

栃木県塩原産更新世植物群に関する研究(1) —小型(花粉・孢子)化石による古環境考察—

尾 上 亨*

ONOE, Toru (1984) A Pleistocene flora from Shiobara-machi, Tochigi prefecture, Japan(1)—
A paleo-environmental consideration under the palynological studies of the flora—.
Bull. Geol. Surv. Japan, vol. 35 (2), p. 49-57.

Abstract: The purpose of the present work is to clarify the paleo-environmental condition of the Shiobara Fossil Flora based on the microscopic plant fossils (pollen and spores) from the Pleistocene Shiobara Group at Shiobara-machi, Tochigi Prefecture.

The Shiobara Group which was deposited in the so called Paleo-Shiobara Lake, overlies unconformably the basement rock of the Pre-Tertiary quartz-porphry, rhyolite and the Miocene Shioya Group, and is covered unconformably with the Takahara Lavas. The Shiobara group is composed of sand, gravel and mudstone, and can be subdivided into three formations of Sumaki, Miyajima and Akagawa Formations in ascending order. It is said that the sands and gravels show the marginal facies of the lake, and fine and regularly alternating beds of tuffaceous mudstone, diatomaceous mudstone and sands were in the central part of the lake. Macroscopic plant fossils (leaves, fruits, seeds etc.) well known under the name of the Shiobara Fossil Flora occur from the mudstone of the Miyajima Formation, and they were already studied in detail.

Four samples for pollen analysis are taken from the several horizons of the Miyajima Formation belonging to the Shiobara Group in which the macroscopic plant fossils are contained. Many fossil pollen and spores were obtained from each samples and they are well preserved as shown plate I-V. The microscopic plant fossil flora consists of 60 types (family, genus, form-genus etc.) of pollen and spores. Generally speaking, the fossils belonging to the plant with anemophilous flower are abundantly found, but the fossils belonging to the plant with entomophilous flower a few.

In the standpoint of paleoecology based on micro-fossils, it seems that the vegetation around the Paleo-Shiobara Lake was partly changed under the influence of the Takahara volcanic activities or some other phenomena of nature, but the climatic change was not distinguished distinctly. On the whole, judging from the flora based on both macro- and micro-fossils, there were mainly flourished the same temperate plant as it is today, so that the environmental condition around the Paleo-Shiobara Lake at that time of deposition was inferred to be similar to the present.

Considering the environmental condition indicated by the macro- and micro-plant fossils, the flora might be an interglacial age of Pleistocene, though it was once believed to be glacial age.

要 旨

従来、栃木県塩原町から産した更新世の塩原化石植物群は、葉・種子など、主として大型化石を対象として、古環境の研究がなされてきたが、今回、新たに花粉分析を行い、花粉・孢子からなる小型化石の面から化石植物群の解明を試みた。今回の試みは予察的に行ったため、

* 地質部

分析点数が少なく、フローラの解析には決して充分なデータとは言えないが、大型化石のみでは得られなかった新知見を得ることができた。

これまでの大型化石による研究は、塩原層群宮島層(層厚約50m)の下部にあたる、主として中塩原の「木の葉化石園」に露出している厚さ約15mに及ぶ含化石層準から採集した化石を一括して取扱ってきたが、化石堆積当時の環境変化を小型化石によって更に詳細に解明する

手掛りが得られればと考え、この露頭を上・中・下の3層準に分けて試料を採取し、分析を行った。その結果、小型化石から気温の変化についての明確なデータは得られなかったが、火山活動などによるものと考えられる、地域的な植生の変遷を想定することができた。また、小型化石では風媒植物が多く、虫媒植物が少ない、大型化石の組成とはやや異なった傾向が示されたほか、大型化石では得られなかった、10種に及ぶ樹木・草本類の化石が検出されるなど、塩原化石植物群による化石堆積当時の植生及び気候の推定を行う上で貴重な資料を追加することができた。

1. ま え が き

栃木県塩谷郡塩原町に分布する更新世の塩原層群(塩原湖成層)は、保存良好な植物化石を多産することで古くから知られており、多くの研究者によって地質学的及び古生物学的な研究がなされ、公表された報告も少なくない。

遠藤(1931-1940)は同植物群を詳しく解析し、その内容が現在の日光中禅寺湖周辺の標高1,500m付近の植生と似ていると考えた。一方、化石が堆積した湖の標高は、矢部(1928)によって500-600mと推定されている。これらのことから遠藤はこの両者の比高900-1,000mを温度に換算し、化石堆積当時の年平均気温は現在より5-5.5°C低かったと結論した。一方、小泉(1940)は、京都大学植物分類学及植物地理学研究室に所蔵してある塩原産の植物化石を整理し、50種を同定した。更に、小泉の同定した種に遠藤の同定した種を合せて、塩原化石植物群は129種からなるとし、これらの植物群は、現在の塩原周辺の植生と大差ないことを明らかにした。したがって、小泉(1940)は、化石堆積当時の気候も現在とほぼ同じであったとして、遠藤とは異った見解を示した。しかし、現在までに公表されている地質関係の論文、辞典、図鑑などでは、ほとんど遠藤の考えが引用されており、小泉の考えは一般的ではなく、両説の本格的な検討はされていない。

筆者は昭和55年度から塩原化石植物群について、みずから採集した試料をもとに、植物分類学的研究の立場から再検討を行っており、現在までにおよそ130種が識別されている。それらは *Alnus firma* (ヤシャブシ)、*Betula schmidtii* (オノオレカンパ)、*Carpinus japonica* (クマシデ)、*Fagus crenata* (ブナ)、*F. japonica* (イヌブナ)、*Quercus mongolica* var. *grosseserrata* (ミズナラ)、*Celtis jessoensis* (エゾエノキ)、*Ulmus davidiana* var. *japonica* (ハルニレ)、*Cercidiphyllum japonicum* (カツラ)、*Sorbus alnifolia* (アズキ

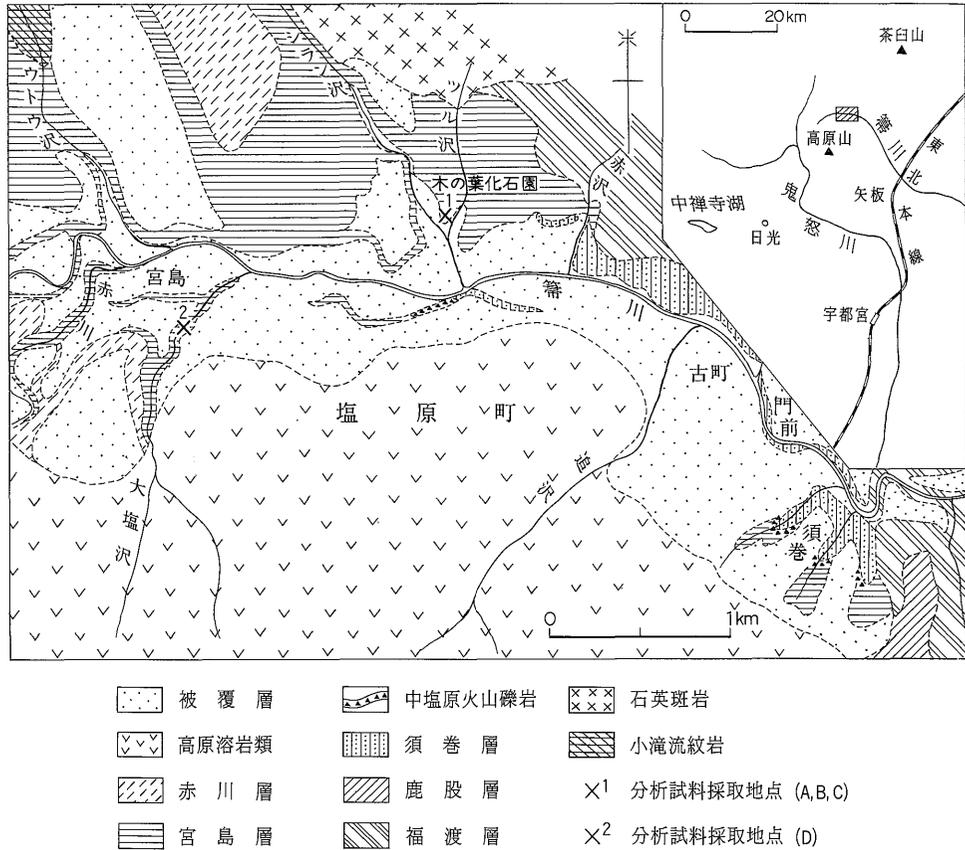
ナシ)、*Acer japonicum* (ハウチワカエデ)、*A. micranthum* (コミネカエデ)、*Tilia japonica* (シナノキ)、*Stewartia pseudo-camellia* (ナツツバキ)、*Rhododendron quinquefolium* (ゴヨウツツジ)、*Viburnum furcatum* (ムシカリ)など、現在の温帯に生育する種が大半を占めている。しかし、*Quercus serrata* (コナラ)、*Lindera obtusiloba* (ダンコウバイ)、*Buxus microphylla* var. *japonica* (ツゲ)、*Berchemia berchemiaefolia* (ヨコグラノキ)、*Lyonia neziki* (ネジキ)、*Rhododendron dilatatum* (ミツバツツジ)、*Viburnum erosum* (コパノガマズミ)など、主として温帯下部から暖帯に生育する要素も含まれている。一方、遠藤(1931a)が、塩原化石植物群の比較の対象としている日光中禅寺湖周辺1,500m付近の植生は、むしろ温帯上部から亜寒帯下部の要素が強く、塩原化石植物群の中には、温帯上部から亜寒帯下部に生育することが困難な種も比較的多い。したがって、筆者は、塩原化石植物群を日光中禅寺湖周辺の植生と対比することは妥当ではなく、むしろ、化石産地により近い、塩原盆地南の高原山周辺の植生(前田ほか、1972)に塩原化石植物群を対比することが妥当と考ええる。

このように、筆者の見解は、小泉(1940)のそれと大要においてほぼ同じ結論に達しているが、この見解を追認するためにも本研究の成果は重要な意義をもつにいたった。

塩原化石植物群の主な産地である「木の葉化石園」には、高さ約15m、幅約20mの塩原層群宮島層の露頭があり、どの層準からも保存良好な植物化石が多産し、昆虫・魚・蛙などもしばしば発見されている。木の葉化石園では、明治38年から化石の採掘を続けており、長年化石採掘に携わっていた加藤信吉氏(故人)によると、各単層ごとに含まれている化石の内容が異なっているという、研究上大変興味のある話を伺った。しかし、残念ながらそれらの記録は残されていなかった。そこで、花粉・胞子化石によって、どの程度まで層準による内容の差異が認められるものか、予察的に花粉分析を試みた。

小論は、昭和55-58年の経常研究「塩原化石植物群に関する研究」に関連して行った研究の一部である。なお、本研究の概要については、日本古生物学会の1982年年会及び第131回例会(1983年6月)で発表した。

この研究をまとめるにあたって、農林水産省林業試験場前田禎三・谷本丈夫両氏からは塩原産の化石に関連のある植物のデータを提供していただき、更に塩原周辺に生育する植物の特徴、分布状態など詳細にわたって御教示を得た。また、木の葉化石園社長加藤信夫氏はじめ同園職員の方々には、数回にわたる現地調査研究に際し、多大な御協力をいただいた。最後に、地質調査所地質部



第1図 分析試料採取地周辺地質略図

この地質略図は Akursu(1964) の Fig. 5 および鈴木(1972)の地層区分を参照し、尾上が編さんした。

地質標本課長神戸信和氏には有益な討論をしていただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

2. 地質概説

この地域の地質に関しては、金原(1900)、矢部(1928)、田山(1929)、郷原ほか(1953)、岩井・今井(1955)、高橋・内田(1956)、Akursu(1964)、栃木県(1971)、鈴木(1972)など多くの研究者によって詳しい報告がなされているので、ここでは概要について述べる。

塩原化石植物群を含む更新世の塩原層群(塩原湖成層)は、独立した湖盆堆積層であり、この地域の基盤をなす先第三系の石英はん岩、流紋岩および中新世の塩谷層群を不整合におおっている。そして、塩原層群は高原溶岩類と一部指交関係にあるが、大部分は同岩類によっておおわれている。塩谷層群の鹿股層には、沿岸性環境を示す塩原化石動物群で有名な貝化石が含まれている。塩原層群は全般的にみて、湖盆の周縁部では礫岩が多く、中央部では凝灰質泥岩、砂岩、珪藻質泥岩の細互層からな

っている。そして同層群は下位より須巻、宮島、赤川の各層に分けられている。保存良好な植物化石は主として宮島層から産出する。

花粉分析試料は、木の葉化石園裏にある露頭(第1図X¹)から3点(A, B, C¹)と、大塩沢入口付近の宮島(第1図X²)から1点(D¹)を、いずれも宮島層の植物化石を含む泥岩層から採取した。

3. 分析方法および分析結果

3.1 分析方法

今回の試料の分析に当っては、岩質上有機物が多かったため、通常の分析に加えてシュルツェ法(濃硝酸+塩素酸加里)を行った。そのため化石の種類によっては若干拡大されたものもあり(例えば、*Juglans*, *Zelkova* 等)、変化を受けないものもあった。分析の順序は下記の通りである。

1) 各標本の登録番号は次の通り。A. GSJ F8001, B. GSJ F8002, C. GSJ F8003, D. GSJ F8004.

第1表 宮島層産小型(花粉・孢子)化石産出頻度表

	A	B	C	D		A	B	C	D
<i>Abies</i>	3.0	+	0.8	+	<i>Ilex</i>			+	+
<i>Tsuga sieboldii</i>	2.3		0.6	+	<i>Buxus</i>				+
<i>T. diversifolia</i>	0.5		+	+	<i>Tilia</i>	+		+	+
<i>T.</i> (unknown)	1.6	+	0.8		<i>Cf. Cornus</i>				+
<i>Picea</i>	2.1		3.3	1.1	Araliaceae			+	+
<i>Larix</i>	0.5				Ericaceae		0.8	5.6	0.9
<i>Pinus (Haploxylo)</i>	0.5	+	+	+	<i>Symplocos</i>				+
<i>P.</i> (unknown)	0.9	+	1.1	0.6	<i>Styrax</i>		+		+
<i>Sciadopitys</i>				+	<i>Fraxinus</i>	2.5	1.6	0.6	1.3
<i>Cryptomeria</i>	1.2	1.8	3.9	7.3	<i>Ligustrum</i>				+
T.C.T.*	4.2	14.7	2.2	3.4	<i>Lonicera</i>			+	
<i>Juglans</i>	2.1	1.1	1.1	2.4	<i>Viburnum</i>			+	0.6
<i>Pterocarya</i>	3.5	1.3	2.2	0.9	Chenopodiaceae			+	+
<i>Salix</i>	0.7	+		0.6	Ranunculaceae		+	+	+
<i>Alnus</i>	7.9	16.0	32.9	12.6	<i>Epilobium</i>			+	
<i>Betula</i>	1.4	3.7	1.7	+	Umbelliferae				+
<i>Carpinus</i>	6.9	7.1	5.0	6.4	<i>Patrinia</i>			+	
<i>Corylus</i>	1.4	0.5	+	1.3	<i>Artemisia</i>	2.1	1.1	5.0	1.7
<i>Castanea</i>		1.8	+	0.6	Carduoideae	+	+	+	+
<i>Fagus</i>	9.5	19.0	5.3	32.1	Cichorioideae			+	
<i>Lepidobalanus</i>	7.9	3.2	0.8	5.3	Gramineae	0.7	1.1	4.6	2.4
<i>Celtis-Aphananthe</i>	3.2	3.0	0.8	3.9	Cyperaceae	0.5	0.5	0.8	
<i>Ulmus</i>	1.4	2.7	2.5	5.6	Trizonocolpate pollen			+	0.6
<i>Zelkova</i>	1.6	1.1	4.2	1.3	Trizonocolporate pollen	0.7	0.8	0.8	+
<i>Cf. Moraceae</i>			+		<i>Lycopodium</i>	8.1	+		
<i>Cf. Corylopsis</i>		+	+		<i>Osmunda</i>	0.5	+		
<i>Prunus</i>		+			Polypodiaceae		0.8	1.4	
Rosaceae				+	Monolete spore	18.5	13.4	6.1	+
<i>Rhus</i>			+	+	Trilete spore		+	+	
<i>Acer</i>		+	+	1.3	<i>Sphagnum</i>	1.2			

+ 0.5% 未満

* Taxodiaceae, Cupressaceae, Taxaceae の略

試料→粗砕→20 g 秤量→塩酸処理→フッ化水素処理→重液(臭化亜鉛, 比重2.9)分離→アセトリシス処理→苛性カリ処理→封入→検鏡(この段階で有機物残渣が多過ぎたので, さらに次の処理を行った)→シュルツェ処理→苛性カリ処理→封入→検鏡(なお, 分析はパリノサーヴェイ K.K. に依頼した)。

3.2 分析結果

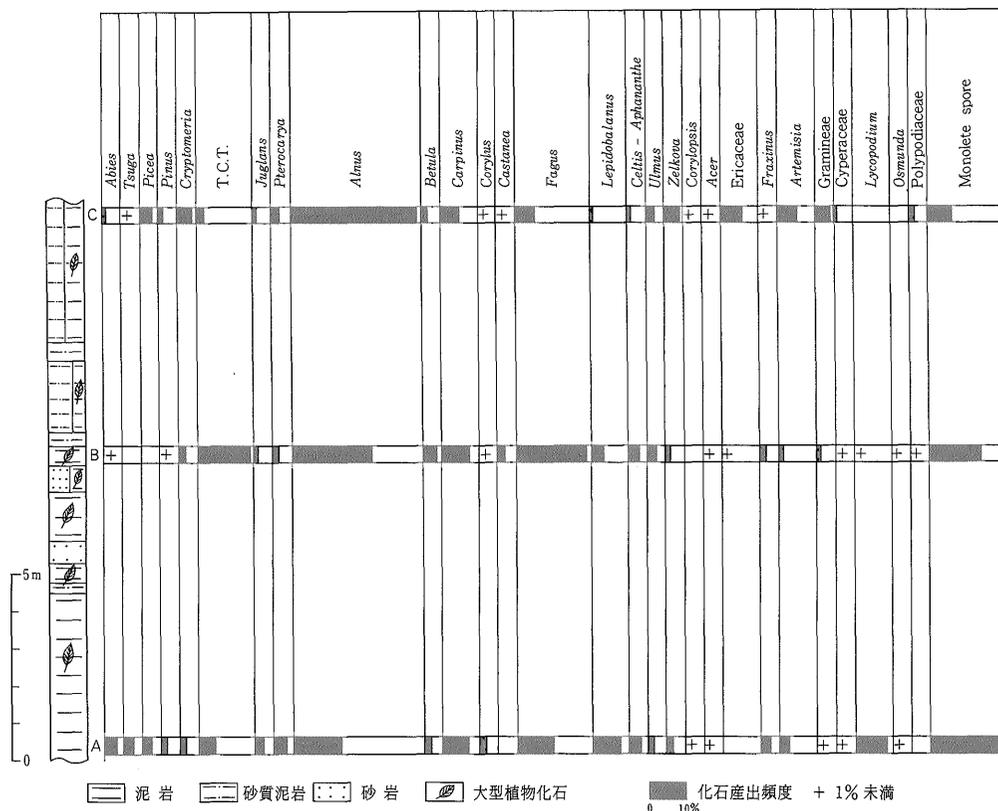
分析を行った4試料から検出された小型化石(花粉・孢子)は, 第1表に示した通り形態分類も含めて60種類²⁾

2) 小型化石の場合, *Tsuga* 属のように種の単位まで識別できるものも少数ながらあるが, 大部分の化石は属の単位までで, 科, 形態分類あるいは複数の属または科にまたがっているものもある。このように分類単位がまちまちであるため, 大型化石のように全体の産出化石数を130種あるいは78属と言うように同じ単位で数を表わすことができない。したがって, この報告では小型化石の数は種類(種・属・科・形態分類などを含めたもの)と言う呼び方で表わすことにする。

に及んでいる。いずれの試料からも比較的多くの化石が検出され, 保存状態も比較的良好である。

島倉(1963, 1971)も指摘しているように, 一般に花粉分析の結果は裸子植物が量的に多く産する傾向がある。針葉樹は花粉生産量が大きく, しかも *Abies*, *Picea*, *Pinus* のような有翼花粉からなる樹木は, それらの花粉の形態が移動に好都合にできているためと思われる。しかし, 今回の分析結果では, 一般的な結果に比べて, いずれの試料からも針葉樹が少ない特徴がある。一方, *Betulaceae*, *Fagaceae* などの風媒花粉を有する樹木の化石産出量は比較的多く, 虫媒花粉を有するものでは少ない傾向があり, これらの点では一般的傾向と一致している。

次に, 各試料ごとの化石産出傾向を見ると, それぞれ異なった内容を示している。それらの特徴について列記する。



第2図 宮島層産の主な小型(花粉・孢子)化石産出頻度ダイアグラム

A試料：針葉樹は一般的傾向から見れば少ないが、B, C, Dの3点に比べて *Abies*, *Tsuga*, *Picea*, *Pinus* が多く産出している。また、温帯落葉広葉樹のなかで、*Alnus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Lepidobalanus* などの風媒植物が多い。さらに、*Monolete spore*(18.5%), *Lycopodium*(8.1%) などシダ類が合せて27%を占めているのが目立った特徴といえる。

B試料：針葉樹では有翼花粉が極端に少ない。それに代って球型花粉のT. C. T. (*Taxodiaceae*, *Cupressaceae*, *Taxaceae*)が14.7%を占めている。広葉樹では *Fagaceae*, *Betulaceae* が他の3点に比べて多く、特に *Alnus* の16%と *Fagus* の19%が目立っている。

C試料：針葉樹では *Picea* の3.3%と *Cryptomeria* の3.9%が目立っている。広葉樹では *Alnus* が全体の32.9%を占めて圧倒的に多く、加えて、*Artemisia*, *Gramineae* などの草本類も他の3点に比べて多く検出された。また、花粉生産量が少ないと思われる虫媒植物の中で *Ericaceae* が5.6%産出していることも一つの特徴である。

D試料：針葉樹では *Cryptomeria* の7.3%が目立っているが、広葉樹の *Fagus* が全体の3分の1に近い32.1%を

占めているのが大きな特徴と言える。大型化石で *Fagus crenata* と *F. japonica* が最も多く産出しており、この点で小型化石の結果がよく一致して大変興味がある。

4. 考察

4.1 小型化石による考察

A, B, C 3点の試料は、地層の上下における古気候環境の比較を行うために、木の葉化石園裏の同一露頭において互いに上下関係にある異なる地点から採取し、D点の試料は、A, B, C 試料との横の関係を比較考究するためであった。しかし、今回の結果からA, B, C 試料と、D試料間に対比できるような明確な特徴は得られなかった。今後、木の葉化石園と宮島からもっと多くの試料を分析することによって、両者の関係などが明らかになるものと思われる。D試料のデータはその時に比較考究することにする。

A, B, Cの各試料について検討し、考察を試みることにしたい。第2図は、A, B, C 試料から産出した主な化石の産出頻度ダイアグラムで、3試料はそれぞれ異なる含有化石内容を示している。これは堆積当時における

湖周辺の植生変化を表わしているものと思われるが、はたして、気温に大きな変化があったかは、これらの結果から判断することは困難である。つまり、花粉分析では、特殊なものを除いて種まで識別することができない。例えば、*Picea*, *Alnus*, *Fagus*, *Ericaceae*, *Lycopodium*などに化石の量的な変化がみられるが、これらは、いずれも種まで識別していなければ、暖かい、寒いの判断は不可能に近い。今回の結果からは、属以上の単位で、はっきり暖帯又は寒帯の特徴を示す化石は見当らなかった。

第2図の3試料を比較してみると、一見、*Alnus*が下位から上位へ次第に増加していく傾向がみられる。しかし、この結果は *Alnus* 属の体質から考えると、そう単純には結論できない。すなわち、*Alnus*属は樹木の中では先駆種(Pioneer species)と言われる種が多く、火山の噴火、山崩れなどによってできた裸地に草本類に次いで、樹木としては真先に侵入し、先駆群落を形成する。更に、その群落は次第に発達し、ブナ林などの極相に遷移していく。したがって、その間に *Alnus* の量は減少し、ブナが増加し、両者間には反比例に似た傾向が示されることが考えられる。

塩原化石植物群が、ブナを主体とする主として温帯植物からなっていることは、大型化石の組成から明らかになっているが、A-Cまでのパターンでは *Alnus*と *Fagus* の化石産出頻度に反比例的な傾向は見られない。したがって、このパターンで見られる *Alnus* の変化は、A-Cまでの間においても何回かの増減が、くり返し行われていて、そのほんの一部をこのパターンが表わしているのではないかと推測される。更に、この類推は、他の種類の変化を考慮に入れても成立するものと思われる。

また、このパターンは、湖周辺全体の植生変化を示すものではなく、火山の噴火など自然現象によって地域的な遷移が行われていたものとも考えることも可能ではなからうか。例えば、C点の時代には、*Alnus*が全体の32.9%を占めていること、更に草本類がA, B点の試料に比べて多いことなどから、裸地からやや発達した遷移途上の群落(先駆相)が想定され、この群落が湖周辺斜面に比較的、広い面積を占めていたものと考えられる。一方、*Fagus*, *Carpinus*, *Ulmus*などの産出から、ブナ林を主体とした極相が他の斜面に残っていたのではないかということが推察できる。同様に、B点の時代には、ブナの極相がA, Cの時代より広い面積を占め、一部には *Alnus* の多産が示すように先駆相もあったものと考えられる。

4.2 大型(葉・種子など)化石と小型化石による考察

同一層準から産出した大型化石と小型化石で、組み合わせにどの位差があるか、主な化石について産出量を比率

で表わし比較した。第3図では、大型化石が主としてB点からC点までの層準から採集された化石を元にして、小型化石もB試料とC試料を合せたものの比率を出した。大型化石がBからCまでの試料で、小型化石がBとCの試料からなっているので、厳密な意味での比較にはならないが、ある程度の参考になればと考え考察を行った。ちなみに、遠藤、小泉らの研究された化石の産出層準は明らかでない。

大型化石は現在までにおよそ130種が識別されているが、小型化石の大部分が属以上の単位で示されているので、大型化石も属の単位でまとめて表わした。例えば、大型化石で25%を占めて最も多い *Fagus* は、*Fagus crenata* (13%)と *F. japonica* (12%)を合せたものである。同じく *Acer* の10%の中には *A. micranthum* (4%), *A. japonicum* (3%), *A. rufinerve* (1%)など13種が含まれている。

小型化石では T. C. T. (球形の花粉で、*Taxodiaceae*, *Cupressaceae*, *Taxaceae* のいずれの科のものか区別できない化石)、*Alnus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Ulmus* など風媒植物が多く、*Acer*, *Tilia*, *Viburnum* など虫媒植物は、*Fraxinus* を除いて、大型化石が多産している割合には産出量が少ない傾向が見られる。更に、*Hydrangea*, *Prunus*, *Sorbus*, *Clethra* などの虫媒植物は検出されていない。

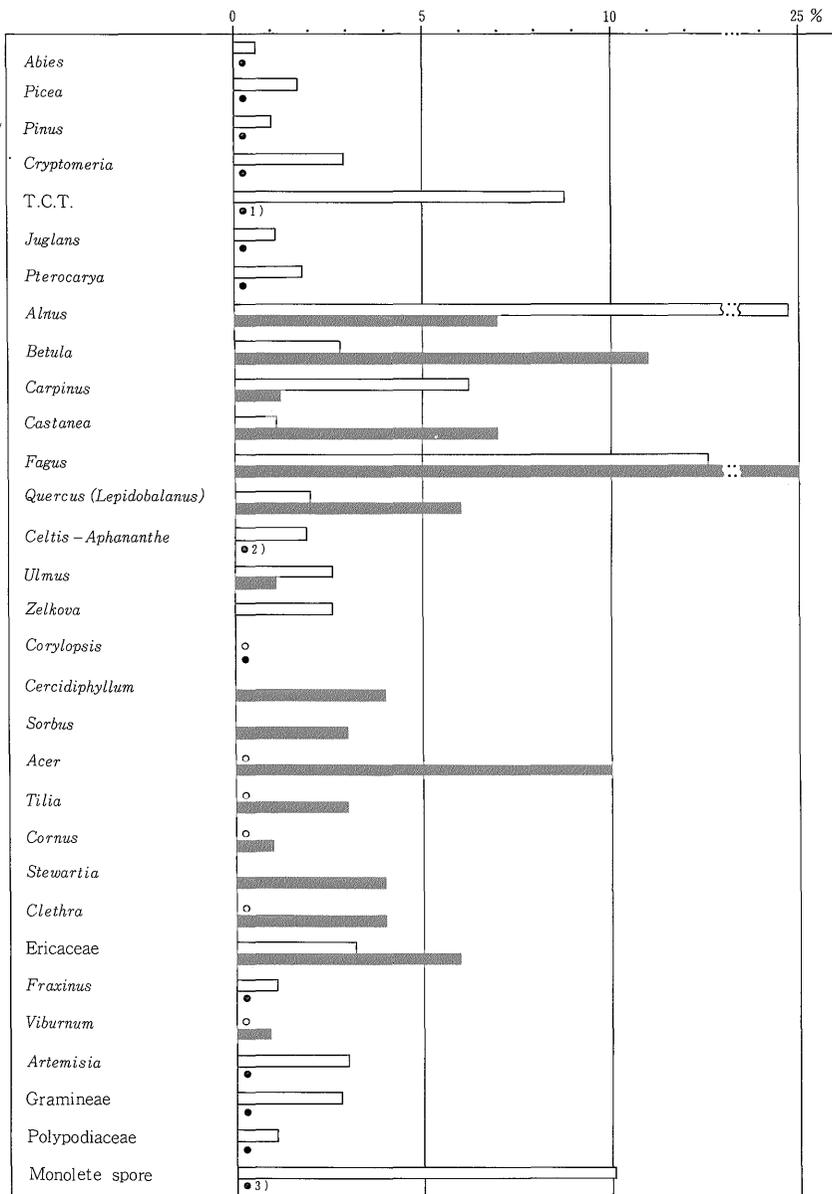
大型化石では、*Alnus*, *Betula*, *Castanea*, *Fagus*, *Quercus*, *Acer*, *Ericaceae* などの温帯性落葉広葉樹が多く、針葉樹や *Artemisia*, *Gramineae*, シダ類などの草本類が小型化石に比べて少ない傾向を示している。

大型化石は属の単位に止どめると78属で、このうち小型化石でも検出された属または科に相当するものが41属で、小型化石に検出されていないものが37属となっている。この37属の大部分は、花粉生産量の少ない虫媒植物で占められている。

一方、B, Cの両試料から検出された小型化石は、種属のわからない形態分類を除いて44種類あり、このうち、大型化石と共通して産するものは34種類(7科+27属)、大型化石には発見されていないものが10種類(4科+6属)となっている。この大型化石として発見されていない10種類のうち、*Zelkova* と *Lonicera* を除いた8種類は、大型化石としては残りにくい草本類である。とかく、大型化石のデータのみでは、過去の植生において草本類が少なかったような印象をあたえがちであるが、小型化石のデータが示すように、当時は、森林の下草として、あるいは群落の先駆植物として、草本類も多かったことがうかがえる。

このように、大型化石と小型化石では組成においてかなりの差が認められる。特に、小型化石においては、大

栃木県塩原産更新世植物群に関する研究(1) (尾上 亨)



□ 小型化石 (○ 0.5%未満)

■ 大型化石 (● 0.5%未満)

1) T.C.T.に相当する大型化石は *Thuja* と *Chamaecyparis* が産出している。

2) 大型化石は *Celtis* が産出している。

3) Monolete sporeを有するシダ類は非常に多い。大型化石にもこれらに相当すると思われる葉化石が数点発見されているが、まだ詳しい同定はしていない。

第3図 宮島層産の主な大型(葉・種子など)化石と小型(花粉・胞子)化石産出頻度対比ダイアグラム

型化石が産する属数の半分近い37属が検出されていない。したがって、大型化石または小型化石単独では、化石堆積当時の植生を十分に表わすことはできない。

かつて、尾上(1971)は宮崎県えびの市から産した更新世植物群について、大型化石および小型化石の両方から考察を行った。それによると、小型化石では、*Abies*, *Tsuga*, *Alnus* などの風媒植物が多く、虫媒植物が少ない傾向が見られ、特に、*Hamamelis*, *Prunus*, *Legminosae*, *Acer*, *Theaceae* などの虫媒植物は、大型化石では産出したが、小型化石では検出されないなど、大型化石と小型化石における組成に差が認められ、今回、塩原化石植物群から得られた結果と似たような傾向が示された。また、最近では、藤・河合(1982a, 1982b, 1983)は能登半島新第三系の花化石の研究において、既に研究されている同地域の大型化石との比較検討を行い、大型化石では産出しなかった種類が小型化石で検出されるなど興味ある資料を提供してくれた。

塩原化石植物群が堆積した当時の環境は、従来大型化石のデータから温帯性気候が推定されているが、今回の小型化石からも、現在の塩原周辺に生育している植物が主体をなしており、温帯性気候を覆すような材料は含まれていない。したがって、両者のデータからも化石堆積当時の気温は、現在の塩原周辺とほぼ同じであったものと推定される。すなわち、塩原化石植物群は、氷期の植生を示すものというよりは、間氷期のこれを示すものと考えられる。したがって、地質時代についても再検討する必要がある。更に、小型化石のデータから、塩原化石湖周辺では高原火山の噴火などの影響もあって、地域的な植生変化が常に行われていたものと考えられる。

このように、今回の研究では、同植物群の時間的変遷も加わって、従来の大型化石のみでは考えられなかった推測ができたことは、今後同植物群を詳しく解明していく上で貴重な資料を得ることができた。

5. あとがき

今回の花粉分析は、予察的に行ったもので、分析試料数の上からも、塩原化石植物群の全体像を解明するには十分とはいえない。しかし、分析試料を採取した層準内での花粉組成から、塩原化石湖周辺における植生変遷の一端を究明することができた。しかも、その変遷は湖周辺の植生が一様に変化したのではなく、地域的な遷移が常に行われていたものと考えられる。また、これら小型化石から、遠藤(1931a)が主張するような、氷期の植生を示すという積極的な証拠は得られなかった。大型化石の研究から、塩原化石植物群は温帯から暖帯にかけて生

育する樹種からなっており、これらは現在の化石産地南の高原山周辺の植生に対比される。したがって、筆者は同植物群が氷期の植生を示すとする説(遠藤, 1931a)に反対してきた。今回の花粉分析結果は、筆者の説に対して矛盾しないだけでなく、逆に支持するものである。

塩原化石植物群が、間氷期の植生を示すとなると、塩原層群の地質時代についても再考を余儀なくされる。この点については、関東・東北地方における、ほぼ同時代の植物群と比較検討を行い、特に、間氷期の植生を示すと考えられている群馬県中之条湖成層から産する植物群については、早期に研究を行いたい。また、小型化石は特殊なものを除いて、種まで識別することは現段階では困難な状態にあるので、属または科の単位で気候を明確に表わす化石が検出されないかぎり、小型化石のみで古環境を推定することはかなり危険を伴う。大型化石にしても、化石として残りにくい草本類など、小型化石によって補なわれる面が少なくない。過去の生物が全部化石として残るわけではない。特に、陸上の生物は風化などによって朽ちることが多く、化石として保存されるのはほんの一部と考えられる。そして、我々が研究に取扱う標本は更にその一部に過ぎない。その非常に少ない材料から、よりの確に過去の種々の環境を復元するためには、石に残されたいろいろな情報をできるだけ多く駆使して行かなければならないと考えられる。そのためにも、今後は可能なかぎり大型化石と小型化石を合せて古環境を解析していきたい。

文 献

- AKUTSU, J. (1964) The Geology and Paleontology of Shiobara and Its Vicinity, Tochigi Prefecture. *Sci. Rept. Tohoku Univ.*, ser. 2, vol. 35, no. 3, p. 211-293.
- 遠藤誠道(1931a) 日本更新世(Pleistocene Age)の気候について。地質雑、vol. 38, no. 457, p. 520-531.
- (1931b) 新生代の化石植物。岩波書店、東京、44p.
- ENDO, S. (1934) Some Japanese Cenozoic Plants, 1. On the Fossil *Acer* from the Shiobara Pleistocene Plant Beds. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, vol. 11, nos. 3-4, p. 239-253.
- (1935) A Pleistocene Flora of Japan as an Indicator of Climatic Condition. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol. 42, no. 505, p. 658-674.

栃木県塩原産更新世植物群に関する研究(1) (尾上 亨)

- ENDO, S. (1940) A Pleistocene Flora from Shiobara, Japan. *Sci. Rept. Tohoku Univ., Ser. 2*, vol. 21, no. 1, p. 47-80.
- 藤 則雄・河合明博(1982a) 能登半島中新世高屋植物化石層からの花粉化石—北陸新第三系の花粉学的研究(1)—. 金沢大教育学部紀要, 自然科学編, no. 31, p. 49-61.
- ・—————(1982b) 能登半島中新世法住寺層及び飯塚層からの花粉化石—北陸新第三系の花粉学的研究(2)—. 金沢大教育学部紀要, 自然科学編, no. 31, p. 63-79.
- ・—————(1983) 能登半島中新世鵜川植物化石群の花粉化石—北陸新第三系の花粉学的研究(3)—. 金沢大教育学部紀要, 自然科学編, no. 32, p. 73-83.
- 郷原保真・井尻正二・市原 実・陶山国男・生越忠・桑原幸夫・藤田至則・松井 健・湊正雄・歌代 勤(1952) 塩原湖成層の団体研究. 地球科学, no. 8, p. 31-39.
- 岩生周一・今井 功(1955) 7万5千分の1地質図幅「塩原」及び同説明書. 地質調査所, 158 p.
- 金原信泰(1900) 高原火山地質調査報文. 震予報, no. 31, p. 1-45.
- 小泉源一(1940) 塩原更新世植物叢. 植物分類及植物地理. vol. 9, no. 1, p. 1-27.
- 前田禎三・宮川 清・森田佳行(1972) 栃木県高原県有林の植生. 日本林業技術協会, 28 p.
- 尾上 亨(1971) 宮崎県えびの市産の更新世植物群地調報告, no. 241, 46 p.
- 島倉巳三郎(1963) 本邦新生代層の花粉層序学的研究VII 地獄谷累層. 奈良学芸大紀要, 自然科学, vol. 11, p. 13-24.
- (1971) 花粉分析法に関する2, 3の問題. 奈良教育大紀要, vol. 20, no. 2, p. 55-61.
- 鈴木陽雄(1972) 塩原盆地の地下地質と温泉. 岩井淳一教授記念論文集, p. 581-588.
- 高橋正五・内田智雄(1956) 塩原化石湖の地史について. 横浜国大理紀, 第2類, no. 5, p. 77-108.
- 田山利三郎(1928) 塩原火山東斜面及び塩原盆地に発達する段丘に就て. 地理評, vol. 5, no. 7, p. 577-595.
- 栃木県(1971) 栃木県の温泉地質. 上巻, IV塩原温泉, p. 61-118.
- 矢部長克(1928) 塩原火山と地体構造との関係. 日本学術協会報告, vol. 4, p. 302-317.

(受付：1983年9月30日；受理：1983年11月19日)

Plate I

- 1, 2. *Abies* (Point A)
3a, 3b. *Picea*, a) surface view, b) outline (Point C)
4, *Tsuga diversifolia* (Point C)
5a, 5b. *Tsuga sieboldii*, a) outline, b) surface view (Point C)

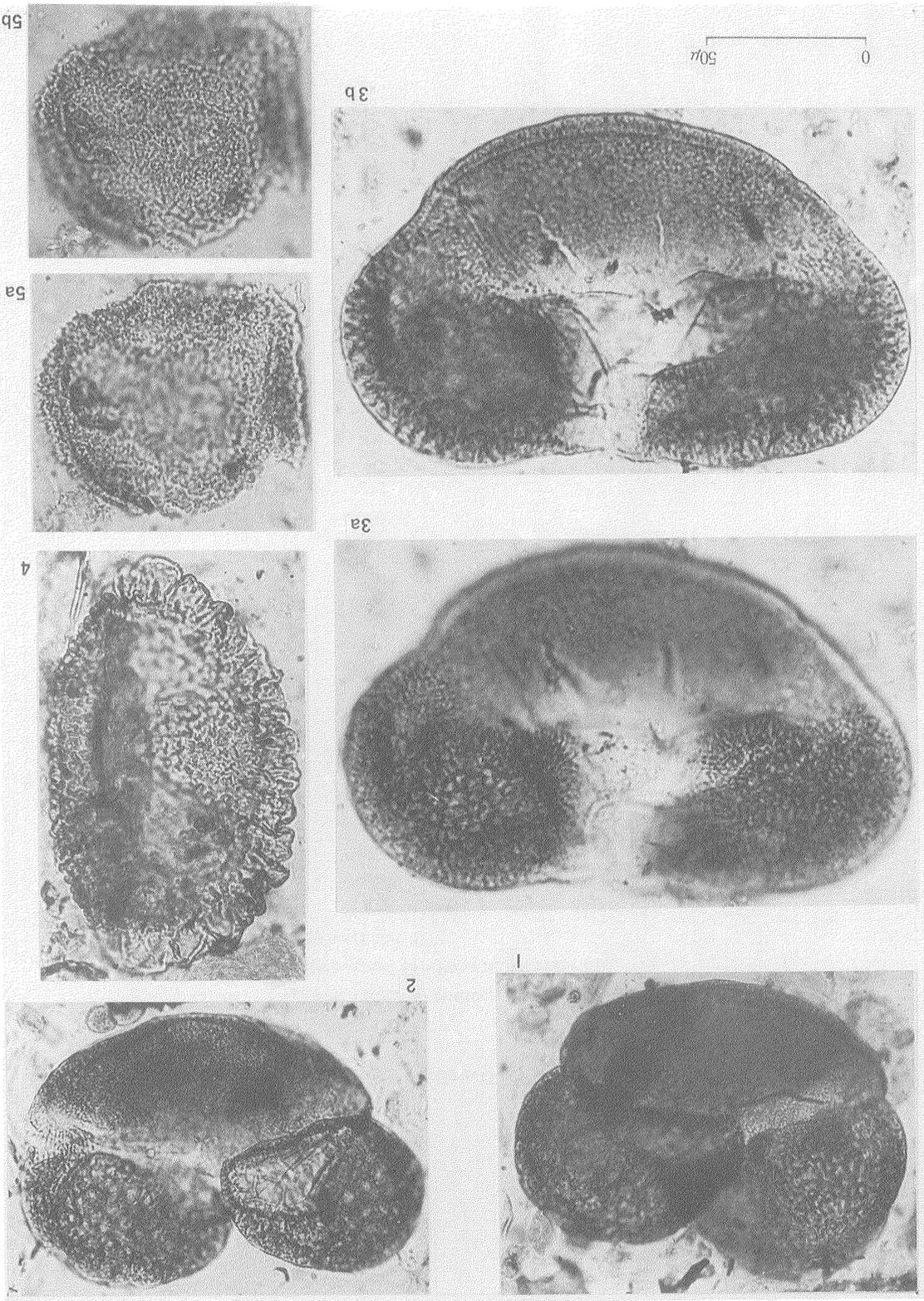
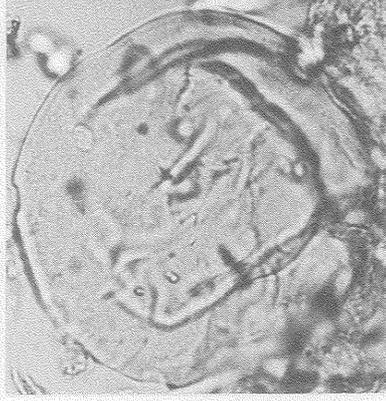
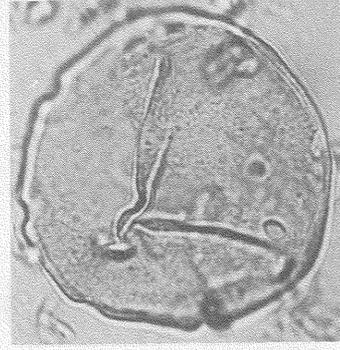
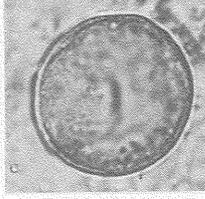
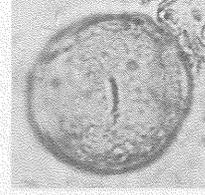
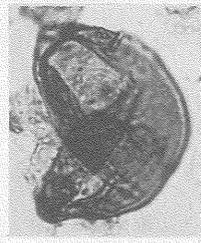
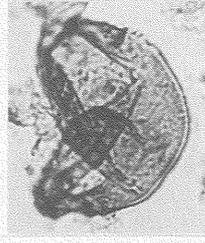
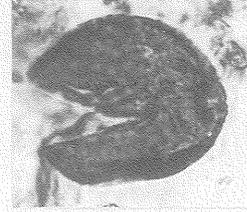
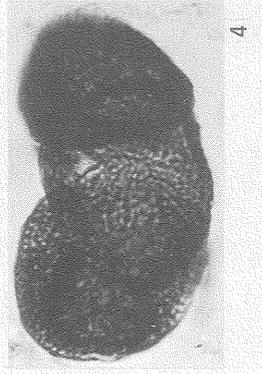
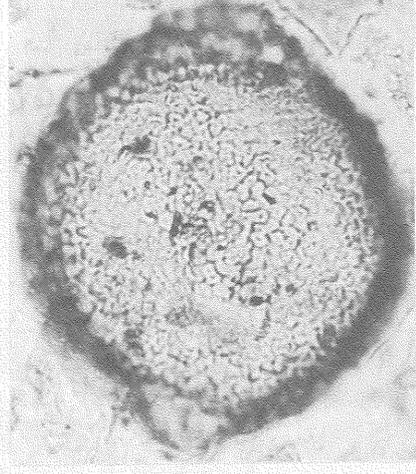
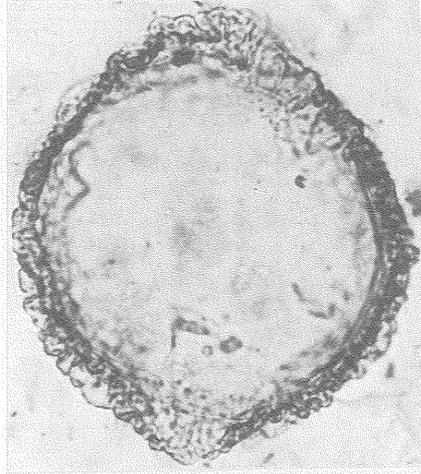


Plate II

1. *Picea* (Point C)
- 2a, 2b. *Tsuga diversifolia*, a) outline, b) surface view (Point C)
- 3, 4. *Pinus (haploxyton)* (3=Point A, 4=Point B)
5. *Cryptomeria* (Point B)
- 6a, 6b. T.C.T., a) surface view, b) outline (Point C)
- 7a, 7b. T.C.T., a) outline, b) surface view (Point B)
- 8, 9. *Juglans* (Point D)



Figs. 1, 2a, b.

50 μ

Figs. 3-9

50 μ

Plate III

1. *Juglans* (Point A)
- 2, 3. *Pterocarya* (2=Point C, 3=Point A)
- 4-6. *Alnus* (Point C)
7. *Betula* (Point A)
- 8-10. *Carpinus* (8=Point A, 9=Point C, 10=Point D)
- 11, 12. *Corylus* (11=Point C, 12=Point A)
13. *Castanea* (Point B)
14. *Salix* (Point B)
- 15-17. *Fagus* (15=Point B, 16=Point C, 17=Point D)
- 18, 19. *Lepidobalanus* (18=Point D, 19=Point A)
- 20, 21. *Celtis* or *Aphananthe* (Point B)

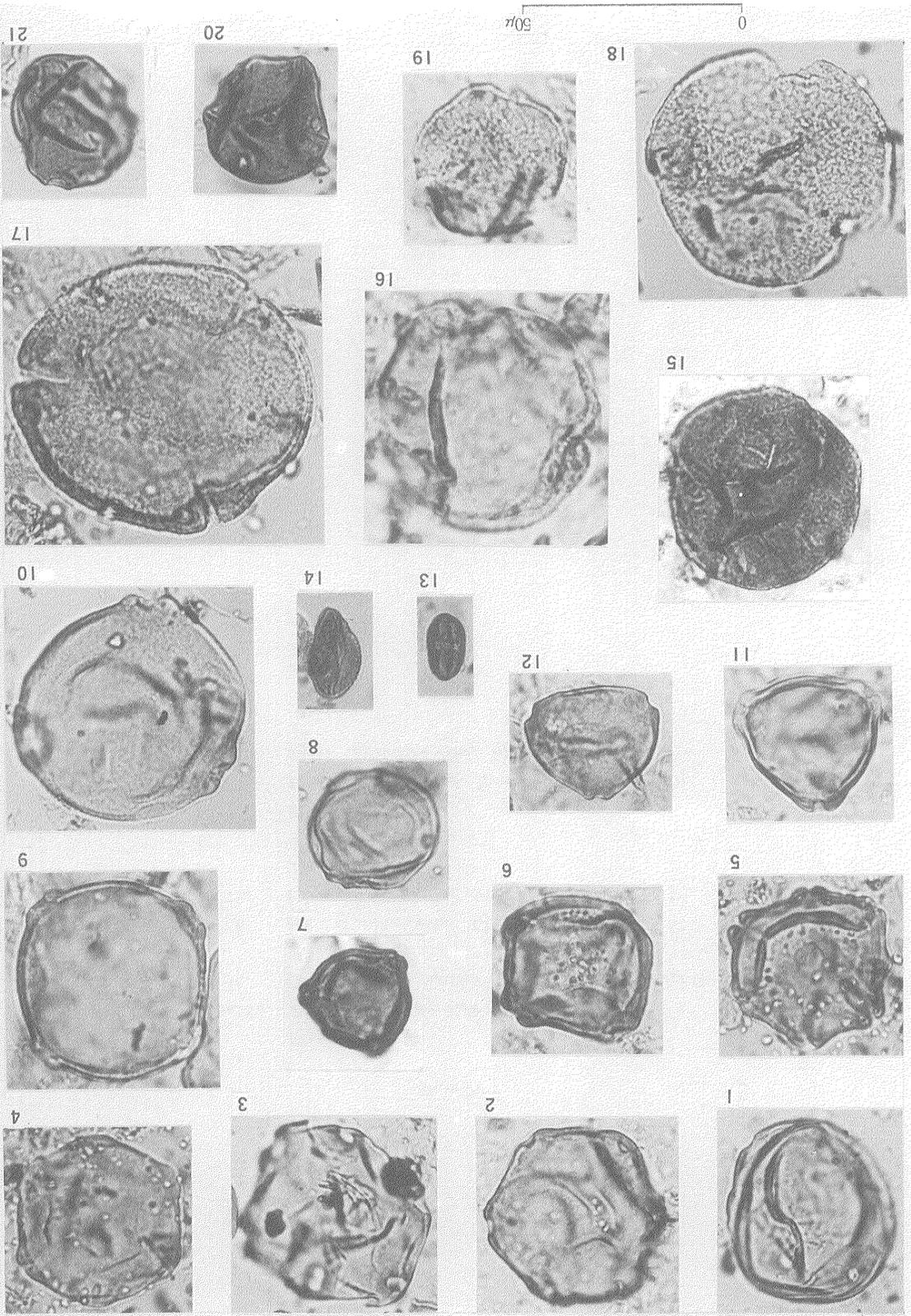


Plate IV

1. *Ulmus* (Point B)
- 2, 3a, 3b. *Zelkova*, a) surface view b) outline (Point C)
- 4a, 4b. Cf. *Corylopsis*, a) surface view, b) outline (Point C)
5. *Acer* (Point D)
- 6a, 6b. *Ilex*, a) surface view, b) outline (Point C)
- 7a, 7b. Ericaceae, a) surface view, b) outline (Point C)
8. *Tilia* (Point D)
9. *Fraxinus* (Point A)
10. *Buxus* (Point D)
- 11a, 11b. *Ligustrum*, a) outline, b) surface view (Point D)
- 12a, 12b. *Styrax*, a) surface view, b) outline (Point D)

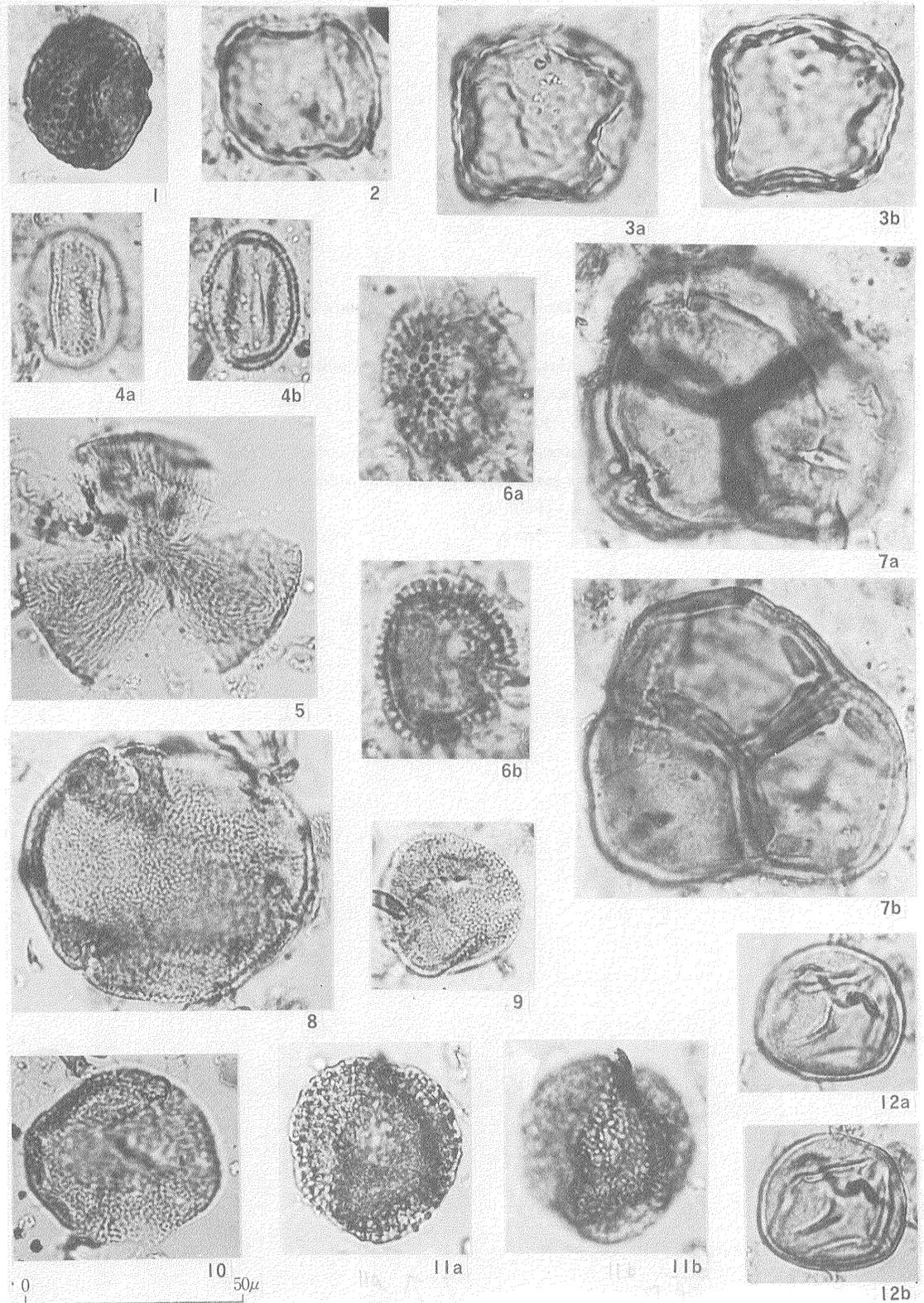


Plate V

- 1a, 1b. *Symplocos* (Point D)
- 2a, 2b. Rhanunculaceae, a) outline, b) surface view (Point D)
- 3, 4a, 4b. *Artemisia* (3=Point D, 4=Point C)
- 5a, 5b. Carduoideae, a) surface view, b) outline (Point C)
- 6. *Lycopodium* (Point A)
- 7, 8. *Osmunda* (Point A)
- 9a, 9b. Polypodiaceae, a) surface view, b) outline (Point C)
- 10, 11. Monolete spore (10=Point C, 11=Point B)
- 12. *Sphagnum* (Point A)

