

## Ⅳ 海洋の石油汚染と水産生物への影響について

水産大学校教授 藤 沢 浩 明

### は じ め に

石油による海洋の汚染は、海の生物や自然環境に悪い影響を与え、いろいろな生物がバランスよく生存している安定した生態系を破壊して、水産業や観光事業などに大変な損害を与えているので、我が国だけでなく、世界各国でこの問題について、多方面から調査、研究され、たびたび国際会議やシンポジウムなどの研究会が開催されている。

このたび、財団法人漁場油濁被害救済基金からこのテーマについて書くようにご依頼があったので、1. 海洋の石油汚染、2. 流出した石油の行方、3. 石油汚染が水産生物に与える影響、という三つの観点からとりまとめた。

筆者は、海に流出した石油が海中の細菌（バクテリア）によってどのように分解されるか、また油濁の自浄作用に対して細菌がどのような役割を果しているかといった視点から、石油分解細菌の分布や作用などについて研究している。このたび与えられたテーマは、内容の範囲が広く、専門以外の分野が多いので、各省庁、各県、大学等の調査、研究報告や多くの研究者のデータなどを参考にさせていただいた。ところが、これらの文献を紙数の都合で挙げるができなかったので、ご容赦をお願いしたい。

### 1. 海洋の石油汚染

#### (1) 近年世界で起こった主な石油流出事故

海洋の石油汚染は1960年代から進行し、1970年代に入ると、地球上で毎年1,000万トン以上の石油が海洋に流出し、汚染するようになったといわれている。

近年世界でどのような大きな石油流出事故が起こっているかを、表1にまとめてみた。

表1からわかるように、近年トリー・キャニオン号事故をはじめとして、大きな石油流出事故が続いて起こっている。とくに先年の水島重油流出事故のさいには、各方面の多くの人々が、つぶさに辛酸をなめたことを決して忘れることはできない。しかし、その後も数年ごとに、この地球の海洋のどこかで、水島重油流

表1. 近年世界で起こった主な石油流出事故

年 月	事 故	事 故 の 概 要
1967年3月	トリー・キャニオン号事故	イギリス，コンウォール州のランズエンド岬沖で座礁し，積荷の原油11万7,000トンが流出し，1万トン以上の油分散剤が使用された。生物や漁業などへの被害は，約1兆円にのぼった。
1969年1月	サンタ・バーバラ原油漏出事故	アメリカ，カリフォルニア州のサンタ・バーバラ沖の海底油井が破裂し，1万5,000kl以上の原油が流出した。
1971年11月	ジュリアナ号事故	新潟港外で座礁し，原油7,200klが流出した。
1974年11月	雄洋丸事故	東京湾浦賀水道で貨物船と衝突し，火災を起こした。LPG3万5,000kl，液化ブタン1万klとともに重油3,000klが流出した。
1974年12月	水島重油流出事故	岡山県水島の三菱石油水島製油所の重油タンクが破裂し，4万3,000klの重油のうち，7,500～9,500klが海上に流出した。 直接の漁業被害だけで，約160億円であった。
1975年1月	祥和丸事故	シンガポール海峡で座礁し，積荷の原油22万4,000klのうち，4,500klが流出した。
1976年12月	アーゴ・マーチャント号事故	アメリカ，ボストン市南東沖で座礁し，燃料の重油6,000klが流出した。
1977年4月	ノルウェー北海海底油田原油漏出事故	ノルウェー領，北海エコフィスク地区の海底油井のパイプから石油と天然ガスが噴出し，原油3万トンが流出した。
1979年6月	メキシコ湾海底油田原油漏出事故	メキシコ，カンペチェ湾の海底油井から石油が噴出し，原油47万5,000トンが流出した。 メキシコ湾全体を汚染し，生物，漁業，観光事業などに莫大な被害があった。世界最大の事故である。
1983年3月	ペルシャ湾原油流出事故	イラン，ノールズ油田がイラク空軍機の爆撃によって破壊され，炎上した。原油6万トンが流出し，ペルシャ湾全体を汚染した。

出事故の流出量の数倍から数10倍の大規模な事故が起こっていることには、全く驚くよりほかない。この様子からみると、人類が石油を主なエネルギー源として利用する限り、おそらく21世紀になっても大きな石油流出事故は発生し、事故による海洋の石油汚染が消滅するとは考えられない。

(2) 日本周辺海域での石油流出事故の発生状況

我が国の周辺海域での汚染の発生状況については、毎年海上保安白書に発表されているが、これらのデータによれば、海洋汚染の全発生件数、石油による汚染件数とも、昭和48年がピークであって、全汚染件数が2,460件で、石油汚染件数が2,060件である。その後次第に減少し、昭和57年でそれぞれ、1,064件と811件であり、昭和58年で1,113件と779件で、ここ両年で最も少ない件数となっている。しかし、昭和55年までは全汚染件数が1,400件以上、石油汚染件数が1,000件以上であり、昭和49年から58年の10年間の年平均件数はそれぞれ、1,618件、1,257件と高い件数となっている。また、全汚染件数に対する石油汚染件数の割合は、この10年間でおよそ70%から80%の間を変動し、平均78%であって、昭和58年が最も低い。昭和49年の水島重油流出事故ほどの大きな事故はその後起こっていないが、石油流出量100～1,000klの事故が毎年数件発生しており、また小さい石油汚染を含めると、1日に2～3件の割合で発生していることになる。したがって、日本周辺海域での石油汚染事故は、今後とも引続いて発生すると考えられる。

石油汚染が多く発生する主な海域は、瀬戸内海（大阪湾を除く）、大阪湾、東京湾、伊勢湾などであって、このことは製油所などの立地状況と明らかに関係がある。とくに瀬戸内海は、石油コンビナートが多く、タンカーをはじめいろいろな船舶の航行が多い上に、地形的にも事故が発生しやすいので、他の海域に比べて石油汚染事故が断然多い。ここ10年間の年発生件数は、157件～531件、平均312件で、全石油汚染件数に対する割合は21～27%、平均24%である。大阪湾を含めた瀬戸内海全域での年発生件数は、216～800件、平均423件であり、全件数に対する割合は28～40%、平均33%と高くなっている。

石油汚染の発生源は、船舶が最も多く、昭和49年には50%であったが、昭和53年には56%、昭和58年には68%と、年々その割合が高くなっている。また、昭和58年に発生した船舶からの石油汚染を原因別にみると、取扱不注意

が47%、故意の排出が23%、海難が23%であって、人為的な原因による汚染の割合が70%と非常に高いことがわかる。海難による石油流出事故は、衝突、座礁や沈没などの場合で荒天のときに発生しやすいことから、流出油の回収や除去が困難で、海洋汚染がひどくなることが多い。また、陸上のタンクの破損による海中への石油流出事故については、水島重油流出事故から明らかのように、大規模な汚染に発展しやすい。

油濁原因を船種別にみると、貨物船が約半数で最も多く、ついで漁船、タンカーの順である。さらに、船舶による海洋汚染はほとんど石油によるもので、ここ数年間およそ、日本船舶が70~80%、外国船舶が20~30%の割合であるが、特定港入港船舶でみると、外国船舶は日本船舶の5~10倍であって、このことから外国籍船舶の海洋汚染に対する意識がいかに低いかがわかる。

## 2 流出した石油の行方

### (1) 流出石油の種類と性質

海に流出した石油は、タンカーの積荷や油田から漏出した原油が主であって、次に船舶や工場から排出した重油や廃油が多い。

一口に石油といっても、原油や石油製品の種類によって、物理的にも化学的にもかなり性質が異なっている。しかし、石油の成分を単純に考えると、炭素と水素でできている炭化水素である。炭素と水素のほかに、硫黄、酸素、窒素、金属などの成分が少し含まれていることがある。

石油の炭化水素成分を大きく分けると、次の4種類になる。パラフィン系(メタン系)： $C_nH_{2n+2}$  (Cは炭素原子，Hは水素原子，nは原子の数である。)の化学式で表わされる安定した飽和化合物であって、直鎖や側鎖からなっている。ナフテン系(シクロパラフィン系)：これも飽和しているが、両端がつながった環状となっており、 $C_nH_{2n}$ の式で表わされる。芳香族：2重結合をもったベンゼン環を基本とする不飽和環状化合物であって、重油中には多くのベンゼン環が縮合して複雑な型のものが多い。オレフィン系(エチレン系)：1個の炭素原子に1個または2個の水素原子しか付いていない不飽和化合物で、直鎖や側鎖からなっている。原油中には含まれず、熱分解によって生成される成分である。

ところで、原油の性状は産地によって差が大きく、含まれる炭化水素の組成に従って、パラフィン基原油、ナフテン基原油、混合基原油、芳香族基原油などと呼

ばれている。また比重によって、軽質原油や中質原油や重質原油に分けられる。一般に原油は粘り黒褐色の油で、蛍光を帯びている。液状の炭化水素が主な成分であるが、そのほかに炭素数の多いパラフィンやアスファルト分などの固体成分を含んでおり、固体成分が多いと、常温で半固体状となっている。我が国に輸入される原油の性状は、産地によって様々である。

原油はまず蒸留によって、沸点順にガソリン（沸点がおおよそ35～180℃）、灯油（170～250℃）、軽油（240～350℃）などの留分と重油（350℃以上）に分けられる。さらに、それぞれの留出油を処理して添加剤を加え、いろいろな石油製品とする。

海に流出した石油は、主に原油や重油や廃油であるが、物理的性質や化学的成分からみると、上で述べたように実に様々であることがわかる。

## (2) 海に流出した石油の変化

結論を先にいうと、海に流出した石油は、物理的変化や化学的変化を受け、またいろいろな生物による変化を受けながら、時とともに揮発したり、分散したり、分解して、かなりの部分が消失する。しかし、分解されない部分は海底に沈積したり、さらに変性して凝固し、廃油ボールとなって浜辺に打上げられたりする。

そこで、海に流出した石油の変化について、以下順を追って述べよう。

流出した石油の行動は、いろいろな条件によって異なっている。事故によって大量の石油が流出する場合とか、船舶や工場から少量ずつ常に排出される場合とか、流入地点が外洋か内湾か、沖合へ向かうのか、岸へ向かうのかによって、さらに天候、風速や潮流などの気象条件によっても様々である。

一般に大量の原油や重油が海に流入すると、かなり短時間のうちに海面に拡がり、厚さが0.1～0.4 $\mu\text{m}$ （1/1000mm）のうすい油膜となって、虹色に輝いて見える。これをスリックという。

石油が海面に拡がるにつれて、低沸点の成分（沸点が約150℃までの部分で、炭素数が10程度のパラフィン系やナフテン系や芳香族の炭化水素）が蒸発し、これらは数日間で揮散してしまう。一部の成分、例えば炭素数8までの直鎖パラフィン、ベンゼン、トルエンなどは、海水に溶ける。揮発や溶解が進むにつれて、残りの部分は粘性を増して拡がりにくくなる。

ところで、石油の大部分の非揮発性成分と一部の揮発性成分は、海面に拡がりながら波にもまれて海水と混合し、エマルジョン（乳化物）をつくる。エマルジ

エマルジョンのタイプには二つあって、より油の方が多いとバター状の油性エマルジョンとなり、より水の方が多いと牛乳状の水性エマルジョンとなる。海に流出した原油や重油は、安定した油性エマルジョンをつくりやすく、とくにチョコレートムースと呼ばれる黄褐色で粘いエマルジョンとなる。ムースとは、泡立てクリームをゼリーで固ませた菓子のことである。ムースについては、水島重油流出事故のさい、多くの人がつぶさに経験したように、どろどろとした塊となって分散しにくく、海面を覆って漂い、また汀線に漂着して長期間残存する。水島重油流出事故のときの汀線付近に漂着した重油の状態を、参考までに写真で示した。

海中のバター状や牛乳状エマルジョンは、いずれは細かく分散し、粒状のオイル・パーティクルとなって漂い、この間に後で述べるようにいろいろな生物によって分解される。そして、一部は泥土やプランクトンなどの浮遊懸濁物を吸着して重くなり、海底に沈んでいく。さらに潮流によって転がり、砂や貝殻などを取込んで、廃油ボールとなって浜辺に打上げられる。一方、海面に漂うムースは様々な変化を受けて、かなりの部分が海底に沈み、汀線に堆積したムースも、岩や海藻などに付着したり、砂礫の中に入込んだり、漂砂に覆われたりする。温度が上ると一部が再び溶けて、海面にスリックをつくることがある。海中に分散した石油の一部は、海底の堆積物中に深く入込んで分解されないで残存するが、かなりの部分は分解されて消失するといわれている。

流出した石油の分解の過程についてみると、まず海面に広がった石油は、空気や日光によって化学的に酸化され、分解される。この反応は、連鎖反応的に進行する自動酸化であって、日光の紫外線によって促進され、また海水中の酸素が大量に必要である。一方、海水中に分散したオイル・パーティクルは、魚類や甲殻類やプランクトンによって捕食されて、代謝され、分解される。自動酸化やこれらの生物によって分解される量は一部であるが、かなりの部分が、海中に存在する細菌（バクテリア）、酵母（イースト）、糸状菌（カビ）などの微生物によって分解される。とくに、細菌が石油の分解の主役であるといわれている。

### (3) 重油流出海域での石油分解細菌の分布と重油分解作用

一般に、海に流出した石油は石油分解細菌によって分解されることが知られているが、我が国の沿岸海域での石油分解細菌の分布や作用についてのデータは少なく、水島重油流出事故が発生したとき、この油濁海域に果して石油分解細菌がどの位の密度で存在し、どのように分布しているのか、また石油分解細菌の流出



A：海面に漂う“ムース”



B：汀線に漂着した“ムース”



C：波打際に堆積した“ムース”



D：流出重油によって汚染された漁具



E：海岸に漂着した重油の除去作業



F：回収された流出重油

写真：水島重油流出事故によって対岸の坂出沿岸に漂着した重油  
事故発生約1ヶ月後（昭和50年1月）に撮影した。

した重油の分解能力はどの程度かということが問題となった。そこで、筆者らは重油流出海域である備讃瀬戸の海水中や底泥中の石油分解細菌の存在数や分布の状態をいろいろな環境因子とともに、昭和50年2月から1年間四季にわたって調べた。そして、石油分解細菌数と環境因子との関係、石油分解細菌数の季節的や地域的変動、石油分解細菌の分布の特性などについて、推計学的に解析した。また、現場海域から多くの石油分解細菌を分離し、これらの細菌の重油分解作用について検討した。今までに得られた研究結果については、7編の報文として日本水産学会誌などに発表した。紙数の都合によって、ごく主な点だけを以下に述べる。

油濁海域である備讃瀬戸には、石油分解細菌が海水1mlあたり1個～10,000個（以下省略）（平均660）存在し、また底泥1gあたり1,000～100,000（平均50,000）存在した。ところが、非油濁海域である響灘では、それぞれ海水中に0～1,000（平均260）、底泥中に100～10,000（平均6,200）存在し、いずれも備讃瀬戸の細菌数より少なかった。

海水中の石油分解細菌数と油分濃度との間には、一定の関係式（直線回帰式）で表わされるような密接な相関があることがわかった。この回帰式は、備讃瀬戸や響灘や岩国沿岸のどの海域にあてはめても成立した。今まで、油濁の進んでいるところには一般に石油分解細菌の存在数が多いといわれていたが、このことが数式で証明されたことになる。

底泥中の全細菌数（この場合は普通の栄養で増殖する従属栄養細菌の数）に対する石油分解細菌数の割合は、備讃瀬戸で30%、響灘で1%以下であった。トリー・キャニオン号事故のさい、流出油で汚染されたコンウォール沿岸の浜砂で80%という高い値であったが、重油流出事故による油濁海域での値も、事故によらないほかの場合と比べてかなり高いことがわかった。

備讃瀬戸の海水や底泥から分離した石油分解細菌の重油分解能力については、それぞれ平均の重油分解率で表わすと、海水からの細菌が27.2%で、底泥からの細菌が26.9%であって、両方ともほとんど同じ分解能力をもっていることがわかった。培養後細菌によって分解された重油について分析したところ、強い重油分解能力をもつ細菌は、炭素数16～40の直鎖パラフィンを一様に分解し、またそのほかの成分をもかなり分解することがわかった。

重油流出海域には、海水中や底泥中に石油分解細菌がかなりの密度で分布して



おり、また分離した細菌もかなりの重油分解能力をもっていることがわかったので、この海域の流出重油に対する自浄作用については一応の評価が得られ、一安心できた。しかし、石油分解細菌の流出重油の分解程度は、最良の実験条件で20～40%であるから、実際には分解されない重油成分が残存し、海底に沈降しているものと推定される。したがって、流出重油の分解されない成分が、どの程度、どのような状態で残存しているかを調べてみる必要がある。

### 3. 石油汚染が水産物に与える影響

#### (1) 水産生物に対する石油の有害限度

生物に対する石油の毒性は各成分によって異なり、一般に沸点が低いベンゼン類、ガソリン、ディーゼル油などは毒性が強く、とくに少し水に溶けるベンゼンやトルエン、また水と作用しやすい親水性フェノールなどの芳香族化合物は毒性が強い。一方、重油や流出後揮発性成分を失った原油などは、毒性が低いといわれている。ところが、流出油にまみれた生物は、呼吸、光合成、摂餌、運動などのいろいろな作用が妨害されて、成長や増殖が阻害されたり、ひどいときには死滅したりする。また、厚いムースで海面が広範囲に長い間覆われると、植物プランクトンの光合成が阻害されて基礎生産力が低下し、いろいろな生物の増殖や作用が阻止され、とくに養殖漁場では、魚類は全滅する。

海洋生物とくに水産生物に対する石油の有害限度については、生物の種類やその成長期によって、また石油の物理的や化学的性質もまちまちであって、さらに毒性の測定法も統一されていないので、大幅な値のばらつきがある。まして、流出事故による場合では、条件が非常に違っていて、石油が水産生物に与える影響について十分な結論が出ているとはいえない。

したがって、今までの基礎研究や現場調査の主な結果に基づいて、(1)では水産生物に対する石油の有害限度について述べ、続いて(2)と(3)で、石油汚染が水産生物に与える影響について、いろいろな例を挙げて紹介し、さらに水産業全般にどのような損害をもたらすかについて、とりまとめてみたい。

石油の有害限度としては、次のようなことが主である。

植物プランクトンに対する致死濃度は、プランクトンの種類や石油によってかなり差があるが、およそ50  $\mu\text{l}/\text{l}$  以上である。3  $\mu\text{l}/\text{l}$  や38  $\mu\text{l}/\text{l}$  で増殖が抑制されたが、反対に25  $\mu\text{l}/\text{l}$  で増殖が促進されたという例がある。動物プラン

クトンに対する致死濃度は、およそ $100 \mu\text{l/l}$ であるが、幼生などでは $1 \mu\text{l/l}$ という値があり、また、 $6 \mu\text{l/l}$ で変態が阻害された例もある。ベントス（底生生物）では、一般にカキ、ハマグリ、アサリなどの硬い殻をもっている二枚貝とかイソギンチャク、ホヤ、ゴヤ、ゴカイ類などが石油汚染にきわめて強い。一方ウニ、ヒトデ、ヤドカリなどは弱いという例がある。大型のエビやカニ、カキ、イガイなどもかなり強く、タマキビなどの巻貝では、強い場合と弱い場合がある。また、成体ではかなり石油汚染に強いベントスでも、浮遊幼生でははるかに弱い。魚類の卵や稚仔に対する有害濃度は、種類による差が大きく、 $10 \sim 100 \mu\text{l/l}$ という例があるが、成魚ではかなり耐性が強い。石油に対する海洋生物の耐性は、およそ、植物プランクトン < 動物プランクトン  $\leq$  魚卵、稚仔 < 成魚の順になる。

## (2) 石油流出事故のさいの調査例

### 1) トリー・キャニオン号事故

1963年3月、クエート原油117,000トンが流出し、イギリス海峡を漂流してイギリスとフランスの沿岸を汚染した。海上と海岸で10,000トン以上の油分散剤が使用されたが、生物に対する影響は、流出油そのものよりも分散剤による方が大きかったといわれている。この事故では、多方面から調査され、生物に対する影響については、およそ次のようなことがわかった。

植物プランクトンでは、珪藻や鞭毛藻がかなり死滅したが、動物プランクトンのかい脚類には影響がみられなかった。魚卵や稚魚は多数海面に浮かび、致命的な影響を受けた。フジツボ類とカサガイやナミマガシワが全滅した。アマノリはかなり死滅し、ヒバマタ、サンゴモ、イシモ、コンブなども大きな損傷を受けた。エビやカニも分散剤を大量に使った海域では、大きな影響を受けた。魚類では、イカナゴがかなりへい死したが、ヒラメ、タラ、ニシンなどはあまり影響を受けなかった。しかし、プランクトンや魚卵や稚魚の死滅による漁業資源への影響は、数年後でないとうわらないとされた。4～10万羽の水鳥、主としてウミツバメがへい死した。

### 2) フロリダ号事故

1969年9月、アメリカ北東部バザース湾で小型タンカーのフロリダ号が座礁し、ディーゼル油650～700klが流出した。現場近くにウッズホール海洋研究所があったので、生物に対する影響が詳しく調査された。ディーゼル油は軽く、透明で粘性が低く、除去しにくかった。分散剤は少ししか使われな

った。調査結果の主な点は、およそ次のとおりである。

事故直後の数日間で、沖合のいろいろな魚介類，甲殻類，多毛類などがへい死した。水深3 mのところでは底曳網にかかった動物のうち，95%は死んでいた。風や潮で油が漂着した河や湿地帯では，動物が全滅したところもあった。カキ，ハマグリ，ホタテ貝などは，どれも体内に油分を含んでおり，またアオガイの稚貝は成熟しても，産卵も放精もしなかった。石油汚染の後遺症は，かなり長期間残った。

### 3) 水島重油流出事故

1974年12月，岡山県水島の三菱石油貯油タンクから，脱硫C重油7,500~9,500klが瀬戸内海に流出し，備讃瀬戸や播磨灘南部を汚染した。低毒性の分散剤約1,000klが使用された。事故直後，水島重油流出事故漁業影響調査委員会が組織され，2年間調査，研究された。主な結果を挙げると，およそ次のとおりである。

ハマチやノリやワカメの養殖生物と施設の両方が全滅的な損害を受け，漁業被害は約160億円に上った。事故の発生当時，スリックやムースが大量に流れた播磨灘南部では，明らかにプランクトン量が減少した。しかし，翌年3月以降に例年より早く，播磨灘全域で大規模な夜光虫赤潮が発生し，5月下旬にはオリソディスカスやプロロセントラムなどの赤潮により，約4万尾の養殖ハマチがへい死した。培養実験では，油分の濃度が高いときには植物プランクトンの増殖が阻止されるが，低いときにはかえって促進されているので，食物連鎖などをも考えると，いろいろなプランクトンによる赤潮の発生に，重油流出の影響がないとはいえない。重油が夜光虫などの動物プランクトンの体外に付着したり，体内に取込まれた。培養実験では，チグリオパスとシオミズツボムンが，油分を口から消化管内に取込むが，比較的早く体外へ排出した。動物プランクトンは，かなりの量の油分を糞とともに海底へ沈降させるので，流出油の拡散防止に役立つと考えられている。強い汚染域では，イワフジツボが死滅し，ヒザラガイ，タマキビ，カンザシゴカイ，カメノテなどもかなりへい死した。アオサなどの海藻に油が付着し，一部では葉体が脱落していた。

備讃瀬戸でマアナゴやタチウオなどの死魚がみられ，イカナゴが不漁であった。また(3)で述べるように，いろいろな魚介類に油臭が感じられた。マコガレイの卵のふ化に対しては，油分濃度がおよそ1 ppmで影響がみられた。油分濃

度が高くなるにつれてふ化率が下がり、死産率が上がり、また、ふ化した仔魚の生残率が低くなって、奇形魚の出現率が高くなった。スズキの仔魚については、油分濃度が1～2 ppmで生残率が下がり、とくにふ化後の日数が短いものほど、油分の影響を強く受けた。イカナゴの卵のふ化率には、油分はあまり影響しないが、油分濃度が高くなるにつれて生残率が下がり、奇形魚が出現し、また成魚が小型化した。

バカガイやマガキやミルクイの卵の発生に対しては、およそ1～2 ppmの油分濃度で影響があった。マガキやイガイなどの浮遊幼生は、油分を胃の中に取り込み、大きくなった油滴を排出することができず、死んでしまう。油球を取込む程度は、マガキが最も高く、イガイ、ナミマガシワ、フナクイムシ、アカガイの順であった。

ワカメの芽胞体やヒトエグサの幼芽は、重油に直接浸漬したとき短時間で影響を受け、また、海水の油分濃度がそれぞれ、30 ppm以上、80 ppm以上で生残率が下がった。ノリの殻胞子の発芽が、約250 ppmの油分濃度でかなり抑制された。幼芽を重油に浸漬すると、2～8時間で生残个体数が減ったが、幼芽が粘い重油で覆われると、なかなか除去されないのので、その影響は大きいと考えられる。また、ノリの葉体を重油に浸漬すると、4～5時間で全細胞が枯死した例があり、重油が直接葉体に付着したときには、代謝や生長が阻害され、さらに製品中に油分が混じることによって、全く商品価値がなくなってしまふ。

### (3) 石油汚染と油臭魚

大規模な油臭魚の発生は、昭和28年三重県四日市港で魚介類に石油臭のあるものが出たことが初めてで、昭和34年以来伊勢湾で著しくなった。ついで、瀬戸内海沿岸でも石油コンビナートの新設や増設に伴って、昭和38年以来岡山県水島地区や山口県岩国と広島県大竹地区などで油臭魚が発生している。とくに水島地区では、発生水域が年々拡大しており、その速度は1年に1～2 kmといわれている。

我が国での石油流出事故に伴って発生した油臭魚の例は、およそ次のようである。

昭和46年11月に発生したジュリアナ号事故のさいには、近くの海域でとれたワタリガニやシロザケに油臭が感じられた。

昭和49年12月に発生した水島重油流出事故のさいには、昭和50年1～3月に油濁海域の各地でとれたカレイ、アイナメ、ボラ、コノシロ、タイラギ、イタボガキ、エビ、イシガニなどの多くの魚種に油臭が認められた。

油臭物質の魚肉への着臭実験によって、およそ次のようなことがわかった。

魚種や着臭成分によって、着臭限界は異なるが、魚に油臭がつかないためには、水に臭気を感じる限界の油分濃度と同じ0.01 ppmが限界と考えられる。油臭を感じる水の中では、魚がわずか1.5時間で着臭し、高い油分を含んだ底泥では、ハゼが1日間で着臭した。また筋肉の油臭は、頭部、とくに鰓から浸入し、体表や餌料からは着臭しなかった。油臭魚の石油成分として、芳香族、パラフィン系、ナフテン系、オレフィン系などのいろいろな炭化水素のほか有機硫黄化合物が検出されている。

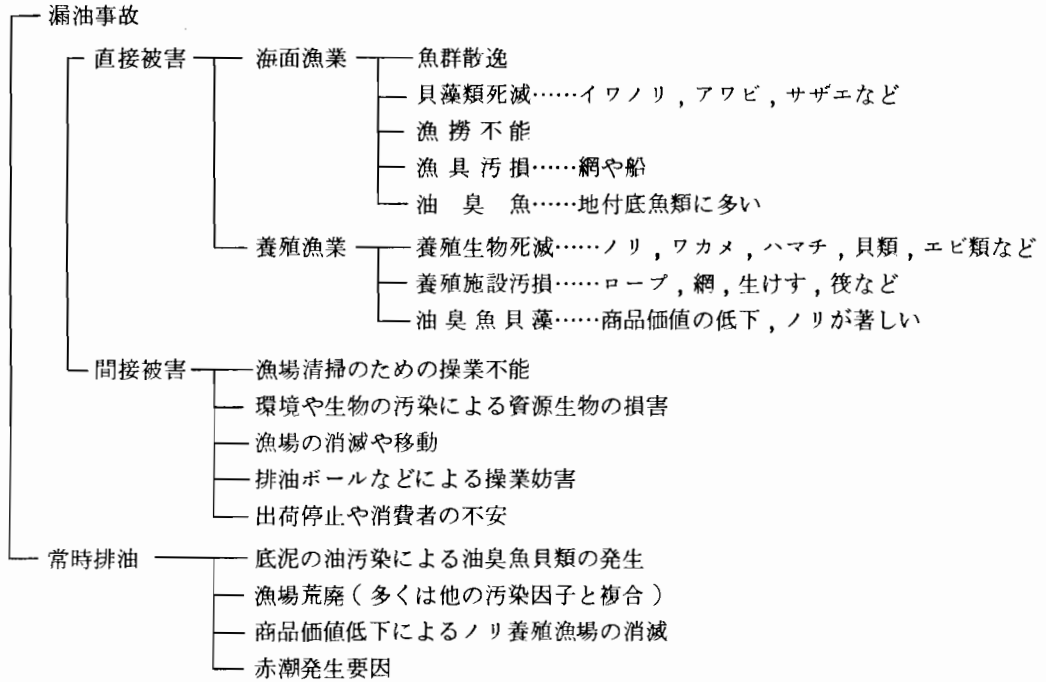
魚は油臭水域を嫌わないで、油濁がひどくても暖い港内に好んで集まるので、このような習性が油臭魚の発生を助長している。油臭水産物については、消費者が直接気づくので、一度発生すると、小売商から仲買へ、さらに仲買から市場へと逆送されて、荷受停止となる。この場合、漁獲水産物の油臭の有無にかかわらず、汚染海域の漁獲物全部が油臭水産物とされてしまうので、損害が大きい。また、安全宣言によって荷受や漁業が再開されても、すぐには消費者の信用を回復することができないので、本格的な操業が遅れて、ますます被害が大きくなる。

石油汚染によって水産業が被る損害をまとめると、元南西海区水研村上彰男博士によれば、表2のようである。

今まで述べたことによって明らかなように、石油汚染が水産生物に及ぼす影響は多方面に、また長期間にわたっており、図りしれないほど大きいことがわかる。

水産業の直接的被害はいうまでもないが、さらに恐ろしいことは、著しい石油汚染によって安定した生態系や正常な物質循環系が崩れ、汚染海域が漁場としての価値を失ってしまうことである。(一般に海洋では、珪藻類のような植物プランクトンが日光のエネルギーや二酸化炭素や栄養塩を用いて増殖し、これを餌として動物プランクトンが増殖し、ついで動物プランクトンを餌として小魚類が育ち、さらに小魚類を大型魚が食べて成長する。これらの生物が死ぬと、死がいは細菌によって分解され、ついには無機化されて栄養塩となって海にかえる。そして、栄養塩は再び珪藻などに利用される。このように、食物連鎖ののって物質循環が円滑に行なわれている海域では、

表 2. 石油汚染による水産業の被害



いろいろな生物がバランスを保って生存し、水産生物も順調に再生産される。)まず、いろいろな植物プランクトンが死滅し、動物プランクトンが影響を受けることによって食物連鎖が切れ、多くの魚類が成育できなくなる。また、魚介類の卵や稚仔や浮遊幼生を損傷するだけでなく、産卵場や幼魚のすみ家である藻場を失わせたり、底質を悪化させるので、水産資源の再生産を阻害する。さらに、石油汚染によって存在する生物のバランスが破れ、耐性の強い生物だけが残り、赤潮プランクトンが大量に発生した場合には、有用な水産生物は駆逐されてしまう。このように、重大な石油汚染は漁場を荒廃させ、水産生物の再生産を不可能にするというひどい後遺症を残すことになる。

### 結 わ り に

10年前に起こった水島重油流出事故の惨状は、各方面の関係者にとって決して忘れることができないものである。しかし、その後も石油による海洋の汚染は、様々な

形で続けられている。地球上では相変わらず、大規模な石油流出事故が数年ごとに発生しており、また我が国の周辺海域でも、石油汚染の件数が年々減少しているものの、いまだに1日に2～3件の割合で起こっている。

石油汚染によって海の自然環境が破壊され、豊かな水産資源が損われてはならない。日本沿岸海域は、風光明媚なところが多く、また美味な水産物の宝庫であって、我々日本人の心の故郷である。我が国の周辺海域をいろいろな汚染や荒廃から守り、水産業を維持し、発展させることによって、良い自然環境と活発な水産業という大きな遺産を後世に残すことは、我が国のみでなく、人類の将来にとってもきわめて重要であり、現代の我々日本人の責務である。

## V 基金の発足と機構（そのⅡ）

（財）漁船海難貴児育英会専務理事 前田 優

### （暫定期間における業務発足時の諸問題）

前号「基金の発足と機構」において、次号で新制度に至る検討接衝過程を説明する予定でしたが、昭和50年4月暫定期間2ヶ年間の業務開始直後にぶつかった諸問題について回想的にふれておくことが、新制度に至る準備過程を説明するうえで有意義ではなかろうかと思われますので、順を追って述べておくことに致します。昭和50年4月2日業務開始2日目のことです。朝出勤直後島根県庁水産課および県漁連専務理事から「島根県石東地区に直径2～5cmの廃油ボールが大量に漂着した」旨の電話連絡が入りました。同時に水産庁漁場保全課および全漁連にも連絡がありました。早速専務の前田が現地に急行し、松江で県庁・県漁連と打合せのうえ県の公用車で海岸50kmに亘り、10単協の地域に及ぶ廃油ボールの漂着を視察しました。全漁連の浜崎常務（当時公害対策室長）も現地に飛び、県漁連と対策を協議していました。この地方は板ワカメの生産で有名なところで、刈り取ったワカメを干すための干場が油で汚れては仕事になりませんし、漂着した廃油ボールはまだ軟らかで、潮干帯のワカメのみならず他の魚介藻類にも影響が出ますので、早急に始末をつけねばなりません。漂着した廃油ボールを処理するには、多くの人手と資材を要しますが、この時点では出動した人に支払う資金の準備も出来ておらず、また、出動人員1人当りの賃金も定めていませんでした。廃油ボールの漂着状況や海上保安部の推測意見等から判断して、原因者を特定することは相当困難な状況でした。県漁連・漁協の方々には、「廃