

瀬戸内海の水質汚濁

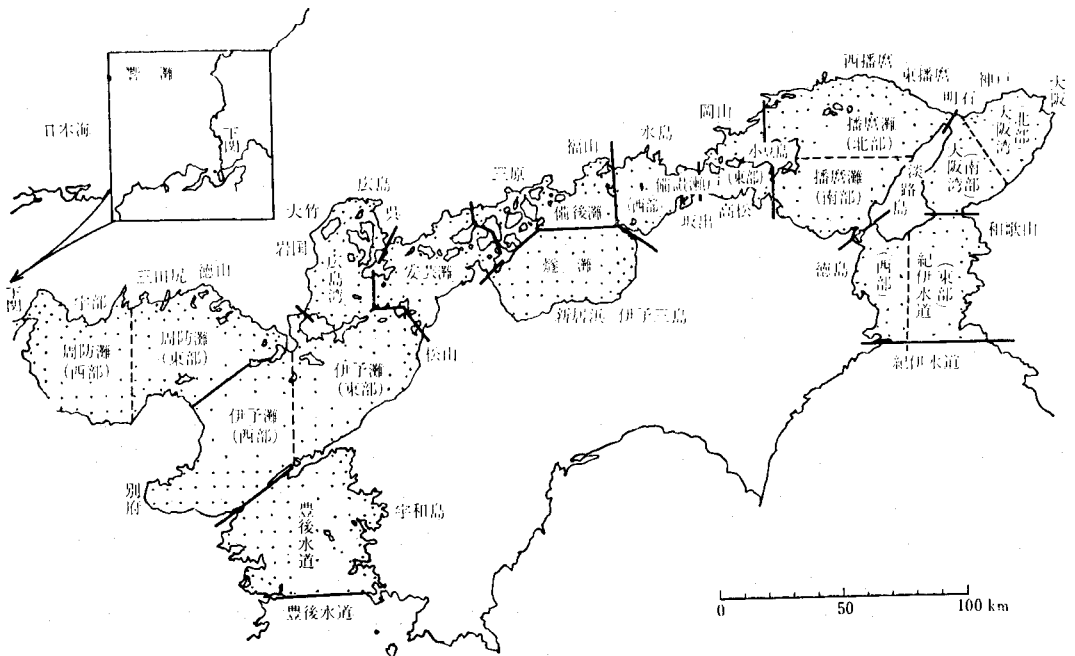
中 西 弘

1 ま え が き

瀬戸内海の水質汚濁問題が大きく取りあげられてから早や5, 6年が経過した。その間、多くの研究者や行政当局によって実態把握に努力がなされ、おぼろげながらもその全容が明らかになりつつある。対策については、瀬戸内海環境保全臨時措置法にみられるような特別にこの水域を対象にした特例法、公害対策基本法や水質汚濁防止法のような一般法によって排水の規制が強化され、下水道の整備と相まって徐々に改善の傾向がみられる。しかしながら、一度汚染した場所の後遺傷は大きく、今なお多量の汚水が流入している現実、赤潮の発生、重油汚染など瀬戸内海をとりまく環境はきびしい。このような状況において、瀬戸内海の自然環境、社会環境、汚濁の実態、汚濁負荷量、漁業との関係、行政上の対策、水質汚濁の問題点、今後の水質規制のあり方など、瀬戸内海の水質汚濁に関すること全般にわたって考えてみた。

2 瀬戸内海の自然環境

瀬戸内海は、東西445 km、南北18~55 km、面積17,107 km²、平均深度約31 m、容積529.06 km³で、その中に約3,000個の島を含んでいる。図-1に示すように、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸、備後



(環境庁, による)

図-1 瀬戸内海の家域区分図

灘（燧灘）、芸予海峡、安芸灘、広島湾、伊予灘、別府湾、周防灘を含み、紀伊水道、豊後水道および関門海峡により外海に通じている。いうまでもなく瀬戸内海は、わが国の代表的な国立公園として、風光明媚をもって知られ、白砂青松の自然海岸や大小さまざまな島々は国民の貴重な憩いの場である。また古来から海上交通の要路として重要な役割を果し、漁業の宝庫としても国民生活に欠くことのできない貴重な場所であることはいうまでもない。

樋口教授らの説明によれば瀬戸内海の流れには、多種多様の複雑な流れがあり、これらのうち四季を通じて卓越するのは潮流である。潮流は主として紀伊、豊後の両水道から進入する潮汐によって支配され、海峡部では10ノットにも達している。両水道から進入する潮汐波が離合する燧灘付近では潮流は微弱になっている。大規模の流れとして存在する恒流は、昭和46年9月の観測結果の解析から図-2のようになっているが、瀬戸内海を通り抜ける通過流については不明な点が多く、あっても微弱である

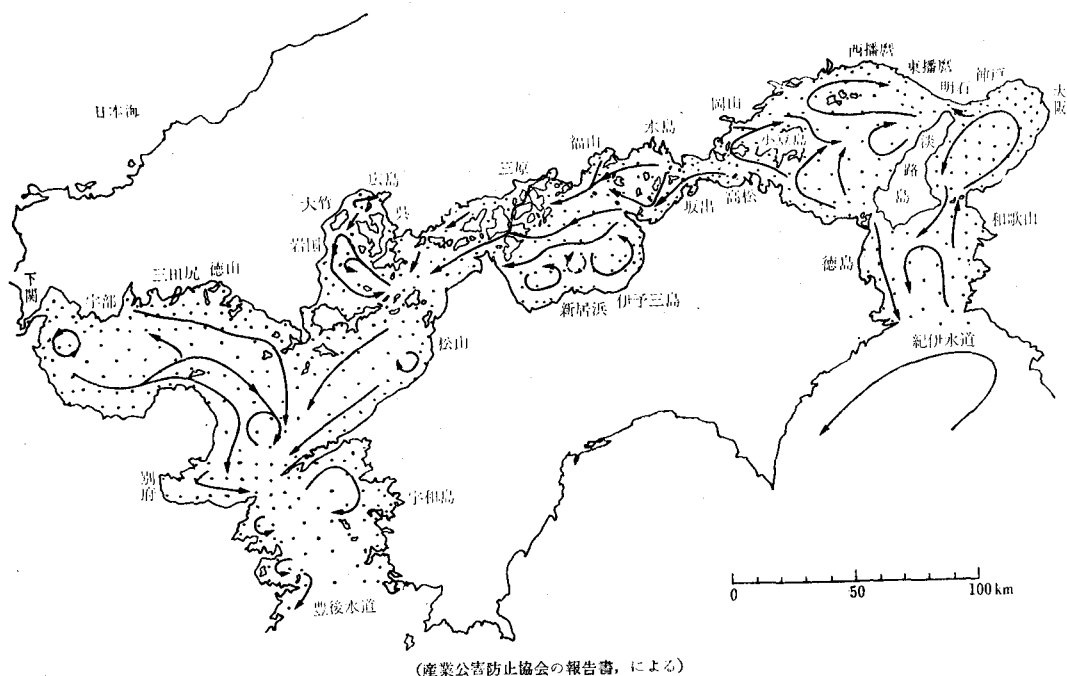


図-2 瀬戸内海の恒流パターン

ことが示唆されている。一方、瀬戸内海の全域について同一の拡散係数を用いて塩分量分布を説明するには東向きの通過流の存在が必要となり、速水、宇野木両教授により $(4.4 \sim 7) \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{年}$ の流量が計算されている。また、1974年12月18日水島港で起った三菱石油の重油タンク流出事故により流出した重油の大部分が、水島港より備讃瀬戸を通り越して東へ流れた事実は、東向流の存在を明確にしている。

ところでこうした瀬戸内海の自然環境は、一方では水質汚濁にきわめて抵抗力の弱い自然環境であるといえる。すなわち、1) 地形が沿岸遠浅であり、汚水が停滞し、沈積しやすいこと、2) 外洋との海水の交流がきわめ悪く、単純に考えて流入水の平均滞留時間は10年ていどになること、3) 瀬戸内海自体が浅く、平均水深は大平洋の4280 mや日本海の1543 mと比較してわづかに31 mである。水

深が浅いということは汚濁されやすいことを決定づけている。このことは米国においても最も汚濁の進んだ湖は、最も浅い水深 21m のエリー湖であることからもうなずける。

一方、環境破壊に弱い地形であるということは、同時に工業立地に適した地形でもあった。わが国の高度成長をもたらされた工業は、用地の約 $\frac{1}{2}$ を臨海地帯に求め、埋立てと港湾建設による方式を採用したが、この開発方式に最も適していたところが瀬戸内海であったといえる。

大気についても同様である。大陸からの西風の風下に何も無い太平洋岸では問題にならなかった大気汚染が、瀬戸内海地区ではその閉鎖性のゆえに問題になるのである。

3 社会的環境

高度成長の波に乗って瀬戸内海沿岸の工業開発も急速に進んだ。表-1 は、瀬戸内海沿岸の工業の発

表-1 瀬戸内海沿岸の工業の発達と人口の推移

瀬戸内海沿岸地区	昭和30年	35年	40年	45年	46年	47年	48年
工業出荷額(億円/年)	24325	54846	111487	217447	227682	248517	259091
増 加 率 (%)	100	225	458	894	936	1022	1065
全 国 比 (%)	(359)	(352)	(326)	(315)	(287)	(307)	(310)
人 口 (千人)	23285	24383	25778	27285	27630	27978	28297
増 加 率 (%)	100	105	111	117	119	120	122

(環境庁資料による)

達と人口の推移を示したものである。昭和30年を100とすると工業出荷額の伸びは昭和48年に1065にも達している。これは同時期の全国の伸び率1236にほぼ等しい。また、昭和48年の工業出荷額の全国比率は31%であり、わが国の工業の約1/3は瀬戸内海地区で受持っていることになる。

瀬戸内海に立地する主要産業としては、火力発電、紙、パルプ、石油精製、石油化学、製鉄などの業種がある。生産能力の全国比は、製鉄53%、火力発電36%、石油精製、石油化学33%、紙、パルプ13%であり、それぞれ、大気汚染型、水質汚濁型の基幹産業である。紙、パルプのなかでも、とくに強水質汚濁型の溶解性亜硫酸パルプの比率は22.8%と高く、このことが瀬戸内海の水質汚濁を一そう助長している。

瀬戸内海の埋立て面積は表-2に示すように、昭和48年4月現在、竣工済8873ha、工事中12892ha、計画中6378haであり、計画中のものを含めると瀬戸内海の全面積の1.29%になる。また海岸線の利用状況を見ると、人工海岸汀線は本島側(四国を含む)で41.4%であり、半自然海岸を合せると68.5%にも達し、純自然海岸は31.5%しか残っていない。瀬戸内海の全海岸線の40%を占める島地域においても純自然海岸線は66.1%であり、残りは人工および半自然海岸線である。

表－2 瀬戸内海沿岸の埋立てと海岸線の状況

瀬戸内海全海域面積		2236000ha(100)
用地埋立面積	昭和40年10月～昭和48年3月	8873ha
	昭和48年4月工事中, 計画中	19270ha
	合 計	28143ha(1.26%)
瀬戸内海海岸線	本土側(含四国)	島地域
純自然海岸汀線	1243Km(31.6%)	1705Km(66.1%)
半自然海岸汀線	1064Km(27.0%)	483Km(18.7%)
人工海岸汀線	1633Km(41.4%)	391Km(15.2%)
小 計	3940Km(100%)	2579Km(100%)
総 計	6515Km	本土側(60.4%) 島地域(39.6%)

(環境庁資料による)

4 汚濁の現況

環境庁による瀬戸内海水質汚濁総合調査結果によれば, CODの面積比率は表－3であり, 昭和47

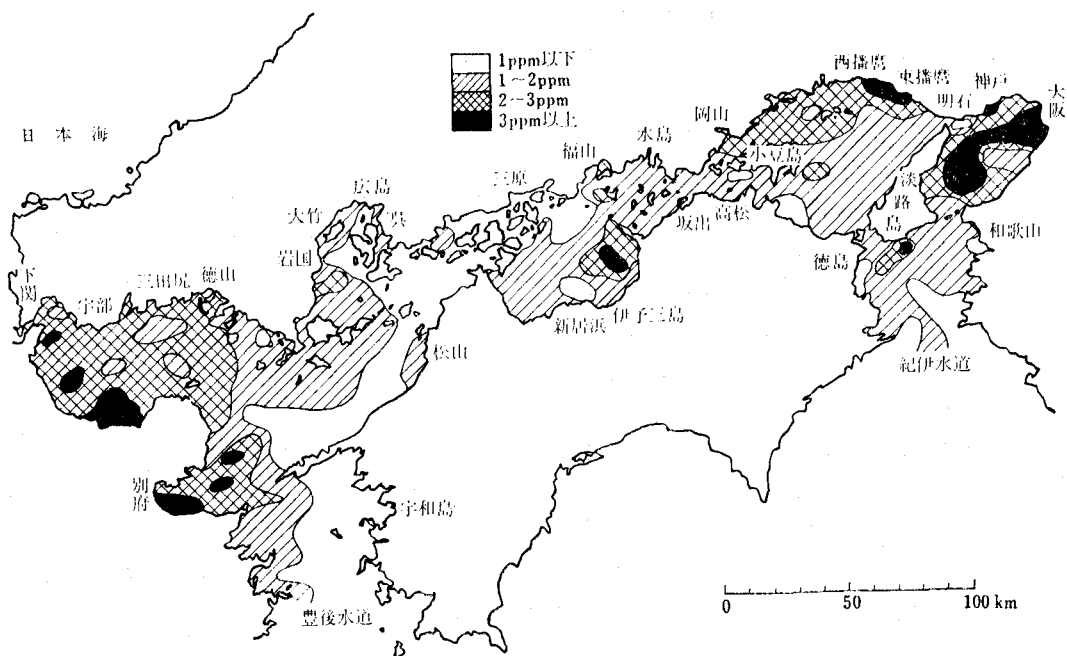
表－3 瀬戸内海のCOD値面積比率

(環境庁 単位%)

調査年月 COD	第1回 昭和47.5	第2回 47.8	第3回 47.10	第4回 48.1	47年度 平均	第5回 48.5	第6回 49.5
1.0 ppm以下	27.7	21.2	31.1	38.3	29.6	27.3	23.9
1.1～2.0 ppm	43.7	43.3	44.0	45.7	44.2	39.9	45.3
2.1～3.0 ppm	15.6	24.0	18.0	12.1	17.4	22.7	16.7
3.1 ppm	13.0	11.5	6.9	3.9	8.8	10.1	14.1

年度の平均CODは1.83 ppmとなる。地域分布の1例は図－3であり, 大阪湾北部, 播磨灘北部, 燈灘東部, 周防灘南西部および別府湾で5月の時期で3 ppm以上のCODが認められている。海域環境基準に対する適合率は, 昭和47年にはA水域(2 ppm以下)77%, B水域(2～3 ppm)82%, C水域(3～8 ppm)89%であり, 48年にはそれぞれ69%, 80%, 93%とやや改善の傾向がみられる。南西海区水産研究所の村上氏によれば, 昭和20年代までの瀬戸内海のCODは1 ppm前後と推測されており, その後の20年間に約1.8倍に増加している。有機汚濁の進行にともなって透明度が低下するが, 10 m以上の透明度は伊予灘や安芸灘の1部以外にはほとんど認められず, 4 m以下のところが周防灘, 広島湾, 燈灘, 播磨灘, 大阪湾などで増加している。

海域の富栄養化に関して, 窒素, リンなどの無機塩類や炭素源としての有機物質, あるいは微量刺激物質としてのビタミン類の存在があげられているが, 何といても主要因は窒素, リンの増加であろう。この窒素(N), リン(P)は全Nと全Pで評価するのが望ましいが, その資料は乏しく, 無機態の $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ で比較する。南西海区水産研究所の村上氏の推定では, この20年間で $\text{PO}_4\text{-P}$ は5倍から10倍に増加している。とくに播磨灘, 備讃瀬戸, 別府湾などで著しい。表－4にこれまでの資料のまとめを示す。CODも同じであるが, 全体的に東部海域の濃度が高く, 播磨



(昭和48年5月、環境庁の資料、による)

図一3 表面CODの水平分布

表一4 瀬戸内海の栄養塩濃度(瀬戸内海環境保全知事・市長会議)

	透明度 m		NH ₄ -N ppm (表層)			NO ₃ -N ppm (表層)		PO ₄ -P ppm (表層)	
	昭和25年	47年	25年	26年	47年	26年	47年	26年	47年
豊後水道	14.00 (3)	15.06 (102)	1.07 (1)	0.67 (5)	1.63 (30)	0.76 (3)	1.25 (18)	0.57 (9)	0.32 (30)
伊予灘	12.23 (11)	7.75 (121)	2.70 (5)	0.58 (20)	2.26 (99)	0.44 (6)	0.67 (81)	0.23 (47)	0.31 (99)
周防灘	6.95 (6)	5.04 (158)	3.25 (4)	5.22 (30)	1.97 (120)	1.36 (2)	2.19 (120)	0.36 (38)	0.42 (120)
広島湾	10.30 (2)	4.38 (48)	1.29 (2)	0.91 (4)	4.18 (48)	1.43 (1)	2.55 (48)	0.18 (11)	0.41 (48)
安芸灘	8.80 (2)	6.70 (44)	0.68 (2)	9.54 (6)	3.78 (52)	0.64 (1)	2.05 (28)	0.17 (12)	0.26 (52)
燧灘	2.46 (4)	5.75 (70)	0 (1)	10.75 (9)	2.71 (88)	0.46 (2)	1.09 (34)	0.25 (26)	0.31 (88)
備後瀬戸	7.58 (4)	2.46 (97)	2.71 (3)	2.36 (9)	0.82 (100)	—	2.29 (100)	0.68 (15)	0.62 (100)
播磨灘	8.33 (13)	2.60 (100)	0.33 (8)	1.26 (3)	5.11 (100)	0.31 (3)	4.33 (100)	0.24 (27)	0.69 (100)
大阪湾	6.30 (10)	4.66 (70)	0.18 (4)	—	10.67 (70)	—	7.81 (70)	0.75 (29)	0.80 (70)
紀伊水道	9.38 (13)	8.94 (109)	—	—	3.04 (86)	—	4.06 (89)	0.46 (31)	1.28 (104)
平均	8.63	6.33	1.36	3.91	3.62	0.77	2.83	0.39	0.54

() :測定回数

灘、紀伊水道、大阪湾などが高い。もっとも富栄養化の結果として赤潮の発生などのプランクトンの増殖時には、無機態のNやPはプランクトンに摂取されてかえってその濃度が低下する。また透明度の低下はプランクトンの増殖と関係が深い。

富栄養化にともなう瀬戸内海の赤潮の発生状況は図一4に示すとおりで、発生件数は昭和40年代に入って急激に伸びている。もっとも漁業被害をとまなうものは昭和45年、46年をピークに最近では減少傾向にある。難別では、大阪湾、播磨灘、燧灘、周防灘の発生件数が多く、年間50件前後となっている。

水質の悪化にともなって、汚濁物質や生物の遺骸の沈積によって底質が悪化する。演者らは西瀬戸海域の底泥について調査を進めてきたが、工場排水の影響を強く受けている三田尻湾、洞海湾、岩国海域、宇部海域などで有機物や栄養塩類についても強度の汚染がみられる。1つの例外として周防灘西南部沿岸に底泥汚染がみられる。この地域には直接の人為的な汚濁源がないが、自然汚濁として流入河川の $\text{PO}_4\text{-P}$ が高いことや停滞水域として響灘や周防灘北部からの影響を受けているためと思われる。瀬戸内海全体については環境庁や水産庁の総合調査があるが、図-5に底泥COD分布を示す。量的にはCOD $40\sim 50\text{ mg/g}$ の泥が 5万 m^3 、 $30\sim 40\text{ mg/g}$ が 102万 m^3 、 $20\sim 30\text{ mg/g}$ が 790万 m^3 存在することが推定されている。

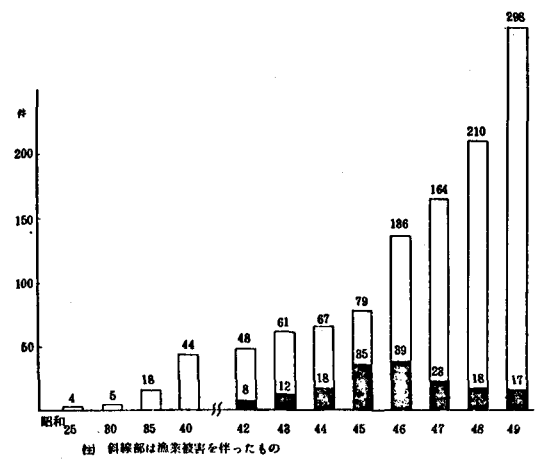


図-4 瀬戸内海における赤潮発生状況
年次別赤潮生件数 (水産庁資料)

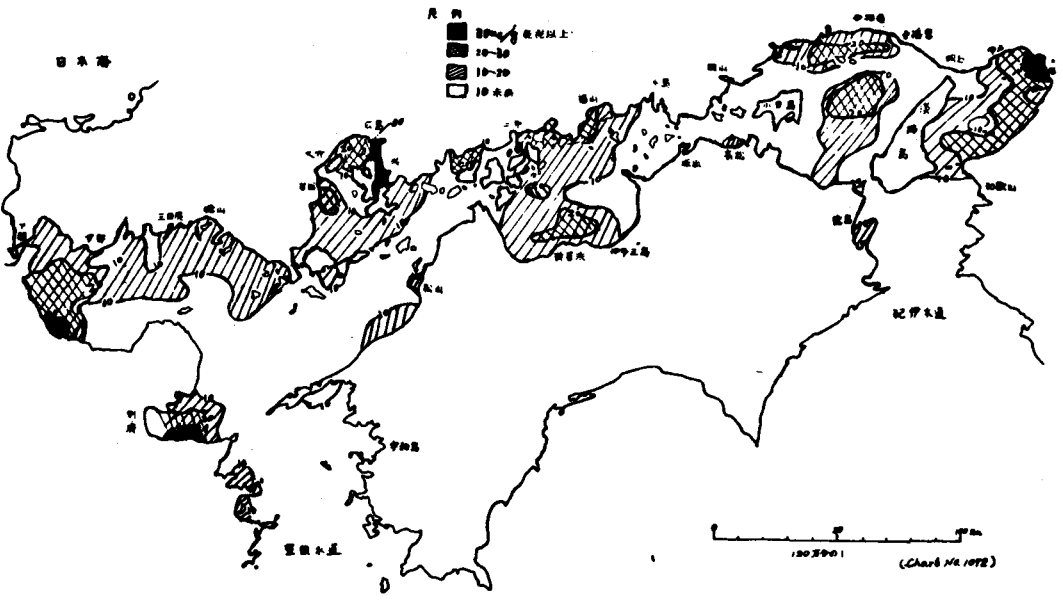


図-5 COD (mg/g 乾泥) 47年8月 (環境庁)

瀬戸内海の重金属、毒物汚染は、水銀、カドミウム、クロム、鉛、ヒ素、シアン、有機リン、PCBなどが知られている。水銀は徳山、新居浜、水島で問題となったが、環境庁の調査の結果、徳山湾の魚

介類5種に0.4 ppm 以上の総水銀が検出され、現在徳山湾の全魚種について企業による買上げが続いている。水銀汚染源はソーダ工場2社であるが、湾内に水銀汚染底泥が広がり、15 ppm 以上の水銀を含む底泥57万 m²、深さ1 mを浚渫または埋立てにより処理することになり、現在工事が進行中である。カドミウムについては、下関彦島、尼崎、東播磨などで200~300 ppmのカドミウムを含む底泥の存在が確認されたが、彦島では浚渫と埋立てにより処分が完了している。PCBは、大阪湾、播磨灘、岩国地先、別府湾などで、魚介類3 ppm 以上、底泥100 ppm以上の基準値を越えるところが発見されており、それぞれ対策がとられている。その他、底泥中にシアン、ヒ素、鉛、有機リンなども工場地域を中心として局所的に存在が確認されている。

昭和49年12月18日の三菱石油水島製油所の重油9000 kℓの流出事故は、それより東部の備讃瀬戸、播磨灘南部、鳴戸海峡に大量の重油が漂流し、漁業を中心に沿岸に大被害を与えた記憶は生々しい。南西海区水産研究所の調査によれば、表層海水の油分濃度は昭和48年夏0.1~0.3 ppmであり、底泥中にも3 mg/g 前後の油が検出されている。昭和48年度の油濁発生件数は表-5であり、瀬戸内海が全国発生件数の41.2%を占めている。

表-5 昭和48年発生件数(海上保安庁)

	大阪湾	瀬戸内海 (大阪湾を除く)	瀬戸内海(全国比%)		全 国
船舶から	157	288	445	36.7	1211
陸上から	6	33	39	40.2	97
不 明	147	217	364	48.4	752
計	310	538	848	41.2	2060

その他、藻場の減少が特長づけられている。水産庁の調査によれば、昭和40年以前のアマモ場は22615 ha、40年11174 ha、46年5574 haであり、昭和46年は40年の $\frac{1}{2}$ 、40年以前の $\frac{1}{4}$ に減少している。水域別にみれば備讃瀬戸、播磨灘、大阪湾などの東部水域で著しい。

5 汚濁流入負荷量

瀬戸内海に流入する汚濁物質量を定量的に把握しようという試みはCOD、TN、TP でなされている。汚濁物質の発生源および流入経路は図-6に示すとおりであり、その機構は複雑である。汚濁負荷量の算定にあたって、そのすべてをカバーすることは困難であるが、できるだけ精度をあげるよう努めなければならない。瀬戸内海全体について、演者らの原単位方式による計算と環境庁による総合実測調査がある。原単位方式では、生活排水、工場排水、家畜排水および農地流出(N、Pについて)が対象になっており、実測では工場排水と河川水が対象となっている。表-6に、瀬戸内海へ流入する汚濁負荷量の算定結果を示す。計算は昭和37年より43年までの期間であるが、CODは発生負荷量で示しているので、これを流入負荷量に換算すると表-7となる。一方、環境庁の総合調査結果は表-8と図-7であり、大部分の実測調査から全量を推定している。両者を比較すると表-9であり、おおよそ一致している。全体に占める工場排水の負荷量割合はCOD58~79%、TN47~57%、TP40~50%であり、CODについては工場排水が $\frac{2}{3}$ 近いと占めているが、NやPでは約 $\frac{1}{2}$ とみられる。COD、N、Pの負荷量の推移は図-8であり、生活排水ならびに工業排水の伸びが著しい。

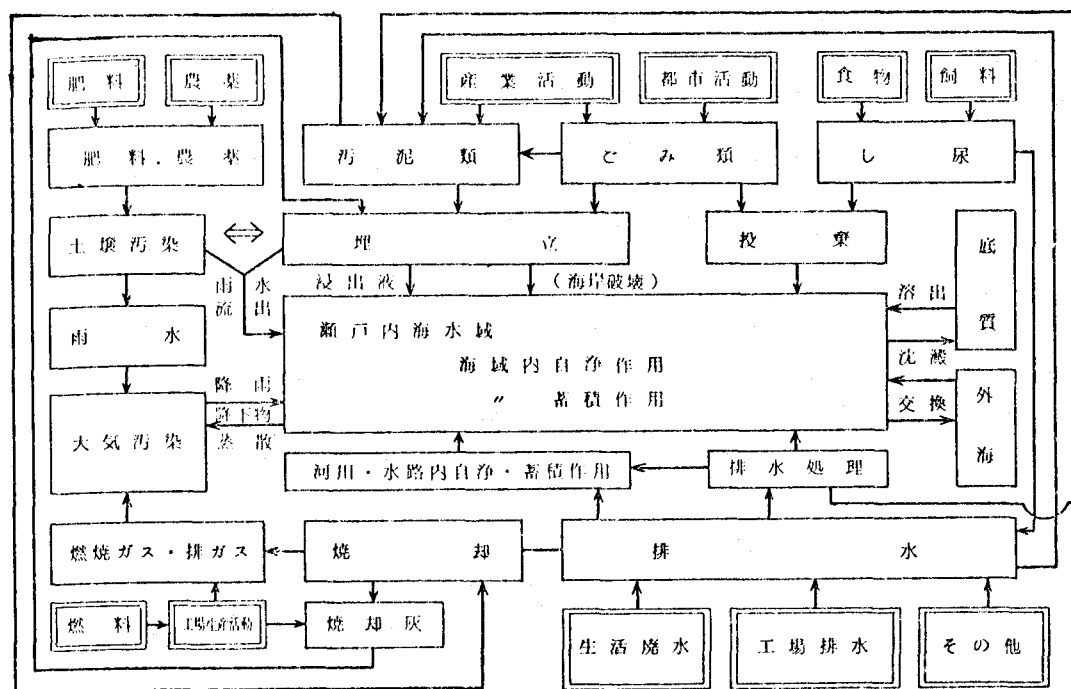


図-6 瀬戸内海水域の汚染, 汚濁経路

表-6 瀬戸内海, 海域別, 年度別汚濁負荷量計算

(中国経済連合会, 津田, 中西らによる)

1) BOD, COD, SS

(1) 37年

(トン/日)

海域別 項目	産業排水			生活廃水			家畜廃水			計		
	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS
和泉灘	294.9	262.3	282.8	158.9	80.0	143.0	0.8	0.5	2.8	454.6	342.8	428.6
播磨灘	72.0	77.0	88.3	29.1	15.0	26.2	1.1	0.7	3.9	102.2	92.7	118.4
備讃瀬戸	28.7	17.9	22.6	33.8	16.9	30.4	1.2	0.8	4.2	63.7	35.6	57.2
備後灘北	21.3	14.1	12.9	19.4	9.7	17.5	1.3	0.9	4.6	42.0	24.7	35.0
備後灘南	95.5	144.3	89.6	14.4	7.2	13.0	2.0	1.3	7.0	111.9	152.8	109.6
安芸灘	194.4	319.2	128.5	26.8	13.4	24.1	0.9	0.6	3.2	222.1	333.2	155.8
周防灘	49.6	57.6	66.2	51.6	25.8	46.4	1.8	1.2	6.3	103.0	84.6	118.9
伊予灘	41.5	33.5	36.8	19.3	9.7	17.4	1.9	1.2	6.7	62.7	44.4	60.9
計	797.9	925.9	727.7	353.3	177.7	318.0	11.0	7.2	38.7	1162.2	1110.8	1084.4

(2) 39年

(トン/日)

海 域 別 排(廃)水 項目	産 業 排 水			生 活 廃 水			家 畜 廃 水			計		
	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS
和 泉 灘	4190	3513	2934	1827	914	1644	12	08	42	6029	4435	4620
播 磨 灘	1004	1059	1206	308	154	277	14	09	49	1326	1222	1532
備讃瀬戸	374	256	348	365	183	328	17	11	60	756	450	736
備後灘北	354	239	213	213	107	191	17	11	60	584	357	464
備後灘南	1274	1928	1147	150	75	135	29	19	101	1453	2022	1383
安芸灘	2601	4205	1704	310	155	280	10	07	35	2921	4367	2019
周防灘	647	597	866	562	281	506	24	16	84	1283	894	1456
伊予灘	498	432	487	208	104	187	24	16	84	730	552	758
計	10942	12229	8905	3943	1973	3548	147	97	515	15082	14299	12968

(3) 41年

(トン/日)

海 域 別 排(廃)水 項目	産 業 排 水			生 活 廃 水			家 畜 廃 水			計		
	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS
和 泉 灘	4344	4104	3363	1465	833	1319	15	10	53	5824	4947	4735
播 磨 灘	1197	1270	1427	337	169	303	16	10	56	1550	1449	1786
備讃瀬戸	395	319	463	408	204	367	21	14	74	824	537	904
備後灘北	402	290	258	233	117	210	21	14	74	656	421	542
備後灘南	1690	2559	1523	162	81	146	39	25	137	1891	2665	1806
安芸灘	3086	4921	2001	353	177	318	11	07	39	3450	5105	2358
周防灘	759	682	990	592	296	533	30	20	105	1381	998	1628
伊予灘	630	544	605	244	122	220	30	20	105	904	686	930
計	12503	14689	10630	3794	1899	3416	183	120	643	16480	16708	14689

(4) 43年

(トン/日)

海 域 別 排(廃)水 別 項目	産業排水			生活廃水			家畜廃水			計		
	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS
和泉灘	5725	5041	5442	180.7	904	1626	18	12	63	755.0	595.7	7131
播磨灘	1486	1580	181.7	362	181	326	19	12	63	186.7	177.3	2206
備讃瀬戸	65.1	58.3	75.7	44.0	22.0	39.6	2.6	1.7	9.1	111.7	82.0	124.4
備後灘北	489	364	35.5	25.2	12.6	22.7	2.5	1.6	8.8	76.6	50.6	67.0
備後灘南	2242	3435	215.2	168	84	15.1	4.8	3.1	16.8	245.8	355.0	247.1
安芸灘	3669	5789	247.2	386	193	34.7	1.2	0.8	4.2	406.7	599.0	286.1
周防灘	1011	90.2	128.2	62.4	31.2	56.2	3.6	2.3	12.7	167.1	123.7	197.1
伊予灘	78.6	67.2	75.0	26.3	13.2	23.7	3.6	2.3	12.7	108.5	82.7	111.4
計	1605.9	1836.6	1502.7	215.2	215.2	387.2	22.0	14.2	76.9	2058.1	2066.0	1966.8

2) 窒素, リン(中西, 浮田らによる)

(1) 37年

(トン/日)

海 域 別 排(廃)水 別 項目	産業排水		生活廃水		家畜廃水		農地廃水		総計	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
和泉灘	24.44	5.114	48.46	5.061	0.10	0.048	10.23	0.140	83.28	10.363
播磨灘	7.00	0.903	8.76	0.983	0.13	0.066	18.74	0.255	34.63	2.207
備讃瀬戸	2.92	0.586	9.88	1.034	0.14	0.072	10.67	0.150	23.61	1.842
備後灘北	1.32	0.551	6.44	0.772	0.16	0.078	5.43	0.095	13.35	1.496
備後灘南	9.02	0.658	4.20	0.445	0.24	0.120	4.32	0.065	17.78	1.288
安芸灘	5.31	0.665	8.90	1.067	0.11	0.054	6.02	0.095	20.34	1.881
周防灘	11.52	1.726	16.62	1.894	0.22	0.108	9.87	0.130	38.23	3.858
伊予灘	2.41	0.264	5.69	0.594	0.23	0.114	5.20	0.070	13.53	1.042
計	63.94	10.467	108.95	11.850	1.33	0.660	70.48	1.000	244.70	23.977

(2) 39年

(トン/日)

排(廃)水 別 項目	産業排水		生活廃水		家畜廃水		農地廃水		総計	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
和泉灘	33.79	6.153	55.23	6.364	0.14	0.072	9.77	0.169	98.93	12.758
播磨灘	8.98	1.186	9.54	1.172	0.17	0.084	18.05	0.297	36.74	2.739
備讃瀬戸	4.25	0.816	10.51	1.201	0.20	0.102	10.00	0.183	24.96	2.302
備後灘北	1.90	0.542	6.79	0.891	0.20	0.102	5.38	0.119	14.27	1.654
備後灘南	11.78	0.552	4.39	0.508	0.35	0.174	4.14	0.081	20.66	1.315
安芸灘	7.99	0.888	9.90	1.269	0.12	0.060	5.91	0.121	23.92	2.338
周防灘	16.79	2.196	17.45	2.125	0.29	0.144	9.44	0.175	43.97	4.640
伊予灘	2.75	0.313	6.19	0.715	0.29	0.144	5.07	0.096	14.30	1.268
計	88.23	12.646	120.00	14.245	1.76	0.882	67.76	1.241	277.75	29.014

(3) 43年

(トン/日)

排(廃)水 別 項目	産業排水		生活廃水		家畜廃水		農地廃水		総計	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
和泉灘	70.20	7.957	71.31	10.582	0.22	0.108	10.96	0.247	152.69	18.894
播磨灘	15.03	1.674	11.57	1.969	0.23	0.114	20.14	0.463	46.97	4.220
備讃瀬戸	13.17	0.969	12.27	1.797	0.31	0.156	10.55	0.234	16.30	3.156
備後灘北	3.69	0.765	7.73	1.207	0.30	0.150	4.96	0.124	16.68	2.246
備後灘南	21.75	1.144	4.77	0.698	0.58	0.280	4.43	0.110	31.53	2.232
安芸灘	13.23	1.341	12.05	1.854	0.14	0.072	5.88	0.157	31.30	3.424
周防灘	29.49	3.146	18.81	2.808	0.43	0.216	11.45	0.272	60.18	6.442
伊予灘	5.14	0.596	7.20	1.065	0.43	0.216	6.09	0.144	18.86	2.021
計	171.70	17.592	145.71	21.980	2.64	1.312	74.46	1.751	394.51	42.635

(4) 41年

(トン/日)

排(廃)水別 灘別 項目	産業排水		生活廃水		家畜廃水		農地廃水		総計	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
和泉灘	46.08	6.578	61.41	8.143	0.18	0.090	10.28	0.204	117.95	15.015
播磨灘	11.64	1.348	10.83	1.483	0.19	0.096	19.09	0.364	41.75	3.291
備讃瀬戸	8.63	0.665	11.57	1.490	0.25	0.126	10.56	0.208	31.01	2.489
備後灘北	2.49	0.680	7.37	1.045	0.25	0.126	5.28	0.125	15.39	1.976
備後灘南	16.06	1.052	4.59	0.595	0.47	0.234	4.52	0.102	25.64	1.983
安芸灘	104.3	1.076	11.14	1.579	0.13	0.066	6.16	0.151	27.86	2.872
周防灘	234.6	2.785	18.43	2.484	0.36	0.180	10.50	0.227	52.75	5.676
伊予灘	3.90	0.446	6.86	0.896	0.36	0.180	5.74	0.119	16.86	1.641
計	122.69	14.630	132.20	17.715	2.19	1.098	72.13	1.500	329.21	34.943

(5) 44年

(トン/日)

排(廃)水別 灘別 項目	産業排水		生活廃水		家畜廃水		農地廃水		総計	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
和泉灘	83.37	8.238	76.57	11.673	0.24	0.120	10.74	0.267	170.92	20.298
播磨灘	15.93	1.778	11.88	1.885	0.25	0.126	19.57	0.499	47.63	4.288
備讃瀬戸	16.16	0.858	12.61	1.941	0.34	0.168	10.20	0.255	39.31	3.222
備後灘北	4.90	0.768	7.81	1.276	0.32	0.162	4.71	0.130	17.74	2.336
備後灘南	25.05	1.217	4.80	0.743	0.64	0.318	4.38	0.120	34.87	2.398
安芸灘	14.70	1.439	12.21	1.988	0.16	0.078	5.70	0.167	32.77	3.672
周防灘	324.6	3.163	19.00	2.992	0.47	0.234	10.73	0.276	62.66	6.665
伊予灘	5.64	0.637	7.42	1.167	0.46	0.228	5.95	0.153	19.47	2.185
計	198.21	18.098	152.30	23.665	2.88	1.434	71.98	1.867	425.37	45.064

なお流入負荷量の算定にあたって、大気汚染に関連した降雨や雨水流出による汚濁負荷も無視することとはできないが表-6では対象に入っていない。

表-7 年度別 COD 流入負荷量 (発生負荷量より推定)

	昭和30年	37年	39年	40年	41年	42年	43年	44年
COD t/日	900	910	1170	1250	1370	1530	1690	1899
環境庁推定 昭和30年860 t/日, 35年1310 t/日, 45年2740 t/日, 47年1490 t/日								

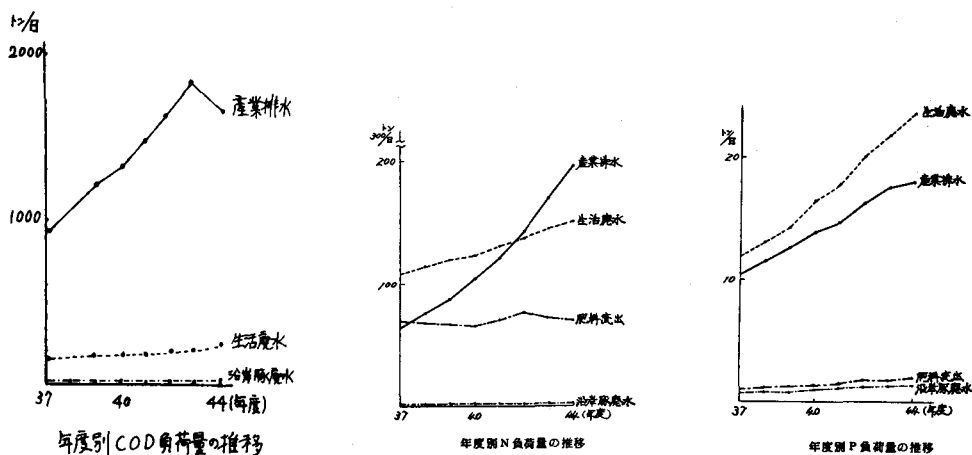
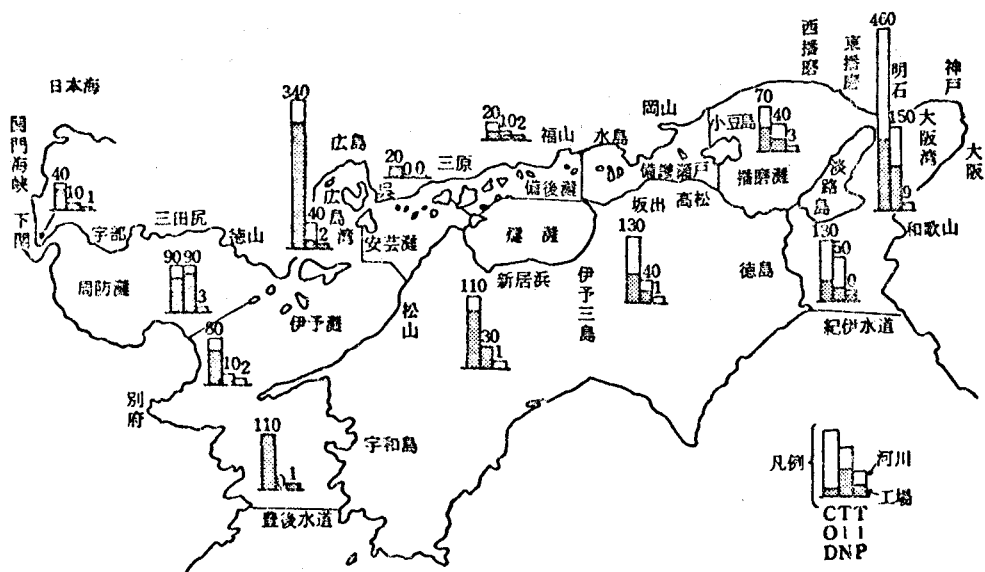
表-8 環境庁調査による海域別流入負荷量 (昭和47年)

負荷区分 海域名	COD			T N			T P		
	工場	河川	計	工場	河川	計	工場	河川	計
紀伊水道	60	70	130	20	30	50	1	2	3
大阪湾	90	370	460	70	80	150	2	7	9
播磨灘	40	30	70	20	20	40	2	1	3
備讃瀬戸	50	80	130	20	20	40	2	3	5
備後灘	10	10	20	10	2	12	1	1	2
燧灘	90	20	110	30	3	30	1	0.1	1
安芸灘	20	1	21	1	1	2	0	0.1	0.2
広島湾	310	30	340	10	30	40	1	1	2
伊予灘	50	30	80	4	10	10	1	1	2
周防灘	70	20	90	80	10	90	3	0.4	3.4
豊後水道	110	1	110	2	0	2	1	0	1
関門海峡	30	10	40	10	1	11	1	0.1	1.1
合計	930	672	1602	277	207	484	16	16.7	32.7

ただし COD については、府県別分類では、COD 総量 1700 t/日、内工場 1345 t/日、その他 355 t/日 となっている。(表-15 参照)

表-9 瀬戸内海の流入汚濁物負荷量比較

	COD (t/日)			TN (t/日)			TP (t/日)		
	工場	その他	計	工場	その他	計	工場	その他	計
原単位方式 (昭44)	1660	539	1899	198	227	425	18	27	45
環境庁総合調査 (昭47.48)	1345	355	1700	277	207	484	16	17	33



以上の算定結果は、前述のように汚濁流入源のすべてをカバーしているのではなく、今後精度をあげていく必要がある。宇部市の一小河川の実測例であるが、降雨時の流入負荷量を考慮に入れて一年間でみると、N、Pの全平均流入負荷量は平均晴天時負荷量の2.2倍以上あることが判った。したがってこのことを考慮すると河川からの実測流入負荷量はさらに増加することが見込まれる。またこの結果は原単位計算において、流達率を従来よりも大きく取る必要のあることを示唆している。さらに降雨の実測や降下ばいじんの実測結果から推定すると、瀬戸内海全域について大気からのN、P供給量は表-9の流入負荷量のNで10%、Pで0.3%でいどあることが推定される。

底泥から水域への供給量は2次汚染の範中に入っているが、溶出試験の結果より推定すると、N、Pに関

して、Nで表－9の値の10%，Pで5%でいどとなる。したがって、瀬戸内海の総流入負荷量として一応、表－10の値が推計される。

6 瀬戸内海の漁業

水質汚濁に最も影響を受けるのは漁業である。したがって瀬戸内海の汚濁も常に漁業者が歯止めになってきた。しかしながら工業出荷額に比較すると1/15～1/20という漁獲額のために、常に水産業は工業に圧迫され続け

てきた。多くの場合、漁業への圧迫は補償という形で解決され、非生産的な対策に終わっている。ところで水産庁の調査による漁業被害は、瀬戸内海全域で昭和45年61.7億円、内訳は赤潮や油濁などの突発的な被害60件、7.7億円、排水による水質悪化などの継続的なもの54億円で、全国の約半分を占めている。昭和49年は播磨灘の大規模の赤潮発生でハマチの養殖を中心にして71億円、昭和49年12月の水島の重油流出事故により160億円の被害があり、継続的な被害も昭和48年は63億円となっている。このように被害額も年々増加しているが、漁獲量自体の推移に注目してみる必要がある。

瀬戸内海の海面漁業は、戦前10～15万t/年、戦後の昭和20年代から30年代には倍増し、昭和40年代には需要の拡大や養魚飼料の増大により漁獲量も飛躍的に増大し、40万t代に達している（村上）表－11は、昭和40年以降の瀬戸内海の漁獲量の変化であり、総漁獲量そのものは増加している。表－12は、海面単位面積当りの漁獲量、漁獲額と汚濁負荷量との関係を示したものであり、富

表－10 瀬戸内海の流入汚濁負荷量（総量）

	COD	N	P
陸上よりの流入量 t/日	1850	455	39
大気由来の流入量 t/日	—	48	0.1
底泥よりの流入量 t/日	—	45	2

表－11 瀬戸内海の漁獲量の変化（中国四国農政局）

年度 漁種	昭和40年		41年	42年	43年	44年	45年	46年	47年	48年	
	魚獲量 t/年	指数	指数	指数	指数	指数	指数	指数	指数	魚獲量 t/年	指数
海面漁業計	301087	100	105	111	116	126	124	126	145	365539	121
魚類計	185783	100	106	112	124	126	130	130	136	222551	120
貝類計	57779	100	98	112	108	152	132	137	210	52439	139
水産動物計	51372	100	113	105	96	99	94	101	108	80220	102
浅海養殖業計	167731	100	115	130	146	142	120	140	164	319282	190
総計	468818	100	109	118	127	132	123	131	152	684821	146

表－12 瀬戸内海灘別の海面単位面積当りの漁獲量、漁獲額と汚濁物負荷（昭和45年）

	魚獲量 順位 t/km ² ・年	魚獲額 順位 万円/km ² ・年	COD負荷量 順位 kg/km ² ・日	N負荷量 順位 kg/km ² ・日	P負荷量 順位 kg/km ² ・日	魚価 順位 万円/t	平均水深 m
大阪湾	41.5 ①	442(267)⑦	390 ①	112 ①	13.2 ①	10.7 ⑧	27
備讃瀬戸	26.3 ②	677(513)①	91.1 ④	43.7 ②	3.58 ②	25.7 ④	14
紀伊水道	25.8 ③	555(415)③	— —	— —	— —	21.5 ⑥	—
燧灘	25.3 ④	623(473)②	160 ③	20.8 ③	1.87 ④	24.6 ⑤	21
播磨灘	23.1 ⑤	445(230)⑥	51.8 ⑤	13.9 ⑥	1.25 ⑥	19.3 ⑦	26
周防灘	18.0 ⑥	480(240)⑤	40.0 ⑥	20.2 ④	2.15 ③	26.7 ③	24
安芸灘	11.4 ⑦	509(230)④	28.9 ②	15.8 ⑤	1.77 ⑤	44.7 ①	28
伊予灘	7.6 ⑧	207(162)⑧	20.8 ⑦	4.9 ⑦	0.55 ⑦	27.2 ②	54

()は養殖業を除く海面魚獲額

表－1 3 瀬戸内海海域別魚種別減産状況（上田）

			海域名	東 部				中 部		西 部		
			魚類名	瀬 戸 内	紀 伊 道	大阪湾	播磨灘	備 瀬 戸	燧 灘	安芸灘	周防灘	伊予灘
主幹餌料生物	ブク捕食者 ラントン	表層生	カタクチイワシ	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			イカナゴ	○	○	○	○	○	○	—	○	○
	ベス捕食者 トン	底層生	小型エビ類	○	○	● ^{'66}	● ^{'64}	● ^{'60}	● ^{'66}	● ^{'66}	● ^{'66}	● ^{'66}
最高次生産者	魚類捕食者	表層生	ブリ類	○	● ^{'68}	○	○	○	○	○	—	○
			サワラ	● ^{'64}	● ^{'64}	● ^{'66}	● ^{'66}	—	—	—	—	○
		底層生活者	タチウオ	○	○	○	—	—	○	○	—	○
			エソ類	○	○	○	—	○	○	○	○	○
			アナゴ類	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	小型エビ類捕食者	中層生	クロダイ	○	● ^{'68}	○	● ^{'68}	● ^{'68}	● ^{'65}	● ^{'68}	○	○
			シログチ	● ^{'66}	○	○	○	○	—	○	○	● ^{'65}
		底層生活者	マコガレイ	—	—	○	○	○	—	○	○	○
			メイタガレイ	● ^{'69}	● ^{'69}	● ^{'69}	○	● ^{'67}	● ^{'67}	—	—	—
			その他の異体類	○	● ^{'64}	● ^{'66}	● ^{'68}	● ^{'68}	○	○	○	○

（注）○：減産のみられない魚類と灘，●：減産のみられる魚類と灘

—：漁獲量水準が50トン未満で変動が激しく判断できない魚類と灘，肩の数字は減産開始年次を示す。

栄養化の進行は総漁獲量の増大をもたらし、現状では減少していない。しかし魚価からみればこの位置は逆転し、N、P負荷量の低いところの魚価は高い傾向にあり、瀬戸内海全体で高級魚は減少している。このことを少し詳しく解析してみる。表－1 3は、上田によって示された瀬戸内海海域別魚種別減産状況であり、低級魚のカタクチイワシとイカナゴは増加しているが、底泥悪化によりまず小形エビが減少し、つづいてその捕食者であるクロダイ、メイタガレイなどが減少している。表－1 4は、演者らの解析結果であるが、魚介類を総たん白質量に換算し、さらに餌料などを除いた可食たん白質量を求め、それらの推移を示した。この結果においても、総たん白量や可食たん白量の増加と高級魚の減少、中級魚の横ばい、低級魚や養殖魚の増加を示している。富栄養化や有機性汚濁の進行にともなう漁獲変化の特性として、第Ⅰ期：高級魚の減少期、第Ⅱ期：中級魚の増加または現状維持期、第Ⅲ期：中級魚減少期、第Ⅳ期：低級魚の増加期、第Ⅴ期：低級魚の減少期に分類することができる。瀬戸内海全体でみれば、現状は第Ⅲ期から第Ⅳ期に相当すると考えられるが、灘別にみればそこにはかなりの相違がある。すなわち、伊予灘では高級魚においても増加傾向にあり、第Ⅰ期以前であるが、大阪湾では低級魚もやや減少傾向にあり、すでに第Ⅴ期に入っている。総たん白量でみれば、大阪湾や播磨灘では減少傾向にある

表-14 瀬戸内海における質別たん白質生産量の推移

(単位 t/年)

年代 たん白質量 (t/年)	A 工業化以前 昭33年	B 工業化前期 前半 昭38, 39年	C 工業化前期 後半 昭39~ 41年	D 工業化後期 前半 昭42~ 44年	E 工業化後期 後半 昭44~ 46年	F 水質規制前 期 昭47, 48年
総たん白質量	31521	36531	41292	49868	53360	54850
(高級魚)	1690	1322	1225	1209	1216	1148
(中級魚)	13654	15127	15933	15709	15030	15054
(低級魚)	15268	14891	18537	25168	28754	27227
(貝,藻類)	909	1787	1827	2551	3020	3795
(養殖)	—	3404	3770	5231	5340	7626
可食総たん白質	20638	27245	29785	32812	32865	38938
(低級魚)	4385	5605	7030	8112	8259	11315

備考 1) 低級魚(100円/kg)以下のうちかたくちいわしやいかなごの大部分は、はまちなどの餌料として利用される。餌料分は可食たん白質より削除。

2) しらすは中級魚(100~300円/kg)であるが、魚類分類上低級魚とした。

3) 可食たん白質は一部の低級魚とその他の漁種。

4) 養殖(はまち、くるまえば、のりなど)

が、他の水域では増加を示している。

つぎにわが国の漁業における瀬戸内海の役割である。わが国の1人1日当りのたん白摂取量は昭和48年77.8gであり、そのうち、魚介類は18.4g、23.7%を占めている。昭和45年におけるわが国の総漁獲量は931.5万t、200海里の経済水域が設定された場合には650万t(69.8%)に減少するといわれている。沿岸漁業の占める割合は、昭和45年20.3%、48年17.0%であるが、経済水域設定後には25~30%にその比率が増すものと考えられる。沿岸漁業における瀬戸内海の割合は約30%であり、全漁獲量に対して6.1%である。可食たん白質量で比較すると全漁獲量の5.6%となり、量的にはそれほど大きくない。しかしながら1) 高級魚を求める消費傾向、2) 大消費地に近い、3) 操業がしやすい、4) 鮮度の良い魚が供給できる、などの立地条件の良さ、あるいは種類が多い(約600種)、面積が小さい割合に生産性が高い、クロダイ、ボラ、サワラなどの漁獲量は全国の約5割を占めているといった豊かな生産性を考えると、瀬戸内海は高級魚、あるいは中級魚の漁獲量の増大に価値を求めていくことが水産面での要望であろう。

浅海養殖において異常に増加したのはのりの養殖である。昭和40年における板ノリ生産量は48,339枚であったが、昭和48年は264,339枚であり、5.47倍の増加である。こののり養殖の増加は養殖努力や技術の向上もさることながら、最も大きい要因は富栄養化の進行である。赤潮の発生が富栄養化のバロメーターであると同様に、のり養殖もまた富栄養化のバロメーターである。したがって富栄養の進行をくい止め、赤潮の発生を制御し、瀬戸内海を高級魚や中級魚の生産の場にもどすとき、のり養殖の後退もあるていど覚悟しておかねばならない。

7 瀬戸内海の水質規制

瀬戸内海に係る水質規制は、公害対策基本法に基づく水質環境基準の設定や公害防止計画の策定、水質汚濁防止法に基づく工場や事業所よりの汚水排出規制、府県の上乗せ規制、市町村レベルでの公害防止協定、などの一般規制に加えて、瀬戸内海環境保全臨時措置法がある。

瀬戸内海地域の公害防止計画策定区域は図－９であり、沿岸の主要汚濁地域はほとんどこの計画策定区域に入っている。

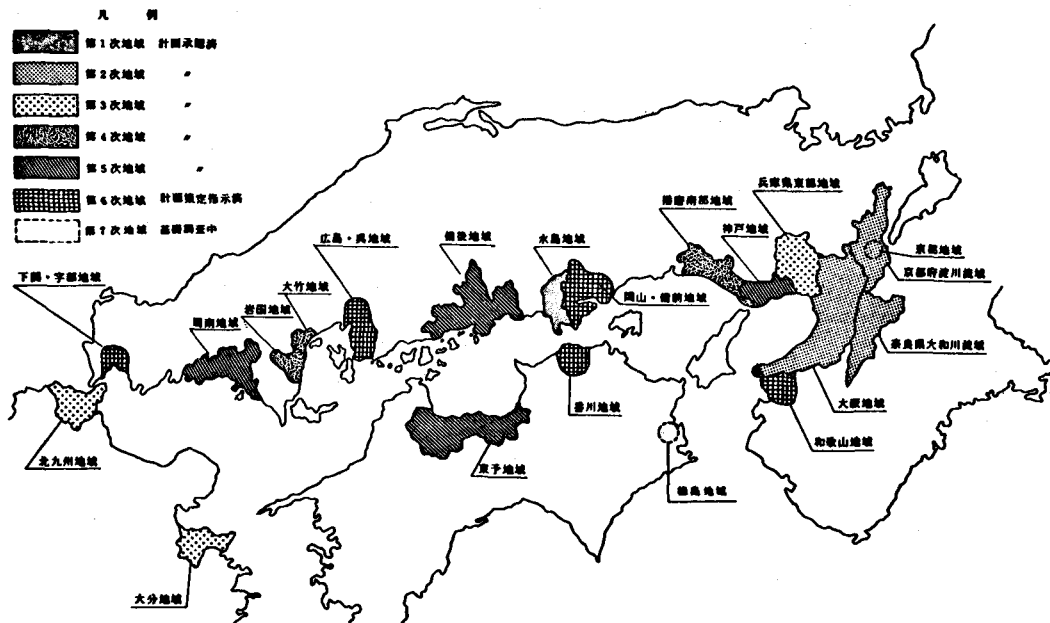


図-9 公害防止計画策定地域図(瀬戸内海関係) (49.6.4現在)

瀬戸内海環境保全臨時措置法は、昭和51年11月1日までの3年間の時限立法であるが、53年11月まで2年間延長された。この法律で瀬戸内海の環境保全に関する基本計画の策定を義務付けている。ところでこの法律の要点はつぎのとおりである。

1) CODの総量規制であり、昭和47年当時の産業排水によるCOD負荷量の $\frac{1}{2}$ 削減を目標に、表-15に示すように関係府県ごとにCOD負荷量の総量を割当てている。

2) 埋立てについての特別の配慮であり、瀬戸内海の埋立ては厳に抑制すべきであるという基本方針のもとに、埋立ての免許または承認にあたって、つぎの事項に十分配慮することとなっている。①海域環境保全上の見地より、水質汚濁の度合が軽微であること、②自然環境保全の見地より、生物生態や自然景観への影響が軽微であること、③水産資源保全上の影響が軽微であること、④水産資源保護水面、自然公園法、自然環境保全法、鳥獣保護法、文化財保護法などの特別地区や藻場等ひき網漁禁止区域での埋立ては極力さけること、⑤図－10に示す海域汚濁度、滞留度およびCOD流入負荷量の総合評価が瀬戸内海の平均値を越える海域の埋立てはできるだけさけること。

3) 特定施設の設置または変更許可にあたって、周辺公共水域について事前評価を行ない、現況の水質把握と将来水質の予測を行なうこと。

表－１５ 瀬戸内海関係 COD汚濁負荷量の昭和４７年現状と割当て量

(環境庁調べ)

府県名	４７年負荷量(t / 日) (含 家 庭)	削減率(%)	割 当 て 負 荷 量 (t / 日) (含 家 庭)
大 阪	149 (277)	50.3	74 (202)
兵 庫	131 (204)	50.4	65 (138)
和 歌 山	60 (70)	31.7	41 (51)
岡 山	122 (143)	45.9	66 (87)
広 島	100 (129)	44.0	56 (85)
山 口	358 (380)	64.5	127 (149)
徳 島	62 (70)	33.9	41 (49)
香 川	19 (28)	5.3	18 (27)
愛 媛	124 (142)	35.5	80 (98)
福 岡	75 (96)	34.7	49 (70)
大 分	145 (161)	61.4	56 (72)
計	1,345 (1,700)	50.0	673 (1,028)

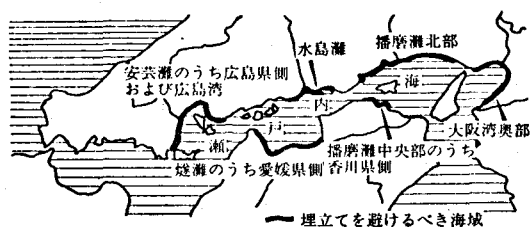
COD負荷量割当基準

- 1 主要業種毎に關係１１府県で既に定められている上乘せ基準値のうち、最も厳しい値を各府県共通に採用積算した。
- 2 汚濁が著しい海域に面し、工業集積度１人当りの県民所得の極めて高い關係府県の１による積算値が４７年発生負荷量の半分以上となる場合はこれを５０％に削減した。
- 3 昭和４７年の汚濁負荷量の５０％の量すなわち６７３トンと１および２により計算した負荷量との差は１人当りの県民所得額等と勘案して配分した。

８ 水質汚濁防止上の問題点と対策

以上述べてきたように、瀬戸内海の自然社会的背景、汚濁の現況と要因、漁業問題、および水質規制の概要は把握できたが、未解決の多くの問題をかかえている。それらはつぎのとおりである。

- 1) COD水域環境基準と汚濁源との關係
- 2) COD総量規制と今後の対策
- 3) 富栄養化の環境基準の設定とその対策
- 4) 海水の交流と水質汚濁との關係
- 5) 埋立ての問題
- 6) 災害安全対策
- 7) 瀬戸内海の工業開発の将来
- 8) 瀬戸内海漁業の将来



図－１０ 埋立て規制

これらの問題点をふまえて以下の課題について述べる。

8.1 COD内部生産量

水域へのCODの流入負荷量に季節変動があまりないにもかかわらず、水域でのCODの季節変化の著しいことが知られている。その原因としてN、Pをベースにしたプランクトンの増殖とその結果に基づくプランクトン由来のCOD増加が考えられる。演者らはこの現象を解析して定量化を試みた。基本的な前提条件として各測定の間年のCOD最小値が陸地からの流入負荷量に対応するものとして、それ以上の増加分はプランクトン由来のCOD内部生産によるものとした。このCOD内部生産量とその水域におけるN、P濃度から計算できるプランクトン最大生産量のCOD換算値との比が、N、PのCOD変換率であり、陸地よりのN、P流入負荷量とCOD内部生産量との関係は式1で示される。

$$\begin{aligned} C_N &= (19.7/1.78) \alpha_N \beta_N N, \\ C_P &= (143/1.78) \alpha_P \beta_P P \end{aligned} \quad (1)$$

C_N, C_P : それぞれN、Pを基礎としてプランクトンの生産を通しての水域でのCOD内部生産負荷量 t/日

α_N, α_P : それぞれN、PのCOD変換率

β_N, β_P : 流入N、Pのプランクトン生産域(表層)に流入する割合

N、P 1 g はそれぞれプランクトンの生産を通してTOD 19.7 g と 143 g に変換する。

(TOD/COD) = 1.78

瀬戸内海平均の α_N, α_P はそれぞれ0.25, 0.40であり、 β は海域へ淡水が流入する場合に1と考えると、瀬戸内海のCOD内部生産量などの関係は表-16にまとめられる。

表-16 瀬戸内海のCOD関係諸量

平均COD濃度 1.8 ppm, 内部生産COD濃度 平均1.27 ppm, 最高2.4 ppm

COD現存量 平均478000 t, 最高900000 t

流入COD負荷量 1700 t/日, 内部生産COD負荷量 1250 t/日, 計2950 t/日

すなわち、瀬戸内海の平均COD 1.8 ppmのうち、約70%にあたる1.27 ppmがプランクトン由来のCODである。また流入COD負荷量1700 t/日に加えて、その74%当る1250 t/日のCOD内部生産量がある。またプランクトンの基礎生産量から換算して冬期でも生産があるので、COD内部生産量は5600 t/日にも達するという計算結果もある。このように内部生産量はCOD流入負荷量に匹敵するような大きな値であるので、CODの流入負荷量と水域濃度との関係を求める汚濁計算においてこのことを無視すると計算自体に意味がなくなる。したがって従来の汚濁計算はこの面から見直されねばならない。

8.2 COD総量規制と対策

瀬戸内海は、他の水域に先がけてCOD総量規制が行なわれている。しかしその総量枠は環境基準や環境容量から決められたものではない。もっとも環境容量を合理的に決めることは、COD内部生産などの関係もあり非常に困難である。CODの中味を考えると、総量枠にとらわれることなく発生負荷量の絶対量を減らすことが先決である。そのためには地域全体の負荷量削減のための最も経済的な方法を見い出す必要があり、今後は個々の発生源の費用分析、経済的な削減負荷配分、費用負担の問題に正

面から取り組む必要がある。

8.3 富栄養化の問題点

赤潮の発生に代表される瀬戸内海の富栄養化問題は、N、Pの規制をめぐって議論されている。統計上にあらわれた赤潮被害は昭和47年の71億円をピークに48年35万円、49年7000万円、50年前半5600万円である。一方、漁獲量からみれば前述したように、たん白総生産量は頭打ちの傾向をみせているものの全般的に以前に比較して高い水準を維持している。魚種的にみれば高級魚の減少と低級魚とのり養殖の増加である。わが国の総魚類たん白生産量に対する瀬戸内海の占める5～6%という割合とその重要性、瀬戸内海のわが国工業経済に占める全国比31%という地位、紺べきの海に代表される清澄度への要求と富栄養化度と漁獲最大量といった様々の要素を勘案して富栄養化に対する瀬戸内海の目標設定を何処におくかということを決めねばならない。表-17は、富栄養化の環境基準に対す

表-17 富栄養化物質に関する水質環境基準（中西私案）

湖 沼	海 域	全窒素 ppm	全リン ppm	AGP ppm
AA自然環境、水道1級、水産1級	A水産1級	0.10	0.01	2.0
A水道2、3級、水産2級	B水産2級	0.20	0.02	4.0
B水産3級、工業用水1級、農業用水	B水産3級	0.40	0.04	10.0
C工業用水2級、環境保全	C環境保全	1.00	0.10	25.0

AGP 藻類培養試験による藻類増殖濃度

る一私案であるが、他の環境基準と同様に瀬戸内海全体に均一の基準を適用するのではなく、水域別に目的に応じて水質基準を変える必要がある。この場合、全体としての目標は漁業面からみた基準に重点をおくべきであろう。瀬戸内海の漁業の将来はやはり漁業価値の高い高級魚の養殖事業を主体に考えるべきであろう。

富栄養化の基準設定もその面からの考えが主体となる。高級魚の餌料や加工食品原料として、低級魚の生産量を増加させることもまた必要であるから、全体としての富栄養化に対する目標値は現状よりやや規制を加えた線に落ちつくのではなかろうか。

8.4 海水の交流と水質汚濁

本題は、第29回の土木学会年次学術講演会研究討論会でのシンポジウムの議題であり、その内容は岩垣教授によって土木学会誌 Annual '75にまとめられている。要するに瀬戸内海をよく理解することが必要であり、流れの仕組みについて今後十分に検討していかなければならない。この点に関して、通産省の中国工業技術試験所に昭和48年5月に完成した瀬戸内海大型水理模型による研究が期待されている。本四架橋などの各種開発計画に対する水質環境事前評価の精度をあげる意味からもその機構解明がとくに重要である。

大型水理模型の内容については既に十分御承知のことと思うので改めて述べる必要はないが、水平縮尺1/2000、鉛直縮尺1/159の世界一の規模の潮汐水理模型であり、1) 排水の拡散および海洋現象に関する研究、2) 内海の海水交換に関する研究、3) 海水が滞留しやすい水域の把握、4) 埋立て地および海中工作物の構築による潮流の変化と水質に与える影響、5) コンビナート前面海域の汚濁予測、6) 広域汚濁に関する研究などに今後期待が寄せられている。

8.5 埋立ての問題

先に述べたように瀬戸内海の埋立てに関する行政上の基本方針が示されているが、埋立てに対する強い規制を望む声もあれば、反対に埋立てに関する強い要望のあることも事実である。埋立ての問題は瀬戸内海の今後の発展に関する基本方針のなかで考えるべき問題であるが、必要最小限度の埋立てはやもうえないであろう。ただしこの場合、埋立てに対するマイナス面は少なくとも零にするという対策が織り込まれていなければならない。それは埋立てそのもの、埋立て工事期間中のもの、埋立て後の立地施設によるものに分類して考えられる。有害底泥の処分に関して埋立て、浚せつに関する無公害型の工法についての最近の進歩や埋立て地に立地した施設よりの汚濁物排出規制などにより、従来の埋立てが与えてきたマイナス面は現状ではかなり改善されてきている。今後もこの努力を続けていく必要があるが、さらに潮の流れを停滞させないような埋立てを検討していかなければならない。自然環境保全の立場から、また水産資源保護の立場からどうしてもマイナスになる面は補完的な対策によってカバーすることが必要であろう。たとえば最近話題になっている人工なぎさの建設は海岸工学上の直接の課題としてとくに関心を向ける必要がある。また失れた浅海漁場を取りもどすための養殖事業の振興なども埋立て工事と抱き合せて考えることも必要である。そうした施策を合せて考えるとき、埋立てのマイナス面をカバーすることはそれほど困難なことではないと思う。

8.6 災害安全対策

水島の重油流出事故のように一度大きな災害が起れば、それまでの努力を積み上げてきた公害防止対策そのものが、一挙に消し飛んでしまうような大きな被害になり得る。このため、事故は絶対に起さないように2重、3重の安全策を取らねばならない。徳山の出光石油化学の爆発火災事故や水島の三菱石油タンク破壊事故の教訓を十分に生かして今後の災害にそなえなければならない。ただし一度災害があったからといって施設そのものの存在を一切否定するといった考えは行き過ぎであろう。

8.7 瀬戸内海の将来計画

瀬戸内海の美しい自然環境、沿岸漁業、栽培漁業センターとしての瀬戸内海、豊かな経済を支える工業立国としてのわが国の位置とその工業基盤としての瀬戸内海の役割、これら何れもそれぞれに十分な意義と価値がある。やはり基本的には3者それぞれの共存共栄を計ることが必要である。高度成長期の瀬戸内海の開発はあまりにも工業に片寄り過ぎていた。いや片寄り過ぎていたというよりも、工業発達の歪としての公害の発生や環境破壊が大き過ぎたということである。ただし工業開発そのものを否定するものではなく、工業化がもたらした公害や環境破壊を否定するものである。こういった意味で、無公害型の技術開発が今後の工業化を進める場合には至上命令となる。どうしても公害や環境破壊を皆無に出来ない部分があるならば、その部分は先に述べた補完的な施策を含めて全体として無公害型であるよう努力がなされなければならない。そうした場合にそれぞれの共存が計れよう。国際的にみても瀬戸内海の環境保全は注目されている。この困難な問題の解決に国民の全英知を集めることが要求されている。

9 むすび

瀬戸内海の水質汚濁問題は、単に汚濁発生源や汚濁機構の解明にとどまらず、瀬戸内海の基本計画、将来計画にかかわる重大問題である。この意味においてあらゆる角度からそれぞれの専門分野の知恵をしばって取り組まねばならない。基本的には美しい自然環境も、漁業の繁栄も、工業の発達もある調和のとれた瀬戸内海であるべきであり、そのため当面、無公害型の技術開発に全勢力を注ぐべきである。

参 考 文 献

- 1 瀬戸内海環境保全知事，市長会議；瀬戸内海の概況 昭50.7
- 2 " 瀬戸内海関係法令集 昭49.7
- 3 " 瀬戸内海の赤潮 昭48
- 4 環境庁：瀬戸内海水質汚濁総合調査結果について（第1回～5回） 昭48.12
- 5 " 瀬戸内海説明資料
- 6 " 瀬戸内海関係資料 昭50.12
- 7 " 瀬戸内海環境保全基本計画関連資料 昭50.9
- 8 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；瀬戸内海海域汚染の現状と今後の
課題 昭47.2
- 9 " " ；瀬戸内海海域の汚染負荷解析
昭47.2
- 10 国立国会図書館；瀬戸内海における環境破壊に関する諸問題 昭47
- 11 津田覚編；環境科学ライブラリー11 瀬戸内海，大日本図書 昭49.11
- 12 中，四国地区国立大学共同研究グループ；瀬戸内海環境改善の基礎的研究 昭50.5
- 13 村上彰男；海洋環境汚染に関する地域別調査研究の現状と問題点，瀬戸内海，日本海洋学会誌特集
号 昭50.10
- 14 中西弘，浮田正夫，宇野良治；海域におけるCOD生産量について，用水と廃水17，（6），43
昭50.6
- 15 金野仁；瀬戸内海の浄化計画
- 16 岩垣雄一，樋口明生，中西弘，土屋昭彦；海水の交流と水質汚濁，土木学会誌 Annual'75 25
- 17 中西弘；環境における富栄養化物質の制御，第12回衛生工学研究討論会論文集，（土木学会）
169，昭51.1
- 18 土木学会水質小委員会；水質変化予測基本調査報告書 昭50.3
- 19 浮田正夫，中西弘，他；富栄養化の原因と対策，そのⅠ，そのⅡ，公害と対策8，（5），（6）
昭47.5，6.