

能登半島能都町真脇の柳田累層(下部中新統)の木材化石群集

鈴木三男¹⁾・平屋千春²⁾

Fossil wood flora from the pumice tuff of Yanagida Formation (Lower Miocene) at Mawaki, Noto Peninsula

Mitsuo SUZUKI¹⁾ and Chiharu HIRAYA²⁾

(Received April 10, 1989)

Abstract

Although there are numerous fossil woods in the strata of Yanagida Formation (Lower Miocene) of Noto Peninsula, only a few fossils have been studied. We noticed that many fossil woods were born from the pumice tuff of the Yanagida Formation at a land-slide of Mawaki, Noto-machi, and then collected 67 wood samples in March, 1988.

Among 67 samples, 12 samples were not studied fully because of their ill preservation, and the rest 45 samples were identified into 7 taxa; *Picea palaeomaximowiczii* Watari (Pinaceae), *Carpinus laxa* Watari (Betulaceae), *Zelkova Wakimizui* Watari (Ulmaceae), *Acer Watarianum* Takahashi et M. Suzuki (Aceraceae), *Liquidambar* sp. (Hamamelidaceae), *Distylium* sp. (Hamamelidaceae) and *Stewartia* sp. (Theaceae). The last two taxa, *Distylium* and *Stewartia* have never been reported as fossil woods from the Tertiary strata of the world, and consequently they are regarded as new species and will be fully described in another paper in near future.

All of the specimens studied are obtained from the same stratum, the Pumice Tuff, at the same point, Mawaki. Therefore, it will be expected that the assemblage of those fossil woods indicates the flora and vegetation when they had been embedded in the pumice tuff. From a comparison with those of mega-plant fossils, it may be said the fossil wood assemblage agrees with that of Daijima geo-flora, which represents fairly warm climate in the Miocene.

Key Words : Fossil wood-Miocene-Noto Peninsula-Yanagida Formation

石川県は、日本でも有数の珪化木の産地であり、加賀地方では、手取川上流の白峰から桑島にかけての地域が中生代ジュラ紀の日本最古の化石林が国指定の天然記念物として有名である。この地域には珪化木と大型植物化石に富む新第三紀中新世の医王山累層も広く分布してお

¹⁾ 金沢大学教養部生物学教室 Department of Biology, College of Liberal Arts, Kanazawa University, 1-1 Marunouchi, Kanazawa 920.

²⁾ 金沢大学教育学部 Faculty of Education, Kanazawa University, 1-1 Marunouchi, Kanazawa 920.

り、石川郡鶴来町の曾谷でも珪化木が町指定の天然記念物となっている。ここでは *Taxodiodylon cunninghamioides*, *Carya protojaponica*, *Carpinus laxa*, *Quercus anataiensis*, *Ulmus crystallophora*, *Distylium* sp., *Liquidambar formosana*, *Hovenia dulcis* など多岐にわたる珪化木が報告されている(巨理, 1966)。また、金沢市の兼六園には、竹根石として知られているヤシ類 *Palmoxydon maedae* が、金沢市郊外ではこれとは異なる *P. kagaense* が知られており、近辺の第三紀中新統の層からもたらされたものだろうとされている(Ogura, 1952, 1955, 1961)。その他にも第三紀中新統の地層が分布する医王山から鶴来、小松市大杉谷・那谷などの地域で珪化木が点在して得られている(鈴木・平屋, 1989)。

能登半島でも加賀地方の医王山累層にほぼ相当する柳田累層が広く分布していて、この地層中からも非常に多くの珪化木が産出しており、内浦町不動寺では長さ13m以上の *Carya protojaponica* の大珪化木が発見されており、天然記念物に指定されている。また、柳田村・輪島市西保などでも珪化木が天然記念物として、さらに、門前町総持寺境内の多数の珪化木を配置した復興記念碑などが知られており、その他にも能登半島のいたるところで珪化木がごく普通に見られる(鈴木・平屋, 1989)。

このように能登半島には多数の珪化木が産出するにもかかわらず、その古植物学的な研究はきわめて少なく、今までに報告されているのは上述の不動寺の *Carya protojaponica* と総持寺の復興記念碑の一つが *Acer Watarianum* であることが知られているのである。筆者らは能都町真脇の地滑り地のグリーンタフ層から多量の珪化木が産出することを知り、これを鈴木氏の指導のもと、平屋氏の金沢大学教育学部の昭和63年度の卒業研究として取り組んだ。その結果45点の珪化木から7樹種が同定され、そのうちの5種は現在までに知られている種であったが2種は未知の種であることが分かった。これら未知の種についてはさらに検討を加えて改めて正式発表する必要があるが、ここでは木材化石群集の全体について報告する。

なお、本研究を行うにあたり、金沢大学教育学部の藤則雄教授・杉本幹博助教授には現地地の地質について、酒寄淳史博士には岩石プレパラートの作成について助言をいただいた。また、材化石の収集に当たっては各種の情報を柳田村教育委員会および内浦町在住の寺下友三郎氏よりいただいた。さらに試料採集の拠点として金沢大学理学部附属能登臨海実験所を利用させて頂いた。これらの方々に深く感謝する。

試料および方法

(1) 試料の採集地点

試料の採集地点である鳳至郡能都町真脇は、奥能登の東南、富山湾に面した内浦地域のほぼ中央に位置し、リアス式海岸で有名な九十九湾の西の小さな沖積平野である(Fig. 1)。ここは南側は富山湾に面し、残る三方を50~150mの山地の囲まれており、イルカの骨など多量の縄文時代の考古遺物を産した真脇遺跡がある。この小平野の北東の標高約20~50mの南向き緩斜面では、地滑りによって緑色凝灰岩層の露頭が現われている。この露頭および地滑り堆積物中に

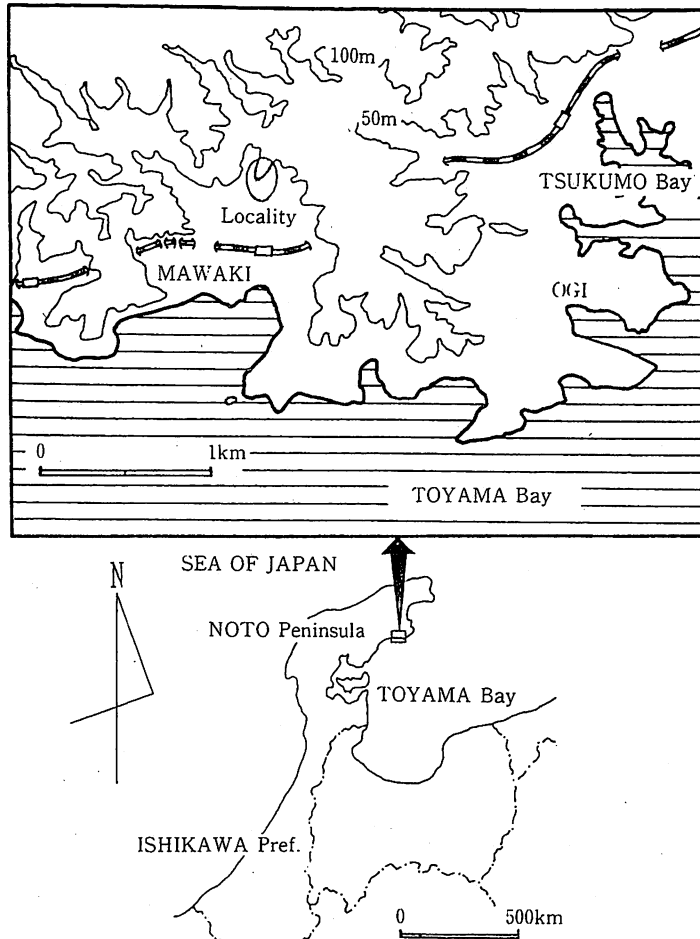


Fig. 1 Location map

は、かなりの広範囲にわたって多くの珪化木があり、ここから67点の試料が採集できた。

(2) 地質層序

能都町には、新第三紀以前の地層は全く分布しておらず、その大部分を占める中新世前期の穴水累層と柳田累層の2層と、中新世中期の東印内互層、赤神頁岩層相当層、中新世後期の南志見泥層相当層、第四紀更新世中期から後期にかけての段丘及び平坦面堆積物、そして、完新世の河川堆積物と臨海低地の沖積層などがある。真脇のある能都町東部には中新世前期の柳田累層が広く分布し、その中の軽石凝灰岩質層が真脇近辺には見られる。能都町に分布する柳田累層は、岩相と層相により下部から上部にかけて、凝灰岩質砂岩・シルト岩・泥岩の互層、下部火山礫凝灰岩質層、軽石凝灰岩質層、上部火山礫凝灰岩質層の四つに細分することが出来る (Fig. 2)。試料の採集を行った真脇の凝灰岩層は、このうちの軽石凝灰岩質層に相当し、真脇北西の、国道249号線の能都一内浦町間のトンネル付近の軽石凝灰岩層中にも多数の珪化木や炭化した材化石が含まれていることが知られており、この軽石凝灰岩質層は陸上に降下堆積した昔の火山灰である可能性が大きいとされている (藤, 1980)。試料採集地点ではこの層は緑色で、

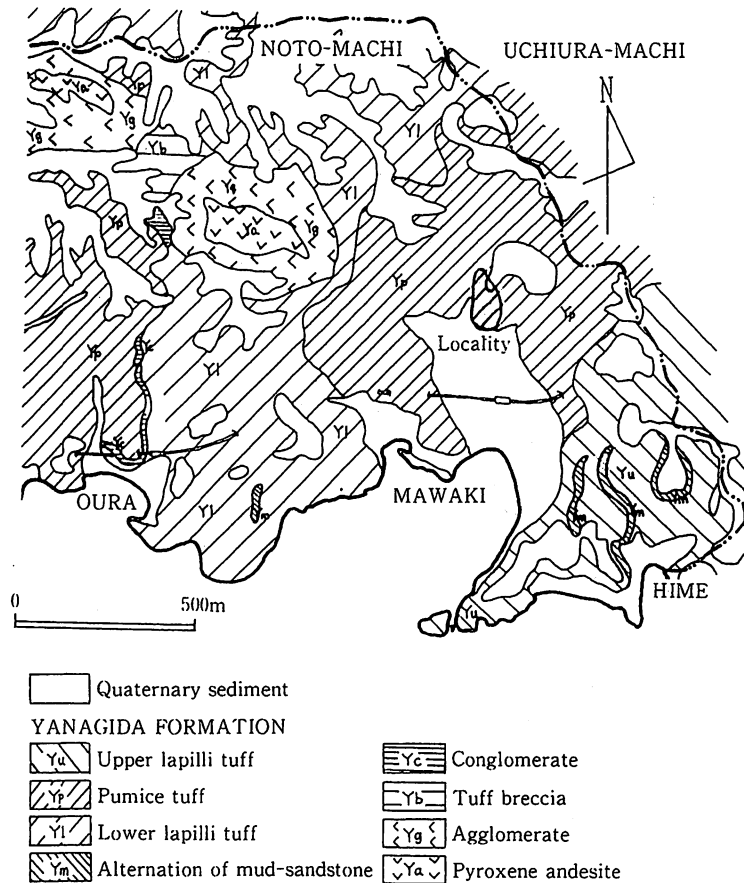


Fig. 2 Geologic map
(Redrawn from Fuji, 1980)

風化後は黄褐色から褐色となり、崩壊し易い。この層中及び崩壊土中には表面が黒色、あるいは褐色から白色に風化した直径10~35cmの珪化木が多数含まれている。

(3) 試料の採集と処理

1988年3月15~17日の3日間、現地で試料の採集を行った。地表に露出した珪化木を捜し、岩石ハンマーとタガネを用い、その一部を直径10~15cm、長さ10~20cmの大きさに割り取った。この研究に先立っておこなった珪化木処理の経験から、試料がきわめて硬く、風化を受けていない部分の色が黒褐色のものが内部構造の保存がよいことから、そのような珪化木を選択した。すなわち、珪化の程度が低く容易に割れるものや、黒色で珪化前に熱により炭化していたとみなされるもの、白色で内部構造が肉眼でもよく見えないものなどは薄片を作っても十分な観察が出来ないことが予想されたので省いた。その結果、67点の試料が得られた。

採集された試料は、金沢大学教養部生物学教室の登録標本番号にしたがって53950~53999, 80001~80017の標本番号を付けた後、横断・放射・接線面の三方向について次の手順で薄片を作成した。

1) 珪化木の横断，放射，接線の各方向を正確に把握し，岩石切断機(ダイヤモンドカッター)で厚さ5～8mm，短径25mm以内，長径45mm以内の大きさに切断した。

2) 各面を回転研磨板でカーボラダム#150の研磨粉を用いて平らにし，カーボラダム#400で切断痕が見えなくなるまで研磨した。続いて，ガラス板でカーボラダム#1000を用いて研磨傷のない平滑な面が得られるまで研磨し，アラダム#2000では試料面が光沢を帯びた鏡面になるまで仕上げ研磨をした。

3) エポキシ系樹脂の接着剤ボンドクイック30・30分型強力(株コニシ)，またはスーパーセメダイン6時間硬化型(株セメダイン)を用いて試料面をプレパラートに接着した。この時，プレパラートと試料面との間に気泡が入らないよう，また互いの面が平行になるよう注意する。また，試料からはみ出た接着剤は硬化後の研磨に時間がかかるもととなるので，試料がはがれない程度に剃刀を用いて取り除いておいた。

4) ボンドクイック30を用いた場合は2時間，スーパーセメダインの場合は12時間スライドガラスを下にして水平な所に静置し完全に接着させてから，反対側の面を研磨した。回転研磨板でカーボラダム#150を用いて厚さ0.8mm程度まで，カーボラダム#400で厚さ0.3mm程度まで研磨し，スライドガラスを光源に透かして試料がやや光を通して見えるようにした。続いて，ガラス板で研磨粉にカーボラダム#1000を用いて，スライドガラスを光に透かし試料の厚さが均一になっているか，万能投影機で木材組織が観察できる適当な薄さかを確認しながら研磨した。次に，アラダム#2000で最終仕上げ研磨を行った。

5) 仕上がった試料は，そのまわりにはみ出している接着剤をカミソリできれいに取り除いた後，ビオライト(株応研商事)でカバーガラスを接着し，一昼夜静置し封入を行った。

こうして得られた三方向の薄片を，万能投影機(TOPCON製，倍率100倍)と光学顕微鏡(NIKON製，40～400倍)で観察した。

なお，これらのプレパラートはもとの珪化木試料の残部とともに金沢大学教養部生物学教室に保存されている。

結 果

総試料数67点について観察したが，その中には風化・炭化や組織がつぶれていることなどにより組織の保存が不良で十分に観察できないものが21点，樹皮の化石が1点あった。したがって，残りの45点について詳細な観察を行い，その形態的特徴により同定を行なった。その結果をTable 1に示し，Table 2にはそれを樹種別に集計した。以下に木材化石の組織構造を記載し，材形質の特徴を表わした。また，その代表的な標本の顕微鏡写真をPlate 1～7に示した。

1. *Picea palaeomaximowiczii* Watari, Pinaceae (Plate 1; 1-5)

Picea palaeomaximowiczii Watari in Journ. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sect III (Botany) 6 : 419-423, Fig. 1, Photo. 1; 1956.

Materials : Nos. 53950, 53955, 53973, 53976 and 53977. Because the preservation of internal structure is excellent, the following description is based chiefly on No. 53950.

Description : Growth rings distinct. Transition from earlywood to latewood abrupt ; bands of latewood mostly 19-30 cells in width. Earlywood tracheids crushed.

Latewood tracheids flattened squares with round corners, 7-30 (mean 13) μm and 7-25 (mean 15) μm in radial and tangential diameters respectively, 3-7 (mean 5) μm in wall thickness ; bordered pits on radial walls 1 row, separated, circular, 10-15 μm in diameter ; bordered pits on tangential walls sparsely present, small circular ; spiral thickenings occasionally present.

Wood parenchyma invisible. Vertical resin canals scattered solitary or often 2-3 in tangential groups ; canals circular or radially elongated oval in cross section ; 80-150 (mean 125) μm and 60-180 (mean 110) μm in radial and tangential diameters respectively.

Rays of two types, uniseriate and fusiform rays present, both with ray tracheids. Uniseriate rays 4-23 (mean 9) cells high. Ray parenchyma cells resinous and frequently with rhomboidal or rectangular crystals ; horizontal walls thick and pitted densely ; circular or oval with rounded corners in tangential section. Ray tracheids marginal, mostly 1 layer, thin walled with marked spiral thickenings ; circular bordered pits with circular aperture present on all walls. Fusiform rays with uniseriate margins mostly 1-6 cells in height and with horizontal resin canals ; 150-380 (mean 250) μm in height, and 30-70 (mean 60) μm in width ; resin canals 15-30 μm in diameter, surrounded by 6-8 epithelial cells.

類 縁 : 垂直及び水平の樹脂道を正常材とともに持つ針葉樹材はマツ科のマツ、トウヒ、カラマツ、トガサワラ、*Cathaya* の5属に限られる。このうち、マツ属は分野壁孔が窓状あるいはマツ型と大きく、本化石とは容易に区別される。残り4属のうち、仮道管にらせん肥厚を持つものはトウヒ属の一部と、トガサワラ、*Cathaya* の2属である。しかし、後者の2属では水平樹脂道のエピセリウム細胞の数が通常6個あるいはそれ以下と少なく、トウヒ属では6個以上である (Watari, 1956)。本化石はその数が6~8個であることから、トウヒ属に属するものであることが分かる。らせん肥厚を持つトウヒ属の材化石は山形県の中部中新統から、*P. palaeomaximowiczii* Watari (1956) が、北海道の下部中新統から *P. cf. maximowiczii* Regel (Suzuki, 1982) が、岩手県の下部中新統からは *P. Wakimizui* (Watari) Watari (1941b, 1956) が報告されているが、後の2種は放射柔組織に豊富な結晶を持たないことから、本化石は *Picea palaeomaximowiczii* Watari と同定された。

本化石の産地に近い内浦町の行延の柳田累層からは1988年に道路工事にともなって、直径50 cm、長さ12.5mという長大な珪化木が発見され、話題を呼んだ。この珪化木を調べた結果、ここに同定された *P. palaeomaximowiczii* であった。

2. *Carpinus laxa* Watari, *Betulaceae* (Plate 2; 6-10)

Carpinus laxa Watari in Journ. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sect. III (Botany) 6 : 107-109, Photo. 2 B-E, Fig. 3; 1952.

Materials : Nos. 53971, 53982, 53997, 80001, 80002 and 80007. Because the preservation of internal structure is excellent, the following description is based chiefly on No. 80002.

Description : Growth rings faintly distinct by the presence of a few layers of flattened elements on the outer margin of the ring; breadth narrow, 0.6-1.1mm. Pores aggregate or from narrow to broad radial patterns in varying width; solitary and more frequently grouped in multiples of 2-5 in radial series. Solitary pores circular to oval, 30-140 (mean 80) μm and 40-130 (mean 75) μm in radial and tangential diameters respectively; thin walled (about 2 μm). Vessel elements 300-880 (mean 450) μm in length; perforation plates usually simple or sometimes scalariform with 2-5 bars. Pits on lateral walls of vessel elements alternate, circular, oval or polygonal by mutual contact; 5-10 (mean 8) μm in diameter, pit apertures lenticular and horizontal. Spiral thickenings fairly distinct.

Fiber tracheids forming ground mass of the wood, arranged in regular radial rows; polygonal with moderately thickened walls in cross section; 7-20 (mean 15) μm in diameter.

Wood parenchyma metatracheal, forming slightly wavering uniseriate tangential bands; elements 7-20 (mean 13) μm in diameter and 50-125 (mean 95) μm in length; crystals invisible.

Rays heterogeneous; some grouped in somewhat loosely defined aggregate rays; 1-3 (4) cells (10-40 μm) wide and 150-480 (mean 360) μm high; linear to narrow fusiform provided with uniseriate wing consisting of marginal upright and square cells, and procumbent of multiseriate parts; crystalliferous elements abundant in upright and square cells, 15-80 (mean 35) μm , 15-50 (mean 25) μm and 15-30 (mean 20) μm in radial, vertical and tangential diameters respectively; rays aggregate in tangential section.

類 縁：集合放射組織を持つ広葉樹材は、カバノキ科のハンノキ属、ハシバミ属、イヌシデ属、ブナ科コナラ属のアカガシ亜属などのように限られているが、そのうちアカガシ亜属は集合型というよりも複合型との中間型を示し、道管は大きく、穿孔は単一であることから、容易に除外できる。ハンノキ属とハシバミ属は道管の穿孔がすべて階段状である。本化石は道管の穿孔は多くは単一で、横棒の少ない階段状のものがまじることからこれらと区別され、カバノキ科イヌシデ属の材であることが分かる。イヌシデ属の材化石は Watari (1952) が、柳田累層とはほぼ同時代の地層と考えられる石川県鶴来町曾谷の医王山累層から *Carpinus laxa* Watari を報告しており、材の形質はこれによく一致している。この属の現生材は道管の穿孔がほとんど単一で階段状のものはきわめて希なイヌシデ節と、階段状が主体のクマシデ節に区別できるか、この化石はその点で中間的であり、どちらの節のものであるともいえない。

3. *Zelkova Wakimizui (Watari) Watari*, Ulmaceae (Plate 3; 11-15)

Ulmium Wakimizui Watari in Jap. Journ. Bot. 13 : 506-511, Fig. 3, Photo. 1 B-D; 1948.

Zelkova Wakimizui (Watari) Watari in Journ. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sect. III (Botany) 6 : 155; 1952.

Materials : Nos. 53960, 53963, 53965, 53966, 53978, 53988, 53995, 80003, 80004, 80009, 80013, 80015 and 80016. Because the preservation of internal structure is excellent, the following description is based chiefly on No. 53963.

Description : Wood ring porous. Growth rings distinct; breadth fairly uniform, 0.8-2.8mm. Large pores in earlywood 1-2 layered; usually solitary, occasionally in tangential or radial groups of 2 or rarely more; circular or radially elongated oval, 160-340 (mean 240) μm and 180-250 (mean 220) μm in radial and tangential diameters respectively. Small pores grouped in tangential, festoon-like or wing-like zones; polygonal by mutual contact, 15-105 (mean 45) μm in diameter. Vessel elements in early wood 100-640 (mean 250) μm in length; perforation plates horizontal with large simple perforations; without spiral thickenings. Those in the latewood 130-360 (mean 200) μm in length; with marked spiral thickenings; perforation plates nearly horizontal with simple perforations. Pits on lateral walls alternate, polygonal, 5-7.5 μm in diameter; tyloses rarely present.

Wood fibers filling the spaces between the groups of smaller pores, arranged irregularly; nearly round or polygonal in transverse section, 5-20 (mean 10) μm in diameter and 3-7 (mean 5) μm in wall thickness; length unable to measure.

Wood parenchyma vasicentric and developed surrounding large pores and groups of small pores; parenchyma cells, 5-25 (mean 15) μm in diameter and 60-200 (mean 110) μm in length. Series of swollen and faintly isodiametric cells with large solitary crystals frequently present in parenchyma strands; 20-70 (mean 40) μm , 20-50 (mean 25) μm and 17-40 (mean 25) μm in radial, vertical and tangential diameters respectively.

Rays heterogeneous; consisting of square and procumbent cells; mostly fine fusiform in tangential views, 2-7 cells (20-100 μm) wide and 200-960 (mean 500) μm high. Procumbent cells circular or oval with rounded corners in tangential section. Marginal 1-2 layers of rays upright and square cells; swollen, faintly isodiametric crystalliferous cells often present in marginal of rays, 15-50 (mean 30) μm , 17-40 (mean 25) μm and 12-25 (mean 20) μm in radial, vertical and tangential diameters respectively.

類縁 : 明瞭な環孔材で、かつ、孔圏外での道管の配列が接線から波状配列をするものにはウコギ科のハリギリ、ニレ科のエノキ属、ニレ属、ケヤキ属などがあるが、ハリギリは1~5細胞幅の同性放射組織であることからまず区別できる。ニレ科の3属は互いによく似た材構造を持つが、ニレ属の放射組織は同性であるが、エノキ属とケヤキ属では異性となり、エノキ属は、放射組織の外周にやや大型の鞘細胞を持つことからそれぞれ区別できる。本化石は放射組織が

異性で鞘細胞などを持たないことから、ニレ科ケヤキ属の材であることが分かる。ケヤキ属の化石は、島根県の下部中新統から *Zelkova Wakimizui* (Watari) Watari (1948, 1952) が、岩手県の下部中新統から *Z. zelkoviformis* (Watari) Watari (1941a, 1952) が報告されている。この2種のうち前者はチロースを持ち、後者にはそれが無いことで区別されている。この化石では、希にはあったがチロースが観察され、その他の材構造もよく一致したことから *Zelkova Wakimizui* Watari と同定した。現生のケヤキは放射組織の上下端に大型の結晶細胞を持つが木部柔組織には無く、ニレ属は放射組織にはないが本部柔組織にある。この化石種は結晶細胞をその両方に持っていることで現生種とは異なる。

4. *Stewartia* sp., Theaceae (Plate 4; 16-20)

Materials: Nos. 53956, 53961, 53970, 53975, 53981, 53991, 53999, 80008 and 80011. Because the preservation of internal structure is excellent, the following description is based chiefly on No. 53970.

Description: Wood diffuse porous. Growth rings distinct by difference in the size of pores and also by the presence of a few layers of flattened elements on the outer margin of the ring; breadth faintly uniform, 0.7mm.

Pores evenly scattered throughout the increment; mostly solitary, rarely in couples; circular or radially elongated oval; 40-120 (mean 70) μm and 40-100 (mean 60) μm in radial and tangential diameters respectively. Vessel elements 270-900 (mean 600) μm in length; perforation plates markedly slanting and exclusively scalariform with 7-20, thin and bordered thick bars; pits on lateral walls opposite to scalariform in arrangement, individual pits horizontal narrow lenticular to elliptical with narrow aperture. Tyloses sometimes present.

Imperforated tracheary elements exclusively libriform fiber; arranged in regular radial rows; polygonal in cross section, 7-18 (mean 12) μm in diameter and 2-6 (mean 5) μm in wall thickness; simple pits small and circular.

Wood parenchyma mostly scattered, metatracheal, arranged in tangential; elements 10-20 (mean 14) μm in diameter and 30-130 (mean 100) μm in length. Short series of swollen and faintly isodiametric cells with solitary crystals sometimes present in parenchyma strands, 20-70 (mean 35) μm and 10-25 (mean 22) μm in radial and vertical diameters respectively.

Rays heterogeneous and consisting of upright and procumbent cells; mostly narrow fusiform, 1-2 (-3) cells (12-36 μm) wide and 200-800 (mean 380) μm in height; pitting between upright elements and vessels mostly scalariform. Crystals invisible.

類 縁: 中小型のほとんど単独の道管を持つ散孔材で、穿孔は階段状、道管相互の壁孔も階段状、木部柔組織は散在状で少なく、放射組織は異性で1~3細胞幅であることなどからツバキ科ナツツバキ属の材であることが分かる。この材によく似たものと同じツバキ科のヒメツバキ

属があるが、これは道管が角張っていること、放射組織がほとんど単列～2列であることから本化石とは区別される。ナツツバキ属の化石はこれまでに報告されたことはなく、またこの化石は現在のナツツバキには見られない、結晶を含んだ軸方向の柔組織を持つことなどから新種であることが分かったが、さらに詳細に検討して別途正式発表する予定である。

5. *Distylium* sp., Hamamelidaceae (Plate 5; 21-25)

Materials : Nos. 53952, 53964, 53968, 53983, 53986, 53987, 53993 and 8005. Because the preservation of internal structure is excellent, the following description is based chiefly on No. 53987.

Description : Wood diffuse porous. Growth rings faintly distinct by the slight difference in pore size and by the presence of a few layers of slightly flattened elements on the outer margin of the rings; breadth faintly uniform, 1.2mm.

Pores evenly scattered throughout the increments, decreasing very gradually in size toward the outer margin; mostly solitary, rarely in couples; circular or radially elongated oval or polygonal; thin walled (about $2\mu\text{m}$); 25-80 (mean 60) μm and 30-65 (mean 50) μm in radial and tangential diameters respectively. Vessel elements 50-200 (mean 150) μm in length; perforation plates markedly slanting scalariform with about 10 bars; spiral thickenings invisible; tyloses rarely present.

Fiber tracheids forming the ground mass, arranged in regular radial rows; polygonal with rounded corners in outline; walls markedly thickened, 2-7 μm in thickness.

Parenchyma metatracheal arranged in mostly uniseriate tangential bands; cells often chambered in a vertical series, with polygonal or rhomboidal crystals.

Rays heterogeneous and consisting of upright and procumbent cells; narrow fusiform of 1-2 cells or 10-40 (mean 23) μm wide and 140-320 (mean 220) μm high; thin walled crystalliferous elements occasionally present among marginal typical upright cells, including a single crystal, rarely chambered into 2-3.

類 緑：道管が散孔状であるような材は数多く存在するが、道管が小さくて多角形だが壁はやや厚く、ほぼ均一に分布し、独立帯状の木部柔組織がきわめて顕著に接線状に配列し、大型の結晶細胞を持つ、放射組織は顕著な異性で2～3細胞幅である、などからマンサク科イスノキ属の材であることが分かる。イスノキ属の化石については亙理(1966)が、石川県の曾谷・内浦・宮古場の下部中新統から *Distylium formosana* Kanehira に似たものとして *Distylium* sp. を紹介しているが、未だ詳細な記載は行われていない。本化石がこの亙理が報告したものに一致するかも含めてさらによく検討して別途正式発表する予定である。

6. *Liquidambar* sp., Hamamelidaceae (Plate 6; 26-30)

Materials : Nos. 53957 and 53974. Because the preservation of internal structure is a little better in No. 53975, the following description is based chiefly on this specimen.

Description: Wood diffuse porous. Growth rings distinct, delineated by several layers of radially flattened elements; breadth variable, 0.8-2.0mm.

Pores scattered faintly evenly; small, angular and radially elongated polygonal; mostly solitary, rarely in couples; 30-50 (mean 38) μm and 20-30 (mean 24) μm in radial and tangential diameters respectively. Vessel elements mostly 300-350 μm in length; perforation plates extremely slanting scalariform with 15-30 thin bars; intervessel pits and spiral thickenings invisible.

Imperforate tracheary elements exclusively fiber tracheids; fiber tracheids forming the ground mass, arranged in regular radial rows; 10-25 (mean 18) μm in diameter, 2-5 μm in wall thickness in cross section.

Rays heterogeneous and consisting of upright and procumbent cells; linear to narrow fusiform of 1-2 (3) cells, 10-30 (mean 19) μm wide and 160-700 (mean 340) μm in high; crystalliferous elements sometimes present in marginal upright cells. Traumatic gum canals frequently present in long tangential rows, 50-80 (mean 40) μm and 60-120 (mean 40) μm in radial and tangential diameters respectively.

類 縁: きわめて小さな道管が均一に散在する散孔材で、道管の穿孔は横棒の多い階段状、木部柔組織は目立たず、放射組織は異性で幅はせまい。この化石のもっとも大きな特徴は接線状に連なった傷害ゴム道の存在で、このことからマンサク科フウ属の材であることがわかる。この属の化石は、Watari (1952) に報告されたタイワンフウ *Liquidambar formosana* Hance がある。タイワンフウは、日本中の中新世の地層からかなりの報告がされていて、山形県の中部中新統、青森県・石川県・島根県の下部中新統において認められている (鈴木・平屋, 1989)。

7. *Acer Watarianum* Takahashi et M. Suzuki, Aceraceae (Plate 7; 31-36)

Acer Watarianum Takahashi et M. Suzuki in Bot. Mag. Tokyo, 101: 474-480, Figs. 8-13; 1988.

Materials: Nos. 53953 and 53992. Because the preservation of internal structure is better in the former, the following description is based chiefly on this specimen.

Description: Wood diffuse porous. Growth rings distinct, delineated by several layers of radially flattened elements; breadth faintly uniform, 0.5-0.9mm.

Pores evenly distributed; mostly solitary, sometimes in multiples of 2-3; solitary pores round or oval in outline; decreasing in size very gradually toward the outer margin, 35-85 (mean 55) μm and 25-60 (mean 35) μm in radial and tangential diameters respectively. Vessel elements 100-500 (mean 300) μm in length; end walls oblique; perforation plates exclusively simple; spiral thickening fairly distinct; intervessel pitting alternate, polygonal or round in shape, 5-10 (mean 8) μm in diameter.

Fiber tracheids constitute the ground mass of the wood; thin walled larger elements and thick walled smaller elements constitute an indistinct patch-work pattern; polygonal

in cross section, 10-20 (mean 13) μm in diameter.

Wood parenchyma abundant; angular and polygonal in cross section, 10-25 (mean 15) μm in diameter; crystalliferous elements abundant, frequently in vertical series of 8-25 (mean 16) cells.

Rays homogeneous, consisting only of procumbent cells; fairly smooth fusiform shape in tangential section; usually 1-5 cells (10-75 μm) wide; 100-750 (mean 350) μm high; crystals invisible.

類 緑: 中小型で均一に散在する道管を持つ散孔材で、道管の穿孔は単一、内壁には顕著ならせん肥厚があり、放射組織は同性であることからカエデ科カエデ属の材であることが分かる。カエデ属の化石は、能登半島門前町の総持寺にある下部中新統産の *Acer Watarianum* Takahashi et Suzuki (1988) と、山形県の中部中新統から得られた *A. cf. amoenum* (Watari,) Watari, それに福岡県の漸新世からの *A. palmatoxylum* M. Suzuki (1982) がある。本化石は、柔組織に結晶を豊富に持っていることや放射組織がなめらかな紡錘形をしていることから *Acer Watarianum* と最もよく一致するので、この化石を *Acer Watarianum* と同定した。

考 察

保存の良かった試料45点は、6科7種の化石と同定された。針葉樹ではマツ科トウヒ属の *Picea palaeomaximowiczii*, 広葉樹ではカバノキ科イヌシデ属の *Carpinus laxa*, ニレ科ケヤキ属の *Zelkova Wakimizui*, ツバキ科ナツツバキ属 *Stewartia* sp., マンサク科イスノキ属 *Distylium* sp., 同じくマンサク科のフウ属 *Liquidambar* sp., カエデ科カエデ属の *Acer Watarianum*, 合わせて7種である (Table 2)。

Table 1 List of Identified Fossil Woods from Pumice Tuff of Yanagida Formation at Mawaki, Noto Peninsula

No.	Botanic Name	Genus Name in Japanese	Family Name
53950	<i>Picea palaeomaximowiczii</i>	トウヒ属	PINACEAE
53951	×*		
53952	<i>Distylium</i> sp.	イスノキ属	HAMAMELIDACEAE
53953	<i>Acer Watarianum</i>	カエデ属	ACERACEAE
53954	×		
53955	<i>Picea palaeomaximowiczii</i>	トウヒ属	PINACEAE
53956	<i>Stewartia</i> sp.	ナツツバキ属	THEACEAE
53957	<i>Liquidambar</i> sp.	フウ属	HAMAMELIDACEAE
53958	×		
53959	×		
53960	<i>Zelkova Wakimizui</i>	ケヤキ属	ULMACEAE
53961	<i>Stewartia</i> sp.	ナツツバキ属	THEACEAE
53962	×		
53963	<i>Zelkova Wakimizui</i>	ケヤキ属	ULMACEAE
53964	<i>Distylium</i> sp.	イスノキ属	HAMAMELIDACEAE
53965	<i>Zelkova Wakimizui</i>	ケヤキ属	ULMACEAE
53966	<i>Zelkova Wakimizui</i>	ケヤキ属	ULMACEAE
53967	×		
53968	<i>Distylium</i> sp.	イスノキ属	HAMAMELIDACEAE
53969	×		

53970	Stewartia sp.	ナツツバキ属	THEACEAE
53971	Carpinus laxa	イヌシテ属	BETULACEAE
53972	×		
53973	Picea palaeomaximowiczii	トウヒ属	PINACEAE
53974	Liquidambar sp.	フウ属	HAMAMELIDACEAE
53975	Stewartia sp.	ナツツバキ属	THEACEAE
53976	Picea palaeomaximowiczii	トウヒ属	PINACEAE
53977	Picea palaeomaximowiczii	トウヒ属	PINACEAE
53978	Zelkova Wakimizui	ケヤキ属	ULMACEAE
53979	×		
53980	×		
53981	Stewartia sp.	ナツツバキ属	THEACEAE
53982	Carpinus laxa	イヌシテ属	BETULACEAE
53983	Distylium sp.	イスノキ属	HAMAMELIDACEAE
53984	×		
53985	×		
53986	Distylium sp.	イスノキ属	HAMAMELIDACEAE
53987	Distylium sp.	イスノキ属	HAMAMELIDACEAE
53988	Zelkova Wakimizui	ケヤキ属	ULMACEAE
53989	×		
53990	×		PINACEAE
53991	Stewartia sp.	ナツツバキ属	THEACEAE
53992	Acer Watarianum	カエデ属	ACERACEAE
53993	Distylium sp.	イスノキ属	HAMAMELIDACEAE
53994	×		
53995	Zelkova Wakimizui	ケヤキ属	ULMACEAE
53996	×		
53997	Carpinus laxa	イヌシテ属	BETULACEAE
53998	×		
53999	Stewartia sp.	ナツツバキ属	THEACEAE
80001	Carpinus laxa	イヌシテ属	BETULACEAE
80002	Carpinus laxa	イヌシテ属	BETULACEAE
80003	Zelkova Wakimizui	ケヤキ属	ULMACEAE
80004	Zelkova Wakimizui	ケヤキ属	ULMACEAE
80005	Distylium sp.	イスノキ属	HAMAMELIDACEAE
80006	×		
80007	Carpinus laxa	イヌシテ属	BETULACEAE
80008	Stewartia sp.	ナツツバキ属	THEACEAE
80009	Zelkova Wakimizui	ケヤキ属	ULMACEAE
80010	×		
80011	Stewartia sp.	ナツツバキ属	THEACEAE
80012	×樹皮		
80013	Zelkova Wakimizui	ケヤキ属	ULMACEAE
80014	×		
80015	Zelkova Wakimizui	ケヤキ属	ULMACEAE
80016	Zelkova Wakimizui	ケヤキ属	ULMACEAE
80017	×		

*× means the sample which was not identified because of ill preservation.

Table 2. Fossil Wood Assemblage from the Pumice-Tuff of Yanagida Formation at Mawaki, Noto Peninsula

Botanic Name	Genus Name in Japanese	Family Name	Sample Numbers (%)
Picea palaeomaximowiczii	トウヒ属	PINACEAE	5 (11.1)
Conifers	total		5 (11.1)
Carpinus laxa	イヌシテ属	BETULACEAE	6 (13.3)
Zelkova Wakimizui	ケヤキ属	ULMACEAE	13 (28.9)
Stewartia sp.	ナツツバキ属	THEACEAE	9 (20.0)
Distylium sp.	イスノキ属	HAMAMELIDACEAE	8 (17.8)
Liquidambar sp.	フウ属	HAMAMELIDACEAE	2 (4.4)
Acer Watarianum	カエデ属	ACERACEAE	2 (4.4)
Dicotyledons	total		40 (88.9)
TOTAL			45 (100.0)

新第三紀中新統から現在までに報告されている、マツ科トウヒ属の *Picea palaeomaximowiczii* の化石は山形県の中部中新統から3カ所報告されており (Watari, 1956), またこの近似種である *P. cf. maximowiczii* においては北海道渡島半島の下部中新統からの報告がある (鈴木, 1982)。今回の真脇からの報告は中部日本以西ではじめての能登半島からの報告ということになった。カバノキ科イヌシデ属の *Carpinus laxa* の化石は、石川県鶴来町曾谷の、本層準とほぼ同時代とされる医王山累層から Watari (1952) により報告されている。ニレ科ケヤキ属の *Zelkova Wakimizui* の化石は、島根県の下部中新統から Watari (1948, 1952) によって報告されている。カエデ科カエデ属の *Acer Watarianum* は、石川県門前町総持寺の記念碑の1つで柳田累層からのものとされているものが Takahashi & Suzuki (1988) により報告されている。マンサク科のフウ属の化石では、これまで *Liquibambar formasana* タイワンフウが報告されており、青森県・石川県・島根県の下部中新統と山形県の中部中新統にそれぞれ分布している。本研究における *Liquibambar* sp. がタイワンフウであるならば、能登半島では初めての分布ということになる。さらに、*Stewartia* sp. と *Distylium* sp. は新種で未だどこからも報告されていないことから、今回採集されたものの内、*Acer* を除く6種の化石が能登半島では初めての報告となり、新しい分布を示したことになる。

この木材化石群集は、同じ場所の同じ層準から全てが出土していることから、これらを埋積していた軽石凝灰岩層堆積当時の植生をそのまま表わしているとみることができる。この時期のいわゆるグリントフと言われている岩層の大型植物化石には、その組成から温冷な気候を反映する阿仁合型と温暖な気候を反映する台島型の2種類の植物化石群集がいままで知られており、それらは日本のみならず北東アジアのほとんど全域に及んだとみられており (藤岡, 1963), 能登半島では松尾 (1972) が能登中島と狼煙の植物群が台島型植物群であることを明らかにしている。

今回得られた試料とこの2植物群とを較してみると、トウヒ属・イヌシデ属・ケヤキ属・カエデ属は両植物群のどちらにも見られるが、フウ属は台島型植物群のみにみられ、その中でも特に *Liquidambar miocenica* はこの植物群の指標ともなる特徴的な化石である。よって、真脇で得られた木材化石フローラは、比較的温暖な気候を示す台島型植物群の範疇に入ると考えられるが、その構成要素からみると、針葉樹の *Picea palaeomaximowiczii* は冷温帯を中心とした分布を示し、常緑喬木のイスノキが暖温帯の分布を示す他はすべて、暖帯から冷温帯にかけて分布する落葉広葉樹であるから、この真脇の木材化石群集は、温暖と言われる台島型の中でも比較的涼しい方の気候であったことが推定される。

引用文献

- 藤 則雄, 1980. 能都町の地形・地質. 能都町史一卷, 資料編. 能都町: 3-73.
 藤岡一男, 1963. 阿仁合型植物群と台島型植物群. 化石 No. 5: 39-50.
 松尾秀邦, 1972. 北陸三県に産出している“台島型”植物群について. 金沢大学教養部論集 (自然科学編) 9: 81-98.
 Ogura, Y., 1952. A fossil palm in Kenroku park at Kanazawa. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan

- N. S. No. 8 : 223-230.
- , 1955. A fossil palm trunk from Kanazawa. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan N. S. No. 19 : 85-87.
- , 1961. Further notes on a fossil palm trunk from Kanazawa. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan N. S. No. 44 : 146.
- 鈴木三男, 1982. 北海道中新世産トウヒ属材化石. 植物研究雑誌 57 : 19-23.
- , 1985. 日本の第三紀材化石研究. 日本植物分類学会会報 5 : 56-66.
- , 平屋千春, 1989. 日本の第三紀中新世の材化石フローラについて. 松尾秀邦教授退官記念論文集 : 15-24.
- Takahashi, A. and Suzuki, M., 1989. Two new fossil woods of *Acer* and a new combination of *Prunus* from the Tertiary of Japan. Bot. Mag. Tokyo 101 : 91-99.
- Watari, S., 1941a. Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan, I. Fossil woods from the River Mabeti, Anatai Village, Ninohe District, Iwate Prefecture. Jap. Journ. Bot. 11 : 385-416.
- , 1941b. Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan, II. Fossil woods from the River Nesori, Kozuya Village, Ninohe District, Iwate Prefecture. Jap. Journ. Bot. 11 : 417-438.
- , 1943. Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan, IV. A new silicified wood of the Ternstroemiaceae from the Pliocene of Yokohama city. Jap. Journ. Bot. 13 : 261-267.
- , 1948. Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan, V. Fossil woods from the Lower Miocene of Hanenishi, Shimane Prefecture. Jap. Journ. Bot. 13 : 503-518.
- , 1952. Dicotyledonous woods from the Miocene along the Japan-sea side of Honshu. Journ. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sect. III (Botany) 6 : 67-134.
- , 1956. Some abietitnean woods from the Tertiary of Japan. Journ. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sect. III (Botany) 6 : 419-437.
- 亘理俊次, 1957. 砂子又の珪化木 (予報). 資源科学研究所彙報, Nos. 43-44 : 25-28.
- , 1966. 珪化木. 化石 No. 12 : 17-18.

Plate 1 *Picea palaeomaximowiczii* Watari, No. 53950

1. Cross section (x60) showing two boundaries of annual rings and some vertical resin canals in the latewood.
2. Tangential section (x150) showing uniseriate and fusiform rays with horizontal resin canals, and small bordered pits on tangential walls of tracheids.
3. Radial section (x300) of a part of a ray, some of which parenchyma cells have abundant crystals.
4. Radial section (x300) of a part of ray with distinct spiral thickenings in the ray tracheids.
5. Radial section (x300) of a part of ray, in which the walls of ray parenchyma cells are thick and pitted densely.

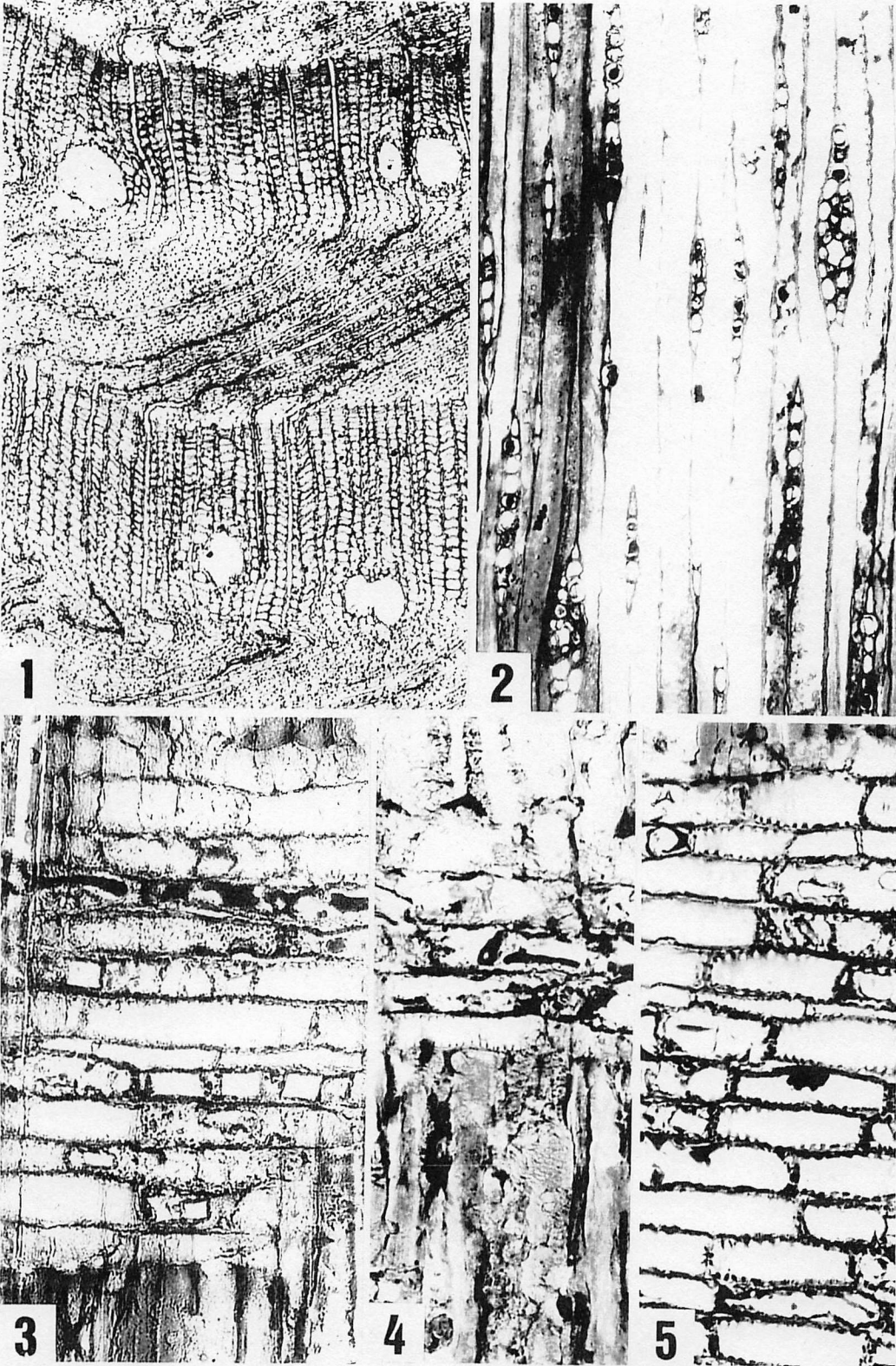


Plate 2 *Carpinus laxa* Watari, No. 80002

6. Cross section (x60) showing radial pore distribution and uniseriate bands of metatracheal parenchyma.
7. Tangential section (x60) showing a part of an aggregate ray and ordinary rays.
8. Tangential section (x150) showing uniseriate and biseriate heterogeneous rays consisting of round and longitudinally elongated cells.
9. Radial section (x150) showing two scalariform perforation plates.
10. Radial section (x300) showing alternate intervessel pits and spiral thickenings on lateral walls of vessel elements, and axial parenchyma strand with dark contents at left.

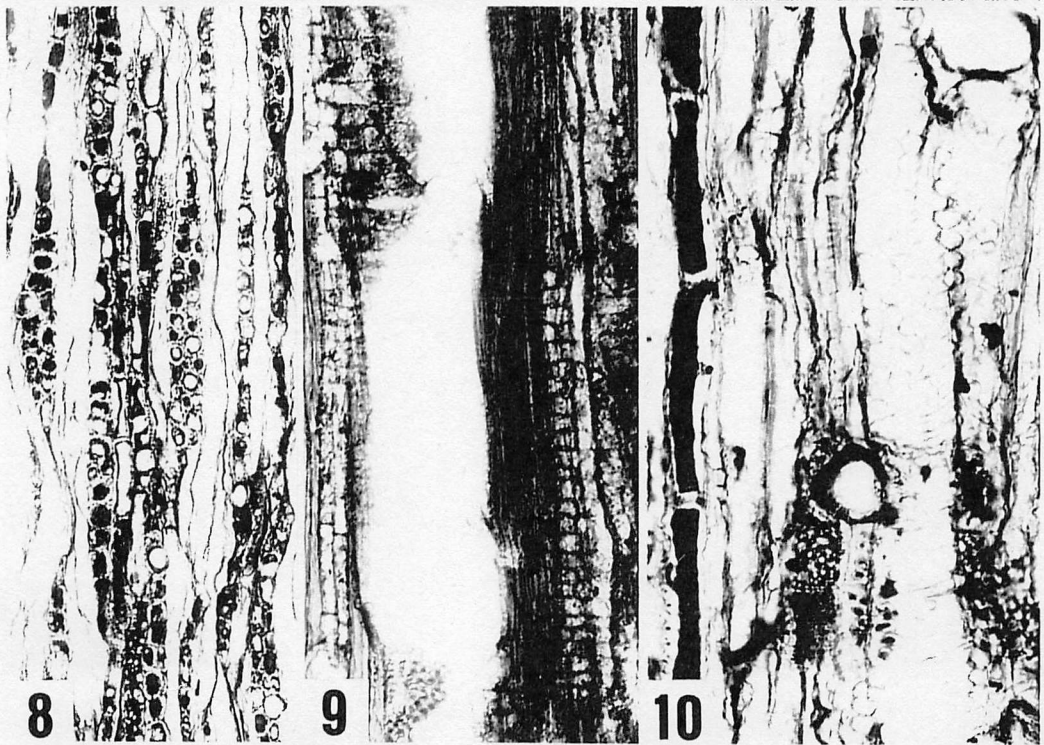
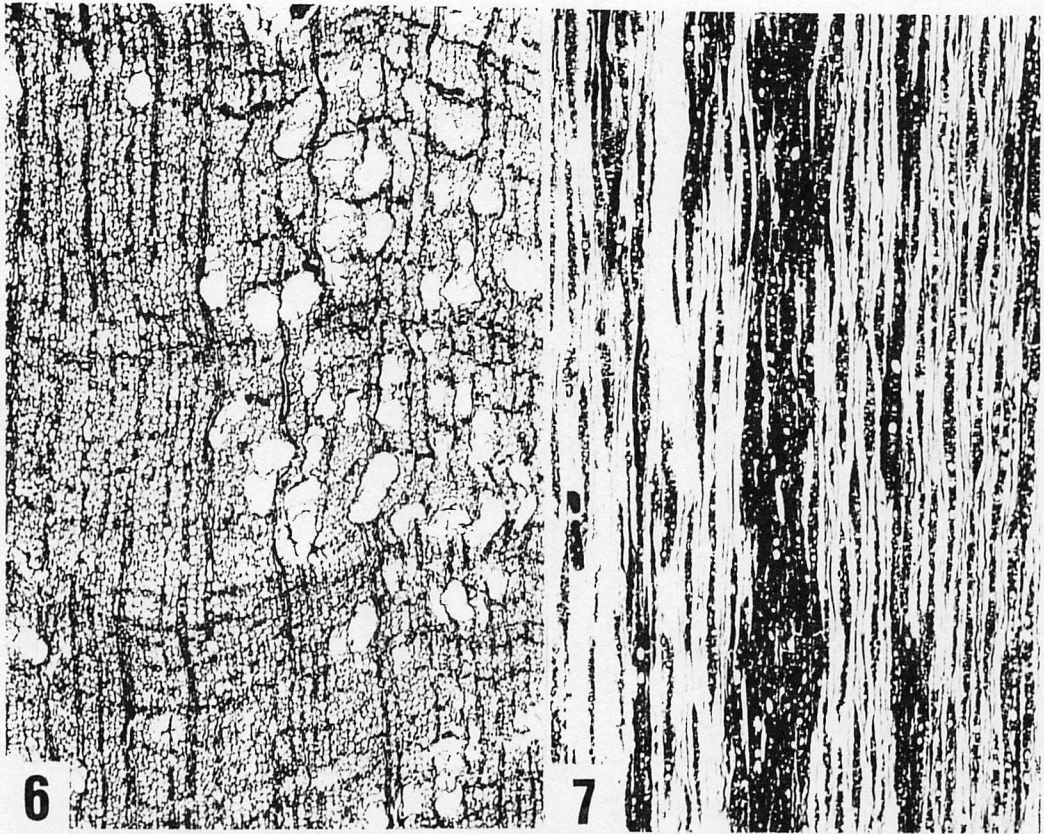


Plate 3 *Zelkova Wakimizui Watari*, No. 53963

11. Cross section (x60) showing a boundary of growth rings, large pores arranged in 1-2 layers, groups of small pores arranged in wavy tangential bands, and broad rays.

12. Tangential section (x150) showing three fusiform rays, with solitary crystals in upright cells on the bottom of two of the fusiform rays, and chambered crystalliferous cells in axial parenchyma.

13. Tangential section (x150) showing alternate pitting and spiral thickenings on the walls of small vessel elements.

14. Radial section (x60) showing a heterogeneous ray, consisting of procumbent and square ray cells with abundant crystals.

15. Radial section (x300) under a higher magnification, showing a part of a heterogeneous ray with crystals in square ray cells.

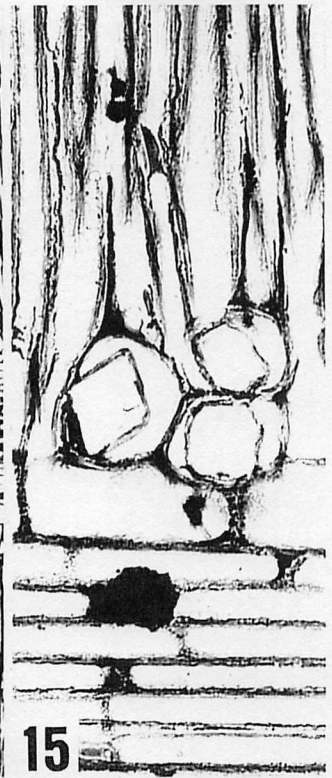
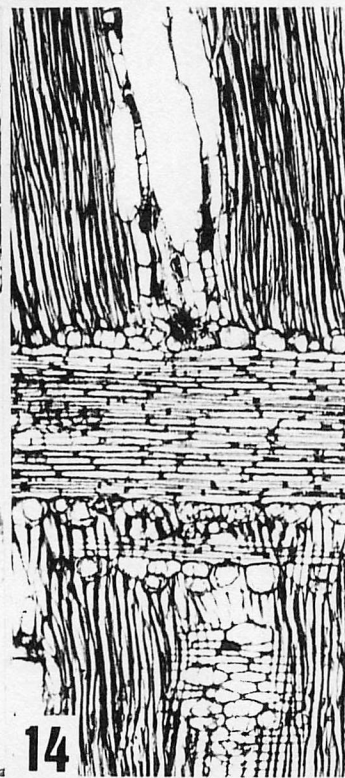
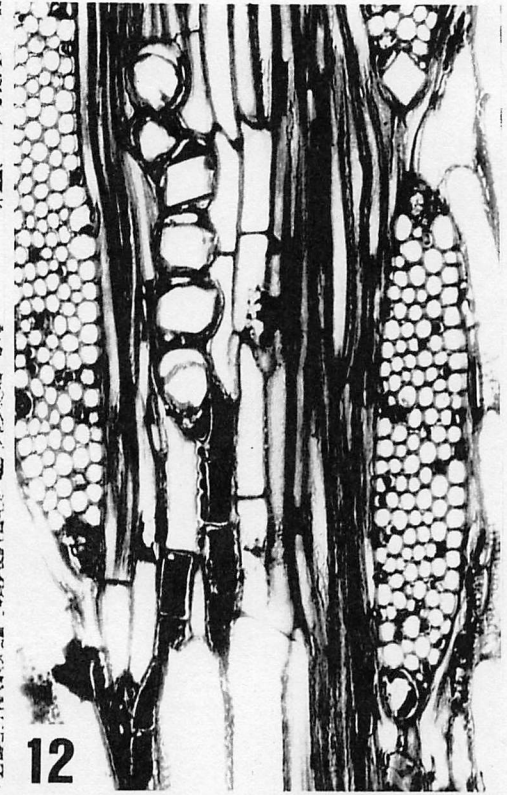


Plate 4 *Stewartia* sp. No. 53970

16. Cross section (x60) showing three boundaries of growth rings and evenly scattered pores.

17. Tangential section (x150) showing fusiform rays of mostly 2 cells wide, and crystalliferous axial parenchyma cells running longitudinally.

18. Tangential section (x300) showing scalariform intervascular pits on the lateral wall of a vessel.

19. Radial section (x150) showing scalariform perforation plates with thin, more 10, bars, and opposite intervascular pitting with horizontally narrow apertures.

20. Radial section (x300) showing a scalariform perforation plate with bordered thick bars, and a part of a heterogeneous ray.

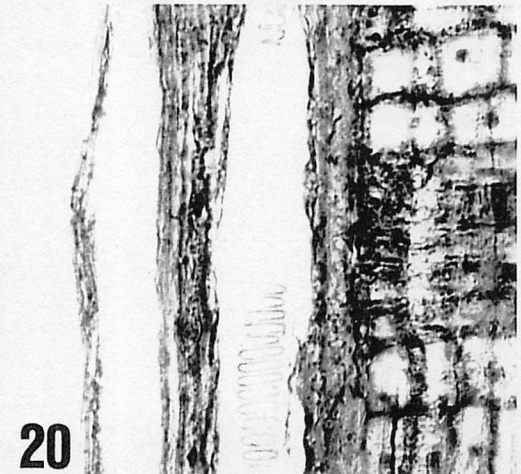
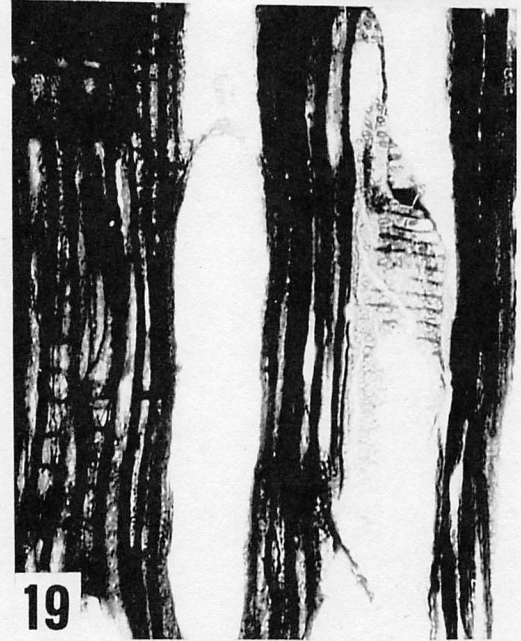
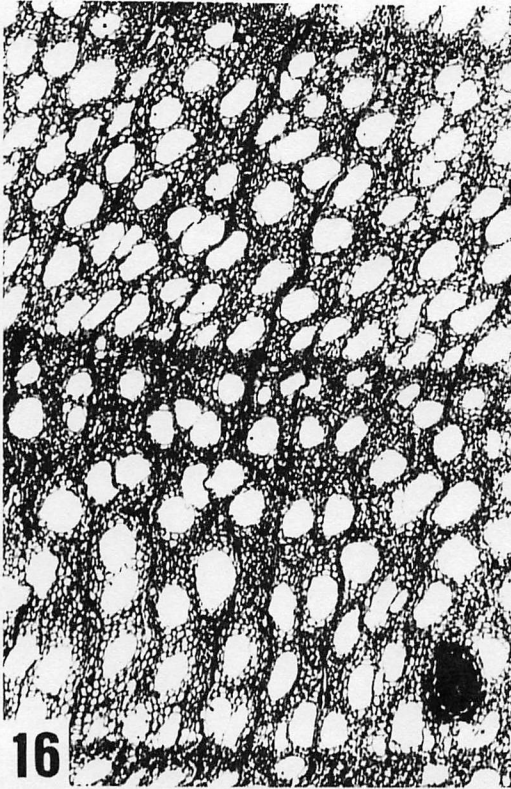


Plate 5 *Distylium* sp. No. 53987

21. Cross section (x60) showing evenly scattered small pores and uniseriate bands of metatracheal parenchyma.

22. Tangential section (x150) showing fusiform rays of mostly 2 cells wide, and crystalliferous axial parenchyma cells running longitudinally.

23. Tangential section (x300) showing elliptical intervacular pits with horizontally narrow apertures and tyloses in vessels, and several heterogeneous fusiform rays.

24. Radial section (x150) showing a heterogeneous ray consisting of procumbent and square cells, and a scalariform perforation plate with about 10 bars.

25. Radial section (x300) showing a scalariform perforation plate in a vessel and bordered pits on a lateral wall of a fiber tracheid.

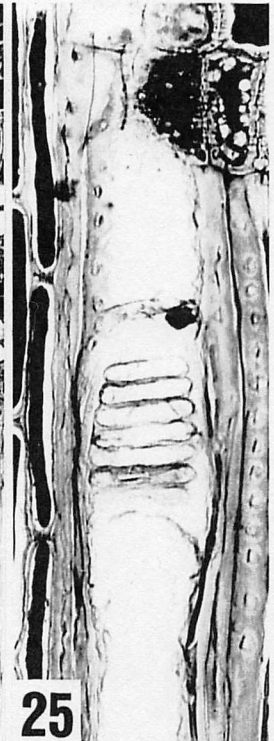
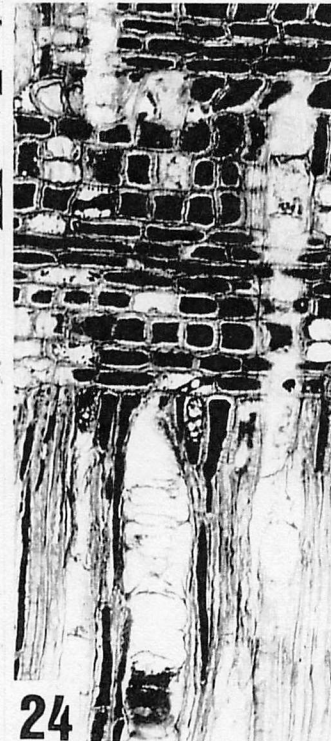
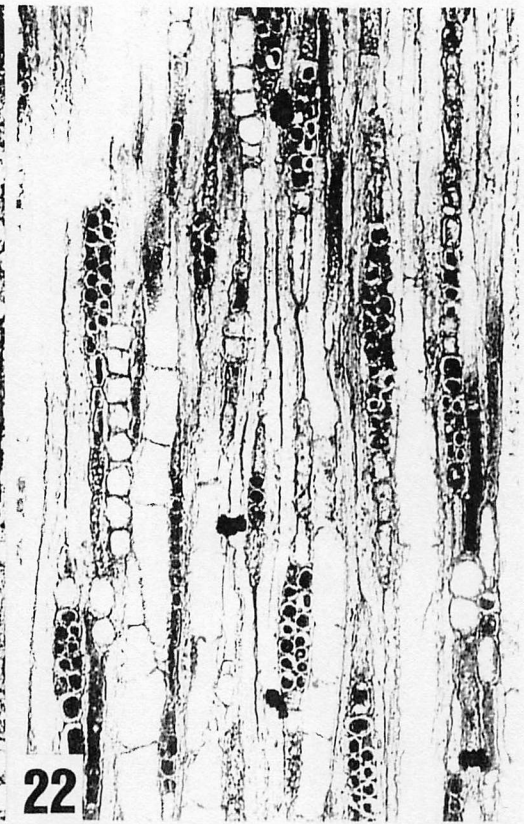
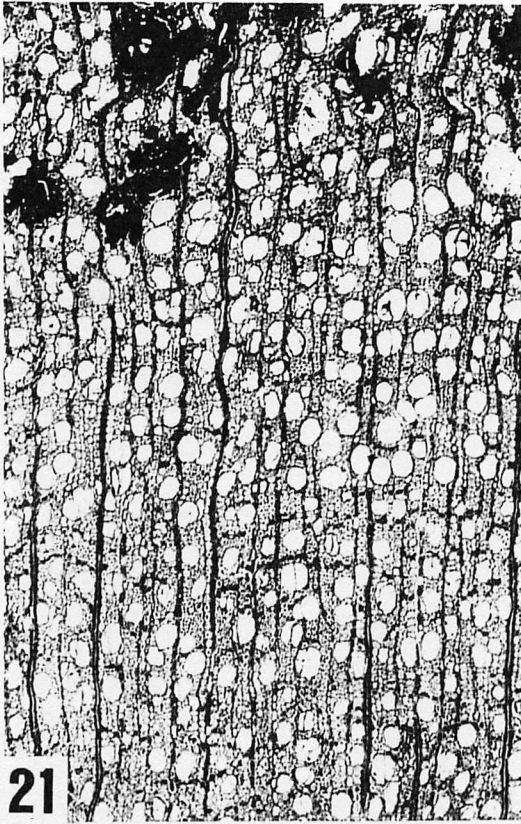


Plate 6 *Liquidambar* sp. No. 53974

26. Cross section (x60) showing evenly distributed numerous small pores and a tangential series of traumatic gum canals.

27. Tangential section (x150) showing narrow fusiform rays of 1-2 cells wide with crystalliferous cells.

28. Radial section (x150) showing heterogeneous rays consisting of procumbent cells and square cells with crystals.

29, 30. Radial section (x300) showing scalariform perforation plates with about 20 bars.

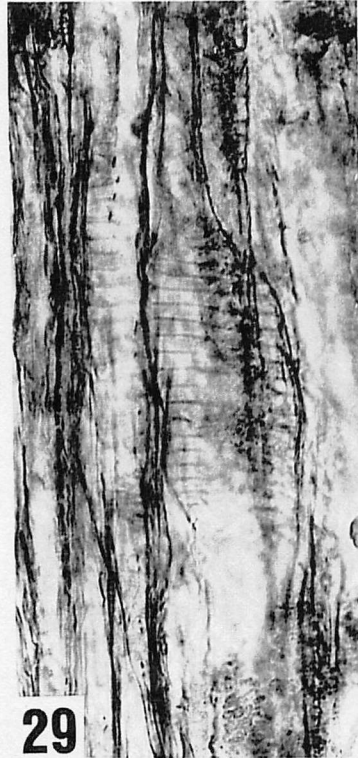
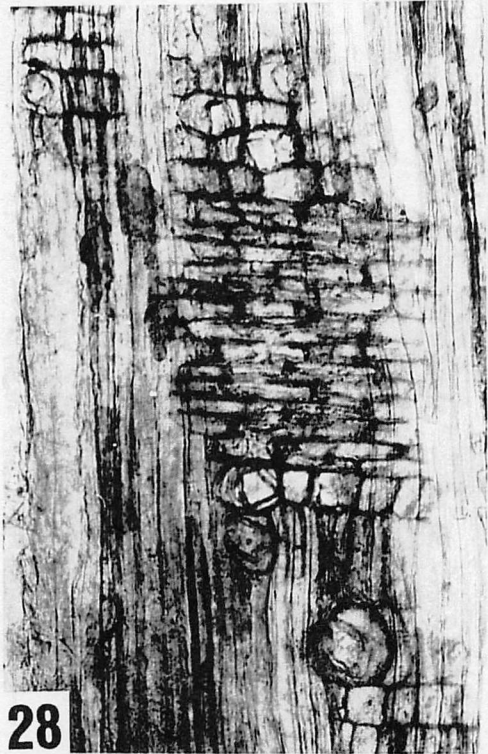


Plate 7 *Acer Watarianum* Takahashi et M. Suzuki, No. 53953

31. Cross section (x60) showing three boundaries of growth rings and diffuse pore distribution.
32. Tangential section (x150) showing homogeneous rays of 1-4 cells wide.
33. Tangential section (x150) showing rays and a long vertical series of crystalliferous elements in wood parenchyma.
34. Tangential section (x300) showing alternate intervessel pitting on a lateral wall of a vessel.
35. Radial section (x300) showing parts of homogeneous rays, a vessel with a simple perforation plate and spiral thickenings, and a series of crystalliferous elements of wood parenchyma.
36. Radial section (x300) showing a vessel with a simple perforation plate and distinct spiral thickenings.

