
大阪府水産試験場研究報告

第 1 号

昭和 44 年 8 月

大阪府水産試験場

大阪府泉南郡岬町

大阪府水産試験場研究報告

第 1 号

目 次

城 久・林 凱夫 42年夏期大阪湾東部海域の赤潮発生状況について……………	1
城 久・林 凱夫 石油廃水の魚類に及ぼす影響調査（第2報）……………	9
城 久・林 凱夫・三好礼治 大阪湾奥部おける河川水の拡散係数を推定する一つの試み……………	17
城 久・林 凱夫・三好礼治 大阪湾の水質，底質ならびに底生動物について……………	23
吉田俊一 着油ノリの油除法ならびに油処理剤のノリに及ぼす影響試験……………	47
吉田俊一 酸素補給剤の使用効果について……………	51

42年夏期大阪湾東部海域の赤潮発生状況について

城 久・林 凱夫

On the Red Tide in East Coast of Osaka Bay in Summer, 1967

Hisashi JOH・Yoshio HAYASHI

まえがき

大規模な汚染源を後背にひかえ潮通しの悪い大阪湾東部沿岸海域は毎年夏期に赤潮が発生しており、とりわけ湾奥部においては広大な着色海域が存在することが知られている。過去の観測によれば昭和31年に *Noctiluca scintillans*, *Gymnodinium* sp. による赤潮が泉大津～堺にいたる大阪府北部沿岸に¹⁾、昭和37年9月には *Gymnodinium* sp. による赤潮が泉佐野～堺沖にいたる沿岸に発生しており²⁾、新田等は昭和32年夏の湾奥部の着色は *Skeletonema costatum* の異常発生によるものであると報告している³⁾。

漁業者の話によれば昭和30年以前はそれが比較的湾北部に限られていて、中南部の沿岸において発生しても短期間で消滅するのが常であったが、最近は中南部においても頻繁に発生するようになり、また長期停滞するようになったといわれており、洄泳魚の逃避、地つき磯魚への死等の水産被害を生じているもようである。

これらの原因については臨海工業用地の造成による湾奥地形の変化、人口の都市集中にともなう都市排水、工場廃水の増加等赤潮を誘発すると考えられる諸要因が増大しているのではなからうかと推察されるが、内湾漁業を振興させるとともに大阪湾の環境水質を保全するためにも何らかの対策が望まれている。しかし根本的な対策をたてるには赤潮機構を究明してその防除策を考えることが必要であり、多くの研究者によって各方面からの追求が行われているが、これらの前提となる発生状況の実態を把握することを目的として42年に予備的な調査を行った。以下その調査結果の概要について報告するが、本文で赤潮とは一般にいわれているようにプランクトンの異常増殖に伴って生ずる海水の着色現象をさすものとする。

調 査

1 42年夏期赤潮発生経過およびその概要

42年夏期大阪湾の赤潮発生状況は岬町淡輪地先で観測した漁業者のメモ（淡輪漁業協同組合

長高橋茂信氏記録),その他の組合の報告および水産試験場の調査結果によれば,図1のとおりで淡輪地先では5月中旬から9月末まで長期間継続的に発生している。以下これをメモの記載に従って淡輪の状況を主体に説明する。

場所	5月	6月	7月	8月
淡輪地先	■	■	■	■
貝塚地先		■		■
水試調査 (発生区域)	▲	■	▲	■
その他			(集中豪雨)	(台風12号)
場所	9月	10月	11月	
淡輪地先	■			
貝塚地先				
水試調査 (発生区域)			▲	
その他			(神戸港外)	

図1 42年夏期赤潮カレンダー

まず5月19日には地先海域が淡赤色を呈する本年最初の赤潮となって30日まで停滞した。5月26日の水試調査時にはやや回復している様子であったが、海面は灰味オリーブ緑を呈し *Exuviaella* sp. が優占種で $5 \sim 6 \times 10^6/l$ 個体出現した。

次いで6月9日から海面がしょう油色を呈し6月11日, 12日には1時的に磯建網にカレイが多獲された反面, 漁港内にある生簀の魚が全滅しており, 13日以降は全く漁獲がなくなった。この潮は6月18日まで地先に停滞したが, 淡輪より約20km北の貝塚市地先でも3日おくれて12日から赤潮が発生したと報告されている。

15日, 16日に水産試験場の調査では南海町, 泉南町地先で特に強い赤潮が観察されており, 南海町以北大阪港関門にいたる距岸2~10kmの海域はいずれも赤潮が発生している状態にあった(図3-1)。この時の赤潮プランクトンは北部海域(大津川以北)では *Skeletonema costatum*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, 中部海域(大津川-樫井川)で *Gymnodinium* sp., *C. furca*, *C. fusus*, 南部海域(樫井川以南)では *Gymnodinium* sp. がそれぞれ優占種であった。

6月19日一旦平常にもどったが6月20日から再び茶褐色を呈し7月13日まで赤潮状態を継続した。記録によれば淡輪地先で赤潮が消滅した日にあたる7月13日に行った調査によると, 大阪湾南部海域は一面茶褐色を呈し沿岸から距岸10~15km以上の湾中央部にかけて拡っている。(図3-2) この時の赤潮プランクトンは *Skeletonema costatum* で海水1ℓ中に $2.4 \sim 5.0 \times 10^7$ 個体計数された。

7月17日から現われた4度目の赤潮は暗赤褐色を呈し地先漁場が不漁となって24日迄続いた。

8月9日灰黒色状の海水が地先漁場をおおい, 11日には表層水の水色は通常に近い色となったがカレイ, カワハギの大漁が3日間続いた。その後一時正常に戻ったものの18日には再び赤

潮が発生し（茶褐色）20日に回復しているがその後約2週間ほど不漁続きであった。

一方、中部海域の貝塚市地先では淡輪よりも3日早く8月6～8日に黄褐色を呈する赤潮が発生し、まず網に入った魚がへい死したことが報告されており、8月9日の海洋観測では貝塚地先の観測点で *Prorocentrum* sp. が *Skeletonema costatum* と共に 1.0×10^6 個体あらわれている。8月20日から21日にかけて大阪地方に台風21号が接近して波浪が強くなり海水の混合が促進されたため9月中旬まで赤潮の発生がみられず、9月5～6日の海岸観測でも大阪府地先海域はほぼ正常に近い状態にあった。9月18日再び茶褐色の赤潮が発生し9月末まで続いたがその間地先漁場は不漁であった。

北部海域では11月6日になって大阪港関門西方2kmのところに巾約1kmにわたって赤潮が発生しているのが観察され（水温 19.6°C 、優占種 *Dinoflagellata* $4.8 \times 10^7/\ell$ 個体計数、水色赤褐色）、11月18日には神戸港外で赤潮が発生し毒物の流失と間違えられたことが新聞（11月19日読売朝刊）に報ぜられている。11月18日の赤潮と6日のそれが同一プランクトンによるものは不明であるが、秋も深まった11月中旬の赤潮発生は大阪湾では珍しい現象である。

2. 赤潮発生時の海況

6月15、16日大阪府沿岸一円に赤潮が発生した時の水質調査結果を表1に、7月13日南部海域の調査結果を表2に示した。（調査地点は図3一(1)、(2)参照）表1においてst. 1. 3. 4は赤潮発生域内に、st. 2. 5はその外縁に位置するものとみなされるが、発生域はいずれも透明度低く（0.6～1.2m）酸素飽和度200%以上となっており、表層水のCODは海域として異常に高い値7.9～22.1ppmを示している。（41～42年の夏期大阪湾中南部沿岸のCODは平均2.6ppmである。）

表1 赤潮発生時の海況 42年6月15日

地点	採水層	透明度 m	水温 ℃	濁度	Cl %	COD ppm	DO %	表層優占プランクトン
st. 1	表	1.2	21.8	8.4	17.38	7.90	198	Gymnodinium sp.
	5m		19.7	1.2	17.66	0.95	53	
	底11m		19.5	1.9	17.67	1.70	53	
st. 2	表	1.8	21.3	1.9	17.36	2.16	160	
	5m		19.7	1.0	17.38	0.79	74	
	底13m		19.6	1.0	17.67	0.70	67	
st. 3	表	0.6	22.8	13.0	17.11	22.09	233	Gymnodinium sp. Ceratum furca
	5m		19.6	1.0	17.76	1.59	16	
	底9.5m		19.6	1.0	17.77	1.03	12	
st. 4	表	0.6	22.8	10.7	17.25	13.50	208	C. fusus
	5m		20.1	4.0	17.19	6.11	207	
	底7m		19.4	1.0	17.76	1.19	21	
st. 5	表	2.00	22.5	1.7	17.19	2.48	181	
	5m		19.7	0.6	17.45	1.19	43	
	底12m		18.9	0.6	17.71	1.03	34	

これら表層水の濁りは当然プランクトンの異常繁殖と考えられるが、濁度計（内水研型水中濁度計）による濁度の垂直分布は図2のとおりとなり、昼間の観測では表層から2mまでの間で高く、2～4mの間で急速に減少して5m以深ではほぼ正常な値となっている。5m以深の溶存酸素はいずれも不飽和であるが比較的接近しているst. 1と2、st. 3、4と5、ではい

ずれも発生域の飽和度が低く、表層水（過飽和）との間に大きな断層が存在するものと考えられる。

水温は19~23℃の間であって表層は底層にくらべて2~3℃高く、塩素量の値からみても殆んど安定成層を形成している模様である。

表2 赤潮発生時の海況 42年7月13日

地点	採水層	透明度 m	水温 ℃	濁度	C l %	COD ppm	DO%	表層優占プランクトン
st. 6	表	2.0 (茶褐色)	24.5	4.1	16.19	4.77	192	Skele. costatum 2.2×10^7 Lepto. danicus 1.7×10^5
	5 m		23.0		16.43	1.29	86	
	底18m		22.5		16.87	2.67	107	
st. 7	表	1.0 (茶黒色)	25.8	7.7	12.76	7.27	239	Skeletonema costatum 5.0×10^7 Leptocylindrus danicus 3.0×10^5
	1 m		24.2		14.57	6.79	175	
	2		24.0		15.29	4.61	146	
	3		23.0		16.78	1.78	81	
	4		22.8		16.79	2.42	88	
	5 底6 m		22.6 22.6		17.23 17.23	1.62 1.45	74 68	

表2は濃厚な発生区域であるst.7とその約10km沖のst.6の観測結果であるが、st.6でも水色は茶褐色を呈し肉眼観察では赤潮発生区域に含まれるところである。st.7では水深とともに酸素飽和度とCODの減少傾向が類似しており海面下2~3m以上の表層水が赤潮現象を生じているものと推察される。水温は22~26℃の間であって表底層で2~3℃の温度差が、塩素量は12.7~17.3%でその差が大きいかつ全般に低かんである。これは7月10日、11日の集中豪雨によって(雨量150ミリ)多量の陸水が流入し河口に近いst.7のかん度を極度に低下させたのであるが、低かんな水を好むスケルトネマが南部地先のかん度の低下ともなつて大発生したものと考えられる。

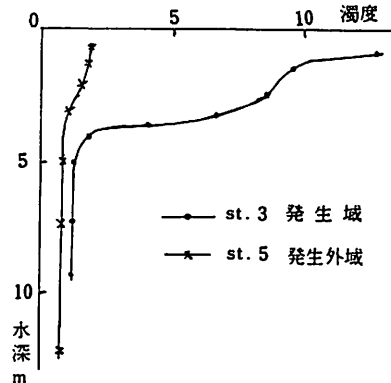


図2 赤潮発生域の濁度垂直分布

3. 大阪湾の赤潮分布について

濁度計によって測定される濁度は陸上から流入する一次的な汚濁物によって変化するため必ずしもプランクトンの異常繁殖による赤潮の濃淡を適格にあらわしているということとはできない。しかし陸上からの流入によるこれら一次的な汚濁物質の影響は陸水の拡散状況から流入量の多い湾奥部でも距岸2~3kmの沿岸部に限られているといわれており⁴⁾、濁度計による濁度の値によってある程度赤潮発生時の平面的な状況を把握できるものと考え、赤潮発生状況をあらわす一つの便法として用いてみた。

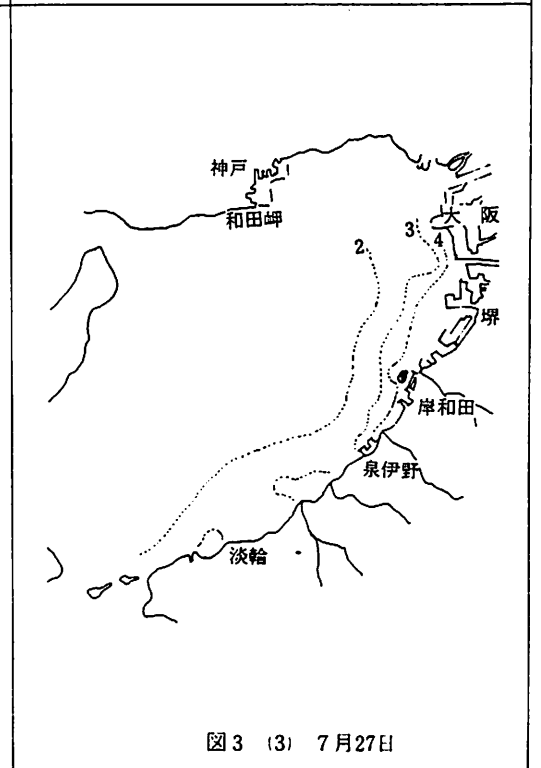
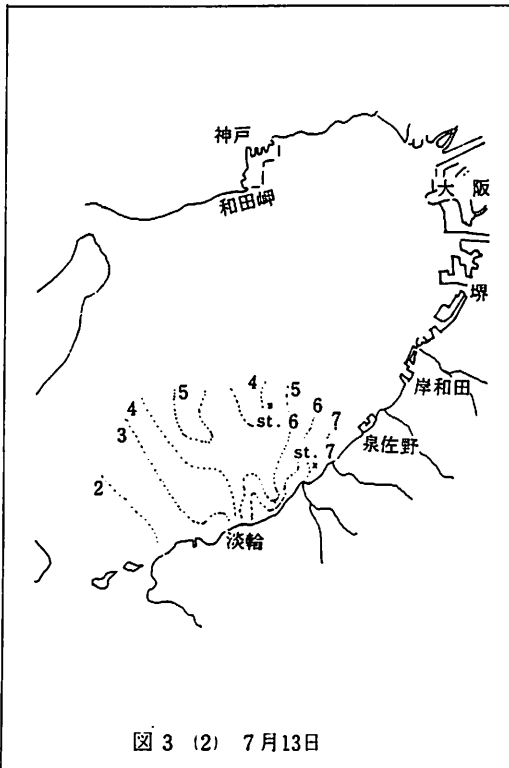
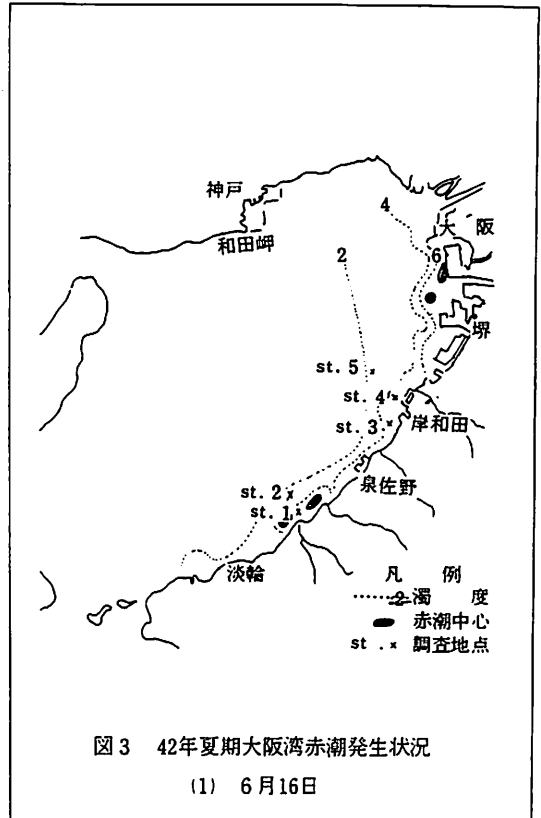
濁度計は調査船の先端(水面下50cm)に固定して船を走航させ記録紙上に記録させた。観測途中濁度2以上を示す海面は肉眼によっても明らかな着色がみとめられたため赤潮が発生している海域とした。

6月16日の状況は図3一(1)で中南部海域では距岸2~5km、北部海域は10km以上にわたって赤潮が発生している。船を沿岸ぞいに南から湾奥北部に走らせて海面を観察すると泉大津~泉北港にいたるところから海面の着色状態はやや黒味を帯びてくるが、これら湾奥沿岸部では陸

から流入した汚濁物質と赤潮が一体となって水色の変化をきたしているのであろう。

7月27, 28日から8月1日にいたる状況は図3-(3),(4),(5)のとおりである。すなわち7月27日には濁度2以上の線は友ヶ島水道近くに達し薄い赤潮が南部沿岸から湾北部まで発生しているが、28日には男里川河口からWN 7kmの地点に後退しており、8月1日には堺沖まで退っている。8月1日の海況は塩素量分布によると岸和田沖から堺沖にかけて比較的高かんな沖合性水塊が張り出しており(図4参照)湾奥の赤潮海域が湾北部に押し上げられている様子である。

毎月の海洋観測の観察によっても大阪湾の赤潮発生海域は図3-(1),(3),(4)の如く沿岸部2~5kmの間を帯状におおっていることが多いが、図3-(2)の状況はこれらと趣きを異にしており沿岸に垂直な縞状になって拵っている。淡輪地先でこの日(7月13日)赤潮が消滅したという記録と合せると消滅期の状態をとらえているのかもしれない。



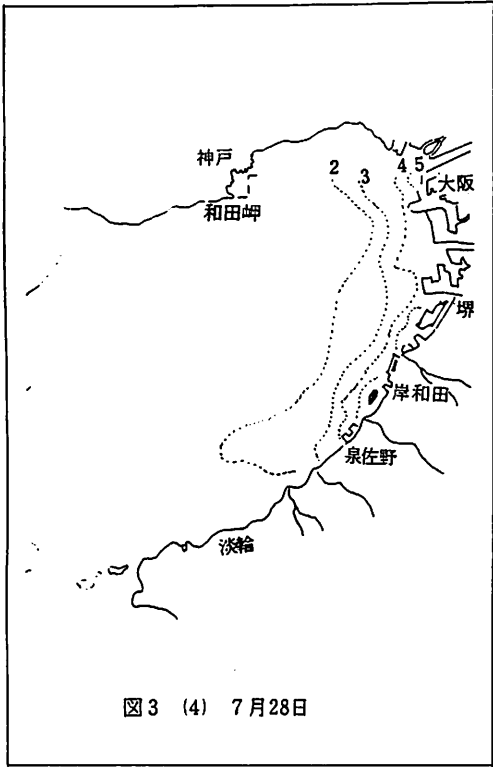


図3 (4) 7月28日

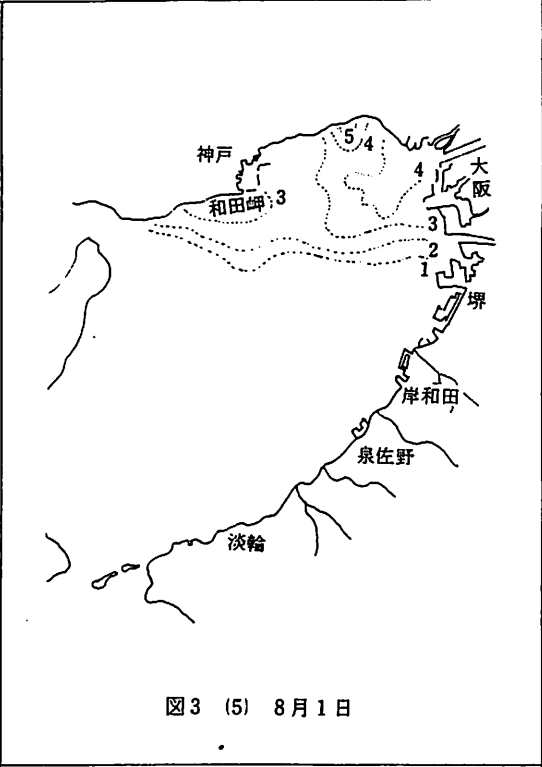


図3 (5) 8月1日

4 夏期の大阪湾々奥部に生ずる着色海域について

大阪湾奥部は毎年夏期に広大な着色海域が発生しているが、新田等はこれがプランクトンの繁殖による生物学的な現象であると推測している。42年夏期別途行われた大阪湾環境水質調査⁵⁾(岸和田—須磨を結ぶ線より湾奥部の横断観測)によると調査当日(8月1日)は堺埋立地と一の谷を結ぶ線より北の湾奥北部に着色海域があって海面水色が色相10以上⁶⁾の青緑ないし灰緑色を示す海域(内湾としてはほぼ正常)と色相9以下の黄茶ないしオリブ色を示す着色海域は湾中央部で明らかな潮目を形成して接しており、濁度の値では1以上の海域が着色海域と殆んど一致している。

同時に行ったプランクトンの調査結果は表3のとおりで濁度1以上では海水1ℓ中に $5 \times 10^6 \sim 4 \times 10^7$ 個体の *Skeletonema* が出現するのに対し、正常海域では殆んど出現してない。*Skeletonema*は大阪湾では

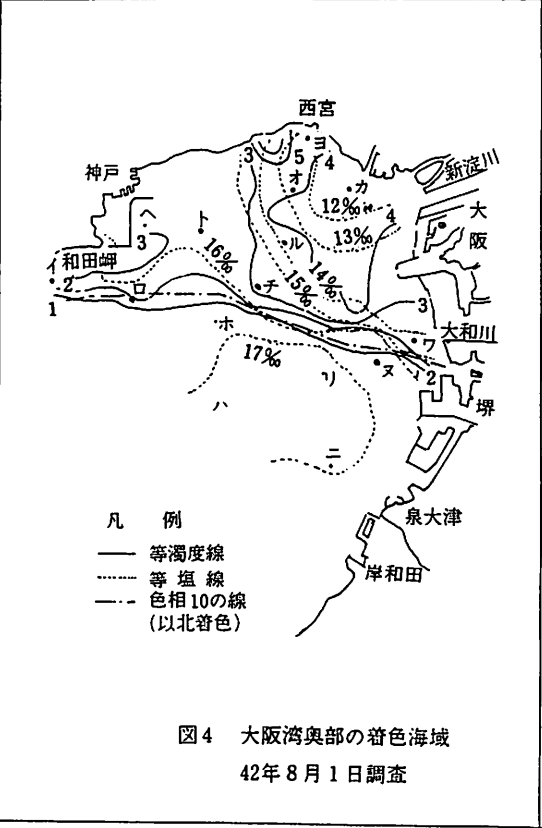


図4 大阪湾奥部の着色海域
42年8月1日調査

塩素量と逆の相関を示し濃密生息域は14~15%といわれており⁷⁾、湾奥低かん部では夏期の優占種となることが多い。また周年行っている海洋観測においても冬期にはこのような広大な着色海域はみとめられないこと等を考え合せると夏期大阪湾奥部に出現する広大な着色海域はSkeletonema の異常発生による生物的な現象、即ち赤潮現象であろう。

表3 大阪湾奥部のプランクトン調査(個体数/l) 42年8月1日 ○印 着色海域

プランクトン	st	①	②	ハ	ニ	ホ	④	⑤	
Skeletonema	c.	1.1×10^7	3.7×10^7	—	—	1.8×10^3	6.7×10^6	1.9×10^7	
Chaetoceros	sp.	7.3×10^5	8.0×10^6	6.6×10^4	8.2×10^3	2.9×10^3	1.3×10^6	1.8×10^3	
その他		1.3×10^6	—	9.3×10^3	2.2×10^4	1.6×10^4	7.2×10^3	1.1×10^6	
総	数	1.3×10^7	4.5×10^7	7.6×10^4	3.0×10^4	2.1×10^4	8.7×10^6	2.2×10^7	
Cl	%	16.78	16.18	17.26	17.03	16.57	15.93	15.24	
		⑥	リ	ヌ	⑧	⑨	⑩	⑪	
		6.7×10^6	—	4.2×10^4	3.7×10^7	2.7×10^7	1.9×10^7	5.3×10^6	1.2×10^7
		3.3×10^6	5.4×10^6	1.6×10^4	8.0×10^6	1.3×10^7	1.7×10^7	5.5×10^6	4.0×10^6
		3.6×10^5	1.1×10^5	4.2×10^4	—	1.5×10^6	2.9×10^6	7.3×10^5	1.5×10^6
		1.0×10^7	6.5×10^6	1.1×10^5	4.5×10^7	4.2×10^7	3.9×10^7	6.5×10^6	1.8×10^7
		15.17	17.09	16.99	13.23	12.90	12.92	10.21	11.57

5 赤潮と水産被害について

大阪湾における赤潮発生とそれともなう水産被害については魚介類の地先漁場からの逃避、貝類およびいそ魚のへい死、生簀或いは漁具に入った魚介類のへい死等いろいろいわれているが実際にそれがどの程度の被害を及ぼしているかについて具体的な数字は掘めない。本府モガイの漁獲量は年間3~15千トンに達し全国的に主産地となっているが、その豊凶は前年夏期の赤潮の状況によって左右され赤潮の比較的少ない年の翌年はかなりの漁獲が見込まれるといわれている。また冬期友ヶ島水道およびその外域で越冬した魚群は春~夏にかけて大阪府沿岸に洄遊してくるが赤潮の発生が著しい年は地先漁場を離れ湾口部に下る時期が早いともいわれている。これらの現象から漁業者は沿岸地先漁場の不振は湾水質の汚濁、それともなう赤潮によるものと考えがちであるが、その被害は構成プランクトンの種類によって異っており、Gymnodinium sp等の Dinoflagellata が優占種となる赤潮では直接的被害として魚類の浮上、へい死等が生じており沿岸漁業に及ぼす影響は大きい。しかしSkeletonemaによる赤潮では7月13日に発生海域で操業中の漁船の聴取りによっても特に不漁ということはなく、8月1日湾奥部海域調査時の魚探記録によると正常海域よりも赤潮海域に魚群の映像が多くあらわれていることなどから、それが直接魚介類に影響をおよぼしている様子はみられなかった。

要 約

以上の調査結果を総合して考えると、大阪府地先海域において赤潮による直接的な被害として報告されるものは貝塚市以南の中南部地先におけるものが殆んどである。これは漁業形態の違いから中南部ではそれだけ地先漁場の操業度が高いことも一因であるが、北部海域では赤潮プランクトンが低かんな水を好むSkeletonemaによることが多いため直接被害をこうむることが少なくなっている。

中南部沿岸でもSkeletonemaは夏期優占種となっていることが多く⁸⁾、沿岸域の薄い赤潮の構成要素となっているが、通常では塩素量が比較的高いこともあって北部海域ほど濃密には発生していない。直接的な被害をとともなう赤潮は普段これら硅藻中に混在している Gymnodinium

sp. *Peridinium* sp., *Exuviaella* sp. 等の有害プランクトンが海況の変化等によって急増殖するときに生じたおり、当該海域では何らかの原因によってその増殖が北部海域より起りやすい環境にあるものと考えられる。したがって中南部海域の赤潮はけいそう類によるものと、べん毛藻類によるものが並存しており、断続的に長期間発生するようになったという漁業者の観察はこれら2つのタイプの赤潮を同一視しているものと推察される。

文 献

- 1) 大阪府水産試験場：大阪湾北部における赤潮調査 31年度業務報告
- 2) 大阪府水産課：赤潮発生に関する調査報告 37年10月
- 3) 新田忠雄ほか：大阪市周辺の水質汚濁について 33年5月
Ⅱ. 大阪湾に及ぼす汚水の影響について 内海水研報 No.11
- 4) 新田忠雄：大阪内湾における水質汚濁による被害とその対策
用水と廃水 Vol. 6, No. 6, 1964. 6
- 5) 大阪府・兵庫県：昭和42年度大阪湾環境水質調査報告 43年4月
- 6) 日本色彩研究所：色の標準(昭和29年)
- 7) 上野福三：夏期の大阪湾における硅藻群集の遷移と増殖の模式的表現(第2報) 各群集の分布域と海況との関係 海洋学会誌 Vol. 13, No. 2, 1957
- 8) 大阪府水産試験場：大阪湾東部海域における海況調査 1967~1968, 未発表

石油廃水の魚類に及ぼす影響調査 (第2報)

城 久・林 凱夫

The Effect of the Petroleum Industrial Waste on the Fishes

Hisashi JOH・Yoshio HAYASHI

ま え が き

堺, 泉北臨海工業用地は現在G石油が日産6万バレルの規模で操業を行っているが, 昭和50年には施設の拡大, 他社の進出によって日産56万バレルの石油精製が行われる予定であり, 四日市の先例でみるようにこれらの石油工場廃水による魚介類への着臭等水産生物に及ぼす影響が憂慮されている。

この調査はこれらの問題に対処するため前第1報に引き続いて行ったものであるが, 今回はG石油の廃水を主体に魚介類への着臭限度, 異臭魚発生の可能性, 周辺海域の状況等について検討を加えたものである。

なお本報告について種々ご助言を戴きさらに校閲をお願いした三好礼治場長, 府水産林務課植田正勝技師および試食判定等の協力をいただいた試験場職員各位に対し深く感謝します。

試験および調査

1. G石油工場の廃水

G石油は原油を揮発油, 軽油, 灯油, 重油に分離する石油精製工場で昭和41年10月現在日産6万バレルの操業を行っている。廃水は2つの油水分離槽を経て直接海面に排出されているが, その大部分が冷却水で毎時150~200トンの水量である。

当該工場は24時間操業を行っているが昼間時に採水した廃水の時間的な水質変化について調査した結果は表1のとおりである。水温29℃前後, $\text{NH}_4\text{-N}$ は11~12ppmでやや高いが, 油分は8~13ppmであり時間的な差異はあまり認められない。油分の平均濃度10ppmと廃水量を掛け合せると1日36~48kgの油が海域に放出されていることになる。

2. 石油工場廃水の稀釈による臭気の限界濃度

G石油工場の廃水にどの程度の油臭があるかを判定するため採水した廃水を密栓し2日後に水道水で50~750倍に稀釈し油臭の有無を5人の臭覚によって判定した。油臭に対する感覚に

表1 G石油精製工場廃水の時間的な変化(昭和41年10月26日採水)

採水時刻	水温	P H	S ++	NH ₄ -N	C O D	油分
9.00	29.2℃	8.90	0.23 ^{ppm}	12.4 ^{ppm}	18.8 ^{ppm}	10.7 ^{ppm}
11.00	29.2	8.85	0.14	12.2	20.3	12.8
13.00	29.2	9.30	0.13	11.4	75.7	9.6
15.00	29.7	8.80	0.11	11.6	12.3	9.2
17.00	28.8	8.90	0.11	11.4	5.5	8.1
平均	29.2	8.95	0.14	11.8	26.6	10.1

個人差があり、判定者5人が一様の判定ではないが、表2の結果より臭気のする限界濃度は100倍(この時の油分0.09ppm)といえる。

この他60℃に湯浴させたものについても同様に行ったが常温の結果と大差はなかった。

「異臭臭に関する特別研究」(1)によるとS石油廃水による水の着臭限界は廃水として1%、

(0.01ppm)とされているが石油工場の廃水によってはその揮発成分が異なるため、臭気限界もそれともななって上下するものと考えられる。

表2 石油工場廃水の稀釈による臭気の限界濃度

濃度 (稀釈倍率)	判定		
	(+) 油臭あり	(±) あるかないか不明	(-) 油臭なし
50倍	3	2	
100	4		1
250			5
500	1		4
750		1	4

注) 原液は11月26日採水 油分9ppm

3. 石油廃水の稀釈による魚の着臭限界試験

稀釈された石油廃水中で魚を飼育し、石油廃水の魚への着臭限界濃度、および着臭の程度を知るため次の試験を行った。

第1回試験

(ア) 試験年月日 41年8月2日～3日(24時間飼育)

(イ) 供試魚 マアジ 体長12cm前後 体重 24～27g

(ウ) 供試廃水 G石油工場廃水 8月2日採水 油分: 4.0ppm

(エ) 試験方法 容積120ℓのガラス水槽に50倍、100倍、200倍に稀釈した廃水100Lを入れ、各水槽にマアジ4尾を収容して24時間後にとり上げた。とりあげ後100℃の蒸気で10分間蒸し、試験場職員5人で試食して着臭の程度を判定した。判定方法は、第1報2)同様、三重県水産試験場の異臭魚調査3)に準じて次のようにした。

(オ) 異臭度の表示と判定方法

表3 第1回試食結果

異臭度 I 全くない。正常である。

◦ II あるかないかわからない。

◦ III わずかにある。食べられる。

◦ IV たしかにある。食べられない。

◦ V 口の中に入れなくてもにおう。

稀釈倍率	I	II	III	IV	V	判定
50倍		1	1	3		±
100倍			3	1	1	+
200倍	2	2	1			+
正常海水	4	1				-

判定(一) 異臭度 I, IIと全試食者が表示した場合

◦ (二) 異臭度 III, IV, Vと全試食者が表示した場合

◦ (三) 異臭度 I, IIと表示したものが異臭度 III, IV, Vと表示したものより多い場合

◦ (四) これと逆の場合

(カ) 試食結果 表3に示す。

第2回試験

- (ア) 試験年月日 41年11月8日～10日 (24時間及び48時間飼育)
- (イ) 供試魚 マアジ 体長 13～16cm 体重 40～60g
- (ウ) 供試廃水 G石油工場廃水。11月7日採水 油分：8.0ppm
- (エ) 試験方法 容積400Lのポリ製円形水槽に50, 100, 200, 500, 1,000倍に稀釈した廃水310Lを入れ、各水槽毎にマアジ8尾を飼育、24時間後および48時間後にそれぞれ4尾ずつ取り上げ、第1回試験同様蒸し煮して試食し、着臭の程度を正常魚と比較した。
- (オ) 試食結果 表4および表5

表4 24時間飼育

稀釈倍率	I	II	III	IV	V	判定
50倍			3	1	1	+
100倍	1		4			±
200倍			3	2		+
500倍	3	1	1			干
1,000倍	1	3	1			干

表5 48時間飼育

稀釈倍率	I	II	III	IV	V	判定
50倍			2	3		+
100倍			3	2		+
200倍		2	3			±
500倍	1	3	1			干
1,000倍	1	3	1			干

第1回試験の試食結果、50倍稀釈では5人中4人が油臭有りと表示し、100倍では全員が、200倍では1人であった。したがって着臭していると考えらるる濃度（着臭限界濃度）は廃水濃度1%（0.04ppm）までである。

第2回試験の24時間では、50倍稀釈で5人、100倍で4人、200倍で5人、500倍、1,000倍で各1人ずつが油臭有りとしており、廃水濃度0.5%が着臭限界濃度である。48時間飼育もほぼ同様の結果で200倍稀釈、廃水濃度0.5%が着臭限界濃度である。

着臭限界濃度を第1回試験と比べると稀釈倍率で100倍および200倍と異なるが、その油分の含有量はともに0.04ppmである。なお油臭に対する感覚の個人差、あるいは感覚に対する慣れ等で、判定者全員一律の判定を得ることが困難なため(±)と判定されたものは着臭しているとした。

4. 海域別着臭試験（生簀による着臭試験）

G石油工場の廃水が直接海域に排出されている泉北港浜寺泊地とその周辺海域において油による汚染が魚の着臭に影響をおよぼす範囲を知るため次の実験を行った。図1に示す各点に供試魚を入れた生簀を設置し一定時間後取り上げ試食して着臭の程度を判定した。

- (ア) 生簀設置場所 第1図に示す8点
(港内3点、港外5点)
- (イ) 試験年月日 ◎昭和41年11月28日～30日 (24時間、48時間飼育) 1, 2, 3, 4, 5の各点
◎昭和42年5月15日～19日 (24時間、48時間、96時間飼育) 6, 7, 8の各点

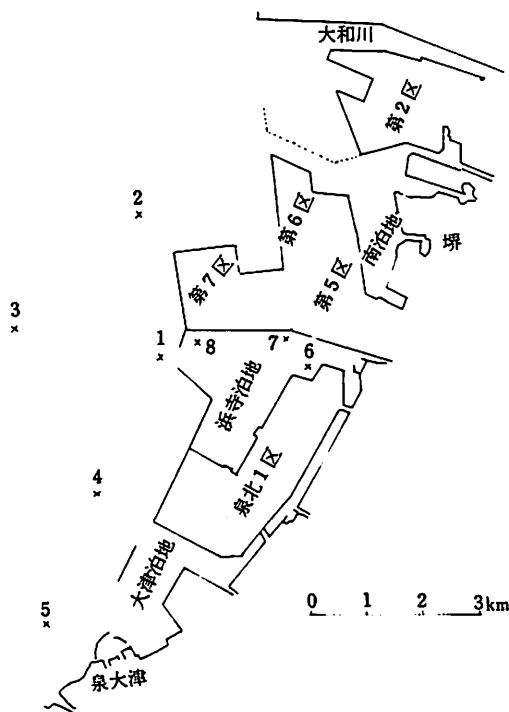


図1 着臭試験生簀設置点

(ウ) 供試魚

試験区分	魚種	体長	体重	使用尾数(生簀1個)
41年11月	マアジ	12~18cm	50~70g	12尾(6尾ずつ2回取揚げ)
42年5月	マアジ	14~17cm	42~60g	18尾(6尾ずつ3回取揚げ)

(エ) 生簀設置状況

縦55cm, 横45cm, 長さ85cmの生簀を水面下2mの位置で図2のように設置した。

(オ) 試食結果

前回と同様の方法を5人で行い, その結果は表6である。

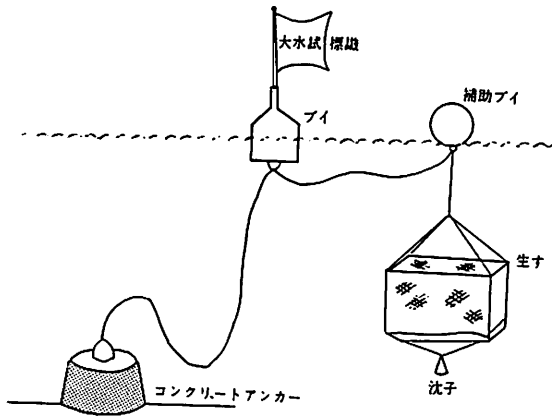


図2 生簀設置図

港外においては実験開始後3日目に強風が吹き生簀を流したため96時間後の結果をみる事ができなかったが, 24時間後, 48時間後のとり揚げ魚はそれぞれの試食結果より着臭するにいたっていないものと考えられる。ただ24時間後ではSt. 1, 2, 3, 48時間後ではSt. 2でそれぞれ1名が異臭度Ⅲと判定したが, 5名中1名がⅢと判定した場合は一応疑いなしと考えた。

港内における実験結果は, 魚を生簀に収容24時間後では3地点とも着臭していない。しかし48時間後には排水口から200mの位置にあるSt. 6で着臭していると判定され, 排水口から約800mへだったSt. 7においてもやや着臭の疑いがある。96時間後にはSt. 6, St. 7とも着臭し, 泉北港口に近いSt. 8でもその疑いがもたれるような結果を示した。したがってG石油工場の現廃水は排水口周辺および港内の魚類に対してかすかな着臭を与えている模様であるが港外の海域にまで影響をおよぼすに至っていない。

表6 生簀試験試食結果

海域	收容時間	St	異臭度					判定
			I	II	III	IV	V	
港外 41年11月28日~30日	24	1	2	2	1			干
		2	2	2	1			干
		3	3	1	1			干
		4	4	1				一
		5	3	2				一
	48	1	5					一
		2	4		1			干
		3	3	2				一
		4	4	1				一
		5	5					一
港内 42年5月15日~17日	24	6	3	1	1			干
		7	2	3				一
		8	3	2				一
	48	6	1	1	3			±
		7	1	2	2			干
		8	2	3				一
	96	6	1	1	3			±
		7	1	1	3			±
		8	2	1	2		干	

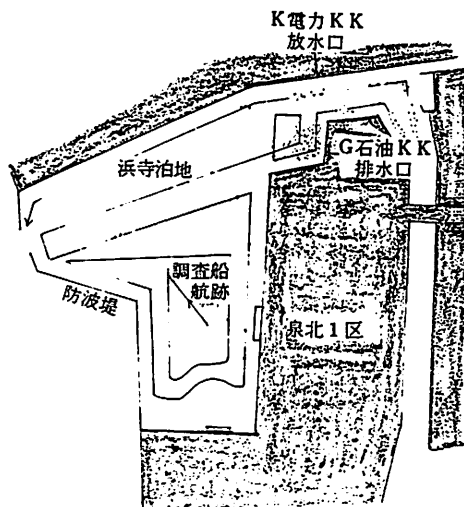


図3 浜寺泊地における魚群の分布(魚群探知機による映像頻度図) 昭和42年1月24日調査

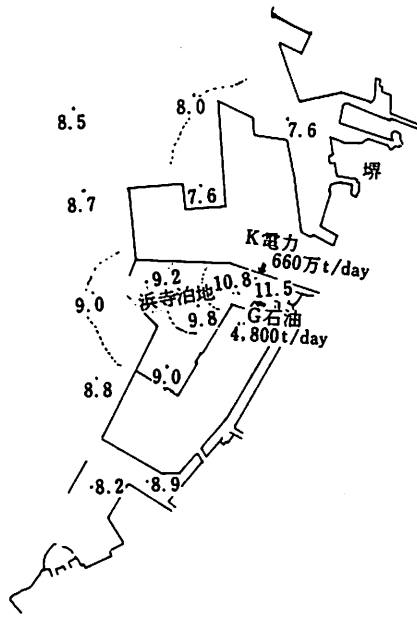


図4 浜寺泊地とその周辺部の表層水温 (42.1.24)

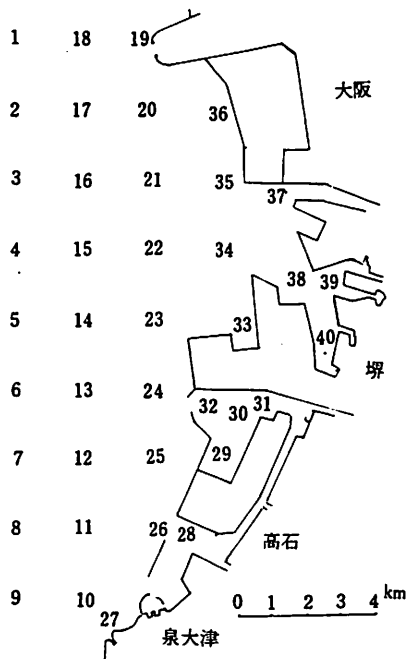


図5 堺, 泉北底質調査地点

5. 泉北港浜寺泊地内における魚群の分布
G石油K. Kの排水口と約 600 m隔てた対岸にK電力堺発電所の排水口がある。どちらも主に冷却用廃水であるがK電力は水量も多く(660万t/日)周辺海域の水温は港外海水よりも数度高くなっていて冬期には魚群を蝸集させていると考えられるため、魚群探知機を使用して泊地内の魚群分布状況を調査した。

記録紙に映った映像は近くで操業中の魚船、その魚具からみて主にコノシロ、ボラと考えられる。魚が単体として映像に表われているものとして、調査船の海図走航線上に映像の頻度をプロットすると図3のようになる。

調査当日周辺海域の水温分布は図4のとおりでK電力前で最も高く(11.5℃)、G石油排水口前で10.8℃であり、港口にかけて徐々に低くなり、港外では7.6～9℃となっている。しかし魚の映像は水温の最も高いK電力前よりもG石油排水口前で多く、「異臭魚に関する特別研究報告書」にも指摘されているように高水温と共に油臭を好んで集っているもようである。

6. 堺, 泉北地先海域の底質について

堺, 泉北港周辺で異臭魚が発生する場合直接石油工場の廃水による着臭と油分を含んだ海底泥からの着臭が考えられる。石油廃水による直接の着臭は現在のところ港外で起こる可能性はないが底質が汚染していれば間接的に着臭することは考えられる。また近い将来には新しく進出する工場の操業等により現在の10倍近い規模に達するため、これに先立って周辺海域の汚染分布状況を明かにしておく必要があり次の底質調査を行った。

(ア) 調査海域

泉北港を中心に大阪港から泉大津にいたる沖合約6km以内の地先海域。図5に示す。

(イ) 調査年月日 42年1月23日, 24日

(ウ) 試験項目および方法

泥 温	
泥 色	日本標準色度表による。
全硫化物	蒸留法(水質汚濁調査指針)
C O D	常法()
強熱減量	常法()

表7 堺, 泉北地先海域の底質

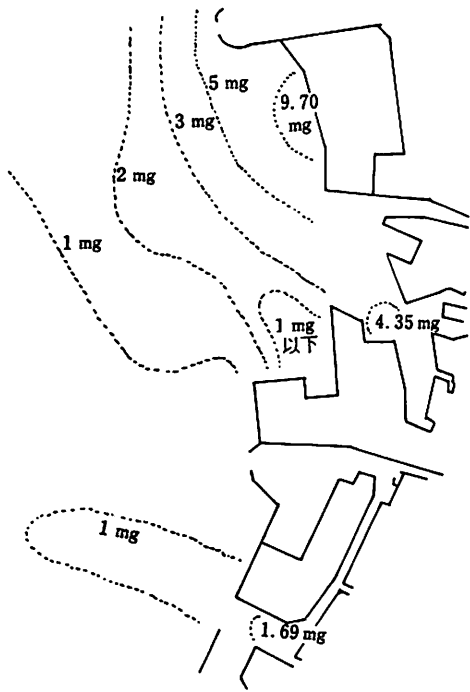
海 域	地 点	泥 温 ℃	泥 色 色相, 彩度, 明度	全硫化物 Smg/dry g	COD O ₂ mg/dry g	強熱減量 %	油 分 mg/dry g	性状, 臭気
南 港	1	9.5	8 1 12	0.73	24.8	12.5	1.67	泥・臭気なし
	2	9.5	8 1 12	0.66	24.8	12.6	17.6	〃
	17	8.0	9 1 12	0.67	21.4	13.0	1.53	〃
	18	8.0	9 1 12	0.68	26.1	13.8	2.00	〃
	19	8.0	9 1 11	0.74	25.0	12.3	5.32	〃
	20	9.0	9 1 11	0.73	32.3	15.8	3.86	〃
沖 堺	36	9.5	9 1 11	1.56	50.8	17.0	9.70	〃
	33	9.2	11 1 14	0.59	15.8	10.7	0.70	〃
	37	9.0	9 1 11	1.02	27.9	11.2	5.00	〃
	38	9.5	9 1 11	1.82	27.2	12.0	4.35	〃
港	39	8.5	9 1 14	0.19	12.2	9.7	0.17	〃
	40	9.5	9 1 14	0.40	13.2	10.3	0	〃
沖 港	3	9.5	9 1 12	0.35	22.0	12.1	11.91	〃
	4	9.5	8 1 12	0.44	23.2	13.4	0.42	〃
	5	9.0	9 1 12	0.39	20.0	10.4	0.77	〃
	14	9.5	9 1 10	0.54	22.4	11.8	0.96	〃
	15	8.0	9 1 11	0.71	26.0	12.5	1.46	〃
	16	8.5	9 1 12	0.81	20.8	12.0	2.26	〃
	21	9.0	9 1 12	0.83	21.9	12.2	2.84	〃
	22	8.5	9 1 13	0.63	16.5	10.6	1.21	〃
	23	9.0	9 1 12	0.47	15.3	11.9	0.82	〃
	34	9.0	9 1 15	0.27	13.3	18.0	0.14	〃
泉 北 港	35	9.0	10 1 11	1.20	31.3	12.9	3.45	〃
	28	9.2	9 1 15	0.44	16.8	9.7	1.69	〃
	29	10.0	9 1 16	0.17	13.0	9.4	0	〃
	30	9.5	9 1 14	0.47	17.5	10.5	0.32	〃
	31	11.0	9 1 16	0.24	16.7	10.3	0.68	〃
	32	10.0	9 1 15	0.17	10.9	10.3	0.16	〃
泉 北 港 沖	6	9.0	9 1 12	0.57	22.3	12.6	0.90	〃
	7	9.0	9 1 13	0.39	24.8	11.9	1.21	〃
	8	9.0	9 1 13	0.36	19.8	12.1	0.10	〃
	9	8.5	9 1 13	0.55	15.9	12.2	0.68	〃
	10	9.0	8 1 12	0.08	3.4	3.2	0.13	砂 泥 〃
	11	8.0	9 1 13	0.39	19.1	11.5	—	〃
	12	8.5	9 1 12	0.61	20.5	11.9	1.23	〃
	13	8.8	9 1 13	0.36	19.3	11.1	—	〃
	24	9.0	9 1 13	0.53	15.7	10.3	0.64	〃
	25	9.0	9 1 13	0.62	17.6	10.7	1.02	〃
沖	26	9.0	8 1 15	0.01	0.4	2.9	0.12	砂 〃
	27	8.2	8 1 16	0.05	0.9	2.7	0.43	細 砂 〃

油 分 n-ヘキサンによる抽出法

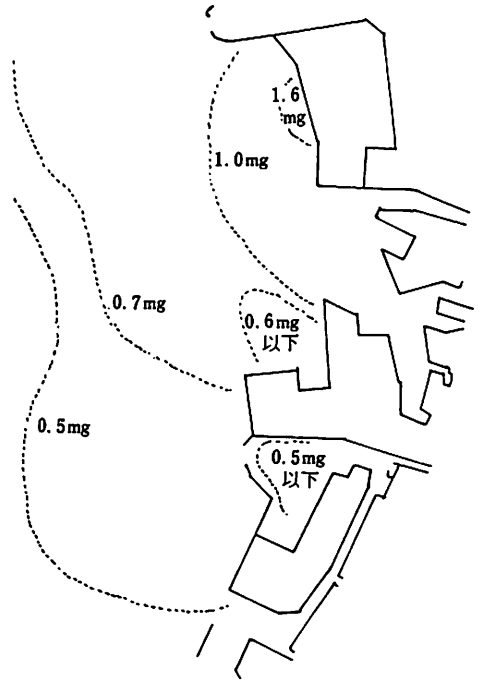
(二) 調査結果

分析結果は表7に示すとおりである。泥温は泉北港内を除いて8.0~9.5℃の値をとり、泉北港浜寺泊地内では9.5~11℃の値で水温と共にやや高かった。泥色は全体に暗いオリーブ灰かオリーブ黒であるが、凌漑の影響がみられる泉北港堺港の一部では、それよりもやや明るいオリーブを示した。

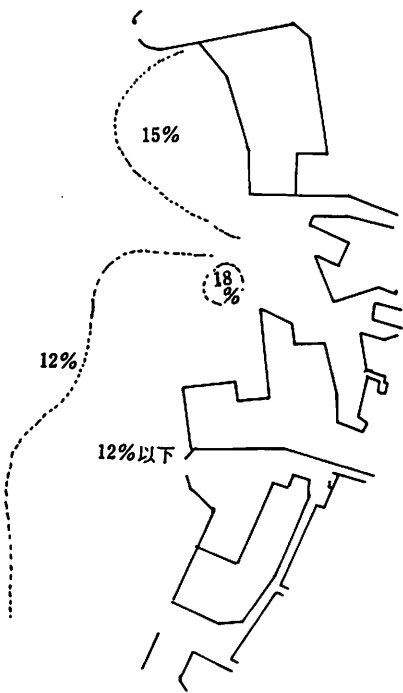
油分は図6のごとく大阪港関門~大阪南港を中心に同心円状に拡がっており、大阪港周辺での5 mg/dry g から約6 kmへだてた堺埋立地7区沖では約1 mg/dry g 泉北港前では1 mg/dr以下となっている。これに対し泉北港内は造成時の凌漑の影響が強く0.3mg/dry g 以下の値で



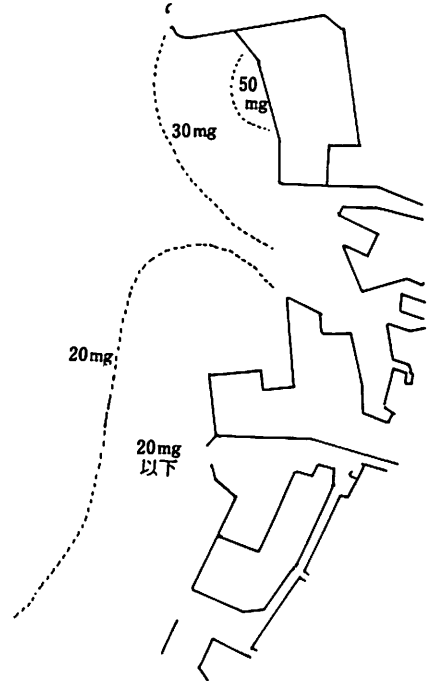
第6図 油分の分布 (1g乾泥中)



第7図 全硫化物の分布 (1g乾泥中)



第8図 強熱減量の分布



第9図 CODの分布 (1g乾泥中)

あり油分による汚染も底質に影響を及ぼすほどにはいたっていない。泉北港内では最も高い値を示したG石油廃水口前 (St 31) で0.68mg/dry g にすぎなかった。

参考までに同時に分析した他の項目についても大阪港から大阪南港にいたるSt. 20, 35, 36の底質悪化が顕著であって湾奥から泉北沖にかけて徐々に低くなっている。これらのことから周辺海域の底質の汚染はその負荷量が大い大阪市内河川が流入する大阪港を中心に有機汚染の影響が強くあらわれており、廃水量の少ないG石油の廃水は凌漑後の泉北港内の底質にも影響を及ぼすにいたっていない。(図7, 8, 9参照)

要 約

今回の調査は前述のごとく40年1月から操業を開始したG石油工場の廃水を主体として周辺海域での異臭魚発生の可能性について検討を加えたものである。

G石油の廃水は昼間の観測によると油分濃度8~13ppmでさほど大きな変化はなく、廃水の異臭が確認できる濃度は原液の1%, 0.09ppmであった。

また供試魚にマアジを用いて行った2回の着臭限界試験では排水濃度の違いにより稀釈率は100倍, 200倍とこととなったが, 24時間, 48時間後共その油分濃度0.04ppmで着臭することが確認された。

次に泉北港内外の8点に生簀を設置して行った着臭状況試験では48時間後に排水口前のSt. 6と共¹⁾に廃水口から約800 m離れたSt. 7²⁾までの着臭が認められ, 96時間後には港口に近いSt. 8³⁾でもその嫌疑がもたれた。しかし港外の地点では48時間後の設置結果では着臭するにいたっていない。これらの結果から現在の操業規模においても泉北港内に滞留する魚には微かな着臭を与えている模様であり, とりわけ冬期水温の高い港内では排水口の周辺に高水温と共に油臭を好んで集る魚群がみられることから港内では異臭魚が発生する危険性が大きい。したがってこれらの魚群の回遊如何によっては港外でも異臭魚が漁獲される可能性があり, 排水口周辺に集まった魚を目あてに漁獲している漁船があることは異臭魚の問題を引起こす恐れがあるといえよう。

石油工場廃水の底泥に及ぼす影響についてはG石油の精製能力が現在のところ日産6万バレルと比較的小規模であり, 廃水量も少ないため, 凌漑後の泉北港内の底質にほとんど影響を及ぼすにいたっておらず港内においても底泥からの着臭により異臭魚が出現することはないと考えられる。また港外の底質は大阪港周辺を汚染源とする有機汚染が周辺にかけて徐々におよんでいる模様で, 港内廃水が泉北港口を通じて港外の底質に影響を及ぼす兆候は見受けられない。しかし底泥中の油分分析値がn-ヘキサン可溶性物質として定量され, 着臭成分としての油分を定量していることにはならないが, 「異臭魚に関する特別調査」によるとハゼを使った飼育試験では0.2%の含有泥上で1日のうちに着臭することが確認されており, 油分3 mg/dry g以上の値を示す大阪港周辺から堺港にいたる海域はG石油廃水とは別に底泥からの着臭による異臭魚を発生させる可能性がある。

文 献

- 1) 科学技術庁研究調整局：異臭魚に関する特別研究報告書, 1964
- 2) 大阪府水産試験場：石油廃水による影響調査(第1報), 1965
- 3) 三重県水産試験場：異臭魚の分布に関する調査報告書, 1964

大阪湾奥部における河川水の拡散係数を 推定する一つの試み

城 久・林 凱夫・三好礼治

Estimation of the Diffusion Coefficient of Fresh Water in
the inner Osaka Bay

Hisashi JOH · Yoshio HAYASHI · Reiji MIYOSHI

淀川水系の河川水は各種の工場廃水、都市廃水と混合して大阪湾奥部に流入し、潮流の緩慢さと相まって湾奥海域を汚濁する原因となっているが、それが海域で分散する状況についてはその要因が複雑なこともあってあまり検討されていないようである。

大阪府と兵庫県では41年から43年まで共同して大阪湾奥部海域の汚濁について総合的な調査を行ったが、この資料をもとにして淀川水系の河川水が湾奥海域で分散している態様から拡散係数を求める検討を行った。なお数式の導入、計算等本文をまとめるにあたって、全般的に京都大学防災研究所福尾義昭助教授に懇切丁寧な指導をいただいたので、厚く感謝の意を表します。

1. 湾奥海域における表層水塩素量の分布

河川水が湾奥海域で分散する状況を表層水の塩素量で見ると図1のとおりとなり調査時の気象、海象によってかなり様相を異にしている。

41年の3回の調査結果では7、8月に須磨一神戸沖に外海性の高かん水塊の張り出しがみられ、低かん水塊は大阪港関門沖に分布している。10月は大阪沿岸岸和田一堺沖に高かん水塊があるが、全般的にかん度が高く濃度傾斜も緩やかで大阪港周辺部でも15~16‰となっている。

42年8月の結果は尼崎地先の点(7.4‰)を中心に15‰まで等塩線がほぼ同心円状に拡散している。16‰の線は神戸沖にかけて少し歪んでいるが、大阪府沿岸に高かん水塊の張り出しがあり、湾奥の沿岸水が神戸沖に押し出されているように見受けられる。

43年7月の結果は調査時が梅雨期であったため全般的にかなり低かんであった。また通常では流量の少ない武庫川、大和川等の増水の影響も加わったと考えられ、等塩線はかなり複雑な様相を呈している。

このように大阪湾では和田岬一岸和田を結ぶ線より奥部で河川水の影響が強く、43年7月のように和田岬沖で外海性の水塊と接して潮目をつくっていることが多い。この水塊は神戸沖に強く現われるときと、岸和田一堺沖に強く現われる場合があるようで、分散域の外縁で内湾水

の動きをかなり支配しているものと考えられる。これらの調査は河川水の分散状況を調べるために特に行ったものでなく、2隻の調査船が西宮と須磨沖から同時に出発し図1-(6)の線上を航行しながら採水したもので、その間5時間の時間的なずれがあり必ずしも分散状態を正確にとらえているということとはできないが、巨視的にはその分散の態様を知ることができるものと考えられる。

2. 拡散係数の推定の考え方

拡散係数の推定は新田氏が想定した考え方をもとにしたもので、淡水が海域に拡がる場合潮流、波浪等の影響がないとすれば等塩面は河口を中心に、水平的にみれば河口からの距離 x を半径とする半円形状を保ちながら、相似形的に拡がっていくと考え、鉛直方向の緯流や拡散は相似の係数 k で消化するという方法をとった。たとえば等塩面が4分球面を保つときには $k = \pi x^2/x^2 = \pi$ 、円筒面であれば $k = \pi hx/x^2 = \pi h/x = \pi i$ (h は水深、 i は海底勾配) であるなど、 k は一般にその海域に応じた固有の値をとるものとする。

河口の塩素量 C_0 (‰)、河川流量を V (m³/hr) とし、淡水が C_0 を中心に半円状に拡がり、中心から x (m) の距離にある等濃度面の面積を kx^2 (m²)、その濃度を C (‰)、拡散係数を μ (m²/hr)、流速 (拡散速度) を U (m/hr) とすると定常状態では

$$\text{流量の連続条件から} \quad kx^2U = V \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{塩素量の連続条件から} \quad kx^2C U - \mu kx^2 \frac{dC}{dx} = C_0 V \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$(1) \text{を}(2) \text{に代入して} \quad CV - \mu kx^2 \frac{dC}{dx} = C_0 V$$

$$\frac{dC}{C - C_0} = \frac{V}{\mu k} \cdot \frac{dx}{x^2}$$

$$\log_e (C - C_0) = -\frac{V}{\mu k} \cdot \frac{1}{x} + P \quad \dots(3) \quad P \text{は積分定数}$$

定数 P は塩素量 C が一定と考えられる等塩面までの距離 ℓ 、およびその塩素量 C_1 から定められる。

$$\log_e (C_1 - C_0) = -\frac{V}{\mu k} \cdot \frac{1}{\ell} + P \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$(3)-(4) \quad \log_e \frac{C - C_0}{C_1 - C_0} = \frac{V}{\mu k} \left(\frac{1}{\ell} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\frac{C - C_0}{C_1 - C_0} = e^{\frac{V}{\mu k} \left(\frac{1}{\ell} - \frac{1}{x} \right)}$$

$$\log_{10} \frac{C - C_0}{C_1 - C_0} = \frac{V}{\mu k} \left(\frac{1}{\ell} - \frac{1}{x} \right) \log_{10} e = 0.4343 \frac{V}{\mu k} \left(\frac{1}{\ell} - \frac{1}{x} \right)$$

両辺に -1 を掛け対数の真数が正となるようにして更に対数をとる。

$$\log_{10} \left[\log_{10} \frac{C_1 - C_0}{C - C_0} \right] = \log_{10} \left[0.4343 \frac{V}{\mu k} \right] + \log_{10} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{\ell} \right) \quad \dots\dots\dots(5)$$

(5)式の $\log_{10} \left[\log_{10} \frac{C_1 - C_0}{C - C_0} \right]$ を Y 軸に、 $\log_{10} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{\ell} \right)$ を X 軸にとりその値をグラフに記入すると一次式 $y = ax + b$ の回帰直線がえられる。このときの Y 軸の切片 b が $\log_{10} \left[0.4343 \frac{V}{\mu k} \right]$ で、これからその海域固有の拡散係数 $\mu k = \frac{0.4343 V}{10^b}$ として算出される。

3. 拡散係数 (μk) の算出

実際の計算にあたっては5回の調査結果のうちから比較的風や波が弱く、河川流量も通常に近いと考えられ、しかも等塩線が河口を中心にして同心円状に分布している42年8月の結果を使用した。河川の流量は神崎川、淀川、毛馬閘門を通じて市内の4河川に分れる淀川水系を一つのものとして近畿地方建設局の資料から推定したもので (調査日と前日の平均値)、大和川、武庫川等の淀川水系以外の河川は夏の渇水期には干出することが多くその影響は少ないものと

考えられるので考慮しないことにした。従ってこれら淀川水系の河川は湾奥岸沿い約5kmにわたる地点から流入し、河口を一点に定めることができないので便宜上最低かん値を示した尼崎地先の点 ($C_0=7.43\%$) を原点とした。また l は調査海域の一番外にあたる第6観測線までの距離、 C_1 は第6線の塩素量の平均値とした。

即ち $C_0=7.43\%$, $C_1=16.57\%$, $l=15,000\text{m}$ から表1により

$\log_{10} \left\{ \log_{10} \frac{C_1 - C_0}{C - C_0} \right\}$, $\log_{10} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{l} \right)$ を求める。これをグラフに記入すれば図2のようになり最小自乗法でその回帰直線を求めると $Y=0.9383X+2.7741$ となる。

$$V=520,000\text{m}^3/\text{hr} \text{ から } \mu k = \frac{0.4343 \times 5.2 \times 10^5}{10^{2.7741}} = 380 \text{ (m}^2/\text{hr)}$$

求めた μk を原式 $\frac{C - C_0}{C_1 - C_0} = e^{\frac{V}{\mu k} \left(\frac{1}{l} - \frac{1}{x} \right)}$ に代入して観測値と計算値の値および等塩線を比較す

ると、右表あるいは図3のようになり観測値の12~14%で約1.5%の差が生じた。この差の原因については採水の時間的なずれ、調査地点および原点 (C_0) とした点のとり方のほか、淀川水系の河川が数本に分れて流入しておりその正確な流入量が把握できなかったこと等にも起因しているものと考えられる。

観測値と計算値の比較

距離 (x)	観測値 (p1線上)	計算値
1,200 m	11.00%	10.64%
2,600	12.00	13.34
3,800	13.00	14.42
6,200	14.00	15.47
7,100	15.00	15.69
10,500	16.00	16.22

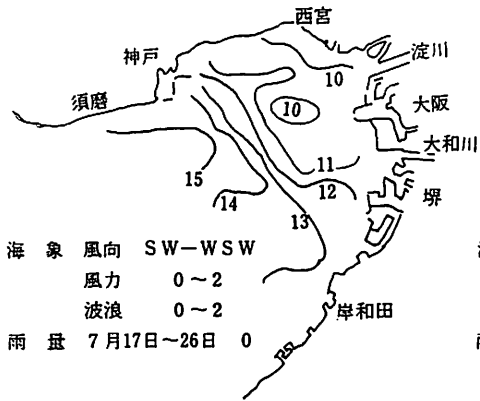
4. 要 点

- 1) 大阪湾環境水質調査で調査した湾奥部海域の塩分濃度分布図から湾奥部に流入する淀川水系の河川が海域で分散する場合の拡散係数を推定した。
- 2) 拡散係数 μk は $3.8 \times 10^2 \text{ (m}^2/\text{hr)} = 1.05 \times 10^3 \text{ (cm}^2/\text{sec)}$ となったが、この値を原式に代入した計算値による塩素量は観測値12~14%の間で約1.5%高くなった。
- 3) 計算に使用した観測結果には前述のごとき難点もあり厳密には分散状況を調査することを目的としてより精密な調査を行い、河川流量も再度厳密に検討する必要がある。しかしここで算出した μk はおおまかな値として大阪湾奥部の河川水の分散状況について一つの目安になるものと考えられる。

文 献

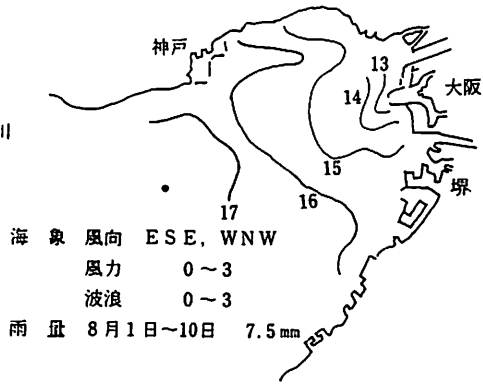
- 1) 大阪府・兵庫県：大阪湾環境水質調査報告書 42年3月
- 2) 同上：同上 43年3月
- 3) 同上：同上 未刊
- 4) 新田 忠雄：廃水分散の計算方法に就て 内水研報，第3号，28年3月

1) 41年7月26日



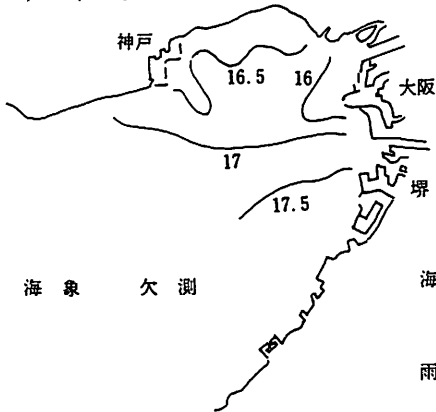
海象 風向 SW-WSW
 風力 0~2
 波浪 0~2
 雨量 7月17日~26日 0

2) 41年8月10日



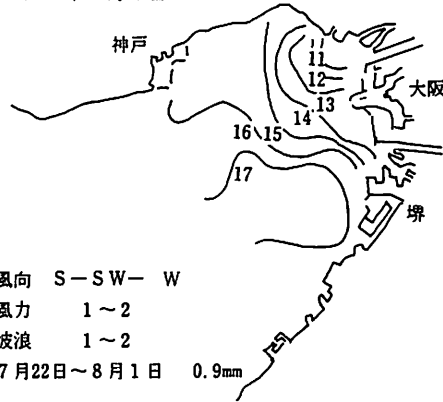
海象 風向 ESE, WNW
 風力 0~3
 波浪 0~3
 雨量 8月1日~10日 7.5mm

3) 41年10月7日



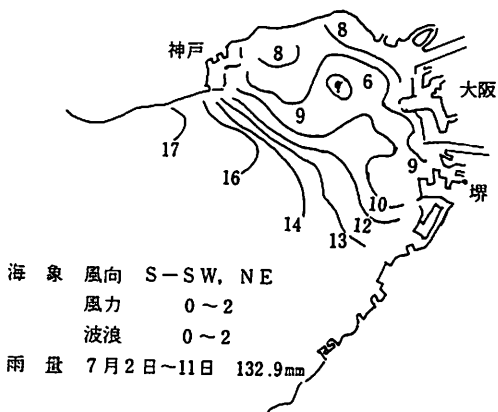
海象 欠測

4) 42年8月1日



海象 風向 S-SW-W
 風力 1~2
 波浪 1~2
 雨量 7月22日~8月1日 0.9mm

5) 43年7月11日



海象 風向 S-SW, NE
 風力 0~2
 波浪 0~2
 雨量 7月2日~11日 132.9mm

6) 採水点と航行順路

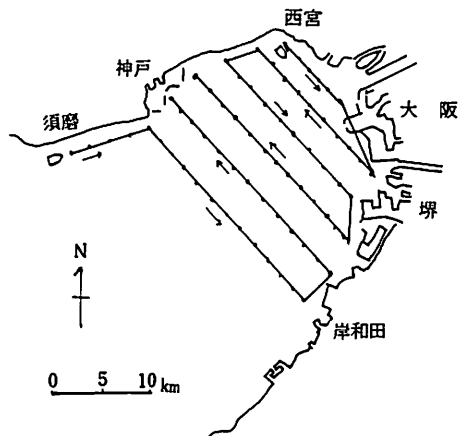


図1 大阪湾奥部海域における表層水の等塩線(‰)

表1 $\log_{10}(\log_{10} \frac{C_1 - C_0}{C - C_0})$, $\log_{10}(\frac{1}{x} - \frac{1}{\ell})$ の計算

$C_1 = 16.57$, $C_0 = 7.43$, $\ell = 15,000 \text{ m}$ ($\frac{1}{\ell} = 0.67 \times 10^{-4}$) とする。

x 点の位置	x	$\frac{1}{x}$	$\frac{1}{x} - \frac{1}{\ell}$	C	$\frac{C_1 - C_0}{C - C_0}$	$\log_{10} \frac{C_1 - C_0}{C - C_0}$	$\log_{10}(\log_{10} \frac{C_1 - C_0}{C - C_0})$	$\log_{10}(\frac{1}{x} - \frac{1}{\ell})$
P_1	2,600	3.85×10^{-4}	3.18×10^{-4}	12.00	2.000	0.3010	$\begin{matrix} 1.4786 \\ -0.5214 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 4.5024 \\ -3.4976 \end{matrix}$
◇	3,800	2.63×10^{-4}	1.96×10^{-4}	13.00	1.641	0.2151	$\begin{matrix} 1.3326 \\ -0.6674 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 4.2923 \\ -3.7077 \end{matrix}$
◇	6,200	1.61×10^{-4}	0.94×10^{-4}	14.00	1.391	0.1433	$\begin{matrix} 1.1562 \\ -0.8438 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 5.9731 \\ -4.0269 \end{matrix}$
◇	7,100	1.41×10^{-4}	0.74×10^{-4}	15.00	1.207	0.0816	$\begin{matrix} 2.9117 \\ -1.0883 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 5.8692 \\ -4.1308 \end{matrix}$
◇	10,500	0.952×10^{-4}	0.285×10^{-4}	16.00	1.067	0.0282	$\begin{matrix} 2.4502 \\ -1.5498 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 5.4548 \\ -4.5452 \end{matrix}$
P_2	2,600	3.85×10^{-4}	3.18×10^{-4}	12.00	2.000	0.3010	$\begin{matrix} 1.4786 \\ -0.5214 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 5.5024 \\ -3.4976 \end{matrix}$
◇	4,000	2.50×10^{-4}	1.83×10^{-4}	13.00	1.641	0.2151	$\begin{matrix} 1.3326 \\ -0.6674 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 4.2625 \\ -3.7375 \end{matrix}$
◇	6,400	1.56×10^{-4}	0.89×10^{-4}	14.00	1.391	0.1433	$\begin{matrix} 1.1562 \\ -0.8438 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 5.9494 \\ -4.0506 \end{matrix}$
◇	7,600	1.32×10^{-4}	0.65×10^{-4}	15.00	1.207	0.0816	$\begin{matrix} 2.9117 \\ -1.0883 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 5.8129 \\ -4.1871 \end{matrix}$
P_3	2,000	5.00×10^{-4}	4.33×10^{-4}	12.00	2.000	0.3010	$\begin{matrix} 1.4786 \\ -0.5214 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 4.6365 \\ -3.3635 \end{matrix}$
◇	3,400	2.94×10^{-4}	2.27×10^{-4}	13.00	1.641	0.2151	$\begin{matrix} 1.3326 \\ -0.6674 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 4.3560 \\ -3.6440 \end{matrix}$
◇	5,800	1.72×10^{-4}	1.05×10^{-4}	14.00	1.391	0.1433	$\begin{matrix} 1.1562 \\ -0.8438 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 4.0212 \\ -3.9788 \end{matrix}$
◇	7,000	1.43×10^{-4}	0.76×10^{-4}	15.00	1.207	0.0816	$\begin{matrix} 2.9117 \\ -1.0883 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 5.8808 \\ -4.1192 \end{matrix}$
◇	7,600	1.32×10^{-4}	0.65×10^{-4}	16.00	1.067	0.0282	$\begin{matrix} 2.4502 \\ -1.5498 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 5.8129 \\ -4.1871 \end{matrix}$

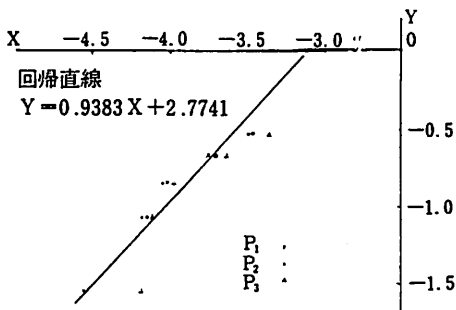


図2 $X = \log_{10}(\frac{1}{x} - \frac{1}{\ell})$,

$Y = \log_{10}[\log_{10} \frac{C_1 - C_0}{C - C_0}]$ からの回帰直線

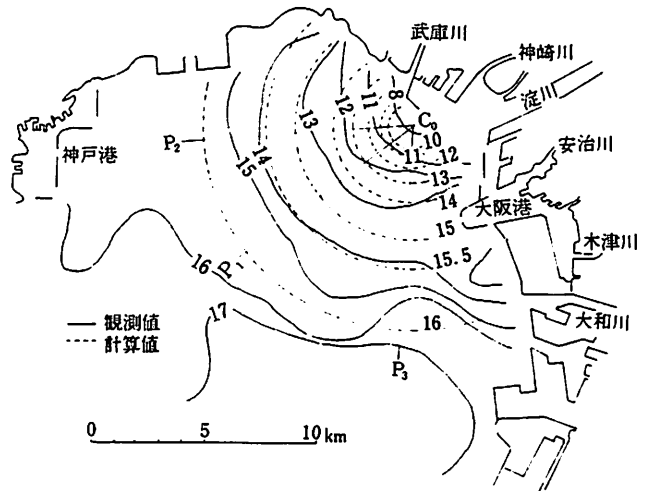


図3 観測値と計算値の等塩線比較

大阪湾の水質、底質ならびに底生動物について

城 久・林 凱夫・三好礼治

Chemical and Biological Studies of Water Pollution
in OSAKA Bay

Hisashi JOH・Yoshio HAYASHI・Reiji MIYOSHI

ま え が き

近年、公害問題に対する関心の高まりと、阪神沿岸工業地帯の一層の発展およびこれにともなう沿岸域の土木工事などにより、大阪湾の水質汚濁問題は大阪府、兵庫県にとって大きな課題となり、昭和41年より3カ年にわたり両県の共同によりあらゆる面から総合的な調査が行なわれた。(大阪湾環境水質調査、以下「共同調査」という)

底質や底生動物についても、古くは宮地(1937, '38, '39)、兄部('59-未発表)らの調査をはじめすでに度々調査され、上記共同調査でも41、42年度の2回にわたり調査された。しかし、これらの調査の大部分は、宮地と兄部の調査以外は河川域から沿岸にわたる比較的汚濁が進んだ水域に関するもので、大阪湾の広い範囲について調査された例は少なかったようである。共同調査の最終年次に当り従前の調査範囲を拡げ、湾奥全域の底質と底生動物の様相を明らかにするために本調査を行った。

本来ならば大阪湾全域について調査するのが理想的であるが、前2カ年の共同調査により、淡路島沿岸にはあまり汚濁が認められなかったこと、宮地が3回の調査結果に基づいて湾内を底生動物相のちがう6水域に区分したが(図14, 1)、現状から判断して6区のうち湾奥部のI区が最も変化が大きいと予想されたこと、および調査にいろいろ限界があったことなどの理由から、調査範囲をほぼこのI区に相当する西須磨と貝塚を結ぶ線より奥部に限定した。過去の調査とでは、調査範囲、地点、季節などの点で差異があり、比較検討には多くの難点があるが、底質と底生動物の現況を明らかにするとともに、水質も含めて大阪湾奥部海域の汚濁の推移についても検討を加えた。

本調査の底生動物に関する検索と結果の考察は東海区水産研究所の北森良之介博士によるものであるとともに、全調査に通じ種々御指導を賜りました。ここに深く感謝の意を表します。なお兵庫県水産試験場浜田尚雄氏には多くの観測資料の提供をいただき厚く感謝する次第である。

I 昭和43年10月の調査

調査方法

昭和43年10月31日と11月1日に、前記の範囲に44地点をとり、下記の項目、方法により実施した。底質と底生動物の採集には鉛錘をつけたエックマン型採泥器（採集面積1/50m²）を使用した。

- 1) 深度、水温、泥温。
- 2) 底質
 - (1) 強熱減量 電気炉で700~900℃、2時間強熱
 - (2) COD 水質汚濁調査指針の底質分析法による
 - (3) 粒子組成 メッシュ32, 65, 270の標準篩により4段階に区分
 - (4) 全窒素量 下水試験法の一般汚泥試験法による
 - (5) 酸化還元電位差 東亜電波KK製電位差計RM-1型により現場で測定
- 3) 底生動物

各地点で2回採集し、底生動物の篩別には1mm目の篩を使用、船上で篩に残った物をすべてホルマリン固定し、選別、分類、計数は実験室で行なった。即ち、各地点で採泥器で3回採集し、そのうち1標本を使用して船上で直ちに電位差を測定し、他の2標本の1部を底質分析用試料として管瓶にとり、残りを全部篩別して底生動物を採集した。また、底生動物のうち、多毛類と軟体類以外の動物については、種の区別が十分できなかったため、大体の種数の区別をしたにすぎない。

調査結果

採集地点番号を図1、採集記録と底質の分析結果を表1（39P付表）、底生動物の分類結果を表2（40P~43P付表）にそれぞれ示した。

1) 水深 採集時の水深を図1に示した。沿岸域は10~15mであるが、西宮港、淀川河口、大津川河口、岸和田港付近に10m以浅の区域があり、大阪港入口、泉北港口は浚渫されて深くなっている。沖合のst. 42, 43は20m以上で最も深く、その他の地点は15~20mであった。

水温、泥温については特記すべき点は少なかったが、神崎川河口（st. 7）と泉北港口（st. 20）の表層水温はやや高く、前者は工場廃水の、後者は発電所の冷却水の影響を示した。

2) 底質 有機的汚濁域の底質は、一般に9~10月に最も悪化し、今回の

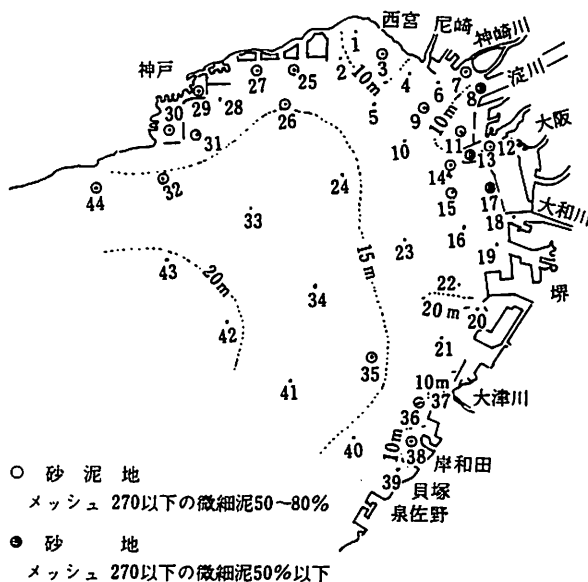


図1 底質、底生動物の調査地点番号、採集時の等深線および底質の概要

調査はこの時期に近く、採集時の観察でも黒色を呈したり、異臭をもつ地点が多かった(表1)。

沿岸域のうち須磨、神戸沿岸、西宮港、淀川河口、大阪港沿岸には砂泥ないし砂質の地点があったが、その他の大部分の地点は泥底であり、ただ岸和田港沿岸からやや沖合にむかって(st. 38, 36, 35)特殊な砂泥底の区域が存在する(図1)。

底質中の化学成分は粒子組成と密接な関係をもつことが知られているので、両者の関係を図2, 3に示した。両者の関係がほぼ比例している標準的な底質に対し、化学成分が多い地点、やや多い地点、むしろ少ない地点とに区別できよう。これに基づいて底質の汚濁状況を示したのが図4である。沿岸域では多くの地点で化学成分が増加し、とくに大阪港内および

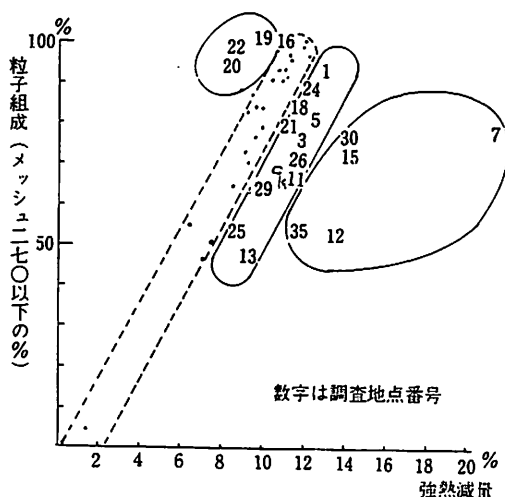


図2 粒子組成と強熱減量の関係

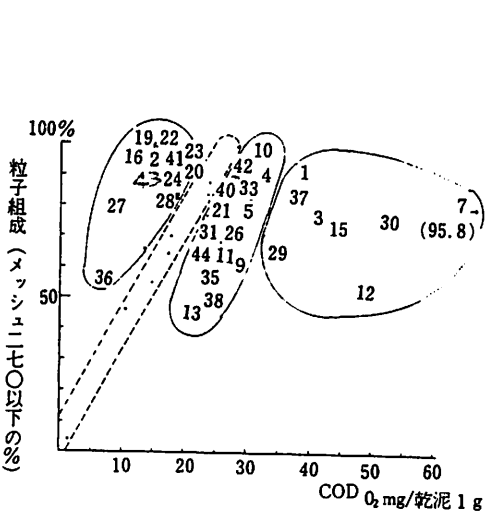


図3 粒子組成とCODの関係

び港外のst. 15, 神戸港, 西宮港, 神崎川河口などでは汚濁度が高い。沿岸域のうち、堺港付近の底質中化学成分は異常に減少していたが、これは近年行なわれた埋立、浚渫の影響によるであろうし、神戸港付近にも同様の地点が散在していたが、これも付近で行なわれてい

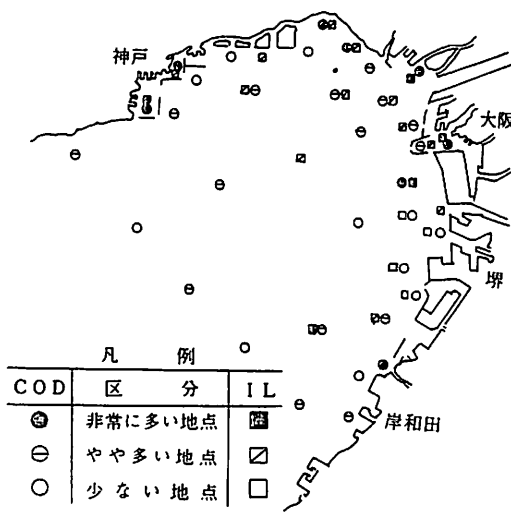
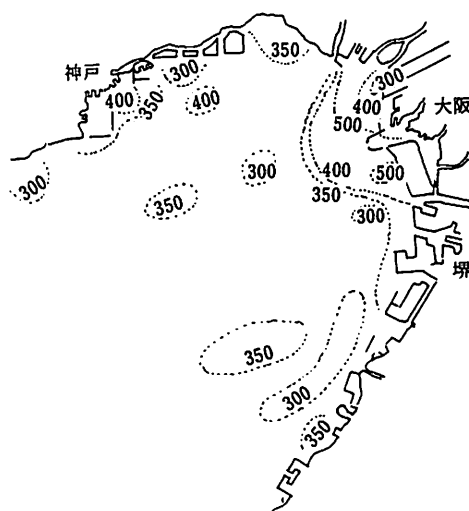


図4 底質の汚濁状況



第5図 底質の酸化還元電位差の等量線(mV)

る土木工事の影響を示すものであろう。沖合域にむかうと化学成分は次第に減少し、とくに強熱減量は淀川の影響を示すと思われるst. 24と岸和田沖のst. 35以外はほとんど標準的であった。CODは沖合の地点でもやや多い地点があり、分解の進んだ有機物が沖合域にも沈澱することを示しているが、その異常さは沿岸域ほど顕著でない。

酸化還元電位差の分布は、図5に示すように、淀川河口をのぞく大阪港付近、神戸港、西宮港など沿岸域で低下し、沖合域にむかって次第に高くなっているが、沖合域にもやや低い値を示す地点が散在する。このような傾向は、さきの化学成分にみられた様相とよく類似しているが、堺港付近の化学成分にみられた特長は、ここでは顕著ではなかった。従来、電位差の測定は現場では多くの困難をともなったため、汚濁域で調査された例が少なかった。しかし、本器による測定は比較的簡便であり、上記のごとく化学成分の測定結果と大差がなかったことは、今後汚濁域の調査に利用しうる点が多いことを示すであろう。電位差と化学成分の関係を図6に示したが、本調査結果だけからでは両者の間に特殊な関係は認められないようである。粒子組成との関係を示したのが図7であるが、これをみると、ほぼ比例関係に

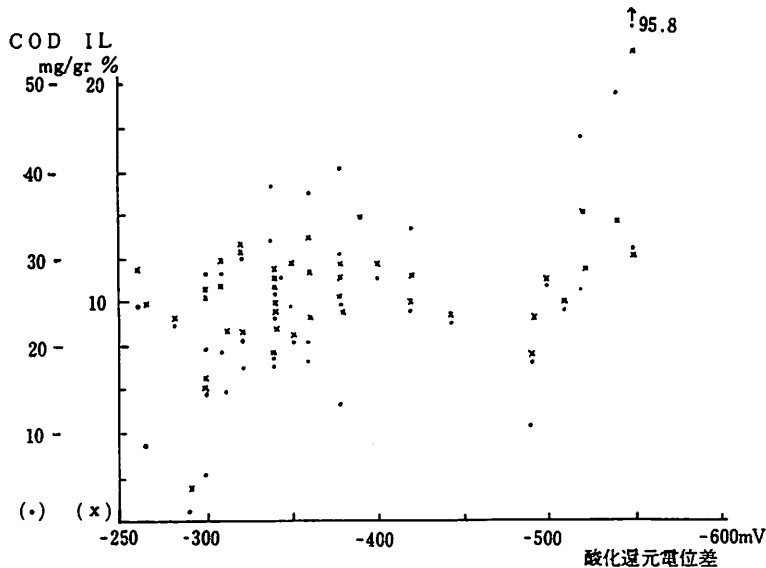


図6 COD および強熱減量と酸化還元電位差との関係

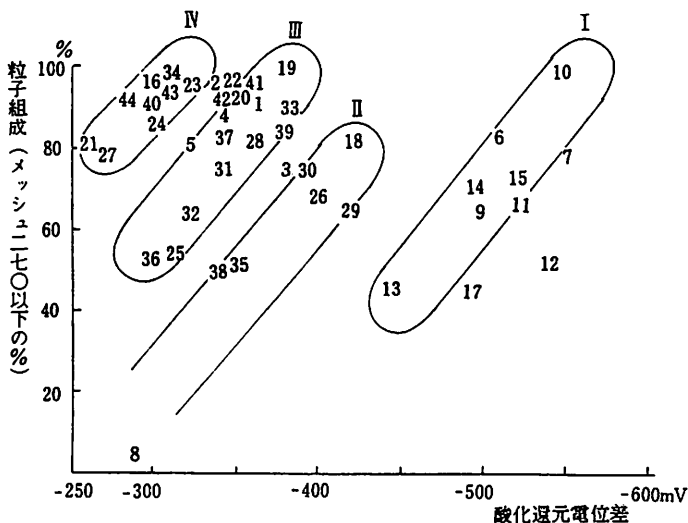


図7 粒子組成と酸化還元電位差との関係

ある4群に区別できるようであり、その地理的分布をみるとⅠ群は、淀川、大和川河口以外の大坂港周辺に限定され、Ⅱ群は神戸港、西宮港、淀川河口、大和川河口、岸和田港とその沖合のst. 35など主として沿岸の汚濁域にあり、Ⅲ、Ⅳ群については特別な区分はみられず不規則であった。

電位差と粒子組成との関係やそれからみた水域の区分が、何を意味し、またどれだけ真実を現わしているかは現状では明らかでない。しかし、大坂港周辺の古くからの汚濁を現わす1つの現象として興味が深い。また、化学成分と電位差からみた底質の汚濁も、全般的にみれば大差ない結果を示しながら、化学成分に現われた堺港付近の特長、電位差に現われた水域の特長など細部の点では多少ちがっている。これは化学成分が底質自体をより良く現わすのに対し、電位差は間隙水に影響されることが多いためではないかと思われる。

全窒素量は他項目とちがい12地点で測定しただけであり、詳細な分布量は明らかでないが沿岸域よりもむしろ沖合の深所ほど多くなる傾向がみられるし、また粒子組成が細かい地点ほど増加する傾向もみられるがこの点も資料が少なく明らかでない。

3) 底生動物 神戸港内 (st. 30), 神崎川河口 (st. 7), 泉北港口 (st. 20) では無生物

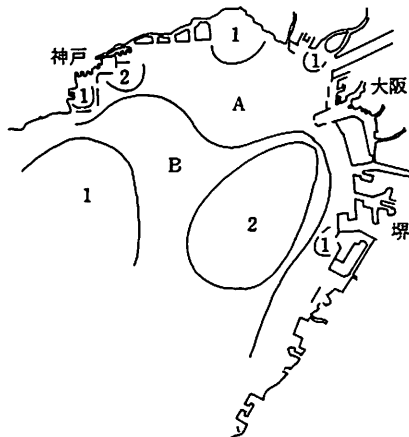


図8 底生動物相からみた水域区分
(区分の記号は本文参照)

であった。このうち前2地点は底質の汚濁度が高いことにより、st. 20は底質中の有機物が少ないこと、水深が深いことなどから浚渫の影響により、無生物となっているのであろう。

底生動物相の大きな特長は、多毛類 *Prionospio pinnata* が優占的に採集されたことであり、その分布密度により2水域に区別できる。すなわち、前記無生物地点以外の沿岸域と沖合域であり、前域では本種が100個体以上、重量も1.0g以上の地点がほとんどであるのに対し、後域では100個体以下、重量も0.15~0.7gであった。種類数には大きな差異はみられなかったが、沿岸域のうち神戸港内外 (st. 28, 29) は13

~19種で最も多く、これに対し西宮港付近は3~4種でやや少なかった。沖合域も3~10種で、沿岸域との間に大差がなかったが、st. 35, 34, 23, 15の範囲は2~3種で最も少なく、とくにst. 35, 34では個体数も少なく、3~4個体しか採集されず動物相が最も貧困であった。

今回の調査で採集された動物は *P. pinnata* をはじめとして沿岸性の多毛類が大部分であり、すでに宮地が指摘しているように本調査の範囲内は、その生息種からみれば、現在でも1つの単位と考えられよう。ただ、多毛類 *Sthenolepis yhleni*, *Sternaspis scutata*, *Paralacidonia paradoxa Japonica* などは沿岸域でも比較的沖合水の影響が強い海域に多く生息する種類であり、これらが採集されたst. 43, 42, 32の圏は底層における沖合水の影響が最も強い海域と考えられる。また、*S. yhleni* はst. 34, 21, 16, 23でも採集され、底層における沖合水の影響方向が、前記海域からst. 16ないしst. 21に及んでいると推定される。

これらの底生動物相から、本水域は下記のように区分されよう (図8)。

(1) A区 (沿岸域) 生息する種類は、次のB区と大差ないが、生息密度が非常に高く、都市排水、工場廃水の影響により多栄養域の動物相を示す。この区域の中には動物相が多少違った下記のごとき小区域がある。

1……神戸港内、神崎川河口は汚濁度が最も高く無生物域を形成し、次いで汚濁度が高いのは西宮港沿岸で種類数が減少している。泉北港口 (st. 20) も無生物であったが、これは汚濁度が高いためではなく浚渫による変化である。

2……神戸港内外 (st. 28, 29) の種類数は沿岸域の中では最も多く、他地点よりは汚濁度が低い。

(2) B区 (沖合域) A区より生息密度が低く、汚水の影響は少ないし、沖合水の影響が強いことを示す種類が生息する。下記のごとき動物相のちがった小区域がある。

1……沖合水の影響が最も強い区域 (st. 43, 42, 32)

2……動物相が貧困な区域 (st. 35, 34, 23, 15)

考 察

底質と底生動物からみて、本調査範囲は、汚水と土木工事の影響が顕著な沿岸域と、それらの影響が軽微な沖合域とに2分され、その境界はほぼ15m等深線 (調査時) にあろう。ただ、淀川河口ではst. 24までおよび、15m以深にまで広がっているし、大阪港以南では比較的沿岸の15m以浅の範囲に限られるようである。沿岸域のうち神戸港内 (st. 30) 一入港した船から荷上げ時に海中に落ちた穀物が採泥時多量に採取されたので、汚濁度が高い範囲は局部的であるかもしれない。神崎川河口、西宮港沿岸、大阪港内などは最も汚濁度が高い。淀川は本水域中最も流量が多く、河口付近の流速も早いので、その影響が最も沖合まで及んでいるのであろう。堺港付近の土木工事の影響は、底質の粒子組成と化学成分との関係に現われていたし、神戸沿岸にも類似の現象が認められる。

大阪港以南の沿岸域の汚濁範囲はごく沿岸に限れている。これは汚濁源が少ないことが最大の要因となっているのであろうが、堺沿岸の土木工事により、汚濁域が埋立られたり、汚泥が除去されたこと、さらに底生動物にみられたように、底層においては沖合水の影響が南部海域に強いと思われることなども要因の一部となっていると考えられる。

沖合域では汚濁の影響は軽微であり、強熱減量が増加している地点はほとんどないが、CODが増加したり、電位差が低下している地点が散在し、沿岸域よりは分解の進んだ有機物が沈澱していることを示す。しかし、その異常度は僅少であった。底生動物にも顕著な汚濁の影響は認められないが、後記のごとく、宮地の調査結果よりは生息密度が高く、全般的に多少富栄養化の様相を示している。沖合水の影響が最も強いのは水深20m以深の、st. 43, 42とst. 32であり、ここから南部のst. 34, 23, 16, 21に及ぶようである。

底生動物からみると南部 (st. 34, 23, 15, 35) に、種類数の少ない特異な区域が認められた。このうちst. 15の底質は化学成分、電位差とも汚濁度が高く、かつ従来の調査によって、大阪港関門や南防波堤を通じて汚水が南下することが知られているので、汚水の影響によると考えられる。st. 35も、沖合域の中では例外的に底質中の化学成分が増加していたし、電位差も低下している。ここはst. 38, 36から続く砂泥地であり、地形的にも往時にはst. 36が突出していて、特殊な地理的条件にあり、また後記のごとく宮地の調査でもこの付近の底生動物量は最も多い区域の1つであったことなどから、底層の潮流が有機物や底生動物が集積しやすい特殊な状態にあると推定される。そして、往時大阪湾の汚濁が進行していない時点では、有機物の集積が底生動物の栄養源となり、その数量を増加させていたが、湾内の汚濁の進行にともなって有機物が多く沈降し、底質を悪化させるとともに底生動物相を貧困にしたとも考えられる。st. 34, 23の動物相が貧困であった原因は明らかでないが、沖合水の影響が比較的強いこと、堺付近の土木工事の影響 (st. 23) などがあるかもしれないし、採集誤差も含まれるであろう。

II 既往の調査結果との比較

大阪湾沿岸の水質汚濁問題は古くから発生し、これに関する調査研究は多い。しかし、水質汚濁に関する調査研究の1つの欠陥として、問題究明のため一時点での調査が多く、汚濁度の推移にまで言及している報告はきわめて少ないようである。津田・巖は昭和40年に淀川水系の生物調査を行い、昭和30年の調査結果と比較して淀川水系の水質汚濁は著しく進行したと報告しているが、これら多くの河川が流入する湾奥部の海域汚濁の推移についても関心のもたれるところとなっている。

本水域の汚濁問題は、初め大阪市内の河川と沿岸域に多かったので、調査水域は大阪府下の河川と沿岸域に多く、かつ対象水域も問題発生と関係して、しばしば変化している。従って、本調査結果と巖密な比較検討は不可能であったが、過去の調査結果のうち、調査範囲が本調査と近接している調査結果をぬき出し、汚濁度の推移について多少の検討を行なった。ここで対象としたのは水質、底質、底生動物など環境条件だけについてであり、漁業がうけている影響についてはふれていない。

1) 水質

海域における水質の調査は、水の交流が悪い湾奥沿岸部においても採水時の気象、海況等によって大きく左右されることが多く、過去の調査資料との比較による汚濁推移の判定は底質、底生動物以上に困難である。しかし調査結果がその時の海域の一つのパターンを示しているものとして透明度、表層水のCOD、アンモニア態窒素、底層水の溶存酸素量によりその概要について検討を行った。

1) - 1 透明度

大阪湾の透明度は神戸海洋気象台が大正13年8月、昭和3年6月、昭和10年4月の3回にわたって調査しているが、近年では昭和33年から大阪、兵庫両水試が湾長軸を境として各地先の観測を毎月行っており、湾全域の透明度(等深)線を月毎に描くことができる。

これによると一般に湾奥沿岸部では3m以下と低く、湾中央から南西淡路側の海域は5~10mとなっている。湾奥部は河川水、陸上の汚濁水の流入が多いこと、潮流の交換が悪いうえ、水深が比較的浅く海底泥が攪拌されやすいこと等、濁りを助長する幾多の要因がそろっており、すでに戦前から3m以下の低い値が観測されている。

海洋気象台が行った3回の調査結果を一応戦前の透明度として、昭和33年以降のそれと比較することにより大阪湾の濁りの推移、すなわち汚濁の状況を考えてみた。その判定の一つの方法として毎月の観測資料から湾全域の透明度等深線をひき、濁っていると考えられる3m以下、やや濁っていると考えられる3~5mの海域を含めて5m以下の海域の面積をプランメータで

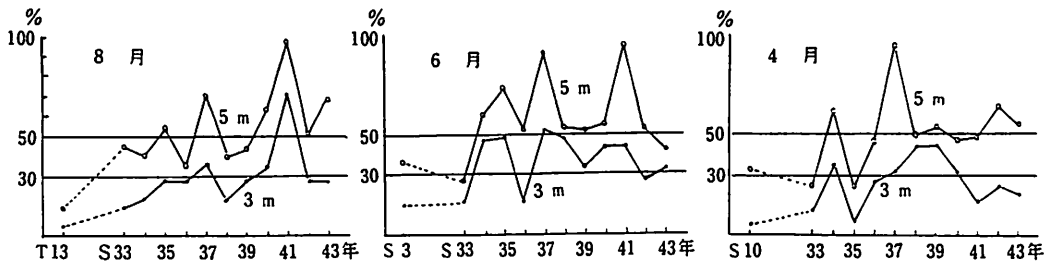


図9 大阪湾透明度の経年変化

(透明度3m以下、5m以下の海域が全域を占める割合による)

求積し、湾全域に対して占める比率を表わしたのが図9である。なお、内湾の透明度は降水量、プランクトンの繁殖等により季節的な変化を示すことが考えられるので、33年以降は戦前の3回の観測期に対応する月のデータを使用した。

図によれば戦前の大阪湾は全域の10%内外が3m以下、35%前後が5m以下の海域であった模様である。昭和20年代のことは不明であるが、33年以降では34年から急激に比率が増大して夏期の6、8月は3m以下の海域が30~50%に、5m以下の海域は湾のなかば以上を占め、ひどい時には殆んど全域が5m以下となっている。4月の透明度では6、8月にくらべて濁った海域の比率が幾分減少しているが、36~40年の濁りが大きくあらわれている。しかし41年以降は3m以下の海域が20%前後にまで縮小している。

これらの結果から各月とも戦前にくらべて、33年以降は濁った海水の占める割合が明らかに増大しているが、37~41年の濁りが強く最近の2年間は回復気味である。これらの原因については、直接陸上から流入する汚濁物質の増加のほか、埋立にともなう海底の浚渫などがあげられる。

大阪湾の埋立工事は下記のごとく35年ごろから急激に行なわれるようになったが、その最盛期の37~38年に濁った海域の比率が各月とも増大し、工事量が減少した42年からそれが減少していることから、浚渫による土木工事に何らかの影響を受けているのではないだろうか。浚渫土砂の流出によって近辺海域の透明度が一次的に低下することは当然であるが、広大な湾全域の濁りに影響するのはこれら一次的な濁りと共に海底攪拌にともなう、プランクトンの異常繁殖—赤潮—による作用もかなり濁りを助長しているものと考えられる。

大阪湾埋立工事の年別浚渫土量

(単位 m³)

年次	堺地区	泉北地区	大阪南港	水産コンビナート	木材コンビナート	計
29~34年	5,751,000	—	2,155,000	—	—	7,906,000
35	8,836,000	—	2,718,000	—	—	11,554,000
36	23,240,000	—	4,259,000	—	—	27,499,000
37	42,111,000	15,326,000	8,911,000	—	—	66,348,000
38	20,939,000	20,300,000	5,203,000	160,000	286,000	46,888,000
39	1,948,000	11,267,000	1,569,000	2,175,000	4,834,000	21,793,000
40	1,685,000	6,996,000	4,212,000	3,464,000	3,191,000	19,548,000
41	954,000	1,574,000	3,913,000	1,604,000	487,000	8,253,000
42	526,000	953,000	1,094,000	881,000	—	3,454,000
43	—	—	864,000	101,000	—	965,000
計	105,990,000	56,416,000	34,898,000	8,385,000	8,798,000	214,487,000

1) - 2 COD

大阪湾の広い海域にわたってCODが調査された例は昭和41~43年の共同調査による湾奥部の5回の調査があるが、それ以前では昭和10年4月に神戸海洋気象台が湾全域にわたって調査した例が見出されるのみである。共同調査は主に汚濁の様相が強くあらわれる夏期に行なわれたものであるが、後者は4月の調査であり、分析方法も不明である等の難点も多いが、戦前の状況が示されている唯一の資料であるので、これらのことを考慮に入れて比較してみた。(図10)

昭和10年の状況は共同調査の調査海域の外縁部で2ppm前後となり湾奥西宮沖には小規模な

がら 6 ppm の海域が出現している。しかしその大部分は 2～3 ppm の海域で、3 ppm の等濃度線は淀川河口～堺の沿岸部を通っている。これに対して、41 年以降は 5 ppm 以上の汚濁海域が拡大し、沿岸部では 7～10 ppm の高い海域が出現している。これらの観測値を平均値、最高値でみると、右のとおりとなり季節の相違等があっても汚濁がかなり進行してる様子である。

大阪湾北東部海域のCOD 単位ppm

調査年月	COD平均値	COD最高値	調査地点数
10年4月	2.0	6.4	14
41. 7	5.1	9.1	69
41. 8	4.5	16.2	〃
41. 10	2.5	3.9	〃
42. 8	4.4	11.1	〃
43. 7	5.3	12.2	〃



昭10.4. 調査



昭41.7.26 調査



昭41.8.10 調査



昭41.10.7 調査



昭42.8.1 調査



昭43.7.11 調査

図10 大阪湾北東部海域のCOD分布図(単位ppm)

注 41～43年は大阪湾環水質調査(大阪府・兵庫県) 10年は神戸海洋気象台の調査

湾奥の沿岸部においては昭和26年ごろから海水の汚濁が各方面からとりあげられるようになり、その都度調査も行なわれているので、これらの資料を海域別に捨出ししたのが表3、図11である。ここで海域別に区分したのは、それぞれの調査がいつれかの海域に限定されているからで、各調査地点が最も多く含まれるとともに、調査時による海域の偏りをできるだけ少なくなるように区分した。なお個々の調査資料から、これらの海区に属する地点を選び出したが、港湾、河口等陸上の汚濁水の影響を直接受けることが多い沿岸近接点は除外し、各海域とも3点以上が含まれるものを資料としてとりあげた。

また、分析方法は28年～37年3月までの砒酸一過マンガン酸カリ滴定法から、37年7月以降はヨウ素法に切替えているので、これらの値をそのまま比較することはできない。大阪府衛生

研究所の調査によると、汚濁の影響が加った沿岸水で両者の比は3:1と報告しているが、筆者等が大阪湾の21点で調査した結果では1.2~3.3:1、平均2.0:1となった。従って37年3月以前のデータについてはその約1/2が、それ以降の値にほぼ見合う値と考えられる。これらの点を考慮に入れると厳密な意味での比較は困難であるが、図11によりその概略について次のようなことがいえる。

◎ 大阪北港、淀川河口沖海域

昭和9~10年当時から最高5~7ppmとかなり高い値がみられ、古くから汚濁している海域である。28~30年と37年以降を比較すると平均値でほぼ同程度、最高値では前者の方が高い値を示している。しかし測定法の違いを考慮すればこの間においてもやや水質の汚濁が進行している模様である。

◎ 大阪南港・堺沖海域

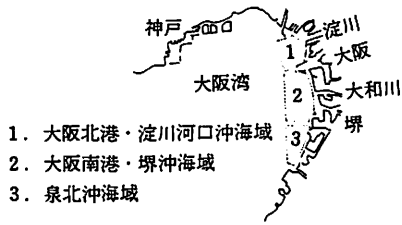
調査時が冬から春であるが、昭和9~10年頃のこの海域は平均2.5ppm、最高3~4ppmと正常に近い状況にあった。しかし28年以降は最高10~17ppmを示す地点が出現しており、強い汚濁状況を示すことが多くなっている。28~30年と37年以降ではいずれも平均値2.5~8、最高値3~17ppmの間にあつて目立った変化はみられず、ほとんど同じ状況にあるが、これを測定法による値の違いを約2倍として換算すれば37年以降の値は約2倍となり、30年以前にくらべてそれだけ汚濁が進んでいるものと考えられる。

表3 大阪湾奥部海域別CODの推移

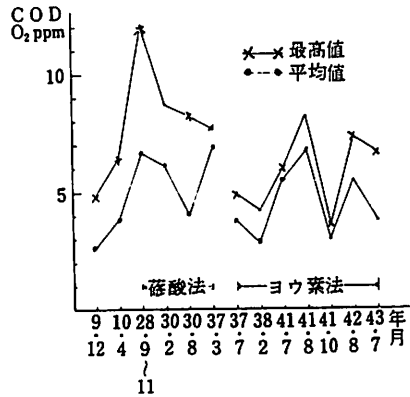
		単位 ppm						
調査年月	海城 COD	大阪北港、淀川河口沖海域		大阪南港、堺沖海域		泉北沖海域		資料
		平均値	最高値	平均値	最高値	平均値	最高値	
昭和9年12月		2.6	4.8	2.6	3.8			海洋時報 Vol.10, No.1 昭12
10 4		3.8	6.4	2.6	3.0			〃 Vol. 8, No.3 昭11
28 9~11		6.7	12.1	7.7	10.8			水質汚濁に関する調査報告(Ⅱ) 大阪水試 昭30
30 2		6.1	8.7	7.0	11.3			淀川水系汚濁防止関係資料 水汚防関西地区協議会 昭30
30 8		4.0	8.2	2.9	3.4			
37 3		6.9	7.7	5.4	6.9			36年度大阪水試業務報告書
37 7		3.8	4.9					水質汚濁防止対策報告書(神崎川) 大阪水試 昭38
37 8				3.7	5.8	3.2	3.9	37年度大阪水試業務報告書
38 2		2.8	4.2					水質汚濁防止対策報告書(神崎川) 大阪水試 昭38
38 3				3.3	3.9	3.8	4.8	37年度大阪水試業務報告書
38 8				4.5	17.1	4.2	7.9	38年度 〃
39 2				1.9	4.0			〃 〃
39 8				2.4	3.8	2.8	3.0	39年度大阪水試業務報告書
40 1				3.8	11.4	2.6	3.2	〃 〃
41 7		5.5	6.0	6.5	8.7	5.4	6.5	41年度大阪湾環境水質調査
41 8		6.8	8.2	6.8	10.8	6.2	16.2	〃 〃
41 10		3.0	3.6	2.3	2.9	2.3	2.6	〃 〃 (未公表)
42 8		5.5	7.3	4.0	6.3	2.9	3.5	42年度 〃
43 7		3.8	6.7	4.3	5.2	7.6	12.2	43年度 〃

注 CODの測定法

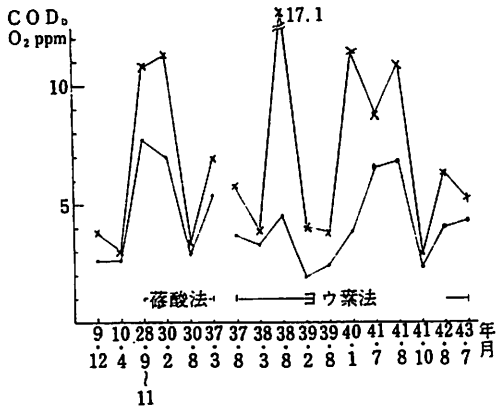
28年から37年3月まで 硫酸一過マンガン酸カリ滴定法
37年7月以降 ヨウ素法
いずれもアルカリ性水浴加温



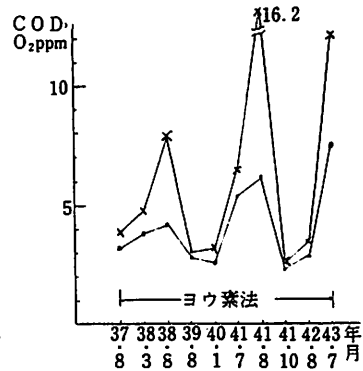
大阪湾奥沿岸部海域区分



1. 大阪北港・淀川河口沖海域



2. 大阪南港・堺沖海域



3. 泉北沖海域

図11 大阪湾奥沿岸部海域別表層水のCODの推移

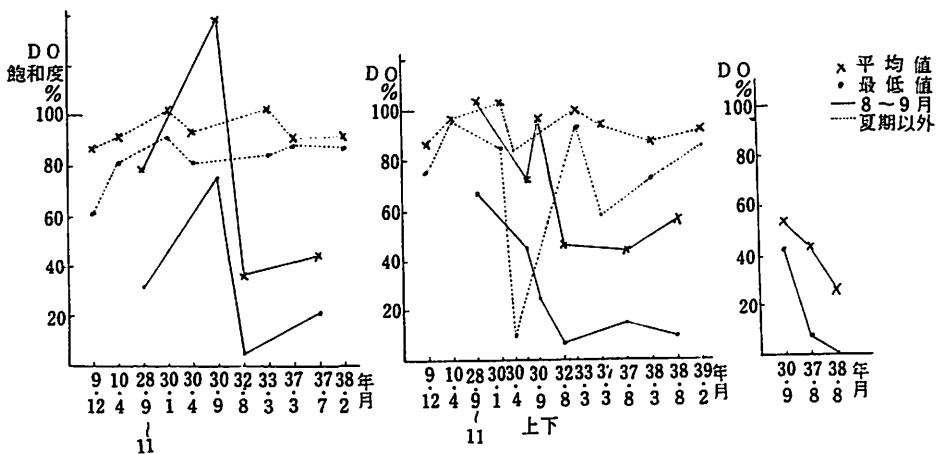


図12 海域別底層水の溶存酸素量の推移

◎ 泉北沖海域

37年8月以降の資料についてみると平均値、最高値ともやや右上りの傾向がみられ、調査時による変動巾が大きくなっている。特に41年8月と43年7月には最高16.2、12.0ppmと海域としては異常に高い値があらわれていて、最近はこの海域もかなり強い汚濁状況を示す場合があることが観測されている。

なお、これらの資料では3海域とも季節的な変化はあまり明らかではない。

1) - 3 底層水の溶存酸素

海域の底層水は汚染の進んだ還元性の強い泥質のところでは底質の影響を受けて、溶存酸素が減少することが知られているが、共同調査の結果でも湾奥沿岸部の汚濁の強いところほど底層の溶存酸素が減少し、淡路沿岸、湾中央部などではあまり減少していなかった。汚濁との関連において大阪湾北東部の広い海域にわたる調査事例はないが、昭和10年4月神戸海洋気象台

が行った調査によると、底層水の溶存酸素は北東部海域の殆んどが飽和度93~98%で、中・南部海域と全く変りがなく最も低いところでも81%（西宮沖の1点のみ）であった。

湾奥沿岸域においてはCODと同時に調査が行なわれているので、同様に区分した海域別の底層水の溶存酸素を調査時別に飽和度(%)であらわしその推移を示すと図12のようになる。

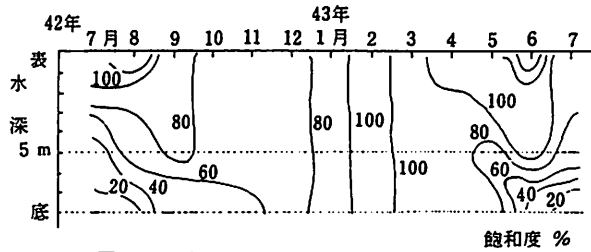


図13 堺沖地点における溶存酸素の季節的变化
(地点は堺信号所の西1km)

大阪南港・堺沖および大阪北港・淀川河口沖海域では32年以降夏期の低下が急激であるのに対し、夏期以外の調査時では殆んど変化していないのが特徴である。

42年7月から1年間行った湾東部海域（大阪府側地先）の海況調査によると、堺沖の観測点の溶存酸素の季節的变化は図13のとおりで、夏期（5~9月）は成層の形成が著しく10月から4月にかけて表底層の差は消失している。またこの傾向は湾奥の観測点ではいづれも現われていた。水の交流が悪い湾奥部では夏期水温の上昇によって成層の形成が容易となり、海底堆積物の分解が進むため底層水の溶存酸素が消費されるのであろうが、秋期は循環によって表層水

表4 アンモニア態窒素海域別分布量

調査年月	大阪北港・淀川河口沖					大阪南港・堺沖					泉北沖					大阪湾北東部全域				
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
30年2月	■					■					■					■				
30年8月	■					■					■					■				
39年2月	■					■					■					■				
39年8月	■					■					■					■				
40年1月	■					■					■					■				
41年7月	■					■					■					■				
41年8月	■					■					■					■				
41年10月	■					■					■					■				
42年8月	■					■					■					■				
43年7月	■					■					■					■				

注 線は横軸に分布濃度を示し、太細は海域で占める多寡を示す。

との混合が進み夏期に無一低酸素となる海域でもかなりの飽和度がみられるようになるものと考えられ、図12で夏期以外の調査時の底層溶存酸素が戦前にくらべても殆んど変っていないのはこのためであろう。

泉北沖海域は資料が少なくその傾向はとらえ難いが、30年にくらべて37～38年の夏期の値はかなり低下している模様である。このように湾奥沿岸部では30年から32年にかけて夏期底層水の溶存酸素は低下しており、38年迄の間では回復のきざしは現われていない。しかし秋～春期では正常に近い状態にもどっている。

1) - 4 アンモニヤ態窒素

湾奥部におけるアンモニヤ態窒素の溶存量は都市廃水等の影響として考えられるが、5回の共同調査の結果(表層水)をみても大阪港を中心とした沿岸部に0.3～1.0ppmの高濃度水塊が存在し汚濁源と関連が深いことを示している。海域におけるアンモニヤ態窒素調査事例は少なく、共同調査以前では30年以降沿岸部で5回行われている。これらの資料をもとにCODと同様に区分した海域別のアンモニヤ態窒素の分布状態を表4に示した。

表によると30年の2回の調査では大阪港周辺の両海域とも0.1ppm以下の値であり正常に近いものとみなされるが、39年以降は1ppm以上のかなり高い値が出現しており、大阪南港・堺沖海域の汚れが顕著になっている。これにくらべると泉北沖海域では汚れが少なく局部的に高い値をとることはあっても大部分は0.1ppm前後の海域である。

なお、43年7月の結果は北東部全海域にわたって高濃度の分布を示したが、これは調査時が梅雨期にあたり滞留汚濁した市内河川水が海域に流れ出し、湾奥全域に広がったと考えられる。

1) - 5 まとめ

これらの項目から海水汚濁の推移について考えると、戦前にくらべ戦後はかなり汚濁が進んでおり、湾奥海域において強い汚濁状況を示すことが多くなっている。しかし大阪北港・淀川河口沖海域では戦前からすでに透明度は低く、CODで高い値が観測されており、地理的、社会的諸条件から考えて古くからある程度汚濁していたのであろう。

28年以降の状況は底層水の溶存酸素が30～32年を境として、夏期の低下が著しくなり最近まで殆んど回復していない。COD、アンモニヤ態窒素については37～39年から43年にいたる間の汚濁が28～30年当時よりも進んでいる模様であり、透明度では37～41年頃の悪化が目立っている。このように戦後の状況は資料の都合から28～35年と37年以降に大別すれば37年以降もかなり水質汚濁が進んでいるといえるが、35年以降の経済界の活況と人口の都市集中が急激に行なわれるようになった社会的背景を考えると汚濁負荷量の増大は当然であり、それに対応して海面の汚濁も進行したものと考えられる。又透明度でみられたように大規模な土木工事事もこれに加わってかなり影響を及ぼしている。従って大阪湾奥部海域は戦前、28～35年、37年以降と徐々に汚濁が進んできたといえることができる。

2) 底質

底質の化学成分は、さきに記したごとく粒子組成と関係深いが、過去の資料の中には両者が測定されている場合が非常に少ない。また、過去の調査資料が少ないうえ、大阪港から泉大津にいたる沿岸海域は昭和36年以降大規模な浚渫埋立工事が行われたことにより、工事の影響が調査時によってまちまちにあらわれている等から、その推移の概要についても知る事が困難である。わずかに、北森・船江は、昭和32、33年に大阪港内外の底質の粒子組成と強熱減量との関係を検討し、強熱減量が異常に増加している地点は、ほとんど河川域と河口に限定されていることを報じている。この場合は粒子組成の基準として、150メッシュ以下の%をとっているため、本調査(270メッシュ以下の%)結果と同等には比較できないが、当時よりは強熱減量が増加している範囲は沖合にむかって拡大しているようである。なお、さきに堺沿岸に底

質中の化学成分が減少している区域があり土木工事の影響ではないかとのべたが、当時においてもすでに大和川河口から堺港の沖合域には強熱減量が少ない地点が存在し、土木工事の影響のほかに基本的にこの海域の強熱減量が少ない特長をもつようであり、その1つの原因としては底生動物相に現われていた沖合水の影響が強いことがあげられよう。

3) 底生動物

宮地が本湾の底生動物相を6区にわけ(図14, 1), 本調査はそのI区に相当する範囲について実施したことは前記のとおりである。過去の底生動物調査のうち、この範囲に近接した調査の記録と生息密度などを表5, 6と図14に示した。

宮地はこの区域の優占種として多毛類 *Telespavus costarum* をあげ、本調査でもほぼ全域にわたって採集されたが、その個体数は非常に少なく、現在の優占種は *Prionospio pinnata* に代り、沖合の st. 34, 35, 41, 42 以外の全地点で採集され、その個体数は非常に多く、全採集物の85%に達した。*P. pinnata* は東京湾・伊勢湾など汚濁域で底層の溶存酸素量が非常に減少する海域で多数採集されることがしばしばあり、有機的汚濁に対し強い抵抗力をもつとともに、このような海域でその生息密度が非常に高くなることから、域る程度汚濁された海域を好む傾向がみられる種類である。本種の優占度が非常に高くなったことは、本湾の汚濁を端的に示すものであろう。本種は宮地の調査では全く採集されなかったが、昭和30年頃にはすでにかなり優占度が高くなっている。ただ、本種は10~1月の冬期に多数採集され、春~夏には減少する傾向がみられる。このような季節的变化を含めても、次第に増加していることは明らかで、今回の調査では最多に達した。

大阪・兵庫共同調査結果でも大阪・神戸沿岸の種類数は淡路島沿岸に比して非常に少なく、汚濁による種類数の減少を示している。表6で種類数を比較しうる資料は少ないが、沿岸域としては種類数は少なく、かつ32, 33年を最高として、次第に減少しつつあるようにみえる。*P. pinnata* が多数採集される冬期には、多毛類以外の動物はきわめて少数しか採集されないが、春~夏にはその個体数百分率はやや高い値を示している。しかし、多毛類以外の動物の個体数百分率が次第に減少して、多毛類の優占度が高くなりつつある傾向がうかがわれ、これも汚濁の進行を示す事実であろう。

優占種の交代とともに本水域の汚濁の進行を端的に示すもう一つの現象は生息密度が急激に増加しつつあることであろう(表6, 図14)。宮地が調査した時点の生息密度は非常に少なく、しかも生息密度が高い区域は岸和田沿岸(前記)沖海域および淀川河口域にあった。なお宮地の調査には無生物地点がいくつかみられるが当時は生息密度が低く、環境条件の特異性を意味するよりは採集誤差が大きいのと思われる。昭和30年10月には、*P. pinnata* の増加により、以前より生息密度は高くなり、とくに大阪港内外の地点で高く、現状に近似した分布を示すが、その密度は100(1/25m²当り、以下同じ)以下で、現在にくらべれば非常に少ない。31年4月には *P. pinnata* が少数しか採集されず、沿岸域の生息密度が高い傾向はみられず、宮地の調査結果と類似しているし、全体の生息密度も近似的である。昭和32年以後は採集時期の如何をとわず生息密度が高くなり、とくに大阪港内外のごく沿岸域と、淀川河口域では、昭和38年7月以外、すべて生息密度が100以上となり、沿岸域の多栄養化の影響が顕著に現われている。しかし、今回のように生息密度が200を越えることはなかった。なお、st. 15の底質や底生動物の異常について、大阪港関門から南下する流れの影響であろうと推定したが、38年7月、39年1月の結果にも、それを裏付ける現象が認められるとともに、当時は汚濁度が現在より低く、生息密度が高い段階にとどまっていたことがわかる。今回の生息密度は全体的にも今までにみられなかった高い値を示し、これをA区についてみると(無生物地点も含め)、1m²当り約6,410に達し、B区でも約648となり、沖合域でも全般的に往時に比較して生息密度がかなり

高くなっていることがわかる（前記）。

エックマン型採泥器で採集した場合，採集動物の重量は変異が多きく（昭和12年と14年の結果を比較してもわかる），また資料も少ないので，変動を論ずることは不可能である。ただ昭和13年頃よりはやや増加しているようであるが，個体数の増加に対応するほどではなく，往時よりは小型の個体が密に生息していることを示す。

以上，過去の資料に基づいて底生動物相の推移を論じたが，表5，図14をみてもわかるように調査範囲，地点，調査季節がまちまちであり，とくに神戸沿岸の資料はほとんどないため，

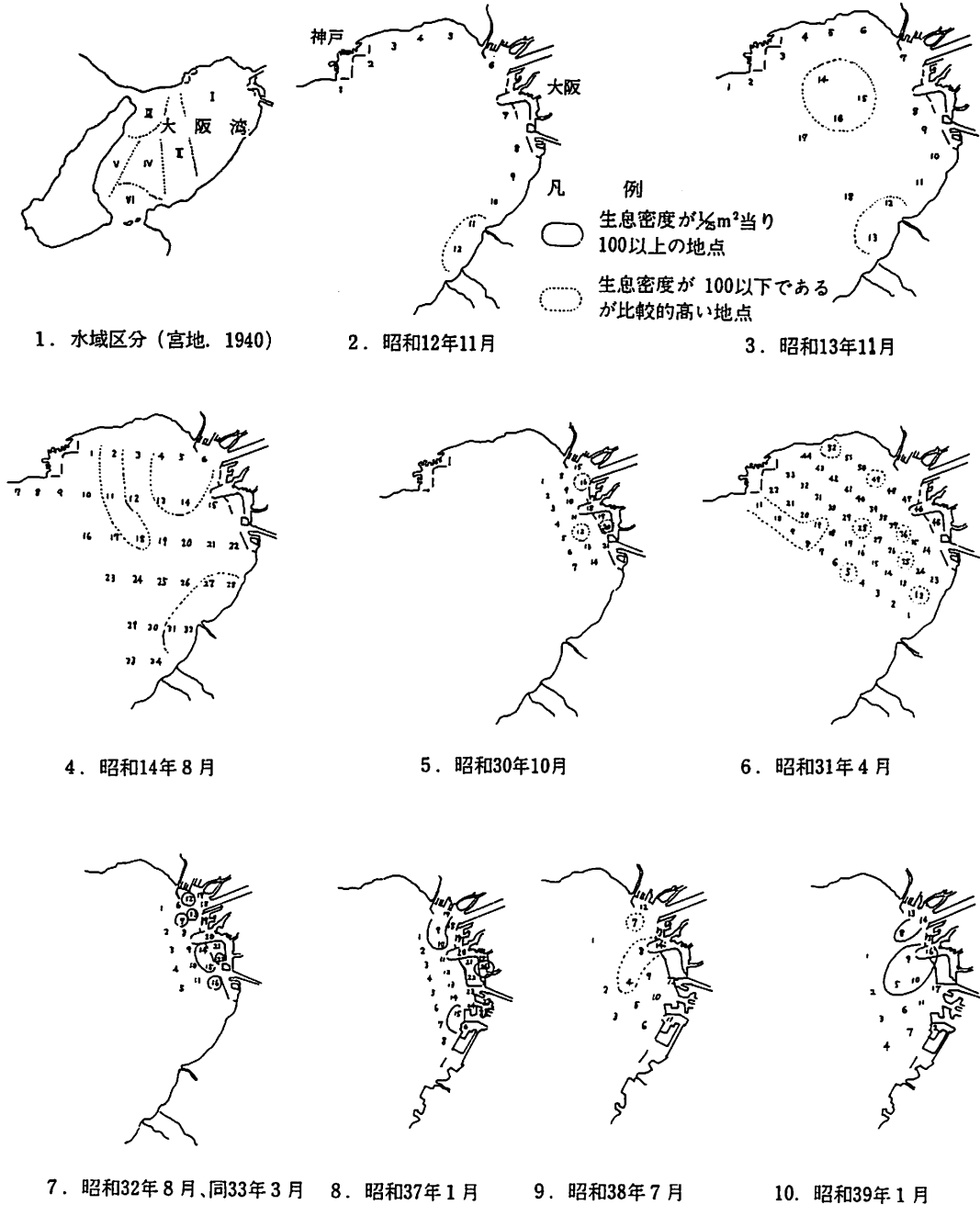


図14 底生動物からみた大阪湾の区分ならびに過去の調査地点番号と生息密度

正当を欠いている点もあるかと思われる。しかし優占種の交代、生息密度の著しい増加一とくに沿岸域で一、多毛類の増加に対し、それ以外の動物の減少、種類数の減少などは、汚濁の進行に伴う底生動物相の変化とみて間違いのないであろう。そして、戦前、戦後～昭和31年、32年～40年、41年以後の4段階に汚濁度が区分できるようにも考えられる。

4) 要約

前述のごとく、底質について湾奥沿岸部で大きな土木工事が行なわれたこともあって、汚濁の推移に関する傾向を把握することができなかったが、水質・底生動物については戦争を境として戦後の汚濁進行が比較的顕著である。即ち、透明度は33年以降濁った海域の占める比率が増大しているし、COD、アンモニヤ態窒素の測定値では湾奥海域で近年強い汚濁状況を示すことが多くなっていることなどがあげられる。底生動物についても戦後優占種の交代、生息密度の増加、多毛類の増加とそれ以外の動物の減少、種類数の減少など汚濁の進んでいる徴候がいくつか現われている。

そして戦後の20数年間の中でもいくつかの段階がみられ、水質では資料の関係から28～35年、37年以降と徐々に悪化している様子であり、底生動物についてはそれが31年、40年を境に3つに区分されてるが、いずれも汚濁が段階ごとに進行しているものと考えられる。

文 献

- 1) 大阪府・兵庫県：1967, 大阪湾環境水質調査報告書
- 2) — : 1968, —
- 3) — : 1969, —
- 4) 大阪府水試 : 1955, 水質汚濁に関する調査報告(Ⅱ)
- 5) — : 1961, 水試業務報告
- 6) — : 1962, —
- 7) — : 1963, 昭和37年度水質汚濁防止対策調査研究事業報告書
- 8) — : 1963, 水試業務報告
- 9) — : 1964, —
- 10) — : 1967, 水試研究報告
- 11) 大阪府公害室 : 1967, 堺・泉北臨海工業地の進出企業に対する水質指導基準策定に関する調査研究報告
- 12) 北森良之介・船江克美：1959, 内海区水研報告, 12号
- 13) 北森良之介 : 1963, 内海区水研報告, 21号
- 14) 近畿地方建設局：1965, 淀川水系生物調査報告
- 15) 神戸海洋气象台：1930, 海洋時報 Vol. 1, No. 3
- 16) — : 1936, — Vol. 8, No. 3
- 17) — : 1937, —, Vol. 10, No. 1
- 18) 須田皖次・水内松一：1926, 海洋气象台彙報, No. 6
- 19) 水質汚濁防止関西地区協議会：1955, 水質汚濁防止資料
- 20) 日本水道協会編：1964, 下水試験法
- 21) 松江編 : 1965, 公共用水域保全のための水質汚濁調査指針
- 22) 宮地伝三郎 : 1938, 海と空, Vol. 18, No. 5
- 23) — : 1940, 日本学術協会報告, Vol. 15, No. 3
- 24) — : 1940, 海洋学会誌 Vol. 12, No. 2

表1 大阪湾北東部海域底質調査結果 (昭和43年10月31日、11月1日)

項目 St	水深 m	水温		泥温 ℃	臭 気	泥 色	酸化還元 電位 差 mV	I L %	COD O ₂ mg l ⁻¹ 乾泥	全窒 素 N _{mg} l ⁻¹ 乾泥	粒 子 組 成 (%)				
		表層 ℃	底層 ℃								M32 <	M32 ~65	M65 ~270	M270 >	
1	9.0	18.7	19.9	20.0	微下水臭	黒	-360	13.0	37.8					7.1	92.9
2	12.0	18.8	19.8	20.0	なし	灰	-340	11.4	17.5					4.6	95.4
3	8.5	18.1	20.2	20.2	微下水臭	黒	-380	11.9	40.8				1.6	21.4	77.0
4	10.0	18.9	20.0	20.3	〃	黒	-340	11.1	32.4	1.73				9.6	90.4
5	13.0	19.6	20.4	20.4	〃	黒	-320	12.5	30.3		1.0	4.9	13.0		81.1
6	10.0	19.8	20.2	20.3	硫化水素臭	灰黒	-510	10.0	24.1		0.4	8.2	7.7		83.7
7	12.0	21.2	20.0	20.8	微硫化水素臭	黒	-550	21.6	95.8			5.6	15.4		79.0
8	3.0	18.3	19.7	19.6	なし	灰	-290	1.5	1.5	0.14	2.7	52.8	40.0		4.5
9	10.5	18.7	20.3	20.2	微下水臭	灰黒	-500	11.1	27.5	1.66	4.0	15.4	14.9		65.7
10	12.3	19.2	20.2	20.2	なし	灰黒	-550	12.1	31.4						100.0
11	9.5	19.6	20.0	20.4	微下水臭	黒	-520	11.6	26.6		3.3	5.6	23.4		67.7
12	14.0	18.8	20.1	20.4	なし	黒	-540	13.8	49.1	1.58	12.8	20.5	13.6		53.1
13	17.5	18.8	20.0	19.0	下水臭	灰黒	-440	9.5	23.0		8.6	28.7	15.4		47.3
14	10.0	19.2	20.0	20.4	なし	黒	-490	9.3	18.0	1.56	1.6	3.2	25.1		70.1
15	10.0	19.1	20.2	20.2	硫化水素臭	黒	-520	14.4	44.1		0.7	10.5	15.1		73.7
16	11.8	19.5	20.0	20.0	なし	灰黒	-300	10.8	14.6				0.9		99.1
17	14.0	18.2	20.1	19.6	下水臭	灰黒	-490	7.1	10.5		2.4	23.9	27.2		46.5
18	12.5	19.2	19.9	20.1	微下水臭	黒	-420	11.2	24.4			0.2	16.7		83.1
19	11.0	18.2	19.8	19.8	下水臭	灰黒	-380	10.3	13.8	1.39					100.0
20	21.0	22.5	19.9	20.3	微硫化水素臭	灰黒	-350	8.5	21.1				5.4		94.6
21	12.5	19.8	20.6	20.2	微下水臭	青味灰黒	-260	11.5	24.8		1.2	3.5	14.6		80.7
22	13.0	19.3	20.3	20.2	なし	青味灰	-340	8.8	18.0	1.68	0.4	1.5	1.2		96.9
23	14.0	19.0	19.8	20.2	微硫化水素臭	灰	-320	12.3	20.2			1.8	2.0		96.2
24	16.0	18.7	20.4	20.5	なし	灰	-300	11.9	19.7	1.60		3.8	7.6		88.6
25	12.0	18.6	20.2	20.0	微下水臭	灰黒	-310	8.6	15.0		8.9	20.8	15.4		54.9
26	15.0	18.5	20.0	20.0	〃	灰黒	-400	11.9	27.6		1.9	17.3	11.4		69.4
27	11.5	17.9	19.7	19.7	〃	灰	-265	10.0	8.7			6.8	14.1		79.1
28	13.3	17.8	19.2	20.0	微硫化水素臭	灰黒	-360	9.3	18.5		9.4	2.6	5.7		82.3
29	11.0	18.4	-	19.4	下水臭	黒	-420	9.9	33.7		17.0	5.4	12.5		65.1
30	12.0	18.4	-	19.8	し尿臭	黒	-390	14.0	52.7		1.3	16.1	6.9		75.7
31	14.0	18.8	19.5	20.0	微硫化水素臭	灰黒	-340	9.7	23.6		4.4	6.1	13.3		76.2
32	16.0	18.9	20.2	20.4	なし	青味灰	-320	8.6	17.6		10.7	11.2	13.5		64.6
33	18.5	18.7	20.2	20.4	微下水臭	青味灰	-380	11.2	29.4			2.8	6.2		91.0
34	19.0	18.9	20.2	20.6	なし	青味灰	-310	12.0	28.5	2.55			1.2		98.8
35	16.5	19.5	20.4	20.4	〃	青味灰	-350	11.8	24.3		4.1	22.8	20.1		53.0
36	11.3	19.8	20.2	20.2	〃	青味灰	-300	6.4	7.6	1.36	14.8	13.9	16.6		54.7
37	6.0	19.5	19.6	20.2	下水臭	黒	-340	9.7	38.2			4.2	11.9		83.9
38	6.7	20.1	19.8	19.6	〃	黒	-340	7.5	24.4		3.5	2.8	43.3		50.4
39	11.3	19.7	20.0	20.0	微下水臭	黒	-380	9.5	24.1	2.64	0.4	6.3	6.2		87.1
40	13.7	20.2	20.2	20.0	なし	青味灰黒	-300	10.5	28.1			4.1	5.8		90.1
41	19.0	19.0	20.2	19.6	〃	青味灰	-360	11.3	20.1				4.2		95.8
42	20.0	18.6	20.2	19.8	〃	青茶味灰	-340	11.1	28.3	2.33			7.3		92.7
43	20.5	19.9	20.3	20.6	〃	緑茶味灰	-310	10.8	19.1			1.5	5.2		93.3
44	16.0	18.3	20.0	19.8	〃	青味灰	-280	9.2	23.6		2.2	5.0	20.1		72.7

表2-1 大阪湾底生動物 (昭和43年10月31日、11月1日)

調査地点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
(多毛類)									
<i>Prionospio pinnata</i>	111	214	9	204	134	345	無	287	310
<i>Prionospio cirrifera</i>	7	3	2	4				9	
<i>Ancistrosyllis hanaokai</i>	2	3	1	13	11	33	生	1	33
<i>Telepsavus costarum</i>		3		1	1	3			3
<i>Neanthes oxypoda</i>				1	1		物		
Hesionidae sp.				8		4			2
<i>Nereis vexillosa</i>						1		29	
<i>Notomastus</i> sp.								1	
<i>Goniada</i> sp.								1	
<i>Lumbrineris brevicirra</i>									1
<i>Eumida sanguinea</i>									
<i>Eurythoë complanata</i>									
<i>Sthenolepis yhleni</i>									
Polynoidae sp.									
<i>Chaetoptelus</i> sp.									
<i>Nereis</i> sp.									
<i>Pseudopolydora paucibranchia</i>									
(軟体類)									
モガイ								3	
(甲殻類)									
エビ類				2		3		1	
カニ類									
(その他)									
イソギンチャク類								2	
ユムシ類									
イカリナマコ類									
合計 種類数	3	4	3	7	4	6	0	9	5
個体数	120	223	12	233	147	389		334	349
重量 (g)	1.2	1.4	0.03	2.4	1.45	2.2	0	4.1	1.95

表2-2 大阪湾底生動物 (調査地点38のAは泥池、Bは礫地)

調査地点番号	23	24	25	26	27	28	29	30	31
(多毛類)									
<i>Prionospio pinnata</i>	55	160	495	312	388	217	648		1
<i>Ancistrosyllis hanaokai</i>	4	28	27	1	33	8	11	無	5
Hesionidae sp.			4	7	5	2	2		
<i>Nereis vexillosa</i>			1	1		1			
<i>Neanthes oxypoda</i>				2		1		生	
<i>Telepsavus costarum</i>					5	3	9		1
<i>Lumbrineris brevicirra</i>		2			4	15	6		5
<i>Eumida sanguinea</i>						1	1	物	
<i>Glycera alba</i>						1			
<i>Glycera chirori</i>		1							
<i>Stauronereis rudolphi</i>						1			
<i>Tharyx</i> sp.						2			1
<i>Cirriformia tentaculata</i>						1			
<i>Goniada</i> sp.		1				6	2		
<i>Diopatra sugokai</i>							2		
<i>Nephtys polybranchia</i>							1		

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
225	436	97	220	54	40	5	94	297	182	無	160	1	
15	25	2	17	16	1	2	4	5	13	生 物	23	5	
3	1	2	2	2		1	2	8	2		4	1	
3	2	1	7	2			2		2				
6	1	2	4	2			1		6			1	1
1									1				
8	4		1				2		5			2	
1				1			1		8		11		
						1					1		
						1						1	
												1	
	2		1				1		1			1	
			1					1				1	
1				4	1	1	1				1		
1													
10	7	5	8	7	3	8	10	3	9	0	8	8	
264	471	104	252	81	42	13	109	310	220		203	12	
1.95	2.5	1.25	2.55	0.9	0.2	1.25	0.65	2.4	2.8	0	2.0	0.45	

32	33	34	35	36	37	38(A)	38(B)	39	40	41	42	43	44
8	2			206	303	179	12	532	31			1	2
7	5	1	2	13	42	22		7	1	4	3		
	1				5	1			1				
				2	13	1		6					
	1			3				2					
		1			2	5	1	2	1	1	2		2
10	7			8		5	1	2	6	5			5
						5	1	2					
							3						
9				1	1	1	1	3		1	1	7	2
					13								
				2					1				

調査地点番号	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Euchone sp.							12		
Notomastus sp.									1
Spio sp.									1
Sternaspis scutata									
Sthenolepsis yhleni	1								
Pseudopolydora paucibranchia									
Owenia fusiformis									
Prinospio cirrifera									
Prinospio krusadensis									
Paralacidonia paradoxa japonica									
Anaitides maculata									
Maldane sp.									
Cossura coasta									
(軟体類)									
シヅクガイ						2			1
イヨスダレ							1		
モガイ									
ヒメシラトリ									
(甲殻類)									
エビ類			2						1
カニ類									
シャコ類		1							
(その他)									
ヒメハゼ						1			
イソギンチャク類						1	1		
ユムシ類		1				6	1		1
ホヤ類									
合計 種類数	3	7	5	5	5	17	13	0	10
合計 個体数	60	194	529	323	435	269	697		18
重量 (g)	0.7	2.8	3.2	2.95	3.6	7.15	7.2	0	0.65

表5 大阪湾における底生動物調査記録

調査地点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
昭和12年11月 個体数	74	0	74	167	111	241	37	148	259	167	389
重量	5		1	5	7	9	0.2	7	4	97	11
13年11月 個体数	268	74	0	74	167	111	241	37	143	259	167
14年8月 個体数	296	407	222	666	444	777	74	370	111	74	592
重量	14.8	12.9	14.8	39.0	20.3	20.3	3.0	11.1	18.5	1084	59.2
30年10月 種類数		0	5	0	2	0	2	5	4	4	4
個体数			13		3		23	19	31	37	14
P. pinnata数							13	1	26	32	
31年4月 種類数	4	5	4	3	1	2	1	2	5	3	1
個体数	7	5	4	6	10	5	3	14	14	12	13
P. pinnata数		1	1	1				1	1		

32	33	34	35	36	37	38(A)	38(B)	39	40	41	42	43	44
	1		2			2			1				1
1		1					2				6	49	
							1				1	3	
					2			9		3	2	1	1
											1		1
													1
				1			4						
									2				
1				3								1	
1				1					1				
				1									
				1				1	1				
											1		1
7	6	3	2	12	8	8	10	9	10	5	8	8	9
37	17	3	4	242	381	216	27	564	46	14	17	64	16
1.2	0.20	0.10	0.15	19.95	4.7	2.55	27.5	3.9	8.55	0.20	0.15	2.7	0.3

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
666																
43																
388	360	370	618	1036	148	86										
148	444	629	111	148	74	481	259	296	185	37	111	0	37	185	629	444
7.4	22.2	24.0	3.7	45.4	1.1	33.3	22.2	14.8	5.5	1.9	4.8		1.9	3.7	37.0	22.2
5	5	2	4	5	1	1	4	4	3							
48	17	30	10	46	24	8	25	67	31							
43	10	28	5	32	24		18	39	25							
5	3	4	2	3	4	3	4	4	2	4	4	3	5	4	3	6
12	8	5	7	6	5	8	10	5	4	5	6	3	10	4	4	16
		1			1			1						1		1

調査地点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
昭和32年8月 種類数	4	9	9	13	13	3	7	9	5	10	15
個体数	14	26	35	32	63	7	10	24	18	50	75
P. pinnata数					3						2
33年3月 種類数	10	13	11	17	14	14	16	12	9	16	8
個体数	23	52	24	42	48	41	147	95	47	53	58
P. pinnata数	2	1	1	1	2	9	5	2	3	2	2
37年1月 種類数	4	4	4	6	4	7	6	4	8	5	5
個体数	8	65	57	24	71	50	43	89	101	113	53
P. pinnata数	3	61	54	18	68	40	34	79	70	109	40
38年7月 種類数	10	10	15	11	9	9	7	6	9	2	0
個体数	31	29	39	63	57	17	81	78	52	2	
P. pinnata数	9			3			52	1	8		
39年1月 種類数	8	5	5	7	9	4	6	7	9	7	4
個体数	94	17	30	65	156	26	53	182	127	197	59
P. pinnata数	35	3	3	39	90	1	32	130	90	120	50
調査地点番号	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
昭和14年8月 個体数	111	296	481	629	111	0					
重量	33.3	155	16.1	22.2	7.4						
31年4月 種類数	3	4	4	5	2	2	4	4	3	3	1
個体数	8	7	8	7	2	2	8	10	4	4	1
P. pinnata数	2	1				1				1	1

表6 大阪湾底生動物調査結果の比較（宮地および北森・船江の調査以外は未発表資料）

項目	調査年月				
	昭和 12年11月	13年11月	14年8月	30年10月	31年4月
調査者	宮地	宮地	宮地	兄部	兄部
調査地点数	12	18	34	20	52
1/2m ² 当り平均種類数	?	?	?	※ 3.0	※ 3.0
1.0m ² 当り平均個体数	194.4	252.6	290.5	1,115.0	335.0
1.0m ² 当り平均重量 (g)	15.76		52.68● (23.27)		
Prionospio pinnata の個体数百分率	0	0	0	66.3	4.8
多毛類以外の動物の個体数百分率	× 31.6	× 33.5	× 38.6	2.0	48.2

※ → 1/2m²当り種類数

● → カッコ内は大型個体の重量を除外した値

× → 大阪湾全域についての値

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
8	10	16	10	12	20	7	9	18	5	5						
49	178	150	111	166	90	34	44	92	19	10						
1	4	22	8	19	3		2	4								
19	10	9	10	14	14	13	6	14	11	3						
161	71	73	40	92	67	81	87	97	98	146						
18	2		5	32		1	74	12	18							
6	4	5	6	4	8	3	1	4	3	4		4	6	6	0	2
94	73	90	165	198	203	49	1	14	88	80		59	17	193		2
83	68	79	154	190	172			2	85	73		41	8	75		1
8	7	11	4													
33	18	67	9													
10		1	3													
0	4	15	5	8	6											
	87	229	67	153	88											
	80	110	50	110	50											
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52				
5	4	0	2	2	3	3	1	3	4	0	2	3				
7	5		3	3	9	5	2	5	19		3	17				
1																

32年 8月	33年 3月	37年 1月	38年 7月	39年 1月	43年10月
北森・船江	北森・船江	兄部	植田	植田	城・林・北森
22	22	27	15	17	44
9.8	11.9	4.5	7.8	6.4	6.7
1,472.0	1,865.0	1,850.0	945.0	2,395.0	4,580.0
					73.25 [●] (44.50)
5.2	11.6	80.3	15.1	60.9	85.3
16.3	7.4	1.0	9.8	5.7	0.9

着油ノリの油除去ならびに油処理剤の ノリに及ぼす影響試験

吉 田 俊 一

On the Cleaning Effort to the Oil Polluted and the
Toxicity of some Emulsified Chemical for Slack
"Polphyra ezoensis UEDA"

Syunichi YOSHIDA

ま え が き

大型油槽船の往来の激化にともない油流出事故が発生しているが、沿岸漁業で最も被害を受けるのはノリ養殖業である。いままでは油被害を受けたノリひびは打捨てられているが、着油ノリの商品化と着油ひびからの発芽、成長を期待できぬものかと考え、さらに流出事故が生じた場合に薬剤を散布して油を拡散若くは沈澱させる対策がとられており、その処理剤および処理後の影響が危惧されるので、これらについて若干の簡単な試験を行い多少の目安が得られたので報告する。

この試験に資料または薬剤の提供を頂いた新日東化学K.K., シーライト工業K.K.および花王石けんK.K.にお礼申し上げる。

試験と結果

第1実験 各種薬剤による着油除去試験

実験に供した着油ノリは泉南町樽井地先で44年1月15日に航行中の船舶が流出したと思われるスラッジ状の粘稠性廃油で被害を受けたノリひびを取りあげて2日後に使用した。ノリは約15mmに成長しており油は網地、葉体にかなり付着していた。

油除去剤としてガソリン(P)で洗滌するほか、油処理剤2種(G-A, G-B)およびノリ用洗剤3種(C-A, C-B, C-C)を海水で所定濃度に稀釈した溶液中で振り洗った後、油が浮上しなくなるまで水洗して吸取紙の間にはさみ、軽く圧して油の残存状況をみた。溶液の水温は9℃である。

表1 着油ノリの油除去効果

油除去剤	P	G-A	G-B	C-A	C-B	C-C
濃度(%)	100	10	5	0.5	0.5	0.14
除去効果	+	-	-	-	-	-

注. +効果あり, -効果なし

結果は表1のとおりでスラッジ状の油が付着した場合はガソリンで洗滌するのが最良である。他の処理剤または洗剤では軽質油には効果があるが、廃油の如き重質性のものには十分でない。ガソリン洗滌はその臭気が残るので商品化には不適當でありまた処理後のノリ成長に対する影響を検討する必要がある。

第2実験 ガソリン洗滌のノリ成長に及ぼす影響試験

ガソリンで洗滌した後、ノリの成長が可能かどうかを推定するため次の3資料を用意した。

- A) ガソリン洗滌したもの
- B) 油処理剤 (G-D) 20%の海水中でガソリンを除去水洗したもの
- C) 対照 (無処理)

葉長は15mmのもので培養器として500ml容ビーカーを用い、これにひび10cmのもの1本と500mlの培養液をみたくして10°Cに調整した恒温水槽内に入れた。なお葉体に浮動を与えるため通気をおこない、また液面より約10cm上から10w昼光色蛍光灯を照射した。培養液はNO₃、CO₂を多く含んでいる魚類飼育水を用い、2日に1回換水した。

成育状況の判定には葉体をエリトロシン直接染色法で10日間の細胞の生死をみた。生死の判定基準としてエリトロシン染色した場合、健全なものと考えられる対照群の基部は葉長10mm程度のものでは細胞間隙はうすく染色し、30~50mmのものでは濃く染色するが細胞質はいずれも染色されない。縁辺部は縁に沿った1列の細胞膜は染色されずに白く残り、細胞質は染色される。中央部では細胞膜、細胞質ともに染色されない。これに対し肉眼的にもはっきり死と認められる葉体、すなわち白くなったものでは細胞質はすべての部分で濃く染まっている。ここで基部とは付着器の先端から顕微鏡で10×10の視野径の3倍までの部分、縁辺部とは縁より同視野径の部分、そして中央部とはその他の部分である。

葉体各部の生死の判定は各部から任意に5視野を選び1視野について死細胞が半分以上を死とし3視野以上ある場合その部を死とした。結果は表2である。

表2 ガソリン洗滌の影響

区分	処理法	経過日数											
		7日	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A	ガソリン洗滌						葉体	チヂレ	縁辺部	死		中央部	死
B	油処理剤 ガソリン洗滌				縁辺部	死	中央部	死	中央部	死		基部	死
C	対照												異状なし

上表からスラッジ状の油が付着後3日以内であればガソリンでひびを洗滌することにより基部の被害はまぬかれると判定され、その後の成長も期待できるのではないかと考えられる。なおこの被害ひびを7日目にガソリンまたは灯油で洗滌したところすべての部分が死であった。灯油でもスラッジ状の油の除去はできる。

第3実験 摘採時期のノリに対する油除去試験

前2回の試験に使ったノリは葉体が15mm程度でまだこれから成長させねばならぬものであるが、この実験では摘採時期のノリに着油した場合処理してこれを商品化するのを目的とした。

葉体50~70mmのものを径15cmのシヤレーのなかで 100ml のB重油を加えて着油させたノリとし、これを18時間干した後灯油で洗滌し海水中で油が浮上しなくなるまで水洗し、さらにこれを所定濃度に海水で稀釈した油処理剤または洗剤で洗滌して灯油を除去、再び水洗した後海水中に浸して油臭の残存状況を判定した。結果は表3である。

表3 除油処理後の油臭判定

判定	処理剤および濃度									
	G-A 20%	G-B 20	G-C 20	G-D 20	G-E 20	C-A 0.5	C-B 0.5	C-C 0.14	F 100	対照
水そのものが油臭い	8	5	9	5	6	9	1	8	9	10
びびをかいで油臭い		3	1	4	3	1	3	1	1	
葉体を口に入れて油臭い	1	2		1	1		3	1		
葉体を飲み込んで油臭い							2			
飲み込んで異常がない	1						1			

注 GのA~D, CのA~Cは油処理剤を使用, Fは重油を灯油で洗滌し水洗したもの。

すなわちいずれの方法でも油臭を除くことができなかった。ただしこの結果は生ノリについてであるので乾ノリ、焼ノリにした場合は多少異った結果が予想されるが、摘採直前のノリに着油したものは商品とすることは不向きであるといえる。

油臭判定後各資料を葉長20mm以上ものを除いて第2実験と同じく10日間ピーカーで培養を行ったが、このうちF(灯油で処理したもの)は4~7日の間にチヂレがあらわれた。しかし7日目にこのFのノリの油臭は飲み込んで認められなかった。10日目のFのチヂレを除いて他はすべて生存していた。

第4実験 油処理剤のノリに対する影響試験

供試した油処理剤は流出油量に対し10~30%を使用することになっているので、B重油5に対し1の割合で混合し、この溶液を200ppmの濃度になるように調整した海水中で10日間培養して細胞の生死半定を実験した。方法は前記と同じであるが換水の都合溶液の濃度を調整した。なお培養実験とは別に各処理剤ごとに同濃度の溶液をつくり放置したところ翌日には各資料とも細かい油粒が浮上しているのを認めた。

10日間の培養結果は各資料ともノリのいずれの細胞も死はなかった。ただし7日目にG-Bがやや退色、G-C, G-Eにチヂレがみられた。このことから油処理剤の影響は養殖現場ではあまり大きな被害はないと思われる。

総 括

油流出により重質油が付着したノリひびは灯油で洗滌後、幼芽の場合はその後の成長も期待でき、摘採期にあるものは5~6日張込みすることによって製品にすることもできるのではないかと考える。軽質油の場合は処理剤も効果は期待できそうである。また養殖場近くで処理剤が使用された場合でもノリの成長阻害にそれほど影響を与えず、海水の交換が悪いときにはチヂレがみられる程度と推定される。

酸素補給剤の使用効果について

吉 田 俊 一

On the Direction Effort of a Drug for Oxygen Supply

Syunichi YOSHIDA

ま え が き

活魚輸送中鼻上げ症状を呈したときにオキシドールを滴下して酸素補給をすることは、かなりまえからキンギョで行われてきたことであるが、今回海産活魚輸送用添加剤として過酸化水素水を主成分とする酸素補給剤が市販され、その効果試験の依頼があったので実験した。また、性能向上を期待するため他の薬剤との併用試験も実施した。

材料および方法

供試魚種および実験条件等は結果の備考欄に記した。酸素補給剤区には原則として 1,000ppm を添加した。併用薬剤としてPH調節用にトリス・バッファー(以下トリスと略す)を、麻酔剤としてインターミナル・ソーダ(以下イソミタルと略す)を用いた。添加量はそれぞれ 500ppmと10ppmである。さらに、トリス添加時には塩酸を加えてPHを8.1に調整した。

容器は使用水量30ℓではスチロール製水槽(30×60×40cm)を、5ℓではガラス製水槽(16×21×24cm)を表面開放の状態で使用したが、酸素封入法との比較試験ではポリエチレン袋を使用し、対照区には充分通気した海水5ℓを入れ空気を追出して、酸素補給剤区では同剤添加海水5ℓを入れて同様に処置し、酸素封入区では海水5ℓと酸素ガス15ℓをそれぞれ封入してゴムバンドで密封した。空気通気区では実験中球型のエアストーンで通気した。酸素通気区は1時間酸素ガスを通気した後、止めてから魚を収容し実験中は通気しなかった。

過酸化水素水添加区は3%の過酸化水素水を1ml/ℓ添加したものである。

水質測定のための採水は1回当たり70ml以下とし、O₂は10mlでWinkler法、Ammonia-Nは10mlでWitting法およびPHとアルカリ度は25mlの試水を供用してガラス電極法によりMOアルカリ度をそれぞれ測定した。塩分による補正をしていないので値は無単位で示し、CO₂の目安とした。

結果および考察

1. 通気法との比較

結果は表1のとおりで、狂奔開始時間および3時間後の生残率では対照区に比較すると効果はあるようであるが、空気通気区では6時間後でも異常はなく、さらに補給剤区は対照区とともに3時間目に通気したところ横転個体は、いずれも回復していることから通気法に比較して著しく劣るといえる。

2. 酸素封入法との比較

結果は表2のとおりで、30分後には補給剤区、対照区ともに横転しているのを認めた。1時間30分後に開封したところ補給剤区では74%、対照区ではすべてが、へい死していた。その後生残魚を流水槽へ移したが、翌日になってもへい死はみられなかった。この実験においても酸素補給剤の使用は無使用のものにくらべて多少良い成績を示すが、酸素封入法にはとても及ばないことが確認された。

3. トリス・バッハーの使用

結果は表3に示すとおりで、いずれの魚種においてもトリス併用区はもっとも良い成績を示すが、この程度の収容密度(20~30g/l)で、5時間以内に横転またはへい死が生ずることから大した効果は期待できない。

4. イソミタール

結果は表4に示した。マアナゴでは6時間目の成績から補給剤区とトリス併用区が最も良く、次いでトリス区、トリス・イソミタール・補給剤区となつて、イソミタール区は対照区よりも悪くなっている。また、イサキでもへい死経過からトリス・イソミタール・補給剤区は補給剤区よりも悪く、イソミタール区は対照区よりも悪くなっている。

へい死開始の水質について検討してみると、O₂において補給剤使用区(表4 A~C)は、マアナゴ、イ

表1 通気法との効果比較

マアナゴ		
区 分	経過時間	状 態
酸素補給剤 添加区	2.00	狂奔開始。
	2.30	横転開始。
	3.00	へい死2.横転2.この後通気。
	3.30	回復2.(へい死合計2)。
空気通気区	6.00	異常なし
対 照 区	1.20	狂奔開始。
	1.30	横転開始。
	1.40	へい死開始。
	3.00	へい死9.横転2.この後通気。
	3.30	回復2.(へい死合計9)。

備考: 体重51~84 gのもの、各1 kg (14~16尾)

供試水量 30 l, 水温 24.6℃, Cl 17.94‰。

表2 酸素封入法との効果比較

マアナゴ		
区 分	狂奔開始時間	1時間30分後の状態
酸素補給剤 添加区	0.30	へい死 11.
酸素ガス 封入区	—	" 0.
対 照 区	—	" 15.

備考: 体重18~27 gのもの、各15尾、(312~320 g)

供試水量 5 l, 水温21.2℃, Cl 17.85‰。

表3 トリス・バッハーとの併用効果

魚種	※区分	横転開始時間 時間分	5時間後		備 考
			横 転	へい死	
クロダイ	A	2.25	55	0	体重60~94 gのもの各10尾。
	B	1.50	4	3	水量30 l, 水温19.1℃
	C	0.40	—	10	Cl 18.53‰。
ウマズラハギ	A	1.55	7	0	体重20~80 gのもの各10尾。
	B	1.00	10	0	水量30 l, 水温18.8℃。
	C	0.45	10	0	Cl 18.53‰。
イサキ	A	1.50	1	6	体重3.4~9.8 gのもの各15尾。
	B	1.50	2	8	水量5 l, 水温18.9℃
	C	0.55	1	14	Cl 18.12‰。

注. 区分Aは(酸素補給剤+トリス)区, Bは酸素補給剤区。
Cは対照区を示す。

サキともに9.7ml/l以上であるのに対し、無使用区(D~F)では1.3ml/l以下と明りょうに区分されている。そして補給剤使用区の中でイソミタールを使用した区(A)を他の区と比較し、また、無使用区の中でイソミタール使用区(E)の水質を比較すると、マアナゴ、イサキともにA~Cの中ではAが、D~Fの中ではEがPHが高く、O₂は最も多く、アンモニアおよびCO₂は少なくて魚の生存に良い条件となっている。これらのことからイソミタールの使用は悪い結果をもたらすといえるが、10ppm以下での使用を考える必要がある。この実験でも酸素補給剤の使用はやや好成績をもたらし、トリスと併用することにより今少し生存時間を伸ばしうることがわかった。

表4 トリス・バッハーとイソミタール・ソーダとの併用効果

魚種	※区分	へい死経過					へい死開始時の水質				備考	
		1時間	2	3	4	5	7PH	O ₂ (ml/l)	A-N(mg/l)	CO ₂		
マアナゴ	A				2	5	5	7.5	10.7	0.5	5.5	体重20~27gのもの各10尾。 水量5ℓ, 水温18.6℃ Cℓ 18.06‰。
	B					2	3	7.5	10.4	0.8	8.8	
	C				1	2	3	7.2	9.7	0.5	13.3	
	D				3	4	4	7.5	0.9	1.0	9.4	
	E			1	5	8	10	7.5	1.3	0.6	6.9	
	F			1	4	7	9	7.3	1.0	0.6	12.3	
イサキ	A		1	10	—	—	—	7.8	11.2	0.7	5.0	体重3.1~7.2gのもの各15尾。 水量5ℓ, 水温18.2℃ Cℓ 18.81‰
	C			8	—	—	—	7.4	11.2	1.1	8.5	
	E		11	15	—	—	—	7.5	1.2	1.0	5.7	
	F		2	15	—	—	—	7.5	1.1	1.0	5.8	

注. 区分Aは(酸素補給剤+トリス・バッハー+イソミタール・ソーダ)区, Bは(酸素補給剤+トリス・バッハー)区, Cは酸素補給剤区, Dはトリス・バッハー区, Eはイソミタール・ソーダ区, Fは対照区。

5. 酸素補給量と利用率

これまでの実験から補給剤使用により幾分の時間延長が期待できるが、O₂が多量にあるにもかかわらず、へい死することが指摘された。そこで補給剤添加にともなうO₂の増加と魚によって利用される効率を知るために実験した。

海水5ℓ中に補給剤を200~1,000ppm添加して添加前後のO₂の差を求めた。この後適宜採水してO₂の変化をみながら20時間後にマアナゴ10尾、約200gずつを入れてO₂の変化と魚の状態をみた。添加前のO₂は5.3ml/l(98%)であった。

補給剤の添加量とO₂増加量は図1に示す始く直線

となり、100ppm当たり1.2ml/lの増加となった。添加後時間の経過にともない多少減少するが、減少率は20時間で4~8%で、添加量との間に相関はなかった。魚収容後は無添加区では1時間35分ですべての魚が狂奔状態となった。このときO₂は0.9ml/lであった。2時間15分で横転するものがあらわれた。添加区ではいずれも2時間15分で狂奔状態を呈し、O₂は3.8~13.2ml/lで添加量の順に多くなっていた。5時間後のへい死数は3~7尾で添加量との間に相関はみられなかった。生残魚は呼吸数が多くなり、ほとんどのものが横転していた。この後換水することなく通気したが、2時間後にはすべてが回復した。なお、狂奔開始時のO₂を図1に併記したところ、O₂で約4ml/lの低い位置で平行となった。これは魚に利用できるO₂は増加量に関係なく4ml/lであるといえる。この理由として主成分である過酸化水素の分解によ

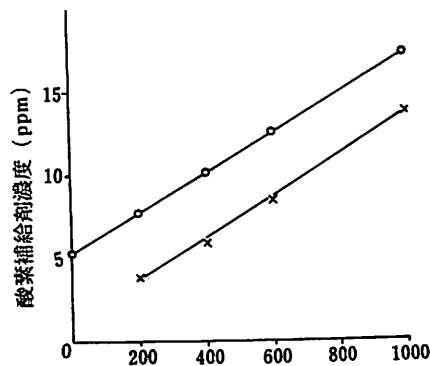


図1 酸素補給剤濃度とO₂量の関係
○実験開始時、×2時間15分後
(狂奔開始時)

表5 酸素補給法別の効果と水質

イサキ

区分	調査項目	0時間	1	2	3	4	5	6
酸素補給剤添加区	へい死数			4	8	8	8	10
	PH	8.0	7.6	7.3	7.2	7.0	7.0	7.0
	O ₂ (mℓ/ℓ)	20.0	16.3	13.9	13.1	12.4	12.0	11.1
	A-N (mg/ℓ)	0.0	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.8
	CO ₂	2.0	5.4	11.6	13.5	21.4	21.7	32.8
過酸化水素水添加区	へい死数			6	9	11	12	12
	PH	8.0	7.4	7.2	7.1	7.0	6.9	6.9
	O ₂ (mℓ/ℓ)	14.5	10.6	8.1	7.2	6.6	6.1	5.4
	A-N (mg/ℓ)	0.0	0.7	1.0	1.1	1.3	1.4	1.7
	CO ₂	2.1	7.8	13.0	16.5	20.9	27.9	26.6
酸素通気区	へい死数							10
	PH	8.0	7.6	7.4	7.2	7.0	6.8	6.8
	O ₂ (mℓ/ℓ)	19.8	18.1	11.0	7.9	4.4	2.1	1.0
	A-N (mg/ℓ)	0.0	0.7	1.1	1.4	1.9	2.3	2.7
	CO ₂	2.0	5.2	7.8	14.1	22.6	34.1	34.2
空気通気区	へい死数							0
	PH	8.0	7.4	7.6	7.5	7.4	4.7	7.5
	O ₂ (mℓ/ℓ)	5.3	5.6	5.5	5.3	5.2	5.2	5.4
	A-N (mg/ℓ)	0.0	0.7	1.1	1.5	2.0	2.4	3.7
	CO ₂	2.2	8.3	5.6	6.7	8.7	9.2	7.5
対照区	へい死数		1	14	14	14	15	—
	PH	8.0	7.5	7.3	7.2	7.2	7.3	—
	O ₂ (mℓ/ℓ)	5.6	1.9	1.4	1.1	1.1	1.1	—
	A-N (mg/ℓ)	0.0	0.6	0.8	0.9	1.0	1.3	—
	CO ₂	2.1	6.9	10.6	13.6	13.4	11.7	—

備考：体重3.5～7.0gのもの各15尾。水量5ℓ。水温19.4℃。

Cℓ 18.61‰。

原因について水質の面から検討してみると次のとおりである。各区におけるへい死開始時、すなわち補給剤区と過酸化水素水区では2時間、酸素通気区では6時間、対照区では1時間の水質を比較してみると、補給剤区と過酸化水素水区ではPHは7.2～7.3であり、酸素通気区の6.8よりも高く、アンモニアやCO₂では酸素通気区の約1/3となっている。さらに補給剤区と過酸化水素水区のへい死開始時とへい死が全くみられない酸素通気区の5時間目との間にも同様のことがいえる。また、対照区でのへい死開始時の水質と比較するとPH、アンモニア、CO₂ともに対照区の方がよい条件となっている。このことから過酸化水素水を添加することにより〔O₂〕がある程度は増加するため多少の時間延長はできる反面、同時に発生した〔O〕の毒作用のために予想された程の効果が期待できないことがわかる。一方、補給剤を使用したときに同様にO₂が100%以上になった酸素通気区では補給された酸素は十分に利用されているといえる。また、空気を通し続けることは酸素の補給のみならず、アンモニアやCO₂の除去にも効果があるといえる。

要 約

過酸化水素水を主成分とする活魚輸送用酸素補給剤を1,000ppmの濃度で使用したときには、無使用時に比較してやや長時間魚を生かしておけるが、その効果は微弱で従来の通気法や酸素封入法に対比することはできない。この原因としては過酸化水素の分解時に発生する分子状酸

って生ずる酸素は魚に利用できる分子状酸素〔O₂〕と、利用できない発生期の酸素〔O〕があるため、添加量が多くなると〔O₂〕は多くなるので酸素不足による狂奔開始時間も長くなるのが当然であるが、〔O〕も多くなりこの毒作用が生じて時間延長作用を打ち消すためと考える。

6. 酸素補給法と利用効率

前の実験で補給剤により増加された酸素の利用度は極めて少ないことが確認されたので、他の方法によって酸素が補給された場合の利用状況を調査した。

結果は表5に示した如く、補給剤区ではO₂は10mℓ/ℓ以上、過酸化水素区では5mℓ/ℓ以上でへい死が生じているのに、酸素通気区では1.0mℓ/ℓで、対照区では1.9mℓ/ℓでへい死が生じており、空気通気区では5～6mℓ/ℓの間では6時間経過後もへい死は生じていない。へい死

素により多少の時間延長が認められるが、同時に発生する発生期の酸素の毒作用のため効果はあまり期待できない。PHの低下を防止するためのトリス・バッファーとの併用も大した性能向上は望めない。さらに、麻酔剤としてのイソミタール・ソーダ10ppmとの併用はむしろ性能低下をもたらす。性能向上として考えられるのは過酸化水素から分子状酸素を効率的に発生させることである。さらに研究上からは分子状酸素と発生期の酸素を区分できる方法を検討する必要がある。

正 誤 表

ページ	場 所	誤	正
P 1	本文上10行目	洄泳魚	洄遊魚
P 3	上 6 行目	海岸観測	海洋観測
◇	表 1. St. 5 の透明度	2.00	2.0
P 7	表 3 ハの上 3 段目	9.3×10^8	9.3×10^3
P 10	本文上 6 行目	特別研究」(1)	特別研究報告書」 ¹⁾
◇	本文上19行目～20行目	第 1 報 2) 同様,	第 1 報 ²⁾ 同様,
◇	本文上20行目	異臭魚調査 3)	異臭魚調査 ³⁾
P 11	本文上 9 行目	考えらるる	考えられる
P 14	表 7 性状, 臭気下から 7 段目	◇	泥 ◇
P 15	図表	第 6 図～第 9 図	図 6, 図 7, 図 8, 図 9
P 16	上16行目～17行目	St. 1, St. 2	St. 6, St. 7
◇	上17行目～18行目	St. 3	St. 8
◇	下から 8 行目	特別調査」	特別研究報告書」
P 18	上17行目	$kx^2U - \mu kx^2 \frac{dc}{dx} = C_0V$	$kx^2CU - \mu kx^2 \frac{dC}{dx} = C_0V$
◇	上18行目	$CV - \mu kx^2 \frac{dx}{dx} = C_0V$	$CV = \mu kx^2 \frac{dC}{dx} = C_0V$
◇	上19行目	$\frac{dc}{C - C_0} = \frac{V}{\mu k} \cdot \frac{dx}{x^2}$	$\frac{dC}{C - C_0} = \frac{V}{\mu k} \cdot \frac{dx}{x^2}$
P 19	下から12行目	河川が海域	河川水が海域
P 21	表 $\log_{10} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{l} \right)$ の項上 6 段目	$\bar{5}.5024$	$\bar{4}.5024$
P 27	上 2 行目	大和河河口	大和川河口
◇	下から 7 行目	32の圏は	32の範囲は
P 34	本文下から 1 行目	庭層水	底層水
P 35	下から 1 行目	増加ちている	増加している
P 36	上14行目	域る程度	ある程度
P 37	上 2 行目	変異が多きく	変異が大きく
P 38	下から 2 行目	Vol. 5	Vol. 15
P 40	表 2-2 下から 1 段目	Nephtys polybranchiia	Nephtys polybranchia
P 45	表 5 地点番号12～28上 9 段目		(1 段上がる)
P 49	下から12行目	生死半定 都合溶液	生死判定 都度溶液
P 52	上 9 行目	ことから通気法	が通気法
P 54	下から 7 行目	に同様に	と同様に

印刷 昭和44年7月31日

発行 昭和44年8月10日

発行所 大阪府水産試験場
大阪府泉南郡岬町多奈川谷川2926-1
電話 07249(5)5252, 5265
郵便番号 599-03

発行者 三好礼治

印刷所 株式会社 科学情報社

BULLETIN
OF THE
OSAKA PREFECTURAL
FISHERIES EXPERIMENT STATION

CONTENTS OF No.1

JOH.H., HAYASHI, Y.

On the Red Tide in East Coast of Osaka Bay in Summer, 1967.

JOH,H. HAYASHI, Y.

The Effect of the Petroleum Industiral Waste on the Fishes.

JOH,H. HAYASHI,Y. MIYOSHI,R.

Estimation of the Diffusion Coefficient of Fresh Water in the Inner Osaka Bay.

JOH,H. HAYASHI,Y. MIYOSHI,R.

Chemical and Biological Studies of Water Pollution in Osaka Bay.

YOSHIDA, S.

On the Cleaning Effort to the Oil Polluted and the Toxicity of some Emulsifized Chemical Slack "Polphyra ezoensis UEDA."

YOSHIDA,S.

On the Direction Effort of a Drug for Oxygen Supply.