

第2表 伊勢湾(三重県側)赤潮発生経過

月 日	海 域	出 現 種	被害 状況	備 考
9-19	松阪市東黒部~多気郡 明和町地先	—	魚類大量斃死	
9-23~24	三重郡楠町~鳥羽市沖 まで60Km巾2Km	Gymno. Cos. rorocentrum		海面茶かつ色
9-25	木曾三川河口(奥名市)		貝類大量斃死	
10-1	鈴鹿市~安芸郡河芸町		シラス	
	伊勢市東豊浜~東大淀 地先		アサリ大量死	
	鈴鹿市北長大~津市南 部		魚類大量死	

4 瀬戸内海の海洋汚染と水産海洋

村上 彰 男(南西海区水産研究所)

1 は し が き

瀬戸内海の汚染は日を追って増大し、今や全く昔日の面影が失われようとしている。四国沖の黒潮の分派は一つは豊後水道をへて、他は紀伊水道をへて瀬戸内海に入りそれぞれ東・西進し中央部の備後灘で離合する。下関海峡からは日本海の水が出入するが、その影響範囲は周防灘西部に限られる。2次湾として大阪湾東部・広島湾・燧灘などの湾入部があるほか大小2,000の島があり各処に鳴門・明石・来島などの海峡部をつくっている。また淀川・吉野川・太田川を始めとする河川が流入し河口海域を形成している。このように瀬戸内海は一方通行の水路ではないため、全体としての水の置換は良好とはいえず、また停滞区・急潮区・河口区などさまざまな流動区域をふくんでいるために、流入した汚染負荷は局部的にさまざまな分散域をかたちづくりながら徐々に外洋水と交換している。一方有機性の非溶存物質は海底に沈積し分解して2次汚染の原因となる。また重金属などは種々の生物相に蓄積され食物連鎖などにより転位してゆく。元来海域は汚染負荷に対し混合・分解などの自浄作用をもっているが、瀬戸内海の汚染が近年目に見え

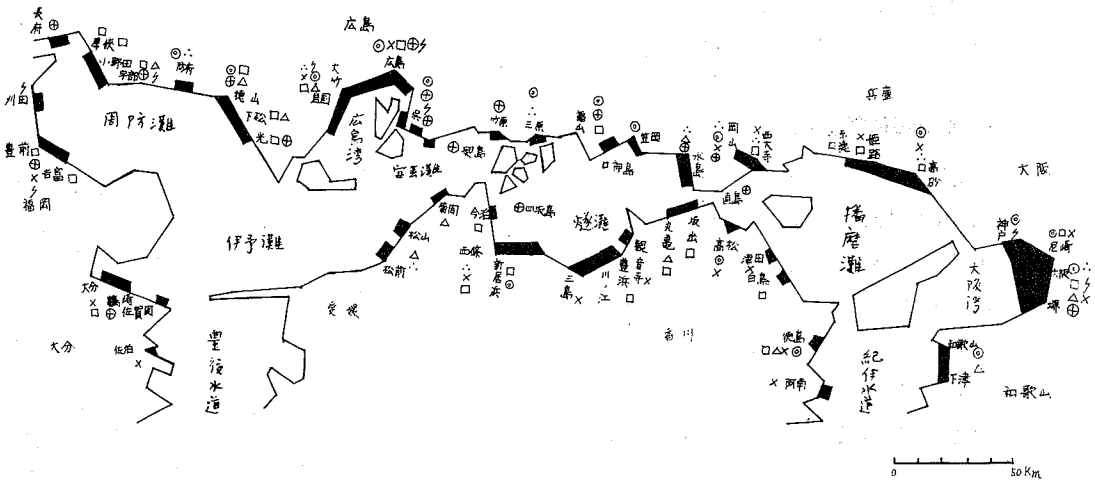
て進行しつつあることは、負荷が自浄力を上廻り受容限界を突破したものと考えられ、外洋との置換の弱い瀬戸内海としては正に重大な危機に立たされているといえよう。

2 汚 染 状 況

昭和44年には汚染水域は58ヶ処、汚染源は2,160で、このうち55%が産業廃水である。産業廃水としては金属工業が最も多くて404、以下化学工業218・繊維工業190となっている¹⁾。主な汚染源をあげると次のようである。

- 1) 生活廃水 沿岸人口1,600万人のうち大阪湾沿岸に1,000万人が生活している。以下各地の臨海工業地帯に50万人程度づゝ密集している。瀬戸内海へのBOD負荷量は2,500 ton/dayとされているが¹⁾、1,600万人の生活廃水はし尿投棄をふくめるとこの4割程度をしめることになる。
- 2) 産業廃水 紙パルプ廃水が排水量(10~20万ton/day)、色(茶褐色)、臭、泡、パルプかすなどの点で最も早くから問題となり、現在でも燧灘南岸の三島・川の江地区は田子の浦とならんでヘドロ騒ぎをおこしている。また製油排水による油臭魚やメッキ排水によるシアン・クロム・ガス排水のフェノール、油化排水の有機溶剤などの毒性や、食品・醸造排水による有機汚染、化学工場などによるNやPなども問題とされている。また農業や家畜し尿による汚染のほか、最近ではカドミウム等の重金属汚染も現われている。
- 3) 廃油 船舶事故によるものが多いが、このほか油性汚水や廃油の投棄、沿岸貯油タンクの事故などもある。局地的には小型船舶のビルジなどによる海面・海底の汚染も問題をおこしている。表面にうかんだ油は岸辺に漂着したり、岸壁や魚貝に付着するが、懸濁しているものもやがては酸化して海底に沈み底生生物への着臭の原因となる。油流出対策として乳化剤や酸化剤を撒布して処理することが多いが、処理剤そのものの有害性とか、乳化したものが再び集合したりして2次汚染を引きおこす場合がある。従ってフェンスなどでかこって油膜を吸引し油水分離することがのぞましい。
- 4) 廃棄物 国民総生産額の増大に伴い昭和60年には廃棄物総量は200万トンを超えると予想されているが、このうち1割程度をしめる可燃物を除いては何等かの経路をへて海域に入ることが考えられる。浮遊固形物の漂流、海岸・海底への堆積、汚泥の沈積などは問題をおこしやすい。とくに近年激増しているビニール・プラスチックなどの合成物質は半永久的に分解しないため海底をおおい底生生物の生活をさまたげる他、バクテリアの分解作用を阻止して海域の自浄能力を低下させる。瀬戸内海では現在日量1,500klのし尿を11ヶ処で海洋投棄しているが、中でも広島湾中部ではその $\frac{1}{3}$ を投棄している。これは一般の有機排水と同様溶存物質による水質汚染のほか固形物沈積による底質汚染が問題であり、とくに泥から水への栄養塩類の溶出ということを考えると海域の富栄養化の有力な根源といえよう。一般に投棄指定海域は沖合部にあるため、汚染度の軽い海域に直接大きな汚染負荷を与えることになり、瀬戸内海のように外洋との交換の弱い海域では極めて問題の大きいことといえよう。

5) 海洋工事 埋立・干拓などによる漁場の消滅とか、これらの工事や浚渫・掘削などの場合の土砂流出による濁りが問題である。最近10年間に埋立てられた面積は小豆島を上廻る18,600haに達している。沿岸の稚仔魚の成育地や増養殖適地が消失することは生物生産に大きな影響を与えることになる。泥土流失、とくに陸泥などの微粒子は沈降がきわめておそいため、海域では流れて運ばれて混濁域を拡大し、また汚染の進んだ泥を流出させると化学的汚染因子をまきちらすことになる。



第1図 瀬戸内海汚染地図

- | | | | |
|----------|-----------|--------|-------|
| □汚染水域 | ⊕鉄、金属、メッキ | △製油、油化 | □化学染料 |
| ◎下水食品、醸造 | ×紙、パルプ | ・化繊 | 電力、ガス |

第1図に瀬戸内海の汚染地図を示す。

最も汚染の進んでいる処は大坂湾東部で、ついで広島湾北部・燧灘東部などの停滞区や周防灘・橋樫灘北岸・別府湾などがある。また局所的に汚染の進んだ処としては下津・水島・福山・佐伯・松山・徳島などがあり、更に坂出・丸亀のように臨海工業地帯の建設にともなう汚染増大の予想される処もある。この他直島・四阪島・契島といった島嶼周辺も製錬による金属汚染が憂慮されている。

3 赤 潮

かつては瀬戸内海では各地にみられるNoctiluca赤潮を除いては大坂湾奥部に恒常的にDiatomを主とする赤潮がみられたにすぎなかった。しかるに10年程前から徳山湾にProtozoa赤潮が頻発するようになり、年を追って水産物の被害が増加してきた。以来広島湾奥・燧灘西条沖・橋樫湾・佐伯湾などにも出現し、遂に本年は山口、広島、岡山、愛媛、大分各県沿岸にわたりProtozoa赤潮が広範囲に発生した。中でも8~9月に山口、広島県下で大発生

した *Euglena* 赤潮は折からの台風の影響と相まって養殖ハマチなどに大被害を与え、世間の注目を浴びるようになった。昭和42~44年にわたり徳山湾を中心に行われた研究によると黄緑色鞭藻類の *Olithodiscus* の培養実験では、数百 $\mu\text{g-atm/L}$ のNとそれにひつてきするPをふくむ培地で最高濃度の増殖がえられている²⁾。かゝる内海性赤潮の大規模発生水域はいづれも陸上からの有機汚染負荷と、海底よりの2次溶出により富栄養化された水域である。内海性赤潮の発生要因としては過度のN・Pの存在、適度な水の停滞性、増殖刺激物質の存在などが考えられている。また大発生する赤潮生物も近年はいわゆる汚水性のものにうつりつゝある。かゝることから考えて汚染負荷の軽減と底質汚染の回復が緊急のことと思われる。この意味においても内海におけるし尿投棄は厳に控へしむべきであろう。

4 生物相に対する影響

瀬戸内海における海域別漁獲統計の変遷をみると、総計では1962年を基準にした場合以後6年間で量として約1.5倍、額として約2倍となっている。これは主として浅海養殖等の伸びに依存している。漁船漁業では生産量の半を占めるカタクチイワシ、イカナゴなどのいわゆる低価格魚がふえているのに対し、マダイ・クルマエビ・ブリ・カレイといった中高級魚は伸びをやんでいる。とくに海域別に見た場合、汚染度の最も大きいと思われる大阪湾(大阪)では、漁船漁業総量でも10年間に $\frac{4}{5}$ に低下し、ほとんどすべての魚種が減少している。この他前述の汚染水域を中心とした播磨灘(兵庫)、燧灘(愛媛・香川)・周防灘(山口)などでも中高級魚の減少がみられる。これに対し最も汚染度の低いとみられる伊予灘(愛媛)では、総量及び各魚種とも順調に増加しており、海域汚染と資源生物の消長との関連をうかがうことができる。底生生物相は汚染が進むにつれて種類数の減少、多毛類の編組比率の増加、汚染に強いといわれる多毛類の *Capitella* などの分布密度の増大、更に進むと無生物域の出現などの変遷をしめすが、大阪湾奥沿岸部ではこのことが如実に示されている³⁾。このほか各地沿岸での藻場の消失・衰退、広島湾奥におけるカサネカンザシの養殖カキへの大量付着、ノリ種網における藍藻類の附着など海域汚染に関係すると思われる生物相の変化がいたる処にみられている。

5 おまわり

以上瀬戸内海における汚染の現況と進行状況とを水産生物を中心とした生物相に対する影響の面から説明した。冒頭にのべたように海域汚染の進行は一たび顕在化すると加速度的にその影響が目につくようになるものであるが、これらの事例からみても瀬戸内海の現状はまことに憂慮にたえぬものといわねばなるまい。海域汚染の影響は単に漁業に対するものだけにとどまらず、生物相・非生物相をふくめて海中の物質循環系を破かいし、海洋生産力衰退にも連なるものである。空・陸・海をあげて環境汚染が進行し、地球自体の物質代謝が重大な影響をうけようとしている今日、海域汚染は単に公害といった面からのみでなく、一步をすすめて人類社会の危機としてとらえる必要にせまられていると考えなくてはなるまい。

参 考 文 献

- 1) 瀬戸内海水産開発協議会：公害にさらされる瀬戸内海の漁業（1970）
- 2) 科学技術庁研究調整局：内海水域の赤潮に関する総合研究（1969）
- 3) 城、林、三好：大阪湾の水質、底質ならびに底生生物について、大阪水試研報1（1969）

5 赤潮に関連する私見

松 平 康 男

- 1) 近頃各所の沿岸海域に出現する赤潮現象は、その多くが大都市や諸工場の廃水が注入されている海域においてである。廃水団は比重の関係で表層に浮んでいる場合が多い。廃水の混入した沿岸水団は、自然の沿岸水とはその性状が異っているのであるから赤潮の研究面においてもそのことに留意して欲しい。又、多くの場合この水団の底層には自然の海水が存在している。
- 2) 赤潮生物の増殖が過密になると、自滅が起り、つづく腐敗で溶存酸素も消費される。一方、赤潮生物死骸からの溶出物や分解物のため、水団は更に物理性状も特異となり、周辺海水への拡散がさまたげられる。
- 3) 赤潮生物死骸の沈積した海底では溶存酸素の消費や有毒ガスの発生があり、底棲生物や浮遊魚にも被害を及ぼす。大体10m以浅の海底泥温は、9月より10月初めにかけて年間での最高を示す。この頃に泥中のバクテリアや酵素の活動、更に化学変化も最盛を示し、魚族や底棲生物に有害な成分が発生する。
- 4) 底泥中で発生する硫化水素は、底層水に酸素がある場合、酸化されて硫黄のフィルムを泥面に形成する。泥中のガス発生が盛んになると、その上でフィルム状の膜は破られ、水面にガス泡が浮びあがる。この泡の上昇中に周辺の海水への溶入は甚だ微量である。ガスの浮上が不定時に起るため、それによる被害は見おとされ勝である。
- 5) 都市や工場廃水の流入する海域の表面には、表面水の蒸発による残渣や、バクテリアによる薄い皮膜の形成が見られる。これは大気からの酸素の溶入をさまたげるだけでなく、廃水の混入した水団が周辺の海水に拡散することをもさまたげ、時に赤潮生物の急増にも一役をなす場合がある。
- 6) 赤潮生物に有毒なメタリイオンの注加があった場合、時にその刺激で一時的に大增殖を起す場合がある。下等微生物は死を前にすると種族保存のために急増殖するもの様にも思える。
- 7) 赤潮は沿岸海域では都市廃水よりも工場廃水の注入によって出現する様に思える。又、湾内水と外洋系水の相接する海域ではコスシノディスキスによる赤潮状の増殖が見受けられる。尚、外洋でも浮遊生物による着色水は出現するのであり、東北沖合の「厄水」もそうである。昭和9年12月、九州の南方十島灘の硫黄島近くに海底爆発で出現した新島を調査した際、その新島の周辺にトリコデスミウムの黄色水を広く見受けたことがある。その水温は勿論周辺の海水温より高めとなっていた。