中部日本における中期中新世初期の花粉群集

山野井　徹*

Palyno-floras of early Middle Miocene sediments in central Japan

Tohru Yamanoi*

(Abstract)

Itoigawa (1989) named "tropical spike" for a short time Middle Miocene event (ca.16Ma) characterized by including tropical or subtropical fauna in Southwest Japan. Many pollen fossils of mangrove plants have been found in the Kurosedani Formation (early Middle Miocene sediments), Toyama Prefecture in central Japan (Yamanoi, 1984). Some districts neighboring Toyama Prefecture were selected for pollen analysis in aid of clarify the palyno-flora in the event of "tropical spike"

As can be seen pollen diagrams, E.(evergreen) *Quercus* and *Liquidambar* are dominant in almost district and *Carya* is fairly abundant in many samples. On the contrary, *Fagus* occurs very low percentage. The essential member of palyno-flora of each district were plotted for components on ternary diagrams. Component plots on the ternary diagrams for each district can be correlated with the clustered plots for these of the Kurosedani Formation. A little mangrove pollen fossils were found in three districts (Kanazawa, Kaga and Niu-moutain districts). There is a possibility to find many pollen grains of mangrove plant, if the sample which deposited near mangrove swamp will be analyzed in these districts.

はじめに

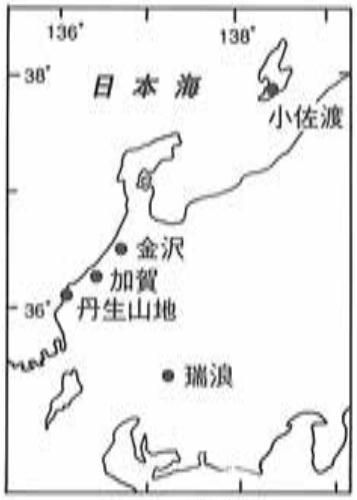
我が国の中新世中期の初めの地層からは，熱帯，亜熱帯的な軟体動物化石の産出が知られていた (Oyama, 1950, など)．近年，山野井ほか (1980) はこの時期の西南日本の地層からマングローブ植物の花粉化石を発見するなど，当時が，熱帯・亜熱帯的環境にあったことがより確実になってきた．新第三紀において，このように熱帯・亜熱帯的な特異な環境下にあったこの時期は，1つの event として，「熱帯海中事件」と呼ばれた (土，1986)．Itoigawa (1989) はこの事件が，16Ma 頃の短い時期であったとして，これを"Tropical spike"と呼んだ．花粉化石では"Tropical spike"の時期(以後「TS 期」と略記する) は花粉化石層序の NP-2帯の1時期として，富山での群集が詳しく検討され，マングローブ群落が復元されたし (山野井・津田，1986)，この地域の花粉群集は TS 期の群集の一つの基準となるものであり，今後他地域の同層準の花粉

* 山形大学教養部地学教室　Department of Earth Sciences, Faculty of General Education Yamagata University, Yamagata, 990 Japan
1992年8月30日受理

組成との比較検討が待たれていた．そこで，小論は，能登や富山に隣接する区域のこの時期の地層の花粉群集を検討しようとするものである．その区域として，小佐渡，金沢，加賀，丹羽山地，瑞浪のそれぞれの地域を扱った（第１図）．

分析の結果は後述されているように，マングローブ植物の化石は金沢，加賀，丹生山地のそれぞれの地域でわずかに見出された以外は認められなかったが，この時期特有の花粉群集を共通に確認することができた．

これらの群集は，今後さらに地域を南北に広げてこの時期の古植生を明らかにしていく際の基準になるであろう．



第１図　位置図

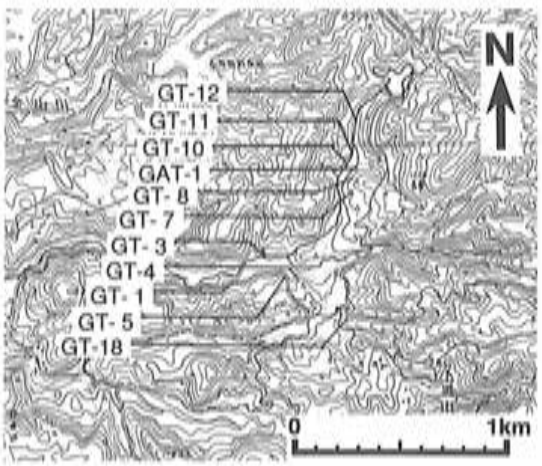
分析の方法及び各地の分析結果

以下に述べる地域から得られた試料は，すべて同一の処理のもとで花粉化石が濃集され，封入されたものである．すなわち，試料は，乾燥，粉砕，篩分，KOH（10%）溶液処理，HF（47%）溶液処理，王水処理，アセトリシス処理，$ZnCl_2$（飽和溶液，比重：２）による比重分離の順に，各過程で何回かの水洗処理を重ね，濃集した花粉化石をグリセリンゼリーで封入したものである．検鏡に当たっては，花粉化石の異地性について，その特性としての Neves effect (Traverse, 1988) を考慮できるようにした．それは，まず，１試料当たり，すべての花粉を100個体同定し，ついで，花粉に気嚢をもったマツ科を除いて200個体鑑定したことである．

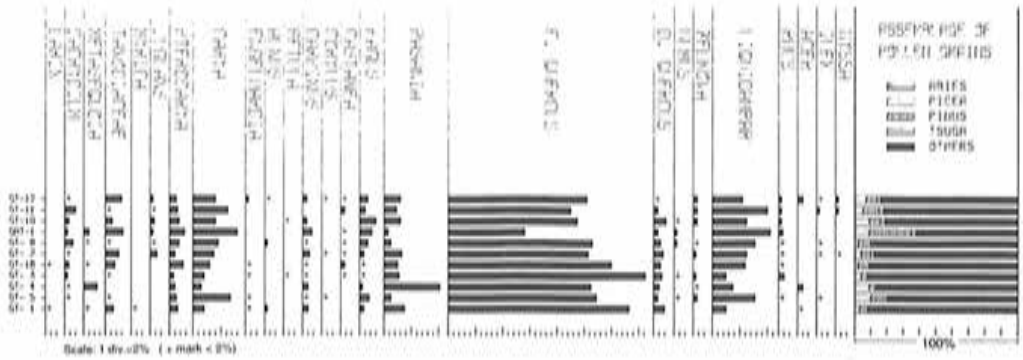
（１）小佐渡地域

佐渡における新第三系の古環境の研究は津田（1956）によって始められている．この研究で，津田（1956）は下戸層の下位の笠取山層で *Vicarya*, *Anadara* 等の化石を報告したが，この地層は，その後の調査により下戸層の下位に含めて扱われている（島津ほか，1972）．真野町の碓付近で島津ほか（1972）が下戸層の黒色シルト岩部層として区分した地層からは，*Vicarya, Vicariyella, Littorinopsis, Anadara kakehataensis* などの貝化石を産する（Kobayashi and Ueda, 1991）．この地層はほぼTS期の堆積物と考えられる．花粉分析の試料は，第２図に示す地点より，ほぼ25mの層準の間隔で得た．

この地域の各層準から産出する主な花粉化石は第３図に示すとおりである．E.(evergreen：常緑) *Quercus* がとくに高率に産し，*Liquidambar* や *Carya* の産出も多い．また，*Pterocarya, Fagus* あるいは，D.(deciduous：落葉) *Quercus* は低率ながら連続的に産する．第３図に示さない低率に産するものとしては，木本性



第２図　小佐渡地域の碓における試料採取地点。この地図は国土地理院発行の２万５千分の１地形図「河原田」，「羽茂本郷」を使用したものである。

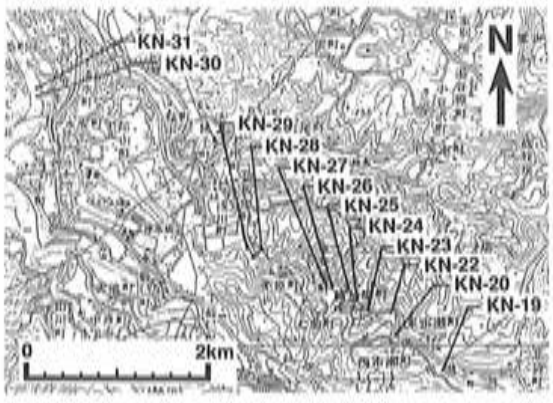


第3図　小佐渡地域の礫（がれき）における下戸層下位の花粉分析図（主要産出花粉）。　図の右側には全花粉を100個体同定したときの組成を，右側には翼のあるPinaceae（マツ科）を除いた花粉200個体を同定したときの組成をそれぞれ表わしてある。以下の分析図についても同様である。

植物花粉（AP）では Cupressaceae, *Salix, Castanopsis, Sapium, Tilia, Elaeagnus, Lagerstroemia, Cornus, Aralia,* Ericaceae, *Diospyros,*草本性植物花粉（NAP）としては *Patrinia, Artemisia,* Gramineae, *Sparganium* があるほか *Fupingopollenites* の産出もある。

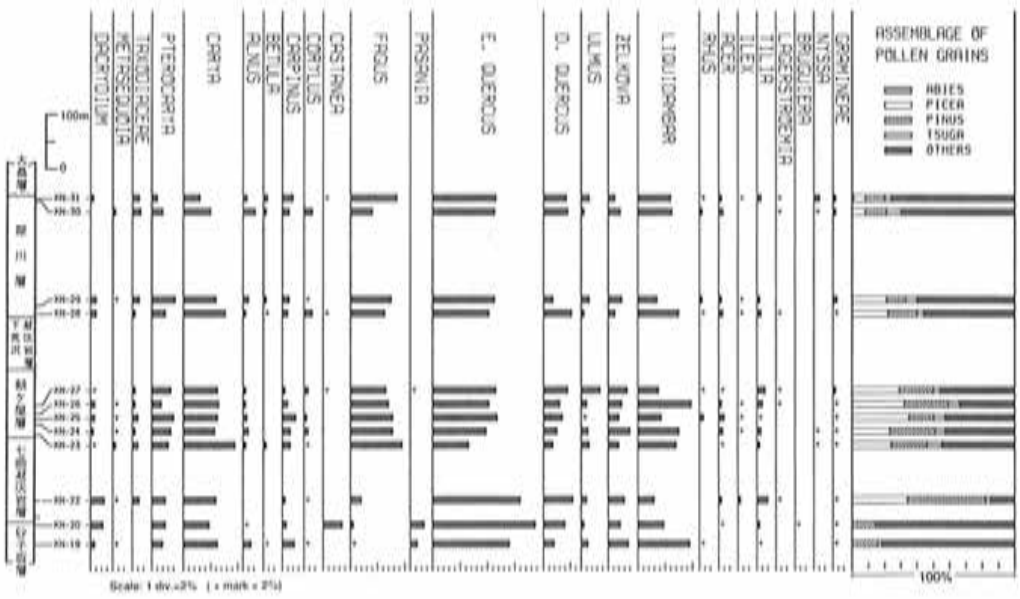
（2）金沢地域

金沢市の南部の浅野川や犀川流域には新第三系の露頭が多い，浅野川流域では，新第三系の最下部に医王山火山岩層があり，この上に，砂子坂層，七曲凝灰岩層，朝ケ屋層，下荒沢凝灰岩部層，犀川層の各地層が整合で重なっている，これらのうち砂子坂層は *Operculina* などを産出することから，古くから西黒沢期の地層とされ，朝ケ屋層や下荒沢凝灰岩層は鮮新世の地層とされていた（紺野，1977），ところが，犀川流域の大桑層の下位の犀川層から珪藻化石として，*Denticulopsis lauta* が産出することから，この地層も中新世の中期のものであることが明らかになった（佐々木，1984 MS），この地域の砂子坂層は，富山の黒瀬谷層に対比される（佐々木・小笠原，1986）ので，TS 期の堆積物と考えられる．また，さらに上位の七曲凝灰岩層は，その年代が16.4±3.1Ma であること（中島ほか，1990）から，この地層も TS 期の堆積物として扱いたい．なお，NP-2帯の中での TS 期の花粉群集の特長を得るために，さらに上位層準も分析の対象とし，犀川層までを扱った，試料の採取地点は第4図に示した．

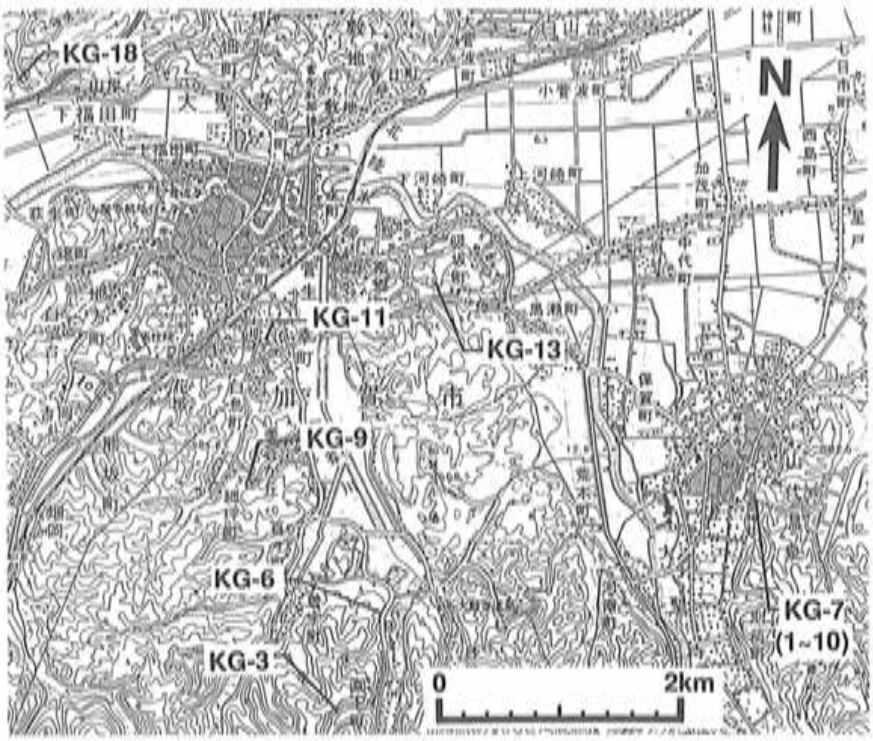


第4図　金沢市近郊の犀川，浅野川流域における試料採取地点。この地図は国土地理院発行の5万分の1地形図「金沢」，「鶴来」を使用したものである。

産出する花粉はその主要なものを第5図にまとめた．*Carya* と *Liquidambar* は全層準で多産する．*Fagus* と D.(deciduous：落葉) *Quercus* は朝ケ屋層以上で多産する，E. *Quercus* は砂子坂層の KN-20の層準で高率なほかは全般に低率である，*Zelkova* や *Pterocarya* は普遍的に産



第5図　金沢市近郊犀川，浅野川流域における中新世の各地層の花粉分析図（主要産出花粉）

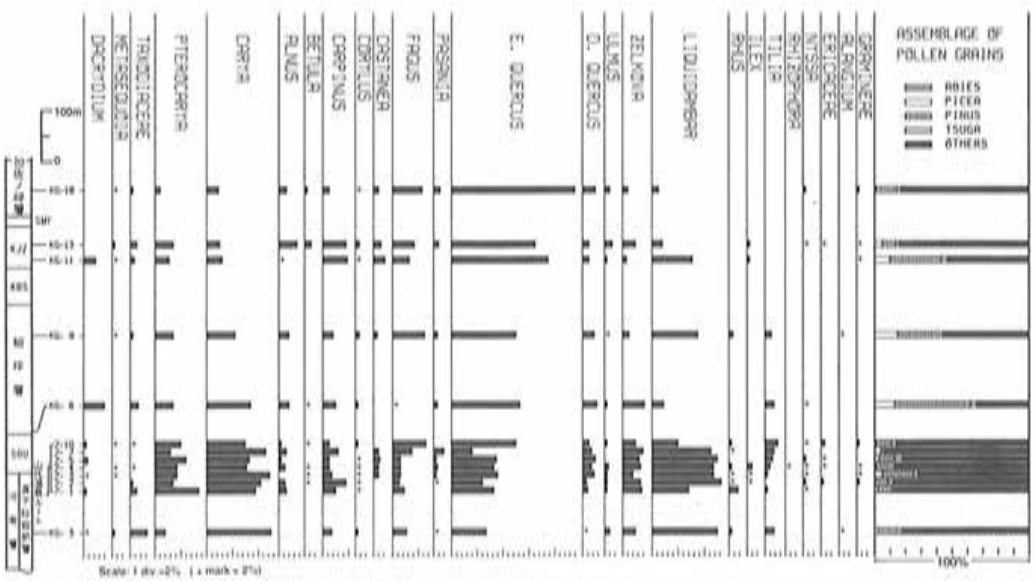


第6図　石川県大聖寺周辺の中新統からの試料採取地点。この地図は国土地理院発行の5万分の1地形図「大聖寺」を使用したものである。

する．第5図に示されていない低率に産する花粉としては，APでは，Cupressaceae, *Ephedra, Salix, Myrica, Juglans, Engelhardia, Celtis, Magnolia, Hydrangea, Sapium, Elaeagnus, Cornus,* Ericaceae, *Diospyros, Symplocos, Fraxinus, Weigela, Alangium* があり，NAPでは，*Persicaria,* Chenopodiaceae, Ranunculaceae, Cichorioideae, *Sparganium,* Cyperaceae, Liliaceae があるほか，*Fupingopollenites* の産出もある．

（3）加賀地域

石川県南部の大聖寺地域の一連の新第三系は下位より，河南砂岩・泥岩互層，曽宇凝灰岩層，細坪泥岩層，花房凝灰岩層，錦城山砂岩層，下福田凝灰岩層，及び加佐ノ岬凝灰岩層がそれぞれ整合に累重すると考えられていた（紺野, 1977）．最下位の河南砂岩・泥岩互層は，*Vicarya, Vicaryella, Aanadara kakehataensis* といったArcid-Potamid faunaや *Operculina* などの産出が知られていたことから西黒沢期の堆積物と考えられていた（紺野, 1977）．ところが，尾藤ほか（1980）は，上位の層準については，かなり古くなることを見出した．すなわち，錦城山砂岩層は有孔虫化石のN 8中部からN 9下部にあり，ナンノプランクトンではCN 4帯に相当すること，加佐ノ岬凝灰岩層は，珪藻化石によれば，*Denticula hustedii*/*D. lauta* 帯または *D. hustedii* 帯に相当し，中期～後期中新世と考えられるという（尾藤ほか, 1980）．したがってTS期の堆積物としては，河南砂岩・泥岩互層がその可能性が高いが，金沢地域と同様にNP-2帯の中でのTS期の花粉群集の特長を得るため，さらに上位層準の加佐ノ岬凝灰岩層までを花粉分析の対象とした．当地域の試料は第6図に示す大聖寺周辺から採取したものである．主要な産出花粉は第7図に示すとおりである．全般に，*Carya,* E. *Quercus, Liquidambar* が多産する．*Carya* と *Liquidambar* は，上位層準ほど低率であるがE. *Quercus* と *Fagus* は高率化する傾向がある．第7図に示していない低率に産する花粉は，*AP* としては，*Larix,* Cupressaceae, *Salix, Myrica, Juglans, Celtis, Hydrangea, Sapium, Acer, Aesculus, Elaeagnus, Lagerstroemia,*

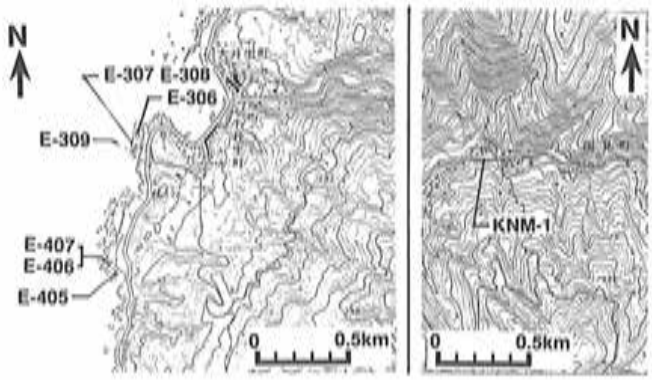


第7図　石川県大聖寺周辺の中新世の各地層の花粉分析図（主要産出花粉）
柱状図のSOU：曽宇凝灰岩層，KBS：花房凝灰岩層，KJZ：錦城山砂岩層，SMF：下福田凝灰岩層．

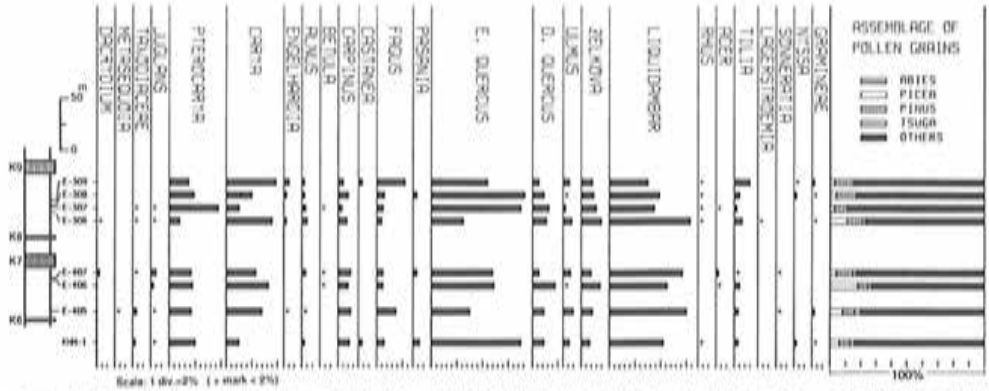
Symplocos, *Fraxinus*, *Weigela* があり，NAP では *Persicaria*, *Patrinia*, *Sparganium*, Cyperaceae がある．

（4）丹羽山地地域

福井県北部の丹羽山地に分布する国見累層下位の大丹羽部層からは *Vicarya*, *Vicaryella*, *Anadara kakehataensis* といった富山の黒瀬谷のフォーナに対比できる貝化石群集が知られている（紺野，1956），大丹羽部層の上位の燈豊部層からは *Miogypsina* や



第8図 福井県北部丹羽山地（左図：越前海岸，右図：国見町）における試料採取地点。これらの地図は国土地理院発行の2万5千分の1「越前蒲生」(左)，「鮎川」(右)を使用したものである。



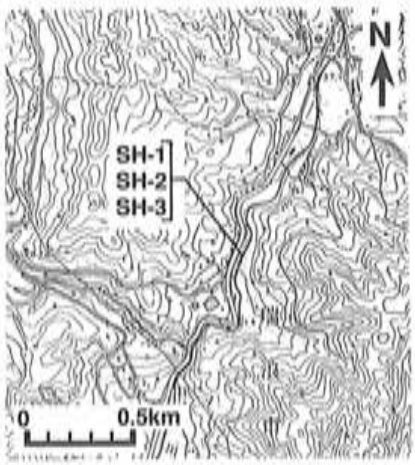
第9図 福井県丹羽山地における国見累層の花粉分析図（主要花粉）。柱状図のK6～9は凝灰岩の鍵層。

Operculina の産出がある（松丸ほか，1979）．このようなことから国見累層は TS 期の堆積物と考えられる．また，国見累層が模式的に発達する越前海岸では，何層か介在する凝灰岩層を鍵層として詳しい層序が確立されている（東，1985）．さらにこの区域では中川（1989）が国見町三本木からの *Geloina* の発見を含め，多くの貝化石群集を報告している．花粉分析の試料は，中川(1989)の *Geloina* の産地（KNM-1）と越前海岸の国見累層のものである（第8図）．

花粉化石が得られた層準は，大丹羽部層の下部のものである．主要な産出花粉の組成は第9図に示すとおりである．多くの層準で，E. *Quercus* と *Liquidambar* が高率に産するほか，*Carya*, *Pterocarya* が多産する．第9図に示していない低率に産する花粉は，AP としては，Cupressaceae, *Corylus*, *Caesalpinia*, *Sapium*, *Elaeagnus*, Ericaceae, *Diospyros* があり，NAP では *Patrinia* があるほか，*Fupingopollenites* も産する．なお，マングローブ植物である *Sonneratia* が，E-405，E-308，E-309の3層準から産出している．

（5）瑞浪地域

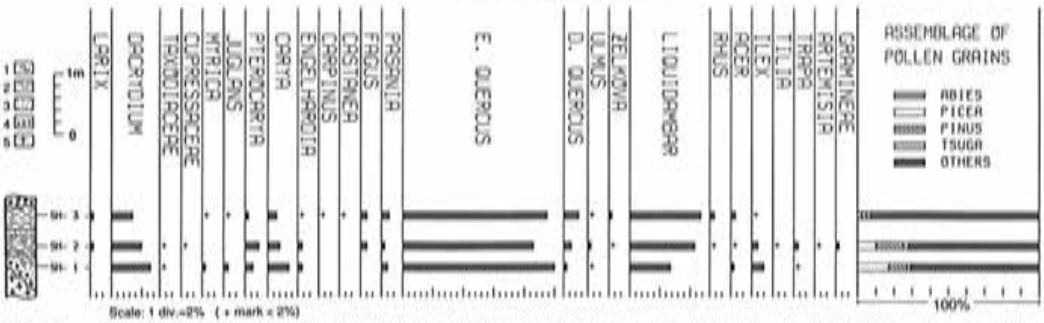
岐阜県の瑞浪地域の中新統としては瑞浪層群があるが，この地層に関しては多くの研究があ



第10図　岐阜県瑞浪市本郷付近の明世累層宿洞相からの試料採取地点。この地図は国土地理院発行の2万5千分の1地形図「土岐」を使用したものである。

る．とりわけ，糸魚川（1955），Itoigawa（1955）に始まる瑞浪層群とその古生態的研究は，その後の共同研究者による成果も加わって発展している．瑞浪層群の古水温の変遷は，糸魚川の一連の貝化石の研究をまとめたものによると，明世累層の堆積当時は全般に亜熱帯的環境にあったが，とくに，その上位の宿洞相の堆積期には熱帯的な環境に至ったと推定されている（Itoigawa, 1989），そして，Itoigawa（1989）は，西南日本のこの時期の古水温の上昇に対し，"Tropical spike"なる概念を導いているので，宿洞相はTS期の模式的堆積物ですらある．そこで，花粉分析の対象として，第10図に示す地点より採取した宿洞相の試料を扱った．

この地点から得られた花粉は第11図に表した．E. *Quercus* を高率に産し，*Liquidambar* も多産する．*Dacrydium* や *Carya* の産出も目立つ．第11図に示していない低率に産する花粉はAPとしては *Elaeagnus* がある．

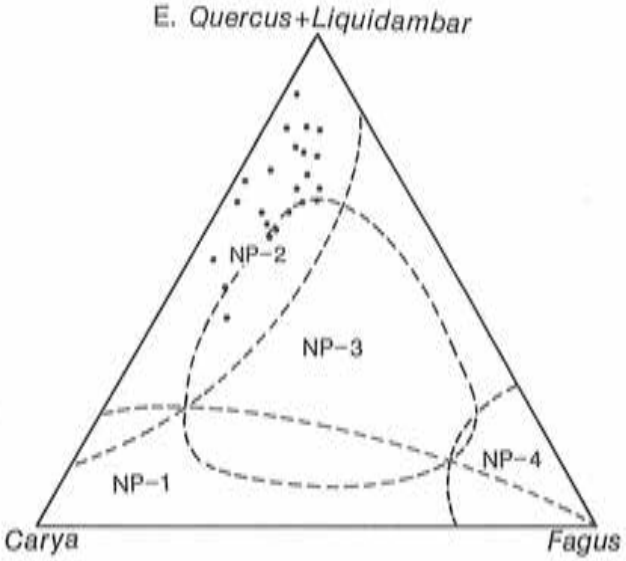


第11図　岐阜県瑞浪市本郷付近の明世累層宿洞相の花粉分析図（主要花粉）．1：貝化石　2：含炭質物シルト交り砂岩　3：礫交り砂岩　4：礫岩　5：花崗岩。

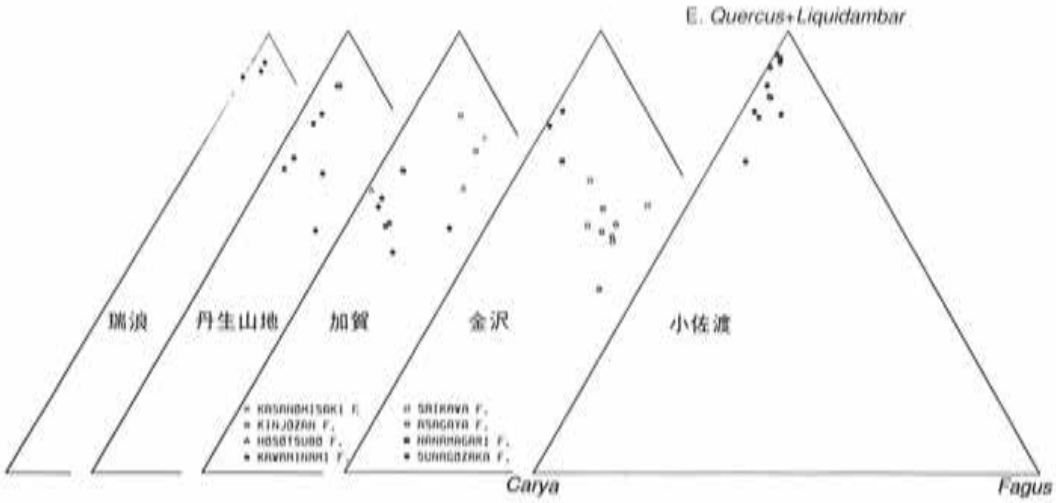
考　　察

Yamanoi (1992a) は花粉群集の特徴を客観化するのに3つの代表的な花粉の要素の組成を用いて，三角ダイアグラムで表わせることに着目し，日本と韓国の花粉群集を比較した．さらにYamanoi (1992b) は，大和堆など，日本海底の新第三紀の堆積物の花粉群集の解析にこの三角ダイアグラムを用いて，NP-1からNP-4までの花粉群集を分ける手段が有効であることを認めた．すなわちここで用いた3つの要素とは，最も暖かい要素を代表する *Liquidambar* とE. *Quercus*，冷涼なものの代表として *Fagus*，そして，前2者の中間的なものとしての *Carya* である．第12図はNP-1からNP-4までの花粉群集を三角ダイアグラム上で推定したものである（Yamanoi, 1992b），また，この図には，NP-2期の花粉群集のうち，TS期の花粉群集の模式的な意味をもつ富山の黒瀬谷層下部のマングローブ植物の花粉を産する層準の花粉群集を今回分析したものと比較の基準とするためにプロットしてみた．さらに第13図は各地の花粉組成を

同様に図化したものである．この2つの図により，花粉組成を比較してみると，瑞浪では *Liquidambar* と E. *Quercus*，加賀では *Carya* がやや多い割合を示すが，これらを含め，各地のいずれの TS 期の層準の組成（黒ぬりの印で表現）も，基準とした富山の組成のプロットされる範囲（第12図）にほぼ含まれるものである．Tropical spike の存在を示す直接的な証拠としてのマングローブ植物の花粉化石は，金沢地域の砂子坂層，加賀地域の河南層，それに丹羽山地の国見累層の下位で，少ないながらも認めることができた．富山の栃津地域の黒瀬谷層から非常に高率にマングローブ植物の花粉が産出するのは，分析した黒瀬谷層がマングローブ沼そのものの堆積物である可能性が高い（山野井・津田, 1990）．したがって，今回マングローブ植物が低率ながら産出を見た地域でも，マングローブ沼に近接した堆積物であったならば，多量のマングローブ植物の花粉化石が見出されたかも知れない．また，産出が認められなかった地域でも，今後発見される可能性は高い．NP-2期の花粉群集から TS 期の群集が区別可能か否かについては，金沢と加賀地域では TS 期以外の NP-2期の花粉群集を第13図中に入れておいた．これらを見ると，TS 期以外の NP-2帯の花粉群集は，*Fagus* が増加するなどの特徴を示すものが多い．しかし，他方で



第12図　主要構成花粉による三角ダイアグラムでみた新第三系（東北地方）の各花粉化石帯の特徴と，富山県黒瀬谷層のマングローブ植物化石の産出層準の組成。



第13図　主要構成花粉による三角ダイアグラムでみた各地域の花粉組成（黒塗り印のプロットはTS期のも）。いずれの地域のTS期の組成も黒瀬谷層の花粉組成のプロットされる範囲（第12図）にある。

は，TS 期の組成と区別できない組成を示すものもある．このことに関するこれ以上の考察は，今後さらにデータを増やしてからにしたい．

謝　辞

小論は，これまで長い間，暖かいご指導とご鞭撻をいただいた糸魚川淳二先生に，心からの感謝の意を込めて捧げるものであります．

また，小論を作成するに当たっては，小佐渡地域の試料の一部を提供されたり，そこの地質についてご教示を受けた新潟大学の小林巌雄教授，金沢や加賀地域で野外を案内され，試料採取の便をはかっていただき，そこの層序について教えていただいた筑波大学の小笠原憲四郎教授に対し，それぞれ厚く御礼申し上げます．さらに，佐渡での調査の際に協力をしていただいた新潟県相川林業事務所，丹羽山地での試料を採取して下さった福井県立児童館の中川登美雄教諭，瑞浪地域の試料を採取していただいた名古屋大学の斉藤　毅助手に対し，深く感謝する次第です．

文　献

東　洋一(1985)，福井県丹羽山地北西部の中新統層序　－特に新たに見出された中期中新統の不整合について－．　福井県立博物館紀要，(1)，1-17．

尾藤章雄・早川俊之・舘野義夫・小笠原憲四郎・高山俊明（1980），石川県加賀市付近の新第三系層序．金沢大教養論集，17，45-70．

糸魚川淳二（1955），岐阜県岩村盆地の新生代層．地質雑，61，511-517．

Itoigawa, J.（1955），Molluscan fauna of Mizunami Group on the Iwamura Basin. *Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, Ser. B*, 22，127-143．

――――（1989），Tropical spike in early Middle Miocene (ca. 16Ma) of Southeast Japan. *Proc. of international symposium on Pacific Neogene continental and marine events.* Nanjin Univ. Press, 19-26．

舘野義夫（1956），福井県産化石図譜，第１集　（鮎川付近），福井市理科研究会・福井市郷土博物館編，1-16．

――――（1977），加賀南部（小松・加賀・山中）の地質．　石川県の自然環境，第１分冊，石川県，66-74．

Kobayashi, I. and Ueda, T.（1991），Early Middle Miocene molluscan assemblages from the Orito Formation, Sado Island, central Japan. *Sci. Rep. Niigata Univ. Ser. E*,(8)，125-149．

松丸国照・東洋　一・竹山　憲市（1979），福井県丹羽産地からの *Miogypsina, Operculina* の発見とその意義．地質雑，85，771-774．

中川登美雄（1989），福井県丹羽山地北部の中新統，国見累層産潮間帯性貝類化石群集．福井県立博物館紀要，(3)，23-45．

中島正志・沢田順弘・中川登美雄・林　昌代・板谷徹丸（1990），福井県北部新第三系の古地磁気　－西南日本ブロックの回転に関して－．岩鉱誌，85，45-59．

Oyama, K.（1950），Studies of fossil molluscan biocoenosis, No.1. Biocoenological studies on the mangrove swamps, with descriptions of new species from Yatsuo Group. *Geol. Surv. Japan, Rep.*,（132），1-45．

佐々木 理, (1984MS), 北陸新波平野西縁部第三系の層位学的研究, 東北大学修士論文.
――――・小笠原憲四郎 (1986), 北陸地方石川, 富山県境付近の中新統砂子坂層産潮間帯性貝類化石群, 国立科博専報, (19), 97-90.
島津光夫ほか18名 (1972), 「佐渡」(5万分の1地質図), 日本油田ガス田図, (11), 地質調査所.
Traverse, A. (1988), Paleopalynology. Unwin Hyman, Boston, 600p..
津田禾粒(1956), 古地理よりみた佐渡の地史 ―Green tuff 地域中新統に関する堆積環境の研究. 地質雑, 62, 550-558.
土 隆一 (1986), 新第三紀のイベントとその時間空間的広がり, 海洋科学, (189), 132-135.
Yamanoi, T. (1984), Presence of Sonneratiaceous pollen in Middle Miocene sediments, central Japan. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 40, 347-357.
山野井 徹 (1990), 能登における中部中新統の花粉化石, 松尾秀邦教授退官記念論文集, 5-13.
Yamanoi, T. (1992a), The palyno-flora of early Middle Miocene sediments in the Pohang and Yangnam Basins, Korea. *Centenary of Japanese micropaleontology*, 437-480.
―――― (1992b), Miocene pollen stratigraphy of Leg 127 in the Ja Sea and copmparison with the standard Neogene pollen floras of Northeast Japan. *ODP Sci. Results*, 127/128, 471-491.
山野井 徹・津田禾粒・糸魚川淳二・岡本和夫・田口栄次 (1980), 西南日本の中新統中部から発見されたマングローブ林植物について, 地質雑, 86, 635-638.
――――・津田禾粒 (1986), 富山県黒瀬谷層 (中部中新統) に見出されるマングローブ林の様相, 国立科博専報, (19), 55-66.
――――・―――― (1990), 富山県黒瀬谷層に見られる"マングローブ沼様"堆積物, 地質学会97大会要旨, 193.

Plate 5

Fig. 1 : *Dacrydium*, 斜極観像 (遠心面), GT-11.
Fig. 2 : *Carya*, 極観像, GT-7.
Fig. 3 : *Alnus*, 極観像, GT-1.
Fig. 4 : *Corylus*, 極観像, GAT-1.
Fig. 5 : *Pterocarya*, 極観像, GAT-1.
Fig. 6 : *Pterocarya*, 極観像, SH-2.
Fig. 7 : *Juglans*, 極観像, GAT-1.
Fig. 8 : *Engelhardia*, 極観像, KG-7-2.
Fig. 9 : *Fagus*, 斜赤極観像, GAT-1.
Fig. 10 : *Carpinus*, 極観像, GT-1.
Fig. 11 : D. *Quercus*, 赤道観像, KN-30.
Fig. 12 : E. *Quercus*, 赤道観像, GT-4.
Fig. 13 : E. *Quercus*, 赤道観像, GT-1.
Fig. 14 : *Pasania*, 赤道観像, GT-8.
Fig. 15 : *Zelkova*, 赤道観像, GAT-1.
Fig. 16 : *Ulmus*, 極観像, GT-13.
Fig. 17 : *Castanopsis*, 極観像, GT-4.
Fig. 18 : *Liquidambar*, 赤道観像, GT-8.

(倍率は, すべて1,000倍)

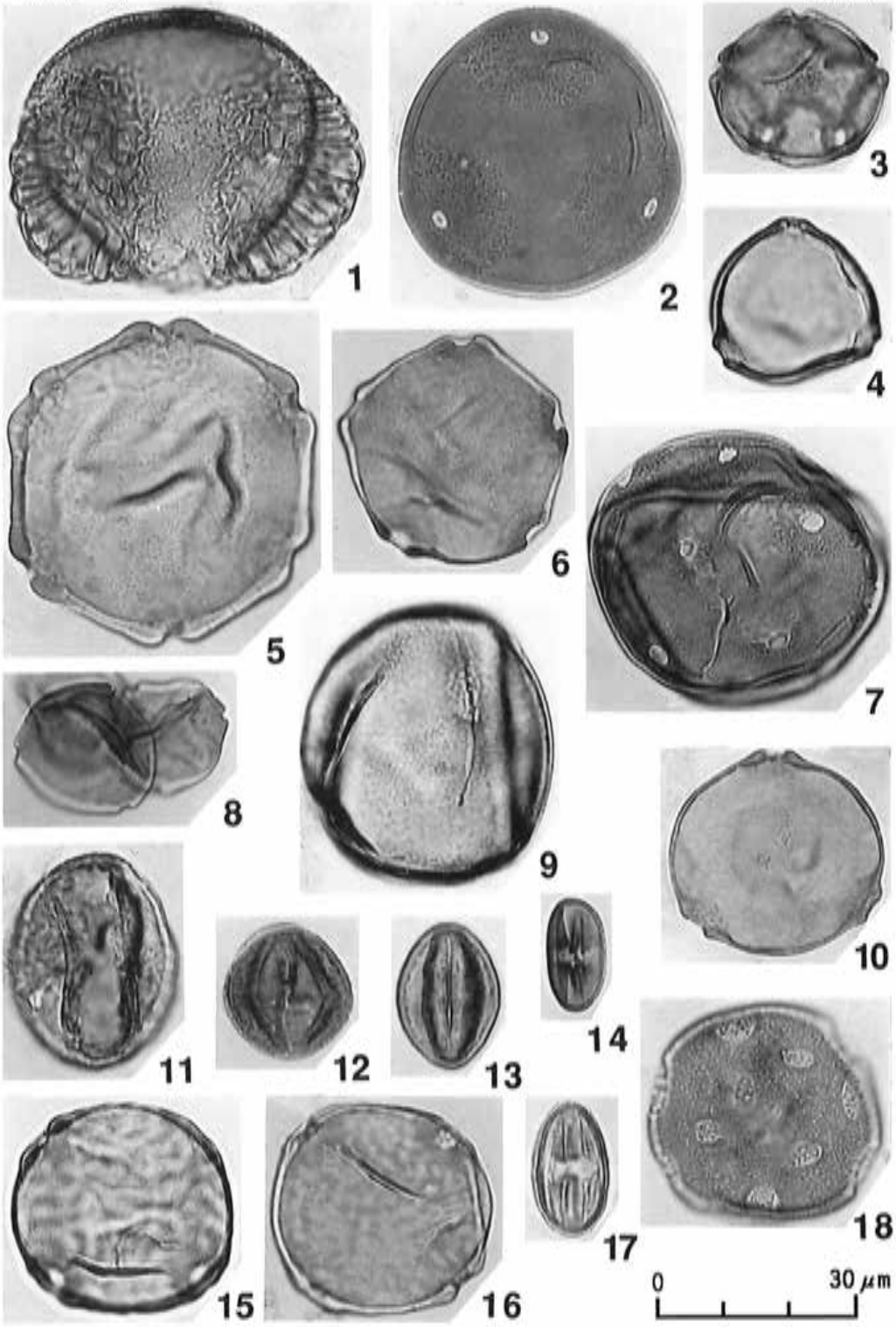
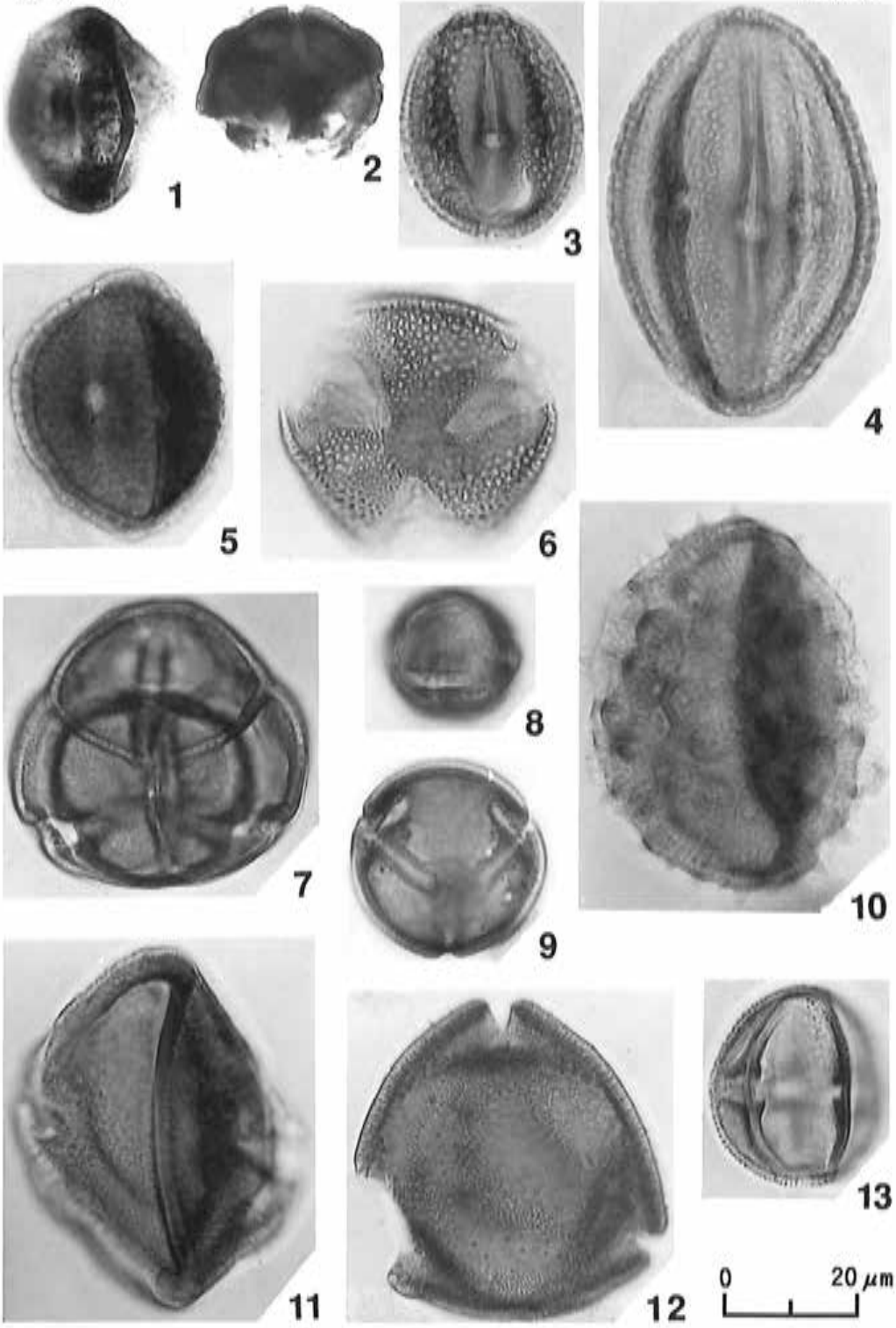

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
0
30 μm

Plate 6

Fig. 1 : *Sonneratia (Florschuetzia claricolpata* Yamanoi), 赤道観像, E-405.
Fig. 2 : *Sonneratia (Florschuetzia claricolpata* Yamanoi), 極観像, E-407.
Fig. 3 : *Rhus*, 赤道観像, GAT-1.
Fig. 4 : *Rhus*,赤道観像, SH-2.
Fig. 5 : *Lagerstroemia*, 赤道観像, GAT-1.
Fig. 6 : *Aralia*, 極観像, GAT-1.
Fig. 7 : Ericaceae, GAT-1.
Fig. 8 : *Rhizophora*, 斜赤道観像, KG-7-4.
Fig. 9 : *Nyssa*, 斜極観像, GT-8.
Fig. 10 : Carduoideae, 赤道観像, SH-2.
Fig. 11 : *Trapa*, 赤道観像, SH-1.
Fig. 12 : *Lonicera*, 極観像, GT-11.
Fig. 13 : *Phellodendron*, 赤道観像, SH-2.

(倍率は, すべて1,000倍)


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
0
20 μm