

# 大阪湾に排出される汚染負荷量の推移と 海域環境の変化について

城 久・浜田尚雄<sup>\*</sup>

The Change of Pollutant Influx Load and Marine  
Environment in OSAKA Bay.

Hisashi JOH. Takao HAMADA

我国の内湾が戦後の経済発展と歩調を合せて年々汚染の度合を深めてきたことは、すでに数多くの調査研究で明らかにされている。

内湾や閉鎖水域が汚染されるということはその水域に排出される汚染負荷量が、自然の浄化能力や水塊の交流度等によって決まるその水域の自然環境容量を上回ることに由来のもので、内湾の環境を保全するためには排出負荷量を環境容量以下にカットすることが急務とされている。

各種の排出規制が濃度から総量で行われるようになり、また瀬戸内海環境保全臨時措置法が施行（昭和48年11月）され、瀬戸内海に排出される産業排水の負荷量を $\frac{1}{2}$ に削減させることが義務づけられたことと前後して、汚染負荷量を推定する試みが幾つかなされるようになった。大阪湾についても既に2,3の試算が行われている。大阪府公署<sup>1)</sup>は昭和45年の府域排出負荷量をBOD 570t/日とし、大阪府土木部は大阪湾岸流域下水道整備総合計画の中で湾全域の流入負荷量をBOD 592t/日（昭和45年）と見積っている。

これらの値は各種の調査を行い多くの要素を考慮した比較的精度の高い値と考えられるが、いずれも現状を単年度に固定し将来推計を行っているもので過去の推移については明らかにされていない。

そこで大阪湾に流入する汚染負荷の現状と推移を明らかにし、その結果内湾の海域環境がこれに対応してどのように変化したかについて若干の検討を行った。資料その他の制約で問題点も多いが、このことは負荷量を削減した場合、海域環境がどの程度回復するかの予測について一つの指針を与えるものであると考えられる。

この調査は「農林水産生態系における汚染物質の循環と指標生物に関する総合的研究」の中で、閉鎖水域において汚染物質が物質循環系内で果している機能を明らかにする研究の一環として、国の委託により行ったものであるが大阪湾については大阪府・兵庫県の水産試験場が担当したものである。

\* 兵庫県水産試験場

## 汚染負荷量の推定方法

### 1. 試算方針

#### (1) 汚染物質と排出源

今回の試算はフレーム、原単位等によって求めた発生負荷量に除去率等を乗じた排出負荷量について行ったものである。汚染物質はBOD、COD、SS、N、Pの5項目とし、その排出源を生活廃水、産業排水、家畜廃水（豚のみ対象）、農地排水（N、Pのみ）の4つに分けて排出源別に算定した。

#### (2) 対象区域

大阪府全域とその水系が大阪湾に流入する兵庫県12市町（神戸市、尼崎市、西宮市、芦屋市、宝塚市、伊丹市、川西市、三田市、洲本市、津名町、淡路町、東浦町）を対象とした。従って淀川、大和川を通じて流入する京都、滋賀、奈良の3府県は考慮していない。

#### (3) 算定年次

排出負荷量推定の起点は昭和30年としたが、これは戦後の経済成長が30年代に入って急速に躍進したことや、各種の統計がようやく整備されたことによるものである。大阪府関係の試算は昭和30年～47年の18年間について各年次別に、兵庫県大阪湾関係は昭和30年から5年間隔で46年まで試算した。

### 2. 算出基礎

#### (1) フームの設定

◎人口……大阪府、兵庫県統計年報による年次別人口を表-1に示す。

◎工業出荷額……大阪府、兵庫県工業統計調査年報により産業別中分類の出荷額を5年ごとに表-2に示した。大阪府は産業排水の下水処理状況が大阪市内と府下で大きく異なるため大阪市内、府下の2つに区分した。

◎家畜飼育頭数……家畜は豚を対象とし、農林水産統計により年次別、府県別の飼育頭数を表-1に併記した。

◎化学肥料使用状況……大阪府の使用量は府農林部資料および農林省統計表から、兵庫県については農林部統計による全県使用量を耕地面積の比率から大阪湾流入水系での年間使用量として推定し、表-1に併記した。

#### (2) 原単位

◎生活廃水、家畜廃水……中国地方経済連合会瀬戸内海利用開発会議汚染専門委員会<sup>2)</sup>（以下中国経済連とする）が瀬戸内海海域の汚染負荷解析で採用した原単位を用いた。（表-3）

この資料では生活廃水のN、Pについて生活様式の変化を考慮して年次別にスライドさせた原単位を採用している。

◎産業排水……一般項目（BOD、COD、SS）の原単位は、大阪市内、大阪市を除く府下全域（以下府下という）、兵庫県大阪湾関係の3ブロックに分けてそれぞれ別個に設定した。大阪府は昭和45年基準の府下工場排水実態調査結果にもとづき、排水量とその平均BOD濃度から大阪市内と府下に分けて業種別BOD原単位を求めた。COD、SSについては大阪市内、府下のBOD原単位と中国経済連BOD原単位の比率を中国経済連が使用したCOD、SSの原単位に乗じて補正した値を採

表-1 年次別 人口、家畜(豚)飼育頭数、化学肥料使用状況

人口	人口			豚飼育頭数 <sup>(1),(2)</sup>			肥料使用状況					
							N 純成分			P 純成分		
	大阪府	兵庫県 大阪湾関係	合計	大阪府	兵庫県 大阪湾関係	合計	<sup>(3)</sup> 大阪府	兵庫県 <sup>(4)</sup> 大阪湾関係	合計	<sup>(3)</sup> 大阪府	兵庫県 <sup>(4)</sup> 大阪湾関係	合計
千人	千人	千人	頭	頭	頭	t/年	t/年	t/年	t/年	t/年	t/年	
s30年	4,620	1,872	6,492	3,260	1,496	4,756	3316	1881	5,197	888	965	1,853
31	4,739			7,260			3451			916		
32	4,906			6,400			3468			885		
33	5,058			16,500			3726			976		
34	5,219			17,840			3983			1067		
35	5,505	2,163	7,668	31,750	8,630	40,380	4053	2655	6,708	1120	1,448	2,568
36	5,721			37,450			3905			1104		
37	5,958			38,690			4085			1158		
38	6,192			39,460			4310			1250		
39	6,426			45,690			4220			1255		
40	6,657	2,505	9,162	44,710	17,045	61,755	4499	2896	7,395	1348	1,854	3,202
41	6,822			48,500			4341			1284		
42	7,016			61,520			4240			1231		
43	7,219			61,870			4076			1224		
44	7,427			68,610			3908			1226		
45	7,620	2,780	10,400	61,300 (7300)	19,930 (2000)	81,230 (9300)	3843	1952	5795	1219	1,606	2,825
46	7,794	2,798	10,592	67,530 (6200)	23,527 (3500)	91,057 (9700)	3591	1856	5456	1215	1,688	2,903
47	7,930			79,900 (6200)			3300			1150		

(注記) (1) 大阪府は、大阪農林水産統計、兵庫県は兵庫県水産試験場資料による。

(2) ( )内は尿尿処理飼育頭数

(3) s 40~47年の値は大阪府農林部調査資料による。39年以前については40年の数字をもとに全国化学肥料内需量に比例して大阪府で消費されたものと考え、農林省統計表から間接的に推定した。

(4) 兵庫県水産試験場資料による。

表-2 大阪府、兵庫県ブロック別、年別、工業（産業別中分類）出荷額

(単位 百万円/年)

業種	昭和30年				昭和35年				昭和40年			
	大阪市	大阪府下	兵庫県 大阪湾関係	合計	大阪市	大阪府下	兵庫県 大阪湾関係	合計	大阪市	大阪府下	兵庫県 大阪湾関係	合計
食料品	55,218	27,484	86,556	169,258	92,541	55,540	144,608	292,689	136,426	126,755	278,075	541,256
繊維	26,016	122,786	10,239	159,041	66,160	216,144	17,185	299,489	90,879	290,828	30,721	412,428
衣服	20,541	5,631	2,421	28,593	31,090	8,456	4,300	43,846	50,777	30,405	7,496	88,678
木材	9,358	3,274	2,420	15,052	24,559	6,856	5,142	36,557	49,566	22,586	8,362	80,514
家具	6,332	1,539	1,255	9,126	16,418	5,152	2,059	23,629	27,206	17,674	6,514	51,394
紙パルプ	22,924	6,910	7,565	37,399	55,281	19,797	14,060	89,138	80,070	61,157	26,522	167,749
出版印刷	34,052	1,027	2,955	38,034	65,474	2,131	6,267	73,872	121,328	9,697	12,151	143,176
化学	78,219	16,247	27,793	122,259	143,447	45,302	64,118	252,867	230,074	108,248	108,206	446,528
石油石炭	2,795	274	431	3,500	5,685	681	7,067	13,433	8,617	8,996	14,398	32,011
ゴム	8,999	2,887	18,706	30,592	16,521	7,944	42,868	67,333	18,058	15,423	55,632	89,113
皮革	6,769	593	835	8,197	12,415	1,385	2,951	16,751	18,256	3,402	4,973	26,631
窯業	14,957	5,348	6,779	27,084	34,792	15,152	24,713	74,657	44,157	50,074	34,157	128,388
鉄鋼	66,788	12,196	94,835	173,819	187,658	41,293	181,475	410,426	214,782	153,694	265,176	633,652
非鉄金属	26,314	13,651	10,898	50,863	66,082	37,498	36,657	140,237	89,022	79,173	37,907	206,102
金属製品	58,067	20,697	7,859	86,623	124,725	39,266	25,790	189,781	174,442	140,163	55,676	370,281
一般機械	36,854	18,276	14,828	69,958	133,835	80,024	53,749	267,608	207,232	200,779	93,640	501,651
電気機器	22,785	19,931	11,609	54,325	85,685	163,204	47,284	296,173	123,162	243,970	87,672	454,804
輸送機器	21,169	16,769	28,479	66,417	69,055	57,154	96,483	222,692	88,904	101,141	137,690	327,735
精密機器	2,932	1,130	239	4,301	6,680	3,414	1,287	11,381	11,798	11,796	3,184	26,778
その他	15,059	12,439	3,111	30,609	39,596	22,462	13,265	75,323	55,598	68,721	34,328	158,647
合計	536,148	309,089	339,813	1,185,050	1,277,699	828,855	791,328	2,897,882	1,840,354	1,744,682	1,302,480	4,887,516

表-2 (続 き)

業 種	昭 和 45 年				昭 和 46 年			
	大 阪 市	大 阪 府 下	兵 庫 県 大 阪 湾 関 係	合 計	大 阪 市	大 阪 府 下	兵 庫 県 大 阪 湾 関 係	合 計
食 料 品	188,400	252,400	569,500	1,010,300	200,838	261,724	589,340	1,051,902
織 維	134,400	446,800	48,110	629,310	134,982	464,551	52,420	651,953
衣 服	79,100	57,700	18,010	154,810	82,143	64,913	17,180	164,236
木 材	79,700	68,300	24,970	172,970	80,629	72,321	24,750	177,700
家 具	55,900	83,100	13,110	152,110	60,731	83,985	15,040	159,756
紙パルプ	126,700	133,700	54,190	314,590	130,048	156,615	62,240	348,903
出版印刷	231,100	30,100	26,010	287,210	246,362	41,963	28,900	317,225
化 学	406,500	268,800	136,400	811,700	399,513	313,596	132,480	845,589
石油石炭	8,100	68,600	45,040	121,740	7,702	128,787	33,320	169,809
ゴ ム	26,900	34,900	85,280	147,080	27,578	36,546	102,800	166,924
皮 革	28,800	6,400	14,900	50,100	30,930	6,936	12,730	50,596
窯 業	64,000	101,700	87,800	253,500	63,377	101,418	93,760	258,555
鉄 鋼	438,600	512,000	586,240	1,536,840	394,016	495,356	512,320	1,401,692
非鉄金属	215,500	211,000	104,810	531,310	184,261	194,171	106,380	484,812
金属製品	348,900	364,500	128,120	841,520	327,454	394,512	140,690	862,656
一般機械	421,300	602,200	224,810	1,248,310	417,053	616,174	316,980	1,350,207
電気機器	242,600	771,900	177,940	1,192,440	239,053	763,272	197,610	1,199,935
輸送機器	123,800	202,600	272,430	598,830	140,272	211,295	172,030	523,597
精密機器	24,200	32,300	9,130	65,630	25,572	33,756	8,940	68,268
そ の 他	124,700	240,800	62,320	427,820	129,349	264,201	61,360	454,910
合 計	3,369,200	4,489,800	2,689,120	10,548,120	3,321,863	4,706,092	2,681,270	10,709,225

表-3 生活廃水、家畜廃水採用原単位

(一般項目)

項目	生活廃水 (g/人・日)			家畜廃水(豚) g/頭・日
	し尿	雑廃水	合計	
BOD	13	31	44	200
COD	6.5	15.5	22	130
SS	10	30	40	700

(特殊項目)

項目	年次	S	38	39	40	41	42	43	44	45-47
		30-37								
生活 廃 水	N原単位(g/人・日)									
	し尿	8.6	8.7	8.7	8.8	8.8	8.9	8.9	9.0	9.0
	雑廃水	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0
家畜 廃水(豚)	P原単位(g/人・日)									
	し尿	1.065	1.070	1.075	1.080	1.085	1.090	1.095	1.105	1.105
	雑廃水	0.45	0.51	0.54	0.62	0.66	0.76	0.83	0.91	1.01
家畜廃水(豚)		N原単位 37g/頭・日			P原単位 24g/頭・日					

用した。兵庫県大阪湾関係は兵庫県東部公害防止計画で作成したBOD原単位を用いることとし、COD、SSは大阪府と同じ方法で中国経済連の原単位を補正した。

N、Pについては排出量が多い8業種を対象にとり上げた。食料品、繊維、パルプ紙、石油、皮革の5業種は中国経済連の原単位を用いることにしたが、化学・鉄鋼は環境庁瀬戸内海一斉調査の工場排水口調査資料から平均濃度を求め排水量、出荷額等から新しく原単位を設定した。なお化学2社は排水濃度が他に比べて大きく異なるため別扱いとし別途計算で排出負荷量を算出した。またガス製造工場はN、Pの排出量が多いと考えられるので別に取上げ環境庁一斉調査の排水濃度とガス出荷量から排出負荷量を計算した。今回採用した産業排水の原単位を表-4に示す。

(3) 流出率等

主として中国経済連の資料から引用して処理形態別に表-5に記載した。下水処理場の除去率は公共下水道統計より各下水処理場の流入水、放流水の平均濃度と1日の処理水量を年次別に求め、各ブロック毎に加重平均したもので流出率(1-除去率)として表-6にあらわした。

3. 試算方法

(1) 生活廃水

表-7の生活廃水処理状況の内訳表から下記によって各人口にそれぞれの原単位、流出率を掛け、雑廃水、し尿の2つに分けた排出負荷量を求めそれを加算した。

表 - 4 産 業 排 水 原 単 位

項目 業種	B O D (g/日・百万円)			C O D (g/日・百万円)			S S (g/日・百万円)			N (g/日・ 百万円)	P (g/日・ 百万円)
	大阪市*	大阪府下*	兵庫県 大阪湾関係**	大阪市*	大阪府下*	兵庫県 大阪湾関係**	大阪市*	大阪府下*	兵庫県 大阪湾関係**		
食料品	254.8	184.7	87.8	172.8	124.2	59.3	103.7	74.5	35.6	11.19	1.68
繊維	184.5	217.7	196.3	72.0	85.6	76.7	77.2	91.8	82.3	14.15	1.05
衣服	3.35	4.45	0.42	3.35	4.45	0.42	10.1	13.3	1.26		
木材	8.41	2.49	0.70	8.41	2.49	0.70	25.2	7.49	2.10		
家具	3.17	2.25	0.96	3.17	2.25	0.96	12.7	9.02	3.84		
パルプ、紙	224.2	186.3	27.4	224.2	186.3	27.4	153.9	126.9	18.6	3.96	0.40
出版、印刷	3.72	4.05	0.48	3.72	4.05	0.48	11.2	12.2	1.44		
化学	136.6	220.4	113.4	119.7	193.6	99.8	81.6	132.0	68.0	81.49	1.01
石油、石油	39.5	12.2	4.31	62.2	19.1	6.76	40.7	12.5	4.43	2.39	0.53
ゴム製品	7.73	6.76	4.64	15.4	13.5	9.29	38.5	33.8	23.2		
皮革	69.8	473.6	179.1	48.2	315.7	119.8	48.2	315.7	119.8	77.58	2.41
窯業、土石	3.56	4.52	31.3	7.62	9.96	69.5	34.3	44.9	313.1		
鉄鋼	8.68	7.15	4.42	16.0	13.0	8.0	16.0	13.0	8.0	2.16	0.07
非鉄金属	1.68	2.02	3.66	1.09	1.33	2.46	8.9	10.9	20.0		
金属製品	3.90	3.02	4.85	7.79	6.07	9.70	23.6	18.4	29.4		
一般機械	2.19	2.53	1.30	2.19	2.53	1.30	12.8	14.8	7.52		
電気機器	1.02	1.84	2.21	2:03	3.71	4.42	10.2	18.6	22.1		
輸送機器	2.12	3.45	1.87	2.78	4.61	2.50	17.4	28.8	15.6		
精密機器	2.73	3.99	0.94	2.73	3.99	0.94	27.3	39.9	9.42		
その他	7.19	3.08	3.77	12.0	5.20	6.28	48.0	20.8	25.1		
ガス製造工場										78.25	29.89

注記： \*大阪府公害室資料（工場廃水実態調査）による。  
\*\*兵庫県公害室資料（兵庫県東部公害防止計画）による。

①環境庁一斉調査資料により求めた別扱い2社の原単位  
②環境庁一斉調査資料による原単位  
③中国経済連合会の資料による

表-5 排出源別、処理形態別流出率

		BOD	COD	SS	N	P
		%	%	%	%	%
生活廃水	尿道施設 (1)	30	表-6に よる 30	30	65	50
	水処理施設	50	50	50	70	60
	下水道投	100	100	100	90	90
	雑排水	0	0	0	100	100
	その他 (1)	100	表-6に よる 100	100	30	3
家畜廃水	尿尿処理飼育 (2)	10	10	10	30	30
	その他	100	100	100	65	50
農地排水	N, P 化学肥料	-	-	-	30	田畑 4 2

注記：特にことわりのない場合は中国経済連合会の資料による。この場合 COD, SS については記載されていないので BOD と等しいものとして取扱った。

(1) 公共下水道統計による加重平均値

(2) 用水と廃水 Vol 10, No 9 (1968) による。

表-6 下水処理場処理水の年次別平均汚染負荷流出率

年次	BOD			COD			SS		
	大阪市	府下	兵庫県 大阪湾 関係	大阪市	府下	兵庫県 大阪湾 関係	大阪市	府下	兵庫県 大阪湾 関係
s 30 年	(15.9)	%	%	(25.5)	%	%	(20.1)	%	%
31	(15.9)			(25.5)			(20.1)		
32	(15.9)			(25.5)			(20.1)		
33	(15.9)			(25.5)			(20.1)		
34	(15.9)			(25.5)			(20.1)		
35	(15.9)		15.5	(25.5)		37.1	(20.1)		12.2
36	15.9			25.5			20.1		
37	(27.7)			(33.2)			(25.3)		
38	27.7	(19.5)		33.2	(26.3)		25.3	(24.1)	
39	38.5	(19.5)		34.4	(26.3)		26.7	(24.1)	
40	33.3	19.5	13.2	37.9	26.3	24.2	28.6	24.1	18.2
41	36.2	17.6		47.9	28.4		35.1	12.4	
42	44.1	22.6		50.7	19.2		40.0	11.3	
43	44.7	16.8		51.8	31.3		33.3	13.5	
44	37.2	18.0		48.6	24.0		27.6	15.5	
45	46.3	14.5	7.2	59.6	22.1	17.4	28.6	13.1	12.6
46	40.8	10.9	9.0	50.8	20.5	24.7	25.5	12.7	11.4
47	47.8	8.4		57.9	17.0		29.2	6.5	

注記：(1)資料は公共下水道統計による。

(2)平均汚染負荷流出率は各下水処理場の流入水、放流水の平均濃度と1日の処理水量からブロック別に加重平均で求めたものである。

(3)公共下水道統計で水質分析値の欠落している年については、前後の年と大差ないものと仮定して推定値( )とした。



表-7 生活廃水処理状況の内訳表

府・県	年次	人口①	下水道処理人口②	水洗便所使用人口③	し尿くみ取後下水道マンホール投入人口④	し尿下水処理場処理人口⑥=③+④	し尿浄化槽処理人口⑧	し尿処理施設処理人口⑦	し尿海洋投棄人口⑨	し尿農村還元その他処理人口⑩
		千人	千人	千人	千人	千人	千人	千人	千人	千人
大阪府	s30年	4,620	520	(244)	1,454	1,698	-	-	211	2,711
	31	4,739	520	(244)	1,584	1,828	-	(14)	288	2,609
	32	4,906	520	(244)	1,735	1,979	-	(14)	304	2,609
	33	5,058	520	(244)	2,012	2,256	-	(14)	312	2,476
	34	5,219	520	(244)	2,199	2,443	-	(31)	312	2,433
	35	5,505	784	(496)	2,310	2,806	(44)	(256)	312	2,087
	36	5,721	929	(588)	2,405	2,993	(53)	(306)	-	2,369
	37	5,958	929	(588)	2,588	3,176	(78)	(448)	-	2,256
	38	6,192	991	(627)	2,586	3,213	(125)	(720)	-	2,134
	39	6,426	1,061	(671)	2,505	3,176	300	1,731	-	1,219
	40	6,657	1,607	(809)	2,362	3,171	458	2,508	-	621
	41	6,822	1,737	(932)	2,217	3,149	(489)	(2,722)	-	669
	42	7,016	1,971	(1,058)	2,100	3,158	519	2,936	-	579
	43	7,219	2,324	(1,247)	1,902	3,149	608	3,600	-	397
	44	7,427	2,777	(1,728)	1,600	3,328	678	4,049	-	76
	45	7,620	2,862	(2,071)	1,375	3,446	749	4,049	-	76
	46	7,794	3,041	(2,405)	1,141	3,546	745	4,023	-	79
47	7,930	3,331	(2,678)	902	3,580	874	4,023	-	-	
大兵庫関係	s30年	1,872	-	-	-	-	-	-	691	1,181
	35	2,163	169	(69)	-	69	132	-	1,074	888
	40	2,505	309	(127)	77	204	242	1,044	906	128
	45	2,780	631	(381)	180	561	484	1,139	578	53
	46	2,798	1,002	(521)	182	603	576	1,104	475	34

(注記) ①大阪府・兵庫県統計年報による。

②公共下水道統計および大阪府土木部資料による。④はs38年の下水処理能力でその処理場が創設後稼働していたものとして推定した。

③( )内は②の比率によって水洗便所が普及したものとして推定した。⑧は国民衛生 (Vol 26, No.4, s32年)による実数、⑨、⑩は大阪府生活環境部資料、⑥はK1を1人1日1.2ℓとして換算した。⑦は兵庫県統計年鑑による。

④は大阪市環境整備局、大阪府生活環境部資料および兵庫県統計年鑑による。

⑥大阪府生活環境部資料、兵庫県統計年鑑による。( )内は⑦の比率を使って推定した。

⑦大阪府生活環境部資料、兵庫県統計年鑑による。( )内はs39年の実数をもとしし尿処理場の創業年月と処理規模から推定した。

⑧大阪府の海洋投棄はs36年に禁止された。⑨は実数(国民衛生)、⑩は本多氏(大阪市衛研)の資料、⑪は31~32年と同じと考えた。なお投棄海域は全て大阪湾である。

⑫⑬は①-(⑤+⑥+⑦+⑧)として求めた。⑭は大阪府生活環境部による清掃事業実態調査資料による。⑮は兵庫県統計年鑑による。

生活廃水排出負荷量=雑廃水排出負荷量+し尿排出負荷量

雑廃水排出負荷量=下水処理人口×原単位×流出率+下水未処理人口×原単位

し尿排出負荷量=原単位×各流出率(下水処理場処理人口+し尿浄化槽処理人口+し尿処理施設処理人口+海洋投棄人口+農村還元人口)

(2) 産 業 排 水

BOC, COD, SSの一般項目はブロック別に求めた業種別工業出荷額にそれぞれの原単位を乗じて発生負荷量を求め、これに表-8により工場排水の下水道処理が行われている分については処理による削減量を差引いて排出負荷量とした。

ブロック別排出負荷量=∑業種別出荷額×原単位{下水道処理率×流出率+(1-下水道処理率)}

N, Pの特殊項目については排出量が多いとみなされる8業種の出荷額に原単位を乗じた発生負荷量として求めた。

(3) 家 畜 排 水

豚を対象にして一般項目は、尿尿の処理がされていないものは頭数に原単位を乗じた発生負荷量そのまま排出されるものと考えた。

N, Pは発生負荷量に流出率を掛けたものを排出負荷量とした。尿尿が処理されているものはその頭数の除去分を全体から差引いている。

(4) 農 地 排 水

N肥料は純成分の1日使用量に流出率を乗じた量を排出負荷とした。P肥料は田と畑で使用率、流出率が異なるため、大阪府および兵庫県大阪湾関係の年次別田畑面積比率と単位面積当り田畑別の使用率から田畑別1日使用量を求め、これに流出率を掛けて排出負荷を田畑別に計算した。

試算結果の概要

(1) 現 況

昭和30年から47年迄の18年間について年次別に試算した大阪府の項目別、排出源別負荷量を表-9に、5カ年毎に求めた兵庫県大阪湾関係の値と大阪府の値を併記した結果を表-10に示す。従って表-10の合計排出負荷量は後府県の排出分を別にすれば直接大阪湾に排出される負荷量の総量である。BOD, N, Pの3項目の内訳けを図-1にあらわした。

これらによると大阪湾に排出される汚染負荷の現況は昭和46年でBOD 712t/日、COD 483t/日、SS 621t/日、N 215t/日、P 24.5t/日となり瀬戸内海全域

表-8 産業廃水下水道処理普及率

	大 阪 市	大阪府下	兵 庫 県 大阪湾関係
昭和30年	17.1		
31	17.1		
32	17.1		
33	17.1		
34	17.1		
35	19.2		
36	23.7		
37	23.7		
38	29.8	2.5	
39	31.5	4.9	
40	34.6	6.2	
41	37.8	6.7	
42	44.8	8.7	
43	55.6	12.9	
44	59.7	17.6	
45	62.2	19.8	
46	68.5	19.8	9.2
47	79.5	20.2	

注記：(1)大阪府関係の普及率は、大阪市下水道局および大阪府土木部資料による市街地面積に対する処理面積比をもって普及率とした。

(2)兵庫県大阪湾関係については公共下水道統計と環境庁・兵庫県資料による用水量と排水量の比から求めた神戸市内の普及率である。

表-9 大阪府排出源別汚染負荷量の推移

年次	B O D t/日					C O D t/日					S S t/日				
	産業 排水	生活 排水	家畜 排水	合計	指数	産業 排水	生活 排水	家畜 排水	合計	指数	産業 排水	生活 排水	家畜 排水	合計	指数
s 30年	68.92	135.91	0.65	205.48	100	44.47	69.79	0.42	114.68	100	40.17	131.66	2.28	174.11	100
31	86.99	140.92	1.45	229.36	112	55.15	72.38	0.94	128.47	112	51.36	136.30	5.08	192.74	111
32	97.79	146.62	1.28	245.69	120	62.62	75.33	0.83	138.78	121	59.32	141.78	4.48	205.58	118
33	96.71	152.01	3.30	252.02	123	63.41	78.20	2.15	143.76	125	58.76	146.97	11.55	217.28	125
34	111.53	157.46	3.57	272.56	133	74.01	81.03	2.32	157.36	137	69.40	152.23	12.49	234.12	134
35	134.15	161.36	6.35	301.86	147	90.02	83.60	4.13	177.75	155	86.15	156.11	22.23	264.49	152
36	152.76	160.84	7.49	321.09	157	103.86	83.68	4.87	192.41	168	99.94	156.57	26.22	282.73	162
37	167.34	177.58	7.74	352.66	172	115.74	90.70	5.03	211.47	184	109.90	167.69	27.08	304.67	175
38	185.76	184.93	7.89	378.58	185	129.02	94.46	5.13	228.61	199	120.79	174.47	27.62	322.88	185
39	202.20	203.58	9.14	414.92	203	140.55	100.28	5.94	246.77	215	132.04	184.62	31.98	348.64	200
40	204.14	197.99	8.94	411.07	201	143.78	101.46	5.81	251.05	219	134.15	183.85	31.30	349.30	201
41	222.04	204.11	9.70	435.85	213	159.53	107.40	6.31	273.24	238	149.90	190.06	33.95	373.91	215
42	241.63	213.00	12.30	466.93	228	173.89	109.53	8.00	291.42	254	165.79	195.14	43.06	403.99	232
43	254.98	215.27	12.37	482.62	236	188.62	112.44	8.04	309.10	270	174.38	191.45	43.31	409.14	235
44	267.51	207.43	13.72	488.66	239	202.51	111.03	8.92	322.46	281	188.43	184.77	48.03	421.23	242
45	314.73	222.10	10.95	547.78	267	244.88	120.00	7.12	372.00	324	215.23	189.44	38.31	442.98	254
46	319.81	215.74	12.39	547.94	268	247.98	115.93	8.05	371.96	324	218.02	188.04	43.35	449.41	258
47	347.68	219.36	14.86	581.90	284	271.50	117.38	9.65	398.53	348	230.04	185.35	52.01	467.40	268
構成比	30年	33.5	66.2	0.3			38.8	60.85	0.4			23.1	75.6	1.3	
	38	49.1	48.8	2.1			56.4	41.3	2.3			37.4	54.0	8.6	
	46	58.4	39.4	2.2			66.7	31.2	2.1			48.5	41.84	9.7	

表-9 (続き)

年次	N						P					
	産排 菜水	生活 用水	家畜 用水	農地 排水	合計	指数	産排 菜水	生活 用水	家畜 用水	農地 排水	合計	指数
s 30年	12.26	29.38	0.09	2.73	44.46	100	0.676	3.178	0.041	0.083	3.978	100
31	14.84	30.90	0.19	2.84	48.77	110	0.829	3.388	0.091	0.085	4.393	110
32	16.39	32.29	0.17	2.85	51.70	116	0.932	3.561	0.080	0.083	4.656	117
33	16.80	33.95	0.43	3.06	54.24	122	0.960	3.780	0.206	0.091	5.037	127
34	19.98	34.39	0.46	3.27	58.10	131	1.123	3.963	0.223	0.101	5.410	136
35	24.44	38.71	0.83	3.31	67.29	151	1.401	4.399	0.397	0.104	6.301	158
36	28.32	38.58	0.97	3.21	71.08	160	1.615	4.282	0.468	0.103	6.474	163
37	32.22	40.95	1.01	3.36	77.54	174	1.756	4.596	0.484	0.107	6.943	175
38	36.32	44.31	1.03	3.54	85.20	192	2.025	5.276	0.493	0.115	7.909	199
39	40.87	50.38	1.19	3.47	95.91	216	2.285	6.335	0.571	0.115	9.306	234
40	41.97	55.31	1.16	3.70	102.14	230	2.391	7.431	0.559	0.122	10.503	264
41	46.19	57.81	1.26	3.57	108.83	245	2.666	7.908	0.606	0.116	11.296	284
42	52.52	59.98	1.60	3.49	117.59	264	3.538	8.752	0.769	0.112	13.171	331
43	61.29	65.80	1.61	3.35	132.05	297	4.117	9.728	0.773	0.110	14.728	370
44	69.94	70.04	1.78	3.21	144.97	326	4.587	10.696	0.858	0.110	16.251	409
45	84.04	71.80	1.46	3.16	160.46	361	5.316	11.587	0.702	0.111	17.716	445
46	88.83	72.51	1.64	2.95	165.93	373	5.647	11.707	0.790	0.108	18.252	459
47	98.67	73.65	1.97	2.71	177.00	398	6.151	11.841	0.945	0.101	19.038	479
構成 比	30年	27.6	66.1	0.2	6.1		17.0	79.9	1.0	2.1		
	38	42.6	52.0	1.2	4.2		25.6	66.7	6.2	1.5		
	46	53.5	43.7	1.0	1.8		30.9	64.2	4.3	0.6		

表-10 排出源別、府県別、大阪湾に排出される汚染負荷量の推移

年次	区分	BOD t/日					COD t/日					SS t/日				
		産業排水	生活廃水	家畜廃水	合計	指数	産業排水	生活廃水	家畜廃水	合計	指数	産業排水	生活廃水	家畜廃水	合計	指数
s年 30	大阪府	68.92	135.91	0.65	205.48	100	44.47	69.79	0.42	114.68	100	40.17	131.66	2.28	174.11	100
	兵庫県	14.03	67.01	0.30	81.34	100	10.67	33.51	0.19	44.37	100	10.71	63.07	1.05	74.83	100
	合計	82.95	202.92	0.95	286.82	100	55.14	103.30	0.61	159.05	100	50.88	194.73	3.33	248.94	100
35	大阪府	134.15	161.36	6.35	301.86	147	90.02	83.60	4.13	177.75	155	86.15	156.11	22.23	264.49	152
	兵庫県	26.71	77.58	1.73	106.02	130	21.60	39.46	1.12	62.18	140	26.55	71.92	6.04	104.51	140
	合計	160.86	238.94	8.08	407.88	142	111.62	123.06	5.25	239.93	151	112.70	228.03	28.27	369.00	148
40	大阪府	204.14	197.99	8.94	411.07	201	143.78	101.46	5.81	251.05	219	134.15	183.85	31.30	349.30	201
	兵庫県	48.03	87.11	3.41	138.55	170	37.82	44.24	2.22	84.28	190	43.19	81.34	11.93	136.46	182
	合計	252.17	285.10	12.35	549.62	192	181.60	145.70	8.03	335.33	211	177.34	265.19	43.23	485.76	195
45	大阪府	314.73	222.10	10.95	547.78	267	244.88	120.00	7.12	372.00	324	215.23	189.44	38.31	442.98	254
	兵庫県	87.47	83.66	3.63	174.76	215	69.94	43.20	2.36	115.50	260	88.20	79.19	12.69	180.08	241
	合計	402.20	305.76	14.58	722.54	252	314.82	163.20	9.48	487.5	307	303.43	268.63	51.00	623.06	250
46	大阪府	319.81	215.74	12.39	547.94	268	247.98	115.93	8.05	371.96	324	218.02	188.04	43.35	449.41	258
	兵庫県	86.55	73.42	4.08	164.05	202	69.24	39.76	2.65	111.65	252	88.10	68.94	14.27	171.31	229
	合計	406.36	289.16	16.47	711.99	248	317.22	155.69	10.70	483.61	304	306.12	256.98	57.62	620.72	249

表-10 (続き)

年次	区分	T - N						T - P					
		t/日						t/日					
		産業排水	生活廃水	家畜廃水	農地排水	合計	指数	産業排水	生活廃水	家畜廃水	農地排水	合計	指数
s30年	大阪府	12.26	29.38	0.09	2.73	44.46	100	0.676	3.178	0.041	0.083	3.978	100
	兵庫県	3.68	13.67	0.04	1.55	18.94	100	0.196	1.616	0.019	0.101	1.932	100
	合計	15.94	43.05	0.13	4.28	63.40	100	0.872	4.794	0.060	0.184	5.910	100
35	大阪府	24.44	38.71	0.83	3.31	67.29	151	1.401	4.399	0.397	0.104	6.301	158
	兵庫県	7.78	18.20	0.22	2.18	28.38	150	0.356	2.271	0.108	0.152	2.887	149
	合計	32.22	56.91	1.05	5.49	95.67	151	1.757	6.670	0.505	0.256	9.188	155
40	大阪府	41.97	55.31	1.16	3.70	102.14	230	2.391	7.431	0.559	0.122	10.503	264
	兵庫県	13.46	24.30	0.44	2.38	40.58	214	0.658	3.462	0.213	0.196	4.529	234
	合計	55.43	79.61	1.60	6.08	142.72	225	3.049	10.893	0.772	0.318	15.032	254
45	大阪府	84.04	71.80	1.46	3.16	160.46	361	5.316	11.587	0.702	0.111	17.716	445
	兵庫県	20.91	27.41	0.48	1.60	50.40	266	1.269	4.677	0.232	0.168	6.346	328
	合計	104.95	99.21	1.94	4.76	210.86	333	6.585	16.264	0.934	0.279	24.062	407
46	大阪府	88.83	72.51	1.64	2.95	165.93	373	5.647	11.707	0.790	0.108	18.252	459
	兵庫県	20.55	26.87	0.55	1.53	49.50	261	1.289	4.484	0.264	0.176	6.213	322
	合計	109.38	99.38	2.19	4.48	215.43	340	6.936	16.191	1.054	0.284	24.465	414

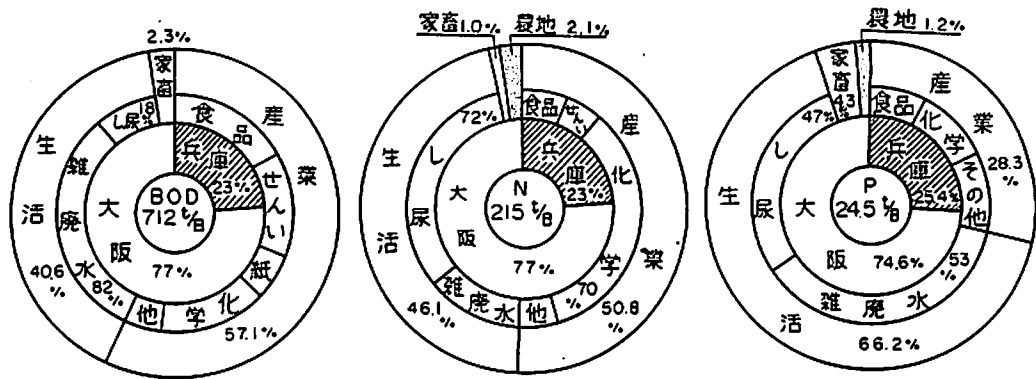


図-1 大阪湾排出負荷量の現況(昭和46年)

に排出される総負荷量の3~4割に相当する。その内訳はBOD, CODで産業排水が全体の57~66%を占め生活廃水(32~41%)よりも汚染の寄与率が高い。Nでは産業排水の比率は51%と生活廃水(46%)とほぼ等しいが、Pでは生活廃水が16.2 t/日(66.2%)で産業排水6.9 t/日(28.4%)を大きく上回っている。

家畜廃水や農地排水はいずれも排出量が少なく全体の5%以下であることが多いが、家畜廃水のSSは原単位が大きいため57.6 t/日と全体の1割近くを占め無視できない値となっている。

全体の95%以上を占める生活廃水、産業排水について更にその構成内訳を見ると、生活廃水はBOD, CODで雑廃水がその8割強を占め、し尿の比率は2割弱である。しかしNでは逆にし尿の比率が72%と大きく、Pでは雑廃水の寄与率(54%)がわずかにし尿を上回っている。

産業排水は製造業20~21業種のうち汚染寄与率の高いのが食品製造業、繊維、紙パルプ、化学工業等の業種であり、BODではこれら4業種で産業排水による負荷の92%を占めている。Nについては化学工業の負荷量が大きく1業種で70%を排出している。またPでは食品・化学工業の比率が高い。このように4業種は、いずれも廃水の原単位が大きく、各項目とも産業排水の70~90%を占めていることから水域汚染型の企業形態であるといえる。一方大阪府と兵庫県の間別寄与率は各項目とも大阪側が大きく、兵庫県の比率は全体の約1/3程度とみなすことができる。

## (2) 負荷量の推移

表-9, 10の結果を項目別に図示して、この間の経過を見たのが図-2である。湾全体の試算値で昭和30年から46年までの推移を見ると、BODでは生活廃水が1.4倍、産業排水は4.9倍、全体として2.5倍の増加となり、産業排水の伸びが著しい。昭和30年当時は産業排水は全体の3割以下であったが、41年頃から生活廃水を上廻り、46年には6割近い比率を占めている。そしてその上昇速度は生活廃水が横ばいとなる40年以降に過去10年間以上の増加傾向を示すなど大阪湾に流入する負荷量の増大に大きな役割を果たしていることがわかる。

COD, SSについてもこの間の状況はBODとほぼ同じ経過をたどっている。すなわち17年の間にCODの負荷は約3倍に、SSは2.5倍となった。

ちなみにこの間の人口増加は1.6倍、工業出荷額は9倍(汚染寄与率の高い4業種では5.9倍)である。排出負荷量の増加率がこれらのフレーム増加率を下回っているのは下水の普及など処理条件の改善による

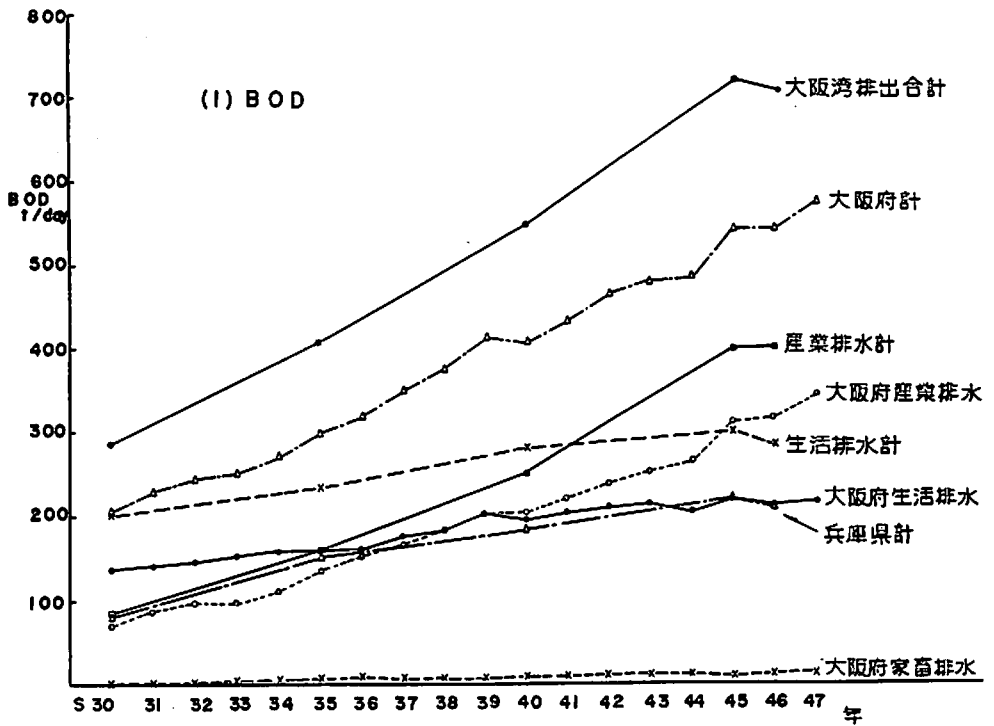


図 - 2 大阪湾排出負荷量の推移

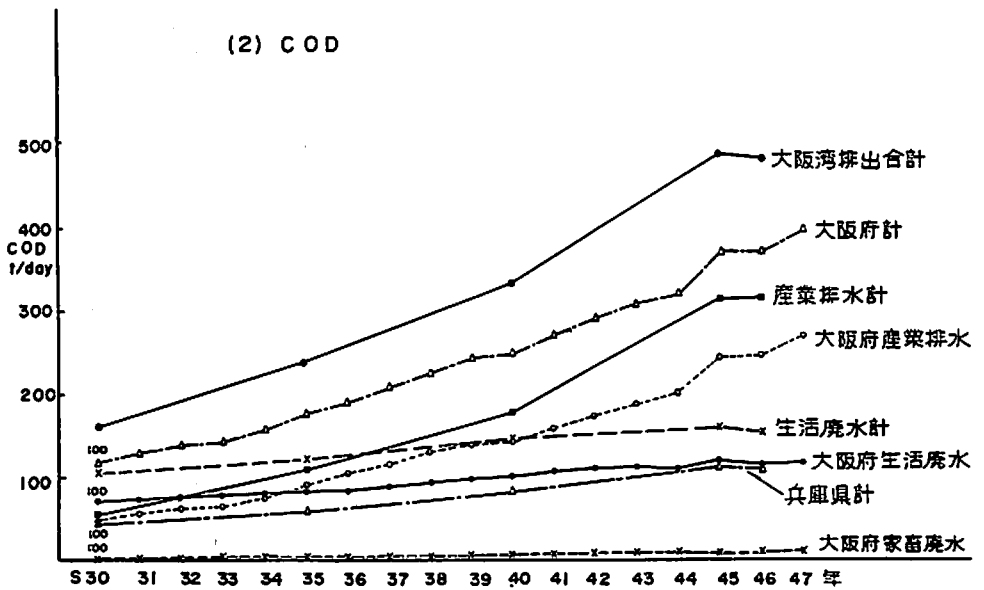


図 - 2 (続 き)



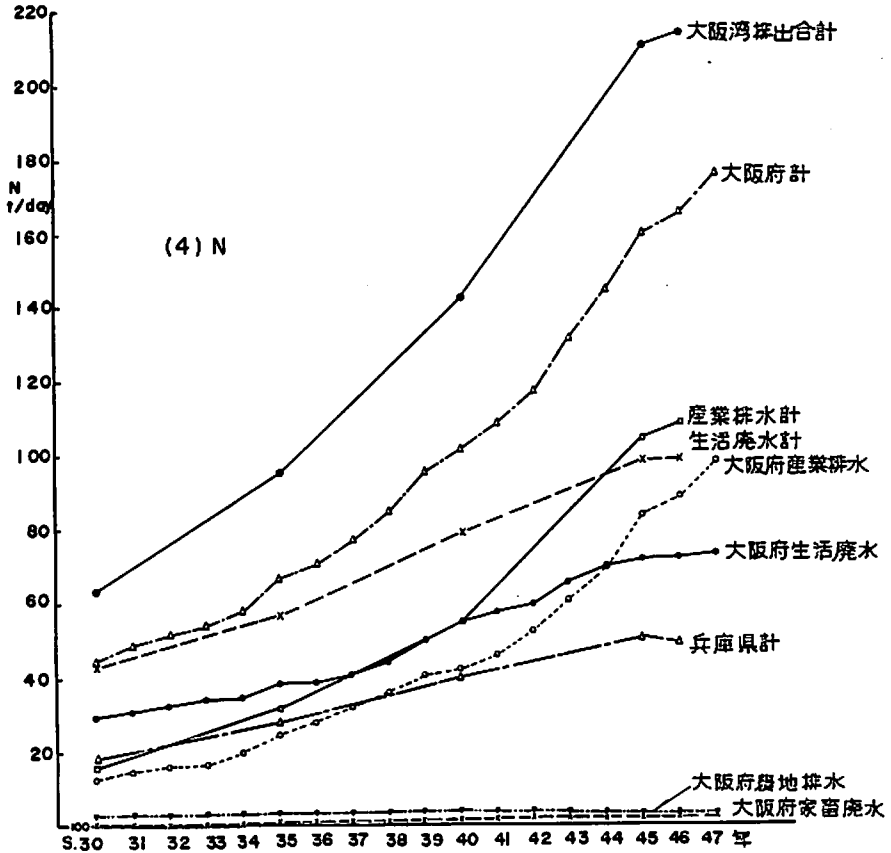
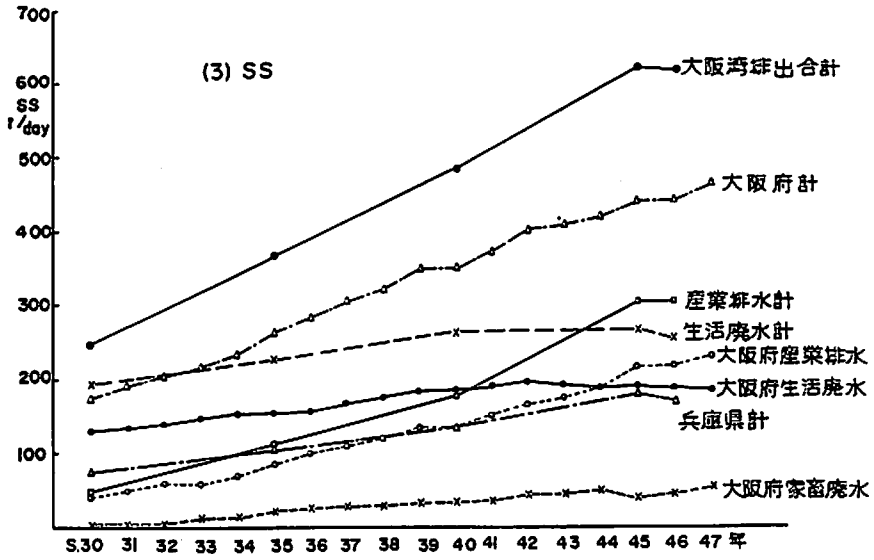


図 - 2 ( 続き )

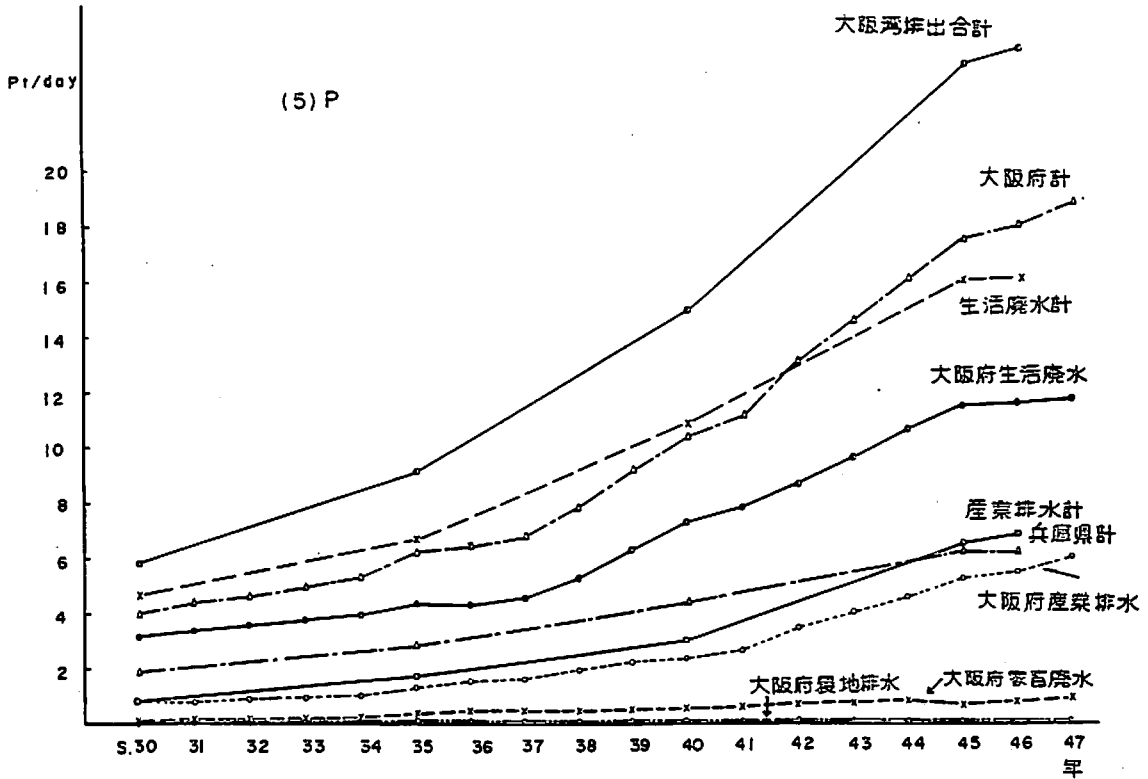


図 - 2 ( 統 計 )

ところが大きいものと考えられる。

N は一般項目にくらべて増加率が高く、生活廃水 2.3 倍、産業排水は 6.9 倍、また量的には少ないが家畜廃水は 16.8 倍にもなり全体として 3.4 倍の増加となっている。生活廃水は BOD で横ばい傾向の見られた 40 年以降も一貫して増加し、46 年に僅く頭打ちとなっている。産業排水は 40 年以降の増加が特に目立っているが、G. N. P. の飛躍的な増加と共にこの時点と前後して操業を開始した堺泉北臨界工業地帯の工場群の影響するところが大きい。また全般的にみて N, P は生活様式の変化に伴い最近の原単位を徐々に大きくしたことや、下水処理過程における栄養塩の除去率に改善が見られないことが作用しており、海域の富栄養化と赤潮の頻発に何らかの形で関与しているものと推測される。

P についても N とほぼ同様のことがいえる。昭和 30 年に対する 46 年の増加率は生活廃水 3.4 倍、産業排水は 8 倍で全体で 4.1 倍となった。P の特徴は 5 つの項目中で最も増加率が高いこと、および生活廃水の占める比率がどの時点でも 65 ~ 80 % とその大部分を占めていることである。他の 4 項目で昭和 35 ~ 45 年の間に生活廃水と産業排水の比率が逆転し、現状では産業排水が汚染に果たす役割が大であるのに対し、P は現在も生活廃水の寄与が最も大きい。これは一般家庭で消費される洗剤の使用量が増えたことが影響している。昭和 35 年には全排出負荷量中洗剤によるものは 12 % 0.7 t / 日であったのに対し、昭和 45 年には 21 %、5.1 t / 日と量・率とも大きく増加している。

図 - 2 から各項目とも現われている傾向の 1 つに、兵庫県の排出負荷量の増加は大阪府にくらべて緩慢である。兵庫県は昭和 30 年に大阪湾排出負荷量の約 30 % を占めているが、その後寄与率は徐々に減少して昭和 46 年には全体の 23 ~ 25 % に低下している。これは大阪府が 30 年代の後半に臨海工業

用地を造成して大規模工場が進出したのに対し、兵庫県の開発は東播磨地方を中心に進められ、その汚染負荷が直接大阪湾に流入しないことによるのであろう。

### (3) 試算結果の吟味

今回試算した排出負荷量が他の試算とくらべてどの程度相違があるかについて大阪府公害室の試算結果と中国経済連の結果について比較検討した。

大阪府公害室の試算は府下の公害防止計画を作成するために、工場排水の実態調査を行うなど、多くのスタッフを投入して精密に調査したものでかなり信頼度の高いものとみなされる。これは昭和45年度を基準とした排出負荷量であるので、今回試算した同年の大阪府域内の負荷量と対比した。(表-11)

表-11 大阪府排出負荷試算値の現況と大阪府公害室試算結果の対比

		(s 45年 t/日)				
		生活廃水	産業排水	家畜廃水	農地排水	合計
BOD	大阪府公害室試算	223.5	336.0	11.3		570.8
	今回試算	222.1	314.7	11.0		547.8
N	大阪府公害室試算	73.32	101.26	4.43	0.67	179.68
	今回試算	71.80	84.04	1.46	3.16	160.46
P	大阪府公害室試算	8.54	4.11	1.15	0.00	13.80
	今回試算	11.59	5.32	0.70	0.11	17.72

両者のBOD量は合計値でも排出源別にみてもほぼ等しい値となっている。N、PはBODほどその差は僅少でなく、合計でN約10%、P20%の違いを生じている。家畜廃水と農地排水のNは量的には少ないが大小の傾向が逆になっている。

瀬戸内海全域について離別に計算した中国経済連の試算は昭和37年から8年間の推移を明らかにしている。この中から昭和40年の時点で和泉灘の値と今回試算の湾全域の負荷量を比較した。(表-12)合計値ではBOD、SS、Pの3項目で両者の値はほぼ等しく、COD、Nでは30~40%の差が見られる。排出源別に見ればNを除いて中国経済連の試算は産業排水の比率が高く、生活廃水を少なく見積っている。この原因について考えられることは、中国経済連は下水処理の除去率を90%としたのに対し、今回採用した平均処理状況は除去率40~85%とかなり悪いことが今回試算の生活廃水の比率を大にしている。また産業排水では中国経済連の業種別原単位が実態調査から算出(一般項目のみ)した今回試算の原単位よりも全般的に高いことで、このような相違が両方の試算結果の差に大きく関与しているものと思われる。Nについても産業排水中で65%の比率を占める化学工業の原単位が大きく影響している。

このような試算者による差は試算のプロシットをかなり大担に設定していることや、過去のデータ不備を考えるとある程度やむを得ないことで、絶対値はともかくとして汚染負荷の推移を讀取るにはさほど障害にはならないと考えられる。

表-12 大阪湾排出負荷試算値と中国経済連試算結果の比較

(s40年 t/日)

		生活廃水	産業排水	家畜廃水	農地排水	合計
BOD	中国経済連	167.6	396.2	1.3		565.1
	今回試算	285.1	252.2	12.4		549.6
COD	中国経済連	83.8	374.7	0.9		459.4
	今回試算	145.7	181.6	8.0		335.3
SS	中国経済連	150.8	291.6	4.6		447.0
	今回試算	265.2	177.3	43.2		485.8
N	中国経済連	58.04	37.88	0.16	9.23	105.31
	今回試算	79.61	55.43	1.60	6.08	142.72
P	中国経済連	7.586	6.153	0.079	0.174	13.992
	今回試算	10.893	3.049	0.772	0.318	15.032

## 海 域 環 境 の 現 況 と 変 化

昭和30年から46年にいたる17年間に大阪湾に排出される汚染負荷は各項目とも2.5～4倍に増加したことは先に記載したとおりであるが、このような大量の汚染物質が日々排出される大阪湾の海域環境にも何らかの変化が生じるものと考えられる。

海域環境の状況は、最近内湾汚染が深刻な情勢に追込まれるにつれて調査体制も整備され、近年の海況については現況を把握できるいくつかの資料があるが、比較的長期間にわたって過去の経過をたどれるものは非常に限られている。ここでは不十分ではあるが透明度等2,3の項目について汚染負荷量の増加にもなって海域環境がどのように変化したかについて検討する。

## (1) 透明度とCOD

図-3は最近と15年前の透明度を年平均値であらわした湾内分布である。最近2年間の分布パターンはほとんど同じ形をしており、水深20m以浅の湾東部は4m以下となっている。水塊交流が比較的よく行われる湾中部より西の海域は4～6mと高く、水道部には6～7mを示す海域が1部現われている。昭和33～34年の状況は4m線が湾奥に後退しており、4m以下の透明度を示す濁った海域は最近にくらべて $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ と小さくなっている。これに対し6m以上の海域は湾西部で拡大している。またこの当時は年間平均値で透明度7～8mの清浄な海域が存在していた。このように分布図の上では湾奥では大きな変化は見られないが、湾中部、西部および泉南地先の海域でこの15年間に1m近い透明度の低下が生じているようである。

図-4は昭和33年以降の透明度全点年平均値の推移を示しているが、多少の波動を描きながらいく分低下する傾向が認められる。その低下傾向の勾配を図から読取れば、湾全域として10年間に0.5mの低下を来している。

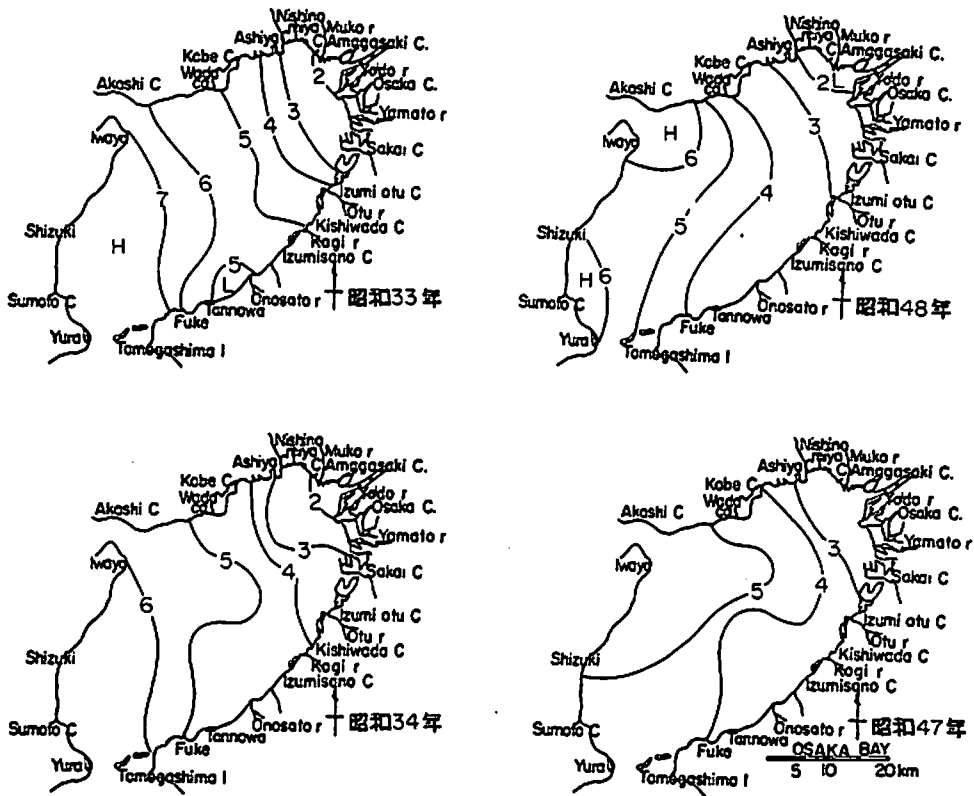


図 - 3 大阪湾透明度年平均値の分布

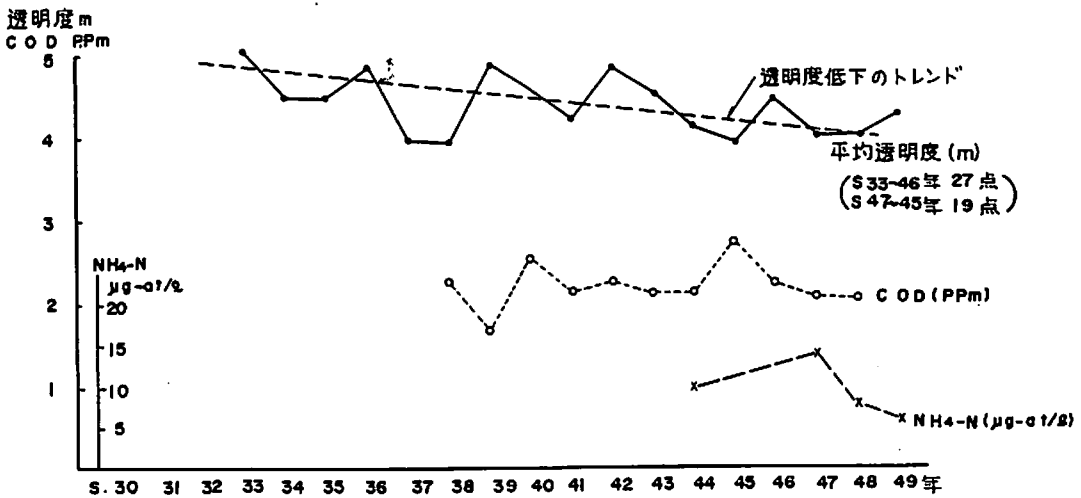


図 - 4 海域透明度、COD年平均値の推移

CODは昭和38年以降湾東部大阪府地先海域で15点の表層水を毎月1回測定している。全点年平均値を図-4に併記したが、昭和40年以降では2 ppm強の値を示し最近の8年間ではほぼ横ばい傾向にある。しかし昭和39年の平均値は1.6 ppmで、 藤酸法で測定し沃素法に換算した昭和35年の値（厳密な比較はやゝ問題がある）等からみると昭和40年代は30年代にくらべてやゝ上昇しているのではなからうか。

BOD, COD, SS等有機汚染指標の排出負荷は過去15年間に2.5~3倍に増加したが、透明度、CODでみた海域環境の変化はこれにくらべるといく分ゆるやかである。海域では絶えず自浄作用や拡散による希釈が行われている上、内湾といえども環境容量が相対的に大きいことが環境の急激な変化を防いでいるものと考えられるが、隣接海域に及ぼす影響と共に海域での平均透明度1m低下のもたらす意義が大きいことを認識すれば簡単に見過せる問題ではない。

(2) NとP

N, Pの排出負荷量はBOD等の一般項目にくらべて増加率が高く、15年間に3.4~4.2倍の増加となっている。このうちNについては昭和44年以前の状況に関して全般的に比較できる海域調査資料がないため、負荷の増大に対する海域環境の対応を見ることは出来ない。図-5にこの間の淀川河川水の水質経年変化<sup>8), 4)</sup>を示した。

BODはほぼ横ばいから近年ではわずかに低下傾向をみせるのに対してNH<sub>4</sub>-Nの濃度は着実に増加して昭和30年にくらべると45~46年は6倍の濃度を示している。この間に流量の変化がないとすれば、この流域の流入負荷量が6倍近い増加となり、海域においてもかなりの変化が生じているものと推測される。

Pは昭和26,27年に神戸海洋気象台<sup>5)</sup>が大阪湾で周年にわたる調査を行っている。この時の資料をもとにして、湾奥部・湾中央部・湾口部の海域別に年平均濃度で最近と比較すると(図-6)、いずれも右上りの傾向を示し最近のP濃度が当時にくらべてかなり増加していることがわかる。最近の増加は湾奥部で著しく昭和26年は表底層とも0.3 μg-at/lであったものが約20年後には1.5 μg-at/lと5倍の濃度となっている。湾中央及び湾口部はいずれも0.35 μg-at/lから0.70 μg-at/lと約2倍の濃度増加を示している。またPは昭和43~44年と47~48年の最近のごく短い期間内でも、

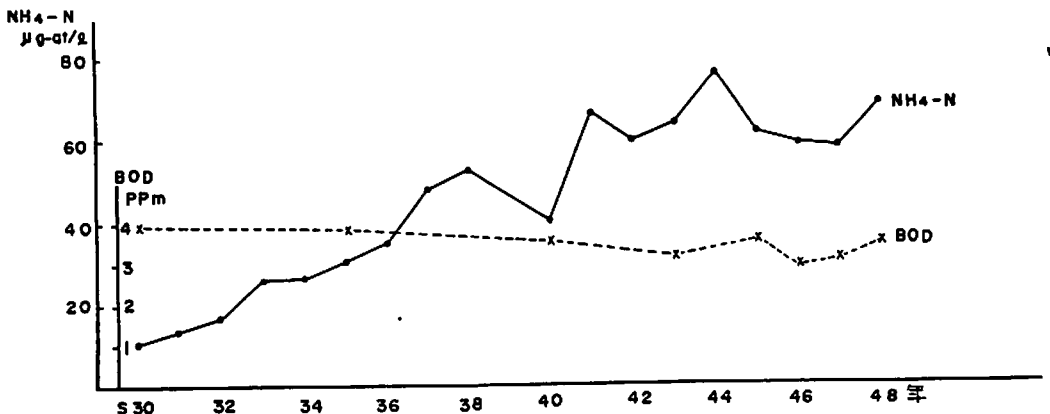


図-5 淀川河川水の水質経年変化  
(淀川右岸柴島年平均値)

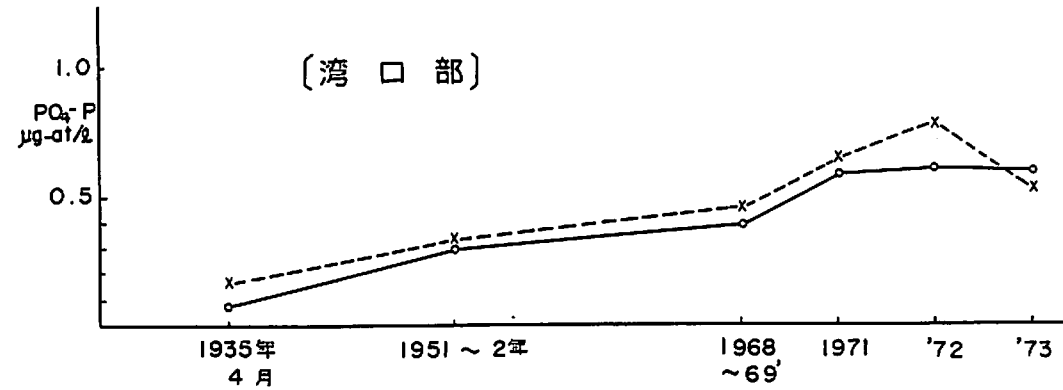
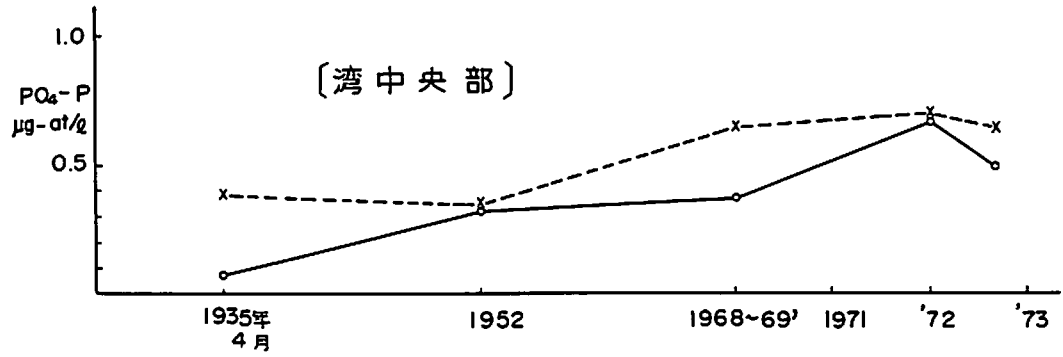
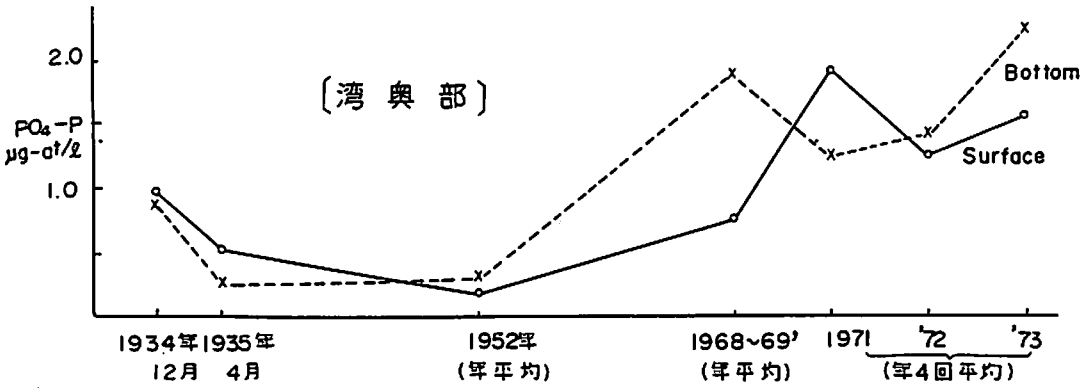


図-6 PO<sub>4</sub>-P 海域環境濃度の推移

これら3海域で増加傾向が認められ負荷量の増加とよく対応している。

一方内湾海水中に溶存するPと塩分は鉛直的にも、季節的にも平均状態でみると両者は逆の相関を示し、その間にかなり強い規則性が存在することが知られている<sup>6)</sup>。観測頻度がある程度平均状態を満している3回の調査結果についてこの関係を示したのが図-7である。図は塩分の低下にともなってP濃度が増大しておりその起源が陸上から流入する河川水であることを示唆している。そして過去から近年にいたる順に直線の勾配が大きくなり塩分(S)=0で与えられる河口濃度が最近ほど高くなるのがわかる。これら3本の直線から近似式を求め、S=0のP濃度を求めると P<sub>1</sub>(s26~27年)=1.9, P<sub>2</sub>(s43~44年)=9.1, P<sub>3</sub>(s49年)=10.4 μg-at/lとなる。P排出負荷の試算は昭和30年からであるから昭和26~27年の値は直接求めているが、各年毎に求めた大阪府の排出負荷の推移(図-1)の傾向を以前にたどって当時の負荷量を推定するとP=2.7 t/日となる。

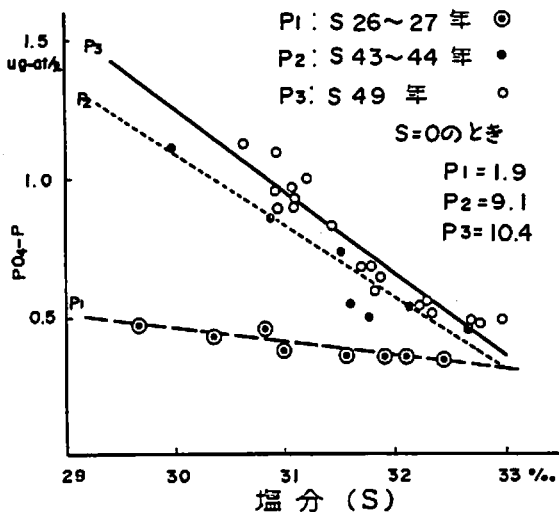


図-7 PO<sub>4</sub>-P と塩分の関係<sup>6)</sup>

この値から昭和43~44年/昭和26~27年の排出負荷の比は5.3となり、図-6のP<sub>2</sub>/P<sub>1</sub>比4.8にほぼ等しいことがわかる。

このことは今回試算した排出負荷の推移が別途見積った流入負荷量の推移とよく合致することを表わしており、図-6に示した海域環境濃度の比較と合せて現実の増加量もほぼこれに近いと云うことが出来る。そしてPに関しては排出負荷量の増加は、それに近い比率で海域環境の濃度増加となって現われている。

## 要 約

大阪湾に排出される汚染負荷量を昭和30年から年次別、排出源別に試算し、負荷量の増加にともなって海域環境がどのように変化したかについて検討した。

- (1) 大阪湾に排出される負荷量の試算結果は昭和46年にBOD 712 t/日, COD 484 t/日, SS 621 t/日, N 215 t/日, P 24.5 t/日となった。このうち兵庫県寄与率は約1/4である。またBOD, CODでは産業排水が6割前後を占めるが、Pは生活廃水の占める比率(66%)が高い。
- (2) 排出負荷量は昭和30年から46年までの17年間にBOD, COD, SS等が2.5~3倍になり、N, Pは3.4~4.1倍と栄養塩類の増加が著しい。

これは一般項目では生活廃水が昭和40年以降横ばいになるのに対し、N, Pでは最近にいたる迄産業排水と共に生活廃水も着実に増加しているためである。

- (3) 汚染負荷の増加に対応して海域環境も変化している。透明度は湾全域の年平均値で10年間に0.5 m



の割合で低下する傾向がある。海域的には湾中央部より西部、および泉南地先の海域が15年間に約1m低下した。

- (4) Pは過去20年間に湾奥部で約5倍の濃度増加を示しているが、別途見積った流入負荷や、今回試算した排出負荷量の倍率とほぼ等しく、負荷量の増加がそのままの比率で海域環境の濃度増加となつてあらわれている。

#### 参 考 文 献

- 1) 大阪府 大阪府環境管理計画 (BIG PLAN) (昭和48年9月)。
- 2) 中国地方経済連合会瀬戸内海利用開発会議汚染専門委員会 瀬戸内海海域の汚染負荷解析 (BOD, COD, SS, 油, NおよびPの発生負荷量) (昭和47年2月)。
- 3) 大阪府 大阪府下河川等水質調査報告書 (昭和45~昭和48年)。
- 4) 淀川水質汚濁防止協議会 淀川水質汚濁調査報告 (昭和33年~48年)。
- 5) 神戸海洋気象台 海洋時報 第2輯、第2、3巻 (昭和26年, 27年)
- 6) 安部・矢持・西田・城 大阪湾の富栄養化について(1) 昭和50年度日本海洋学会春季大会講演要旨集。