横浜市における中・上部更新統の花粉群変遷

西 村 祥 子*

The transition of pollen assemblages in the Middle and Upper Pleistocene sediments in Yokohama City, South Kanto, Japan

Shoko NISHIMURA*

Abstract In Yokohama City, South Kanto, the Pleistocene sediments are widely distributed, namely, Naganuma Formation, Byobugaura Formation, Tama Loam, Shimosueyoshi Formation and others. Since OTSUKA's work (1937), it has been generally admitted that those sediments are regarded as the standard sequence of the Middle and Upper Pleistocene in Japan. Recently, KANTO QUATERNARY RESEARCH GROUP (1974) reexamined this region and clarified that those sediments are distinguished into several units which have cyclic lithofacies changes.

Paleobotanical studies on those sediments were also made by ENDO (1933), MIKI (1938), SHIMAKURA (1936, 1961) and others. But those data are fragmentary and exact stratigraphical horizons which yielded the fossil materials are ambiguous in many localities. So, many problems have been left for systematical research on the vegetational transition in this region.

The author carried out the pollen analysis of the Pleistocene sediments and considered the vegetational transition, paleoclimate and sedimentary environment. And then, she discussed the correlation of their stratigraphic positions.

The results are summarized as follows.

1) By the pollen assemblages, the Middle and Late Pleistocene are divided into 9 zones, namely, *Picea-Pinus* zone, *Haploxylon-Fagus* zone, *Fagus-Cyclobalanopsis* zone, *Diploxylon-Cryptomeria* zone, *Picea-Cryptomeria* zone, *Diploxylon-Fagus-Ulmaceae* zone, *Picea* zone, conifer-*Ulmus-Zelkova* zone and *Picea-Pinus-Cryptomeria* zone in ascending order.

2) By considering the pollen assemblages and macro-plant fossils in each zone, the paleo-environment and the process of climatic changes in the Middle and Late Pleistocene are clarified.

3) The Tsurumi Formation in the north of Yokohama City, regarded as the deposit before the Shimosueyoshi Stage, is correlated with the Maioka Formation and/or the lower part of the Totsuka Formation.

4) The Middle Pleistocene sequence from the Naganuma Formation to the Tsuchihashi Loam in this district is correlated with the upper part of the Osaka Group in the Kinki District.

5) *Liquidambar*, regarded as "tertiary plant" which disappeared in the Early Pleistocene, survived till the Middle Pleistocene and flourished for a while in the age of *Diploxylon-Cryptomeria* zone in the Pacific area.

はじめに

横浜市周辺に広く分布する第四系は、大塚弥之助をは

じめ多くの研究者により古くから研究されてきた(大塚, 1937; 関東ローム研究グループ, 1960; 成瀬, 1960; 他)。そして、長沼層、屏風ガ浦層、多摩ローム層、下末吉層、等の地層は日本における中・上部更新統の代表的な地層として知られている。最近、これらの地層は火

1979 年 9 月 25 日受理

* 〒305 茨城県新治郡桜村吾妻二丁目 905-506. Azuma 2-905-506, Sakura-mura, Niihari-gun, Ibaraki-ken, 305 Japan.

山灰層序に基づいて細分されるに至り、海成層とローム層がそれぞれ周期性をもって繰り返し堆積していることが明らかになった（関東第四紀研究会，1974）。

一方、当地域に産出する植物体化石については遠藤（1933）、島倉（1936）、Miki（1938）などの報告があり、花粉化石については島倉（1961）の報告があるが、それらの試料の採取層準は断片的であり、現在ではその層準も不明のところが多いため、これらの研究結果をもとにして植生変遷を考察することはできなかった。

筆者は関東第四紀研究会のメンバーとして、この地域の第四系の花分析をおこない、古植生および古気候を考察するとともに、各地層の堆積時代や他地域との地層の対比の問題についても検討を試みた。従来多くの地域において、中部更新統は植物化石をあまり含まない高位段丘堆積物で代表されると考えられてきた。そのため、中期更新世の植生については不明の点が多かったが、この研究により、これらが少なからず明らかになったと考える。

この研究をすすめるにあたり、京都大学の亀井節夫教授、大阪市立自然史博物館の那須孝悌氏、信州大学の酒井潤一氏には御指導と有益な助言をいただいた。東京都立大学の菊地隆男氏、和光高等学校の大沢進氏をはじめ関東第四紀研究会の各位からは地質、層序について御教示をいただき、さらに試料採取に際しても協力していただいた。また、大沢進氏には植物体化石についても多くの御教示をあおいだ。以上の諸氏に厚くお礼を申しあげる。

層序および試料

関東第四紀研究会（1974）によって確立され、その後一部改訂された試料採取地域の標準層序は Table 2 に示すとおりである（関東新生代構造研究グループ，1977）。上総層群を基盤として、長沼層から新期ローム層に至る第四系が発達する。このうち、長沼層、屏風ガ浦層、上倉田層、西根層、舞岡層、戸塚層および下末吉層はいずれも海成層であり、それらの層相は共通の特徴を持つ。すなわち、明らかな不整合で下位の地層をおおい、下位から上位にむかい、淘汰の悪い泥質の堆積物→泥→（礫）→砂→（砂泥互層）→火山灰（ローム）のように変化する。一方、平戸ローム層、山王台ローム層、西根ローム層、舞岡ローム層、土橋ローム層および下末吉ローム層はいずれも海成層を整合におおい、その境界部分には水中堆積の火砕物、泥炭質シルト、火山灰質砂泥などの互層をはさむ。なお、今回、花粉分析をおこなった地層を中心

Fig. 1. Index map showing the studied area.

に、本研究に関連のある地層についてのみ、当地域における層相の特徴を関東第四紀研究会（1974，1975*）に基づいて略記する。

長沼層：上総層群を長沼不整合によっておおう。よくしまった青灰色シルト岩からなる下部泥層，黄褐色～褐灰色の中部砂礫層，黄～淡黄褐色の中粒砂からなる上部砂層にわけられる。最大層厚 50 m。

屏風ガ浦層：泥炭層および白色粗粒軽石層（下倉田ガラバミ）を伴う火砕質シルトの最下部層，中粒砂からなる下部砂層，中部スコリア質シルト層，および中粒砂，シルト，粘土の互層からなる上部砂泥互層にわけられる。最大層厚 60 m。

上倉田層：青灰色スコリア粒を点在し葉片などの植物体化石を伴う下部泥層，および火砕物を混じた中粒砂を主とする上部砂泥互層にわけられる。最大層厚 30 m 以上。

山王台ローム層：Sa-1～Sa-13 の特徴的な軽石層およびスコリア層を挟み，青灰色ないし暗褐色の岩片が点する固結した褐色ローム層。層厚約 20 m。

西根層：火山灰質砂泥互層。分布範囲は狭い。層厚 20～30 m。

* 関東の四紀，No. 2。

西根ローム層：オレンジ色のスコリアを多く含み，粘土化の進んだ固結度の高いローム層．層厚数 m．

舞岡層：火山砕屑物に富み，砂・礫・泥からなる．最大層厚約 20 m．分布は狭い．

舞岡ローム層：Mi-1～Mi-13 の特徴的な軽石層と数枚の泥層を挟在する軽石質のローム層．層厚約 20 m．なお舞岡ローム層の下部と舞岡層の上部は同時異相の関係を示す．

戸塚層：灰白色～黄色の直径 5～10 mm の軽石粒を多量に含み，淘汰の悪い砂・泥からなる．層厚 20 m 以下．

土橋ローム層：Ts-1～Ts-11 の軽石層を挟在する軽石質の褐色ローム層．層厚 15 m 以上．なお，土橋ローム層の下部は戸塚層と同時異相の関係にある．

下末吉層：暗青灰色～褐色の泥，および少量の火山灰・軽石などを含む褐色～黄褐色の中～細粒砂からなる．最大層厚 20 m．

下末吉ローム層：連続性の良い粘土化した 10 数枚の粗粒軽石層を挟在する褐色ローム層．最大層厚 17 m．

武蔵野ローム層：2 枚の明瞭な軽石層（三浦パミス，東京パミス）を挟む．層厚約 5 m．

次に，それぞれの試料の採取地点 (Fig. 2) における地層の特徴をのべる．なお，各地点の地層の対比を Fig. 3 に示す．

西谷（横浜市戸塚区小菅谷町西谷，地点番号 Ny，関東第四紀研究会（1974）の露頭番号 15G2，以下同じ）：

海棲軟体動物化石を含む長沼層下部泥層が発達する．層厚約 6.5 m で，その下限は不明である（試料番号 Ny-2～8，以下同じ）．この泥層は屏風が浦層に不整合でおおわれる．

下倉田（戸塚区下倉田町，Sk，15F1，2）：15F2 では長沼層上部砂層がみられ，ムラサキ火山灰層の上位 2 m に約 5 cm の泥炭層を挟む (Sk-14)．15F1 では屏風が浦層最下部層がみられ，下限は不明であるが，数枚の白色粗粒の軽石層と軽石を含む泥炭質シルト層および砂層が発達し，多量の *Trapa* の種子が含まれる (Sk-1～13)．

遣が谷（戸塚区上倉田町遣が谷，Yy，14F9）：屏風が浦層中部スコリア質シルト層を不整合におおって，層厚 1.5 m の砂層と 50 cm の葉片を多量に含む泥炭層からなる上倉田層下部層が発達する (Yy-1～3)．約 1 m の不明部分を挟んで，上位には層厚約 18 m の上倉田層上部砂泥互層が発達する (Yy-4～28)．

櫓下（戸塚区新橋町櫓下，Ys）：上倉田層上部層を整合におおって厚さ約 50 cm 泥炭層が発達する (Ys-1，2)．泥炭層から漸移する山王台ローム層には Sa-2 (ゴマテキ) が挟まれる．なお，Ys'-3，4 は Ys 地点から西に約 5 m 離れた同一層準のものである．

吉田（戸塚区吉田町，Yd，13F2）：山王台ローム層の Sa-5 (イエロー) の下位約 1.5 m のところに，材化石を多量に含む薄い泥炭層が 2 枚発達する (Yd-1，2)．

西根（戸塚区舞岡町西根，Nn，12G3，4）：12G3 では *Picea cf. maximowiczii* の球果を多産する西根層上部の

Fig. 2. Maps showing the sampling localities.

The provinces of A and B are shown in Fig. 1.

The topographic maps "Yokohama" (A) and "Tokyo-Seinanbu" (B), 1:50,000 in scale, published by Geographical Survey Institute are adopted.

砂泥互層が発達する (Nn-11, 12). この砂泥互層は西根ローム層におおわれる. 12G4 では数枚の軽石層と軽石に富む泥炭層を挟む舞岡ローム層が発達する. Mi-2(ホンガラ)と Mi-3 (アリタマ) の間の泥炭層 (Nn-1), Mi-3 の上位 (Nn-3), Mi-5 (ウエガラ) の下位 (Nn-5~7), Mi-9 (オリーブ) の下位 (Nn-4, 8) および Mi-12 (ニセサンショク) の下位 (Nn-9, 10) の泥炭層から採取. なお, Nn-9, 10 は他の試料採取地点より北東に約 20 m 離れた地点で採取した.

柏尾 (戸塚区柏尾町, Ko, 11G1): 多量の軽石と植物体化石を含む砂泥互層からなる舞岡層が発達 (Mo-2~8).

南太田 (南区南太田町, Mo, 9N1): 従来保土ヶ谷礫層と呼ばれ, 戸塚層に含まれる礫層の中に, Ts-9 (ニセトウキョウ) を下位に伴った厚さ 70 cm の泥炭層が発達する (Mo-1, 2). 泥炭層中には *Menyanthes trifoliata* の種子が多量に含まれる.

六ツ川 (南区六ツ川二丁目, Mk, 10K2): 植物体化石や軽石を多く点在する泥炭~泥炭質シルト層が厚い粗粒の軽石層を挟む土橋ローム層を伴って発達する. Ts-5 (ウワバミ β) と Ts-7 (ウワバミ γ) の間には下限不明であるが厚さ 370 cm の *Menyanthes trifoliata* の種子を含む泥炭層 (Mk-1~22), Ts-11 の上位約 50 cm には

Alnus japonica, *Sapium sebiferum*, *Styrax japonica* の化石を含む厚さ 40 cm の泥炭質シルト層 (Mk-23) がある.

宮の谷 (戸塚区戸塚町宮の谷, My, 13D4): 白色の粗粒軽石や植物体化石を含む泥炭質シルト層が発達する (My-1, 2). 正確な層準は不明であるが, 戸塚層に含まれる.

新羽 (港北区新羽町中井根, Np, 関東第四紀研究会 (1970) の Loc. 108): この地点は他層の試料採取地域の北方に隣接する下末吉台地にあり, 下末吉層が広く分布する. 多くの海棲軟体動物化石を含む下部砂質シルト層と上部中粒砂層にわけられ, 下部層から試料を採取 (Np-1~29).

給田 (戸塚区新橋町給田, Kd): 下末吉ローム層を不整合におおって, 武蔵野ローム層基底に軽石, 植物体化石を多量に含む泥炭層が発達する (Kd-1~5). 泥炭層より上位 2.5 m のローム層に三浦パミス, 東京パミスが挟まれる.

分 析 結 果

各採取地点で得られた試料から約 200 g をとり, 次の方法で薄片を作成した. 10 %KOH 処理 (室温: 48 時間) → 混酸処理 (HCl, HNO₃, H₂O の等量混液, 湯煎:

Table 1. Occurrence of pollen excluded from the pollen diagrams.

Sample no.	Ny-					Sk-										Yg-											
Pollen taxa	8	7	4	3	2	14	13	10	9	8	6	5	4	3	2	1	1	3	4	8	9	11	15	16	19	22	24
<i>Metasequoia</i>			0.7			0.4															0.3	0.3					
<i>Glyptostrobus</i>	0.4	0.4	0.7																								
<i>Pseudolarix</i>						0.4																					
<i>Carya</i>	0.4																										
<i>Rhus</i>									0.3						0.3	0.2							0.3				
<i>Parthenocissus</i>								0.2			0.3					0.2											
<i>Cornus</i>																			0.5	0.3				0.6			
<i>Adenophora</i>				0.2																							
<i>Labiatae</i>											0.3		0.4														
<i>Utricularia</i>														0.3							0.2						
<i>Patrinia</i>				0.2																							
<i>Polygonaceae</i>	0.2	0.2	0.3	0.2																							
<i>Chenopodiaceae</i>			0.3		0.3																		0.6		0.3	0.5	
<i>Ranunculaceae</i>		0.2		0.2																						0.3	
<i>Palmae</i>																			0.2								
<i>Iridaceae</i>								0.3	0.3			0.3							0.3								
<i>Moraceae</i>											0.3																

Sample no.	Ys-				Yd-		Nn-				Ko-			Mk-							Mo-	Np-						Kd-
Pollen taxa	1	2	3	4	1	2	5	8	4	10	2	3	8	1	2	3	4	5	6	11	2	9	11	13	19	21	25	3
<i>Metasequoia</i>					0.8			0.2																				
<i>Glyptostrobus</i>					0.8		1.4	0.5			0.2			0.6														
<i>Liquidambar</i>	1.5																											
<i>Pseudolarix</i>	0.2																											
<i>Rhus</i>											0.4												0.3	0.3		0.2	0.2	
<i>Parthenocissus</i>				0.3										0.3										0.3				
<i>Cornus</i>											0.3																	
<i>Aesculus</i>																												
<i>Adenophora</i>																												
<i>Labiatae</i>							0.4	0.2		0.2				0.2	0.2					0.2								
<i>Utricularia</i>																				0.2								
<i>Galium</i>																				0.2								
<i>Patrinia</i>																				0.2								
<i>Polygonaceae</i>		0.3				0.3																						
<i>Chenopodiaceae</i>									0.4																		0.2	0.3
<i>Ranunculaceae</i>							0.3						0.3															
<i>Iridaceae</i>	0.3		0.7			21D															0.3							
<i>Eriocaulon</i>																					0.3				0.2

Fig. 3. Columnar sections of each locality showing the sampling horizons.

Fig. 4. Pollen diagram of the Naganuma Formation at Nishiyato.

Fig. 5. Pollen diagram of the Naganuma and Byobugaura Formations at Shimokurata.

2分)→10% KOH 処理 (湯煎: 5分)→蒸発皿処理→重液分離 (ZnCl₂, 800~1,000 rpm: 90分)→HF 処理 (室温: 48時間)→アセトリシス処理 (湯煎: 1分)→封入 (グリセリンゼリー)→密封 (マニキュア)。なお、各処理の間には水洗をおこなった。検鏡は 400 倍および 1,000 倍でおこない、木本花粉*が 250 個以上になるよう数えた。

* 本論文では、木本花粉に樹木花粉および灌木花粉を含める。

分析結果は採取地点ごとにダイアグラムで示し、出現のまれな種類については Table 1 にまとめて示した。木本花粉については木本花粉の総数を基数に、草本花粉については全花粉を基数に百分率で示し、木本花粉、草本花粉および羊歯・蘚苔類胞子の割合を付記した。

次に、各地点での花粉群の特徴をのべる。

西谷 (Fig. 4): 花粉含有量はきわめて少ない。Picea, Pinus (Diploxylon, Haploxylon がほぼ同率) が優勢、

Abies, *Tsuga*, *Alnus* も比較的高率である。 *Cryptomeria*, *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fagus*, *Lepidobalanus*, *Juglans-Pterocarya* および *Ulmus-Zelkova* は大部分 4% 以下であるが安定して出現する。草本の占める割合は比較的高く、特に *Artemisia*, *Gramineae*, *Cyperaceae* が高率である。

下倉田 (Fig. 5) : 長沼層上部層 (Sk-14) では *Pinus* (*Diploxylon*, *Haploxylon* がほぼ同率) が優勢で, *Alnus*, *Fagus*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga* および *Cryptomeria* がほぼ同率で伴われる。草本では *Gramineae*, *Typha* が高率である。

屏風ガ浦層最下部層 (Sk-1~13) では *Pinus* (*Haploxylon*) が 30~60% で最優占するが、他の針葉樹は低率である。 *Alnus*, *Fagus*, *Ulmus-Zelkova* は比較的高率である。草本の占める割合は低いが *Persicaria*, *Gramineae* および *Cyperaceae* は安定して出現する。

遣方谷 (Fig. 6) : 下部 (Yy-1~8) では *Cupressaceae-Taxaceae*, *Fagus*, *Carpinus*, *Ulmus-Zelkova* が優占し, *Cyclobalanopsis* および *Acer* が伴われる。中部 (Yy-9~15) および上部 (Yy-17~28) では *Cyclobalanopsis* が *Fagus* とともに優占し, *Ulmus-Zelkova* が伴われるが, *Cupressaceae-Taxaceae* は 5% 以下になり, *Acer* はほとんど出現しない。中部ではこの他に *Carpinus*, *Juglans-Pterocarya* が比較的高率であるが、上部ではこれらは漸減し、代わって *Picea*, *Tsuga*, *Betula*, *Lepidobalanus* などが次第に高率になる。草本の占める割合は下部で高く, *Gramineae*, *Cyperaceae* および *Typha* が高率であるが、中・上部での草本の占有率は非常に低い。

槽下 (Fig. 7) : 下部 (Ys-1) では *Alnus* が 70% にも達して優占し, *Cyclobalanopsis* および *Cryptomeria* が伴われる。上部 (Ys-2~4) では *Cryptomeria* が *Alnus* とともに優占し, *Pinus* (*Diploxylon*), *Abies*, *Tsuga*, *Picea* および *Fagus* が伴われる。 *Cyclobalanopsis* は非常に低率になる。

吉田 (Fig. 7) : 下部 (Yd-2) では *Pinus* (*Diploxylon*), *Sciadopitys* および *Alnus* がほぼ同率で優占し, *Picea*, *Cryptomeria* が伴われるが、上部 (Yd-1) では *Cryptomeria* が 60% 以上で最優占し、他の木本は低率である。下部で *Iridaceae* が 20% にも達するが、上部での草本の占める割合は非常に低い。

西根 (Fig. 8) : 西根層上部 (Nn-11, 12) では *Picea* および *Alnus* が優占し, *Pinus*, *Cryptomeria* がこれに続く。他の木本はほとんど出現しない。草本では *Artemisia*, *Leguminosae*, *Gramineae* および *Cyperaceae*

が高率である。

舞岡ローム層のうち、下部 (Nn-3) および上部 (Nn-10, 9) では *Pinus* (*Diploxylon*) が優占し, *Picea*, *Celtis-Aphananthe*, *Cryptomeria* が比較的高率でこれに続く。 *Abies*, *Tsuga* の他に *Fagus*, *Lepidobalanus* をはじめ多くの広葉樹が伴われる。中部 (Nn-5~4) では *Cryptomeria* が 40~60% で最優占し, *Picea*, *Alnus*, *Pinus* および *Abies* が伴われる。しかし、中部の最上部 (Nn-4) では *Pinus* (*Haploxylon* がやや優勢) が最優占する。草本の占有率は特に下部と上部で高く, *Artemisia*, *Gramineae*, *Cyperaceae* がその大部分を占める。

柏尾 (Fig. 9) : *Pinus* (*Diploxylon*) が全層準で高率である。 *Fagus* は下部で高率であるが、上部に向って減少する。 *Picea*, *Abies*, *Cryptomeria*, *Juglans-Pterocarya*, *Ulmus-Zelkova* はほとんど同率で安定して出現する。 *Tsuga*, *Alnus*, *Carpinus* は下部で比較的高率、上部で低率であるが, *Cyclobalanopsis*, *Celtis-Aphananthe*, *Largerstroemia* は反対の傾向を示す。草本は特に下部で高い割合を示し, *Artemisia*, *Gramineae* および *Cyperaceae* がその大部分を占める。

南太田 (Fig. 10) : *Picea* が 65~80% を占める。 *Pinus* (*Haploxylon*), *Abies*, *Tsuga*, *Larix*, *Cryptomeria* などの針葉樹が伴われるが, *Alnus* 以外の広葉樹は非常に低率である。草本では *Menyanthes*, *Gramineae* および *Cyperaceae* が高率で出現する。

六ツ川 (Fig. 11) : 最下部 (Mk-1) では *Pinus* (*Diploxylon* やや優勢) が 30% で優占し, *Picea*, *Cryptomeria*, *Ulmus-Zelkova*, *Celtis-Aphananthe* など多くの針葉樹・広葉樹が伴われる。中部 (Mk-2~22) では *Picea* が優占し, *Alnus*, *Pinus* (*Haploxylon*), *Abies* および *Tsuga* がこれに続く。 *Larix*, *Betula*, *Corylus* なども低率であるが出現する。最上部 (Mk-23) では *Alnus* 70% 以上で最優占し, *Cryptomeria*, *Pinus*, *Ulmus-Zelkova* が伴われるが、他の木本は非常に低率である。草本の占める割合は特に中部で高く, *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Artemisia*, *Carduoideae* が高率である。 *Sanguisorba*, *Menyanthes* をはじめ多くの草本が低率ではあるが出現する。

宮の谷 (Fig. 10) : *Cryptomeria* が優占し, *Pinus* (*Diploxylon*), *Picea*, *Alnus*, *Juglans-Pterocarya* および *Syringa* がほぼ同率で伴われる。 *Cyclobalanopsis*, *Celtis-Aphananthe*, *Largerstroemia* も低率であるが出現する。草本の割合は高く, *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Artemisia*, *Carduoideae* が特に高率である。

新羽 (Fig. 12) : 全層準をとおりて, *Alnus* が優占し,

Fig. 6. Pollen diagram of the Kamikurata Formation at Yarigaya.

Fig. 7. Pollen diagrams of the Sannodai Loam at Yagurashita and Yoshida.

Pinus (*Diploxylon*), *Picea*, *Tsuga*, *Cryptomeria* および *Ulmus-Zelkova* が 10% 前後 伴われる。 *Abies*, *Fagus*, *Lepidobalanus*, *Juglans-Pterocarya*, *Ilex*, *Largerstroemia* 等も低率であるが安定して出現する。草本の占める割合は低いが, *Artemisia*, *Persicaria*, *Gramineae*, *Cyperaceae* は普遍的に出現する。

給田 (Fig. 13) : 下部 (Kd-1) では *Pinus* (*Diploxylon*), *Picea*, *Cryptomeria*, *Alnus* および *Ulmus-Zelkova* が

高率を占め, *Abies*, *Tsuga*, *Carpinus*, *Fagus*, *Juglans-Pterocarya* に加え, *Cyclobalanopsis*, *Celtis-Aphananthe*, *Largerstroemia* も低率であるが伴われる。上部では *Picea* が 50% 以上にも達して優占し, *Pinus*, *Cryptomeria* および *Alnus* が伴われるが, 他の木本は非常に低率であるか全く出現しない。草本の占有率は下部で高く, *Gramineae*, *Cyperaceae* が高率である。

Fig. 8. Pollen diagram of the Nishine Formation and the Maioka Loam at Nishine.

考察

A. 花粉群にもとづく分帯

前述したように、当地域では舞岡層と舞岡ローム層および戸塚層と土橋ローム層が一部同時異相の関係にある。そして、軽石層の対比から柏尾の舞岡層上部は西根の舞岡ローム層下部と同時期の堆積物であると考えられる。また、南太田の Mo-1, 2 は六ツ川の Mk-22 と Mk-23 の間の層準になる。しかし、宮の谷の戸塚層は正確な層準が不明なので土橋ローム層との対比はできない。

このことを考慮して、花粉分析の結果から優占する木本花粉をもとに地層をみると、次の 9 帯に分けられる (Table. 2)。

Pinus-Picea zone (長沼層), *Haploxyton-Fagus* zone (屏風ガ浦層最下部層), *Fagus-Cyclobalanopsis* zone (上倉田層), *Diploxyton-Cryptomeria* zone (山王台ローム層), *Picea-Cryptomeria* zone (西根層上部), *Diploxyton-Fagus-Ulmaceae* zone (舞岡層, 舞岡ローム層, 戸塚層下部 (My-1, 2), 土橋ローム層最下部 (Mk-1)), *Picea* zone (戸塚層上部 (Mo-1, 2), 土橋ローム層中部 (Mk-2~22)), *conifer-Ulmus-Zelkova* zone (土橋ローム層最上部 (Mk-23), 下末吉層) および *Picea-Pinus-Cryptomeria*

zone (武蔵野ローム層)。

今回の花粉分析は当地域に分布する中・上部更新統の全層準をおおうものではない。さらに、前章でのべたように、各海成層は共通の特徴を持ち、この特徴から、海進の開始とともに細粒物質により谷が埋めつくされてゆき、海進の極大に達する時期には埋めつくされた谷の上に平坦面が作られ、やや粗粒の物質の堆積をみるようになり、やがて海退の開始とともに降下火砕物を堆積させながら陸化し、浸食谷が発達するという過程がくりかえし生じたと考えられている (関東第四紀研究会, 1974)。このため、上述した花粉帯は中・後期更新世の地層を完全におおうものではなく、それぞれの帯の間に別の帯が入る可能性はある。

B. 古植生・古気候および堆積環境

花粉群がどの程度周辺植生を反映するのかを考察するにあたっては、花粉の生産量、飛散、運搬、堆積、化石化の過程など複雑な要素がからみあうため、考慮しなければならぬ問題が多い (那須, 1970; 相馬, 1976; 他)。しかし、中村ほか (1974) の四国・土居川の河川堆積物、灰方湾、九州・崎津湾および九州西方海域の低質の花粉分析結果と後背地の植生の関係、飯田 (1973) の

Fig. 9. Pollen diagram of the Maioka Formation at Kashiwao.

Fig. 10. Pollen diagrams of the Totsuka Formation at Miyanoyato and Minamiota.

Fig. 11. Pollen diagram of the Tsuchihashi Loam at Mutsukawa.

Fig. 12. Pollen diagram of the Shimosueyoshi Formation at Nippa.

Fig. 13. Pollen diagram of the Musashino Loam at Kyuden.

Fig. 14. Pollen diagram of the Tsurumi Formation and Musashino Loam at Okurayama.

中村泥炭層の同一層準における地点ごとの花粉群の違いなどを検討すると、大きくみれば、花粉群はその堆積地の集水域の植生と、堆積地付近の局地的な植生との混合した型を示すものであり、集水域以外の遠距離から飛来した花粉はほとんど無視しうるものと思われる。このため、外洋性堆積物の花粉群はより広範な後背地植生を反映しており、一般的にいわれている現世海成堆積物中の *Pinaceae* の高率 (島倉, 1968) は生産量や飛散能力の他に後背地の拡大が大きく作用しているものと思われる。このようなことを考慮して各帯での特徴を次のべる。

Pinus-Picea zone : *Pinaceae* および *Tsuga* の高率は外洋性堆積物のためとも考えられるが、これらの木本が普遍的に高率であること、温暖系の木本が非常に低率であること、*Scabiosa*, *Menyanthes*, *Epilobium*, *Bistorta* などの寒冷系草本が低率ながら普遍的に出現、*Artemisia*, *Gramineae*, *Cyperaceae* が高率であることから、落葉広葉樹を伴った針葉樹林が発達、草地もかなり広がっており、冷涼で乾燥した気候が推定される。しかし、次第に *Picea* および寒冷系草本の後退と *Pinus* および *Tsuga* の進出があり、さらに後には *Pinaceae* 全体の後退と *Cryptomeria* および *Fagus* の増加があることから、冷涼・乾燥気候は徐々に回復していったものと考えられる。

長沼層については、軟体動物化石 (大塚, 1937)、底棲有孔虫・浮遊性有孔虫化石 (浅野, 1938; 樋口, 1956; 内尾, 1967; 他) について多くの研究がされてきており、一般的には暖流系 (黒潮) の外洋性堆積物とされている。しかし、浮遊性有孔虫化石から寒冷系の表層水が流れていたとする意見もある (Ujiié & KAGAWA, 1963)。花粉分析の結果は後者の意見を支持するものであるが、有孔虫化石については解釈上に問題もあり (内尾, 1968)、一概に結論を下すことはできない。海流の流れと冷涼気候下の植生であった後背地の関係について、今後さらに検討がなされねばならない。

Haploxyton-Fagus zone : 比較的乾燥した尾根筋には *Haploxyton* を主とする針葉樹が、流水または伏流水のある谷筋には *Fagus* を優占として *Ulmus*, *Zelkova* などに伴う広葉樹林が発達していたものと推定される。*Larix-Pseudotsuga* は花粉形態から *Pseudotsuga* と考えられ、*Pseudotsuga* や *Largerstroemia* もわずかであるが生育し、*Buxus* も時には侵入してきた。草本、羊歯類は非常に少ないが、水域には *Trapa*, *Typha* などとともに、*Salvinia natans* も生育していた。全般に温暖で湿潤な気候が推定される。このような古気候は、*S. natans* の現在の生育環境での気候、および *S. natans* の生育していた大阪層

群堆積時代に推定される古気候 (NASU & SETO, 1976) と一致する。

従来、屏風ガ浦層からは植物体化石が数多く知られており、本研究の試料採取地点周辺では MIKI (1938) が「下倉田亜炭層」として、*Pinus Armandi**, **, *Alnus japonica*, *Fagus Hayatae**, *Zelkova Ungerii**, *Euryale ferox*, *Nelumbo nucifera*, *Nuphar cf. akasiensis**, *Ceratophyllum demersum*, *Magnolia kobus*, *Wistoria floribunda*, *Ilex cornuta**, *Acer palmatum*, *Paliurus nipponicus**, *Stuartia pseudocamellia*, *Trapa bicerata**, *Trapa macropoda**, *Trapella sinensis*, *Potamogeton malaianus* など 28 種を報告し、「京都・山城の下部更新統の化石群によく類似し、*Potamogeton malaianus*, *Euryale ferox*, *Trapella sinensis* の生育するような気候であった」と推定している。この推定は花粉群から推定される古気候と矛盾しない。

調査地域において採取された植物体化石については関東第四紀研究会 (1974) にまとめられている。なお、この中の *Fagus* sp. には *F. crenata* および *F. microcarpa* を含むものと思われる (大沢私信)。

尾崎 (1971) は屏風ガ浦層の葉化石群を 5 カ所において研究し、「40 種の樹木のうち、18 種が照葉樹林にのみ分布する種、5 種が温帯落葉樹林帯の種、残りの 17 種が暖帯から温帯にまたがる種」であり、「群集中で分布帯ができる」としている。そして「ブナ林が現在より 400 m 低下し、300~400 m 前後の所にあり、低地部に照葉樹林を発達させえる気候、つまり、現在の横浜より 2°C 強低い太平洋岸型の海洋性気候」を推定している。この結論は、現在の森林垂直分布帯は不変のものであり、したがって、それぞれの森林を構成する種もまた、現在と同じ気候条件下に生育していたという考えにたち、化石群集の中で今日最も気温の低いところに分布する *Fagus crenata* の垂直降下を基本にして出されたものである。しかし、各地から報告されている更新統下・中部の植物体化石群集においては、*Fagus crenata* は現在の照葉樹林を構成する種と共存している場合が多い。そして、*Fagus* は地質時代をとおして生態的に性質を変えてきた (鈴木, 1968)、つまり、湿潤から乾燥、あるいは温暖から寒冷への気候変化に適応してきている (堀田, 1974) と考えられている。このような観点で尾崎 (1971) の化石群集を検討すれば、現在より低い気温ではなく、むしろ、かなり温暖で湿潤な気候が推定される。

* Species extinct or not found in wild in Japan.

** 下倉田亜炭層の *Pinus Armandi* は MIKI (1957) によって、*P. parviflora* と訂正された。筆者も花粉試料採取地点の近く (15F5) で *Pinus* (*Haploxyton*) の種子化石を多数採取したが、種をきめることはできなかった。

Fagus-Cyclobalanopsis zone : 葉化石を多産する上倉田層下部泥層 (Yy-1, 3) と上部砂泥互層最下部 (Yy-4~8) の間には花粉群に急激な変化は認められず、両者とも *Typha* や *Sparganium* の他、*Salvinia natans* が高率で出現する。さらに、Yy-9 以上では草本はほとんど含まれないことから、泥炭を堆積させるような小さな堆積盆は Yy-4~8 にかけて徐々に拡大し、Yy-9 以上では海棲軟体動物化石を産するような完全な海域に変化したものと推定される。しかし、堆積盆拡大期の Yy-6, 8 と拡大後の Yy-9, 10 では、木本花粉に関しては花粉群に大きな違いが無いことから、堆積環境の違いによる花粉群への影響は無視しうるものと考えられる。

植物体化石をも多産する *Fagus* および *Cyclobalanopsis* などの広葉樹が優勢であるが、*Cupressaceae*, *Taxaceae* などの針葉樹も生育しうる環境であった。前の *Haploxyylon-Fagus* zone 時代と同様に、*Pseudotsuga*, *Buxus*, *Salvinia natans* の他 *Myrica* も生育しており、温暖で湿潤な気候であったと推定される。しかし、後には *Tsuga* および *Pinaceae* の増加と、*Cyclobalanopsis* の後退があり、徐々に冷涼化していったものと推定される。

Diploxyylon-Cryptomeria zone : 最下部の花粉群は前時代からの漸移した特徴をもつが、すぐに、*Cryptomeria* が優勢になる。花粉化石ではわずかししか検出されない *Picea* は植物体化石では完全な型で多産するため、異地性のもではなく、比較的堆積地の近くで生育していたものと考えられる。このことから、水の豊富な堆積地周囲には *Cryptomeria* が生育し、周辺の乾燥したところに *Picea* が生育していたが、泥炭は短期間に堆積したものと推定される。前時代末の冷涼化がひき続いていたが、やや乾燥化した。

しかし、この帯の上部の時代になると、*Cryptomeria* とともに *Sciadopitys* も優勢になり、植物体化石でも出現する *Pinus thunbergii* を伴う植生になった。冷涼化がさらに進むと同時に、再び湿潤な気候になったものと推定される。

なお、山王台ローム層とほぼ同時代の堆積物とされている多摩丘陵の御殿峠礫層最上部に発達する泥炭層においても、同様の花粉群が認められる (未公表)。

Picea-Cryptomeria zone : 花粉群で優占する *Picea* および *Alnus* は、それぞれ植物体化石で多産する *Picea maximowiczii*, *Alnus japonica* と推定され、両種に囲まれた集水域の狭い局地的な植生を示すものと考えられる。やや冷涼で乾燥した気候であったが、*Cryptomeria* の生育しうるような伏流水に富み、*Gramineae*, *Cyperaceae*,

Artemisia などの草本の生育する氾濫原も広がっていたものと推定される。

Diploxyylon-Fagus-Ulmaceae zone : 全般的には *Diploxyylon* を主とした針葉樹に *Fagus* および *Ulmaceae* の優勢な植生であった。最下部 (Ko-2~5) の時代には、*Gramineae* をはじめ *Artemisia*, *Cyperaceae* が多く生育する氾濫原的な堆積環境であったが、次第にこれらの草本は後退し、植物体化石でも多産する *Nuphar*, *Nelumbo*, *Trapa*, *Euryale ferox* などの水性植物の生育する安定した堆積環境になった (Ko-6~8, Nn-3) のと推定される。これと同時に、*Fagus* および *Carpinus* が減少し、*Largerstroemia*, *Celtis*, *Aphananthe* が増加するとともに、*Gleditsia japonica*, *Symplocos nyrtaeae*, *Fagara ailanthoides* なども生育していた (関東第四紀研究会, 1974) ことから、徐々に温暖でやや湿潤な気候になっていったものと考えられる。この下部の時代における堆積環境・植生および気候は上部の時代 (Nn-10, 9, My-1, 2, Mk-1) においても安定して維持されたものと推定される。しかし、中部の時代 (Nn-4~5) の植生は上述のものと全く異なり、*Alnus* 以外の広葉樹はほとんど生育しない針葉樹林が広がっていた。やや冷涼化したものと考えられるが、*Euryale ferox*, *Nelumbo nucifera*, *Gleditsia japonica* など下部の時代に生育していた植物はこの時代においても生存を続けており (関東第四紀研究会, 1974)、冷涼化はこれらの温暖植物が耐えられる程度のものであったと推定される。

なお、調査地域の北方の鶴見川流域には、下末吉層に不整合に切られる先下末吉期海進堆積物である鶴見層が分布している (関東第四紀研究会, 1970)。本層の模式地である港北区師岡町大倉山での花粉群は *Diploxyylon-Fagus-Ulmaceae* zone のものとはほぼ一致する (Fig. 14, Ok-1~4. なお、Ok-5 は武蔵野ローム層の基底)。したがって、鶴見層は調査地域の舞岡層または戸塚層下部に対比される。

Picea zone : *Picea* が圧倒的に優勢で、*Haploxyylon*, *Abies*, *Tsuga* および *Larix* を伴う針葉樹が発達し、*Betula*, *Corylus*, *Fagus*, *Ulmus*, *Zelkova* などにもかかわらず生育していた。また、*Gramineae*, *Cyperaceae* を主とし、*Sanguisorba* などの草本も繁茂した氾濫原が周囲に広がっており、寒冷で乾燥した気候が推定される。

なお、島倉 (1936) はこの帯に含まれる南太田の「保土ヶ谷礫層」から *Larix leptolepis* の材化石である *Piceoxylon* aff. *laricum* を報告し、さらに *Picea* を主とする花粉群から「かなり低温」な気候を推定している (島倉,

1961).

conifer-Ulmus-Zelkova zone: 最下部つまり土橋ローム層最上部 (Mk-23) の花粉群からは、植物体化石を多産する *Alnus* が繁茂し、*Pinus*, *Cryptomeria*, *Ulmus*, *Zelkova* がわずかに生育する。非常に狭い範囲の植生が推定できる。一方、花粉試料採取地点の下末吉層下部層は軟体動物化石を多産し、強内湾性の *Theora*, *Raeta*, *Brachidontes*, *Crassostrea* を含むことから、内湾の停滞水域的な堆積環境が推定されている。(関東第四紀研究会, 1970)。内湾沿いの比較的広範な後背地には、特に優勢な木本がなく、*Pinus* (*Diploxylon*), *Picea*, *Tsuga*, *Cryptomeria*, *Ulmus*, *Zelkova* などが混生しており、*Sapium*, *Lagerstroemia*, *Celtis*, *Aphananthe*, *Myrica rubra* なども少ないながら沿岸域に普遍的に生育していたものと推定される。この帯の初期にやや冷涼であった気候は回復して、今日と同じかやや温暖で乾燥した気候が安定して続いていたものと考えられる。

Picea-Pinus-Cryptomeria zone: 初期には針葉樹と *Lagerstroemia* を伴い、*Fagus* の優勢な広葉樹林が広がっていたが、次第に、広葉樹、および *Cryptomeria*, *Abies*, *Tsuga* は衰え、*Picea* を主とする針葉樹林にかわっていった。暖かく、やや湿潤な気候から、寒冷・乾燥気候へ移っていったものと考えられる。

なお、調査地域においては下末吉ローム層の試料は得られなかったが、多摩丘陵北部では、下末吉期の段丘礫層の上に、下末吉ローム層中の Pm-1 軽石層をはさんで植物体化石を多産する泥炭層が発達している (大沢, 1977)。ここでの花粉群の変遷は、横浜・給田でのそれと同様の傾向を示している (未公表) ことから、下末吉ローム層の上部もこの帯に含まれる。

C. 気候変遷

南関東、特に房総半島と三浦半島との鮮新・更新統の層序対比は三梨 (1968) などによって確立され、これに従って、ITIHARA *et al.* (1973) は古地磁気、哺乳動物、有孔虫および花粉化石に基づく編年をおこなった。最近では、横浜地域で再検討された層序をもとにした南関東における層序対比が多く試みられているが、ここでは、関東新生代構造研究グループ (1977) のそれを基にして、南関東における中・後期更新世の気候変遷について検討する。

房総半島においては、長沼層に対比される下総層群の下位に、長沼不整合で切られる上総層群上部の万田野・笠森層が発達している。浮遊性および底棲有孔虫化石か

ら、非常に寒冷な時代の堆積物であり (Aoki, 1963; 青木, 1964; ITIHARA *et al.*, 1973), *Abies*, *Tsuga* などの針葉樹の優勢な花粉群を有する (大西, 1969)。万田野・笠森層と同層準とされている千葉市地下の SA 層群 (楡井ほか, 1975) においても同様の花粉群が認められる (未公表)。*Pinus-Picea zone* 時代は、温暖系の植物をわずかに伴うものの、針葉樹が優占し、冷涼気候が推定され、次第に温暖化の傾向がみられることから、万田野層・笠森層堆積時代の寒冷気候から *Haploxylon-Fagus zone* 時代の温暖気候への回復期にあるものと推定される。

Haploxylon-Fagus zone から *Fagus-Cyclobalanopsis zone* 時代は、*Fagus* が優占する植生が続き、非常に温暖で湿潤な気候を示すことから、一つの間氷期に入るものと推定される。

横浜地域で花粉群を明らかにすることができなかった新沢層に対比される多摩丘陵のおし沼砂礫層には、*Picea* を優占とする花粉群がある (未公表)。したがって、*Fagus-Cyclobalanopsis* 時代の後半から始まった冷涼化は、*Diploxylon-Cryptomeria zone* 時代、*Picea-Cryptomeria zone* 時代の間に次第に悪化し、おし沼砂礫層時代の寒冷、乾燥気候に引き継がれたものと考えられ、これらの時代が一つの氷期に入るものと推定される。

Diploxylon-Fagus-Ulmaceae zone 時代の温暖でやや湿潤な気候は、*Picea zone* 時代の寒冷・乾燥気候を経た後、回復して、*conifer-Ulmus-Zelkova* 時代のやや暖かく、乾燥した気候になる。*Picea zone* 時代が一つの氷期を示す可能性もあるが、*Picea zone* に含まれる地層が非常に薄いこと、および *Diploxylon-Fagus-Ulmaceae zone* と *conifer-Ulmus-Zelkova zone* の花粉群が共通の特徴、すなわち、特に優占する木本がなく、針葉樹と広葉樹がほぼ同率であり、*Celtis-Aphananthe*, *Lagerstroemia* が安定して出現するのに対し、*Cyclobalanopsis* はほとんど出現しないかまたは非常に低率でしか出現しないという特徴を持っていることから、これらの時代が一つの間氷期に含まれ、*Picea zone* 時代はその中の亜氷期であったということも考えられる。

Picea-Pinus-Cryptomeria zone の下限および上限は不明であるが、この針葉樹を優勢とする花粉群は、各木本の構成比は変化するものの、厚い地層に及んでいることから、この *zone* の時代は一つの氷期に含まれるものと推定される。

D. 他地域との対比

花粉化石に基づく第四系の分帯は、おもに近畿地方で

おこなわれてきた。田井 (1966) は大阪層群を Ma3 を境にして、それより下位を *Metasequoia zone*, Ma3 以上を *Fagus zone* とした。那須 (1970) は田井 (1966) の *Fagus zone* を細分し、Ma6 以下を *Fagus zone*, それより上位を *Pinaceae zone* とし、さらに、鮮新世—第四紀の植物相を 11 段階のフローラにわけた (那須, 1972)。また、濃尾平野においては、分帯はおこなわれていないが、更新統・海部累層から下位で *Fagus* の優占、それより上位で *Pinaceae* の優勢が認められる (濃尾平野第四系研究グループ, 1977)。一方、横浜地域においても、*Fagus Cyclobalanopsis zone* 以下で優勢な *Fagus* は、*Diploxylon-Fagus-Ulmaceae zone* では *Pinus* などとともに繁栄しているが、次第に後退し、かわって、*Pinaceae* が優勢になってくる。

現在、一定の環境下には一定の植物群落がみられるように、過去においても、それぞれの時代の環境に支配された一定の植物群落があったと考えられ、遠く離れた地域でも、同じ環境に支配されていれば、その時代の植生は同じものであったことは明らかである。すでに B の項で述べたように、花粉群は集水域全体の広範な植生と堆積地付近の局地的な植生との混合した型を示すものである。このため、離れた地点においても、局地的な要素を取り除けば、花粉群に基づいて地層を対比することは可能である。

このようなことを考慮して、前述の各地における花粉群の変遷をみると、少なくとも、近畿から関東地方における太平洋沿岸で、第四紀のある時期に、*Fagus* と *Pinaceae* の優占の交代が、徐々にではあるがあったことは明らかである。

また、B の項で述べたように、屏風が浦層には、現在絶滅または日本列島から消滅した植物体化石を多く含む。近畿地方においては、これらの植物のうち、*Fagus hayatae*, *Nuphar akashiensis*, *Ilex cornuta*, *Paliurus nipponicus* は鮮新世以前に出現し、大阪層群上部の時代にまで繁栄していたものであり、*Fagus hayatae*, *F. crenata* および *F. microcarpa* の共存は西山フローラにおいてのみみられる (那須, 1972; 那須私信)。このような植物体化石の事実と花粉群の特徴から、横浜における *Fagus-Cyclobalanopsis zone* より下部は、その下限は不明であるが、近畿地方の *Fagus zone* (那須, 1970) つまり西山フローラ (那須, 1972) に対比されるものと考えられる。

なお、那須 (1970) によれば、*Fagus zone* 最上部の *Fagus-Tsuga subzone* は Ma 6 層準であり、近畿地方全

域でみれば *Fagus* が優勢であるが、地域によって花粉群は異なり、堺市のボーリングコアでは、*Fagus* はむしろ低率であり、Ma6 以上を含む *Pinaceae-conifer pollen zone* の中の *Tsuga-conifer pollen zone* として分帯できるとしている。また、ONISHI (1974) は近畿地方の鮮新統一第四系を花粉群の組み合わせによって K1~K8 に分帯し、Ma6 より下位を K6, Ma6 以上の更新統を K7 として、Ma6 の花粉群が上位の地層のそれと共通性を持つことを示唆している。このように、Ma6 を下位、上位のどちらの zone に含めるかについては、両者の意見は異なるが、いずれの場合も、*Fagus* とともに *Cryptomeria* や *Tsuga* を主とした針葉樹の優勢な花粉群であり、横浜地域の *Diploxylon-Cryptomeria zone* のそれと類似する。このため、Ma6 および山王台ロー層の堆積していた時代が、太平洋岸で広域的に *Fagus* の優占する植生から *Pinaceae* の優勢な植生に移り変りは始める時期であり、*Fagus* はその後しばらくは *Pinaceae* と共存するものの次第に後退していったものと考えられる。

近畿地方の上ヶ原フローラに含まれる Ma8 は「アデク植物群」として、温暖気候を示す植物体化石を産することで知られており、花粉群は *Pinus*, *Tsuga*, *Taxodiaceae* などの針葉樹が *Fagus* を伴って優占し、*Quercus*, *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Ulmus-Zelkova* などの広葉樹も安定して普遍的に出現するという特徴を持っている (那須, 1972; 田井, 1969)。この花粉群の特徴は、横浜地域の *Diploxylon-Fagus-Ulmaceae zone* のそれと類似することから、この帯に含まれる地層は、近畿地方の Ma8 と同時代の堆積物であると推定される。

以上のことをまとめると、横浜地域の中部更新統すなわち長沼層～土橋ロー層は、近畿地方の大阪層群上部にはば対比されるものと考えられる (Table 2)。

E. 第三紀型植物、特に *Liquidambar* について

近畿・東海地方の鮮新統において、*Pinus trifolia* flora (MIKI, 1939) を構成する植物で、今日、絶滅または日本列島から消滅してしまった第三紀型植物のうち、*Metasequoia**, *Glyptostrobus**, *Pseudolarix*, *Ketelleria*, *Carya* および *Liquidambar* が今回検出された (Table 1)。これらの出現の多くは散発的であり、1% にも満たず、破壊された花粉粒が多いため、基盤の上総層群からの derived fossils の可能性が高い。しかし、山王台ロー層基底における *Liquidambar* は 2% にも達し、保存状態も良い。また、この地域の上総層群中には *Liquid-*

* 花粉形態の上からみて、これらの種類と断定できる花粉粒のみの%をあげた。

Table 2. Pollen zones, paleoclimate and stratigraphic correlation with Kinki District.

age	South Kanto District				Kinki District		
	stratigraphy (Research Group for Neogene Tectonics of the Kanto District, 1977)	pollen zone	climate precipitation temperature	fission track age $\times 10^3$ (Machida & Suzuki, 1971; 1975)	pollen zone (Nasu, 1970)	flora (Nasu, 1972)	strati- graphy
Late	Tama Hill						
	Tachikawa L.						
	terrace deposits						
	Musashino L.						
	terrace deposits						
	Shimosueyoshi L.						
	terrace deposits						
	Shimosueyoshi Fm.						
	Tsuchihashi L.						
	Tsurumi Fm.						
Middle	Tama II L.						
	Oshinuma Gravel Bed						
	Tama I L.						
	Nishine L.						
	Nishine Fm.						
	Sannodai L.						
	Kamikurata Fm.						
	Hirato L.						
	Byobugaura Fm.						
	Naganuma Fm.						
Pleistocene	Gotentoge Gravel Bed						

D : dry, (D) : slightly dry, PD : moderately dry, (P) : slightly pluvial, P : pluvial.

ambar がほとんど含まれないことから, derived fossils とは考えられない。

近畿地方においては, *Liquidambar* は大阪層群最下部で栄えており, 下部の時代に入ると非常に衰えるとともに, 大阪層群堆積地域の各所からいったん消滅し, 下部の最上部 (Ma2) に至ってふたたび勢力を一定程度回復し, Ma 2, Ma 3 では安定して出現する (大西・那須, 1968)。また, Ma 6 から *derived fossils* の可能性はあるものの, 検出されている (那須, 1970)。一方愛知県下の海部累層においては, 飛島では数%以下で低率ではあるが普遍的に出現し (濃尾平野第四系研究グループ, 1977), 祖父江町では 15% に達する層準もある (未公表)。

これらの事実から, 鮮新世に繁栄していた *Liquidambar* は, 大阪層群 Ma2, Ma3 にみられるような消長をくりかえした後, *Diploxylon-Cryptomeria* zone 時代の間, つまり, *Fagus* の優占する植生から *Pinaceae* の優勢な植生に移りかわりはじめる頃, 太平洋沿岸のかなり広い地域に, 一時的に再現したものと考えられる。

従来, *Liquidambar* は第四紀初頭の寒冷化で *Metasequoia* などとほぼ同時に消滅した第三紀型植物として, *Metasequoia* 型消滅群 (堀田, 1974) に含まれていた。しかし, この群に含まれる植物も, その消滅時期はかなり異なることが明らかになった。

ま と め

横浜市において, 中・上部更新統の花粉分析をおこなった結果は, 次のようにまとめられる。

(1) 花粉群の特徴から, 当地域の中・上部更新統は, 下位より, *Pinus-Picea* zone, *Haploxylon-Fagus* zone, *Fagus-Cyclobalanopsis* zone, *Diploxylon-Cryptomeria* zone, *Picea-Cryptomeria* zone, *Diploxylon-Fagus-Ulmaceae* zone, *Picea* zone, *conifer-Ulmus-Zelkova* zone および *Picea-Pinus-Cryptomeria* zone の 9 帯にわけられる。

(2) 更新世中・後期における植生変遷は前章の B にのべたとおりであり, 当時の気候変遷は Table 2 に示すようにまとめられる。

(3) 当地域の北方に分布し, 従来, 先下末吉期の堆積物とされてきた鶴見層は, 舞岡層または戸塚層下部に対比される。

(4) 長沼層から土橋ローム層に至る中部更新統は近畿地方の大阪層群上部にはほぼ対比される。

(5) 第三紀型植物のうち, *Liquidambar* は更新世以降も生き残り, 更新世中期の一時期に, 太平洋岸のかなり広範な地域で繁栄した。

文 献

- AOKI, N., 1963: Pliocene and Pleistocene foraminifera from along the Yoro River, Boso Peninsula. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku*, C, 8, 78p.
- 青木直昭, 1964: 房総半島の鮮新世—更新世浮遊性有孔虫化石群. 地質雑, 70, 170—179.
- 浅野 清, 1938: 三浦半島の化石有孔虫群. 東北帝国大理学部地古教室研究邦文報告, 31, 1—56.
- 遠藤誠道, 1933: 横浜及び其附近より産出する化石植物について. 地質雑, 40, 796—799.
- 樋口 雄, 1956: 三浦半島北部の化石有孔虫群について. 同上, 62, 49—60.
- 堀田 満, 1974: 植物の分布と分化. 400p., 三省堂.
- 飯田祥子, 1973: 八ヶ岳西麓における更新統上部の花粉分析. 第四紀研究, 12, 1—10.
- ITIHARA, M., KAMEI, T., MITSUNASHI, T., SUZUKI, K. and KUWANO, Y., 1973: The basis of the Pliocene boundary in Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, 16, Art. 3, 25—49.
- 関東第四紀研究会, 1970: 下末吉台地およびその周辺地域の地質学的諸問題. 地球科学, 24, 151—166.
- , 1974: 横浜付近の第四系に関する諸問題, (1), (2). 同上, 28, 155—171, 218—235.
- 関東新生代構造研究グループ, 1977: 関東地方の新生代末期における構造運動の特徴. 地団研専報, no. 20, 241—256.
- 関東ローム研究グループ, 1960: 関東ロームの諸問題 (III). 地球科学, no. 46, 1—18.
- 町田 洋・鈴木正男, 1971: 火山灰の絶対年代と第四紀後期の編年. 科学, 41, 263—270.
- , 1975: 南関東における更新世中期のテフラの年代 (演旨). 日本第四紀学会講演要旨集, no. 4, 8.
- MIKI, S., 1938: On the change of flora of Japan since the Upper Pliocene and the floral composition of the present. *Jap. Jour. Botany*, 9, 213—251.
- , 1939: On the remains of *Pinus trifolia* n. sp. in the Upper Tertiary from Central Honsyu in Japan. *Bot. Mag. Tokyo*, 53, 239—247.
- , 1957: Pinaceae of Japan, with special reference to its remains. *Jour. Inst. poly. Osaka City Univ.*, S. D., 8, 221—272.
- 三梨 昂, 1968: 三浦・房総半島の地質構造と堆積構造. 日本地質学会第 75 年年会地質見学案内書, 4—13.
- 中村 純・黒田澄雄・満塩博美, 1974: 堆積学的花粉分析, その 1. 地調月報, 25, 209—221.
- 成瀬 洋, 1960: 相模積成盆地の変遷. 第四紀研究, 1, 243—254.
- 那須孝悌, 1970: 大阪層群上部の花粉化石について. 地球科学, 24, 25—34.
- , 1972: 第四紀の日本列島生物相. 生物科学, 24, 1—10.
- NASU, T., and SETO, K., 1976: Fossil macrospores and

- massulae of *Salvinia natans* from the Pliocene and the Quaternary sediments in the Kinki and Tokai Districts, Japan. *Bull. Osaka Mus. Nat. Hist.*, no. 30, 37—48.
- 楡井 久・樋口茂生・原 雄・古野邦雄, 1975: 東京湾東岸地下における上総層群中の不整合現象について. 地質雑, **81**, 559—565.
- 濃尾平野第四系研究グループ, 1977: 濃尾平野第四系の層序と微化石分析. 地質学論集, no. 14, 161—183.
- 大西郁夫, 1969: 房総半島・上総層群の花粉フローラ. 地球科学, **23**, 236—242.
- ONISHI, I., 1974: Pliocene and Pleistocene pollen zone in Kinki and Tokai Districts. *Mem. Fac. Lit. & Sci. Shimane Univ.*, Nat. Sci., **8**, 91—104.
- 大西郁夫・那須孝悌, 1968: 花粉化石からみた鮮新—更新世境界に関する2・3の問題. 第四紀, no. 12, 29—33.
- 大沢 進, 1977: 多摩丘陵北部から産出する下末吉期の植物化石について (演旨). 日本第四紀学会講演要旨集, no. 6, 18.
- 大塚弥之助, 1937: 関東地方南部の地質構造. 震研彙報, **15**, 974—1040.
- 尾崎公彦, 1971: 屏風ヶ浦層産植物葉化石群について. 横浜国立大理科紀要, 第二類, no. 18, 49—60.
- 島倉巳三郎, 1936: 化石木雑記(4). 地質雑, **43**, 269—302.
- , 1961: 本邦新生代層の花粉層序学的研究, V 東京・横浜附近の第四系. 奈良学芸大紀要, 自然科学, no. 10, 23—35.
- , 1968: 現生堆積物の花粉分析. 奈良教大紀要, no. 16, 33—46.
- 相馬寛吉, 1976: 最近の陸の古生態学的研究の現状と問題点, C. 古気候・陸の古生態, 共立出版, 63—80.
- 鈴木敬治, 1968: 植生の変遷と植物個体の機能. 地質学論集, no. 3, 57—71.
- 田井昭子, 1966: 大阪市におけるボーリング(OD-1)コアの花粉分析. 地球科学, no. 83, 25—33; no. 84, 31—38.
- , 1969: マチカネワニ産出層の花粉分析 (その1). 地球科学, **23**, 142—148.
- 内尾高保, 1967: 長沼層(神奈川県)の古水温. 早坂一郎先生喜寿祝賀記念論文集, 211—224.
- , 1968: 有孔虫と非生物的環境の復元, 指名討論. 地質学論集, no. 3, 110—111.
- Ujiné, H. and KAGAWA, E., 1963: Planktonic foraminifera from the Naganuma Formation, Kanagawa Prefecture, Japan. *Bull. Nat. Sci. Mus. (Tokyo)*, **6**, 378—404.