

大阪湾におけるマクロベントス群集の季節変動

玉井 恭一

Seasonal Fluctuation of Macrobenthic Communities in the Osaka Bay, Japan

Kyoichi TAMAI

The investigation covers seasonal fluctuation of macrobenthic communities at five stations of 10 to 39 m deep in the Osaka Bay during April 1979 through March 1980. The Smith-McIntyre grab with a covering area of 0.1 m² collected three samples at the shallowest station 1 and two samples at the four other stations at each of 15 samplings repeated during the one-year period. The materials were washed through a sieve of 1.0 mm mesh.

Except the biomass and density at the stations 1 and 2, the biomass, density and number of species of macrobenthic animals increased in summer, June and July, and decreased in autumn and early winter, September to December, as usually found in many localities in Japan. At the exceptional station 1, however, the biomass and density appeared high in the autumn as well as in the summer. Recruitment of two dominating polychaetes, *Paraprionospio* sp. (type A) and *Cirriformia tentaculata* causes the additional peak in the autumn. The specific feature found at this particular station is explained by the change of fauna in the warm season. Namely, the dissolved oxygen deficiency occurred in the summer and killed many species out; the two polychaetes entered into the vacant niche and prospered there in the autumn; and thus there occurred two peaks of abundance of the macrobenthos.

Success of recruitment of *Paraprionospio* sp. (type A) seemed to have changed year to year at the station 2 of 15 m in depth. The yearly fluctuation of the dominant polychaete resulted in remarkable change of the seasonal fluctuation of macrobenthos at this region.

ベントスは底魚類、小型エビ類の餌生物として極めて重要であり、また海域環境の指標としても優れた特徴を備えている。我が国では限られた時期のベントスの群集区分や構造解析を行った例は非常に多い。また年6回以上の調査に基づくベントス群集の季節変動は陸奥湾 (YAMAMOTO 1952)、松島湾(谷田・奥田, 1956)、東京湾(北森, 1950)、大阪湾(大阪府水産試験場, 1977; 矢持・城, 1978)、播磨灘(讃岐田他, 1979, 1981)、松永湾(北森, 1963)、三原湾(北森他, 1959)、備後灘北部 (MUKAI 1974)、天草巴湾 (KIKUCHI & TANAKA 1978; 菊池, 1979) の各海域で検討されてきた。

大阪湾では比較的多くの調査によって、ベントスの分布状況が明らかにされている(宮地, 1938, 1940; MIYADI 1940; 北森・船江, 1959; 北森, 1969; 城他, 1969; 城他, 1978; 玉井・永田, 1978)。さらに大阪府水産試験場(1977)は1976年に湾東部の泉南沿岸海域で年間を通して6回調査を行ってベントス群集の季節変動の大略を把握し、矢持・城(1978)は同一海域で夏に出現する貧酸素水塊がベントス相に顕著な影響を及ぼすことを明らかにした。玉井(印刷中)は大型の採泥器を用いて1979年4月から1980年3月にわたり15回の調査を行い、ベントス群集中の特定種の消長を述べた。ここではその試資料の解析を進めて、典型的な内海性海域である大阪湾のベントス相、湿重量、生息密度、種類数の季節変動、主要なベントスの季節的な消長を明らかにした。

本研究をまとめるにあたってご指導をいただいた南西海区水産研究所杉浦健三海洋部長、鈴木智之海洋部第二研究室長に謝意を表す。また塩分、溶存酸素量の測定にご協力いただいた大阪府水産試験場の城久主任研究員、ベントスの選別と測定に携わった元高知大学学生星田孝博氏に感謝の意を表す。南西海区水産研究所企画連絡室長林繁一博士には論文の校閲をお願いした。

本研究は関西国際空港漁業環境影響調査の一環として行ったものであることを付記する。

方 法

本研究には前報(玉井, 印刷中)の調査結果を用いた。その資料は以下に記す方法で収集された。なお、ベントス採集はしんこう海洋(泉佐野市)に委託し、塩分、溶存酸素量の測定値は大阪府水産試験場の協力によった。

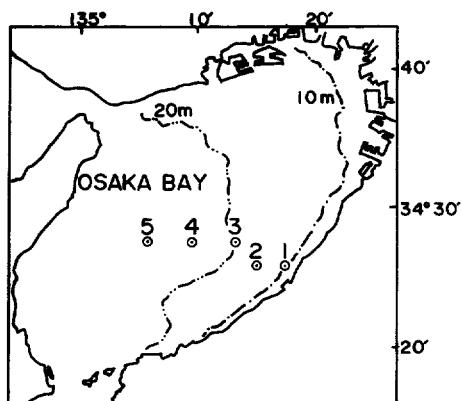


Fig. 1 Map of the Osaka Bay with isodepth contours and sampling stations.

ベントスは Fig. 1 に示す 5 定点で1979年4月から1980年3月にかけて15回採集した。採集にはスミス・マッキンタイヤ型採泥器(採泥面積0.1m²)を用い、Stn. 1 で3回、その他の4点では2回の採泥を行った。調査地点の水深はStn. 1 から順に10, 15, 20, 28, 39mである。

物理・化学的な項目として泥温、表・底層水の水温、塩分、溶存酸素量、底質中の全炭素含量、全窒素含量、灼熱減量、粒度組成を測定した。

マクロベントスは船上で1mm目のフルイで選別し、ホルマリンで固定後、種の同定、個体数算定、湿重量測定を行った。個体数、湿重量は1m²に換算、種類数は採泥1回あたりの値で示した。解析は体重0.5g以下の個体に限定した。調査地点間のベントス相の類似性は木元のC π 指数(KIMOTO 1967)を用いて検討した。C π 値は採集個体数10個体以上の種を対象とし、地点ごとの種別の年間合計個体数によって計算した。

結 果

1. 底層環境

ベントスの分布, 成長に大きな影響を及ぼす底層水の水温, 塩分, 溶存酸素飽和度の季節変動を Fig. 2 に示した。底層水温は2~3月の7℃から8~9月の25℃の間にあり, 沿岸寄りで年較差がやや大きいものの, 同じ月では地点間の差は小さい。底層塩分は冬季に低下するが各点とも周年31%を下まわることなく, 淡水の影響は少ない。夏季にみられる溶存酸素飽和度の低下は沿岸寄

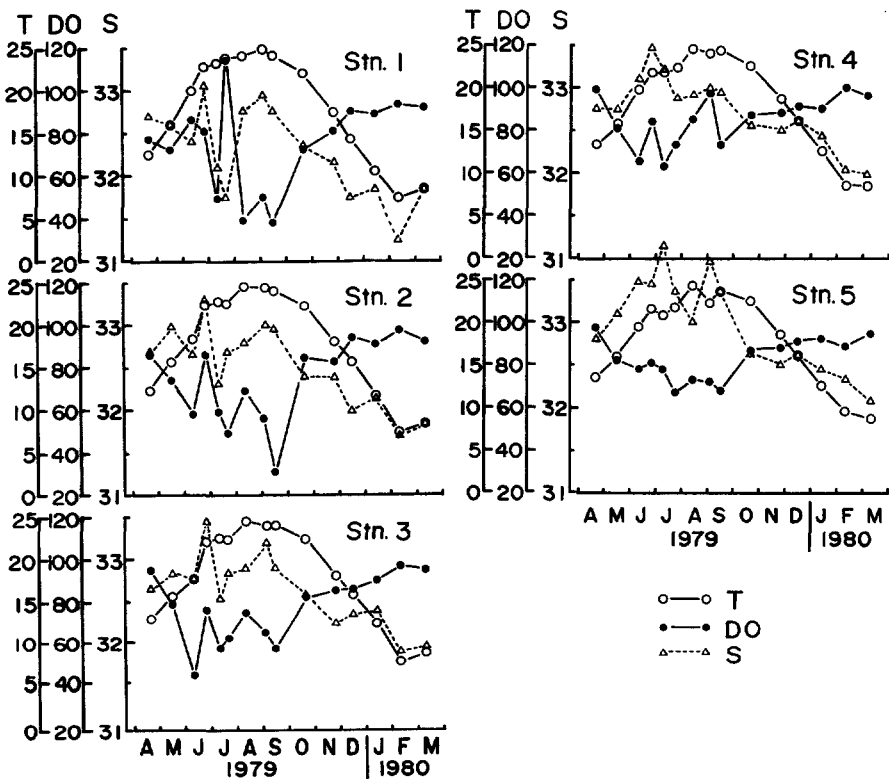


Fig. 2 Seasonal fluctuations of water temperature, salinity and dissolved oxygen concentration at the bottom, stations 1-5, April 1979-March 1980.

Open circles, closed circles and triangles denote water temperature in °C (T), dissolved oxygen concentration in % (DO) and salinity in ‰ (S).

りで大きく, 沖合寄りでは小さい。すなわち沿岸寄りの Stn. 1, 2 では成層の強まる8~9月頃に30%台まで低下するのに対して, Stn. 3 では43%に低下した6月上旬を除いて50%以上, 沖合寄りの Stn. 4, 5 では60%以上である。循環期に入る10月から翌年5月までは全点70%以上の飽和度を保っている。

底質分析結果からこの5地点は, 礫・砂・貝殻を含んで粗く有機物量の少ない Stn. 1, 有機物の

Table 1 Physico-chemical characters of bottom sediments taken at the stations 1-5 in the Osaka Bay, on March 9, 1980.

Station	Total carbon (mg/g dry mud)	Total nitrogen (mg/g dry mud)	Ignition loss (%, 850°C, 1hr)	Mud content* (%)
1	2.77	0.30	2.7	10.9
2	21.17	2.23	11.3	98.8
3	22.65	2.17	11.2	98.8
4	17.34	1.48	8.8	75.5
5	18.58	0.99	7.6	47.3

*Mud content is given in the weight percentage of fine particles less than 63 μm in diameter.

豊富な軟泥底海域の Stn. 2, 3, 有機物量が比較的少なく底質がやや粗い Stn. 4, 5 の3グループに分けられる (Table 1)。底質の差からみて底層水の流動は Stn. 1 と Stn. 4, 5 で比較的強く, Stn. 2, 3 では弱いと考えられる。

以上の結果を総合すると調査海域は, 波浪・潮汐等の影響を受け底質は粗いが溶存酸素量がかなり低下する Stn. 1, 停滞性が強く泥底域の Stn. 2, 3, 底層流が比較的強い砂泥底域で溶存酸素量はあまり低下しない Stn. 4, 5 に3区分される。

2. ベントスの分布

年間を通したベントスの湿重量, 生息密度, 出現種類数は沿岸の Stn. 1 で最大 (53.3 g, 6349 個体, 28.8種) やや沖合の Stn. 3 で最小 (3.3 g, 87個体, 5.5種) である (Table 2)。その他の3地点では湿重量8~9 g, 生息密度250~400個体, 出現種類数9~13種である。いずれの地点で

Table 2 Annual means of biomass, density and number of species of the macrobenthic animals at the stations 1-5 in the Osaka Bay, April 18, 1979-March 9, 1980.

Station	Taxonomic group					Total	
	Polychaeta	Crustacea	Echinodermata	Mollusca	Others		
Biomass* (g/m ²)	1	44.59	0.76	0.35	4.33	3.28	53.31
	2	8.24	0.04	0.09	0.73	0.12	9.22
	3	1.97	0.41	0.34	0.36	0.18	3.26
	4	4.53	0.23	0.66	2.08	0.67	8.17
	5	4.87	0.40	2.34	0.65	0.78	9.04
Density* (Ind./m ²)	1	5756	107	57	218	211	6349
	2	357	10	7	21	6	401
	3	54	11	9	10	4	87
	4	142	10	14	86	16	269
	5	168	18	39	32	25	282
No. of sp.* (No./0.1m ²)	1	18.8	2.5	0.5	3.0	4.0	28.8
	2	6.4	0.5	0.4	1.1	0.6	9.0
	3	3.5	0.6	0.5	0.7	0.2	5.5
	4	6.9	0.9	1.0	1.9	1.3	12.0
	5	8.3	1.3	1.1	1.3	1.2	13.2

* Biomass, density and number of species exclude individuals heavier than 0.5g in wet weight.

マクロベントス群集の季節変動

Table 3 List of 45 major macrobenthic animals ranked by number of specimens collected at the stations 1-5 in the Osaka Bay, April 18, 1979-March 9, 1980.

Rank	Taxonomic group	Scientific name	Station					Total	Cumulative percentage
			1	2	3	4	5		
1	P	<i>Paraprionospio</i> sp. (type A)	7386	521	1	—	—	7908	24.96
2	P	<i>Euchone</i> sp.	5976	203	16	15	5	6215	44.57
3	P	<i>Lumbrineris longifolia</i>	5314	44	2	2	—	5362	61.50
4	P	<i>Cirriformia tentaculata</i>	1565	1	—	—	—	1566	66.44
5	P	<i>Sigambra tentaculata</i>	1324	110	24	50	31	1539	71.30
6	P	<i>Glycinde</i> sp.	765	34	9	42	76	926	74.22
7	P	<i>Pseudopolydora</i> sp. A	801	6	—	7	2	816	76.80
8	M	<i>Theora lubrica</i>	376	19	16	204	53	668	78.90
9	P	<i>Prionospio cirrifera</i>	531	5	—	—	—	536	80.60
10	P	<i>Polydora ciliata</i>	504	—	—	—	—	504	82.19
11	Te	Phoronidea sp.	411	—	—	2	2	415	83.50
12	P	<i>Spirochaetopterus costarum</i>	285	18	14	13	11	341	84.57
13	Co	Hexacorallia sp. A	254	2	—	19	46	321	85.59
14	E	<i>Ophiophragmus japonicus</i>	252	—	—	1	57	310	86.56
15	M	<i>Musculus senhausia</i>	266	2	1	1	—	270	87.42
16	C	<i>Corophium acherucicum</i>	254	—	1	1	1	257	88.23
17	P	Capitellidae sp. A	217	—	1	2	5	225	88.94
18	M	<i>Raete rostralis</i>	211	—	1	2	3	217	89.62
19	P	<i>Euclymene</i> sp.	12	—	—	98	104	214	90.30
20	Ne	Nemertinea sp.	152	7	1	11	17	188	90.89
21	P	<i>Nectoneanthes</i> sp.	104	17	1	7	10	139	91.33
22	P	<i>Oxydromus</i> sp.	102	21	2	3	7	135	91.76
23	P	<i>Paraprionospio</i> sp. (type B)	—	38	37	12	24	111	92.11
24	P	<i>Glycera chirori</i>	75	18	2	2	9	106	92.44
25	Co	Hexacorallia sp. B	99	—	—	—	—	99	92.75
26	M	<i>Macoma tokyoensis</i>	47	40	—	6	1	94	93.05
27	P	<i>Aonides</i> sp.	93	—	—	—	—	93	93.34
28	C	Cumacea sp.	84	—	—	—	—	84	93.61
29	P	<i>Asabellides</i> sp.	81	—	—	—	—	81	93.86
30	P	<i>Prionospio malmgreni</i>	80	—	—	—	—	80	94.12
31	P	<i>Nephtys polybranchia</i>	26	12	3	18	19	78	94.36
32	E	Holothuroidea sp.	3	4	8	14	48	77	94.61
33	E	<i>Echinocardium cordatum</i>	—	17	18	27	11	73	94.84
34	P	<i>Sternaspis scutata</i>	—	—	—	51	18	69	95.05
35	P	<i>Poecilochaetus japonicus</i>	2	2	14	33	12	63	95.25
36	P	<i>Harmothoe imbricata</i>	55	—	1	2	2	60	95.44
37	P	<i>Dorvillea rudolphi</i>	59	—	—	—	—	59	95.63
38	P	<i>Eumida sanguinea</i>	57	—	—	—	—	57	95.81
39	P	<i>Glycera alba</i>	56	—	—	—	—	56	95.99
40	P	<i>Amphicteis gunneri</i>	54	—	—	—	—	54	96.16
40	C	Copepoda sp.	25	23	2	3	1	54	96.33
42	P	<i>Lagis bocki naikaiensis</i>	51	1	—	—	1	53	96.49
43	P	Capitellidae sp. B	—	5	16	14	17	52	96.66
44	P	<i>Pseudopolydora</i> sp. B	51	—	—	—	—	51	96.82
45	P	<i>P. paucibranciata</i>	49	—	—	—	1	50	96.98

Rest rare species less than 50 individuals in total comprise 68 polychaetes, 44 crustaceans, 2 echinoderms, 32 molluscs and 10 others.

The number of specimens is given in total number of catch at each station. The figure at the stn. 1 denotes the catch per 4.5 m² because there were made 45 collections by sampler having covered 0.1 m². At each of the other stations, 30 collections were made, and the figures denote catch per 3.0 m².

Taxonomic groups are abbreviated as; C: Crustacea, Co: Coelenterata, E: Echinodermata, M: Mollusca, Ne: Nemertinea, P: Polychaeta, Te: Tentaculata.

も多毛類が優占的に出現し、軟体類がそれに続く。甲殻類、棘皮類は全般に少ない。

Table 3 に年間採集個体数によって順位付けた出現種の地点別採集個体数を掲げた。全体的にみて種個体数による順位は生息密度の極めて高い Stn. 1 における順位に大きく左右される。総採集個体数に対する累積個体数百分率は9位までで80%、19位までで90%、34位までで95%である。出現種類数は未確定種を含めて201種に及び、その内訳は多毛類99種、甲殻類47種、軟体類36種、棘皮類5種、その他の動物群14種である。

Table 3 に示した地点別の個体数から、ここに示した45種のうち37種は次の6グループに分けられた。(1)分布域が Stn. 1 に限定されている種、(2) Stn. 1, 2 に分布し、Stn. 3~5 にはみられない種、(3)全調査地点に比較的多くみられる種、(4) Stn. 1, 4, 5 に分布し、中間の Stn. 2, 3 にはみられない種、(5) Stn. 2~5 分布し、Stn. 1 にはみられない種、(6) Stn. 4, 5 に分布し、Stn. 1~3 にはみられない種、の6グループである。しかし残り8種はいずれのグループにも分類できなかった。

(1)のグループは底質が粗く夏季に貧酸素化する浅い水域に分布する種で、多毛類ミズヒキゴカイ科のミズヒキゴカイ *Cirriiformia tentaculata* (4; 以下数字は Table 3 最左欄の順位を示す) やスピオ科の *Prionospio cirrifera* (9), *Polydora ciliata* (10), などがあげられる。ミズヒキゴカイは低酸素耐性に優れた種として知られ (DALES & WARREN 1980), また *P. ciliata* は極く近縁種である *Polydora ligni* とともに世界各地の汚染域に出現する (PEARSON & ROSENBERG 1978)。なお *P. ciliata* と *P. ligni* は同一種であるとする意見もある (RASMUSSEN 1973)。

P. cirrifera は小型種で通常1mm目のフルイでは大部分が洗い流されてしまう (玉井1981b)。しかし Stn. 1 では底質が粗くフルイの目詰りを起した結果、多量に採集されたものと思われる。燧灘では泥底域でも0.5mm目のフルイにより多量に採集されており (玉井1981b)、本種はむしろ後述する(3)のグループに近いであろう。

(2)のグループの生息域に共通の環境条件は水深の浅いことと夏季の貧酸素化がかなり顕著なことであり、底質は分布に影響していない。多毛類スピオ科の *Paraprionospio* sp. (A型) (1) が典型的である。しかし本種は貧酸素化のみられない土佐湾沿岸域でも採集されており (玉井1981a), その分布が溶存酸素量の減少域に限られているわけではない。

(3)のグループは内湾に広く分布する一群であり、多毛類ではカギゴカイ科の *Sigambra tentaculata* (5), ニカイチロリ科の *Glycinde* sp. (6), ツバサゴカイ科のアシビキツバサゴカイ *Spiochaetopterus costarum* (12) などが、また軟体類ではアサジガイ科のシズクガイ *Theora lubrica* (8) が代表的である。

(4)のグループの生息域にみられる特徴は底質の粗いこと、すなわち底層流が比較的強いことであり、イソギンチャク類 *Hexacorallia* sp. (13) と棘皮類スナクモヒトデ科のカキクモヒトデ *Ophiophragmus japonicus* (14) があげられる。

(5)のグループは(1)のグループとは逆にやや水深が深く、砂泥~泥質の海域を好む。多毛類スピオ科の *Paraprionospio* sp. (B型) (23) やイトゴカイ科の一種 *Capitellidae* sp. B (43), 棘皮類ヒラタブンブク科のオカメブンブク *Echinocardium cordatum* (33) が含まれる。

(6)のグループは溶存酸素量の低下が小さく、比較的深い海域に分布する種を含み、多毛類ダルマガカイ科のダルマガカイ *Sternaspis scutata* (34) によって代表される。本種は沖合性の指標種として知られている (北森, 1963)。

3. ベントス群集の季節変動

Fig. 3 に調査地点別のベントスの湿重量, 生息密度, 出現種類数の季節変動, Table 4 に主要

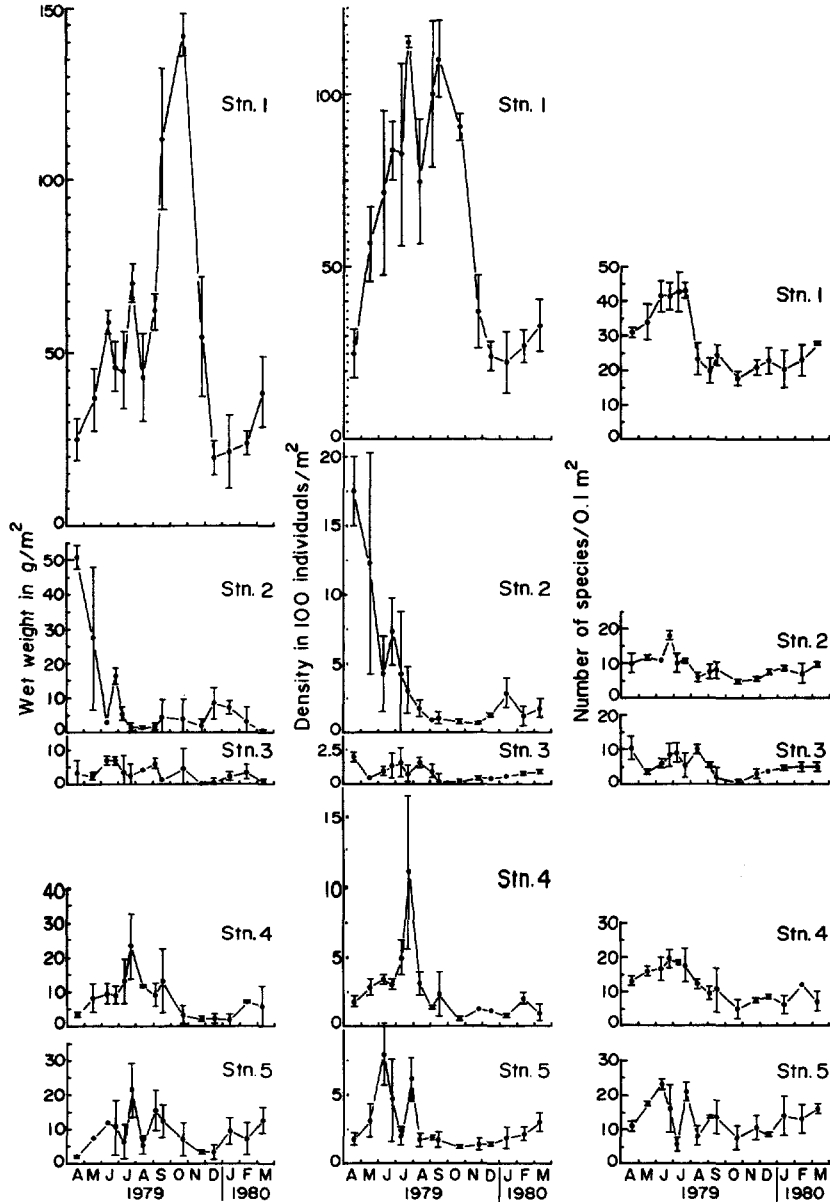


Fig. 3 Seasonal fluctuations of biomass in wet weight, density and number of species of macrobenthos at the stations 1-5, April 1979-March 1980.

Closed circles and vertical bars denote the means and standard deviations.

Table 4 Number of specimens of numerically abundant species at the stations 1-5

Station	Scientific name	Taxonomic group	1979				
			Apr 18	May 16	June 10	June 24	July 8
1	<i>Paraprionospio</i> sp. (type A)	P	36	98	123	55	77
	<i>Euchone</i> sp.	P	92	793	949	1300	1130
	<i>Lumbrineris longifolia</i>	P	206	257	255	216	269
	<i>Cirriformia tentaculata</i>	P	5	—	8	—	1
	<i>Sigambra tentaculata</i>	P	43	47	86	47	71
	<i>Pseudopolydora</i> sp.	P	3	22	99	168	243
	<i>Glycinde</i> sp.	P	45	32	28	40	54
	<i>Prionospio cirrifera</i>	P	95	58	37	53	53
	<i>Polydora ciliata</i>	P	—	—	51	9	36
	Phoronidea sp.	Te	15	9	8	4	2
	<i>Theora lubrica</i>	M	1	9	4	38	117
	<i>Spiochaetopterus costarum</i>	P	10	2	9	2	2
	<i>Musculus senhausia</i>	M	32	56	59	66	18
	<i>Corophium acherusicum</i>	C	1	26	52	135	37
	Hexacorallia sp.	Co	23	30	42	30	15
	<i>Ophiophragmus japonicus</i>	E	2	64	62	57	32
Capitellidae sp.	P	—	1	—	2	5	
<i>Raete rostralis</i>	M	1	19	37	38	67	
2	<i>Paraprionospio</i> sp. (type A)	P	295	180	1	35	2
	<i>Euchone</i> sp.	P	12	9	35	40	53
	<i>Sigambra tentaculata</i>	P	10	21	23	7	3
	<i>Lumbrineris longifolia</i>	P	9	8	2	4	4
	<i>Macoma tokyoensis</i>	M	1	2	2	8	—
	<i>Paraprionospio</i> sp. (type B)	P	—	—	2	5	1
	<i>Glycinbe</i> sp.	P	3	1	1	5	2
	Copepoda sp.	C	—	1	7	11	—
<i>Oxydromus</i> sp.	P	4	2	2	3	1	
3	<i>Paraprionospio</i> sp. (type B)	P	8	3	3	10	3
	<i>Sigambra tentaculata</i>	P	—	1	1	—	2
4	<i>Theora lubrica</i>	M	2	3	3	6	13
	<i>Euclymene</i> sp.	P	1	2	13	7	28
	<i>Sternaspis scutata</i>	P	—	1	7	2	9
	<i>Sigambra tentaculata</i>	P	1	1	4	2	3
	<i>Glycinde</i> sp.	P	6	6	3	2	5
	<i>Poecilochaetus japonicus</i>	P	3	4	11	—	4
<i>Echinocardium cordatum</i>	E	1	2	4	2	2	
5	<i>Euclymene</i> sp.	P	7	11	12	16	2
	<i>Glycinde</i> sp.	P	9	5	22	6	3
	<i>Ophiophragmus japonicus</i>	E	1	—	45	—	1
	<i>Teora lubrica</i>	M	—	—	—	15	23
	Holothuroidea sp.	E	—	3	—	8	8
	Hexacorallia sp.	Co	1	5	10	7	—
	<i>Terebellides stroemi</i>	P	—	1	9	7	—
	<i>Sigambra tentaculata</i>	P	3	4	2	1	—
	<i>Paraprionospio</i> sp. (type B)	P	1	2	11	3	—
	<i>Praxillella affinis</i>	P	—	—	5	1	—

See footnote of Table 3 for number of specimens, which is given either catch per 0.3m² at stn. 1 where two collections were made.

Taxonomic groups are abbreviated as ; C : Crustacea, Co : Coelenterata, E : Echinodermata, M : Mollusca,

マクロベントス群集の季節変動

in the Osaka Bay, April 18, 1979-March 9, 1980.

	1980									Total
	July 22	Aug 12	Sept 2	Sept 16	Oct 21	Nov 25	Dec 16	Jan 13	Feb 11	
375	1112	1673	1714	1742	328	7	24	15	7	7386
1563	—	—	—	9	4	10	23	48	55	5976
315	370	390	528	427	364	383	392	411	531	5314
132	421	375	337	202	50	4	10	7	13	1565
71	100	137	113	83	141	142	80	107	56	1324
255	—	—	—	—	1	—	—	1	1	801
92	74	118	120	82	23	12	10	23	12	765
47	18	131	5	—	4	15	1	3	11	531
37	39	50	282	—	—	—	—	—	—	504
6	7	20	40	72	40	30	29	53	76	411
207	—	—	—	—	—	—	—	—	—	376
5	3	23	33	43	66	34	10	19	24	285
32	3	—	—	—	—	—	—	—	—	266
2	—	—	—	—	—	—	—	—	1	254
19	8	20	17	13	6	6	8	6	11	254
29	5	—	—	—	—	—	—	—	1	252
6	8	15	3	—	3	21	23	46	84	217
48	—	—	—	—	1	—	—	—	—	211
1	—	—	2	1	1	—	3	—	—	521
35	16	—	—	—	—	—	2	1	—	203
1	—	1	3	5	1	6	17	3	9	110
2	—	1	2	—	2	3	5	1	1	44
2	6	2	3	2	1	2	1	3	5	40
3	—	—	—	—	2	2	12	5	6	38
2	2	4	3	1	3	1	4	—	2	34
—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	23
8	—	2	—	1	—	2	1	1	3	21
—	—	—	—	—	2	—	1	4	3	37
1	—	3	1	—	3	2	3	2	5	24
143	17	8	3	1	—	—	—	—	3	204
10	11	1	14	3	3	2	—	1	2	98
18	—	—	2	—	—	2	2	6	2	51
1	4	2	—	—	10	6	5	7	4	50
3	2	3	6	1	2	2	—	1	—	42
3	5	—	2	—	—	—	—	1	—	33
1	2	1	6	2	1	1	1	1	—	27
21	—	2	4	6	2	3	5	3	10	104
6	—	2	4	3	5	7	—	3	1	76
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57
6	8	1	—	—	—	—	—	—	—	53
3	8	5	5	1	1	2	2	2	—	48
16	—	1	—	—	—	—	1	4	1	46
14	—	—	1	3	—	—	1	—	1	37
2	—	2	1	1	4	5	1	5	—	31
2	—	—	—	—	1	2	1	—	1	24
7	—	5	—	1	—	—	—	—	5	24

three collections were made each observation, or catch per 0.2m² at each of the other four stations where

P: Polychaeta, Te: Tentaculata.

種の個体数季節変動を示した。

沿岸寄りの Stn. 1 では夏季かなり貧酸素化するものの、底質は粗く波浪等による底層水の動きは活発な地点であると考えられる。ベントスは湿重量、生息密度、種類数のいずれも前述のように5地点のうちでもっとも豊富である。湿重量と生息密度は6~7月の夏季のピークに続き、9~10月には秋季のピークがみとめられ、その後急減して冬季(12~2月)には最低値を示す。他地点にはみられない Stn. 1 での特徴である秋季のピークは *Paraprionospio* sp. (A型) とミズヒキゴカイの多毛類2種の急増に基づく。8~11月の4ヶ月間に限れば両種を合せた湿重量、生息密度はいずれも全体の約3/5を占めている。種類数は6~7月にもっとも豊富で40種を越えるが、7月から8月にかけて急減し20種程度となる。秋~冬季にかけては低水準のまま推移し、春季に至って増加の傾向をみせる。7月から8月にかけての種類数の減少は底層溶存酸素量の急減と一致しており、貧酸素化が種類数減少の原因(矢持・城, 1978)であろう。

Stn. 2, 3 では夏季いずれも貧酸素化し、底質は軟泥から成っており、停滞性の海域と考えられる。Stn. 2 における湿重量と生息密度は4~5月に春季のピークをもち、以後急減して8~11月には最低値を示す。その後翌年3月までゆるやかに増加するが、前年4月の水準には遠く及ばない。このように Stn. 2 では1年サイクルの季節変動を示していない。これは夏季に繁殖期をもつ(玉井, 印刷中) *Paraprionospio* sp. (A型) の加入状況が年により異なることが原因である。春季のピークは前年の加入に成功した本種が多量に採集されたことに基づく。一方この年の夏季の加入は少なく、これが秋以降ベントスの湿重量と生息密度が低水準のままほとんど回復しなかった原因である。種類数は平均9種(Table 2)と少ないが春~夏季に多く秋季に低下する。Stn. 3 ではベントスは極めて少ない。湿重量、生息密度、種類数はいずれも春~夏季に多く、秋季に少ない。

沖合寄りの砂泥底地点である Stn. 4, 5 では夏季の貧酸素化が比較的弱く、底層水の流動は良好である。両地点での湿重量、生息密度、種類数の季節変動はいずれもよく似ており、6~7月に最高値、10~12月に最低値を示す。

大阪湾でのベントスの湿重量、生息密度、種類数は、Stn. 1, 2 の湿重量と生息密度を除いて全て6~7月に最高値を、9~12月に最低値を示す。Stn. 1 の特徴は湿重量と生息密度が夏季に続く秋季のピークを有することであり、また最低値も他地点より遅れ12~2月にみられる。また Stn. 2 では優占種の加入状況に大きな年変動があり、ベントス全体の季節変動が乱されている。

主要種の個体数季節変動はベントス全体と同様夏季に増加する場合が多い(Table 4)。多毛類ケヤリ科の *Euchone* sp. やスピオ科の *Pseudopolydora* sp. はその典型的な例である。そのほか季節変動が比較的小きな種(多毛類ギボンイソメ科の *Lumbrineris longifolia*, カギゴカイ科の *Sigambra tentaculata*) や、秋季に急増する種(*Paraprionospio* sp. (A型), ミズヒキゴカイ)などがみられる。

4. 調査地点間の類似性

Fig. 4-A に示した星座図にみられるように、Stn. 1 と Stn. 2 の類似性、および Stn. 4 と Stn. 5 の類似性が高い。C_T 指数の値は優占種に強く左右されると予想されるので、採集個体数のもっとも多い *Paraprionospio* sp. (A型) とそれに次ぐ *Euchone* sp. を除いて再計算した(Fig.

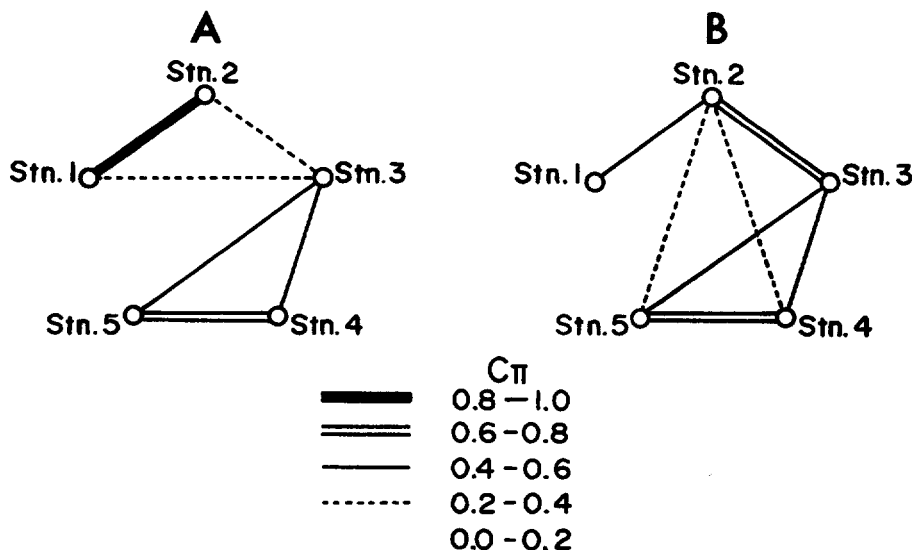


Fig. 4 Constellation diagrams of KIMOTO's C_{π} indices of similarity in species composition.

In the left diagram, all the species with abundance more than 10 individuals are included. In the right diagram, the two most dominant species (*Paraprionospio* sp. (type A) and *Euchone* sp.) are excluded for calculating the indices.

4-B)。この場合 Stn. 4 と Stn. 5 の類似性に変化はみられないが、Stn. 2 は Stn. 1 より Stn. 3 に類似する。すなわち Stn. 2 は Stn. 3 と類似したベントス組成にさらに *Paraprionospio* sp. (A 型) と *Euchone* sp. の多毛類 2 種が付け加わったものといえる。

考 察

日本ではベントス群集の季節変動は十分に研究されていない。おもな業績は Table 5 に示す 13 編である。しかしこれらは調査海域、調査頻度、採泥器の種類、一地点あたりの採泥面積、取り扱った動物群などが異なっており、すべての調査を同列に扱うわけにはいかない。年間調査 12 回以上、一地点あたりの採泥面積 0.1 m² 以上で、かつ全動物群を対象とした解析例は本研究のほか、松島湾 (谷田・奥田, 1956) と天草巴湾 (KIKUCHI & TANAKA 1978; 菊池, 1979) のわずか 2 例にすぎない。

各海域での調査結果をみると、生息密度や種類数は春～夏季に最大値を、秋～冬季に最小値を示すことが多い。この傾向は夏季の貧酸素化が著しい場合に明瞭である。たとえば 1969 年と 1978～1979 年の天草巴湾、湾内東部、中央部 (KIKUCHI & TANAKA 1978; 菊池, 1979) や 1978～1979 年の播磨灘 (讃岐田他, 1979, 1981) では春から初夏にみられた豊富なベントスが 8 月以降急減した。一方、貧酸素化がみられない場合、季節変動は不明瞭となる。1953～1954 年の松永湾 (北森, 1963) や 1966 年 (湾内、湾口部) と 1978～1979 年 (湾口、湾外部) の巴湾 (KIKUCHI & TANAKA 1978; 菊

Table 5 Performance of macrobenthos surveys on seasonal fluctuation in Japan

Locality	Number and duration of surveys	Type and covering area of grab sampler	Number of samplings or sampling area per station	Sieve mesh size	Covered animal groups	Reference
Mutsu Bay	6 surveys in April 1951 - February 1952	modified Ekman - Birge, —	0.2 m ²	—	all animal groups	YAMAMOTO (1952)
Matsushima Bay	24 surveys in December 1952 - December 1954	Ekman - Birge, —	3 - 5 samples	1.0 mm	all animal groups	TANITA & OKUDA (1956)
Tokyo Bay	15 surveys in May 1947 - July 1949	modified Ekman - Birge, 270 cm ²	1 sample	—	polychaetes	KITAMORI (1950)
Harima-Nada	14 offshore surveys and 12 coast surveys in March 1978 - February 1979	Ekman - Birge, 400 cm ²	1 sample	1.0 mm	all animal groups	SANUKIDA <i>et al.</i> (1979, 1981)
Matsunaga Bay	12 surveys in April 1953 - March 1954	Ekman - Lenz, 200 cm ²	—	1.0 mm	all animal groups	KITAMORI (1963)
Mihara Bay	8 surveys in April 1955 - June 1957	Ekman, —	2 samples	1.0 mm	all animal groups	KITAMORI (1959)
Bingo-Nada	9 surveys in December 1968 - December 1969	Ekman - Birge, 225 cm ²	5 samples	0.5 mm	all animal groups except polychaetes	MUKAI (1974)
Tomoe Cove, Amakusa	24 surveys in January 1966 - December 1967	Ekman - Birge, 225 cm ²	5 samples	1.0 mm	all animal groups	KIKUCHI & TANAKA (1978)
	occasional surveys in January 1968 - June 1970	Ekman - Birge, 225 cm ²	10 samples	0.85 mm	all animal groups	ibid.
	15 surveys in April 1978 - March 1979	Ekman - Birge, 400 cm ²	4 samples	1.0 mm	all animal groups	KIKUCHI (1979)
Osaka Bay	6 surveys in January - November 1976	Ekman - Birge, 225 cm ² or Koken type, 375 cm ²	2 samples	—	all animal groups	Osaka Prefectural Fisheries Experimental Station (1977)
	9 surveys in May - October 1977	Ekman - Birge, 225 cm ² or Koken type, 375 cm ²	2 samples	1.0 mm	all animal groups	YAMOCHI & Jo (1978)
	15 surveys in April 1979 - March 1980	Smith - McIntyre, 1000 cm ²	2 or 3 samples	1.0 mm	all animal groups	present author

池, 1979) はその例である。

上記の季節変動と異なる例も報告されている。陸奥湾を調査した YAMAMOTO (1952) は湿重量、生息密度は8～11月に高く、2～4月に低いと述べ、2年間松島湾を調査した谷田・奥田 (1956) は個体数、種類数は冬季多く、夏季少ないと報告した。三原湾を調査した北森 (1959) は全域平均の個体数、種類数は3～4月に多く、7～8月に少ないと述べた。

今回調査した大阪湾のベントスの季節変動は調査地点と項目によって異なるが Stn. 3～5 の湿重量と生息密度、および全地点の種類数はいずれも6～7月に最高値、9～12月に最低値を示す。この傾向はすでに述べた他海域でのいくつかの調査結果や、大阪府水産試験場 (1977) が1976年に湾東部域で行った調査結果とほぼ一致する。

水深10mの Stn. 1 の湿重量と生息密度は夏季に続いて9～10月にも秋季のピークを持つ。矢持・城 (1978) も10m以浅域で同様の現象をみとめている。この秋季のピークは大阪湾10m以浅域にみられる特徴的な現象であり、他海域からの報告例はない。このピークは *Paraprionospio* sp. (A型) とミズヒキゴカイの多毛類2種の増加によるものである。この原因について玉井 (印刷中) は両種の繁殖期が貧酸素化に伴うベントスの減少期と一致しており、他種の減少に伴って生じたニッチの空隙をこれら2種が利用するのではないかとしている。

水深15mの Stn. 2 の湿重量と生息密度は一年サイクルの季節変動を示していない。これは優占種である *Paraprionospio* sp. (A型) の加入状況に年変動があることによる。年によって加入状況が異なる例としては1952～1954年の松島湾湾奥部 (谷田・奥田, 1956) や1966～1969年の巴湾中央部 (KIKUCHI & TANAKA 1978) でのホトトギスガイ *Musculus senhausia* によるものが知られている。

大阪湾のベントスの湿重量、生息密度、種類数には夏季に最大値を、秋～初冬季に最小値を示すという基本的な季節変動がみられる。それが各調査地点の海域環境の特性に応じて多少の変化を受け、それぞれの地点に特有の季節変動が形成されていると考えられる。水温、植物プランクトンの基礎生産量、溶存酸素量など季節的に変化する環境因子がベントスの季節変動を左右しているとすれば、大阪湾と類似したベントスの季節変動が多くの海域で存在していることが期待される。

摘 要

1979年4月から1980年3月にかけて富栄養化の著しい大阪湾東部海域の5定点 (Stn. 1～5, 水深10～39m) で15回の調査を実施し、マクロベントス群集の季節変動について以下の諸点を明らかにした。

1. 湿重量、生息密度、種類数は、Stn. 1, 2 の湿重量と生息密度を除いて全て夏季 (6～7月) に最高値を、秋～初冬季 (9～12月) に最低値を示す。
2. 夏季貧酸素化し、底層流が比較的強い Stn. 1 (水深10m) での季節変動の特徴は、湿重量と生息密度が夏季に続く秋季 (9～10月) のピークをもつことである。このピークは秋季増殖型の

2種の多毛類, *Paraprionospio* sp. (A型) とミズヒキゴカイの新規加入によるものである。

3. 水深15mの Stn. 2 では, 湿重量と生息密度は1年サイクルの季節変動を示していない。これは優占種 *Paraprionospio* sp. (A型) の加入状況に大きな年変動があるためである。

文 献

- DALES, R. P. & WARREN, L. M., 1980 : Survival of hypoxic conditions by the polychaete *Cirriformia tentaculata*. J. mar. biol. Ass. U. K., 60 ; 509-516.
- 城久・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. 大阪水試研報, No. 1 ; 23-45.
- ・矢持進・安部恒之, 1978 : 大阪湾における底質汚染の現況とベントスの生息状況について (1975年5月大阪湾底質調査結果). 同誌, No. 5 ; 42-58.
- KIKUCHI, T. & TANAKA, M., 1978 : Ecological studies on benthic macrofauna in Tomoe Cove, Amakusa. I. Community structure and seasonal change of biomass. Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab., 4 ; 189-213.
- 菊池泰二, 1979 : 内湾におけるベントスの月別現存量と動態の把握. 内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究. 昭和53年度研究成績報告書 ; 224-233.
- KIMOTO, S., 1967 : Some quantitative analysis on the Chrysomelid fauna of the Ryukyu Archipelago. Esakia, 6 ; 27-54.
- 北森良之介, 1950 : 東京湾底棲動物の研究, 第二報底棲動物の分布並季節的变化. 日水誌, 16 ; 275-280.
- ・小林真一・永田樹三, 1959 : 汚濁水域の底棲動物 (Ⅱ) 三原湾. 内水研報告, No.12 ; 201-214.
- ・船江克美, 1959 : 同上 (Ⅲ) 大阪湾. 同誌, No.12 ; 215-221.
- , 1963 : 瀬戸内海とその近接水域の沿岸における底生動物群集の漁場学的研究. 同誌, No.21 ; 1-90.
- , 1969 : 東京・大阪・伊勢湾の水質汚濁と底生動物. 水処理技術, 10 ; 15-22.
- 宮地伝三郎, 1938 : 大阪湾の底棲群聚の定量的研究. 海と空, 18 ; 172-184.
- , 1940 : 同上 (第2報). 日本学術協会報告, 15 ; 332-334.
- MIYADI, D., 1940 : Marine benthic communities of the Osaka-wan. J. Oceanogr, 12 ; 1-15.
- MUKAI, H., 1974 : Ecological studies on distribution and production of some benthic animals in the coastal waters of central Inland Sea of Japan. J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 1, 25 ; 1-82.
- 大阪府水産試験場, 1977 : 泉南海域埋立による南大阪沿岸流域下水道南部処理場建設計画に関する環境アセスメント調査報告書 (昭和51年度) ; 62-73.
- PEARSON, T. H. & ROSENBERG, R., 1978 : Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 16 ; 229-311.
- RASMUSSEN, E., 1973 : Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark). Ophelia, 11 ; 1-507.
- 讃岐田訓・岡本弘子・人見宗男, 1979 : 播磨灘における底生動物群集の季節変化. 海洋科学, 11 ; 664-672.
- ・——・——, 1981 : 内湾性指標種の季節変動について. 日水誌, 47 ; 863-869.
- 玉井恭一・永田樹三, 1978 : 底生生物底質調査. 昭和52年度関西国際空港漁業環境影響調査報告書第二分冊環境生物編 ; 179-213.
- , 1981 a : 西日本周辺海域に生息する *Paraprionospio* 属 (多毛類: スピオ科) 4 type の形態的特徴と分布について. 南西水研報, No.13 ; 41-58.
- , 1981 b : 内湾での溶存態窒素量の把握Ⅲ ベントスの定量と動態. 内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究. 昭和55年度研究成績報告書 ; 186-192.
- , 1982 : 大阪湾におけるスピオ科の多毛類 *Paraprionospio* sp. (A型) 個体群の季節変動と成長. 日水誌, 48 ; (印刷中).
- 谷田専治・奥田泰造, 1957 : 松島湾の水産資源に関する基礎研究, 第4報 水質・底質並に底棲動物の季節遷移. 東北水研報, No. 6 ; 106-134.

マクロベントス群集の季節変動

YAMAMOTO, G., 1952 : Seasonal changes of benthonic communities and the succession in the benthos caused by the production of the scallop. *Sci. Rep. Tohoku Univ.* 4th ser. 19 ; 302-314.

矢持進・城久, 1978 : 貧酸素水塊の出現が泉南沿岸海域の底生生物相に及ぼす影響について, 昭和52年度関西国際空港漁業環境影響調査報告第二分冊環境生物編 ; 120-178.