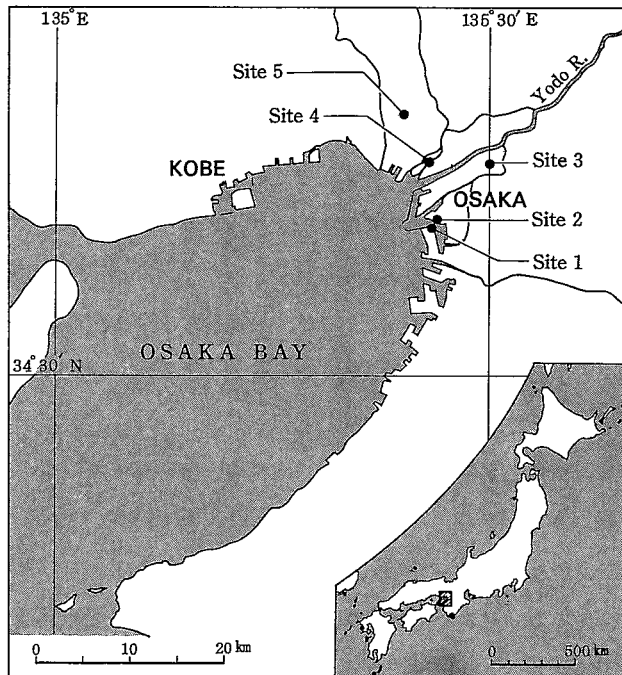


大阪湾の“縄文海進”について

前田 保夫*

はじめに

いわゆる縄文海進とは、約6,000年前に海面が現在の海面より数m高くなった完新世前半の海進をさすが、その海面の上昇過程については、まだ充分明かにされていない。筆者は、最近、大阪湾臨海部(第1図)で施工された潜函工事場で、直接、海底下の作業室に入って地質調査を行なった。



第1図 大阪湾臨海部の潜函調査位置

The index map showing the sites of the caissons along the coast of Osaka Bay

Site 1 : 大阪港港大橋南港側主脚下

Site 2 : 大阪港港大橋天保山側主脚下

Site 3 : 大阪市北区阪急梅田駅

Site 4 : 神崎川中島大橋

Site 5 : 尼崎市塚口栗山

* 神戸市立教育研究所, 神戸市生田区北長狭通4丁目18

その目的は、完新世における森林変遷を花粉分析によって解明しようと考え、花粉分析に必要な堆積物の連続試料とそれらの経過年数を ^{14}C 法で測定する試料とを採集するために、潜函を利用した地質調査を試みたのである。

ところが堆積物の層相観察と ^{14}C 年数測定値とを比較検討していく過程で、研究開始時には予想していなかった“縄文海進”の海面変化を追跡できるいくつかの事実を知ることができた。その結果を要約すると、約10,000年B. P.にはじまった大阪湾の“縄文海進”は、海面がゆるやかに上昇した期間（10,000－8,000年B. P.）と、急速に上昇した期間（8,000－6,000年B. P.）との2時期に分かれる。この小文ではこの結果を導くにいたった過程を、大阪湾底堆積物の観察を中心に述べてみたい。

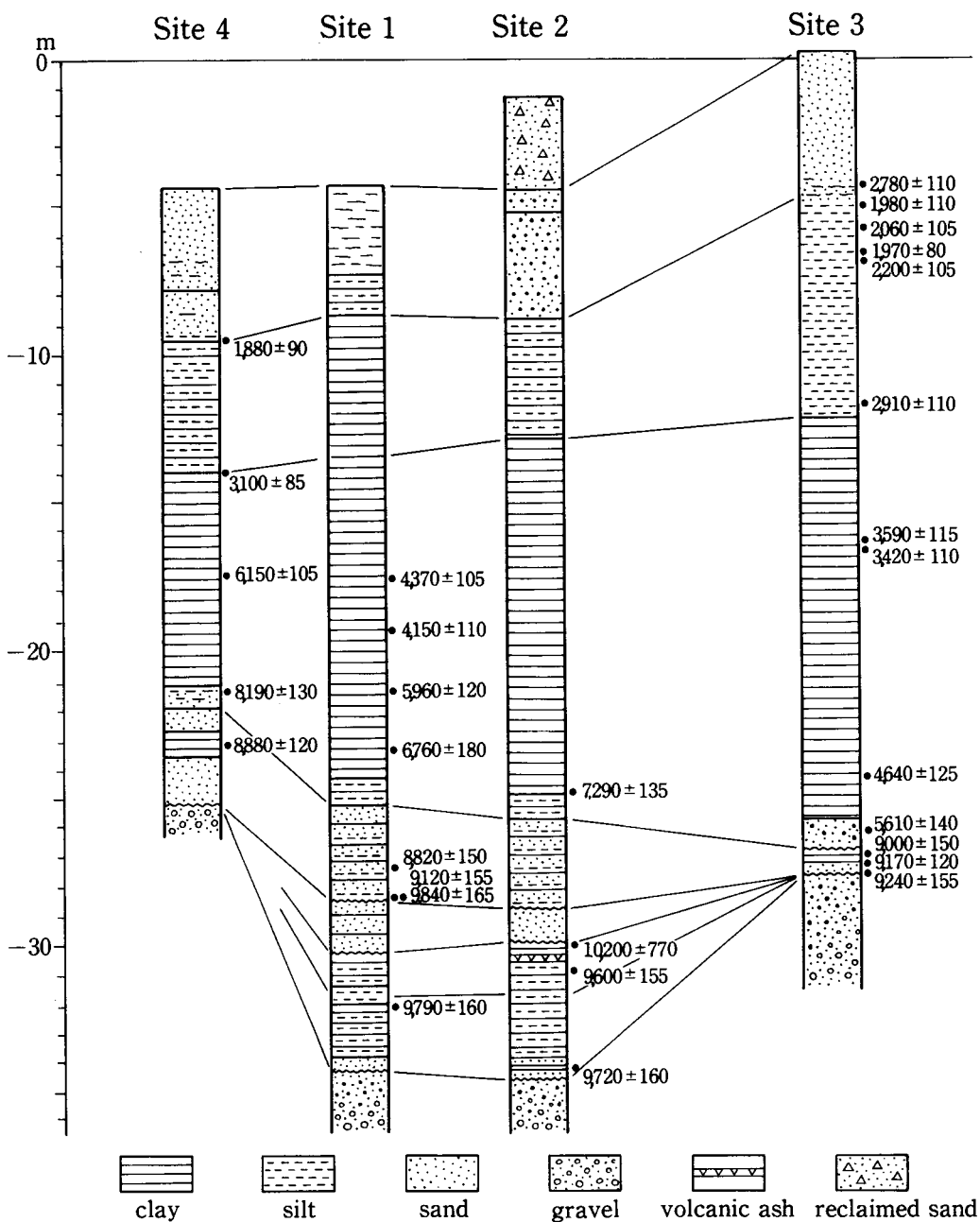
1. 大阪湾累層の層序

大阪湾内および湾岸地域に分布する最終氷期最盛期以降の堆積物を大阪湾累層といい、その層序を第3図のように設定した。大阪湾累層の層序については、これまで藤田・前田¹⁾、IKEBE et. al.²⁾、梶山・市原³⁾、前田⁴⁾、水野・大嶋⁵⁾らによって報告されている。筆者が設定した大阪湾累層の層序のうち、つぎにあげた2つの内容が従来の層序区分にはみられなかったものである。

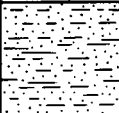
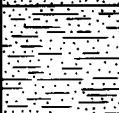
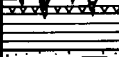
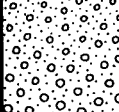
そのひとつは、大阪湾累層を最新世 / 完新世の境界を示す10,000年B. P.の時間面をもって、南港層と梅田層に区分したことであり、他のひとつは、最新世最末期の海進、小海退を実証する南港層中部粘土層（海成）と上部砂層（河成）の発見である。

最新世 / 完新世の境界

大阪湾累層における最新世と完新世との境界を、南港層上部砂層と梅田層下部シルト質粘土層との間においたのは、梅田層下部シルト質粘土層の最下部から産出したヤマトシジミの ^{14}C 年代が9,840 ± 165年B. P.を示し、10,000年B. P.にきわめて近い年数であることと、層相が河成層から汽水成層に変化していることによる（第4図）。最新世 / 完新世の境界問題について、北西ヨーロッパでは、極地性草本を主とするフロラから森林の出現を示すフロラへ移化するPollen zone IIIとIVとの間を最新世 / 完新世の境界とする研究者が多い。さらに、このPollen zone IIIとIVの境界の ^{14}C 年代が10,000年B. P.に近い値を示すことによって、両世の境界を10,000年B. P.にしようとする具体的な提案がなされた。国際第四紀学会（INQUA）の完新世小委員会では、1969年（パリ）にHAGEMAN⁶⁾が、1973年（ニュージーランド）にはFAIRBRIDGE⁷⁾とMÖRNER⁸⁾らが10,000年B. P.境界説を主張している。とくにMÖRNERは完新世の国際編年に関して南スウェーデンのGöthenburgのボーリングコアを詳細に検討し、国際編年上の模式層序発達地として提案したが容認されるにいたらなかった。わが国でも最新世 / 完新世の境界を北西ヨーロッパの10,000



第2図 大阪湾累層の地質柱状図と ^{14}C 年代
Columnar sections and ^{14}C dates of the Osaka Bay formation

Age	Formation			Facies	Thick-ness (m)	C Age (B.P)
HOLOCENE	Osaka Bay Formation	Umeda bed	Upper most sand		4	2,000
			upper silt		4	
			middle clay		12	8,000
			lower silty clay		3	
Nanko bed		upper sand		1~15	10,500	
		middle clay		2		12,000
		lower silty clay		5	14,000	
PLEISTOCENE		Itami Formation				

第3図 大阪湾累層の層序 (前田 1976)

The stratigraphy of the Osaka Bay formation

年 B. P. におく研究者が多い。第 4 図の両世の境界を示す露頭および ^{14}C 年代測定試料は、大阪港港大橋の主脚で観察・採集され、筆者はこの地点を大阪湾累層の模式地とした。

最新世最末期の海進と小海退

最終氷期最盛期には大阪湾は広く陸化していた。そこへ海が進入しはじめ、大阪湾の湾奥部まで達したことは南港層の中部粘土層に海生貝化石や生痕化石が含まれていることで証明される。その海進 (南港海進) の時期は、後述する理由により約 12,000 年 B. P. であり、海進のピークは約 10,500



第4図 最新世/完新世の境界を示す露頭

Outcrop of the Pleistocene/Holocene boundary at the Osaka port (Site 2)

年 B.P. と推定している。この海進は、濃尾平野、伊勢湾の濃尾層⁹⁾、有明海の島原海湾層¹⁰⁾、東京湾の7号地層¹¹⁾などの海成層を堆積させた海進と同時期のものである。また、この海進は、北西ヨーロッパの Alleröd 温暖期¹²⁾に対応しておこった海面上昇に対比される可能性が大きい。

さらに、この南港海進のあと、小規模の海退を示すものに南港層の上部砂層がある。この砂層は、マシジミのみを産する中粒の河成砂からなり、海面の一時的な低下期に形成されたことを示す。この小海退は、北西ヨーロッパの Younger Dryas 小寒冷期¹²⁾に対応しておこった海面低下に対比される。

2. 堆積物の観察からみた海面変化

最新世最末期の海面変化

前述の南港海進の開始期における海面はどれぐらいの位置にあったのであろうか。港大橋 (site 2) で、ヨシの茎やマシジミを含む淡水成粘土が、生痕や穿孔貝の一種であるオニガイを産出する

汽水性の粘土に移化する層準の深度は- 30 mである。また、この層準の年代は、 ^{14}C 年代とその測定資料を産出した層準との time-depth diagram[※]によって求めると、約12,000年 B. P. である。さらに、この中部粘土層の上限で採集したニオガイの ^{14}C 年代は $10,200 \pm 770$ 年 B. P. で、その深度は- 29.2 mである。これによって南港海進の最頂期は約10,500年 B. P. ごろと推定したが、その当時の海面の位置はどうであったか。筆者は、この海面高度を求める手がかりとして、現生ニオガイの生息深度を参考にした。雨宮・大島¹³⁾は、関東地方太平洋岸でニオガイがもっとも多く生息する深度は、平均海面の+30 - - 110 cmであると報告している。これにもとづいて、南港海進の最頂期の海面は、中部粘土層の上限より約1 m高い- 28 mと推定した。

南港海進が最高水準に達した直後、上部砂層であらわされる小海退が訪れたことはすでに述べた。しかし、今回の観察では、その時期の海面低下量を具体的に示す事実は確かめていない。

“縄文海進”の開始期（10,000年 B. P.）

最新世最末期の小海退ののち、一転して海面は上昇に向ったことは、site 1および2における層相が河成層より汽水成層へ急変する露頭（第4図）によって確かめられた。すなわち、前述の南港層上部砂層（河成層）を、生痕やヤマトシジミ、トヤマガイ、アサリなどを含む汽水成の梅田層下部シルト質粘土層がおおい、層相はがらりと変わる。その深度は- 28.4 mである。この汽水成層の最下部から産出したヤマトシジミの ^{14}C 年代は $9,840 \pm 165$ 年 B. P. であった。このことから大阪湾の“縄文海進”（梅田海進）はほぼ10,000年 B. P. にはじまったことが明らかになった。また、当時の海面は、この層準の深度- 28.4 mよりも、わずかに高い位置を想定し、一応- 28 mとした。

“縄文海進”の緩上昇期（10,000- 8,000年 B. P.）

梅田層下部シルト質粘土層は、ラミナをひんぱんに挟む黒褐色のシルト質粘土からなり、ヤマトシジミ、トヤマガイ、アサリ、ハマグリ、カキ、ハイガイなどとともにマシジミやタニシなどの淡水生貝化石を産出し、典型的な汽水成の層相を示す。この層の厚さは3 mで、上限の深度は- 21 mである。また、上限の ^{14}C 年代は $8,190 \pm 130$ 年 B. P. であった。このときの海面高度については、南港層におけるニオガイのように海面高度を復元する手がかりになる化石は得られなかったが、地層の上限より1 m高い位置を当時の海面高度に仮定して- 20 mとした。このように“縄文海進”の開始後およそ2,000年間は、汽水成層が連続して堆積している事実にもとづいて、この間に海面

※ ^{14}C 年代測定値と層序との関係をチェックする方法として、縦軸に試料の採集深度を、横軸に年代をとり、 ^{14}C 年代測定値をプロットした time-depth diagram を作製して検討した。第2図の30試料のうち、地層の上下関係と著しく矛盾した測定結果を示したものが6試料あり、そのうちの5試料は木片で、他の1試料は貝殻であった。このことは別の機会に発表する予定であるが、いっばんに貝殻や泥炭のような原地性化石は好結果が得られるようである。

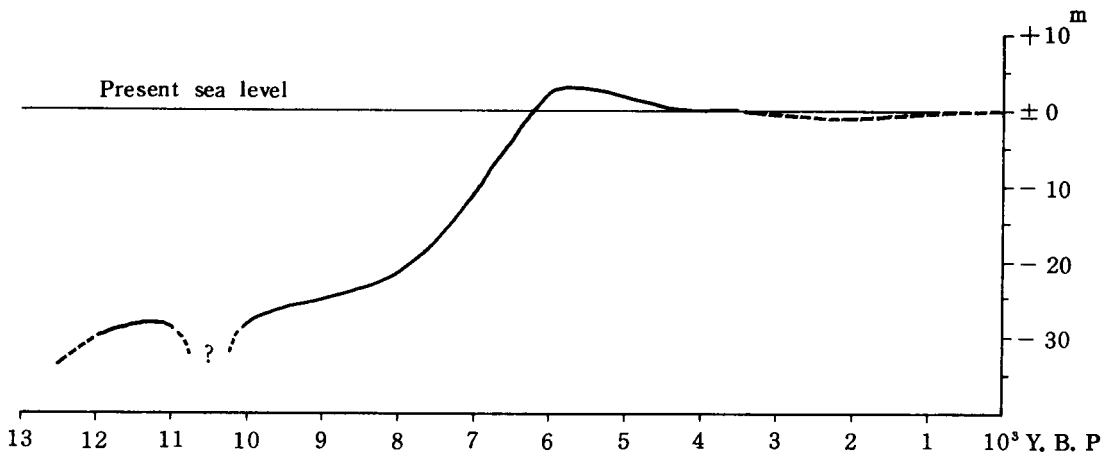
はゆるやかに上昇を続けたと判断した。この緩上昇期の海面上昇速度は約 4 mm/年と試算される。

“縄文海進”の急上昇期(8,000–6,000年 B. P.)

前述の梅田層下部シルト質粘土層の上位には、暗青灰色の緻密で無層理の粘土が厚く重なり、内湾生の貝化石を豊富に含む。この粘土は梅田層の中核をなしている中部粘土層で、模式地の大阪港付近では厚さ 12 m に達する。いっばんに沖積粘土とか、貝殻混り青粘土とよばれているものである。大阪湾の臨海部では、もっとも分布が広く、上町台地の北端をまわり、河内平野にまでこの海成粘土が堆積し、当時の湾域のひろかったことを示している。この中部粘土層のような緻密な海成粘土が厚く堆積したのは、海面の急速な上昇によって水深が増し、粘土のような細粒堆積物の堆積の場になったためである。この海面の高頂期のうち、海面がもっとも高い水準に達した時期と、その海面高度とは潜管内での堆積物の観察からは求められなかった。しかし、尼崎平野でこの問題を解く露頭を観察することができた。尼崎市塚口の南、栗山地区(site 5)の下水道工事場で地表下 4 m (標高土 0 m) の深度に、アカニシ、アサリなどを含む砂層があり、その ^{14}C 年代は $5,690 \pm 115$ 年 B. P. を示した。さらにこの site 5 より内陸側では海生貝化石は発見されておらず、この付近が尼崎平野における“縄文海進”の沈水域の最奥部に近いところといえる。また、この砂層の層準より上位へ約 4 m の砂、粗砂が堆積している状態から、当時の海面は、この層準よりもさらに数 m 高位置にあったものと推定できる。このようにみると、さきの $5,690 \pm 115$ 年 B. P. は“縄文海進”の最高頂期の年代を示すものであるといえよう。Suess¹⁴⁾らの大気中の ^{14}C 濃度の変動に関する報告にもとづいて木越¹⁵⁾が作成した ^{14}C 年代補正カーブで補正すると、この層準の年代は約 6,300–6,000 年 B. P. となる。また、Ralph ら¹⁶⁾の補正值によれば $6,380 \pm 115$ 年 B. P. となる。これらの補正值は、“縄文海進”の海面上昇が 6,000 年 B. P. ごろに最高水準に達したという従来の説とは大きく矛盾しない。この海面急上昇期(8,000–6,000年 B. P.)の2,000年間に、海面は 20 数 m 上昇し、年平均上昇速度は約 12.5 mm/年と試算される。

3. 大阪湾の海面変化曲線について

これまで述べた大阪湾底堆積物の観察結果にもとづき、海面変化曲線を描いたのが第 5 図である。しかし、厳密に言えば、海面変化はその地域の地盤変動量を消去して論ずるべきであるが、この問題は非常に難しく現在は未解決であるので、この点を考慮せずに変化曲線を作成した。6,000 年 B. P. 以降の海面変化曲線は、これまで述べた観察内容に匹敵できる精度の内容を把握していないが、層相の変化や 2,000 年 B. P. ごろの小海退を示唆する粗粒堆積物の分布などを手がかりに描いた。なお、3,000 年 B. P. 以降の大阪平野の海岸線の移動に関しては、梶山・市原³⁾が河内平野の変遷過程を中心に詳しく報告している。



第5図 大阪湾の海面変化
Sea-level changes of Osaka Bay

日本各地の“縄文海進”の海面変化を連続した線で表現した報告は数例あり、その多くは地質学者の手になるものが多い。そのさきがけになったのは、有明海研究グループ¹⁰⁾が1965年に発表した有明・不知火海域における海水準変化曲線である。その後、北陸地方(藤)¹⁷⁾、津軽海峡(湊)¹⁸⁾、濃尾平野(古川)⁹⁾、伊勢湾(桑原ら)¹⁹⁾、新潟平野(和田)²⁰⁾らの報告が相次いだ。また、遠藤²¹⁾、Fujii et al.²²⁾らの日本全域をまとめた報告もある。湊の報告を除いてこれらの報告に共通していることは、約10,000年B. P.より上昇をはじめた海面が、ほぼ等速度で上昇を続け、約6,000年B. P.の高頂期に達していることである。筆者のようにこの期間の海面上昇を緩上昇期と急上昇期との2時期に分ける見解は少ない。こうした見解の相違の生じた原因は、筆者が海底下の堆積物を直接観察する研究方法をとったのに対し、これらの研究者は、ボーリングコアによってもたらされる情報や海底地形などの間接的な資料に準拠した点にあると思う。

これまで述べてきた“縄文海進”2時期説は、じつは江坂^{23) 24) 25)}によって、はやくから指摘されていたのである。江坂は関東地方の貝塚の貝類群集組成、土器、貝塚の分布などから、“縄文海進”は縄文時代早期にはじまり、早期末までは海進が徐々に進行し、早期末に急激な海面上昇がおこったと述べている。江坂のこの見解は、土器様式にもとづく編年上の問題や、¹⁴C年代などの絶対年代の裏付け等の検討は残るものの、筆者が追跡した大阪湾における“縄文海進”の海面変化と基本的に一致する。

Muller²⁶⁾、Mörner^{27) 28)}、や Ters²⁹⁾らは世界諸地域で報告された、完新世の海面変化曲線を同一図上に投影し、その差異を比較している。それらは大別して、完新世を通じて現在の海面がもっとも高い位置にあるとする説と、6,000年B. P.ごろに現海面を上まわる高位置に達したとする

説とがある。前者はヨーロッパ海岸や北アメリカ東部海岸などの安定域に多く、後者は環太平洋の地盤運動の活発な地域に多い。また、井関³⁰⁾が本誌8号に紹介しているように、海面上昇過程に数回の上昇、下降をくり返ししながら現在にいたったとする説と、そのような fluctuation を行なわずスムーズに上昇してきたとする立場をとる説とがある。このもっとも新しい地質時代に地球的規模で起った完新世の海面変化に対し、国際的な共同研究を行ない、その解決に迫ろうと A. L. Bloom が研究プロジェクトを提案している。

ま と め

大阪湾における“縄文海進”は、その開始期から高頂期にいたる間に、次のような海面変化があった。

年代 (B. P.)	海面 変 化	海面高度・海面上昇速度
10000 年	海進の開始	- 28 m } 4 mm / 年
	緩上昇	
8000 "	急上昇始まる	- 20 m } 12.5 mm / 年
6000 "	高頂期	3 ~ 5 m }

謝辞 この研究をすすめるにあたり終始御指導いただいた大阪市立大学藤田和夫教授，¹⁴C年代を測定いただいた日本アイソトープ協会浜田知子氏，貝化石を同定くださった金子寿衛男氏および40回近い潜函作業室での地質調査にご協力くださった潜函工事関係の各位に深く感謝します。

参 考 文 献

- 1) 藤田和夫・前田保夫，第四紀研究 8，89 (1969)。
- 2) N. Ikebe, J. Iwatsu and J. Takenaka, *Jour. Geosci., Osaka City Univ.* 13, 39 (1970)。
- 3) 梶山彦太郎・市原 実，地質学論集 7，213 (1972)。
- 4) 前田保夫，大阪市立大学学位論文，1 (1974)。
- 5) 水野篤行・大嶋和雄，土と基礎 23-7，73 (1975)。
- 6) B. P. Hageman, *Etudes sur le Quaternaire dans le Monde*, 2, 679 (1972)。
- 7) W. R. Fairbridge, IX INQUA New Zeland 1973, Preprint 1 (1973)。

- 8) N. A. Mörner, IX INQUA New Zeland 1973 Preprint 1 (1973).
- 9) 古川博恭, 地質学論集 7 39 (1972)。
- 10) 有明海研究グループ, 地団研専報 11, 1 (1965)。
- 11) 青木 滋, 海岸平野 15 - 20 (1969)。
- 12) S. Hansen, *The Quaternary* I, 1 (1965).
- 13) 雨宮育作・大島泰雄, 植物と動物 1, 1271 (1933)。
- 14) H. E. Suess, *Proc. Twelfth NOBEL Symposium* (1970).
- 15) 木越邦彦, 考古学と自然科学 5 1 (1972)。
- 16) E. K. Ralph, H. N. Michael and M. C. Han, *MASCA newsletter* 1 (1973).
- 17) 藤 則雄, 第四紀研究 5 149 (1967)。
- 18) 湊 正雄, 地球科学 85・86 2 (1966)。
- 19) 桑原 徹・松井和夫・吉野道彦・高田康秀, 地質学論集 7 61 (1972)。
- 20) 和田温之, 地質学論集 7 77 (1972)。
- 21) 遠藤邦彦, 考古学ジャーナル 6 6 (1967)。
- 22) S. Fujii, C. Lin and H. D. Tjia, *Quaternaria* XIV 211 (1971).
- 23) 江坂輝弥, 古代文化 14 - 4 (1943)。
- 24) " , 科学朝日 14 - 3 75 (1954)。
- 25) " , 縄文時代 399 (1965)。
- 26) Müller, *Eiszeitalter und Gegenwart* 13 197 (1962).
- 27) N. A. Mörner, *Geologie en Mijnbouw* 50 699 (1971).
- 28) " , *Palaeog. Pal. Pal.*, 9 153 (1971).
- 29) M. Ters, *Le Quaternaire*, 114 (1973).
- 30) 井関弘太郎, 考古学と自然科学 8 39 (1975)。

The Sea-level changes of Osaka Bay from 12,000 B. P. to 6,000 B. P.

Yasuo MAEDA

Kobe City Institute for Educational Research, Kita-Nagasadohri 4, Ikuta, Kobe

To approach to this subject, I entered the high-pressure caisson at four sites. The caisson work is one of the engineering method to build the foundation of the bridge

pier at the bottom of the water. In these caisson I succeeded to observe directly the sequence of the Osaka Bay Formation nearly along the coast line of Osaka Bay, and also to study the sea-level change. The result of observation can be summarized as follows : It was about 12,000y. B. P. when the sea-water came into Osaka Bay at the first time (Nanko transgression). The sea-level is considered to have been about -30m (30m lower than the present sea-level) at the beginning in this period. At the level corresponding to about 10,500y. B. P. (just after the Nanko transgression) a small-scale regression is recognized. The second transgression (Umeda transgression) started at about 10,000y. B. P.. This transgression can be divided into two phases. The first phase (10,000 - 8,000y. B. P.) is characterized by slow rising of the sea-level, which is considered to have shifted from -28m to -20m during the period of this phase. The second phase (8,000 - 6,000y. B. P.) is distinguished by rapid rising of the sea level, which is probably reached at the level of a few meters higher than the present sea-level at about 6,000y. B. P..

