

# 海底堆積物の花粉分析学的研究

## 2. 東京湾（東京都）

藤木 利之・三好 教夫・中村 隆昭\*

岡山理科大学理学部基礎理学科

\*東海大学海洋学部海洋土木学科

(1995年9月30日 受理)

### 1. はじめに

これまでわが国で行われた花粉分析は、湿原・湖沼・沖積平野などおもに陸上の堆積物を対象としており、日本列島をとりまく太平洋や日本海などの海底堆積物には、あまり手がつけられていないのが現状である。また、海成堆積物中の花粉組成には、陸成のものとは比べ、花粉の浮遊力の差などが反映され、偏りのあることが以前から知られており(松下, 1981)<sup>1)</sup>、前報(藤木・三好・中村, 1995)<sup>2)</sup>でも、3つの相違点が確認されている。しかし植生変遷を知る上での主要な樹種花粉の消長は、陸成のものとは一致しており、海成堆積物であることに注意すれば、陸成堆積物と同様に有効な情報を得ることができる。

本研究は、東海大学海洋学部の調査船望星丸が東京湾で採取した海底堆積物の花粉分析を行った結果についての報告である。東京湾では、すでに洪積層にまで達する2本のコアについての花粉分析(森, 1965)<sup>3)</sup>があり、全層を通じて針葉樹花粉を主とした消長が示されている。しかし、表層から500cmと200cmまでについては、分析がなされていない。本研究に用いた試料は、北緯35°34'42"、東経139°47'50"の水深14mで採取されたものである(Fig. 1)。試料の採取および分析方法などは、藤木・三好・中村(1995)<sup>2)</sup>と同様に行い、表層から深さ443cmの深さまでほぼ10cm間隔で試料を花粉分析の対象とした。堆積物はすべて粘土質であった。また電子顕微鏡用試料の作成方法および撮影方法は、藤木・三好(1994)<sup>4)</sup>と同様である。

### 2. 分析結果

全層を通じて、52種類の化石花粉および胞子を検出した。検出された52種類の化石花粉および胞子を木本花粉(AP: Arboreal pollen)、低木・草本花粉(NAP: Non-arboreal pollen)、シダ胞子(FS: Fern spore)に大別して示すと、次の通りである。

AP: *Abies*, *Cryptomeria*, *Cupressaceae*, *Picea*, *Podocarpus*, *Pinus*, *Sciadopitys*,  
*Tsuga*, *Acer*, *Aesculus*, *Betula*, *Carpinus*, *Celtis* & *Aphananthe*, *Fagus*,  
*Fraxinus*, *Juglans*, *Lepidobalanus*, *Platycarya*, *Pterocarya*, *Ulmus* & *Zelkova*,

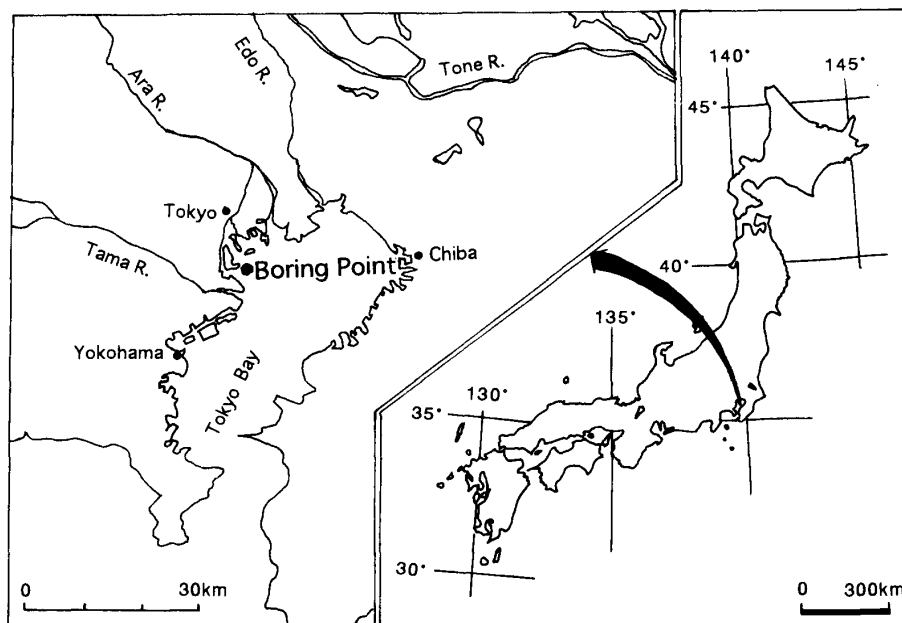


Fig. 1 A map showing the locality of Tokyo Bay, Tokyo.

*Castanopsis*, *Cyclobalanopsis*, *Myrica*.

NAP : *Alnus*, *Corylus*, *Elaeagnus*, Ericaceae, *Ilex*, *Ligustrum*, *Salix*, Cyperaceae, Gramineae, Liliaceae, *Typha*, *Artemisia*, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, *Haloragis*, Labiatae, *Lonicera*, *Persicaria*, Polygonaceae, *Sanguisorba*, *Thalictrum*, Umbelliferae.

FS : monolete type, trilete type, Lycopodiaceae, Osmundaceae, Polypodiaceae.

これら52種類の化石花粉および胞子のうち主要な種類の消長を見ると、次の通りである (Fig. 2)。まず裸子植物では、*Tsuga* は全層を通じて出現するが3%以下である。*Pinus* は表層から深さ80cmまでは30~80%と高い出現率を示すが、その他の層では20%以下となる。*Cryptomeria* は表層から深さ20cmまでの部分で15%程度の出現率を示す他は、散発的に出現するのみである。落葉広葉樹では、*Carpinus*, *Betula*, *Fagus* が上層部の深さ80cmまで4%以下の低率であるが、深さ80cm以深では2~25%程度出現する。*Lepidobalanus* と *Celtis* & *Aphananthe* は全層を通じて、それぞれ10%以下および4%以下で出現し、その出現率に大きな消長はない。常緑広葉樹では、*Castanopsis* が全層を通じ出現するが10%以下である。*Cyclobalanopsis* は最下層で48%の出現率を示し、深さ320cmまでに20%程度に減少する。さらに深さ80~320cmで20~60%に増加する。しかし表層部では2~20%に減少する。

低木類および草本類では、*Alnus* は全層を通じ出現するが3~20%程度である。*Typha* は表層から80cmではほとんど出現しないが、その他の層では1~10%程度の出現率である。Gramineae は最下層で9%であるが、深さ320cm付近で35%程度に達するが、深さ200cm付近で15%程度に減少し、深さ80cmまでに20~50%に再び増加する。そして表層から深さ80

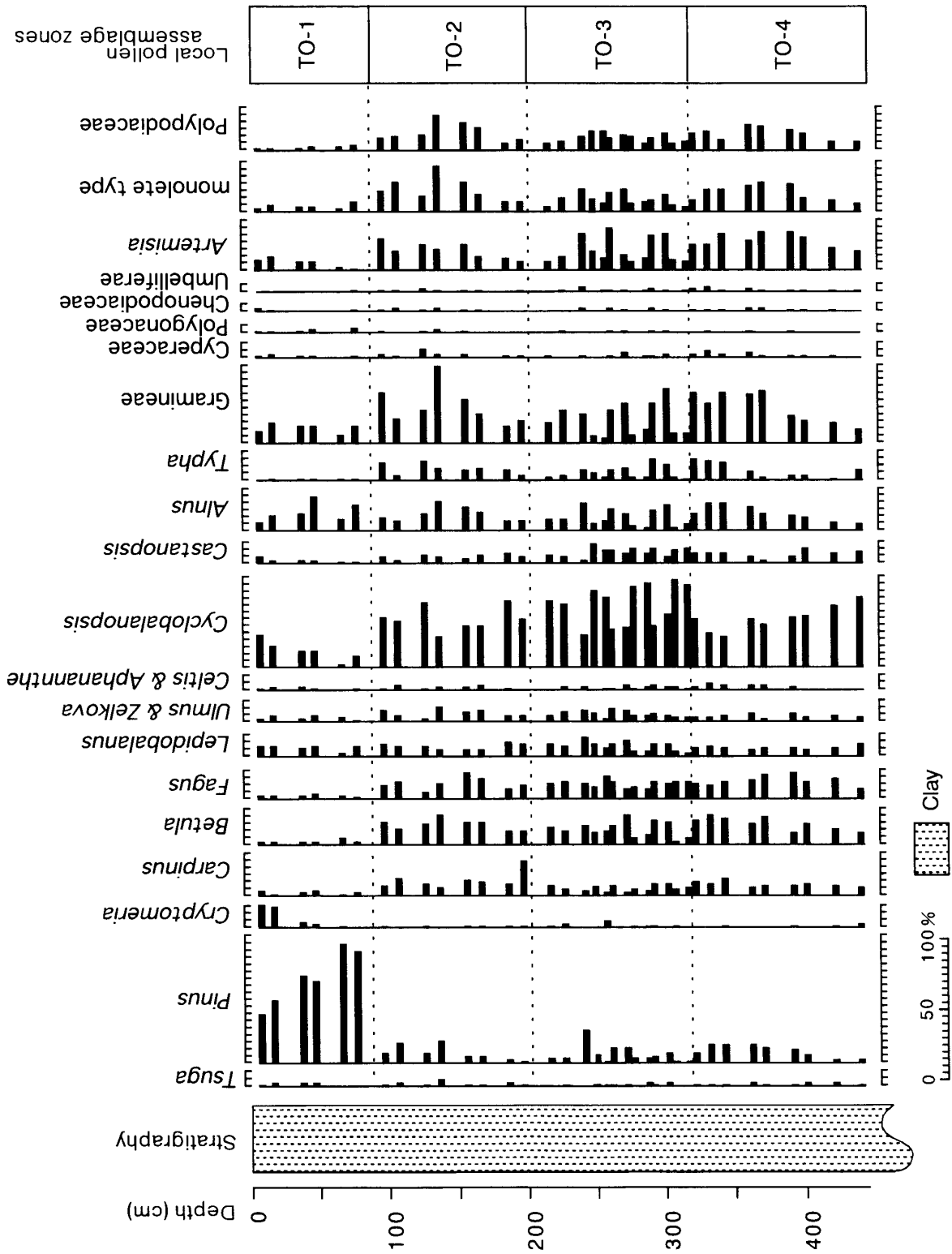


Fig. 2 Stratigraphic sequence and pollen diagram of the sediments from Tokyo Bay.

cmでは10%程度出現する。Cyperaceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae, Umbelliferaeは全層を通じ出現するが3%以下である。*Artemisia*はGramineaeほどの出現率を示さないが、類似した出現傾向を示している。シダ植物では, monolet type, Polypodiaceaeは深さ80cm以深では30%以下であるが, 表層から深さ80cmでは5%以下に減少し, その消長はGramineaeや*Artemisia*と類似している。

以上の花粉分析結果をまとめると, 本堆積層は次の4局地花粉帯に区分することができる。

1. 0~80cm: *Pinus*, *Cryptomeria*, *Cyclobalanopsis* 時代 (TO-1 帯)
2. 80~200cm: *Cyclobalanopsis*, *Carpinus*, *Betula*, *Fagus* 時代 (TO-2 帯)
3. 200~320cm: *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* 時代 (TO-3 帯)
4. 320~443cm: *Cyclobalanopsis*, *Betula*, *Fagus* 時代 (TO-4 帯)

TO-1とTO-2の区分は, 深さ80cmを境にそれ以浅で*Pinus*が急増し, 落葉広葉樹や常緑広葉樹が減少するのを基準とし, TO-2とTO-3の区分は, 深さ200cmを境に上部にかけて*Cyclobalanopsis*がやや減少するのと, *Carpinus*などの落葉広葉樹の微増を基準とした。TO-3とTO-4の区分は, 深さ320cmを境に上部にかけて*Cyclobalanopsis*が増加するのを基準とした。

### 3. 考 察

前章でまとめた各花粉帯について, 年代の古い順から考察を加える。

TO-4: *Cyclobalanopsis*, *Betula*, *Fagus* 時代 (深さ443~320cm)

TO-4帯は*Cyclobalanopsis*の優占によって特徴づけられ, カシ林の存在を示している。しかし*Cyclobalanopsis*の出現率が本帯の上部にかけて減少し, 逆に*Pinus*や*Betula*, *Carpinus*等の落葉広葉樹がやや増加していることから, 寒冷化によりカシ林の規模が縮小したことがうかがえる。草本類, シダ類孢子についても増加がみられる。燧灘のような海底堆積物の花粉分析結果は, 陸上や沿岸部のものと比較すると, 「①*Pinus*, *Tsuga*のような気嚢をもった花粉は過剰に表現される。②落葉広葉樹や低木類の花粉は過小に表現される。③草本類は出現頻度が極端に少ないが, シダ類孢子は比較的多い。」というような特徴が見られる<sup>2)</sup>。今回の分析では気嚢をもった花粉はあまり検出されなかった。しかし, 落葉広葉樹や局地性の高い低木類, 草本類の花粉は比較的出現しており, どちらかといえば陸上堆積物に近い分析結果となった。この原因として, 本試料の採取地点が沿岸部から約5kmの位置にあり陸域に近いこと, また燧灘は瀬戸内海の一部でかなりの海流の移動があるのに対して, 東京湾は浦賀水道のみで外洋に通じている閉鎖的な湾であることから, 浮遊力などの差が顕在化せず, 花粉組成の偏りも少ないものと考えられる。

陸成堆積物を対象とした分析結果の中から東京湾に近い, 千葉県流山市名都借(遠藤他: 1989)<sup>5)</sup>と銚子半島高神低地(松下: 1991)<sup>6)</sup>とを比較してみると, 名都借では*Cyclobalanopsis*

の増加し始めるのが約4,500年前からで、高神では約5,500年前からである。本堆積物の最下層ではすでに *Cyclobalanopsis* が優占していることからみて、本堆積物はカシ林の発達開始期以降の約4,000年前からの植生変遷史を含んでいるものとみられる。このことは、縄文海進期に関東平野沿岸部は海面下であったために、低地での発達は遅れ房総半島北西部でのカシ林の発達が約4,000年前と推定されることにほぼ一致している。従って、本帯は最温暖期以降に位置づけられている我が国の広域花粉帯 R-IIIa 帯 (塚田, 1963)<sup>7)</sup>に相当すると考えられる。

#### TO-3 : *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* 時代 (深さ320~200cm)

本帯は *Cyclobalanopsis* の急増によって特徴づけられ、前時代より暖かくなつたとみられる。裸子植物、落葉広葉樹については、TO-4 帯とほとんど変化はない。草本類、シダ類孢子はやや減少している。本帯は引き続き R-IIIa 帯に相当するとみられる。本帯の深さ290cmで、*Cyclobalanopsis* の化石花粉を電子顕微鏡により調べた。その結果、アカガシ亜属花粉の検索表 (藤木・三好, 1995)<sup>8)</sup>より、ツクバネガシ (*Quercus sessilifolia*)、アラカシ (*Q. glauca*)、ウラジロカシ (*Q. salicina*) の3種を確認することができた (Pl. 1)。しかし今回は量的差異を調査しておらず、どの種が優占していたかは不明である。今後調査していきたい。

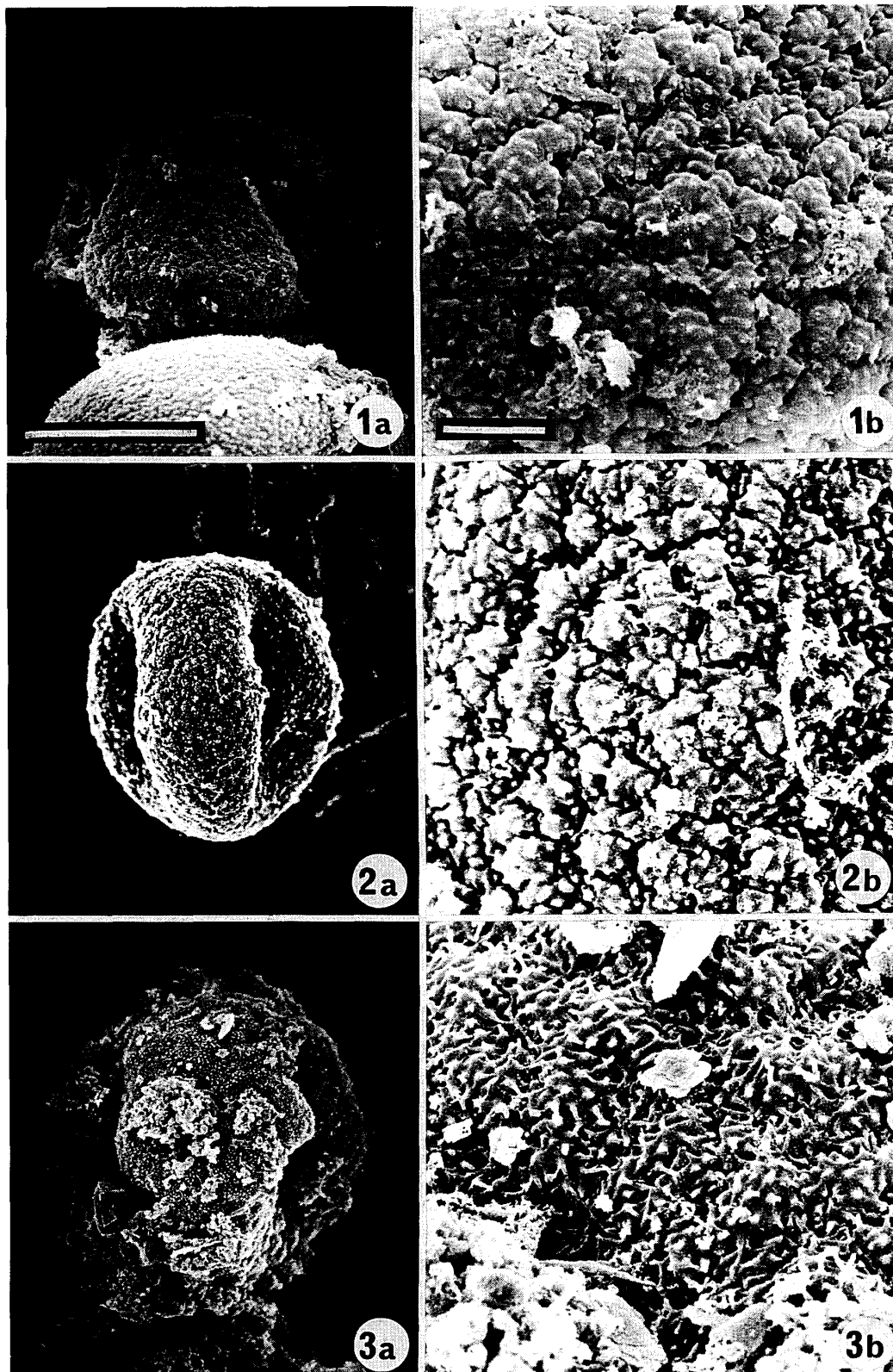
#### TO-2 : *Cyclobalanopsis*, *Carpinus*, *Betula*, *Fagus* 時代 (深さ200~80cm)

*Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* の常緑広葉樹がやや減少し、裸子植物、落葉広葉樹はやや増加し、草本類、シダ類孢子が増加する。

#### TO-1 : *Pinus*, *Cryptomeria*, *Cyclobalanopsis* 時代 (深さ80~0 cm)

本帯は *Pinus* の急増で特徴づけられる。*Cyclobalanopsis* などほとんどの木本類花粉が減少する。これは、伐採により自然植生が減少し、代わって二次林としてアカマツが繁茂したためであるとみられる。また表層での *Cryptomeria* の急増は植林によるものと考えられる。よって本帯は人類の植生に対する影響が著しくなったことで定義される R-IIIb 帯 (塚田, 1963)<sup>7)</sup>に相当する。後述のように、阪口 (1993)<sup>9)</sup>によれば歴史時代の温暖期は鎌倉時代まで続いたことや、本堆積物の年代を約4,000年前以降のものとするれば、深さ130cmが約1,300年前と推定され、深さ80cm以浅のアカマツ二次林の急増は、室町時代以降の比較的若い歴史時代になってからとみられる。

阪口 (1993)<sup>9)</sup>は尾瀬ヶ原の分析結果より、ハイマツ花粉の出現率値を用いて古気温曲線を作成している。それによると約3,500年前に縄文海進期の長期の温暖期は終わり、寒冷化が始まっている。そして約2,500~2,000年の間はまた温暖な時期となり、その後また寒冷



Pl. 1 Scanning electron micrographs of fossil pollen grains belonging to the subgenus *Cyclobalanopsis*. General view  $\times 2,200$  (White line corresponds to  $10 \mu\text{m}$ ). Surface detail  $\times 13,000$  (White line corresponds to  $1 \mu\text{m}$ ).

1a-b. *Quercun sessilifolia* (ツクバネガシ)

2a-b. *Q. glauca* (アラカシ)

3a-b. *Q. salicina* (ウラジロガシ)

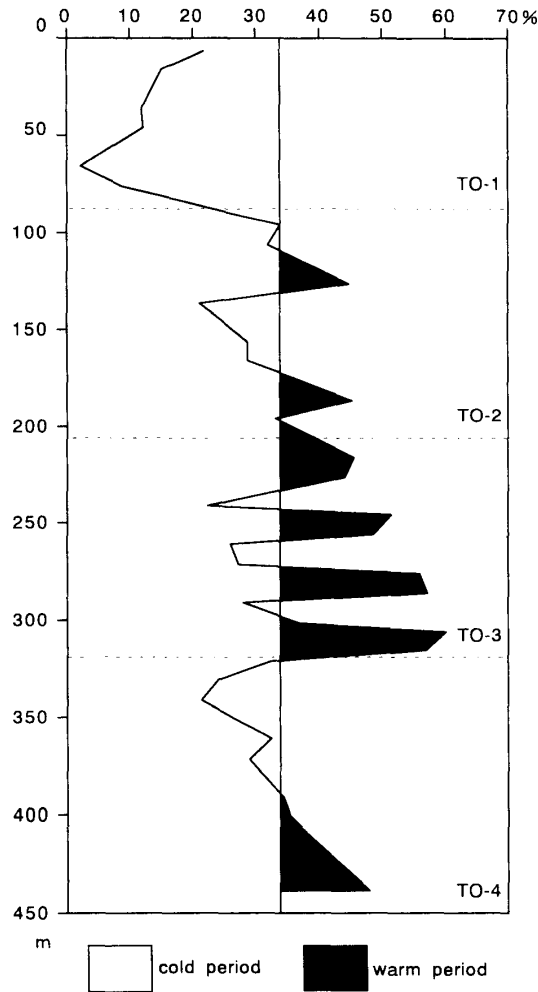


Fig. 3 Paleotemperature curve diagram from the percentage of *Cyclobalanopsis* fossil pollen.

化している。このように、温暖期と寒冷期が交互に訪れている。そこで、このような山岳地で認められた古気候の変動は、低地の植生変化でも時間的にほぼ同調するものと考え、ハイマツ花粉の代わりに、温暖域に分布の中心をもつアカガシ亜属花粉の出現率の変動を用いて考察した。すなわち、全層準の出現率を平均し、これをこの時間軸での基準として寒期・暖期にわけて表示したものがアカガシ亜属古気温曲線である (Fig. 3)。両者を比較すると、ほぼ次のような対応がみられる。

アカガシ亜属古気温曲線		ハイマツ古気温曲線		
TO-1	寒冷期	}	小氷期	}
TO-2 上部	寒冷期		明治・大正・昭和・ 室町・安土桃山・江戸	
TO-2 上部	温暖期	奈良・平安・鎌倉	}	
		温暖期		
TO-2 中部	寒冷期	古墳	寒冷期	古墳時代

TO-2 下部	移行期	……………	YT	移行期	弥生時代
TO-3	温暖期	……………	JYW	温暖期	
TO-4 上部	寒冷期	……………	JC <sub>2</sub>	寒冷期	縄文時代晩期
TO-4 中部	移行期	……………	JT	移行期	
TO-4 下部	温暖期	……………	JW <sub>5</sub>	温暖期	縄文時代後期

今回のアカガシ垂属古気温曲線と Lamb (1965)<sup>10)</sup>の描いた中部イングランドの冬の気温曲線とを対比してみると、かなり類似した曲線を描いている。ただし本堆積物では年代測定が行われていないので、ハイマツ古気温曲線とどれだけのずれがあるかは不明である。また TO-1 でアカガシ垂属花粉の出現率が最も低くなり、寒冷化がかなり進んだようになっているが、これは人為的伐採の影響がかなり大きいためである。

山岳地と低地で時間的にほぼ同調する植生変遷が認められたことにより、アカガシ垂属の古気温曲線が低地での気温変化を知る一つの手段となり得ると考えられる。しかし、このアカガシ垂属古気温曲線にはまだ多くの問題があり、今後さらに検討していきたい。

#### 4. ま と め

東京湾 (N35°34'42", E135°47'50") の水深14mで採取した湾底下深さ443cmの堆積物の花粉分析を行った。

1. 堆積物は全て粘土質であった。
2. 花粉分析結果から後氷期の最温暖期以降の東京湾周辺の植生変遷は、寒暖を繰り返しながら冷温化する気候変動を示すものである。特に R-IIIa と定義 (塚田, 1963)<sup>7)</sup>された時代は、本研究において以下のようにさらに3つに分けることができた。
  1. 0~80cm: *Pinus*, *Cryptomeria*, *Cyclobalanopsis* 時代 (TO-1 帯, R-IIIb 帯)
  2. 80~200cm: *Cyclobalanopsis*, *Carpinus*, *Betula*, *Fagus* 時代 (TO-2 帯, R-IIIa 帯)
  3. 200~320cm: *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* 時代 (TO-3 帯, R-IIIa 帯)
  4. 320~443cm: *Cyclobalanopsis*, *Betula*, *Fagus* 時代 (TO-4 帯, R-IIIa 帯)

この結果と関東平野およびその周辺の花粉分析結果と比較すると、約4,000年前からの植生変遷史を含んでいるとみられる。

3. 今回の東京湾の分析では、燧灘のような海底堆積物の特徴がみられなかった。その原因として、試料採取地点が沿岸部に近いこと、東京湾が浦賀水道のみで外洋に通じている閉鎖的な湾であることから、海域での浮遊力などの差が顕在化していないと考えられる。
4. 走査電子顕微鏡により、深さ290cmの *Cyclobalanopsis* 化石花粉の種の同定を行った。藤木・三好 (1995)<sup>8)</sup>よりツクバネガシ (*Quercus sessilifolia*), アラカシ (*Q. glauca*), ウラジロガシ (*Q. salicina*) を確認することができた。



5. アカガシ亜属花粉の出現率を用いて古気温曲線を作成した。阪口 (1993)<sup>9)</sup>のハイマツ古気温曲線とほぼ類似した曲線を示した。

稿を終えるにあたり、本稿の校閲をして下さった千葉経済大学短期大学部 内山 隆博士に厚くお礼申し上げる。

#### 参考文献

- 1) 松下まり子：播磨灘表層堆積物の花粉分析 — 花粉組成と現存植生の比較 —. 第四紀研究, **20**, 89—100 (1981).
- 2) 藤木利之, 三好教夫, 中村隆昭：海底堆積物の花粉分析学的研究. 1. 燧灘 (愛媛県). 岡山理科大学紀要, **30**, 153—159 (1995).
- 3) 森由紀子：東京湾湾底コアの花粉分析. 第四紀研究, **4**, 191—199 (1965).
- 4) 藤木利之, 三好教夫：中国地方の湿原堆積物の花粉分析学的研究. V. 犬伏峠湿原 (岡山県). 岡山理科大学自然科学研究所研究報告, **20**, 77—82.
- 5) 遠藤邦彦, 小杉正人, 松下まり子ら：千葉県流山湾周辺域における完新世の環境変遷史とその意義. 第四紀研究, **28**, 61—77 (1989).
- 6) 松下まり子：銚子半島高神低地の後氷期における植生変遷史. 日本生態学会誌, **41**, 19—24 (1991).
- 7) Tsukada, M.: Umbrella pine, *Sciadopitys verticillata*: Past and present distribution in Japan. Science, **142**, 1680—1681 (1963).
- 8) 藤木利之・三好教夫：アカガシ亜属(ブナ科コナラ属)の花粉形態. 日本花粉学会会誌, **41**, 21—29 (1995).
- 9) 阪口 豊：過去8000年の気候変化と人間史の歴史. 専修人文論集第51号, 79—113 (1993).
- 10) Lamb, H. H.: The early medieval warm epoch and its sequel. Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **1**, 13—37 (1965).

# Palynological Studies of Marine Sediments in Japan

## 2. Tokyo Bay (Tokyo)

Toshiyuki FUJIKI, Norio MIYOSHI and Takaaki NAKAMURA\*

*Department of Applied Science,*

*Faculty of Science,*

*Okayama University of Science,*

*Ridai-cho 1-1, Okayama 700, Japan*

*\*Department of Ocean Engineering,*

*Faculty of Ocean Science,*

*Tokai University,*

*Orido 3-20-1, Shimizu 424, Japan*

(Received 30, 1995)

A core 443 cm long containing clay deposits was sampled from marine sediments at 14 m depth by a marine research ship (Bousei-maru) owned by Tokai University in Tokyo Bay (coordinates N 35°34'42", E 135°47'50") in the Kanto district, eastern Japan.

Pollen and spore analyses showed four local pollen assemblage zones (TO) coordinating one Japanese regional pollen zone (R) of the postglacial period.

HI-4 *Cyclobalanopsis, Betula, Fagus* stages

(443-320 cm in depth, R-IIIa zone)

HI-3 *Cyclobalanopsis, Castanopsis* stages

(320-200 cm in depth, R-IIIa zone)

HI-2 *Cyclobalanopsis, Castanopsis, Carpinus, Betula, Fagus* stages

(200-80 cm in depth, R-IIIa zone)

HI-1 *Pinus, Cryptomeria, Cyclobalanopsis* stages

(80-0 cm in depth, R-IIIb zone)

Compared with the results of pollen analyses from the Kanto district shows that the present core contains a vegetational history spanning approximately 4,000 years before present. Although the sediments are marine, the pollen diadram has terrestrial characters. Caused by the fact that the boring point was located near the coast, Tokyo Bay is a closed bay having only the Uraga Channel and the ocean current is weak. Fossil pollen morphology of subgenus *Cyclobalanopsis* by scanning electron microscopy identified three species: *Quercus sessilifolia*, *Q. glauca* and *Q. salicina*.