HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	レプリカ法を用いた光学顕微鏡による遺跡出土炭化木材の樹種識別
Author(s)	平川, 泰彦; 大谷, 諄; 深沢, 和三
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 48(1), 233-246
Issue Date	1991-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21338
Type	departmental bulletin paper
File Information	48(1)_P233-246.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

レプリカ法を用いた光学顕微鏡による遺跡出土炭化木材の樹種識別

平川　泰彦　　大谷　　諄　　深沢　和三

Wood Identification of Archaeological Charcoal by Light Microscopy Using the Replica Technique

By

Yasuhiko HIRAKAWA, Jun OHTANI and Kazumi FUKAZAWA

要　　旨

遺跡から出土した炭化木材の光学顕微鏡による樹種識別法として，アセチルセルロースフィルムを用いたレプリカ法を試みた。この方法では，識別のポイントとなる木部組織の針葉樹材の分野壁孔，広葉樹材の放射組織の同・異性や道管のせん孔およびらせん肥厚等を観察することができる。従来は，走査電子顕微鏡や樹脂包埋による薄切片法が一般的であったが，それらに比べて本方法では，大型の設備を必要としない，識別までの大幅な時間短縮がはかられる，経費を大幅に節約できる，構造によっては切片法よりよい像コントラストが得られる等の利点がある。現在，浮遊選別法による炭化材の大量採取が普及しつつあり，本方法による樹種識別は極めて有効であろう。

キーワード：　アセチルセルロースフィルム，光学顕微鏡，樹種識別，炭化木材，レプリカ法

1990年9月30日受理　Received September 30, 1990.

北海道大学農学部林産学科木材理学講座

Laboratory of Structure and Physical Properties of Wood, Dept. of Forest Products, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

目 次

1．緒 言 ……234
2．材料と方法 ……235
3．結 果 ……235
4．考察と結論 ……238
5．謝 辞 ……239
6．引用文献 ……239
7．写真の説明 ……241
Summary ……242
写真（図版 1—4） ……243

1. 緒 言

近年の遺跡発掘においては，浮遊選別法（フローテーション法）[1]を用いて，焼土や住居址等の土中の炭化物採取が積極的に進められつつある。これは，土中の炭化物を水に浮かせ，従来採取できなかったような小細片をも採取する方法だが，炭化木材や炭化種子等の当時の生活や環境復元に有力な手がかりを与える植物遺体を採取でき，従来の花粉分析等と合わせて植生や環境問題についてより深い知見を得ることができる。

日本国内では，この方法による本格的な炭化木材の採取はサクシュコトニ川遺跡において行われたのが最初であるが，その炭化木材の量は乾燥重量で数十kgに達したことが報告[2]されている。個体数では，数万点以上にもなろう。

遺跡出土の炭化木材についての樹種識別は北海道を例にとってもすでに多くの遺跡[2)~14)]で行われているが，住居の火災跡の柱材等が主で，個体数や樹種数共に多くはなく，分析上においても大きな問題はなかった。しかし，今後は，浮遊選別法の普及に伴って細片化された大量の炭化木材が採取されることが予想される。従って，それらの樹種識別を迅速かつ簡便に行える方法を考えておく必要がある。

既往の方法では，炭化木材の樹種識別には，実体顕微鏡による予備観察後に走査電子顕微鏡（SEM）により観察するか，樹脂包埋後に薄切片を得て光学顕微鏡で観察するのが常法とされている[15]。前者は，焦点深度が深くバルクのまま高倍率観察ができ最も優れた方法であるが，設備に費用がかかり大量の試料処理には多くの時間を必要とする。後者は，設備的にはさほど問題はないものの，やはり時間的な問題や切片内で炭化木材が細粉化され良好な観察ができない等の技術的問題も多い。

そこで，本研究では，炭化木材の樹種識別のための簡便な方法としてアセチルセルロースフィルムによるレプリカ法を試みた。この方法はすでに電子顕微鏡手法としては常法の一つとなっており，木材構造の研究分野においてもCôtéらによりその方法が紹介されている[16]。しかし，遺跡出土の炭化木材の光学顕微鏡観察手法として用いた報告はない。

本論文では，遺跡出土の炭化木材のアセチルセルロースフィルムによるレプリカを光学顕微鏡により観察する手法および組織構造を観察した結果について報告する。

2. 材料と方法

出土炭化木材は，浮遊選別法により北海道大学構内のサクシュコトニ川遺跡（A. D. 800，擦文時代）から採取されたものである。大きさは大部分が一辺5 mm程度のもので，土中から水に浮かせて採取後，気乾状態にし保存されていたものである。

試料の処理方法

1. 市販のアセチルセルロースフィルム（厚さ0.08 mm）を約5×5 mmに切る。大きさは試料よりやや大きい程度。
2. 炭化木材の観察表面を片刃カミソリで割裂して露出させる。できるだけ平面となるようにし，表面に凸部があればトリミングする。試料の大きさはここでは3×3 mm程度としたが，これくらいが平面を得やすく処理もしやすい。厚さはピンセットで処理できる範囲であれば適宜。
3. 炭化木材をベンゼン中に浸漬し，その後スライドグラス上にのせる。
4. アセチルセルロースフィルムをピンセットで持ち，シャーレ内のアセトンに約5秒漬け，少し軟らかくなったらすぐにスライドグラス上に置く。
5. 斜め光線でみてフィルム表面のアセトンが揮発した頃（約3秒）炭化木材の観察面をフィルム中央に置いて，軽く押し付ける。余分なベンゼンを紙で吸い取り放置。
6. 裏面からみてフィルムと試料の接着面が白くなったら（大体5分以上）試料を丁寧にひきはがす。材が砕けて多くの炭粉が残っている場合は，ピンセットでひっかいたりせず，むしろ上から先の丸いもので押しつぶしてしまう方がよい。
7. セロハンテープをフィルムに張り付け，スライドグラスからひきはがす。炭粉が残っていない時には，セロハンテープからはがして8.の処理へ。炭粉が多く黒い場合には，セロハンテープに擦りつけてひきはがす作業を数回繰り返し炭粉を完全に取る。木口面ではむしろ炭粉がのこっている方がよい。最後にセロハンテープからフィルムをひきはがす。
8. 新しいスライドグラス上にレプリカ面を下にして置き，上にカバーグラスをかぶせ，両サイドをセロハンテープでとめる。封入はしない。
9. 光学顕微鏡で観察する。

3. 結　　果

本研究で対象とした炭化木材中では，広葉樹12属（ヤナギ，クルミ，アサダ，ハンノキ，コナラ，ニレ，クワ，キハダ，カエデ，ミズキ，トネリコ，ニワトコ）と針葉樹1属（トウヒ）

が認められた。識別は，既往の報告に従って行った[17)~20)]。樹種的には必ずしも十分ではないが，樹種識別に必要な組織構造の観察はおおむねカバーできるであろう。

レプリカ法では，木口，柾目，板目の3断面のいずれもが観察可能であるが，樹種識別を目的とする場合には，木口面での観察は実体顕微鏡でほぼ問題ないものと思われる。従って，ここでは縦断面の観察例を主に示す。また，遺跡出土炭化材の樹種識別においては，広葉樹材が樹種数も多く，識別が困難な場合が多いので，広葉樹材の組織構造の観察例を主に示す。

a. 広葉樹材

広葉樹については，木口面では，道管や柔細胞の配列，放射組織の幅等の観察が可能である。写真1にはアサダ属の木口面を示す。レプリカ像であるので写真では細胞壁が白く，内腔が黒くみえる。木口面のレプリカは，細胞壁と内腔が網目状に細かく区分されているため，溶解したアセチルセルロースが内腔の奥深く入り込み，細い柱状のレプリカができやすいため試料とフィルムをはがす時にレプリカを破損しやすい。そのため，試料をはがさずに押しつぶしてしまう方が良いレプリカを得やすい。その方法では，炭粉を取り除きにくくなるが，木口面では炭粉を残したままでも十分観察ができる。写真2には，炭粉を残したままのミズキ属の木口面の例を示す。細胞壁が黒く，内腔は白くみえ，像は切片法のものとかわらない。写真3には，クルミ属の木口面の独立帯状柔組織を示す。写真の下3分の1程は炭粉が取り除かれているが，その観察はむしろ上側の炭粉が残ったままの方が容易である。しかし，いずれの方法でも像解釈上においては特に差はない。

縦断面では，よほど凹凸の激しくない試料であれば，木口面に比べレプリカは容易に得られる。また，炭粉はできるだけ取り除いた方がよい。柾目面と板目面では，放射組織の同・異性，その幅や高さ，道管や柔細胞の形状と配列，チロースの存在に加え，細胞内の壁孔の形態や配列，道管のせん孔・らせん肥厚の形状等のややミクロな構造を観察することができる。

写真4にはアサダ属の柾目面の低倍率写真を示す。全面で完全なレプリカを取るのは難しく必ずしも全面で微細形態の観察が行えるわけではないが，放射組織や道管の観察は容易に行いうることがわかる。写真の5と6にはそれぞれキハダ属とニワトコ属の放射組織を示す。前者はすべて平伏細胞からなり，後者では上下端に直立細胞の存在がわかる。

写真7—9には板目面での放射組織の観察例を示す。写真7と8はヤナギ属だが，低倍率では必ずしも全面で焦点があっていない。写真8では，直立細胞（矢印）が単列放射組織中に認められる。写真9はカエデ属だが，放射柔細胞は大きさが揃っており，同性であることがうかがえる。これらの樹種識別は3断面の観察後に行われたものであり，1断面のみで判断しているわけではない。

放射組織の幅は簡単に観察でき，単列，複列，広放射組織の区別も容易になされうる。それぞれハンノキ，クルミ，コナラの各属の例を写真10—12に示す。ハンノキ属等の集合放射組織は観察は可能だが，低倍率での観察になるので写真撮影の場合焦点あわせがやや難しくな

る。

軸方向柔細胞の形状や配列の観察例を写真13と14に示す。クルミ属とトネリコ属の例である。軸方向柔細胞も樹種識別においてはむしろ配列がポイントとなるので，本方法では観察上問題はないものの，低倍率観察での写真撮影が問題であろう。

細胞の壁孔の観察は，かなりの高倍率でも行える。写真15にはコナラ属の周囲仮道管と軸方向柔細胞の壁孔の配列を示す。写真16はキハダ属の孔圏部道管の壁孔だが，相手細胞はおそらく軸方向柔細胞であろう。写真17にはハンノキ属の道管相互間の対列壁孔を示す。写真18はカエデ属の道管の壁孔であるが，相手細胞はおそらく軸方向柔細胞であろう。写真19はヤナギ属の道管放射組織間の壁孔を示す。樹種識別では道管の壁孔が主に問題となるが比較的容易に観察が行える。

せん孔の形状は樹種識別上重要なポイントとなるが，単せん孔については観察に全く問題はない。写真20はクルミ属の単せん孔の高倍率像だが，写真16と19でも単せん孔を認めることができる。多孔せん孔のうち階段せん孔はさほど問題なく観察が行える。写真21にはハンノキ属の例を示す。階段せん孔は炭化材の場合破損していることが多く，SEMでもやや観察しにくい対象であるが，本方法でも注意深く観察すればさほどの問題はない。階段状を呈さないナナカマド属にみられるような網状に近いせん孔については観察を行っていない。

道管のらせん肥厚の存在と形態は樹種識別上きわめて重要なポイントとなるが，その観察は薄切片法よりむしろ容易に行える。写真22と23にはキハダ属の孔圏部の道管と孔圏外の小道管の観察例を示す。また，写真24と25にはクワ属とニレ属の孔圏外の小道管のらせん肥厚を示す。また，写真26と27には，散孔材のカエデ属とアサダ属のらせん肥厚を示す。これらの中でクワ属やアサダ属のものは切片法ではかなり観察の難しいものである。らせん肥厚の存在が明瞭に示し得るのは，本方法では，光の屈折率の違いにより像コントラストを得ており，らせん肥厚のコントラストが強調されるためと推定される。

ベスチャード壁孔やいぼ状構造の観察は行っていないが，顕微鏡の解像力を考えればやや難しいかもしれない。今後はブナ属やイヌエンジュ属等の観察を行う必要があろう。

b. 針葉樹材

針葉樹材についてはトウヒ属と推定される1属のみの観察であるが，木口面では仮道管の配列（写真28）や樹脂道の存在，板目面では放射組織の高さ（写真29）と水平樹脂道（写真30）等を観察できる。写真28の木口面は炭粉を取り除いた像である。針葉樹材でも木口面では，炭粉を残したままでも観察は十分行える。

柾目面では，放射仮道管の存在やその有縁壁孔の観察ができ，放射柔細胞の末端壁の形状も十分観察できる（写真31）。分野壁孔はかなり微細な構造であるが，比較的鮮明に示すことができる。写真32と33にその例を示すが，トウヒ型と推定される。

写真34には，板目面での仮道管相互間の壁孔の壁孔縁の断面像を示す。

4. 考察と結論

アセチルセルロースフィルムの軟化処理には一般に酢酸メチルが使用されている。酢酸メチルはフィルムの軟化がゆるやかで調整しやすく溶解が防げる利点はあるものの，炭化木材のような脆い試料には不適であった。膨潤しすぎて再硬化する時にフィルムがカールしやすい。アセトンは，Côté らにより使用されているが[16]，短時間で素早く処理する必要があるもののスライドグラスへの張り付きがよくカールしないので結果がよかった。

試料を処理前にベンゼンに浸漬するのは，材表面の洗浄と硬化後にフィルム面から材をはがしやすくするためだが，炭化状態のよい硬いものでは無処理でも問題はない。キシレンも可能だがフィルム面の白濁がおこりやすい。最終的によい試料を選び出し後に SEM で写真を取り直す場合にはできるだけ試料破損を防ぐ必要があり，ベンゼンで処理しておくのが好ましい。ベンゼンに浸漬した試料では，フィルムが再硬化するのにやや時間がかかるので，無処理のものより再硬化までの時間はやや長くとった方がよい。

光学顕微鏡観察は，本方法の場合あくまでフィルム面の凹凸の光の屈折率の違いで像コントラストを得ているので封入処理は意味をなさない。しかし，木口面で炭粉を残した場合には封入した方がよい写真が得られる。

よい試料を得るコツはとにかく観察表面をできるだけ平面にすることであり，試料は小さくなっても平面に近い部分を選び出すことである。組織構造のポイントを押さえられれば樹種識別にさほど大きな試料は必要としない。

木材の組織構造の主な観察例を写真に示したが，広葉樹では縦断面で道管のせん孔とらせん肥厚，放射組織の形態を正確に観察できればほぼ属レベルまでの識別が可能である。木口面での道管配列は実体顕微鏡で大体の観察が行え，またレプリカ作製も縦断面に比べてやや難しいのであえてレプリカをとる必要はないかもしれない。従って，本方法では縦断面の観察，特に道管のらせん肥厚とせん孔の観察が明瞭に行えることが強調されよう。道管内の構造の観察を行いやすいのは，切片法では道管径が大きくなると縦断面では切片内に道管壁が残りにくいのに比べて，本方法では道管内壁が常に材面に露出しているので道管内の構造のレプリカを得やすいためと考えられる。また，道管要素は，ある程度の幅と高さをもち，周囲の組織に影響されることが少なく平面性もよいため鮮明なレプリカ像を得やすい。従って，本方法でらせん肥厚やせん孔を観察すれば，それらについては既に電子顕微鏡レベルでの詳細な報告[21)~23)]があるので，切片法に比べてより質の高い識別をおこなえる。

針葉樹では，分野壁孔や放射柔細胞壁断面等の観察が可能なことから，かなりのレベルまで識別が行い得ると思われる。ここでは観察していないが，仮道管のらせん肥厚や樹脂細胞の存在も広葉樹材の観察例からみて可能であろう。しかし，分野壁孔については，常に早材部でよい面がえられるかどうかの問題もあり識別時には注意が必要である。

本方法での問題点は，あくまで1段のレプリカ像であり，光学顕微鏡での観察時には問題ないものの，焦点深度の関係から低倍率での写真撮影が難しいことである。例えば写真の35と36は同じトウヒ属の分野壁孔を高倍率で撮影し比較したものであるが，位置的にほとんど差がないものでもこれだけの焦点のズレがでてくる。従って，報告書の作製時の写真撮影にはこれらの点に十分留意する必要がある。また，環孔材の孔圏部の板目面のように極端に凹凸のある部分での道管以外の組織の観察は良いレプリカを得にくいのでできるだけさけた方がよい。しかし，炭化木材の樹種識別時に，仮に数十個の試料があり，例えばそれらがすべて散孔材で複列の放射組織をもつことが実体顕微鏡で観察されるような場合，縦断面をレプリカ法で観察して同一樹種ごとにグループ分けを行ったりするのには作業時間を大幅に短縮でき，本方法は極めて有効である。

遺跡から出土した炭化木材には収縮や微細な割れ等の組織的変化が起きることが知られており[24)~27)]らせん肥厚が顕著でなくなる等の例も報告されている[24)]。木材の炭化時には，組織や構造がやや変化し，温度や含水率等の条件によってややそれらが異なることもあり[26)27)]注意が必要である。しかし，筆者らの経験では，むしろ炭化前に受けた腐朽の影響の方が大きい場合が多い。特に針葉樹の分野壁孔においては，腐朽による壁孔口の拡大が度々起こりうる。本方法では光学顕微鏡による観察であり，分野壁孔の観察等については解像力に留意する必要があろう。また，分野壁孔自体についても筆者らの経験ではカラマツ属やトウヒ属でさえも典型的なトウヒ型壁孔でない場合も認められ，慎重な対応が必要であろう。

アセチルセルロースフィルムは，市販のもので1枚（12×10 cm・厚さ0.08 mm）が100円程度と安価であり，迅速かつかなり微細な構造の観察が行えることから，今後遺跡出土の炭化木材の樹種識別には極めて有効な方法となろう。

浮遊選別法は，現在北海道から全国にむけて普及しつつある。今後は全国的に炭化木材の大量の採取が進むものと思われ，本方法はそれらの対応にも有効な1手段となろう。遺跡の炭化木材からは古代植生の変遷や人類による環境破壊等の問題もからめて貴重な資料が提供されるわけであり，それらの研究に寄与できるものと考える。

5. 謝　　辞

本研究にあたっては，北海道大学埋蔵文化財調査室の吉崎昌一室長より貴重な炭化木材試料の提供をいただいた。この場をお借りして厚く御礼申し上げる。

6. 引 用 文 献

1) Crawford, G. W., 『Paleoethnobotany of the Kameda Peninsula Jomonn.』 ANN ARBOR, MICHIGAN, (1983)

2) 平川泰彦，炭化材の樹種鑑定結果，『サクシュコトニ川遺跡』，161-184，北海道大学，(1986)

3) 石田茂雄，縄文時代住居址内発見の炭化木について，『西桔梗』，428-431，函館開発事業団，(1974)
4) 三野紀雄，炭化した木質遺物の樹種同定，『ホロナイポ遺跡』，115-123，北海道枝幸郡枝幸町教育委員会，(1980)
5) 三野紀雄，炭化した木質遺物の樹種同定，『おびらたかさご』，186-188，北海道小平町教育委員会・北海道留萌土木現業所，(1983)
6) 三野紀雄，炭化した木質遺物の樹種同定，『ウエンナイ2遺跡』，43-47，北海道枝幸郡枝幸町教育委員会，(1983)
7) 三野紀雄，炭化木片の樹種同定，『今金町美利河1遺跡』，257-259，北海道埋蔵文化財センター，(1984)
8) 三野紀雄，栄浦第一遺跡出土の炭化材の樹種，『栄浦第一遺跡』，328，東京大学文学部，(1985)
9) 三野紀雄，平川善祥，炭化材，『二ッ岩』，北海道開拓記念館研究報告，**第7号**，82-86，(1982)
10) 平川泰彦，柏木川11遺跡第1号住居出土炭化木製品の樹種，『柏木川11遺跡』，114-115，恵庭市教育委員会，(1990)
11) 平川泰彦，炭化材の樹種識別，『大麻13遺跡』，江別市教育委員会刊，印刷中，
12) 平川泰彦，炭化材の樹種識別，『餅屋沢遺跡』，小樽市教育委員会，投稿中，
13) 平川泰彦，深沢和三，広郷8遺跡出土木炭の樹種識別，『広郷8遺跡（II）』，136-137，北見市，(1985)
14) 平川泰彦，深沢和三，居辺14遺跡出土木炭の樹種識別，『居辺14遺跡』，269-276，上士幌町教育委員会，(1985)
15) 島地 謙，伊東隆夫，『日本の遺跡出土木製品総覧』，雄山閣，(1988)
16) Côté, W. A. Jr., Koran, Z. & Day, A. C., Replica techniques for electron microscopy of wood and paper. Tappi, **47**, 477-484, (1964)
17) 山林 邁，『朝鮮木材の識別』，養賢堂，(1938)
18) 須藤彰司，本邦産広葉樹材の識別，林試研報，118，(1959)
19) 島地 謙，伊東隆夫，『図説木材組織』，地球社，(1982)
20) Ogata, K., Wood anatomy of the Caprifoliaceae of Japan. IAWA Bulletin n. s., **9(4)**, 299-316, (1988)
21) Ohtani, J. & Ishida, S., An observation on the perforation plates in Japanese dicotyledonous woods using scanning electron microscopy. Res. Bull. College Exp. For., Hokkaido Univ., **35-1**, 65-98, (1978)
22) Ohtani, J. & Ishida, S., An observation on the spiral thikenings in the vessel members in Japanese dicotyledonous woods using scanning electron microscopy. ibid., **35-2**, 433-464, (1978)
23) Yoshizawa, N., Itoh, T. & Shimaji, K., Helical thickenings in normal and compression wood of some softwoods. IAWA Bulletin n. s., **6(2)**, 131-138, (1985)
24) Knudson, R. M. & Williamson, R. B., Influence of temperature and time upon pyrolysis of untreated and fire retardant treated wood. Wood Sci. & Tech., **5**. 176-189, (1971)
25) Slocum, D. H., McGiness, E. A. Jr. & Beall, F. C., Charcoal yield, shrinkage, and density changes during carbonization of oak and hickory woods. Wood Sci., **11**, 42-47, (1978)
26) Prior, J. & Alvin, K. L., Structural changes on charring woods of Dichrostachys and Salix from southern Africa. IAWA Bulletin n.s., **4(4)**, 197-206, (1983)
27) Prior, J. & Alvin, K. L., Structural changes on charring woods of Dichrostachys and Salix from southern Africa: The effect of moisture content. ibid., **7(3)**, 243-254, (1986)

7. 写真の説明

図 版 1

1. アサダ属（Ostrya）の木口面。（×125）
2. ミズキ属（Cornus）の木口面。炭粉を残してある。（×87）
3. クルミ属（Juglans）の木口面。線状に独立帯状柔組織が認められる（矢印）。写真の上側では炭粉が残っており，下側では取り除かれている。（×150）

4. アサダ属（Ostrya）の柾目面の低倍写真。（×51）
5. キハダ属（Phellodendron）の柾目面の放射組織。平伏細胞が認められる。（×245）
6. ニワトコ属（Sambucus）の柾目面の放射組織。上下に直立細胞が認められる。（×141）

7. ヤナギ属（Salix）の板目面の低倍写真。（×155）
8. ヤナギ属（Salix）の板目面の放射組織。やや上下に長い放射柔細胞が認められ（矢印），直立細胞の存在をうかがわせる。（×277）
9. カエデ属（Acer）の板目面の放射組織。放射柔細胞の大きさはだいたい揃っている。（×277）

図 版 2

10. ハンノキ属（Alnus）の板目面。単列放射組織を示す。（×257）
11. クルミ属（Juglans）の板目面。複列放射組織を示す。（×222）
12. コナラ属（Quercus）の板目面。広放射組織を示す（中央部）。（×146）

13. クルミ属（Juglans）の板目面。軸方向柔細胞を示す。（×233）
14. トネリコ属（Fraxinus）の板目面。軸方向柔細胞を示す。（×143）
15. コナラ属（Quercus）の板目面。周囲仮道管と軸方向柔細胞の壁孔の配列（左側）を示す。（×133）

16. キハダ属（Phellodendron）の孔圏部道管内表面のレプリカ像。壁孔とらせん肥厚が認められる。壁孔の相手細胞は，おそらく軸方向柔細胞。（×214）
17. ハンノキ属（Alnus）の道管要素内表面の壁孔。対列壁孔を示す。（×283）
18. カエデ属（Acer）の道管内表面の壁孔（矢印）。相手細胞はおそらく軸方向柔細胞。（×282）

図 版 3

19. ヤナギ属（Salix）の道管内表面の壁孔。相手細胞は放射柔細胞。（×233）
20. クルミ属（Juglans）の道管要素のせん孔。上側に単せん孔が認められる。（×333）
21. ハンノキ属（Alnus）の道管要素の階段せん孔。（×259）

22. キハダ属（Phellodendron）の孔圏部道管のらせん肥厚。中央部道管要素の左側。（×133）
23. キハダ属（Phellodendron）の孔圏外の小道管におけるらせん肥厚。（×239）
24. クワ属（Morus）の孔圏外の小道管におけるらせん肥厚。方向がやや不規則である。（×300）

25. ニレ属（Ulmus）の孔圏外の小道管におけるらせん肥厚。（×271）
26. カエデ属（Acer）の道管におけるらせん肥厚。（×200）
27. アサダ属（Ostrya）の道管要素におけるらせん肥厚。右側に細い線状にみられる。右端は焦点深度があさいことにより焦点が合っていない。（×167）

図 版 4　全てトウヒ属（Picea）を示す。

28. 木口面。炭粉は残っていない。（×167）
29. 板目面。放射組織。（×221）
30. 板目面。水平樹脂道。（×333）

31. 柾目面。上矢印に放射仮道管の有縁壁孔対の断面。下矢印に放射柔細胞の末端壁の断面が認められる。（×445）
32. 柾目面。早材部仮道管の分野壁孔。トウヒ型にみえる。（×485）
33. 柾目面。32とは別の部位の早材部仮道管の分野壁孔。（×445）

34. 板目面。仮道管相互壁孔の壁孔縁の断面。（×222）
35. 柾目面。分野壁孔。右側で焦点が合っていない。36と比較されたい。（×381）
36. 柾目面。分野壁孔。左側で焦点が合っていない。35と同じ部位。（×381）

Summary

Woods of archaeological charcoal (Sakusyukotoni river site, A. D. 800) were identified by light microscopy using the replica technique.

The procedure was as follows. The freshly split surface (3×3 mm) of the wood, which was fractured and then immersed in benzene, was replicated using acetyl cellulose film (5×5 mm) dissolved in acetone. After the film was re-hardened, the wood was torn from it or crushed into powder. The replica film was cleaned by adhesive cellophan tape. The film, placed on the slideglass, was observed with the light microscope.

Using this method, characteristic features of the genus level can be seen; homogeneous and heterogeneous rays, perforations and spiral thickenings in vessels, pit arrangement in cells in hardwoods, and cross field pittings, ray tracheid pittings and resin canals in softwoods. It is emphasized that spiral thickenings in cells can be clearly recognized.

This method is simple, speedy and reliable in representing microstructures. Its application for identifying the woods of archaeological charcoal can be recommended.

図　版 1

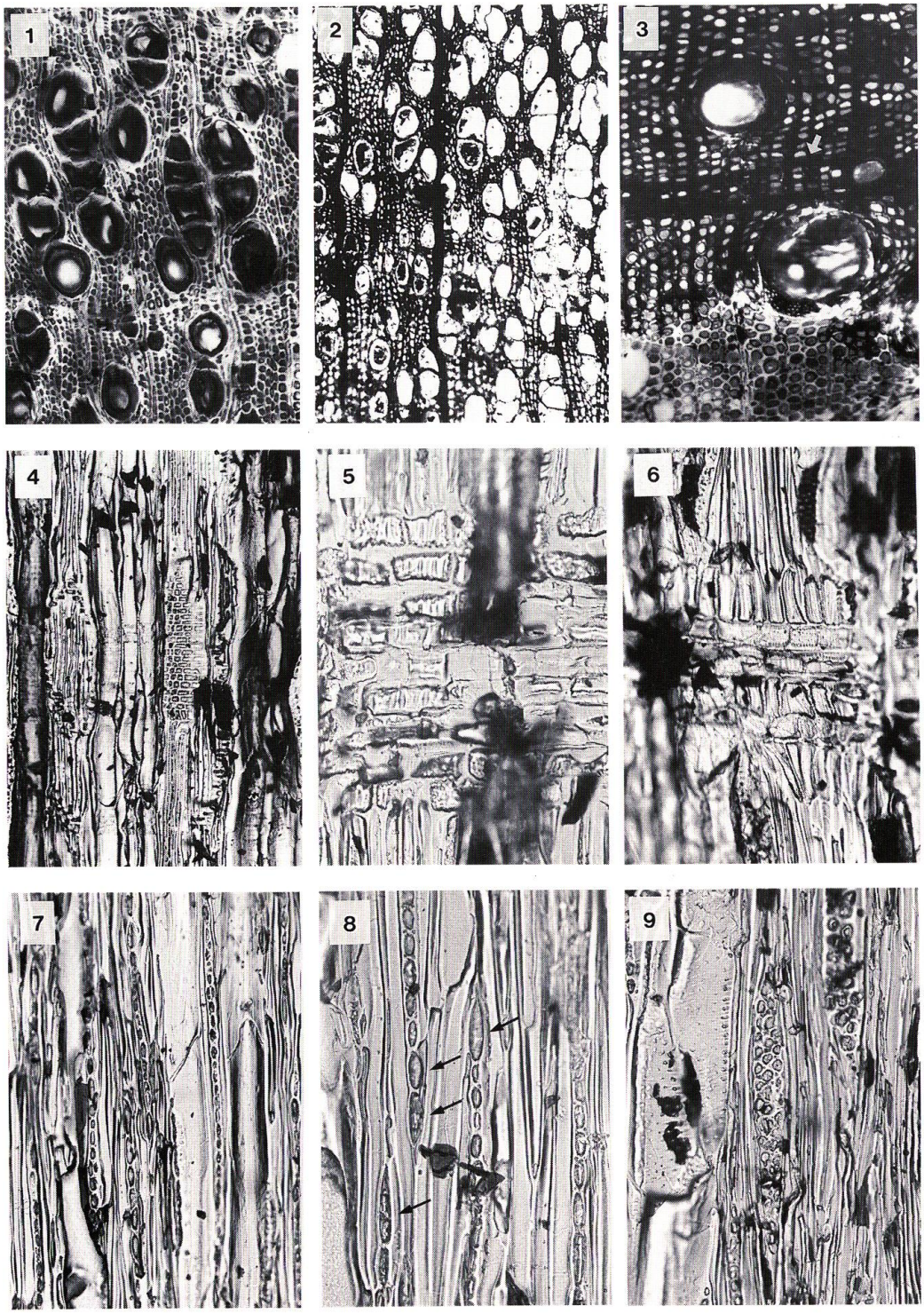

図 版 2

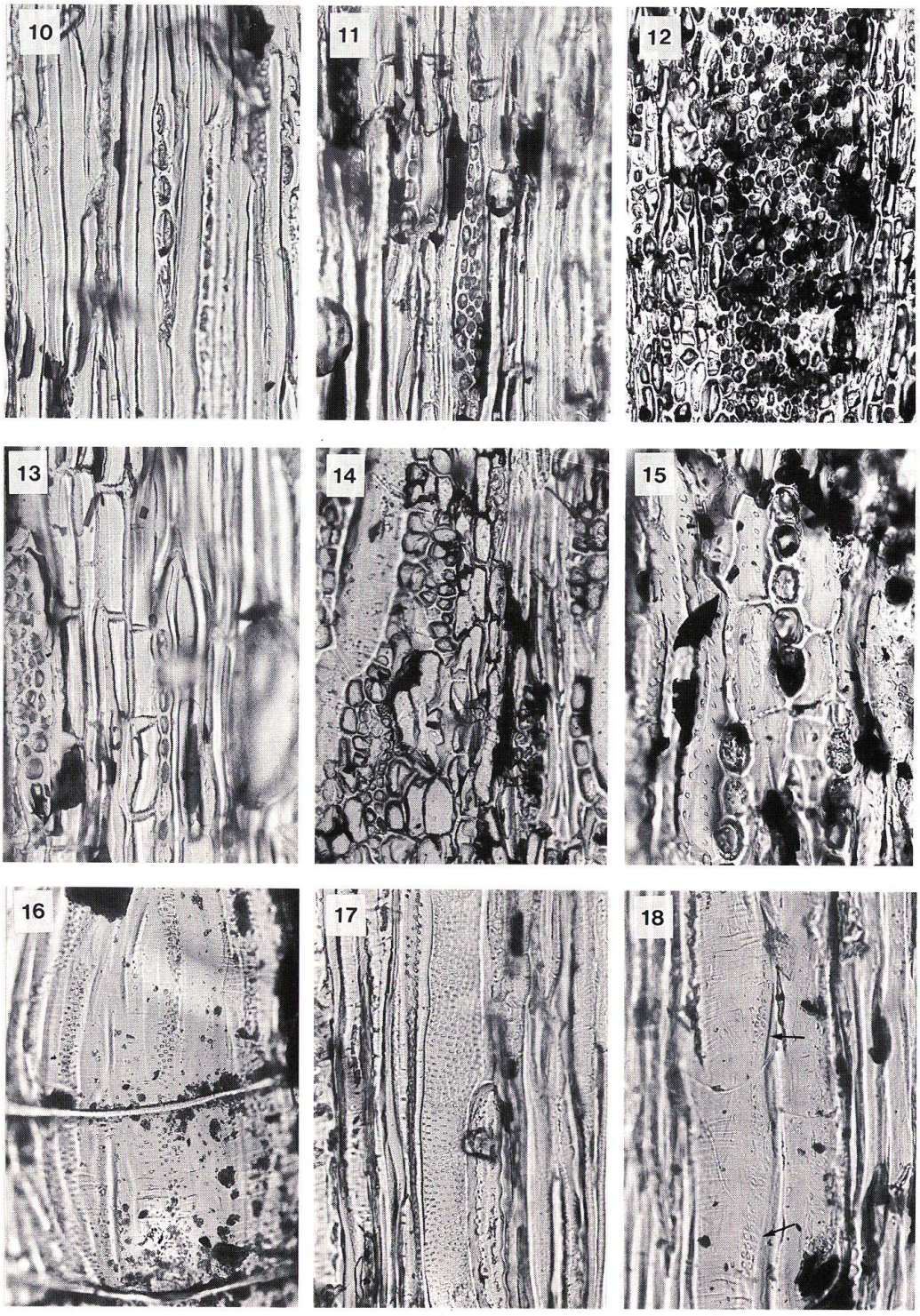

図　版 3

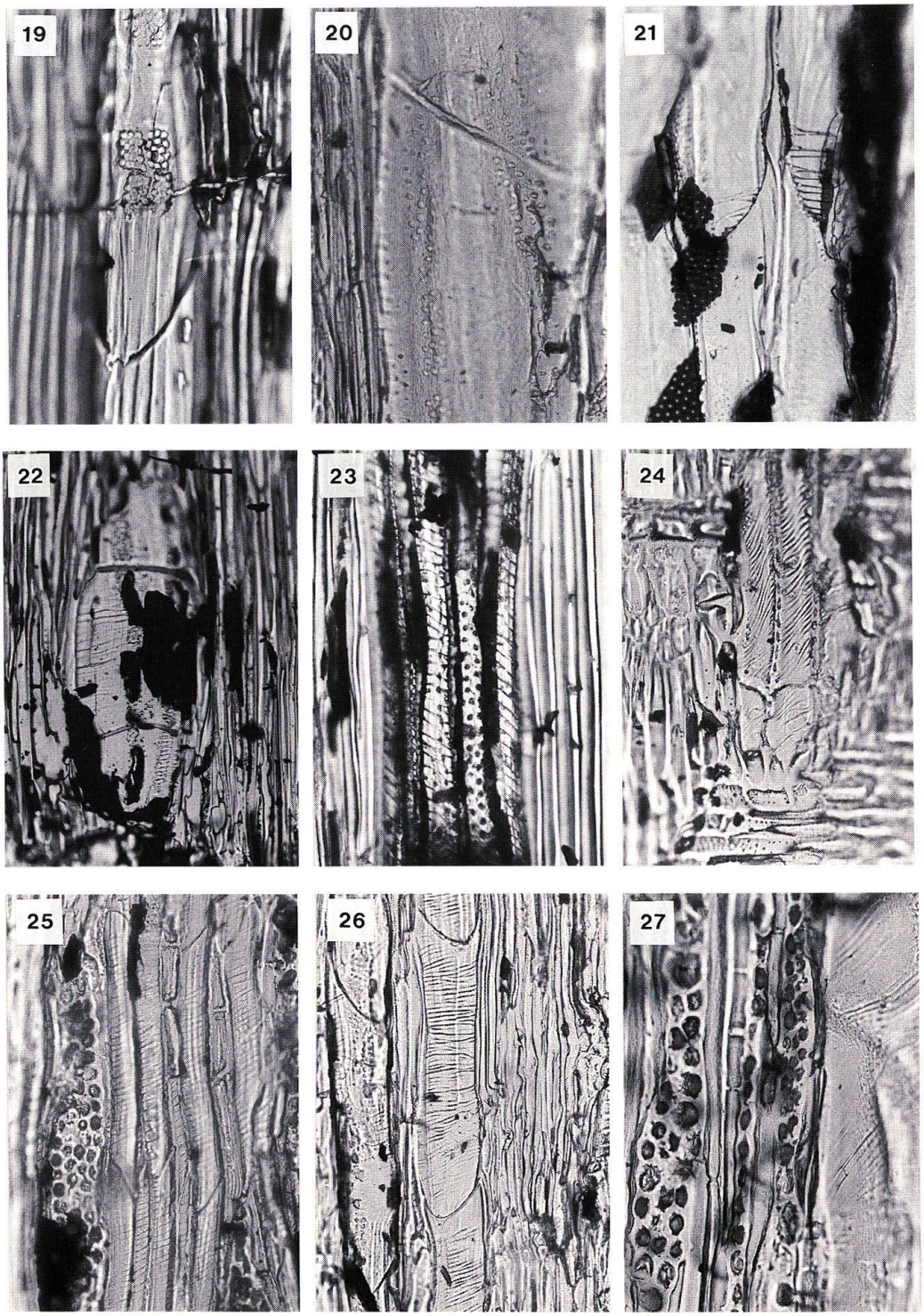
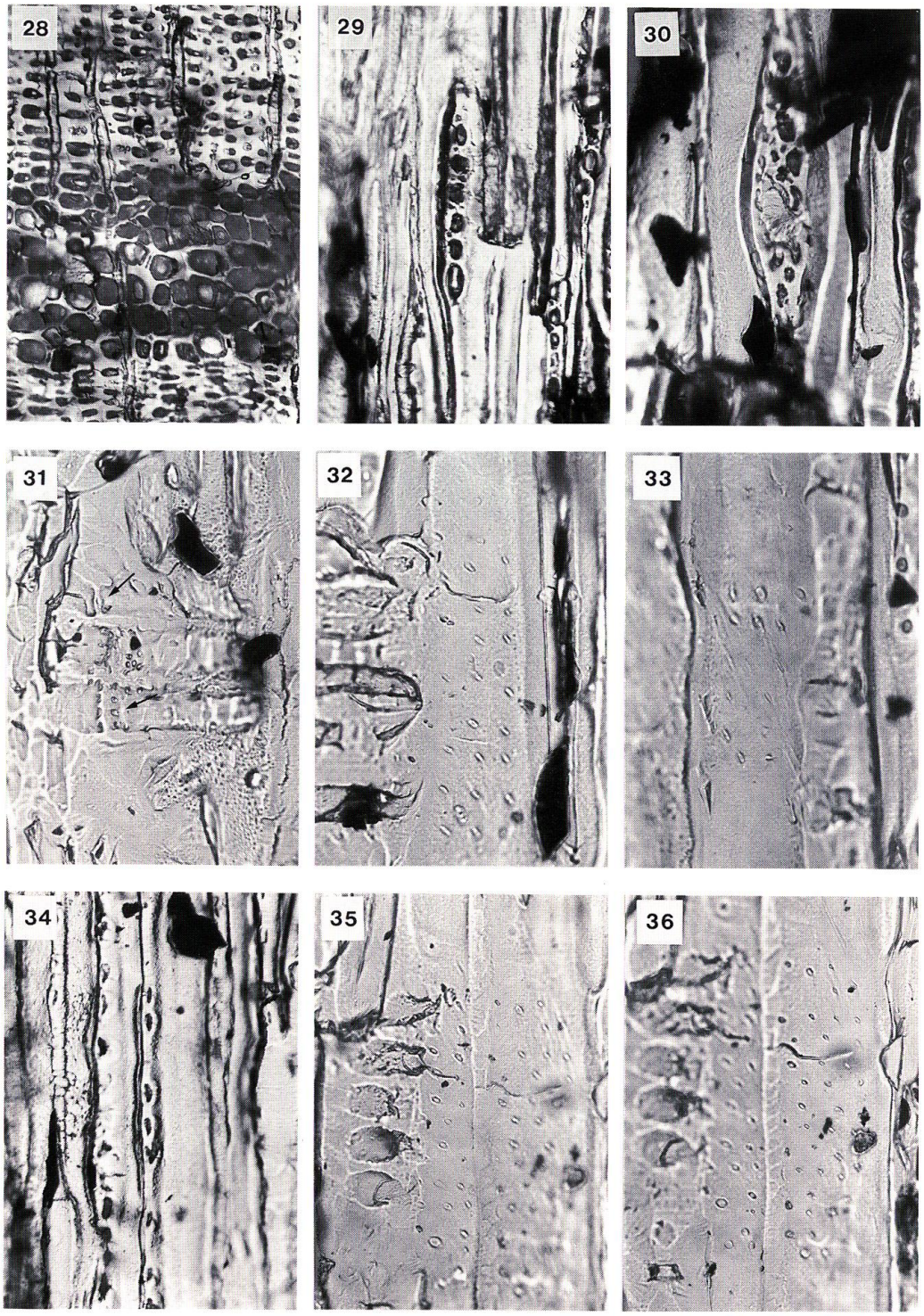
図 版 4