大 阪 層 群

——淡水・内海成互層の下部洪積統——*

石 田 志 朗¹⁾

The Osaka Group—The Cyclic Sediments of Lacustrine and Bay in Plio-Pleistocene, Japan—

Shiro ISHIDA

In Kinki and Tokai districts, the eastern part of southwest Japan, there are three Plio-Pleistocene sedimentary basins, where are the Osaka, Kobiwako and Tokai Groups, respectively. The Osaka Group is composed of the cyclic sediments of lacustrine and bay in the upper part, and of lacustrine in the lower. The other Groups are composed of lacustrine sediments only. In the upper part of Osaka Group, the cyclic sedimentation caused by transgression and regression corresponding to climatic change.

The stratigraphical summary of the three Groups was figured in terms of tephrochronology, paleomagnetic chronology, fission-track and K-A ages and fossil ranges. Then the climatic changes of Plio-Pleistocene age were introduced. The ages of cold climate were determined as follows.

Terasho	3~3.1 m. y.	Saidera	1.2± m. y.
Shimakumayama	2.3~2.4 m. y.	Gokenya	0.75~0.8 m. y.
Kamimura I	1.5+ m. y.	Manchidani	0.45± m. y.
Kamimura II	1.5- m. y.		

In the Manchidani cold age, the coldest climatic age among them, the annual mean temperature was estimated to be about 10°C. The warmest climatic age of Pleistocene is the Shinkori warm age, 0.35 m. y.. The Climate of that time was mild in winter and had sufficient rainfall as in the southern part of Kyushu, being about 17°C in annual mean temperature.

I. ま え が き

近畿・東海地方の大阪層群とその相当層について多くの研究が公表されているが、最近の総合研究の成果を含めて市原・亀井 (1970) にまとめられている。これには大阪盆地の地質断面図、大阪・古琵琶湖・東海層群の標準層序、地質図、層序表案、古地理図、構造図などがのせられ、近畿・東海地方の大阪層群とその相当層の研究の経過と最新の知識がのべられている。近畿地方の第四系についての紹介は近畿グループ (1969) にあるが、大阪層群の研究史については大阪層群研究グループ (1951) と市原実 (1966) に紹介されている。研究の基礎となる層序学的研究で総括的なものは大阪層群に市原 (1960)、

古琵琶湖層群に TAKAYA (1963)、奄芸層群に竹原 (1961) である。その後各地の研究がなされ、火山灰層序の総括が石田・横山 (1969)、古地磁気編年が ISHIDA *et al.* (1969)、フィッション・トラック年代が西村・笹島 (1970) によりなされた。この間、市原ら (1966) の満池谷累層についての研究は大阪層群の層序・堆積学的考察に重要な資料を提供した。

このように大阪層群については、よくまとめられた報告がすでになされているので、以下に大阪層群についての知識を簡明にのべ、次いで従来の報告で訂正すべきことや、あるいはこれまで十分な資料がえられていないことを理由に公表されていない問題点について考えを列記したいと思う

1) 京都大学理学部地質学鉱物学教室 Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Kyoto University

* 本研究の研究費の一部には文部省科学研究費を使用した。

II. 大阪層群

近畿地方の播磨・大阪・京都・奈良各盆地の丘陵をつくっている砂礫や粘土の地層は大阪層群とよばれ、平野の地下にも厚く存在する。大阪層群の模式地は大阪北方の千里山丘陵で、西翼に断層をもつ南北性の背斜構造をなす。ここでは地層の厚さは積算して約 300m であるが、大阪市港区の深さ 907m の OD-1 ボーリングでは、大阪層群であると確実に判定された部分は、そのうち約 600m の厚さをもつ。

大阪層群は厚さ 10~20m の粗~細粒のサイクルをなすが、大きくみて下部に砂礫が厚く、中部に砂泥互層、上部にまた礫が多くなる傾向がみられる。そして中・上部に淡水成層の間に Ma 0~9 の 10 枚の海成粘土層がはさまれる。海成粘土層は前記の 4 つの盆地に広く連なっている。また大阪層群には約 30 枚の火山灰層がはさまれており、それらを識別して層序をたてることにより、大阪層群全域の層準を細かくすることができる。火山灰と海成粘土との関連する上部は、とくに確実に層序をくみわたることができ、淡水成層のみの下部は火山灰の判定の誤りにより層序に混乱をきたしてきたが、詳しい地質図・柱状図の作成と火山灰の研究により、層序が確実にみつかる。

このように大阪層群は層序の細区分が可能であるとともに、河・池沼・湖・内海などのサイクルをなすので、泥炭や植物遺体を多く含む砂・泥層が数多くはさまれる。大型あるいは花粉による植物化石の資料から、第三紀に生育した植物が大阪層群の下部から上部へしだいに新しい型の植物にとってかわられたようすが明らかになった。それは気候が悪化し、より寒冷地に生育する植物が近畿地方にひろがった時期が何回もあり、そのたびに温暖地に生育する植物は、より南方の暖かい地方で生きのびたとしても、その後再び近畿地方にもどってこれなかったことを示す。動物化石では、ゾウの類が各地から産し、タクサの異なるものはほとんど異なる時期に近畿地方に生息していたことを示す。化石には以上の他に、鹿・ワニ・魚の鱗・カニ・ウニ・貝・有孔虫・放散虫・海綿・珪藻などもみられている。貝化石については、淡水生貝に現在の琵琶湖・淀川水系のものがみられ、海生貝は汽水性のものが多く、生息環境をしること

1) 約 800 m という意見もある。p. 107 参照。

第 1 図 大阪層群柱状図

(千里山の下部は、竹辻・市原による)

第2図：近畿地方の鮮新・更新統地質図（石田・横山，1969の部分）

第3図 大阪・古琵琶湖・

東海層群の層序図（海成粘土と火山灰の欄の真模は真杉）

ができる。

大阪層群の火山灰は堆積残留磁気の測定により、正常の期間の間に3回逆転の時期がみつかった。地層の厚さ・岩質・化石の資料、また古琵琶湖層群の資料ともあわせ考慮し、それら3回の逆転は松山逆磁極期で、その間の2回の短い正常はオールドヴァイとハラミロ正磁極事件に対比された。また火山灰中のシリコン・角閃石・直閃石などの年令がフィッシュ・トラック法により求められ、古地磁気編年の結果とほとんど矛盾せず、一部にわずかの違いがみられる結果がえられた。これら年代と古生層序・地質を総合的にみて、大阪層群の形成過程の理解はより深くなった。

大阪層群は約260万年前から約30万年前までの堆積物であるが、その東の淡水成の古琵琶湖層群・東海層群は大阪層群よりかなり前から堆積しはじめた地層である。すべて淡水成の地層は、大阪層群下部と同様火山灰層序に混乱を生じてきたが、着実な地質調査でしだいに詳細な層序が明らかになりつつある。

III. 大阪層群についての若干の考察

1. 大阪層群の層序、とくにサイクルについて

大阪層群の層序区分は、第3図にあるように最下部・下部・上部に分けられている。下部の途中から上部にかけ、海成粘土層をはさむ互層よりなるが、その堆積学的研究は市原(1953)の粒度分析にもとづくものをのぞいてみあたらない。

海成粘土層は大阪層群の堆積盆全域に追跡される。このことは海成粘土が堆積した時期には、堆積盆のほぼ全域に泥が堆積していたことになる。現在の大阪湾において湾口部をのぞくほぼ全域に泥が堆積しているように、内湾の特徴といえるだろう。大阪層群のサイクルをなす堆積は、10層の海成粘土の間に必ず淡水成堆積物を持ち、海成粘土の多くは河成の砂あるいは砂礫の上の沼沢あるいは湖成の泥の上にのり、河成の砂あるいは砂礫におおわれる。海成粘土の上に湖成の粘土がのり、その上に河成の砂がのる場所も多い。これは一般的に言えば、堆積盆の縮小・拡大を意味し、拡大の最も進んだときに海水が侵入したことを示す。そして海退・盆地の縮小の際、盆地周辺部から拡大期に堆積した粘土層の一部がけずりとられ、河成砂礫が堆積し、中央部へ三角州堆積物がおおったと模式化できる。淡水成粘土から海成粘土にうつりかわるところは、珪藻化石で研究されているが、貝化石によってよくわかる場所も多い。淡水生貝を含む粘土の上にヤマトシジミ(低〜中鹹水の汽水生貝)を産

する泥がのり、より上位にシズクガイ・ヤチヨハナガイ・ハイガイなど内海の泥底にすむ貝を含む泥がのる。

海成粘土が盆地周辺部で砂層中に尖滅することは、大阪南方の泉北や南河内、あるいは京都深草などで観察される。そのような場所の近くでは、とくに砂管の生痕が多くみられ、また三角州の砂層の発達する場所である。これに対し、大阪北方や京都西方では基盤の古生層にアバットするところがみられる。大阪層群堆積盆が堆積途中南から北へ傾動したと推定される。海成粘土層の尖滅・アバットは当時の地形と関連し、現在の大きい谷は大阪層群堆積時も大きい河川の川口であったと推定される。

大阪層群堆積盆への海水の侵入は、藤田(1968)によれば淡路島南部の右ズレ水平移動と関連する南北走向・東への衝上断層(油谷スラスト)により、その東側が沈んだ時期からと推測している。しかしながら大阪層群最下部の時期にも河川は太平洋へ流出していたと推定される。大阪層群の南側にある菖蒲谷層は大阪層群より古い時期のもので、そのような水域の流出口を現在の瀬戸内海から九州を横ぎって西方へもとめる(首藤, 1962; 市原, 1966)ことは、大阪層群や大分層群が菖蒲谷層より新しい時期に沈降をはじめたものであることから困難である。現在の紀伊水道は中新世後期ないし鮮新世前期にすでに低地化し、菖蒲谷層の水系を太平洋に流出し、また大阪層群下部の水系も同様であったろう。藤田の友ヶ島水道起源の推論は、そのような水系形成の因あるいは確立の直接のあらわれと解釈すべきであろう。

一方、田井(1964)の花粉分析によれば、海成粘土の堆積時は暖期で、その上あるいは下位に気候悪化の傾向があらわれるという。これは水域の変化に関連した植生の変化を考慮してもなお推定され、また大型植物遺体による気候悪化の証拠が海成粘土層直下や淡水成層からえられることから、気候変化と海成粘土をはさむサイクルとは関連があると推定される。大阪層群下部の淡水成層についても、優勢な粘土層からは温暖な環境を示す植物化石が産し、寒冷を示す化石は泥炭や砂礫層である。このような岩質の違いは単に気候の違いによる後背地の侵食、あるいは堆積環境の変化にもとめられず、やはり海水準の変動による堆積の場の変化にもとめねばならないと結論される。大阪層群の堆積のリズムは、未だ明解に堆積・構造運動・気候変化などにより説明できないが、海成粘土をはさむリズムは120万年前から30万年前までの90万年間に10~11回あり、気候の寒・暖はより後の方に顕著な時期がしられている。

90 万年間に 10~11 回のリズムは決して均等ではないが、地層の厚さ・サイクル・古地磁気編年などを考慮し、フィッシュン・トラック法による年代を吟味する。古地磁気編年により推定された、グレー・光明池・アズキ火山灰の年令はおおの 120~130・87±・70~80 万年前であるのに対し、フィッシュン・トラック年令はおおの 1.5±0.2・1.1±0.1・0.87±0.07 m. y. である。グレーとアズキ火山灰については、フィッシュン・トラック年代の最小値と古地磁気編年より推定した最大値とが合致する。カスリ火山灰の年代については検討の方法がむずかしい。

各海成粘土層の堆積時期の年代を上種の資料から推測すると次のようになる。

Ma 9 30±万年前	Ma 4 70±
Ma 8 35±	Ma 3 75±
Ma 7 40±	Ma 2 80±
Ma 6 50±	Ma 1 90±
Ma 5 60±	Ma 0 120±

これら各年代の誤差は最大 10 万年になるのは、カスリ火山灰の年代の信頼性が関連してくるのでやむをえない。ここで淡水成と海成層、砂礫層と粘土層の堆積速度の問題がでてくる。河成の地層については、順次上位へ地層が重ならないで、洪水の度毎に横に移動し、地層の厚さと時間の関係は詳細には関連させることができないであろう。海成粘土層については、内海成の沖積層の海成粘土が約 1 万年間に 10~30m 堆積していることが知られている。粘土層の圧縮と、OD-1 では各粘土層が丘陵でみるより厚い（最大 70m）ことを考慮しても、1 海成粘土層堆積に 5 万年を越すことはないと推測される。また海成粘土層の厚さ、海成粘土層間の地層の厚さ、またそれらの岩質やサクセションに特徴がみられ、野外研究では従来から層準推定の目安としているが、その意味の解析はまだ十分なされていない。

大阪層群を堆積のサイクルでみたとき、もつと大きく淡水成層をも含めて層群全体としての問題がある。しかし詳しくしかも完全に連続した柱状図をえることはむずかしく、またサイクルの規模をどう把握するかも問題である。今千里山の柱状図をみた場合、細かい砂泥互層を無視してサイクルを数えると、Ma 9 の上を最後の 1 つとして 21 サイクルある。この場合、海成粘土層は下位から 10 と 12~20 番目のサイクルに入る。もつとすい淡水成粘土層も 1 サイクルの上部として数え直すと、33 サイクルあり、この場合は海成粘土層は 15, 19, 24, 26~32 番目のサイクルに入る。このことは、後程海水

が侵入しやすかったことを示すといえよう。

また Ma 0 より下位には千里山で厚さ約 135m, 9 サイクルの地層があり、OD-1 ボーリングでは Ma 0 より下位に 320m, 14 サイクルの地層がある。千里山は砂層が厚く、OD-1 は泥層が厚いという堆積の場の違いがあるが、砂あるいは泥層の厚さの上下の変化の順序も似ている。OD-1 では 700m 以下は丘陵でみられる大阪層群より下位の地層とされているが、上記のような理由で、900m のわずかに上位の砂礫層までは少なくとも大阪層群である可能性が大きい。堆積の場の違いによつて、地層の厚さも異なるが、千里山では Ma 0 以下と、Ma 0 から Ma 8 下底までの厚さが同じに対し、OD-1 では Ma 0 から深度 900m までと、Ma 0 から Ma 7 の上限までの厚さが同じであるということも、前記の可能性を示すものとする。大阪層群の淡水成層のサイクルの研究はなお将来の問題である。

2. 中位礫層と海成粘土層

近畿・東海地方の鮮新・更新統の研究（石田・横山, 1969）には Middle Gravels が記載されている。それは湖東の古琵琶湖層群の北端、すなわち湖東の最上部に発達する礫層であり、湖西の最下位に対比される。東海層群では奄芸地域の北部、すなわち最上部の米野層、さては名古屋の唐山層が相当するものである。大阪層群では大阪南方の河内長野や、京都・奈良間にみられ、八幡丘陵南部・宇治丘陵・奈良坂付近のものがそれに相当する。その層準はイエロー火山灰よりやや下位、市原のメタセコイア植物群消滅期に入った時期にあたる。すなわち第三紀型の植物化石はすでにかなりのものがみられず、一方メタセコイアが多産する層準である。

この礫層は堆積盆の北西への傾動により、京都盆地や現琵琶湖の誕生を示す産物であり、東海湖の終末を示す堆積物である。また播磨盆地も拡大し、大阪北方でも古生層や花崗岩類の谷に水域が広がった。大阪盆地南部では西の泉南から東の河内長野の方へ沈降域が拡大した。

このような堆積盆の北西への移動、あるいは北部の沈降、大阪層群堆積盆の拡大と海成粘土の堆積が関連しているようにみられる。Ma 0 は OD-1 と千里山・高槻・茨木・奈良盆地にいられている（池辺, 1964; 竹辻・市原, 1967; 中西ら, 1969; 中川, 1967）。Ma 1 と 2 は播磨・大阪・奈良盆地にあり、京都では Ma 2 が南部と西部にあるのみで、京都盆地は Ma 1 の時期に沈降しはじめていたが、Ma 2 でもなお広く内海にはならなかった。Ma 3 から上は京都盆地にも広くみられるが、播磨と奈良盆地には Ma 3 以上の層準の地層はみられない。

い。すなわち東海層群・古琵琶湖層群の東南部が陸化し、西北部の沈降・盆地の移動の時期から大阪層群堆積盆はもっとも沈降域を拡大し、Ma 0 から Ma 2 へと海域は最大となった。しかしその間、西北部と東南部の隆起、琵琶湖・京都・大阪の沈降が明瞭になり、Ma 3 以上の海域は京都・大阪盆地のみに広がった。

3. 海成粘土

大阪層群の海成粘土は新鮮な露頭では暗灰色ないし青灰色であるが、風化をうけたときの特徴で淡水成粘土と露頭をみて識別できる。海成粘土層は風化すると淡褐色になり、貝殻状割目に細かくくだけ、表面や割目に細かい針状結晶を析出する。このような海成粘土の風化に関しては、市原優子 (1960) の研究がある。海成粘土も淡水成粘土も、主にモンモリロナイト、ハロイサイト、イライトを含んでいるのだが、酸化状態になると、海成粘土ではまずモンモリロナイトが、次いでハロイサイトも硫酸によつて破壊される。これが海成粘土が淡水成粘土にくらべて、色・割れ方・析出物などの外見上のちがいがいになつてあらわれるゆえんであるという。そして析出物に石膏と硫黄があり、海成粘土中の硫化物が酸化されて硫酸が生じ、粘土鉱物を破壊するという考えをのべている。

沖積層の海成粘土の掘削断面にも多量の白色や黄色の析出物がみられ、上田建夫氏に JACO 分光分析とノレルコ・ディフラクトメーターにより同定してもらった。つぎのような硫酸塩鉱物であり、肉眼で粉にみえるのは微細な針状結晶の集りで、水溶性で刺戟味がある。

大阪市城東区茨田諸口町、地表下約 1.5m の海成粘土掘削面の析出物 (上田建夫による)

Pickeringite $\text{MgAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$

Epsomite $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

Hexahydrate $\text{MgSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

大阪層群の海成粘土表面の析出物について同様検討してもらったところ、枚方と深草で採集したもの各 1 個については Gypsum のみであり、高槻の Ma 3 の試料は Carphosiderite $(\text{H}_2\text{O})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2[(\text{OH})_5\text{H}_2\text{O}]$ のみで、深草の Ma 3 のものは Carphosiderite と Gypsum であるという。これらについてはなお光学性などの検討を要するが、海成粘土風化面の析出物が硫酸塩鉱物であることは、十分考えうる。これは、新鮮な海成粘土を淡水成粘土と識別するのに、塩化バリウムで硫酸根の検出をすることとも考えあわせ、還元性の海底で生成した硫化物が、露頭面で酸化して硫酸を生ずるのではなく、海成粘土中には粘土粒子に付着した硫酸イオンが多量に存在

し、露頭表面から蒸発する水がそれら硫酸イオンを表面に移動させる過程で、粘土鉱物が破壊され、また表面に硫酸塩鉱物が析出すると理解される。

つぎに海成粘土の圧縮の程度について観察した資料を記す。粘土層の圧縮度については、従来多くの実験・観察がなされているが、大阪層群とその相当層でも、埋もれた樹幹が非常に扁平になっているものを多くみる。深草の海成粘土の Ma 5 には *Dosinia* その他の貝化石が産するが、貝殻がとけ中空になっている。これらの mould はほとんど変形をうけていないようにみえるが、茨木地方の Ma 7 に含まれる *Lucina stearnsiana* の mould は内外型の複合であり、変形している。現生種の高さと比べ、平均 37% 圧縮している。貝殻のとけた時期と圧縮の時期の問題がなお残る。

4. 堆積環境を示す若干の事実と層準の訂正

大阪層群の礫・砂・粘土層には、河・沼沢湿地・三角州・湖成・海成などいろいろの堆積環境を示すものがみられる。潮間帯あるいは浅海を推定させる砂層については、前にものべたが、その多くは海成粘土の上面から下へ降りている。内湾泥底の環境からの変化の時期のようすを示すものである。海成の証拠が砂層中にみられるところは少ないが、泉北の豊田では淘汰のよい砂層に海浜小円礫を含み、黄褐色を呈するのが観察された。

舞子貝層は *Volachlamys yagurai*, *Chlamys halimensis* その他多くの内湾性の貝化石を産する砂層である。Ma 1 に対比されている (市原ら, 1958) が、この北方の大沢粘土層は、白色～黄灰色の火山灰をはさむ淡水成層で、南へ傾斜し舞子貝層の下位にあたる。明石の海岸のアカンゾウを産した屏風浦粘土が大沢粘土に連らなるとされることから、屏風浦粘土はイエロー火山灰をはさむ Ma 0 層準に相当すると推定される。その下位の林崎粘土からはスギヤマゾウを産したが、この粘土層のものとと思われるシカの類の足跡化石が京大に保管されている。

大阪層群の海成層で *Ostrea gigas* を産する場所は、舞子貝層とその北方の高塚山貝層 (Ma₂) の他に千里山北方・高槻北方・京都の東海道線トンネル西口である。千里山北方は市原の談話によれば Ma 7 であり、高槻地方は Ma 1 でワニ化石を産した (大阪市立自然科学博, 1968)。京都のものは Ma 3 と推定されるが、後三者は海成粘土中にカキ礁をなしたもので、高鹹度の汽水域の潮間帯であったことが推定される。高槻と京都では基盤の古生層にごく近くアバットするようである。

泉南の大阪層群 (原田ら, 1963) について訂正すべき点がある。その 1 つは満池谷累層としたものが、大阪層

群上部の Ma 7・8 付近の層準の礫層の多い部分であること、これについては市原ら (1966) にすでにのべられている。もう1つは地質図その1と2で層準がくいちがっていることである。その1の T₃ 火山灰がその2の T₄ と同じピンク火山灰であり、以下それを基準に層準を訂正する必要がある。西部の近木川の柱状図では Ma 3 の上位約 20m までしか露出せず、下部・最下部が 150m 以上あることになる。松尾丘陵の柱状図は Ma 7 以下がしられ、大阪層群の海域粘土層が西部へ淡水成となるという記述は、東西地区の火山灰対比の誤りで、西部の淡水成層は海成粘土をはさむ層準より下位の地層である。

植物の立木の埋もれたものは、古琵琶湖層群から報告された (中沢・石田, 1959) が、大阪層群下部の淡水成層にもみられる。これらは粘土に根をおろし、その上の砂層中に立木がみられる。

淡水成粘土の堆積環境については、茨木国研 (1966) が記したように、Ma 0 より下位の層準で *Trapa* を含む粘土から上へ、現地性の *Iris* や *Menyanthes* を含む泥炭層になるという、池沼が埋めたてられるようすを示すところもある。

このように種々の化石によって古環境の推定がなされるが、植物化石から当時の植生、ひいては古気候を推定することはこれまで多く報告されてきた。これについては項を新ためるが、顕著な寒冷化を示す満池谷植物化石群を含む Ma 6 と 7 間は、白色の礫層がみられ、岩質からも陸化・寒冷山地からの押出した堆積物とみることができる。ある時間面の地域的古環境を求めるのに火山灰直下の岩質の違いをみることは、大阪層群の堆積盆内では多くは顕著な変化が認められない予想である。局部的に変化の予想される淡水成層の場合は、火山灰が尖滅あるいは削剝され、追跡できないことが多く、時間面をとることに困難を生ずる。

5. 植物化石群による気候の推定

大阪層群とその相当層の植物遺体の研究は三木茂をはじめ、多くの人の業績があり、古気候・古環境の推定がなされている。

大型植物遺体で多くの資料がえられたのは、東海層群の瀬戸陶土層のオオミツバマツ植物化石群 (三木, 1963・1965)、大阪層群の満池谷植物化石群 (Miki, 1941; 藤田ら, 1959)、ならびに Ma 8 の上ガ原・新香里植物化石群 (Miki et al, 1957; 高谷・市原, 1961; 市原ら, 1966) である。オオミツバマツ植物化石群は鮮新世の温暖な海洋性気候、満池谷は大阪層群中の最寒期、上ガ原・新香里は大阪層群上部の最暖期で温暖・海洋性気候と

推定されている。

大阪層群最下部の泉南の植物化石群は、瀬戸程資料は豊富にえられないが、第三紀型の植物のうち *Carya* はすでに存在しなかったと推定されている。*Carya* が近畿・東海地方から絶滅したのは寺庄寒冷期 (Ishida et al, 1969) によると推測されている。田井 (1970) は千里山の島熊山火山灰直下で *Menyanthes* の花粉を発見し、冷涼期を推測した。その層準は近畿における *Nyssa* 花粉の上限の付近にあたり、島熊山火山灰はフィション・トラック法で、 2.3 ± 0.2 と 2.4 ± 0.3 m. y. 前であり、古地磁気編年からもガウス・松山磁極変換期、2.45 m. y. 前の直後とされている。寺庄寒冷期は約 300 万年前、アイスランドの最初の氷礫土、シェラ・ネバダの最古の氷礫土の時代に一致する。島熊山直下の *Menyanthes* 花粉層準は、さきにのべたように 245 万年よりやや新しい時期と推定されるが、ニュージーランドと南太平洋では 250 万年前に寒冷があったという報告があり、それらの気候悪化の程度と年代について、今後の詳しい研究が望まれる。また田井 (1970) は千里山の佐井寺で、イエロー火山灰直上からやや寒冷型植物の花粉を報告している。

オオミツバマツ植物群は鮮新世後期にすでに上記2回の気候悪化期をへ、更新世に入つて近畿でしられている上村 I・II, 五軒家寒冷期をへて、その構成植物の多くが新しい型のものと交代してしまった。これら寒冷期を示す植物化石は、必ずしも十分な資料がえられているとはいえないが、満池谷ほど寒冷ではなかったと推測される。

満池谷植物化石群は現在の生育地から、最寒地のものは千島・サハリン・シベリアであり、最暖地のものの北限は松本や宮古などの気候を推定させる。またそれら植物遺体が現地性でなく流下したことを示す堆積環境であることから、当時の満池谷付近の気候を現在の松本付近の気温とし、後背地に 1,000m を越す山があって、そこにより寒冷な現在中部日本の 2,000m 程度の山に生育するものがあったと推定することもできる (吉良, 1954)。しかし西宮は六甲の花崗岩地帯を後にひかえ、寒冷期には悪地化して、亜高山帯の植生が現在みられるより低地まで生育できた可能性も大きいと考えられる。

上ガ原・新香里植物化石群は、大阪層群において現生種で示される最も温暖な化石群といえよう。日本に現生しない *Sapium sebiferum*, *Ilex cornuta* を含むが、生育地の温度条件からいえば、九州南端の温暖な海洋性気候と推定できる。より下位の第三紀型植物化石を含む温暖な

第1表 日本各地の月別平均気温 (°C)

地点	緯度	高度m	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	年平均
宮古	39°39'N 141°59'E	46.8	-0.8	-0.6	2.3	8.1	12.5	16.0	20.7	22.8	18.8	12.8	7.4	2.0	10.2
松本	36°15'N 137°58'E	611.2	-1.8	-1.7	2.3	9.0	14.6	19.0	23.3	23.7	19.1	12.1	6.3	1.3	10.6
京都	35°01'N 135°44'E	42.8	2.8	3.3	6.4	12.2	17.4	21.5	26.0	26.8	27.7	16.1	10.4	5.4	14.3
大阪	34°39'N 135°32'E	8.0	4.1	4.4	7.4	13.1	18.1	22.1	26.7	27.7	23.7	17.3	11.7	6.8	15.3
宮崎	31°55'N 131°25'E	8.3	6.7	7.6	10.7	15.2	19.1	22.4	26.4	26.8	23.8	18.3	13.5	9.0	16.6

植物化石群は、その近似現生種の生育地の環境を考慮すれば、オオミツバマツ植物化石群といえども上ガ原・新香里植物化石群より暖地ということはできない。

このようにしてみると、大阪層群の時代の暖・寒の時期の両極端は、現在の九州南部の宮崎と東北の宮古の気温を最小限とすることが妥当と思われる。これらの地の年平均気温は表にみられるように 16.6°C と 10.2°C である。この平均気温には、とくに暖期に十分な雨量のあること、気温年較差の小さいことが条件に付されている。これらの時期の資料が日本各地でえられるならば、より正確な古気候が推定されるであろう。

6. 瀬戸内面と高位段丘

瀬戸内面は第1瀬戸内の地層すなわち中新統や、大阪層群が最盛期の六甲変動をうけたのちつくられた侵食平坦面である。そしてそれを基盤として高位段丘堆積物のなる(市原, 1960)。

大阪層群は丘陵縁辺で急傾斜あるいは逆転している場合もある。そのような場所では最上部の Ma 8 も急傾斜している。高位段丘堆積物がそのような大阪層群上部の急斜部をおおってのところはみられない。そのようなことから、山麓の大阪層群下部にのる高位段丘礫は、大阪層群上部の層準で、高位段丘が大阪層群の堆積面であるという考え方が出てくる。しかし、これまでにのべたように、海成粘土層はほぼ堆積盆一円につらなり、海成粘土堆積時の礫層は、河谷の途中ですでに堆積していて、盆地内に広がったとは考えがたい。高位段丘礫堆積時は、河川が礫を運搬できるほど、盆地が陸化していたと考えられる。

大阪層群堆積後、六甲変動最盛期の大阪層群堆積面の褶曲の振幅は、その後の基盤の上昇と盆地の沈降とを差

しひいて考えねばならないが、現在の構造で侵食される前の形を復元して計算すると、盆地内で約 300~400m である。また背斜は非対称で、幅狭く、沈降部は広く、緩傾斜ないし水平である。基盤山地から独立した、盆地内の大阪層群の背斜の丘は大河川による大きい侵食の営力をうけず、高位段丘におおわれなかった。段丘は丘陵周縁の緩斜部の大阪層群上部に不整合にのるのみである。現在、高位段丘面と大阪層群の侵食面の比高はごくわずかである。瀬戸内面は高位段丘形成時に完成したといえよう。しかし湖東の古琵琶湖層群の地域では、高位段丘面が丘陵の侵食平坦面より高く、大阪層群の地域と事情が異なる。

大阪層群の Ma 3 直下の五軒家寒冷期はギュンツ氷期に、満池谷寒冷期はミンデル氷期に対比されてきた。これを認めれば、約 30 万年前の大阪層群堆積盆の陸化と六甲変動最盛期はミンデル・リス間氷期中になり、高位段丘形成も同間氷期ないしリス氷期ということになる。

大阪層群は鮮新世末からの堆積盆に形成された、淡水成・内海成の地層であるが、第四紀氷河時代の前半の気候変化をその中にとどめ、この地域では氷河時代後半は段丘として地形との関連を明確にさせる堆積物がみられる。

文 献

- 深草団体研究会 (1962) 京都東南、深草付近の新生代層。地球科学, **63**, 1~9.
- 原田哲朗・石田志朗・大西郁夫・徳岡隆夫 (1963) 大阪南方、和泉地域の大阪層群。地球科学, **66**, 1~8.
- Huzita, K. (1962) Tectonic Development of the Median Zone (Setouti) of Southwest Japan, since the Miocene. With special Reference to the Characteristic Structure of Central Kinki Area. Jour. Inst.

- Polytech., Osaka City Univ., G. 6, 103~144.
- 藤田和夫 (1968) 六甲変動, その発生前後, ——西南日本の交差構造と第四紀地殻運動——. 第四紀研究, 7, 248~260.
- 藤田和夫・笠間太郎・市原実・粉川昭平 (1959) 東六甲周縁の地史と地形発達史. 西宮市史, 1, 11~31, 174~316.
- 茨木団体研究グループ (1966) 茨木北方の大阪層群とゾウ化石 (*Elpheas shigensis*) の産出. 松下進教授記念論文集, 117~131.
- 池辺展生 (1957) 日本の新生代の積成盆地, ——特に中新世の積成区. 新生代の研究, (24・25), 1~10.
- 池辺展生 (1964) 大阪市地盤沈下調査報告書, 2, 1~33.
- Ikebe, N., M. Chiji and S. Ishida (1966) Catalogue of the Late Cenozoic Proboscidea in the Kinki District, Japan. Jour. Geosci. Osaka City Univ., 9, 47~87.
- Ikebe, N. and K. Huzita (1966) The Rokko movements, the Pliocene-Pleistocene crustal movements in Japan. Quaternaria, 8, 277~287.
- 石田志朗・横山卓雄 (1969) 近畿・東海地方の鮮新・更新統火山灰層序, 及び古地理・構造発達史を中心とした諸問題. 第四紀研究, 8, 31~43.
- Ishida, S., K. Maenaka and T. Yokoyama (1969) Paleomagnetic Chronology of Volcanic Ash of the Plio-Pleistocene Series in Kinki District, Japan. Jour. Geol. Soc. Japan, 75, 183~197.
- Itohara, M. (1954) Mechanical Analysis of the Hattyoike Alternations of the Neogenic Osaka Group. Jour. Inst. Polytechn. Osaka City Univ., Ser. G. 1, 19~33.
- 市原 実 (1960) 大阪・明石地域の第四紀に関する諸問題. 地球科学, (49), 15~25.
- 市原 実 (1966) 大阪層群と六甲変動. 地球科学, (85・86), 12~18.
- 市原 実・藤田和夫・森下 晶・中世古幸次郎 (1955) 千里丘陵, ——大阪層群の研究(そのI)——. 地質雑, 61, 433~441.
- 市原 実・亀井節夫 (1970) 大阪層群, ——平野と丘陵の地質——. 科学, 40, 282~291.
- 市原 実・小黑譲司・衣笠博明 (1960) 明石層群, 播磨層群について(その2). 地質雑, 66, 605~615.
- 市原 実・横山卓雄・石田志朗 (1966) 満池谷累層について. 第四紀研究, 5, 65~72.
- 市原優子 (1960) 海成粘土層にみられる粘土鉱物の風化. 地質雑, 66, 812~819.
- 亀井節夫 (1962) 象のきた道, ——日本の第四紀哺乳動物群の変遷についてのいくつかの問題点——. 地球科学, (60・61), 25~34.
- Kamei, T. (1966) Note on *Elephas shigensis* (MATSUMOTO and OZAKI) from the Osaka Group and Paleobiwa Group. Mem. Coll. Sci. Kyoto Univ. Ser. B, 32, 381~394.
- 亀井節夫・石田志朗・横山卓雄・楠木幹浩・田末利治 (1968) 深草より *Stegodon orientalis* の産出とその層準, あわせて Ma 6 下位の火山灰層について. 地質学会関西支部報, 66, 4~8.
- 笠間太郎・藤田和夫 (1957) 瀬戸内地質区の特性と変遷. 新生代の研究, (24・25), 11~19.
- 近畿グループ (1969) 近畿地方の第四系. 日本の第四系(地研専報 15), 331~354.
- 吉良竜夫 (1954) 植物遺体による過去の気候の推定法についての 2, 3 の問題. 日本生態学会誌, 4, 1, 1~6.
- 小島信夫・千地万造・池辺展生・石田志朗・亀井節夫・中世古幸次郎・松本英二 (1965) 大阪層群よりワニ化石の発見. 第四紀研究, 4, 49~58.
- Kokawa, S. (1961) Distribution and Phytostратigraphy of Menyanthes Remains in Japan. Jour. Bio. Osaka City Univ., 123~151.
- 桑原 徹 (1968) 濃尾盆地と傾動地塊運動. 第四紀研究, 7, 235~247.
- Makiyama, J. (1923) Some Pliocene Mollusks Maiko, near Kobe. Jap. Jour. Geol. Geogr., 11 2, 19~26.
- Makiyama, J. (1956) Cyclic Nepton Group of Kinki Area, Japan. Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto Ser. B, 23, 169~177.
- Miki, S. (1941) Floral remains of the Conifer Age at Manzidani near Nishinomiya, Japan. Jap. Jour. Bot., 11, 377~383.
- 三木 茂 (1948) 鮮新世以来の近畿並びに近接地域の遺体フロラについて. 鉱物と地質, 1, 9, 1~42.
- 三木 茂 (1963) 瀬戸, 多治見地方でオオミツバマツと伴う植物遺体. 地学研究特集号, 80~92.
- 三木 茂 (1965) 邦産の遺体である *Sequoiadendron* の新種並びに *Sequoia* の種名について. 武庫川女子大学紀要, 13, 1~7.
- Miki, S., K. Huzita and S. Kokawa (1957) On the Occurrence of Many Broadleaved Evergreen Tree Remains in the Pleistocene Bed of Uegahara, Nishinomiya City, Japan. Proc. Japan Acad., 33 3, 1, 41~46.
- 中川要之助 (1967) 奈良盆地西部の大阪層群. 大阪層群総研連絡紙, 1, 12~16.
- 中西昭弘・中川要之助・横山卓雄 (1969) 大阪層群のイエロー火山灰層準における海成相とケイソウ群集. 第四紀研究, 8, 131~137.
- 中沢圭二・石田志朗 (1959) 瀬田川河床の化石林. 地学研究, 11, 3, 138~143.
- 那須孝悌 (1968) 古琵琶湖層群下部の花粉分析. 地質雑, 74, 120.
- 那須孝悌 (1970) 大阪層群上部の花粉化石について, ——堺港のボーリングコアを試料として——. 地球科学, (24), 25~34.
- 西村 進・笹嶋貞雄 (1970) Fission-Track 法による大阪層群とその相当層中の火山灰の年代測定. 地球科学, (24), 222~224.
- 西山団研グループ (1967) 京都盆地南西, 西山麓の大

- 阪層群. 地球科学, (21), 1~10.
- 西山国研グループ・桂高校地学クラブ (1970) 高槻市北方丘陵の大阪層群. 地球科学, (24), 208~221.
- 大阪市立自然科学博物館 (1968) タカツキワニ発掘調査. 大阪市立自然科学博物館館報, **2**, 27.
- 大阪層群研究グループ (1951) 大阪層群とそれに関連する新生代層. 地球科学, (6), 49~60.
- 島倉巳三郎 (1966) 本邦新生代層の花粉層序学的研究Ⅱ, ——古琵琶湖層群——. 奈良学芸大学紀要, **14**, 25~39.
- 首藤次男 (1962) 九州の最新統地史の問題点. 地質雑, **68**, 522~536.
- 田井昭子 (1963) 深草・枚方地域における第四紀堆積物の花粉分析. 地球科学, (64), 8~17.
- 田井昭子 (1964) 枚方丘陵の大阪層群の花粉分析, ——とくに海成・淡水成層と気候変化について——. 地球科学, (74), 22~32.
- 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, (83), 25~33; (84), 31~38.
- 田井昭子 (1969) マチカネワニ産出層の花粉分析. 地球科学, (23), 142~148, 199~206.
- 田井昭子 (1970) 大阪府泉佐野市土丸の新生代層から検出される花粉化石について. 地球科学, (24), 43~48.
- 田井昭子 (1970) 千里山丘陵の大阪層群下部の花粉分析. 地球科学, (24), 171~181.
- Takaya, Y. (1963) Stratigraphy of the Paleo-Biwa Group and the Paleogeography of Lake Biwa with Special Reference to the Origin of the Endemic Species in Lake Biwa. Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, Ser. B, **30**, 2, 81~118.
- 高谷好一・市原 実 (1961) 枚方丘陵の第四紀層, ——とくに新香里層・枚方層にみられる気候変化について——. 地質雑, **67**, 584~592.
- 竹原平一 (1961) 伊勢湾西岸の奄芸層群. 横山次郎教授記念論文集, 45~50.
- 竹辻 正・市原 実 (1967) 千里山丘陵中央部の大阪層群. 大阪層群総研連絡紙, **1**, 6~11.
- 横山卓雄 (1968) 鮮新世末期における古琵琶湖の変遷, とくに岩相変化と斜層理から知られる古水流系を中心として. 地質雑, **74**, 623~632.
- Yokoyama, T. (1969) Tephrochronology and Paleogeography of the Plio-Pleistocene in Eastern Setouchi Geologic Province, Southwest Japan. Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ. Ser. Geol. & Mineral., **36**, 19~85.
- 横山卓雄・楠木幹浩 (1967) 大阪層群にはさまれるアズキ火山灰層について. 同志社大学理工学研究報告, **8**, 113~131.
- 横山卓雄・楠木幹浩 (1969) 鍵層としての火山灰層, とくに大阪層群の火山灰について. 同志社大学理工学研究報告, **9**, 270~305.
- 横山卓雄・松岡長一郎・那須孝悌・田村幹夫 (1968) 古琵琶湖層群下部, とくに佐山累層について. 地質雑, **74**, 327~341.