

# 鹿島開発にともなう廃水が水産生物へ 与える影響についての対策試験

細 谷 岑 生

## 緒 言

鹿島臨海工業地帯開発にともない、鉄鋼、石油を主軸とする重化学工業がその建設を進めているが、操業開始とともに、これら各工場から排出される廃液はすべて海中へ放出される計画であり、港湾完成にともなう船舶の入出港によっておこる海水汚染とともに水産物への影響が憂慮されている。

これら各種工場のうち、特に石油およびその関連工場から放出される廃水および船舶からの廃油は三重県四日市をはじめ岡山県水島地区やその他で水産物に油臭を生ずるなど問題化しており廃水・廃油の浄化が望まれている。

この実験は、これら工場群および船舶に対する廃水、廃油からの油濁防止対策の基礎資料とするため「鹿島灘沿岸流況調査」の一環として県開発部公害課に委託されたので、筆者はこれらの想定されうる廃油および工場廃水をもちいて水産物の着臭を調べ検討を加えることとした。実験結果については未解決な点も多いが今後の研究によって明らかにしていかなければならないと考えるが、取敢えず結果をまとめたので報告する。

最後に、この実験にあたり御指導いただいた東海区水研、大久保技官および鉱油の提供に協力いただいた東京工業試験所 植松技官、公害課辻本主幹 活性汚泥処理水を提供していただいた醸酵研究所 御園部長 三上技官の各位と実験に協力をお願いした増殖部職員一同に感謝の意を表する。

## 1 着 臭 物 質

想定される着臭物質から油臭性の実験用水を調製し、魚貝類を浸漬してその着臭の限界濃度を求めるため、まず着臭材料についてあたることとした。

### 1.1 着臭材料の種類

着臭物質としては、K石油から提供された中東産の原油 (Crude Oil) および精製途上溜出する中間生成物のナフサ (Naphtha)<sup>※1)</sup> を、船舶廃油は 2,000 T/S 級タンカーの機関室にたまった使用済みの残油 (以下「機関廃油」という。潤滑油、燃料油、機関油の混合物) およびビルジ<sup>※2)</sup> を、工場廃水はM臨海工業地帯の某石油化学工場のものを、活性汚泥処理水は処理実験後の廃液をそれぞれわけてもらい実験に供した。

### 1.2 着臭材料の調整法

#### 1.2.1 油性材料による調製

※1) 初溜から200℃までの溜出分<sup>1)</sup>

※2) 船底にたまった油性混合物<sup>2)</sup>

### 1.2.1.1 原油の調製

20ℓの栓付ポリ瓶に原油50m<sup>1</sup>を採取し、20ℓの口過海水を注入密栓し、30分振盪混合攪拌した。この混合水は1昼夜静置し<sup>※3)</sup>油と水を分離させた後、栓から抜きとって、脱脂綿および口紙<sup>※4)</sup>(東洋口紙No.5C)で口過した。

この混合水に含まれる油分は、常法<sup>3)</sup>によってn-ヘキサンで抽出した。生物飼育の実験で24時間以上にわたる場合は、毎日5~6ℓの試料を採取し、うち3ℓを分析にあて、2~3ℓを実験に供するため、密栓して冷暗所に保管した。

採取した供試液量は使用量分だけ口過海水を補填して、ゆるやかに数回振盪静置し、分取して長期にわたる実験にもちいた。

### 1.2.1.2 ナフサの調製

30ℓ容ポリ瓶にナフサ30m<sup>1</sup>を採取し30ℓの口過海水を入れ5分間振盪し混合攪拌した。その後、1時間静置したのち、実験に供した。長期にわたる場合は1.2.1.1に準じ、口過海水を補填し、5分振盪、1時間静置したのち、実験にもちいた。

### 1.2.1.3 機関廃油およびビルジの調製

船舶用機関の廃油およびビルジは、両者が水と混合しており、実験が冬期の気温の低い時期にあったため、粘性が高く、溶解しないため、各50m<sup>1</sup>に対し灯油を等量宛混合し、300m<sup>1</sup>共栓三角フラスコで混合溶解させたものを20ℓのポリ容器にうつしかえて、原油の調製にしたがい、一昼夜静置したのち、実験にもちいた。

調製したものは、各々3~4ℓを分取し、一部を分析に、他は実験に供するため、冷暗所に貯えた。

## 1.2.2 廃水の調製

### 1.2.2.1 工場廃水の調製

工場廃水は、直接廃棄されているため、口紙でのごりをとり除いたものを用いた。

### 1.2.2.2 活性汚泥処理水の調製

口紙で懸濁物をとりのぞいたものを実験にもちいた。

## 実験用水の臭気、臭味の検討

1.2で調製した各種の着臭材料をもちいて、着臭実験にうつる段階で、臭気を感じしうる限界濃度を求め、n-ヘキサン可溶成分と対比させることとした。臭気を感じしうる限界濃度は、さきに調製した各種の実験用水を希釈してゆき、臭気の有無を判定することによって求め、同時に味覚による判定もおこなった。

### 2.1 実験用水の臭気判定方法

300m<sup>1</sup>の共栓三角フラスコ中に200m<sup>1</sup>の口過海水を注入し、調製液のそれぞれについて、所定

※3) 予備実験の結果24時間ぐらい静置した方がよいと考えられる。

※4) 脱脂綿では油魂がのこるため口紙ももちいた。

濃度毎に注入密栓し、約30秒間はげしく振盪したのち、開栓してただちに鼻先で臭をかいで臭気の有無を判定した。判定は5名の測定者でおこなって、油臭を感じたもの1、感じないもの0として分数で表示した。尚、ナフサ以外の調製液は、n-ヘキサン可溶成分を測定して理論値換算のうえ記載した。ナフサの調整液は、その稀釈率をもって表示した。

表2-1 各種調製液の臭気感知濃度

a表 原 油

| 稀釈率(%) | n-ヘキサン可溶成分 (PPM) | 臭気感知度 |
|--------|------------------|-------|
| 0.2    | 0.0244           | 5/5   |
| 0.1    | 0.0122           | 5/5   |
| 0.05   | 0.0061           | 2/5   |
| 0.02   | 0.0024           | 0/5   |
| 0.01   | 0.0012           | 0/5   |

b表 ナ フ サ

| 稀釈率(%) |  | 臭気感知度 |
|--------|--|-------|
| 0.2    |  | 5/5   |
| 0.1    |  | 5/5   |
| 0.05   |  | 5/5   |
| 0.02   |  | 0/5   |
| 0.01   |  | 0/5   |

c表 機 関 廃 油

| 稀釈率(%) | n-ヘキサン可溶成分 (PPM) | 臭気感知度 |
|--------|------------------|-------|
| 4      | 0.392            | 5/5   |
| 2      | 0.196            | 2/5   |
| 1      | 0.098            | 0/5   |
| 0.4    | 0.039            | 0/5   |

d表 ビ ル ジ

| 稀釈率(%) | n-ヘキサン可溶成分 (PPM) | 臭気感知度 |
|--------|------------------|-------|
| 4      | 0.416            | 5/5   |
| 2      | 0.208            | 5/5   |
| 1      | 0.104            | 2/5   |
| 0.4    | 0.041            | 0/5   |
| 0.2    | 0.021            | 0/5   |

e表 工 場 廃 水

| 稀釈率(%) | n-ヘキサン可溶成分 (PPM) | 臭気感知度 |
|--------|------------------|-------|
| 0.2    | 0.0218           | 5/5   |
| 0.1    | 0.0109           | 5/5   |
| 0.05   | 0.0055           | 5/5   |
| 0.02   | 0.0022           | 5/5   |
| 0.015  | 0.0016           | 0/5   |
| 0.01   | 0.0011           | 0/5   |

f表 活 性 汚 泥 処 理 廃 水

| 稀釈率(%) | n-ヘキサン可溶成分 (PPM) | 臭気感知度 |
|--------|------------------|-------|
| 5      | 0.210            | 5/5   |
| 4      | 0.168            | 5/5   |
| 3      | 0.128            | 5/5   |
| 2      | 0.084            | 2/5   |
| 1      | 0.042            | 0/5   |
| 0.5    | 0.021            | 0/5   |

すなわち、原油、ナフサ、機関廃油、ビルジの4種については、前2者は、調製液<sup>※5)</sup>を海水で稀釈したものであり、後者のそれぞれは灯油の等量混合物をもって調製液を<sup>※5)</sup>作成し稀釈したものであるから、後者はそれぞれ灯油による影響について考慮しなければならない。

この表からでは、原油は  $1/1000 = 0.1\%$  で臭気を感知でき、ナフサは  $0.05\%$  が限界濃度になる。又、機関廃油は  $4\%$  のところに、ビルジでは、 $2\%$  のところで臭気を感知しうる限界濃度があらわれた。そこで、これらをナフサを除いて、n-ヘキサン可溶成分に換算してみた処、それぞれ、 $0.0122$ 、 $0.392$ 、 $0.208$  PPM となった。

したがって、灯油の影響があっても、着臭材料によっては臭気を感知しうる限界濃度が、異なってくるのがわかった。

次に工場廃水<sup>※5)</sup>についてこれを直接稀釈していったところ、その  $0.02\%$  と極めて低いところで臭気を認め、活性汚泥処理水<sup>※5)</sup> では  $2\%$  と工場廃水の  $100$  倍の濃度のところが該当した。

これらのn-ヘキサン可溶成分を測定したところ、それぞれ  $0.0022$ 、 $0.084$  PPM であった。

これらを稀釈率の点から考えると、工場廃水の臭の強さは、原油のその約  $5$  倍、ナフサの約  $2.5$  倍、機関廃油の約  $200$  倍、ビルジの約  $100$  倍に該当し、活性汚泥処理水では約  $100$  倍になる。次にこれをn-ヘキサン可溶成分に換算すると、原油では約  $6$  倍、機関廃油の約  $160$  倍、ビルジの  $140$  倍、処理水の約  $40$  倍の強さとなる。

混合、攪拌、静置等に要した時間の差異はあるが、石油精製工場の廃油をつかった新田らの報告<sup>4)</sup>によれば廃油では稀釈率で  $0.1\%$  となり約  $5$  倍、n-ヘキサン可溶成分で約  $4.7$  倍となっているから、実験に供した工場廃水(石油化学)はどの廃水よりも臭気が強烈であったという。

これらの数値を比較していくと、活性汚泥処理は臭気に比して油分除去には可成効果的な手段だといえよう。

## 2.2 実験用水の臭味判定方法

先に臭気の感知限界濃度を求めた方法で臭味について検討することにした。

臭味については臭気との感知限度の強弱を比較する目的から、原油、ナフサの両調製液だけとした。

まず、 $300\text{ml}$  の共栓三角フラスコに  $100\text{ml}$  の井戸水又は酸水をとって、原油、ナフサの調製液を所定の濃度毎に稀釈していき、口中で味わって臭味の判定をし感知しうる限界濃度を求めた。

臭味の判定は次のとおりとした。

- 異臭を感じた場合 ( + )
- かすかに " ( 〇 )
- 異臭を感じない " ( - )

※5) 臭気の実験用水にもちいた調製液のn-ヘキサン可溶性物質は、それぞれ次のとおりであった。

(単位：PPM)

|        |      |          |      |
|--------|------|----------|------|
| 石油調整液  | 1.22 | 石油化学工場廃水 | 10.9 |
| 機関廃油 " | 9.8  | 活性汚泥処理水  | 4.2  |
| ビルジ "  | 10.4 |          |      |

表 2-2 調製液の臭味感知濃度

| g 表 原 油              |      | h 表 ナ フ サ |    |
|----------------------|------|-----------|----|
| n-ヘキサン<br>可溶成分 (PPM) | 稀釈用水 | 臭味感知度     |    |
|                      |      | 井戸水       | 鹹水 |
| 2.13                 |      | +         | +  |
| 1.42                 |      | +         | -  |
| 0.71                 |      | +         | -- |
| 0.58                 |      | +         |    |
| 0.47                 |      | +         |    |
| 0.39                 |      | +         |    |
| 0.38                 |      | +         |    |
| 0.30                 |      | +         |    |
| 0.293                |      | ±         |    |
| 0.266                |      | ±         |    |
| 0.235                |      | ±         |    |
| 0.226                |      | ±         |    |
| 0.217                |      | ±         |    |
| 0.194                |      | -         |    |

| 稀釈率 (%) | 稀釈用水 | 臭味感知度 |    |
|---------|------|-------|----|
|         |      | 井戸水   | 鹹水 |
| 1       |      | +     | +  |
| 0.75    |      | +     | -  |
| 0.5     |      | +     |    |
| 0.4     |      | +     |    |
| 0.25    |      | -     |    |
| 0.2     |      | -     |    |
| 0.1     |      | -     |    |

表 2-2 から原油の場合は臭味の感知限界濃度は n-ヘキサン可溶成分で 0.2~0.3 PPM, 鹹水では 2.1 PPM ぐらいに相当し, ナフサでは, それぞれ 0.4, 1% であった。これを臭気のそれと比較すると, 原油では臭気の約 100 倍, ナフサで約 10 倍の濃度が, 臭味の感知しうる限界となる。

ただ稀釈用水が鹹水の場合は臭味よりも, 辛味が優れているため限界値を求めることは困難である。しかし, 原油, ナフサでみた限りでは臭気が臭味に優るので, 臭気をもって着臭と対応させる方が良いと考えた。実験の結果は僅かながら, 水温の低い冬期が, 夏期, 秋期に比べて臭味が鋭敏に感知された。

### 3 異なる魚貝類による着臭限界濃度を求めるための実験

前項で筆者は, いろいろな着臭材料をもちいてその臭気, 臭味の感知しうる限界濃度を求めてきたが, そのなかで原油, ナフサの臭味の実験から官能検査では臭気の方が五官による感知が鋭敏であることがわかった。そこでこれらの着臭材料をもちいて供試液の臭気と魚貝類の着臭状況について検討することにした。

まず, 1.2 で調製した着臭材料から各種濃度段階の実験用水をつくり, 供試魚貝類を入れ, 一定時間後にとり上げ水洗, 水煮の上, 魚体の場合は表皮をとり除き, 貝類は殻を除いた可食部を試食し, 着臭の有

無を判定した。

供試魚は、チダイ、セイゴで当場の飼育水槽で相当期間飼養し馴致させたものを、供試員は鹿島灘産のチョウセンハマグリで魚市場から購入後、一夜以上休養させたものを実験に供用した。

実験水槽は、原油、ナフサの場合、昼間は図-1のポリ容器を、夜間はコンクリート水槽に移し換えて飼育した。

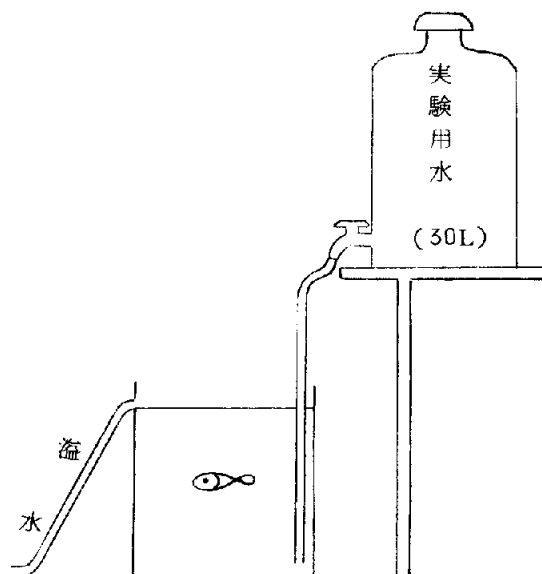


図-1 換水による魚貝類の実験装置

実験用水が機関廃油、ビルジ、工場廃水の場合は コンクリート水槽だけを使用した。

又、ハマグリにはポリ水槽だけを使用した。

### 3.1 各種の実験用水による着臭実験

#### 3.1.1 魚類の着臭実験

1.2で調製した溶液を稀釈して実験用水とした。

供試したチダイは平均体長が、 $9.5\text{ cm}$  平均体重が $2.47\text{ g}$  セイゴはそれぞれ $1.29\text{ cm}$ ,  $2.69\text{ g}$ であった。

チダイ、セイゴは、当初高濃度、短期間で着臭させ 順次実験用水を稀釈して、長期間の実験に移行した。

短時間の着臭には 内容積 $25 \times 25 \times 25\text{ cm}$ のポリ水槽をもちいて、別途に用意した $30\text{ l}$ のポリ瓶に所定濃度の実験用水を滴下させロックを調整して8時間ではほぼ全量(実際は約 $25\text{ l}$ )を流出させるようにした。

又長期の実験には、各水槽に入れた魚を、午前9時から午後5時までは前記のポリ容器で換水し、午後5時から翌朝9時までは、内容積 $60 \times 130 \times 50\text{ cm}$ のコンクリート水槽にビニール・シートを張り、当該濃度の実験用水をみたした中に移しかえた。

なお、機関廃油、ビルジ、工場廃水の実験用水はすべてコンクリート水槽をもちい、止水中に浸漬し、毎日1回換水した。

測定には2、24時間等 所定時間毎に1尾<sup>3</sup>づつとりあげ 水煮のうえ、試食した。

### 3.1.2 二枚貝の着臭実験

供試貝は 平均殻長7.2cm、平均重量(殻付)79gのチョウセンハマグリで、魚類の昼間実験の方法に準じ、夕刻から翌朝までは、換水を遅くして当該濃度の用水30ℓでそれぞれ換水した。

工場廃水は廃水量に制約があったため、ポリ容器中に止水のまま浸漬し、24時間毎に換水した。臭味の測定は魚類のそれに準じた。

## 3.2 臭味の判定方法

### 3.2.1 魚肉の臭味

実験用水に浸漬し作用させた魚体については、水煮の上、可食部を5名の測定者が試食し、臭味の有無を判定した。判定基準は次のようにした。

〔判定基準〕

|           |     |
|-----------|-----|
| 異臭を感じたもの  | 1   |
| 疑わしいもの    | 1/2 |
| 異臭を感じないもの | 0   |

「疑わしいもの」のなかには試食者が「気持のわるくなった」と感じた場合も含めた。

### 3.2.2 ハマグリ<sup>2</sup>の臭味判定

ハマグリ<sup>2</sup>の場合は 予め着臭させた上で臭味の判定をしたが、着臭状況から、明らかにその有無を判定できるので、2.2の方法を採用した。

## 3.3 実験の結果と考察

### 3.3.1 魚類の着臭について

原油、ナフサ、機関廃油、ビルジ、工場廃水の着臭材料をもちいて、それぞれの実験用水にチダイ、セイゴを浸漬しその着臭結果を、表3-1～表3-5にまとめて表示した。

表3-1 原油による魚の着臭

| 魚種<br>n-ヘキサン<br>可成溶分(PPM) <sup>※6)</sup> | チ ダ イ |     |       |     |       |     | セ イ ゴ |     |                    |     |       |       |
|--|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------------------|-----|-------|-------|
|  | 2hr   | 4   | 24    | 48  | 72    | 96  | 2     | 4   | 24                 | 48  | 72    | 96    |
| 0.117                                    |       |     |       |     |       |     | 0/5   | 5/5 |                    |     |       |       |
| 0.102                                    | 4/5   | 5/5 |       |     |       |     |       |     |                    |     |       |       |
| 0.059                                    |       |     |       |     |       |     | 0/5   | 4/5 | 5/5 <sup>※7)</sup> |     |       |       |
| 0.051                                    | 0/5   | 5/5 |       |     |       |     |       |     |                    |     |       |       |
| 0.0204                                   | 0/5   |     | 2.5/5 | 4/5 | 5/5   |     |       |     |                    |     |       |       |
| 0.0116                                   |       |     |       |     |       |     | 0/5   |     | 0/5                | 1/5 | 1.5/5 | 4.5/5 |
| 0.0103                                   | 0/5   |     | 0/5   | 1/5 | 2.5/5 |     |       |     |                    |     |       |       |
| 0.0059                                   |       |     |       |     |       |     | 0/5   |     | 0/5                | 0/5 | 1/5   | 2.5/5 |
| 0.0049 <sup>※8)</sup>                    |       |     |       |     | 2.5/5 | 5/5 |       |     |                    |     | 0.5/5 | 2.5/5 |
| 0.0044                                   |       |     |       |     | 1.5/5 | 2/5 |       |     |                    |     | 0.5/5 | 2/5   |
| 0.0033 <sup>※8)</sup>                    |       |     |       |     | 0/5   | 0/5 |       |     |                    |     | 0/5   | 1/5   |
| 0.0023                                   |       |     |       |     | 0/5   | 0/5 |       |     |                    |     | 0/5   | 0/5   |

表3-2 ナフサによる魚の着臭

| 魚種<br>n-ヘキサン<br>可成溶分(PPM)<br>浸漬時間<br>希釈率(%) | チ ダ イ |     |     | セ イ ゴ |     |       |
|---|-------|-----|-----|-------|-----|-------|
|   | 48    | 72  | 96  | 48    | 72  | 96    |
| 0.1   | 3.5/5 | 5/5 |     | 5/5   |     |       |
| 0.05  | 1/5   | 4/5 | 5/5 | 5/5   |     |       |
| 0.02  | 0/5   | 0/5 | 1/5 | 0/5   | 0/5 | 0.5/5 |
| 0.01  | 0/5   | 0/5 | 0/5 | 0/5   | 0/5 | 0/5   |

表3-3 機関廃油による魚の着臭

| 魚種<br>n-ヘキサン<br>可成溶分(PPM)<br>浸漬時間 | チ ダ イ |       |       | セ イ ゴ |     |       |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
|                                   | 48    | 72    | 96    | 48    | 72  | 96    |
| 0.021                             | 0.5/5 | 1.5/5 | 2.5/5 | 0/5   | 0/5 | 1.5/5 |
| 0.0099                            | 0/5   | 1/5   | 2/5   |       |     |       |
| 0.0051                            | 0/5   | 1/5   | 2/5   | 0     | 0/5 | 1/5   |
| 0.0031                            | 0/5   | 0/5   | 0/5   | 0/5   | 0/5 | 0/5   |

※6) 1とづつ3回の分析値を平均化し、5日分を総平均した。

※7) 8時間浸漬

※8) 止水による。24時毎換水



表3-4 ビルジによる魚の着臭

| 魚種<br>n-ヘキサン<br>可溶成分 (PPM)<br>浸漬時間 | チ ダイ |       |       | セイゴ |     |     |
|------------------------------------|------|-------|-------|-----|-----|-----|
|                                    | チ    | ダイ    | イ     | セイ  | イ   | ゴ   |
| 0.021                              | 1/5  | 2/5   | 4/5   | 0/5 | 1/5 | 2/5 |
| 0.0101                             | 0/5  | 1.5/5 | 2.5/5 |     |     |     |
| 0.0038                             | 0/5  | 0/5   | 0/5   | 0/5 | 0/5 | 0/5 |
| 0.0032                             | 0/5  | 0/5   | 0/5   | 0/5 | 0/5 | 0/5 |

表3-5 工場廃水による魚の着臭

| 魚種<br>n-ヘキサン<br>可溶成分 (PPM)<br>浸漬時間 | チ ダイ |     |     |       |       |       | セイゴ |       |     |       |       |       |
|------------------------------------|------|-----|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-------|-------|
|                                    | 2    | 4   | 8   | 24    | 48    | 72    | 2   | 4     | 8   | 24    | 48    | 72    |
| 0.011                              | 2/5  | 5/5 | 5/5 | 5/5   |       |       | 1/5 | 2.5/5 | 4/5 | 4/5   |       |       |
| 0.0031                             |      |     |     | 2.0/5 | 2.5/5 | 2.5/5 |     |       |     | 1.5/5 | 2.0/5 | 2.5/5 |

表-1から 原油の0.102 PPMによるチダイは2時間内に着臭したが、0.05 PPMでは4時間を、0.02 PPMでは48時間を要した。

一方、セイゴは0.059 PPMでは4時間で着臭したが、その $\frac{1}{5}$ の濃度では96時間を要した。この結果、浸漬濃度が低下するにつれて着臭に要する時間は漸次増大する。

又 96時間以内の着臭状況から、チダイは0.0049 PPMが、セイゴは0.0116 PPMが着臭の限度となる。セイゴの0.0049 PPMは、96時間経過後も着臭をみなかった。従って 着臭の濃度は新田ら<sup>(4)</sup>によって指摘されたように魚種によって異なる値をもっていると言える。そしてこれは表-3のビルジをもちいた実験でも立証されている。

次に 着臭材料が異なると、魚種によって着臭までの作用時間に差異があらわれる。例えば、表-1からは原油による着臭はチダイの方が 短時間で着臭しやすい傾向があるが、ナフサではむしろセイゴの方が短時間で着臭する。このことについては、石油化学工場の廃水でも同一濃度では、チダイの方が着臭しやすい。

扱て、着臭限界濃度と臭気の感知しうる限界濃度は、既に新田らによって指摘されたように、筆者の実験でも確認された。

即ち、原油の場合 セイゴでは両者が一致するが、チダイの場合は既に感知できない濃度でも着臭があらわれる。

この現象はチダイについて 機関廃油、ビルジをもちいた場合も同様であるが、工場廃水ではこの逆な結果がでる。

もっとも 筆者の扱った工場廃水では、表3-5のごとく、いずれも臭気を認めうる濃度で短時間の着

臭が起ったが 長期にわたっては、着臭状況が進展しなかった。

次にこれらの実験から着臭因子が体内に蓄積されていくことによって感知しうる限界に達することが以下の事例から推察された。

即ち、原油の実験について、チダイでは、0.0204 PPMの48時間 0.049 PPMでは96時間の作用で、セイゴの場合は0.0116 PPMで96時間作用した時のいずれもが、24時間前の測定時のそれと比較して、急に着臭を感知できるようになっている。そしてこの現象がナフサ、ビルジ、工場廃水によるチダイにもそれぞれあらわれている。

これらの結果から判断すると着臭作用は、着臭材料や対象魚種によってそれぞれ異なってあらわれるから、限界濃度は、実験材料について逐一検討する必要があると考えられる。

### 3.3.2 チョウセンハマグリに着臭について

ハマグリは、軟体動物の斧足類に属し、移動性のよわい底棲生物で、砂中に潜入した状態で呼吸作用、摂餌作用を営み、生活活動が、魚類と著しく異なっている。

そして、餌料は、呼吸作用が鰓で水流を起すと同時に口中へ送り込まれるという仕組み<sup>(5)</sup>になっている。

従って、これらの形態や生活環境から着臭因子の体内とり込みも魚類とは些か異なっているものと想定される。

そこで、チョウセンハマグリに着臭状況を検討する手はじめとして 着臭限界濃度を求め、次の各表にとりまとめた。

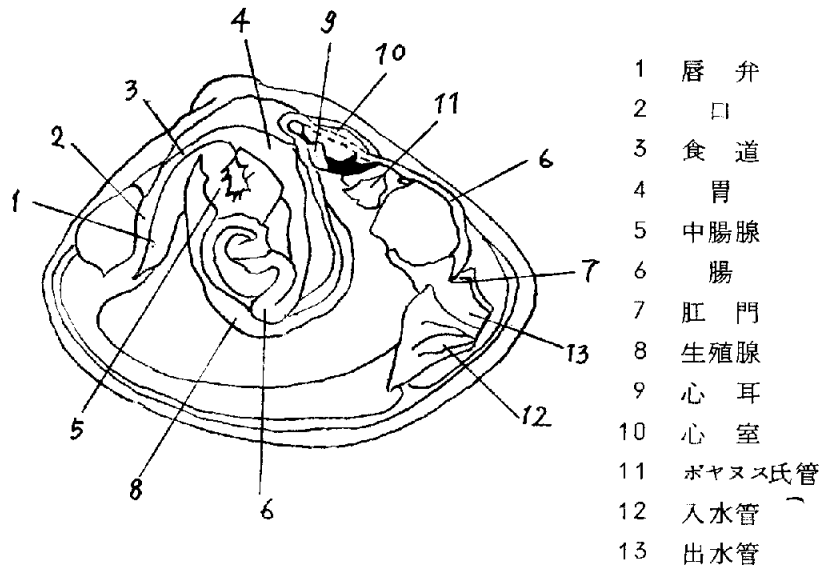


図2 ハマグリ縦断面図

表3-6 原油によるチョウセンハマグリに着臭

| 浸漬時間<br>n-ヘキサ<br>ン可<br>溶成分(PPM) | (hr) | 2 | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 |
|---------------------------------|------|---|----|----|----|----|-----|
| 0.0993                          |      | - | +  |    |    |    |     |
| 0.0497                          |      | - | +  |    |    |    |     |
| 0.0041                          |      |   | -  | +  | ±  |    |     |
| 0.0021                          |      |   | -  | -  | ±  | +  | +   |
| 0.00094                         |      |   |    |    | -  | ±  | ±   |
| 0.00063                         |      |   |    |    |    | -  | -   |

表3-7 ナフサによるチョウセンハマグリに着臭

| 浸漬時間<br>稀<br>釈率(%) | (hr) | 2 | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 |
|--------------------|------|---|----|----|----|----|-----|
| 0.02               |      | - | -  | ±  | +  | +  | +   |
| 0.01               |      | - | -  | -  | -  | ±  | ±   |
| 0.005              |      |   |    |    |    | -  | ±   |
| 0.002              |      |   |    |    |    | -  | -   |

表3-8 機関廃油によるチョウセンハマグリに着臭

| 浸漬時間<br>n-ヘキサ<br>ン可<br>溶成分(PPM) | (hr) | 2 | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 |
|---------------------------------|------|---|----|----|----|----|-----|
| 0.200                           |      | - | ±  | +  |    |    |     |
| 0.101                           |      | - | -  | ±  | +  |    |     |
| 0.050                           |      |   | -  | -  | -  | -  | -   |
| 0.021                           |      |   | -  | -  | -  | -  | -   |

表3-9 ビルジによるチョウセンハマグリに着臭

| 浸漬時間<br>n-ヘキサ<br>ン可<br>溶成分(PPM) | (hr) | 2 | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 |
|---------------------------------|------|---|----|----|----|----|-----|
| 0.206                           |      | - | -  | ±  | +  |    |     |
| 0.103                           |      | - | -  | -  | ±  | +  | +   |
| 0.052                           |      | - | -  | -  | -  | -  | -   |

表3-10 工場廃水によるチョウセンハマグリに着臭

| 浸漬時間<br>n-ヘキサ<br>ン可<br>溶成分(PPM) | (hr) | 2 | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 |
|---------------------------------|------|---|----|----|----|----|-----|
| 0.026                           |      | - | -  | -  | -  |    |     |
| 0.0105                          |      | - | -  | -  | -  |    |     |
| 0.0022                          |      |   |    | -  | -  | -  | -   |
| 0.0011                          |      |   |    | -  | -  | -  | -   |

表3-6から 原油では、0.001~0.002 PPM濃度の96時間作用で着臭したが、この値は、チダイの同一時間における0.005 PPMの約 $1/2.5 \sim 1/5$ 、セイゴの約 $1/5 \sim 1/11$ の濃度に該当する。又臭気の感知濃度は約 $1/6$ に相当する。

次にナフサでは、96時間作用で0.01%が限界濃度で、これは魚類の $1/5$ の濃度に相当している。

これらの着臭材料では、チョウセンハマグリは、魚類よりも低濃度で着臭する。

一方 機関廃油やビルジでは、それぞれ、着臭の限界値が0.1 PPMのところにあられ、チダイの約5倍の濃度でなければ、着臭しない。しかし臭気については、機関廃油、ビルジはそれぞれ0.4 0.2 PPM前後であるから 臭気を感じしえないところで着臭することにはかわりはない。

ところで、工場廃水では、臭気を感じしうる濃度よりもはるかに高い濃度のところでさえ、着臭はおこらなかった。

この原因については、着臭の実験装置に問題があると考えられるが、ハマグリに着臭が、魚類に比べ比較的ゆるやかに起るが(表3-1, 表3-6)脱臭は速やかにおこなわれること。魚類では、いずれも臭気を感じしうる濃度で短時間に着臭してしまいか、及至は全く着臭しなくなる。稀釈された実験用水では臭の成分が、大気に触れると逸散し易いこと。などによるものと推定される。

実験用水が不足がちのため、再現実験ができなかったが、今後確認する必要があるであろう。

以上チョウセンハマグリに着臭については、魚類のそれとの共通した点が多くあられた。たゞ大きな違いは、脱臭が、魚類では、遅く、チョウセンハマグリは速いことから、それぞれに対する着臭因子の働き方は、異なっているものと推察される。

### 3.4 活性汚泥処理水による着臭

石油精製、化学工場など、いわゆる石油系企業から排出される諸廃水は、既に四日市港海域や 水島港の地先海域で異臭魚を発生させるなど問題化しており、その浄化方法が急がれていたが、近年活性汚泥による処理方式が工場廃水にも有効なことがわかり実用化され、四日市の企業で採択された。

鹿島においてもこの方式を採択することとなり、一括協同処理がおこなわれる計画であり、通産省醸酵研究所で研究された処理後の廃水をわづかばかり入手して、魚類および二枚貝について実験した。

#### 3.4.1 処理水の臭気

筆者は、先に各種の着臭材料をもちいて、セイゴ、チダイ、チョウセンハマグリについて実験してきたが、その結果は着臭材料によってその限界濃度に差異のあることがわかった。

筆者の入手した処理水はいろいろな種類の企業廃水を排出量に応じて混合し一括処理したもので、黄色透明であり、既に実験した鉱油臭(原油、ナフサ、機関廃油、ビルジ)やメルカプタン臭に似た腐敗臭(工場廃水)とは異なり 或る種の薬品臭と類似した芳香臭をもつのが特徴である。

活性汚泥処理水による実験については、過去新田らがイサキをもちいた事例があり、それによれば、臭気は5%で $\frac{5}{5}$ 、2%で $\frac{2}{5}$ を示し、その着臭は、10%で $\frac{3}{4}$ 、2%で $\frac{0}{4}$ という結果が報告されている。

筆者の実験に供した処理水<sup>※9)</sup>は、処理対象業種が多いことから水質も当然異なっているものと考えられる。そこでまずその臭気を感じしうる限界を求めた。

※9) n-ヘキサン可溶成分は6.1 PPMであった。

表 3-11 処理廃水の臭気感知濃度

| 稀釈率 (%) | n-ヘキサン<br>可溶成分<br>(PPM) | 臭気感知度 | 稀釈率 (%) | n-ヘキサン<br>可溶成分<br>(PPM) | 臭気感知度 |
|---------|-------------------------|-------|---------|-------------------------|-------|
| 3       | 0.183                   | 5/5   | 1.0     | 0.061                   | 2/5   |
| 2.5     | 0.153                   | 5/5   | 0.6     | 0.037                   | 0/5   |
| 2       | 0.122                   | 5/5   | 0.5     | 0.031                   | 0/5   |
| 1.5     | 0.092                   | 5/5   | 0.3     | 0.019                   | 0/5   |
| 1.2     | 0.074                   | 5/5   |         |                         |       |

既に 2.2 で臭気の測定をし表 2-1 に記載したが、この表からも 1.2% で 5/5、1.0% で 2/5 を示した。

即ち、筆者の供試液では、新田らが実験に供した試験廃水よりも、臭気が強くあらわれた。しかし供試廃水量は制約があり、再現実験をすることはほとんど不可能であって、今までの原油やその他で実験したような、換水は出来ず 4 日間の飼育では酸素不足をきたすため、やむなく曝気処理をした。

活性汚泥処理水については、通常処理課程で 6~8 時間の曝気がなされており、処理水の臭気は工場廃水でみられたように、短時間のうちに逸散するものではないが、曝気時間が長びけば当然臭気の逸散は考えられる。

そこで、まず 2ℓ のビーカーに 3.0% 濃度の処理稀釈水をつくりできるだけ少量の送気をしてゆるやかに曝気し、所定時間毎にその臭気の感知限界を求めた。

表 3-12 曝気による臭気感知濃度の時間的变化

| 実験開始時 |        |       | 24時間経過時 |        |       | 96時間経過時 |        |       |
|-------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|
| 稀釈率   | 稀釈率(%) | 臭気感知度 | 稀釈率     | 稀釈率(%) | 臭気感知度 | 稀釈率     | 稀釈率(%) | 臭気感知度 |
| 2.0   | 1.5    | 5/5   | 1.0     | 3      | 5/5   | 1       | 3.0    | 5/5   |
| 2.5   | 1.2    | 5/5   | 1.5     | 2      | 2/5   | 2       | 1.5    | 5/5   |
| 3.0   | 1.0    | 2/5   | 3.0     | 1      | 0/5   | 3       | 1.0    | 2/5   |
| 5.0   | 0.6    | 0/5   | 6.0     | 0.5    | 0/5   | 5       | 6      | 0/5   |

この表から臭気の逸散は送気量の如何によって影響をうけるが、ここでは 24 時間後に臭気が 1.2% から 3.0% に、96 時間後には 1.5% に移行した。

即ち、この程度の送気量では、5% の処理水は 24 時間後も 3.0% の処理水では 96 時間後も臭気を感じしうる。

そこで30%と5%の処理水で、セイゴをつかって実験することとした。

### 3.4.2 魚類の実験

実験をするにあたり、まず低調海水で馴致させるため、井戸水で稀釈した30%および5%の低調海水区をつくり、体長11~16cmのセイゴを24時間飼養した。

その後25×25×30cmのポリ容器に30%、5%の実験用水区と30%淡水区をもうけ、各区ともそれぞれ4尾宛浸漬し前回と同量の送気で曝気して、観察した。

判定には所定時間毎に1尾づつとりあげ、着臭の有無をしらべた。

その結果、96時間経過も、試験区の着臭はおこらなかった。

5%区の臭気は24時間後に感知したが、それ以降のものは検討せず、30%区のもの96時間後に臭気存在をみとめることができた。

したがって、この廃水は、臭気を充分認めうる濃度でも着臭はおこらないことがわかった。

しかし30%区のセイゴは、対照区、5%区に比較して96時間後も游泳活動がにぶく、刺戟に対して活発な反応を示さなかったところから、体内で何らかの拮抗作用が起っているものと推定される。

### 3.4.3 チョウセンハマグリの実験

前項でセイゴをつかって実験し、その結果、30%処理水でも着臭は認められなかった。

そこで、今回はチョウセンハマグリをもちいて着臭について検討した。

#### 3.4.3.1 無曝気による止水実験

セイゴをつかった実験から、30%区に異常が観察されたので、チョウセンハマグリについては、その開設を観察することとした。そこで、まず、前回同様、チョウセンハマグリを低調海水に馴致させることとした。

東海区水研の報告<sup>(6)</sup>によれば、チョウセンハマグリは、50%低調海水によく耐え、曝気をしながら飼育すると、1週間の観察の結果は、軟体部を出して正常に生きることが観察されている。

そこではじめに、50%の低調海水をつくり曝気しながら3日間馴致させたものを実験材料とした。内容積が25×25×30cmの水槽に5%、2%処理水の試験区と5%の淡水による対照区をつくりそれぞれに殻長5.6~6.7cmのものを、各槽6ヶ宛浸漬して観察し、着臭の有無を検討した。

その結果は、各試験区とも120時間後の着臭は認められなかった。又開設は対照区に比較して遅く、1~2時間を要した。

#### 3.4.3.2 曝気をおこなった実験

無曝気による低濃度処理水の着臭はおこらないことを確かめたので今回は濃度をあげてわざわざ曝気しながら実験した。

予め用意した3ℓのビーカーに低調海水で馴致させたチョウセンハマグリを入れ、30、20、10%処理水の試験区と30%淡水の対照区をもうけ、所定時間毎の着臭の有無を検討するとともに、開設について観察しその結果を表3-13に表示した。

この結果、30%区は24時間で着臭したが、20、10%区は120時間も着臭せず、96時間後の臭気は、20、30%区で+、10%区は-であった。観察の結果 試験区の開設は1~2時間を要した。

以上の結果チョウセンハマグリについては魚類にみられたように、着臭しにくく、その意味ではこの処理方式は目的を達しているように感じられる。

表3-13 処理廃水によるチョウセンハマグリに着臭

| n-ヘキサン<br>稀釈率 (%) | n-ヘキサン<br>可溶成分<br>(PPM) | 浸漬時間 (hr) |    |    |    |    |     |
|-------------------|-------------------------|-----------|----|----|----|----|-----|
|                   |                         | 2         | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 |
| 30                | 1.83                    | -         | +  |    |    |    |     |
| 20                | 1.22                    | -         | -  | -  | -  | -  | -   |
| 10                | 0.01                    | -         | -  | -  | -  | -  | -   |

### 3.5 混合水による実験

処理水の実験をしたついでに 生物処理前の混合水についてわざわざ入手したので、着臭の検討をすることにした。

混合水は進出予定の各種企業の一次処理又は未処理廃水を各廃出量に応じて混合したもので、懸濁物が多く、実験にあたってろ紙でろ過したものをを用いた。

まず、従来どおり、臭気の感知限界濃度をもとめ表3-15に表示した。n-ヘキサン可溶成分は9.3 PPMであった。

表3-14 混合水の臭気感知濃度

| 稀釈倍率 | 稀釈率 (%) | n-ヘキサン<br>可溶成分<br>( P P M ) | 臭気感知度 |
|------|---------|-----------------------------|-------|
| 60   | 0.5     | 0.046                       | 5/5   |
| 80   | 0.375   | 0.035                       | 5/5   |
| 100  | 0.3     | 0.028                       | 2/5   |
| 150  | 0.2     | 0.019                       | 0/5   |
| 200  | 0.1     | 0.010                       | 0/5   |

その結果は、0.375%以上が5/5 0.3%で2/5 0.2%以下が0/5 を示した。

これを、処理水と比較すると、感知限界値は低く、約1/5の濃度に相当する。即ちこの臭気の差は処理工程の曝気によるものと考えられる。

次にこの混合水による実験の結果を表3-15に示した。

表 3 - 1 5 混合水によるチョウセンハマグリの着臭

| n-ヘキサン<br>稀釈<br>率 (%) | 可溶成分<br>(PPM) | 浸漬時間<br>(hr) |    |    |    |    |     |
|-----------------------|---------------|--------------|----|----|----|----|-----|
|                       |               | 2            | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 |
| 10                    | 0.93          | -            | -  | ±  | ±  | +  | +   |
| 5                     | 0.47          | -            | -  | -  | -  | -  | -   |

この結果は 10%、48 時間でハマグリは着臭した。

しかし、5%区は 120 時間後も着臭せず、したがってこの廃水は、処理水をも含め 5%以下の着臭はおこらないことがわかった。

#### 4 着臭状況についての検討

##### 4.1 魚体の着臭について

##### 4.1.1 魚体各部の着臭

今までの実験から、稚魚や小型魚は魚体の全体から着臭の有無を判断したが、成魚や大型魚を官能検査によって判定する時点で着臭の弱い場合に 逐一検討するとなると 相当の時間と労力を要する。

そこで、この判定を容易にすることと併せて魚体への着臭因子の潜入状況について検討することにした。供試魚として体長 30cm、体重 500g のイナダをもちいて、約 350ℓ のコンクリート水槽に、灯油 50ml を入れ、混合したのち、浮上した油を取除き浸漬した。なお 対照としてチダイ、セイゴ、アジを数尾同時に浸漬した。

16 時間浸漬の後、チダイ、アジをそれぞれとり揚げて水煮の上着臭を確認した。

次いで、イナダをとり揚げ、即殺し解体して、頭部、腹部、背部、内臓、骨等に分割し、水洗したのち生のまま臭気をしらべたが、魚臭のため 油の臭いはほとんど感知できなかった。

そこで、各部毎に水煮をし、表皮をとり除いてその臭味をしらべた。各部とも着臭は可成進行していたが、判定の結果は、腹部が最も強く、背部、頭部、内臓となり、骨に臭味は、認められなかった。

背部は表皮下が強く背椎骨に近づくにつれてうすれていくが、血合肉には可成の着臭を認めた。

頭部では、臭味が薄く 鰓などはほとんどわからなかった。

従って臭いは 肉質部にあらわれやすく、特に体脂肪の蓄積の多い腹部や表皮下の肉質にあらわれるため判定にあたってはこれらの部位を検索することがよいと考えられる。

##### 4.1.2 油臭水と着臭餌料の着臭についての検討

##### 4.1.2.1 着臭餌料からの着臭について

油臭餌料を与えて着臭の状況を検討するため、次のような実験をした。

油臭餌料を投与して着臭させた実験については、過去川本<sup>7)</sup>によれば、クロダイをもちいたところ 10 日間で着臭を認めたことが報告されている。



筆者は、まず実験水槽で 相当期間飼育しておいたチダイとセイゴをもちいて 原油による調整液に浸漬した解凍シラスを毎日、午前、午後の2回にわけて1回につき約50gずつ投与し、摂餌状況を観察した。

その結果では 魚は油臭の強さによっては、摂餌行動を起さず、浸漬時間の調節によって投餌しなければならなかった。

投餌を開始してから1月後に、チダイ、セイゴを2尾づつとり揚げて、着臭の有無を判定したが、いずれも臭味は感じられなかった。又解剖の結果、胃中はほとんど消化されており、臭気は感じられなかった。

#### 4.1.2.2 油臭水と油臭餌料の着臭の比較

そこで今度は、油臭水に浸漬した場合と着臭させた餌料を投与した場合の着臭状況について比較するため、次のような実験をした。

即ち、ナフサによる着臭限界値を求めた結果から、2つの試験区を設け、チダイをもちいて一方は0.05%の実験用水中に魚体を浸漬し、解凍したシラスを投与し、他方は0.01%の用水中に同じ餌料を着臭させた上、投与した、餌料は毎日1回約50gを与えた。

実験を開始してから120時間経過後、各水槽から2尾づつとり揚げて油臭の有無を判定した。

その結果、0.05%区のものはいずれも着臭したが、0.01%区は着臭せず、解剖の結果 1尾の胃中からわずかに油臭が感じられた。

以上の実験から 魚の着臭は、餌料よりは、むしろそれをとりまく環境の影響が大きいと推察される。

### 4.2 ハマグリの着臭について

#### 4.2.1 油臭水の環境下におけるハマグリの開殻潜入実験

ハマグリが原油を含む環境下で生活活動をする場合を想定してはじめに泥中の油分濃度とハマグリの開殻、開殻、潜入について検討することとした。

まず、魚市場から購入したハマグリを一夜流水中に飼養させたのち、砂中にうつして潜入しやすいものを選定した。

供試砂は、当场で甲殻類の飼育のため、購入しておいたもので鹿島における漁場の底質(図-3)とは組成のちがいがあ

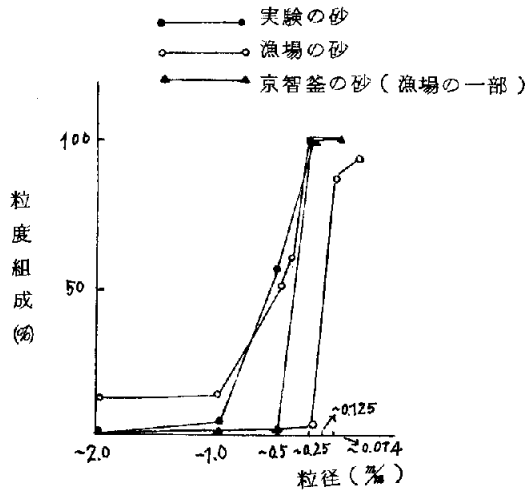


図3 チョウセンハマグリ漁場の底質

この砂を 図-4 の装置に高さ18cmになるように敷いて、

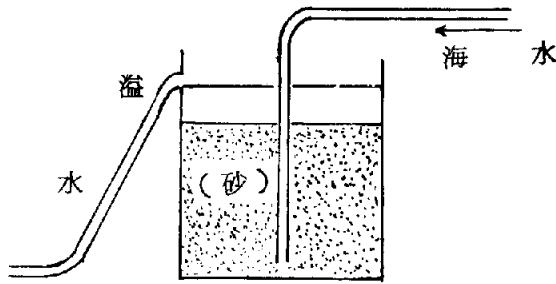


図4 チョウセンハマグリの開設、潜入実験装置

通水し、浮上した ゴミを除去してから水のすむのを待って、7個のハマグリを殻長の約半分ほどに差し込み、潜入しやすくして、実験を開始した。約10分経過ののち、開設がはじまり、2個が 潜入した。水温は16.2℃であった。

次に、ハマグリをとり揚げ、通水をとめて 水切りをした砂に原油50mlを添加し、混合したのち、1時間静置した。

その後、再び通水して、浮上した油塊を除去したのち、ハマグリを砂上において観察した。

数時間の通水ののち、7個のうち1個が開設をはじめたので通水を止め 開設したハマグリの附近の砂を採取した。(水温16.4℃)

次いで、通水を再開したが、ハマグリは順次開設しはじめた。

更に通水を強くしたところ 2個が同時に潜入をした。そこで前回同様通水を止め 附近の砂を採取した。

採泥後の砂からは、それぞれ臭気を認め、又実験後のチョウセンハマグリからも着臭していることを

確認した。

採取した砂からは、エーテルソックスレー法で油分の抽出をおこなったが、その結果は、それぞれ  $0.202 \text{ mg/dry g}$ ,  $0.083 \text{ mg/dry g}$  であった。

このことからチョウセンハマグリは着臭しうる環境下においても開設し砂中への潜入をおこなうことがわかった。

#### 4.2.2 着臭経路について

ハマグリに着臭経路について検討するため、はじめに着臭させたハマグリを水煮した上、各部位毎に解体し着臭の有無を検討した。

##### 4.2.2.1 各部位の着臭状況

原油による実験から、ハマグリは  $0.1 \text{ PPM}$ 、24時間で着臭する。

そこで24時間内に着臭させるため、 $1.5 \text{ PPM}$ の実験用水中に24時間浸漬させた5ケのハマグリを、水煮の上解剖し、閉殻筋、外套膜、鰓、足、内臓に分け、各々水煮した上、充分水晒しして試食し着臭の有無を検討した。その結果を表4-1に記載した。

この結果から、内臓や内臓を包む軟体部および足に着臭を認められたが、閉殻筋、外套膜、鰓などに油臭は感じられなかった。

この結果 着臭因子は内臓から順次体内の各部へ浸入蓄積されていくものと推察される。

##### 4.2.2.2 内臓の着臭経路

次に今回は120時間後にどうやら着臭を確認できるナフサの0.005%実験用水をもちいて 前回同様5個体を浸漬させ120時間経過後解剖の上検討した。

前回の結果から 今度は内臓を、胃、中腸(肝臓)腸に分割して、それぞれについて着臭の強弱をたしかめた。その結果を表4-2に示す。

この結果、着臭は中腸にあらわれたが、他の部位ではいずれも認められなかった。

以上を総合すると、着臭因子は、消化管を経て中腸に浸入蓄積し、内臓を包む筋肉から足、外套膜、閉鎖筋、鰓等へ漸次浸入蓄積していくことが判明した。

なお、中腸のもつ苦味と着臭はより強い方に支配されてあら<sup>われ</sup>る可能性が強いと考えられる。

表4-1 ハマグリ組織別着臭

| 組   | 織     | 臭 味 度 |
|-----|-------|-------|
| 閉   | 殻 筋   | 0/5   |
| 外   | 套 膜   | 0/5   |
|     | 鰓     | 0/5   |
|     | 足 ※10 | 5/5   |
| 内 臓 | 筋肉※11 | 5/5   |
|     | 消化器   | 5/5   |

表4-2 ハマグリ内臓の着臭

| 内 臓 組 織 |     | 臭 味 度 |
|---------|-----|-------|
|         | 足   | 0/5   |
| 内 臓     | 筋 肉 | 0/5   |
|         | 胃   | 0/5   |
|         | 中 腸 | 5/5   |
|         | 腸   | 0/5   |

※10 解剖缺で内臓から切離した。

※11 内臓筋肉から消化器を除去した。

## 5 脱臭のための実験

### 5.1 魚体の脱臭

脱臭については既に四日市における報告<sup>(8)</sup>があり、それによると工場廃水の油濁により着臭したセイゴやウナギの脱臭は20~30日を要することが報じられている。

筆者は着臭させたチダイとセイゴをつかってその脱臭状況をしらべた。

まず予め、着臭させて確認したそれぞれの魚を各々10尾づつ流水中に入れ脱臭させることとした。

脱臭にあたっては毎日1回50gづつの解凍シラスを投与した。

脱臭の判定には、開始後15日目から5日毎に1尾づつとり揚げて水煮の上、異臭度<sup>(8)</sup>を測定した。その結果を表5-1に示した。

表5-1 魚類の脱臭と所要日数

この表から、チダイの脱臭には20~25日を要し、セイゴは15~20日を要した。脱臭作用は着臭と同様に魚種によって異なるように考えられる

| 魚種 |    | 経過日数 (day) |    |     |    |    |
|----|----|------------|----|-----|----|----|
|    |    | 15         | 20 | 25  | 30 | 35 |
| チ  | ダイ | IV         | IV | III | II | I  |
| セ  | イゴ | III        | II | I   |    |    |

### 5.2 ハマグリの脱臭

5.1で魚を着臭させた折、同時に着臭させたアサリを魚の脱臭とともに流水中に入れ15日目に検査したところ、いずれも臭味は認められなかった。

この結果、二枚貝の脱臭は速いことが確認された。

#### 5.2.1 油臭水で着臭のハマグリ脱臭

原油による実験用水の1PPM, 0.5PPMのそれぞれに24時間浸漬し、着臭させたハマグリを2ヶづつ一方は籠に入れて流水中に吊し他方は図-3の砂中に潜入して通水したものについて、24時間後、それぞれをとり揚げ水煮の上、臭味を判定した結果ハマグリはいずれも脱臭していた。

#### 5.2.2 油を含む砂で着臭させたチョウセンハマグリ脱臭

4.2.1の実験後の砂中に24時間潜入させたチョウセンハマグリを着臭を確認したのち、6個体を3個づつにわけ一方を籠に入れ流水中におき他方は図-4の装置で通水し、1, 2, 5日目にそれぞれをとり揚げて臭味の判定をした。

表5-2 チョウセンハマグリ脱臭と経過日数

| 脱臭方法 |    | 経過日数 (day) |   |   |   |   |
|------|----|------------|---|---|---|---|
|      |    | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 流    | 水  | +          | + |   |   | - |
| 砂中   | 流水 | +          | + |   |   | ± |

この結果は、流水の方が脱臭され易いが、実験材料が少なく、又砂質の相違から環境等についても問題があるため、今後の研究にまつほかはないであろう。

いずれにしろ、魚の脱臭には少くも20日前後の時日を要するが、チョウセンハマグリは精々数日であろうと考えられ、この結果から、工場廃水による実験でチョウセンハマグリが着臭しなかった事実と一致するように考えられる。

### 結果の論議と今後の問題点

筆者は、入手しえた鉱油について、チダイ、セイゴ、チョウセンハマグリ of 三種の魚貝類をもちいて着臭の限界濃度を求める実験をした。

この結果から着臭には、着臭材料や対象魚種、実験用水中の作用時間等によって、それぞれ異なった限界濃度を示すことが判然とした。

しかし乍ら、実際問題としては、室内で実験されたように、均一な濃度の油臭性海水中を環境として、魚貝類が棲息し着臭するというのではなく、移動力をもつ魚類は好、不好によって集合、逸散するものであり、底棲性で移動力の弱い貝類は排水の拡散による影響を受けると考えられるから、魚類については嫌忌性について、検討を、貝類については排水の拡散についての調査をしなければならぬであろう。この点に関して魚類については四日市における調査報告<sup>9)</sup>や大阪水試の調査結果<sup>10)</sup>から魚類は廃水の外部水温との差(昇温)や石油系廃水に好気性を示すのではないかという推論がなされているので、この点については確証に工夫をこらすことが必要であろう。

又底棲生物については排水の水平、垂直の拡散についても検討しなければならないと思われる。

更に着臭材料の成分による相異から着臭の有無や着臭時間の差異がでるが、着臭因子にも科学的なメスを加えることが必要である。

次に特に鹿島に適用される活性汚泥処理水については未だ実験の緒についたばかりであって、いわゆる予備試験に終始したきらいがある。実験時間と使用水量の制約や着臭のみに重点をおきすぎたためでもあるが、実験のほとんどに酸素補給をおこなったので、実験中に水質の変化をきたしたことは否めない。例えばチョウセンハマグリの開殻などはさらに検討すべきと考えられる。

ただ結果としては、着臭は、僅か30%廃水区だけに認められたが、これを脱臭試験と考へ併せると、商品価値を損わなくともすむのではないかと予測された。これとは逆にこの処理水が生物に対して好ましくない環境を与えるのではないかという問題が提起されたが、これらについて今後は、官能検査の外に細胞組織的な調査研究が重要性をもってくると考えられ、実験を継続することが大切だとと思われる。

ともあれ、この実験はいわば地域の代表的な2,3の水産生物に対し、着臭を重点とした実験をした結果であり、個々についての問題点が多いため、今後は更に問題点をとりあげて逐一究明していかなければならないと考える。

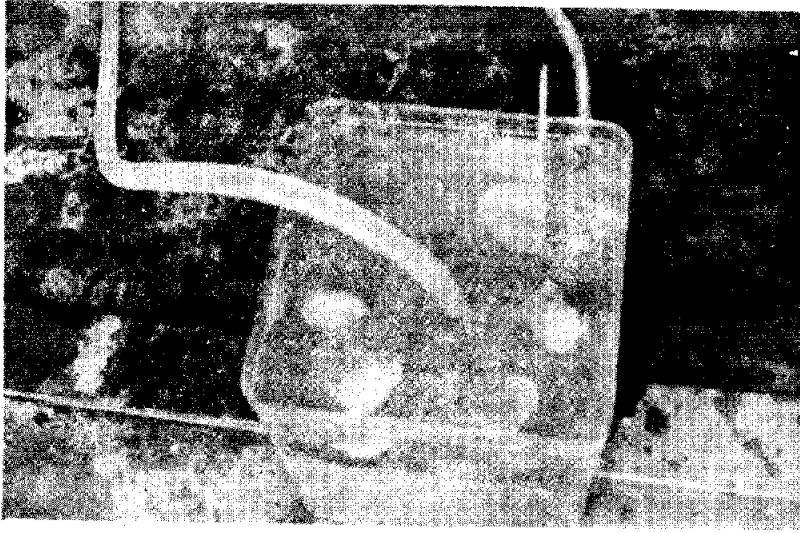
## 要 約

- (1) 原油, ナフサ, 船舶機関廃油, ビルジの鉱油による着臭材料および石油化学工場廃水, 活性汚泥処理水をもちいて, チダイ, セイゴ, チョウセンハマグリに着臭限界濃度をもとめるための実験をした。
- (2) 着臭の実験から次のような推論をした。
  - a) 着臭は作用時間とともに限界濃度が低下する。
  - b) 魚種によって着臭限界濃度が異なる。
  - c) 着臭時間は, 対象生物によって異なり, また着臭材料によっても異なる。
  - d) 臭気限界値と着臭限界濃度が相異なる場合がある。
- (3) 活性汚泥処理水は30%でも曝気をしながら飼養すると魚類は着臭しないが, チョウセンハマグリでは着臭する。

従って曝気をしなければ, 30%以下でも着臭する可能性がある。ただし 曝気をすれば 20%以下では着臭しない。
- (4) したがって, 着臭に関する限り, 処理水は効果的な手段であるが, 今後は生活環境用水としての検討をすることが急務であろう。
- (5) 原油によるイナダの実験から, 着臭因子は魚体の体脂肪と親和性をもつと推定される。
- (6) 着臭には餌料よりもむしろ, 環境用水の影響が大きいと考えられる。
- (7) チョウセンハマグリは, 他の汚濁要因が加わらない限り, 着臭しうる環境下でも生活活動ができ, 又, 着臭因子の体内侵入, 蓄積は, 消化器系からはじまって順次末端部へ進行するものと推察される。
- (8) チダイ, セイゴ等魚類の脱臭には15日以上を要するが, チョウセンハマグリでは長くとも精々数日である。

## 文 献

- 1) 神谷佳男 1967: 「石油・石炭の化学」 コロナ社
- 2) 運輸省 1968: 「船舶の油による海水の汚染の防止に関する法律および関係法令」 成山堂書店
- 3) 1964: 「工場廃水試験方法」 J I S K-0102
- 4) 新田ほか 1965: 「工場廃水による油臭魚問題に関する対策研究」 東海区水研報告
- 5) 谷田専治 1963: 水産動物学 水産学全集
- 6) 東海区水研 : 未発表
- 7) 川本信之 : 四日市周辺の海水汚染とその被害および対策について 用水と廃水
- 8) 三重県 1964: 異臭魚に関する特別調査報告書
- 9) 伊勢湾汚水対策推進協議会 1961: 伊勢湾汚水調査報告書(第1報)
- 10) 大阪水試 1967: 石油廃水による影響調査(第2報)



チョウセンハマグリの開殻潜入実験