)、rb/fc 染色。——スケールバー = 100 μ m (9、10、12)、200 μ m (11)。

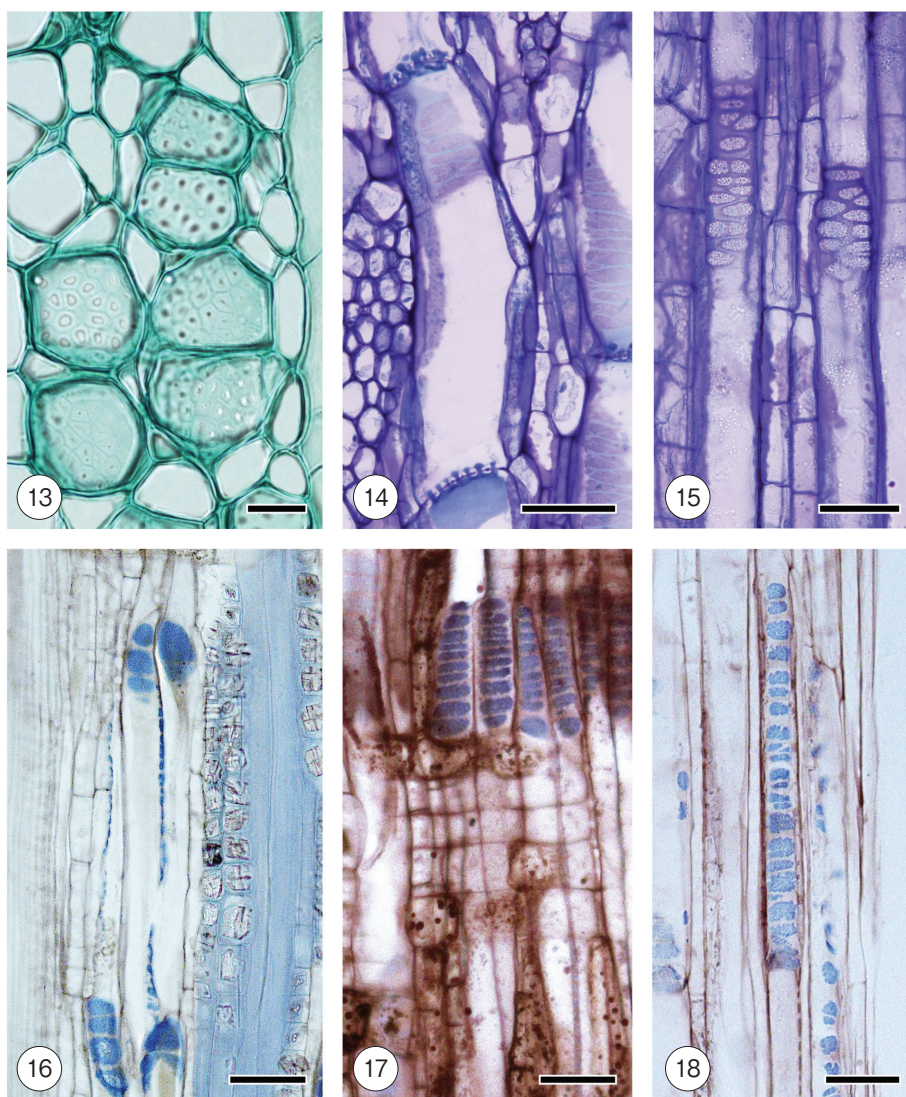


Fig. 13～18. 師板。—13: 単師板。 *Ficus lapathifolia* (Moraceae クワ科)、木口切片、fg/s 染色。—14: 単師板。 *Ficus benjamina* シダレガジュマル (Moraceae クワ科)、板目切片、tb 染色。—15: (多少とも) 網状師板。 *Entada polystachya* (Leguminosae マメ科)、柁目切片、tb 染色。—16: 師域が10個未満の階段師板。著しく傾斜した師板。 *Quercus alba* ホワイトオーク (Fagaceae ブナ科)、柁目切片、rb/fc 染色。—17: 師域が10個以上の階段師板。著しく傾斜した師板。 *Juglans hindsii* (Juglandaceae クルミ科)、柁目切片、rb/fc 染色。—18: 師域が10個より多い階段師板。著しく傾斜した師板。 *Polyscias murrayi* (Araliaceae ウコギ科)、柁目切片、rb/fc 染色。—スケールバー=20 μ m (13)、40 μ m (16)、50 μ m (14、15、17、18)。

コメント：階段師板および網状師板は合わせて複合師板とも呼ばれる。同じ分類群において単師板と階段師板が両方現れることは、二次木部において単穿孔と階段穿孔が両方現れることよりも、樹皮でははるかによく起こることである。1枚の師板あたりの師域の数はいくつかの植物群については有益な情報であるが、1つの試料の中でもばらつきが大きいこともあるため、そのような場合には上記の特徴8と9の両方を当てはめるようにする。ある樹種について階段師板と単師板のどちらか一方を持つのか、あるいは一定数(範囲)の師域を持つのかを特徴づけるためには、たくさんの師管要素を観察すべきである。

網状師板は文献(Esau 1969)に報告があり、我々も多くの分類群で見出したが、その存在はまれである。これらの複合師板は多少とも網状であることは多いが、厳密には網状ではなく、階段師板へ統合すべきなのかもしれない。この種類の師板はmimosoid legumesマメ科のネムノキ類(亜科)のいくつかの樹種(例えば、*Entada polystachya*, *Leucaena leucocephala* ギンゴウカン, *Mimosa velloziana*)で見られる。

師板の傾き (Sieve plate inclination)

板目切片で見られる、鉛直方向の軸に対する末端壁のなす角度。1つの師域を持つ単師板は通常多少なりとも横方向の末端壁に現れる。複合師板は長く、より傾いた末端壁に現れるのが特徴的である。

11. 横方向ないしわずかに傾斜している (Transverse and/or slightly inclined) (Fig. 13 と 14)

12. 著しく傾斜している (Strongly inclined) (Fig. 15 ~ 18)

コメント：(おおよそ)横方向の末端壁は垂直軸に対して60°超~90°まで傾いており、著しく傾斜した末端壁は垂直軸に対して60°よりもはるかに小さな角度で傾いている。

P-タンパク質、粘液、カロース (P-protein, slime and callose)

P-タンパク質 (P-protein)

定 義：師部タンパク質とは、師管要素にほぼ限定して見られるタンパク質様の物質(以前には粘液と呼ばれていた)。

コメント：P-タンパク質は分散型のP-タンパク粒として存在する場合(最終的に側壁に堆積するが、突発的なことが生じた際には粘液栓を形成する)、例えばpapilionoid legumes マメ科のソラマメ類(マメ亜科)やBoraginaceae ムラサキ科の植物で目立つような非分散型のP-タンパク粒として存在する場合がある (Behnke 1991; Evert 2006) (Fig. 19)。

粘液栓 (Slime plug)

定 義：師板へのP-タンパク質の蓄積 (Fig. 19 と 26) で、通常師板にある師孔にまで広がって存在する (Evert 2006) (Fig. 27)。

カロース (Callose)

定 義：師要素の師域にあり、師要素のごく普通の構成要素である細胞壁多糖(β -1,3グルカン)。カロースはまた傷害に対する反応としても急速に発達する (Fig. 19)。通道を終えた師部では師域全体を覆うように厚くカロースが堆積して、師域の師孔を塞ぐ (Fig. 20) (Evert 2006)。

コメント：顕微鏡観察のための処理は傷害を与えてしまうので、通道している師部に認めることのできるカロースは常に傷害カロースである (Fig. 19)。

師管の色素体 (Sieve-tube plastids)

定義：記述のとおり。

コメント：色素体 (Fig. 8) は師管の原形質体の重要な構成要素であり、超微細構造レベルでこそうまく観察できる (Behnke & Sjolund 1990; Evert 2006)。色素体には基本的な2種類、すなわち、S-type (S, デンプン) と P-type (P, タンパク質) があり、これらは被子植物の主要なクレードを見分けるのに役に立つ場合がある (Behnke 1991)。S-type は2つの形態で存在する、1つはデンプンのみを含み、もう1つは内容物を全く含まない。P-type には6つの形態があり、1種類あるいは2種類のタンパク質からなる内容物を含んでいる。6つの形態のうち、2つはデンプンも含む。切片中では、色素体は師板のところに集まっているように観察される。

師管に見られる他の特徴 (Other sieve-tube features)

13. 真珠層のような細胞壁 (Nacreous walls)

定義：未木化の細胞壁肥厚部で、師要素にしばしば見られ、かなりの厚さまで肥厚した場合、二次壁に似ている (Evert 2006) (Fig. 21 と 22)。

コメント：この nacreous という用語は新鮮な組織におけるキラキラ輝く外観に基づいている (Evert 2006)。Esau & Cheadle (1958) と Esau (1969) はこの真珠層のように見える細胞壁が植物群ごと、および発達段階の両方によって大きく変異することを強調した。真珠層のような細胞壁はある分類群 (例えば、Rhamnaceae クロウメモドキ科の *Gouania* 属、Annonaceae バンレイシ科、Lauraceae クスノキ科、Magnoliaceae モクレン科の多く、Leguminosae マメ科のいくつか) に一貫して存在する。

14. 師管の大きさ (面積と直径の一方か両方) [Sieve-tube size (area and/or diameter)] (木口切片で調べる; 最小値-最大値、平均値 ± 標準偏差、測定個数 $n=x$)

定義：記述のとおり。

コメント：木部の解剖学では、道管頻度と道管径は中でも最もよく記述されている特徴である。というのはそれらの特徴は識別という限られた用途だけでなく、通水機能における重要な役割を持つからである (IAWA Committee 1989)。光合成産物のシンプラスト輸送に対する師管の大きさと頻度の関連性もまた重要である。

師管は不規則な形態をしているので、我々は (少なくとも 25 本の) 師管の直径よりもむしろ面積を測定することを推奨する。大抵の研究者は面積よりも直径を用いることが多く、細胞の寸法を扱った文献には常に直径が示され、その場合、直径は $d = 2\sqrt{a/\pi}$ (a = 師管の面積、 d = 直径) の式から補正した直径である (Mullendore *et al.* 2010)。同じ面積でも師管の実際の形態により値は変化するはずなので、明らかにこのことにより誤差が生じる。

このプレビューでは表示されないページがあります。

訳 者 (*印は訳者代表)

佐野 雄三* (さの ゆうぞう)

1964年生まれ。北海道大学大学院農学研究科修士課程修了。博士(農学)(北海道大学)。専門は木材解剖学。現在、北海道大学大学院農学研究科教授。主な著書・訳書に『木質の形成』(海青社、2011年)(分担執筆)、『針葉樹材の識別』(海青社、2006年)(共訳)がある。

E-mail : pirika@for.agr.hokudai.ac.jp

吉永 新 (よしなが あらた)

1966年生まれ。京都大学大学院農学研究科博士課程修了。博士(農学)(京都大学)。専門は樹木細胞学。現在、京都大学大学院農学研究科准教授。主な著書に『木質の構造』(文永堂出版、2011年)(分担執筆)、『あて材の科学』(海青社、2016年)(分担執筆)がある。

E-mail : yoshinaga.arata.5a@kyoto-u.ac.jp

半 智史 (なかば さとし)

1981年生まれ。東京農工大学大学院連合農学研究科博士課程修了。博士(農学)(東京農工大学)。専門は樹木細胞生物学。現在、東京農工大学大学院農学研究科准教授。主な著書に“Plant Microtechniques and Protocols”(Springer、2015年)(分担執筆)、“Secondary Xylem Biology: Origin, Functions, and Applications”(Elsevier、2016年)(分担執筆)がある。

E-mail : nakaba@cc.tuat.ac.jp

IAWA List of Microscopic Bark Features

edited by IAWA Committee, translated by Y. Sano, A. Yoshinaga and S. Nakaba

じゅひのしきべつ

樹皮の識別

— IAWAによる光学顕微鏡的特徴リスト —



本書web

発行日：2021年3月5日 初版第1刷

定 価：カバーに表示してあります

編 集：IAWA(国際木材解剖学者連合)委員会

訳 者：佐 野 雄 三

吉 永 新

半 智 史

発 行 者：宮 内 久



海 青 社
Kaiseisha Press

〒520-0112 大津市日吉台2丁目16-4
Tel. (077) 577-2677 Fax (077) 577-2688
<http://www.kaiseisha-press.ne.jp>
郵便振替 01090-1-17991

© Y. Sano, A. Yoshinaga & S. Nakaba, 2021.

ISBN978-4-86099-382-5 C3040 Printed in JAPAN.

落丁・乱丁の場合は弊社までご連絡ください。送料弊社負担にてお取り替えいたします。

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。本書を代行業者等の第三者に依頼してスキャンやデジタル化することはたとえ個人や家庭内の利用でも著作権法違反です。