関西自然保護機構会報（14）11～22，pls. 1～2， 1987

大阪湾における有孔虫群集の変化[1)]

紺田　功（二階堂高等学校）[2)]

千地万造（橘女子大学）[3)]

1. はじめに

大阪湾の現世有孔虫群集は，かつて1933年および1952年の採泥試料により研究され，それぞれTAKAYANAGI（1953），中世古（1953）により報告されている。しかし，1955年以降の沿岸地域の工業地化・都市化の進行と海域汚染により，大阪湾の有孔虫群集の特性や分布にかなりの変化が生じていることは，十分に推察できることとはいえ，その詳細は明らかにされていなかった。

1983年の11月から12月にかけて，大阪市立自然史博物館が大阪湾の底棲生物の総合調査を実施した（総括者：山西良平）が，筆者らはその際に採取された底質試料により，この海域の有孔虫群集について，最近50年間の，とくに高度経済成長期の水質汚濁に対応した群集変化を明らかにすることができた。

大阪湾では，すでに泉南沖に関西国際空港の建設工事が開始され，さらに運輸省第三港湾局による27,200haの沿岸埋立て計画，関西経済同友会による13,000haに及ぶ大小３つの人工島の建設計画（コスモアイルズ構想）などの巨大開発が話題になっているが，この報告では筆者らの研究結果を紹介し，今後の開発に伴う環境要因の変化の累積効果を予測するための基礎資料としたい。

自然史博物館の石井久夫学芸員をはじめ調査団の方がたには，この研究のための底質試料の採取をしていただいた。また，野口寧世氏（前吹田高校）のご好意により，1966年に東海大学学生が大阪湾での海洋実習の際に採取した底質試料を比較研究のために使用することができた。東北大学の高柳洋吉教授，大阪大学の中世古幸次郎教授，大阪市立大学の市原実教授には，1933年および1952年の採泥試料について有益なご教示を得た。さらに，大阪大学の西村明子氏には顕微鏡写真撮影装置を使わせていただいた。これらの方がたに心からお礼を申し上げる。

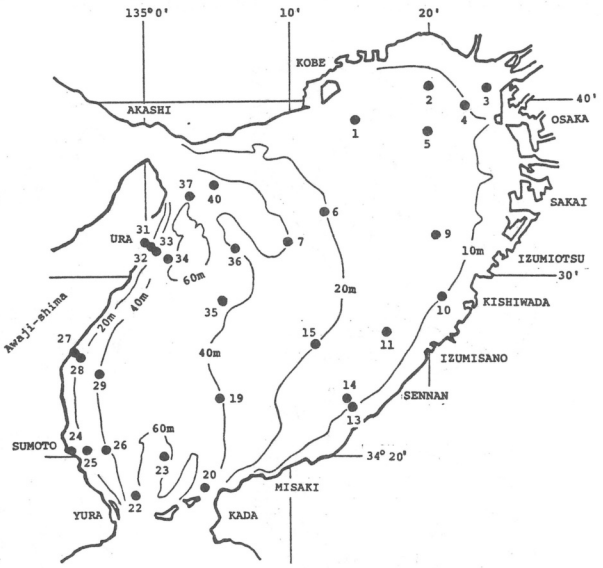


Fig.1 : Bathymetrical chart (depth in meters) of Osaka Bay and stations of sampling

1）関西自然保護機構業績46号

2）Nikaido Senior High School, TENRI

3）Tachibana Women's University, KYOTO

2. 大阪湾の概況

大阪湾は淡路島により湾口をふさがれた閉鎖的な内湾で，北東一南西方向に長軸をもつ楕円形をしている。長径約60km，短径約40km，面積は約1,500㎢である。紀淡海峡で紀伊水道と，明石海峡で播磨灘と通じている。

海底地形をみると，湾の東部は水深が20mよりも浅く，湾奥にむかってゆるやかな傾斜で浅くなっているが，西部では水深が30m～70mとなり，淡路島東岸で急に深くなっている（図1）。海峡の最深部は，紀淡海峡で180～190m，明石海峡では115mである。湾内の潮流・恒流・水温・塩分濃度・底質分布などはまとめて図2～6に示した。

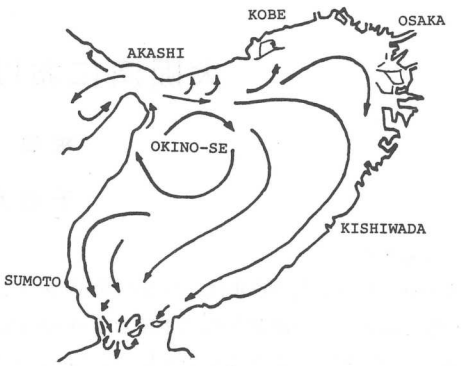


Fig.3 : Residual current (after SUJINO, 1977).

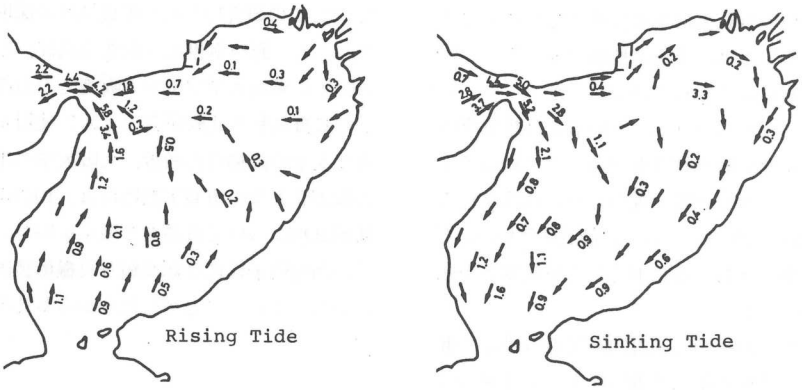


Fig.2 : Direction and velocity (knots) of the tidal current during rising tide and sinking one (after Oceano-graphic Section of the Kobe Marine Observatory, 1954).

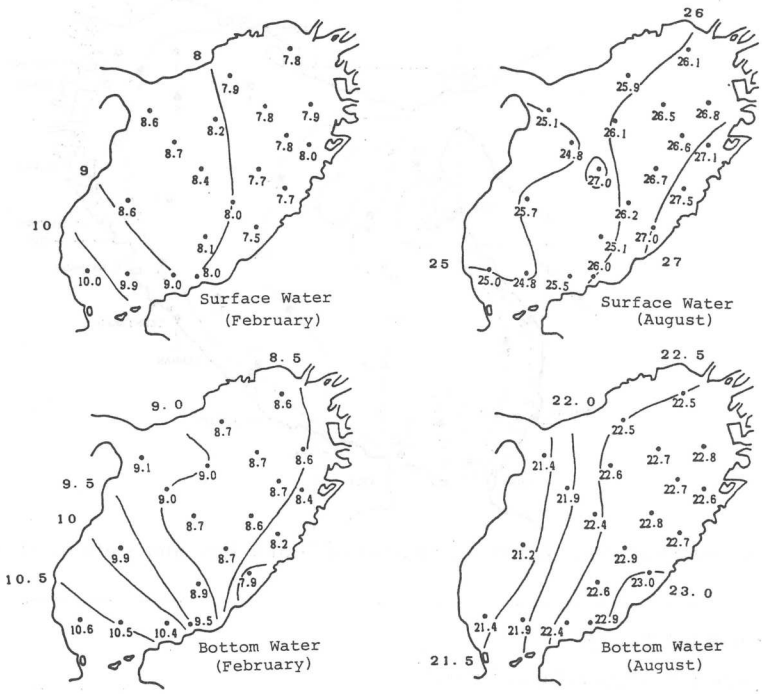


Fig.4 : Distribution of average water temperature (°C) (1979-1983) (after YAMANISHI , 1986).

3. 試　料

図1に示す各地点（水深5～75m）から主として鉛錘をつけたエックマン採泥器により底質を採取し,*その最上部の厚さ約1cmの部分をとって，中性ホルマリンを加えて持ち帰った。研究室でその湿潤容積20～50ccを試料として，ローズベンガル法（尾田，1978）により有孔虫生体の染色を行なった。ただし，St25，St28は円筒形採泥器によるものである。採泥実施日，採泥点の水深，水温，底質とその温度などを表1に示す。

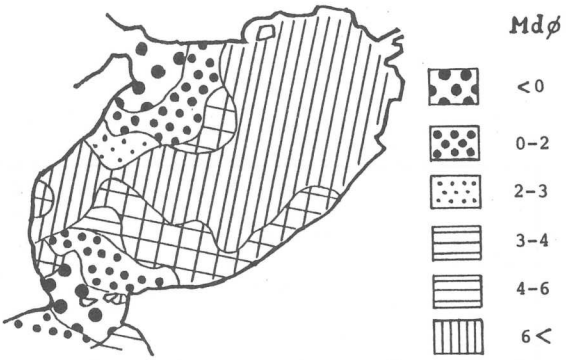


Fig.6：Distribution of the bottom sediments classified on the basis of grain size analysis (after INOUCHI, 1982).

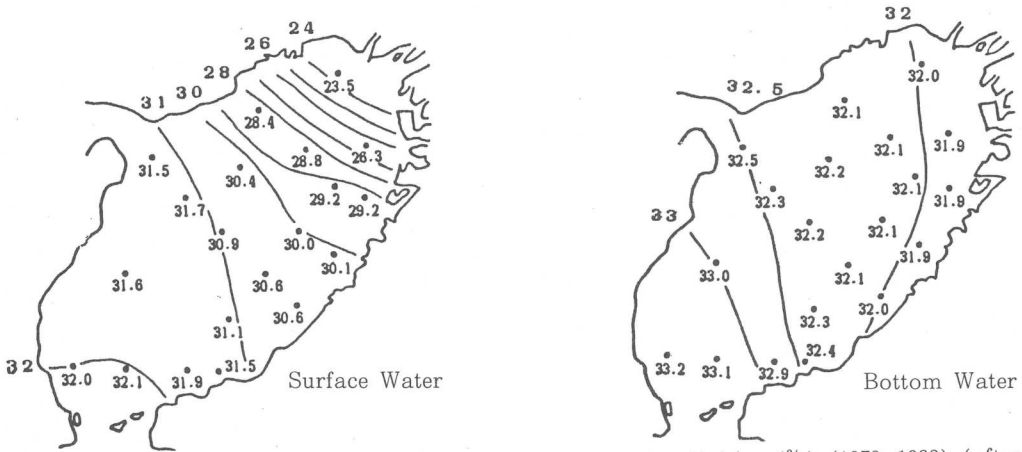


Fig.5：Distribution of the average surface and bottom water salinities (‰) (1979–1983) (after YAMANISHI, 1986).

4. 底棲有孔虫群集

底質を採取した28地点のうち，St3，St24，St27を除く25地点から，若干の未決定種を含めて，31属70種以上の底棲有孔虫を同定した。これら有孔虫の頻度分布は，生体と遺骸に分けて表2に示されている。

浮遊性有孔虫は，湾中央部のSt7，湾口部付近のSt20，St23，St26の計4地点から，*Globigerina bulloides* *Globigerinoides immaturus*, *Globigerinoides ruber*, *Hastigerina pelagica* がそれぞれ1～4個検出されただけであった。

ここでは，底棲有孔虫について群集型の特性と分布を記載するが，従来の研究（TAKAYAGI，1953；中世古，1953）が有孔虫の生体と遺骸をあわせた混合群集（thanatocoenosis）を扱っているので，それらと比較のためにここでも主として混合群集について記し，生体群集（biocoenosis）についての詳細は別の機会にゆずる。

(1) 個体数　湿潤試料20ccについて比較すると，湾口部に近いSt20の4,000個体以上を最大とし，湾口部付近から湾東南部の泉南沖にかけてのSt22，St23，St13，St14および湾央部のSt7,St35,St15の7地点で1,000個体をこえるか，またはそれに近い個体数となっている。湾の東部，北部，西部ではほとんど500以下となり，湾奥部と洲本沖合で100以下の個体数になる（図7）。このうち，砂質殻有孔虫の頻度が50%以上を占めているのは，湾奥部，沖の瀬南方水域，洲本沖の1地点である。とくに，湾最奥部のSt2，St4，St5，St9と洲本沖のSt25では，*Eggerella scabra*, *Trochammina hadai*, *T.* cf. *japonica* などの砂質殻有孔虫のみからなる群集が分布している。他の水域では砂質殻有孔虫の頻度は10～50%で，湾口部にむかって減少し，湾口部近くで10%未満になっている（図8）。

生体の個体数を同量の湿潤試料でみると，沖の瀬南方から泉南沖に多く，最大はSt14の698個体であった。そのほかに湾奥部のSt2，岸和田沖のSt10，湾口部近くのSt20で50個体以上を数えるが，他の地点では0～44，平均して16個体であった。各地点で得られた総個体数に対す

＊底質採取位置は，漁師による目測と漁群探知器による水深から判断されている。

Table 1 Hydrological data at sampling station in Osaka Bay (Nov.10–Dec.7,1983)

Station Number	Date of Sampling	Depth	Water Temperature		Bottom Character	Sediment Temperature
			Surface	Bottom		
1	11/19, 1983	16m	—	16.5℃	mud	15.9℃
2	11/19	9	15.4℃	15.2	mud	15.3
4	11/19	10	15.2	16.3	mud	16.3
5	11/19	15	15.4	16.7	mud	15.7
6	12/ 7	21	14.9	14.7	mud	14.7
7	12/ 7	40	14.9	14.9	sandy mud	14.9
9	11/19	15	15.8	—	mud	15.6
10	11/19	10	15.9	—	mud	—
11	12/ 3	15	14.5	14.3	mud	—
13	11/10	10	18.9	19.4	sandy mud	—
14	11/10	14	19.5	19.5	mud	19.2
15	12/ 3	21	14.9	14.3	mud	—
19	11/11	40	19.3	19.7	mud	19.7
20	11/11	45	19.5	19.7	sandy mud	19.7
22	11/11	55	19.3	19.5	muddy sand	—
23	11/11	75	19.7	19.6	sandy mud	19.6
25	11/22	12—20	17.0	16.7	mud	16.9
26	11/22	ca. 60	—	—	mud	17.7
28	11/22	20	—	17.2	mud	—
29	11/22	ca. 60	17.5	—	sandy mud	16.9
31	11/21	10	17.3	17.2	sand	17.1
32	11/21	20	16.7	17.1	sandy mud	17.2
35	11/11	40	19.6	19.6	mud	19.5
36	12/ 7	30	14.9	15.1	sand	15.1
40	12/ 7	38	15.1	15.1	sand	15.3
3	11/19	5	14.8	15.1	mud	15.3
24	11/22	5	17.0	17.1	sand	17.0
27	11/23	5	17.0	17.1	sand	—

る生体の個体数の比は，沖の瀬南方から泉南沖にかけてと湾奥部で20%以上，これらの周辺水域と岩屋沖で10～20%，その他の13地点では平均約2%であった（図9）。

(2) 種数 混合群集の種数分布は，最大が湾口部に近いSt26の36種，最小は湾奥部のSt2とSt4の3種である。湾口部近くでは30種をこえているが，湾中央部から沿岸部にかけて減少し，とくに湾奥部で少ない。生体は湾西部のSt40で最大の17種を示すほかは一般に少なく，10種以内が普通であるが，湾奥部では1～3種にとどまっている（図10）。

(3) 群集型 現在の大阪湾では，優占種と主な随伴種の組合せによって，次のようなA～Hの8つの群集型（thanotocoenosis）の特性とその分布（図13）を識別できる。

A: *Trochamina* cf. *japonica* 群集（st 4, st 9, st25）

Trochammina cf. *japonica*が優占種として45%以上を占め，*Trochammina hadai* または *Eggerella scabra*が随伴（5～39%）する。まれに *Ammobaculites agglutinans*, *Trochammina pacifica*がみとめられる。20cc中の個体数は9～70，種数も3～5で，石灰質殻有孔虫を含まず，極めて貧弱な砂質殻有孔虫群集である。湾最奥部のSt4，St9のほかに，洲本港外のSt25にこのような群集が出現していることは注目に値する。

B: *Eggerella scabra*–*Trochammina*群集（St1，St



Fig.7 : Distribution of the total benthic foraminifera in number of specimens per 20cc sample.



Fig.8 : Distribution of the ratio of the agglutinated foraminifera to the total population.

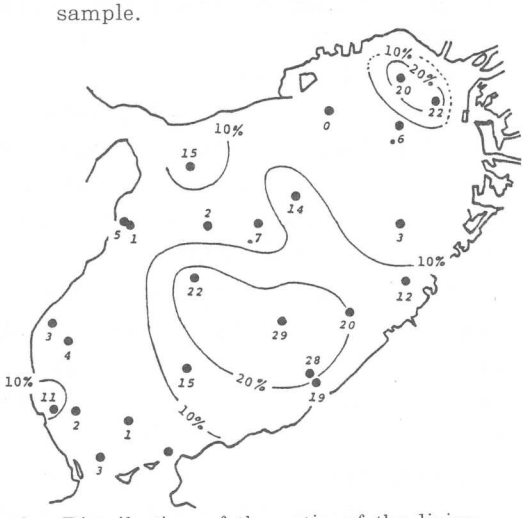


Fig.9 : Distribution of the ratio of the living population to the total population.

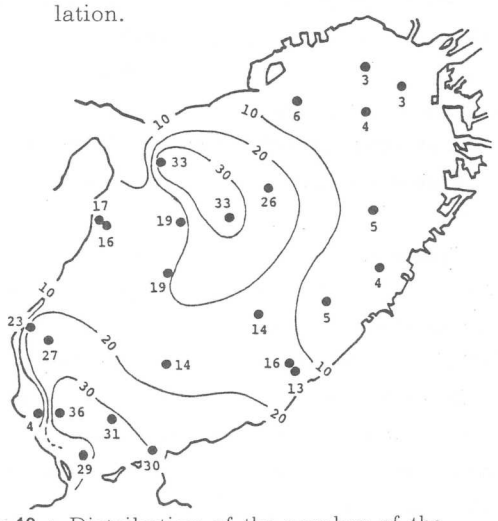


Fig.10 : Distribution of the number of the benthic foraminiferal species.

2，St 5，St 11）

群集を構成する種はA群集と比較してほとんど同じであるが，優占種が交代する。*Eggerella scabra* が最も優勢で50%以上を占め，*Trochammina hadai* または *T.* cf. *japonica*（20～40%）が随伴する。*Ammobaculites agglutinans*，*Textularia earlandii* のほかに，石灰質殻有孔虫の *Ammonia beccarii* "forma A" がまれにみられるが，ほとんど砂質殻有孔虫で構成され，湾奥部と泉佐野沖の1地点に分布している。

C: *Ammonia beccarii* "forma A" — *Eggerella scabra* 群集（St 6，St 10，St 13，St 14）

Ammonia beccarii "forma A" を優占種(25～69%）とし，主な随伴種は *Eggerella scabra*, *Trochammina* cf. *japonica*, *T. hadai* などである。*A. beccarii* "forma A" に代表される石灰質殻有孔虫の頻度が50%をこえ，*Elphidium advenum*, *E. subincertum*, *Pseudorotalia gaimardii*, *Poroeponides cribrorepandus*, *Nonion manpukujiense*, *Buccella frigida* などがみとめられる。この群集は，湾中央部から泉南沖にかけて分布する。

D: *Eggerella scabra* 群集（St 15, St 19, St 35）

約50%またはそれ以上を占める *Eggerella scabra* によって代表される群集で，*Ammonia beccarii* "forma A"，*Trochammina* cf. *japonica*, *Ammobaculites agglutinans* が主な随伴種となっている。C群集の分布域に近いSt 15では，*A. beccarii* "forma A" の頻度は34%に達する。*Trochammina hadai* の出現は3%以下になり，*Ammonia japonica*, *Buccella frigida*, *Buliminella elegantissima*, *Elphidium clavatum*, *Pseudorotalia gaimardii* などが1～9%の頻度でみとめられる。上述のA～C群集がおおむね水深20m以下の水域に分布するのに対して，大阪湾でもやや深い沖の瀬南方の水深20～40mの水域に分布している。

E: *Elphidium advenum*— *E. crispum* 群集（St 7，St 40）

Elphidium advenum と *E. crispum* が優勢で，この両者で約30%を占め，*Gavelinopsis praegeri* と *Poroeponides cribrorepandus* が主として随伴する。石灰質殻有孔虫の個体数・種数が多く，*Rosalina* spp.，*Triloculina rotunda*, *Cibides lobatulus*, *C. pseudoungerianus*, *C. refulgens*, *Cymbaloporetta bradyi*, *Elphidium jenseni*, *Massilina inaequalis*, *M. secans*, *Nonion manpukujiense*, *Poroeponides lateralis*, *Quinqueloculina seminulum* ほかの *Quinqueloculina* の各種などの西南日本外洋浅海種を含み，大阪湾内では比較的多様性に富む群集である。明石海峡寄りの水深約40mの水域に分布している。

F: *Poroeponides cribrorepandus*— *Textularia conica* 群集（St 36）

Poroeponides cribrorepandus（29%）と *Textularia conica*（20%）によって代表される。*Triloculina rotunda*, *Pseudorotalia gaimardii*, *Elphidium advenum*, *E. crispum* などが随伴するが，*Textularia articulata*, *T. candeina*, *T. foliacea oceanica*, *T. sekasensis* などを特徴的に含み，*Textularia* 属の種の頻度は計31%に達する。この群集は沖の瀬のSt 36（水深30m，砂質底）にのみみとめられた。

G: *Pseudorotalia gaimardii* 群集（St 31，St 32，St 28）

Pseudorotalia gaimardii（22～32%）により代表され，淡路島北部の沿岸水域に分布する。随伴種は底質によってかなり異なり，岸に近い砂質のSt 31（水深10m）では *Eggerella scabra*, *Ammonia beccarii tepida*, *Elphidium jenseni*, *E. crispum*, *Elphidium* sp. 1などが比較的多く，やや沖の砂質泥のSt 32（水深20m）では *Celanthus craticulatus*, *Elphidium advenum*, *Quinqueloculina subagglutinata*, *Q. vulgaris*, *Triloculina rotunda* などが比較的多い。泥質部のSt 28（水深20m）では，*Textularia foliacea oceanica*, *Trochammina* cf. *japonica*, *Elphidium advenum*, *E. subincertum*, *Florilus japonicus*, *Nonion manpukujiense* などが主な随伴種となっている。

H: *Elphidium advenum*— *Pseudorotalia gaimardii* 群集（St 29，St 26，St 23，St 20，St 22）

この群集は，個体数・種数ともに最も多く，湿潤試料20cc中で個体数は最大4127個，種数も最大36を数える。一方，共通して産する種でどの試料にも比較的高い割合で含まれるものがなく，しいて言えば *Elphidium advenum*— *Pseudorotalia gaimardii* 群集とよべるものである。このように明確な優占種をもたないことのほかに，上述のA～G群集にはみられなかった *Pararotalia nipponica* および *Cibicides subhaidingeri* が *Elphidium advenum*（5～16%，平均11%），*Pseudorotalia gaimardii*（5～17%，平均11%），とあまり違わない頻度（平均9%）で出現する。また，随伴種では，*Hanzawaia nipponica*, *Miliolinella circularis*, *M. sublineata*, *Cibicides refulgens*, *Cymbaroporetta bradyi*, *Quinqueloculina microcostata*, *Q. bicarin-*

Table 2: Occurrence of the total (living and dead) and living foraminifera from Osaka Bay in 1983, each in percent of the total and living population. Species of less than 1% frequencies are excluded in this table.

Assemblage		A						B								C								D						E				F		G						H									
Station Number		St 4		St 9		St 25		St 1		St 2		St 5		St 11		St 6		St 10		St 13		St 14		St 15		St 19		St 35		St 7		St 40		St 36		St 31		St 32		St 28		St 29		St 26		St 23		St 20		St 22	
Depth (m)		10		15		12—20		16		9		15		15		21		10		10		14		21		40		40		40		38		30		10		20		20		60		60		75		45		55	
Total (T:living and dead) and Living (L)		T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L
Benthic Population	in 20cc of surface sediment	9	2	70	1	47	5	422	—	364	72	339	2	198	39	124	17	385	50	1309	251	2520	698	929	274	246	38	893	193	1617	12	288	44	247	4	365	19	88	1	582	17	245	10	470	9	1947	23	4127	85	1279	40
	actually counted	22	4	175	5	47	5	422	—	364	72	339	2	198	39	248	33	385	50	334	64	2520	698	929	274	246	38	893	193	278	2	288	44	247	4	154	8	88	1	171	5	245	10	470	9	425	5	483	10	290	9
1 *Ammobaculites agglutinans* (d'ORBIGNY)				2		2		.5				3		3	10	.4	3	2		2	2	2	.4	.4	.4	10	8	9	5	.7								.6				.2		.2	10				
A. foliaceus (BRADY)																										1										4	13													
Eggerella scabra (WILLIAMSON)		5		39		15	40	59		76	58	51	100	63	48	18	18	38	20	30	20	13	6	48	27	48	51	54	43			.3	2			19	37			1	20	1				.2	20				
Lagenammina longicollis (WIESNER)																												.6		.4		.7	5																
5 *Textularia andenensis* ASANO																1																										1		.4		.2				.7	
T. articulata d'ORBIGNY																														1		4								1		6		1				1	
T. candeiana d'ORBIGNY																																3								5		.6				.8		.7	
T. conica d'ORBIGNY																1														1		6	28	20	25			1		.6		7		7		3		6		3	
T. earlandii PARKER								1												.3		.3	.1	.3		.4																							
10 *T. foliacea oceanica* CUSHMAN																														.7				3				4						.2				
T. secasensis LALICKER and MC CULLOCH																																		1								1				1		.7	
T. semialata CUSHMAN																																										1						.3	
Trochammina hadai UCHINO		18		5		38	20	27		3		4		10	8	6	6			6	3	2	1	3	.4	3		3	2	.7		.7	2			3						1		.2		.2				
T. inflata (MONTAGU)																								.5		.8	2																						
15 *T.* cf. *japonica* ISHIWADA		77	100	53	60	45	40	11		21	42	42		16	8	8	21	9		12	27	6	6	12	14	7	5	22	29	.4		.7				4	13		4	60	.8	10	.2	11						
T. pacifica CUSHMAN				1	40			1																.1				2	1	.4																			
Ammonia beccarii (LINNE') "forma A"														8	26	25	33	59	80	41	48	69	83	34	54	7	10	2	6	2		3	5	.4		4						.4		.4		1		.3	10
A. beccarii (LINNE') "forma B"																																						1				1		.9						
A. beccarii tepida (CUSHMAN)																						.8	.1	.1				.3	.5	.7		.3	2			9				1		2		.2		.2				
20 *A. japonica* (HADA)																4				.3		.6	.1			9	11	2	6	.4		.3				3	13			.3				.4		.4				
Buccella frigida (CUSHMAN)																.8	3			.9		2	1	1	3	3	8	2	4	.4		.7				3	24			.6									
Buliminella elegantissima (d'ORBIGNY)																								.1	.4	.8	5	.3	1																				
Cancris auriculus (FICHTEL and MOLL)																.4														.4												.8	10		1		.4				
Celanthus craticulatus (FICHTEL and MOLL)																				.3														.4		9													
25 *Cibicides aknerianus* (d'ORBIGNY)																.4														.7		2																1	
C. labatulus (WALKER and JACOB)																														2		3	2	2								.4		.6	11	2		2	10		
C. pseudoungerianus (CUSHMAN)																3												.2		3		6	2	.8		.6		1				6		4		8	20	3		1	
C. refulgens MONTFORT																														1		.7	2									.8		1		2		3			
C. subhaidingeri PARR																.4																		.1						.6		12		10	11	9		11	20	4	
30 *C.* spp.																.4														4		.7		.4								2		2	33	.7		3		.3	
Cymbaroporetta bradri (CUSHMAN)																.4														1		.7	2									.8		.4		2		3			
Elphidium advenum (CUSHMAN)																8	6			3		.4						.5		16		19	20	4		1		4		6		15	10	5		16	20	12		9	
E. clavatum CUSHMAN																.4						.8		.1		3		.6	2			.3																	
E. crispum (LINNÉ)																1												.2		14		10		4		9		9		3		3		7		1		12		8	
35 *E. hanzawai* ASANO																												.2																					

Table 2:(Continued)

| | | |

ata, *Textularia andenensis* なども，頻度は小さいがA～G群集にはみられないもので，この群集を特徴づけるものである。さらに，この群集の主要な構成種は，重厚で移動されにくい比較的大型の殻をもつ種であり，全体としてみると，壊れやすい，あるいは移動させられやすいうすい殻をもつ種の頻度が小さい。この群集は，外洋水の影響を最も強く受ける湾口部近くの水域（水深45～75m）に分布している。

5. 最近の50年間における群集変化

大阪湾では1933年と1952年の有孔虫群集について報告がある。

TAKAYANAGI（1953）は，1933年に当時の海軍水路部が調査船岸和田丸による航海で採取し，東北大学に保管されていた大阪湾西部の底質試料中の有孔虫群集を研究した。採泥方法は不明であり，生体と死殻の識別はされていないが，湾西部の11地点(水深13～64m)から得られた約120種の有孔虫の頻度がリストアップされている。この報告では群集型は記載されていないが，筆者らがそのリストから識別した群集型とその分布を図11に示した。

その後，中世古（1953）は，1952年に神戸海洋気象台の春風丸によりITIHARA（1954）の得た11地点（水深11～58m，*Marukawa* grab使用）からの底質試料を用いて，図12のような大阪湾全域にわたる混合群集を報告している。

これらの研究と今回の研究の結果を比較すると，最近の50年間において，大阪湾の有孔虫群集にかなりの変化が生じていることが明らかであり，それは次の(1)～(4)のように要約される。

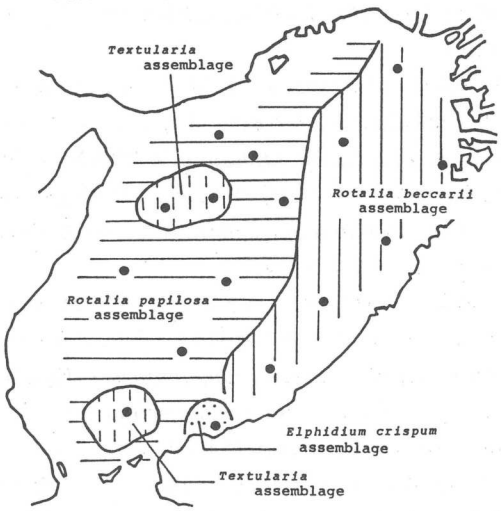


Fig.12：Distribution of the benthic foraminiferal assemblages in 1952 (after NAKASEKO, 1953).

(1) 1933年当時に淡路島東方水域では，*Bolivina robusta*が平均23%の産出頻度で最も優勢であった。この種によって代表され，*Pseudorotalia gaimardii*や*Nonion manpukujiense*を伴う*Bolivina robusta*群集は，黒潮域の外洋浅海相（深度50—80～100m）を特徴づけるもの(ISHIWADA, 1964; 的場, 1975; 井上, 1985)である。しかし，1952年にはこの種は西部水域で平均4%以下



Fig.11：Distribution of the benthic foraminiferal assemblages in 1933, summarised from the numerical table of TAKAYANAGI (1953).

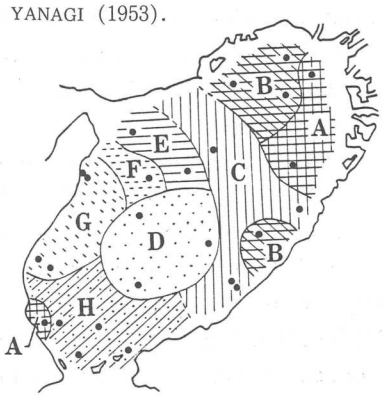


Fig.13：Distribution of the benthic foraminiferal assemblages in 1983 (this paper). A: *Trochammina* cf. *japonica* assemblage, B: *Eggerella scabra*—*Trochammina* assemblage, C: *Ammonia beccarii* "forma A"—*Eggerella scabra assemblage*, D: *Eggerella scabra* assemblage, E: *Elphidium advenum*—*E. crispum* assemblage, F: *Poroeponides cribrorepandus*—*Textularia conica* assemblage, G: *Pseudorotalia gaimardii* assemblage, H: *Elphidium advenum*—*Pseudorotalia gaimardii* assemblage.

の頻度となり，とくに淡路島北部の東方水域からの産出は報告されていない。筆者らの手元にあった1966年８月の採泥試料（後述）を調べたところ，洲本北東約1.2㎞のSt３（水深48m，第８図）では，*Gavelinopsis praeageri*－*Bolivina robusta*群集となっており，*B. robusta*は12%の産出頻度を保つとはいえ，優占種とはいえなくなっている（図15）。そして，*B. robusta*は現在では大阪湾からほとんど姿を消してしまっている。

(2) 1952年当時は，湾奥部から泉南沖にかけて，*Ammonia beccarii*に代表され，*Buccella frigida*, *Elphidium advenum*, *E. jenseni*, *Nonion japonicum*, *N. pacificum*などを伴う*Ammonia beccarii*群集が分布していたが，現在ではこの水域にはこれら石灰質殻有孔虫は全くみられない。かわって*Trochammina* cf. *japonica*, *T. hadai*, *Eggerella scabra*, *Ammobaculites agglutinans*などの砂質殻有孔虫のみから構成される*T.* cf. *japonica*群集または*E. scabra*－*Trochammina*群集が分布している。

(3) 1952年当時に湾中央部から西部の水域にかけて優占種となっていたのは，*Rotalia papillosa* (= *Pseudorotalia gaimardii*)である。この種は西南日本太平洋側の深度20～50ｍで*Florilus japonicus*とともに*Hanzawaia nipponica*, *Rosalina vilardeboana*, *Elphidium advenum*, *Quinqueloculina* spp., *Trochammina* spp.などを伴う*Pseudorotalia gaimardii*－*Florilus japonicus*群集を代表する典型的な黒潮系海種である（井上，1985）。

しかし，現在では，*Pseudorotalia gaimardii*は淡路島東方の沿岸水域と湾口部付近では群集の主要構成種となっているものの，湾中央部ではその頻度は10%以下となり，かわって*Eggerella scabra*または*Ammonia beccarii* "forma A"が優占種となっている。さらに，かって湾中央部から西部の水域で*P. gaimardii*に伴っていた*Bolivina robusta*, *Cibicides lobatulus*, *Nonion japonicum*, *Quinqueloculina seminulum*, *Q. vulgaris*なども淡路島沿岸または湾口部に追いやられ，湾中央部では*Buccella frigida*, *Ammobaculites agglutinans*が主な随伴種となっている。

(4) 湾西南部で１地点であるが，洲本沖の泥質底（St25 水深12～20ｍ）で，これまで報告のなかった*Trochammina* cf. *japonica*群集の存在がみとめられた。

6. 群集分布の変化の時期と原因

1966年８月，春風丸による東海大学学生の海洋実習の際にエックマン採泥器で採取され，大阪府立吹田高校の野口寧世教諭（当時）から提供されていた大阪湾の若干の底質試料が筆者らの手元に保存されている。今回，これらの試料の中から採泥地点が1952年および1983年の地点に近接し，底質が同じものを選んで（図14），1952年以降の群集変化の時期を検討することができた。

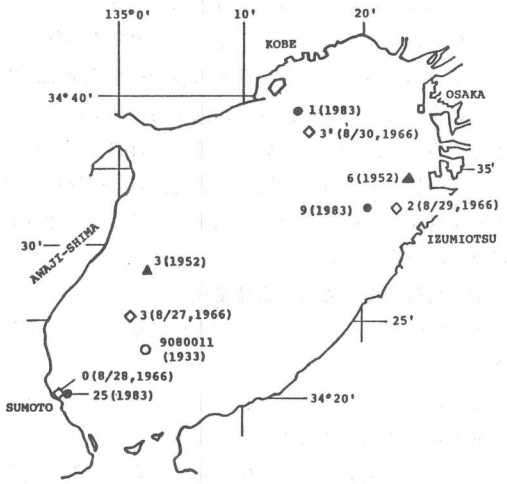


Fig.14 : Locations of sampling stations in 1933, 1952, 1966 and 1983.

(1) 泉大津沖　1952年のSt６，1966年のSt２，1983年のSt９は水深11～15m，泥質のきわめて近接した地点からの底質試料である。1966年の試料は*Ammonia beccarii* "forma A"により代表される混合群集で，1952年当時とほとんど変化はなく，わずかに*Trochammina* cf. *japonica*や*T. hadai*がみとめられるようになっている。現在では*T.* cf. *japonica*に代表される個体数・種数とも少ない貧弱な砂質殻有孔虫群集が分布している（図16）。

(2) 神戸沖　1966年のSt 3'（水深20m，泥）と1983年のSt１（水深16m，泥）を比較すると，St 3'では*Ammonia beccarii tepida*, *Elphidium*属で代表される石灰質殻有孔虫群集であったが，現在，St１では*Eggerella scabra*－*Trochammina hadai*群集で，石灰質殻有孔虫をほとんど含まない（図17）。

(3) 洲本沖　1966年のSt０（水深17m，泥）は*Pseudorotalia gaimardii*を優占種（67%）とし，*Ammonia beccarii tepida*, *Nonion manpukujiense*, *Elphidium*の各種，*Buliminella elegantissima*などを伴う*Pseudorotalia gaimardii*群集であった。これは，中世古（1953）が湾の西半部に広く分布するとした*Rotalia papillosa* (= *Pseudorotalia gaimardii*)群集に相当する。しかし，1983年のSt25（水深12～20m，泥）

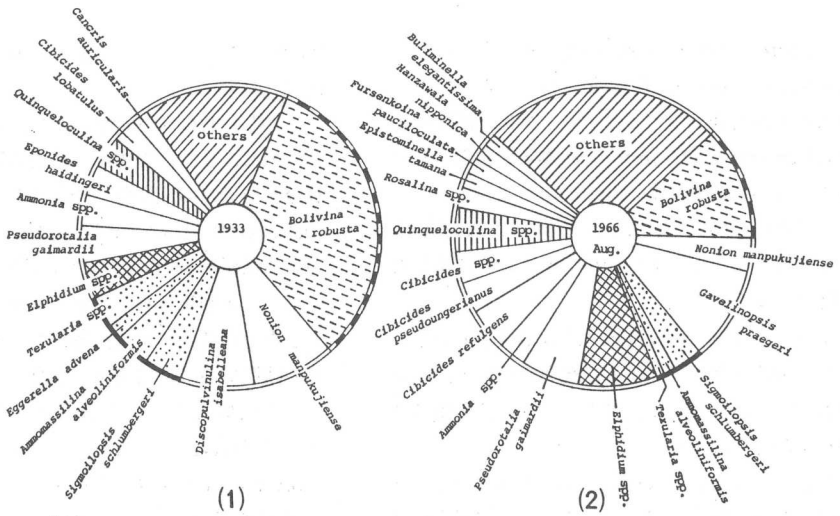


Fig.15 : Comparison of the composition of foraminiferal assemblages from the southwestern region of Osaka Bay. (1) St 9180011 (1933), (2) St 3 (1966).

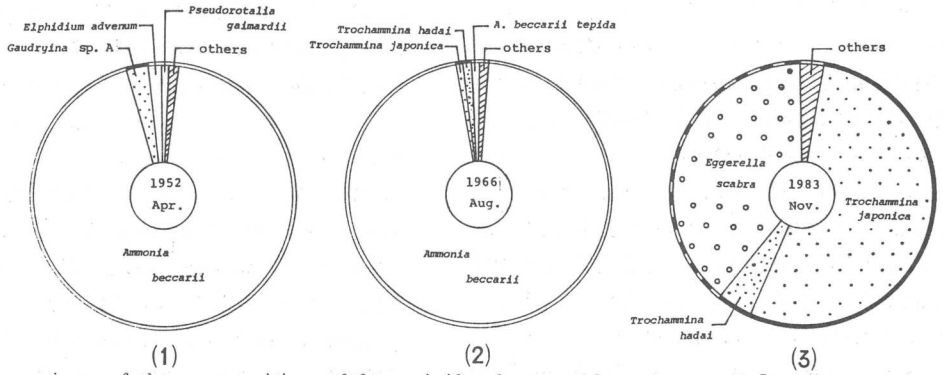


Fig.16 : Comparison of the composition of foraminiferal assemblage from off Izumiotsu (1) St 6 (1952), St 2 (8/29, 1966), and St 9 (1983).

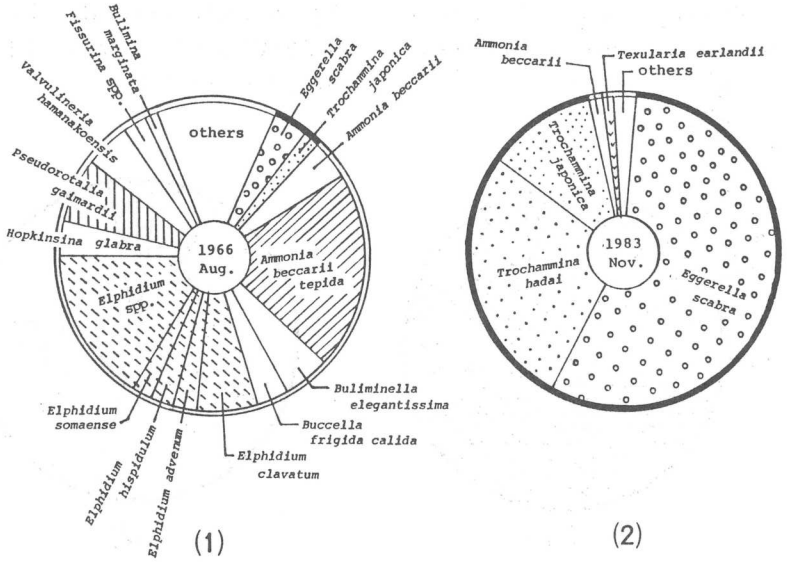


Fig.17 : Comparison of the composition of foraminiferal assemblages from off Kobe. (1) St 3' (8/30, 1966). (2) St 1 (1983).

では，*Trochammina* cf. *japonica* を主とし，*T. hadai*, *Eggerella scabra* を伴う群集となっており(図12)外洋水の影響を最も強く受けるはずの水域に，湾奥部と同じ *Trochammina* cf. *japonica* 群集が出現していることは注目すべき変化である(図18)。

このような若干の例からみても，大阪湾での有孔虫群集の主な変化は，大きくみて1960年代後半以降に生じたと考えて間違いない。

1967年から1973年までは高度経済成長期後半であり，この時期に大阪湾は埋立てによる自然海岸の喪失，臨海工業地の拡大，生活様式の変化によって、自然環境の破壊と水質汚濁が急激に進行した。

LOEBLICH and TAPPAN (1964) は，浅海や内湾の有孔虫群集の分布を規制する要因として，水温・深度のほかに，むしろ底質・塩分濃度・食物・酸素獲得の難易などがより強く要因としてはたらくことを指摘した。また，LUTZE (1964) は，南カリフォルニア沖の酸素極小帯で，石灰質殻有孔虫の *Bolivina argentea* が酸素欠乏のために炭酸石灰質分の分泌がおとろえ，殻が薄くて脆く，殻表面の装飾も少ない細長い形態が多くなっていることを報告している。最近では，吉田ほか (1986) が瀬戸内海の小豆島北方水域で1957年と1979年の有孔虫群集を比較しているが，1979年の底質試料では砂質殻有孔虫が全体的に増加し，その産出頻度が各地点とも約20%も増加して，とくに *Eggerella* cf. *advena* にその傾向が著しく，少なくともE.cf. advena についてはその挙動が汚染の程度に関連するとしている。

大阪湾においても1950年代と比較して，底質分布にはわづかな変化（中世古，1953；ITIHARA，1954；井内，1982）はあるものの，水温・塩分濃度などにはほとんど差異はない。

しかし，1960年代後半からは，春～夏季に赤潮の発生が急増し，また，湾奥部から湾東部に大規模な無酸素～貧酸素底層水の広がりが報告されるようになった（城，1985；城ほか，1969, 1978)。これは，大阪湾に排出された汚染負荷量をBODまたはCODで表したとき，その量が急増したと推定される時期でもある（城・浜田，1978)。

夏季は有孔虫の世代交番におけるガモントの発生・成長の時期であり，底層水の無酸素～貧酸素状態はガモントの石灰質殻形成に大きい障害となったはずである。1967年以降は，このようにして，湾奥部において *Ammonia beccarii* 群集から *Trochammina* cf. *japonica* 群集や *Eggerella scabra*－*Trochammina hadai* 群集への変化が進んだものと考えられる。

1930年代に湾中央部で優勢であった *Eggerella advena* は，1950年代には全く報告されていない。しかし，現在では *Eggerella scabra* がこの水域の優占種となっている。このようなうな *Eggerella* 属の消長の理由は明らかでない。また，瀬戸内海から報告されている *Eggerella* については，TAKAYANAGI (1953) の *E. advena*，加藤 (1986) の *E.* cf. *advena*, *E. propinqua*，吉田ほか (1986) の *E.* cf. *advena*，筆者らの *E. scabra* などは，その同定について研究者による意見の相違も残されている。

1930年代の *Bolivina robusta* 群集の分布域が1952年以降の大阪湾では次第に西南部に限られていき，現在では姿を消していること，また，1967年以降において，*Pseudorotalia gaimardii* の分布の中心が淡路島東方沿岸水域に偏っていることは，外洋水の影響が弱まっていることを示している。

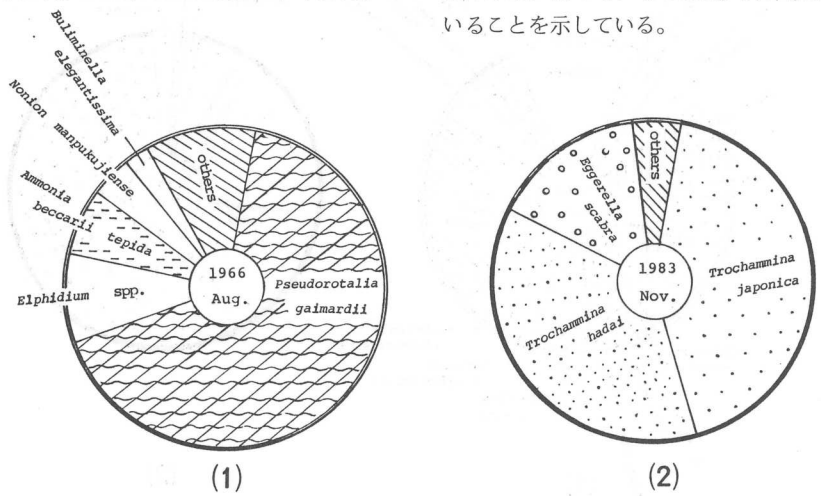


Fig.18 : Comparison of the composition of foraminiferal assemblages from off Sumoto. (1) St 0 (8／28, 1966), (2) St 25 (1983).

さらに，現在ではせまい範囲とはいえ，洲本沖で*Trochammina* cf. *japonica*に代表される砂質殻有孔虫群集が出現していることは，淡路島南部沿岸地域の今後の“開発”のあり方に示唆を与えているものである。

7. おわりに

この論文では，最近の50年間における大阪湾の有孔虫群集の変化を明らかにし，その原因を考察した。

しかし，1970年代の底質試料を入手できなかったため，現在みられる群集の出現の時期を，さらに細かくチェックすることができなかった。その意味で，底質試料などを採取した際に，将来のために十分に保存・管理し，学術研究に利用できるようなサンプルバンクの設立が強く望まれる。

なお，底棲有孔虫群集と底質との相関々係については多くの研究があり，大阪湾においても，ITIHARA (1954) は1952年の湾全域からの採泥試料の粒度分析結果から，底質の中央粒径値Mdφと中世古 (1953) による有孔虫の群集分布との対応を示している。1983年の底質試料について粒度分析は大阪市立自然史博物館によって行われているが，現在の大阪湾では有孔虫の混合群集は必ずしもMdφには対応せず，底質の粒度よりむしろ汚染の影響が大きい水域が存在することを予察している。次回には，このことについて詳細を明らかにしたい。

参　考　文　献

ISHIWADA, Y. 1964. Benthonic Foraminifera off the Pacific coast of Japan referred to biostratigraphy of Kazusa Group. *Geol. Surv. Japan, Rep.*, (205) : 1—45

井上洋子. 1980. 日本周辺海域の現世有孔虫の生態学的研究，その1. 日本周辺海域における現世底生有孔虫の分布. 技研特報 (40—1) : 1—114.

ITIHARA, M. 1954. Bottom sediments of Osaka Bay, Part 1. Mechanical analysis and frustules of diatom. *Jour. of the Institute of Polytechnis, Osaka City Univ. Ser. G*, **2**, 89—99.

井内義郎. 1982. 瀬戸内海における表層堆積物分布. 地質雑, **88** (8):665—681.

城　久. 1985. 日本全国沿岸海洋誌 (日本海洋学会沿岸海洋研究部会編), 642—661. 東海大学出版会.

———・林　凱夫・三好礼治. 1969. 大阪湾の水質，底質ならびに底生動物について. 大阪水産研報, (1) : 23—45.

———・浜田尚雄. 1978. 大阪湾に排出される汚染負荷量の推移と海域環境の変化について. *Ibid.*, (5) : 1—25.

———・矢持　進・安部恒之. 1978. 大阪湾における貧酸素水塊の発生状況. *Ibid.*, (5) : 71—84.

加藤道雄. 1986. 広島湾の現世底生有孔虫群集. 新生代底生有孔虫の研究 (的場保望・加藤道雄編), 27—42. 秋田大学鉱山学部.

神戸海洋気象台海洋課. 1954. 大阪湾紀伊水道の海況. 中央気象台海洋報告, 3(3) : 7—36.

LOEBLICH, A.R., Jr. and TAPPAN, H. 1964. Sarcodina, chiefly “thecamoebians” and Foraminifera. *Treatise on Invertebrate Paleontology, Pt. C, Protista 2* (ed. Moore, R.C.), 1—658. Geol. Socie. Amer. and Univ. Kansas Press.

LUTZE, G. F. 1964. Statistical investigations on the variability of Bolivina argentea Cushman. *Cushman Found. Foram. Research, Contrib.* **15** (3) : 105—116.

的場保望. 1975. 底棲有孔虫——日本近海における分布——. 海洋科学, **7** (4) : 41—46.

中世古幸次郎. 1953. 大阪湾の有孔虫遺骸 (その1). 大阪大学南校・大阪大学北校理科報告, (2) : 101—105.

尾田太良. 1978. 微化石研究マニュアル (高柳洋吉編), 33—48. 朝倉書店.

筋野義三. 1977. 関西国際空港建設計画検討のための漁業環境影響調査・環境生物班検討会議概要・資料, 28—35. 日本水産資源協会.

TAKAYANAGI, Y. 1953. Distribution of the Recent Foraminifera from adjacent seas of Japan. *Record of Oceanographic Works in Japan*, 1 : 78—85, *New Ser.*, Japanese National Commission for Unesco.

山西良平. 1986. 大阪湾の自然. (大阪市立自然博物館編) 第13回特別展「大阪湾の自然」解説, 3—13. 大阪市立自然史博物館.

吉田静江・加藤道雄・多井義郎. 1986. 瀬戸内海播磨灘西方海域における有孔虫群集の変化. 海洋科学, **18** (9) : 577—582.

Change of Foraminiferal Thanatocoenoses of the Osaka Bay during the late fifty years.

ISAO KONDA (Nikaido Senior High School, TENRI)
MANZO CHIJI (Tatibana Women's University, KYOTO)

Abstract

The change of benthic foraminiferal thanatocoenoses distribution in the Osaka Bay during the late fifty years is investigated.

From the 1930's to 60's, *Bolivina robusta* assemblage and *Pseudorotalia gaimardii* assemblage were distributed in the main part of the western half of the bay, and *Ammonia beccarii* assemblage was found in the area from the head to eastern part of the bay. However, recently, the former neritic *Bolivina* and/or *Pseudorotalia* assemblage are replaced by some assemblages, dominated by agglutinated taxa in various areas, and only distribute in the area along the east coast of the Awaji Is. from the bay mouth toward the Akashi Stait. The latter, bay-proper *Ammonia beccarii* assemblage is found near by the central area. The area of the bay head is also occupied by assemblages predominated by *Trochammina* cf. *japonica*, *T. hadai*, *Eggerella scabra* etc. Furthermore, it is remarkable that *Trochammina* cf. *japonica* assemblage appears in the small area off Sumoto Harbour situated in southern Awaji Is. near the bay mouth.

It is considered that these increasing agglutinate dominant assmblages was caused by the speading of the anoxic or oxgen-deficient bottom water mass with increase of the pollutant influx load of the bay.

Plate 1

Figs. 1 a, b, c: *Ammonia beccarii* (LINNé) "forma A", St14. ×22
Figs. 2 a, b, c: *Ammonia beccarii* (LINNé) "forma A", St14. ×22
Figs. 3 a, b, c: *Ammonia beccarii* (LINNé) "forma A", St14. ×22
Figs. 4 a, b: *Buccella frigida* (CUSHMAN), St19. ×32
Figs. 5 a, b, c: *Trochammina hadai* UCHIO, St 1. ×22
Figs. 6 a, b, c: *Trochammina hadai* UCHIO, St 1. ×22
Figs. 7 a, b, c: *Trochammina hadai* UCHIO, St 1. ×22
Figs. 8 a, b, c: *Trochammina* cf. *japonica* ISHIWADA, St 1. ×22
Figs. 9 a, b, c: *Trochammina* cf. *japonica* ISHIWADA, St 1. ×22
Figs.10a, b, c: *Trochammina* cf. *japonica* ISHIWADA, St 1. ×22
Fig. 11: *Eggerella scabra* (WILLAMSON), St 1. ×22
Fig. 12: *Eggerella scabra* (WILLAMSON), St 1. ×22
Figs.13a, b: *Gavelinopsis praegeri* (HERON-ALLEN and EARLAND) St20. ×22
Figs.14a, b: *Ammonia japonica* (HADA), St23. ×22

Plate 1

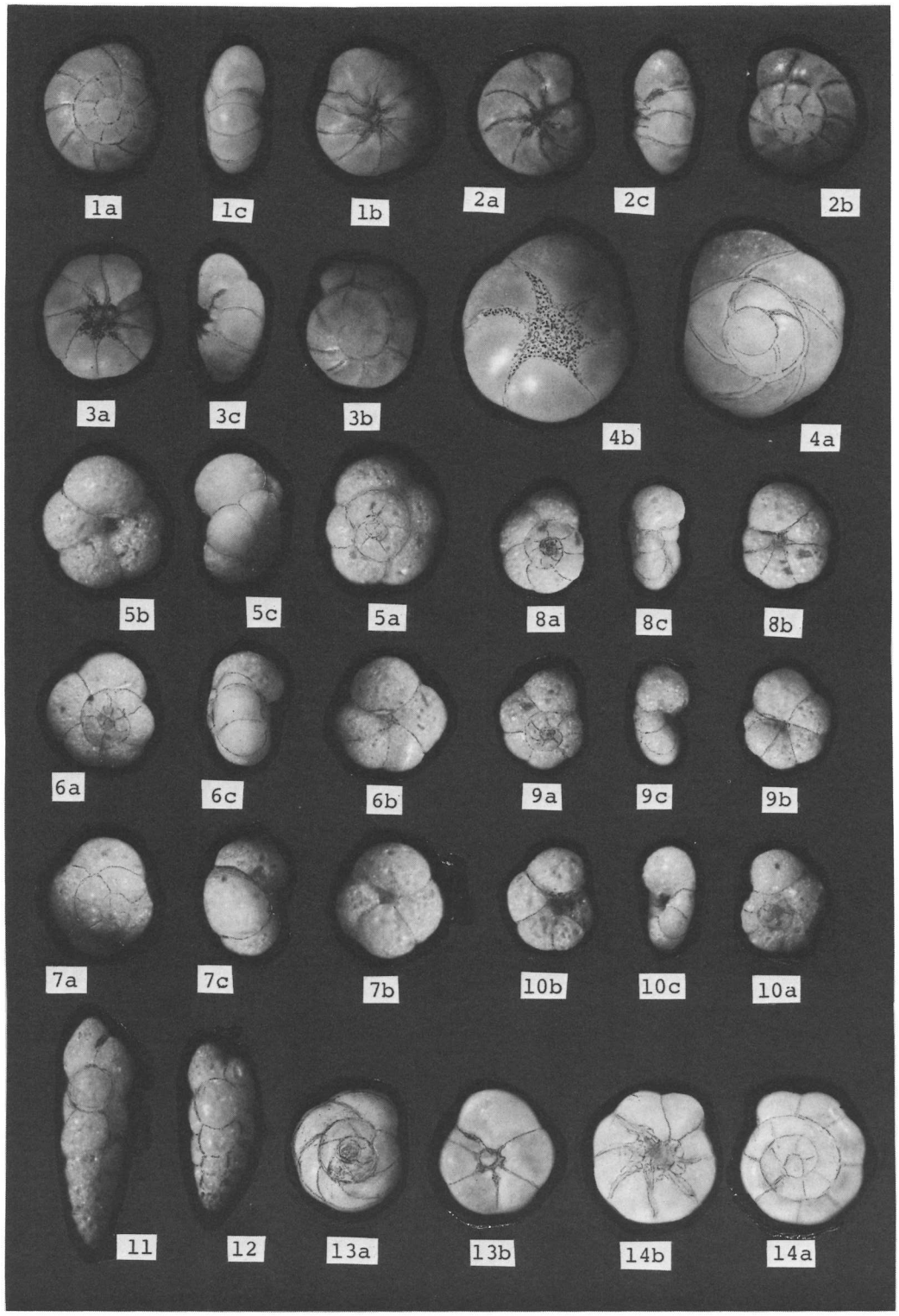
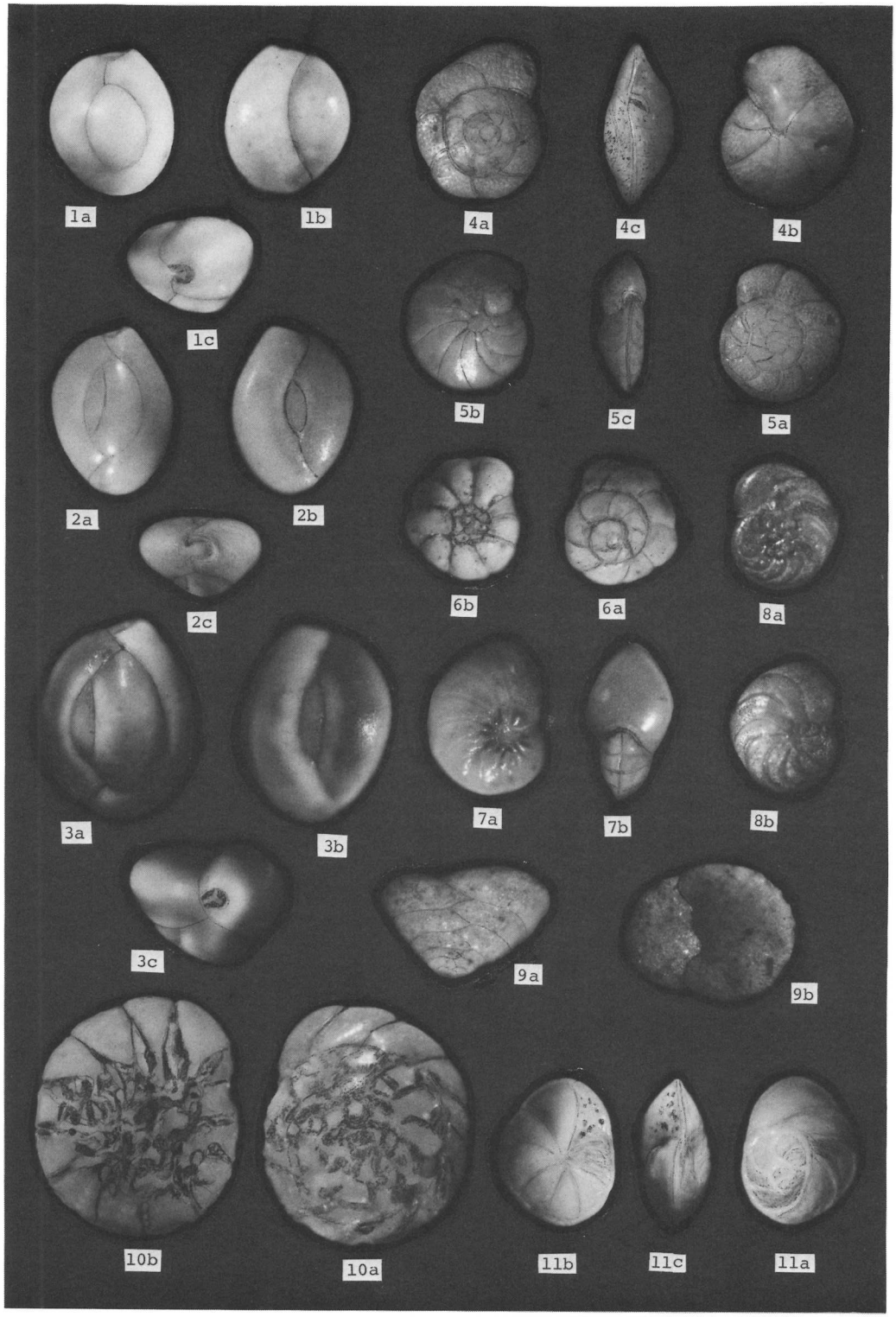

1a
1c
1b
2a
2c
2b
3a
3c
3b
4b
4a
5b
5c
5a
8a
8c
8b
6a
6c
6b
9a
9c
9b
7a
7c
7b
10b
10c
10a
11
12
13a
13b
14b
14a

Plate 2

Figs. 1 a, b, c: *Triloculina rotunda* d'ORBIGNY, St22. ×15
Figs. 2 a, b, c: *Quinqueloculina seminulum* (LINNÉ), St22. ×15
Figs. 3 a, b, c: *Quinqueloculina vulgaris* d'ORBIGNY, St22. ×15
Figs. 4 a, b, c: *Cibicides subhaidingeri* PARR, St23. ×15
Figs. 5 a, b, c: *Cibicides pseudoungerianus* (CUSHMAN), St23. ×15
Figs. 6 a, b: *Pararotalia nipponica* (ASANO), St22. ×15
Figs. 7 a, b: *Nonion manpukujiense* OTUKA, St20. ×15
Figs. 8 a, b: *Hanzawaia nipponica* ASANO, St26. ×15
Figs. 9 a, b: *Textularia conica* d'ORBIGNY, St36. ×15
Figs.10a, b: *Pseudorotalia gaimardii* (d'ORBIGNY), St23. ×15
Figs.11a, b, c *Poroeponides cribrorepandus* ASANO and UCHIO, St36. ×15

All of specimens figured on the Plates 1 and 2 are deposited at the Osaka Museum of Natural History.


1a
1b
4a
4c
4b
1c
5b
5c
5a
2a
2b
6b
6a
8a
2c
3a
3b
7a
7b
8b
3c
9a
9b
10b
10a
11b
11c
11a