

# 博多湾底質改善試験

江崎 恭志・松井 繁明・恵崎 摂・内田 秀和

この試験では，博多湾内において，底びき網漁具を用いた海底耕耘試験を行い，その効果を検証するとともに，最も高い効果の得られる耕耘方法（時期・場所等）について検討し，漁業者による将来的な事業展開に向けた有益な知見を得ることを目的とする。

底質の有機汚染の程度を把握することを目的に，各種環境項目の分析を行った。また参考として，必要に応じて，試験時における生物調査及び水質調査も，併せて行った。

これらの分析・調査項目および方法を表 1 に示した。

## 方 法

表 1 分析・調査項目および方法

| 区 分           | 項 目                   | 方 法                                      |
|---------------|-----------------------|------------------------------------------|
| 底質分析          | 酸化還元電位                | 現場にて計器測定                                 |
|               | 全硫化物<br>(AVS-S)       | 検知管法                                     |
|               | 粒度組成                  | 日本工業規格 A 1 2 0 4                         |
|               | 強熱減量                  | 底質調査方法（昭和 6 3 年環水管 1 2 7）                |
|               | C O D                 | 底質調査方法（昭和 6 3 年環水管 1 2 7）                |
| 生物調査          | マクロベントス（種・個体数・湿重量）    | 沿岸環境調査マニュアル（底生生物編）                       |
|               | ベントス食性大型生物（種・個体数・湿重量） | 底刺網（かれい網・えび網 各 1 反）<br>耕耘 3 時間後から 4 時間設置 |
| 水質調査<br>（底 層） | 水 温                   | 現場にて計器測定                                 |
|               | 塩 分                   | 現場にて計器測定                                 |
|               | 溶存酸素量                 | 現場にて計器測定                                 |

表2 底質の採取海域および性状

| 類型区分    | 海域名       | 水深帯  | 底質の性状        |
|---------|-----------|------|--------------|
| 砂質（湾口）  | 唐泊東沖      | 約14m | 灰褐色 無臭       |
| 砂泥質（湾央） | 姪浜西沖      | 約6m  | 灰黒色 磯臭～弱い腐敗臭 |
| 泥質（湾奥）  | 博多港西防波堤西沖 | 約7m  | 黒色 腐敗臭       |

## 1. 室内試験

### （1）効果の発現メカニズムの把握

より効果的な耕耘の方法を明らかにするためには、効果の発現メカニズム（各種パラメーターの変化量・タイムスケール）を把握する必要がある。このため、博多湾内底質の3類型、すなわち「砂質（湾口）」「砂泥質（湾央）」「泥質（湾奥）」を天然海域から採取し、これを用いて室内試験を行った。試験の実施時期は、水温上昇期である6月中～下旬とした。

#### 1）試料の調整

採取した底質は、ただちに実験室に持ち帰り、測定誤差の原因となるベントス・生物の死骸・れき・貝殻等を除去後、よく攪拌して均質化した。これを、実験室内に設置した水槽にそれぞれ収容・静置し、堆積層を攪乱しないよう海水を静かに水槽に数日間程度かけ流すことにより、湾内の海底を実験室内に再現した。採取日は6月5日～12日とした。

底質の採取海域および性状（呈色・臭気）を表2に示した。

#### 2）試験区の設定

試験区は、各類型ごとに、耕耘を行うもの（耕耘区）・行わないもの（対照区）を各1水槽、合計6区を設定した。

水槽は、容量20L（長さ38cm×幅21cm×深さ25cm）の透明な人工樹脂製のものをを用いた。底質堆積層の厚さは、いずれも5cmとした。

かけ流す海水の通水量は、毎分2L（換水率：144回転／日）とし、換水が水槽長辺方向に一定してスムーズになされるよう、水槽の設置角度等を適宜調整した。水質の急変や有機物の二次的な負荷といった、試験の妨害となる要素を排除するため、水質が安定し懸濁物質を含まない県水産海洋技術センター施設内の2次濾過海水を

用いた。また、有機物混入の原因となる付着珪藻等の増殖を防止するため、常時全体を暗幕で覆った。

### 3）耕耘および効果の測定

以下に耕耘の手順を記す。各水槽とも通水を止め、海水をサイホンで抜いて水深9cmに調整した。その後、耕耘区については底質全体を金属製スプーンを用いてよく攪拌し、底質が沈降し再度堆積するまで1時間程度静置した。一方、対照区については、底質の堆積層を攪乱しない程度に海水を緩く攪拌し、同様に静置した。最後に、各水槽とも通水を再開した。

試験期間は、耕耘を行った6月15日から7日間とし、定期的に試料採取および各種環境項目の測定を行い、耕耘区と対照区間、また底質類型間で、比較検討した。底質試料は、内径1.3cmの人工樹脂製のチューブを用いて柱状採取し、これを均質化して各種分析に供した。酸化還元電位については、底質の表面を測定した。

分析・測定項目および日時（耕耘後経過時間hまたは日数d）を表3に示した。

### （2）効果の持続性の把握

耕耘を継続的に行っていく上で、より効率よく底質改善効果を得るには、効果の持続性を明らかにする必要がある。このため、耕耘効果がどの程度の期間発現し続けるか、また改善された底質環境がどの程度維持されるか把握するため、長いスパンでの室内試験を行った。

ここでは、姪浜西沖の砂泥域の底質を採取し、前述の試験（1）と同様の方法により試験を行った。この砂泥域においても、水深帯により、底質が互いに異なる3態、すなわち「砂質に近い（水深約3m帯。以下「砂寄り）」」「泥質に近くれき混じる（同約5m帯。以下「れき混）」」「泥質に近い（同約7m帯。以下「泥寄り）」」が存在することから、この態別ごとに試験を行った。試験の実施時期は、高水温期である7月下旬～8月中旬、水温下降期

表3 分析・測定項目および日時

| 日時（耕耘後経過時間）  |        | 耕耘前 | 1h | 6h | 12h | 18h | 1d | 2d | 4d | 7d |
|--------------|--------|-----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|
| 水 質<br>(底 層) | 水 温    | ○   |    |    |     |     | ○  | ○  | ○  | ○  |
|              | 溶存酸素量  | ○   | ○  |    |     |     |    |    |    |    |
| 底 質          | 酸化還元電位 | ○   | ○  | ○  | ○   | ○   | ○  | ○  | ○  | ○  |
|              | 全硫化物   | ○   |    |    |     |     | ○  |    | ○  | ○  |
|              | 強熱減量   | ○   |    |    |     |     | ○  |    | ○  | ○  |
|              | C O D  | ○   |    |    |     |     | ○  |    | ○  | ○  |

表 4 底質の採取海域および性状

| 態 別 | 海域名  | 水深帯   | 底質の性状        |
|-----|------|-------|--------------|
| 砂寄り | 姪浜西沖 | 約 3 m | 灰色 磯臭        |
| れき混 | 同 上  | 約 5 m | 灰黒色 磯臭～弱い腐敗臭 |
| 泥寄り | 同 上  | 約 7 m | 黒色 弱い腐敗臭     |

である 10 月上旬～11 月上旬，低水温期である 1 月下旬～2 月下旬，水温上昇期である 3 月中旬～3 月下旬とした。

### 1) 試料の調整

前述の試験 1) と同様の方法によった。採取日は 7 月 12 日～17 日，10 月 4 日，1 月 22 日，3 月 11 日とした。

底質の採取海域および性状(呈色・臭気 7 月採取分)を表 4 に示した。

### 2) 試験区の設定

試験区は，各類型ごとに，耕耘を 1 回行うもの（1 回区）・1 回目の耕耘後一定期間をおいて再度耕耘を行うもの（2 回区）・行わないもの（対照区）を各 1 水槽，合計 9 区を設定した。

試験の条件は，前述の試験 1) と同様とした。

### 3) 耕耘および効果の測定

耕耘の手順は，前述の試験 1) と同様とした。

試験期間は，第 1 回の耕耘を行った日（7 月 19 日・10 月 10 日・1 月 25 日・3 月 16 日）から，7 月期・10 月期・1 月期については 4 週間，3 月期については 2 週間とし，1 週間ごとに底質試料を採取，強熱減量の測定を行い，耕耘した各区と対照区間，また底質 3 態間で，比較検討した。第 2 回の耕耘は，7 月期・10 月期・1 月期については 2 週目の，3 月期については 1 週目の試料採取の直後とした。底質試料採取は，前述の試験 1) と同様の方法によった。

## 2. フィールド試験

前述の室内試験の 2) の材料に用いた砂泥域の海底に，鉄筋とナイロンロープによる 50cm×50cm の区画を，同試験を行った態別ごとに，3 カ所設置した。

区画の設置位置および底質の性状（中央粒径値・泥分率 7 月採取分）を表 5 に，設置海域を図 1 に，それぞれ示した。これらの区画の中の底質を，潜水により海底

表5 区画の設置位置※および底質の性状

| 態 別 | 水深帯 | 位 置         |              | 中央粒径値 | 泥分率   |
|-----|-----|-------------|--------------|-------|-------|
| 砂寄り | 約3m | N33 35.000' | E130 18.000' | 2.4   | 21.4% |
| れき混 | 約5m | N33 35.291' | E130 17.984' | 2.8   | 29.6% |
| 泥寄り | 約7m | N33 35.411' | E130 18.085' | 3.4   | 38.5% |

※世界測地系

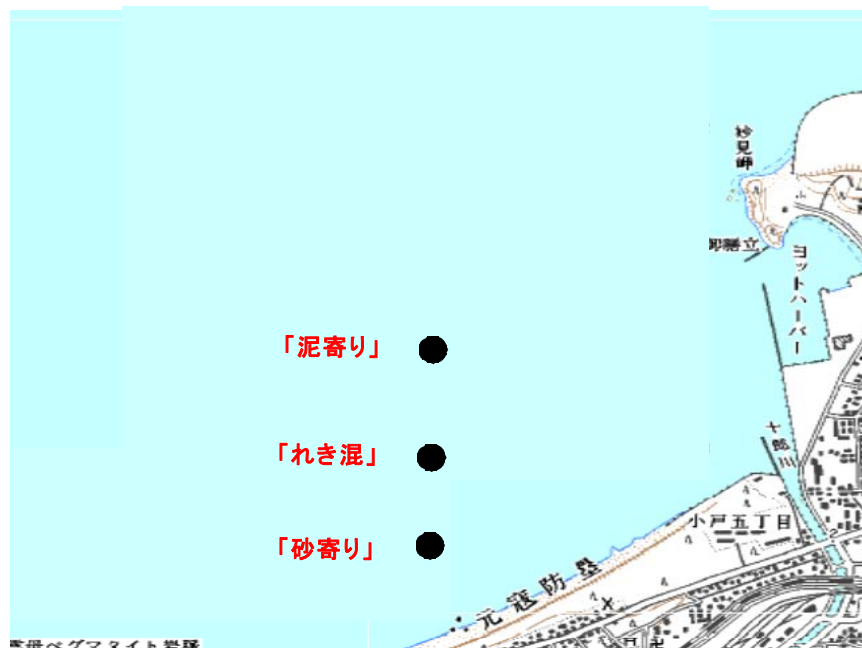


図1 区画の設置海域

表面から5cmの深さ（漁業者が耕耘で使用するけた爪の長さに等しい）までよく攪拌することで、耕耘を行った。その後、耕耘の1時間後・1日後・1週間後に、耕耘した底質（耕耘区）およびその直近の耕耘をしていない底質（対照区）をそれぞれ潜水により採取、ただちに実験室に持ち帰り各種分析を行い、耕耘区と対照区間、また底質類型間で、比較検討した。底質の採取は、内径3.8cmの亚克力製コアサンプラーを用いて、海底表面から15cmの深さで、堆積層を攪乱しないよう静かに柱状採取した。このとき、サンプリング誤差を排除するために、1試験区当たり3検体を採取した（ただし7月期は1検体のみ）。酸化還元電位は、底質の表面・表面から5cm・同10cmの3層を測定した。

試験の実施時期は、水温上昇期である7月中～下旬（耕

耘日は7月17日、以下同じ）、高水温期である9月下旬～10月上旬（9月26日）、下降期である10月下旬～11月上旬（10月23日）、低水温期である3月中旬～3月下旬（3月11日）とした。

分析・測定項目および日時を表6に示した。

### 3. 漁業者による耕耘効果の実証試験

今年度については、前2年度に引き続き、福岡市漁業協同組合（姪浜支所・伊崎支所・能古支所）所属の漁業者が、けた網漁具を用いて、姪浜・伊崎地先海域の海底耕耘を実施した。ここでは、当該海域における耕耘による漁場環境の変化を測定し、底質改善効果を実地に検証した。今年度の耕耘実績を表7に、耕耘区域を図2に、それぞれ示した。なお、今年度については、前2年度と

表6 分析・測定項目および日時

| 日時（耕耘後経過時間）  |         | 1 時間 | 1 日 | 1 週 |
|--------------|---------|------|-----|-----|
| 水 質<br>(底 層) | 水 温     | ○    | ○   | ○   |
|              | 塩 分     | ○    | ○   | ○   |
|              | 溶存酸素量   | ○    | ○   | ○   |
| 底 質          | 酸化還元電位※ | ○    | ○   | ○   |
|              | 全硫化物※   | ○    | ○   |     |
|              | 強熱減量    | ○    |     | ○   |

※ 7 月・3 月期は欠測

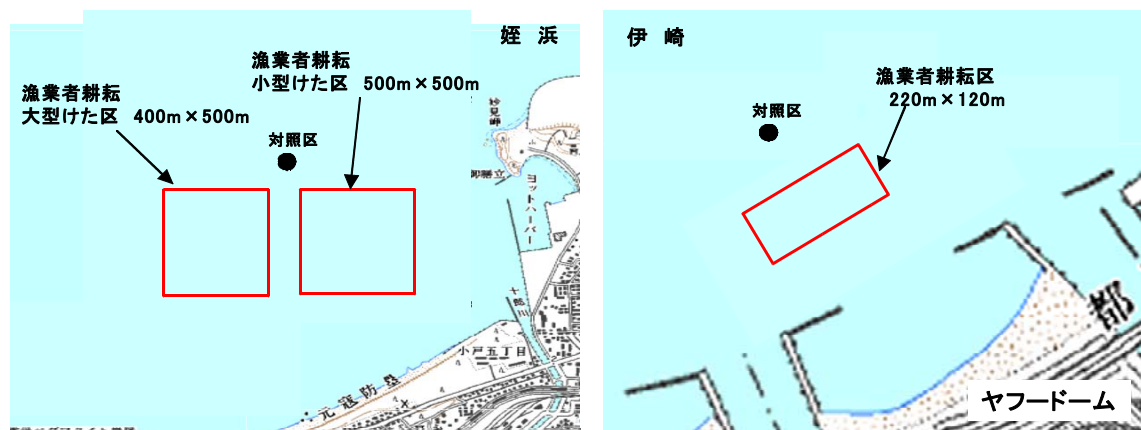


図2 耕耘区域（左：姪浜 右：伊崎）

異なり、姪浜地先の一部において、周防灘海域で一般にけた網漁業に使用される、従来より大型のけた網を使用した。この漁具は、従来型（小型けた）とは区域を分けて耕耘を行った（以下「大型けた区」「小型けた区」）。

#### （1）底質環境の変化の把握

ここでは、漁業者の耕耘による環境変化のうち、底質悪化の主な要因であり貧酸素水塊形成の原因となる有機汚染の軽減について検証した。

表7-1に掲げた毎回の耕耘の実施直前および1週間後、さらに追跡調査として1月22日・3月11日に、船舶に備え付けたスミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて耕耘区域内の底質を採取し、有機汚染の指標である強熱減量の分析に供した。

採取定点は、表7-2に掲げた区域の中心点としたが、

うち姪浜の2区域については、区域面積が広大であり耕耘のかかり方が様でない可能性があるため、中心点の周辺3点から採泥を行った。また、対照区を姪浜・伊崎に各1点ずつ、耕耘区域の沖側境界線から100m離して設け、合計9地点とした。

これらの分析結果を、耕耘区と対照区間および各区域間で比較検討した。併せて、水質項目の測定も行った。

分析・測定項目と日時を表8に示した。

#### （2）マクロベントス相の変化の把握

ここでは、漁場環境の指標となるマクロベントス相への耕耘の影響について検証した。

毎回の耕耘の実施直前、さらに追跡調査として1月22日に、スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて耕耘各区域内のマクロベントスを採取し、種類数・個体数・湿

表 7 平成 19 年度における漁業者による海底耕耘実績

1. 日程および参加支所数

|      | 第 1 回     | 第 2 回     | 第 3 回       | 第 4 回       |
|------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| 日 程  | 8 月 2 8 日 | 9 月 2 6 日 | 1 0 月 2 3 日 | 1 1 月 2 2 日 |
| 参加支所 | 3 支所      | 3 支所      | 3 支所        | 2 支所(伊崎不参加) |

2. 耕耘区域（世界測地系）

| 区 分             |       | 区域の位置（下欄の４点を結ぶ区域）        |                            |
|-----------------|-------|--------------------------|----------------------------|
| 姪 浜             | 大型けた区 | N33 35.562′ E130 17.786′ | N33 35.563 ′ E130 18.045 ′ |
|                 |       | N33 35.292′ E130 17.792′ | N33 35.292′ E130 18.045′   |
|                 | 小型けた区 | N33 35.563′ E130 18.110′ | N33 35.563′ E130 18.433′   |
|                 |       | N33 35.292′ E130 18.110′ | N33 35.292′ E130 18.433′   |
| 伊 崎<br>(小型けた使用) |       | N33 35.990′ E130 21.490′ | N33 35.900 ′ E130 21.400 ′ |
|                 |       | N33 35.950′ E130 21.520′ | N33 35.940′ E130 21.380′   |

3. 大型けた網および小型けた網の仕様

|      | 幅      | 高さ     | 爪の数   | 曳航船舶   |
|------|--------|--------|-------|--------|
| 大型けた | 2. 6 m | 0. 4 m | 5 5 本 | 5 トン以上 |
| 小型けた | 1. 2 m | 0. 4 m | 1 7 本 | 5 トン未満 |

表 8 分析・測定項目および日時

| 日時（耕耘後経過時間）  |       | 直前 | 1 日 | 1 週 | 1/22 | 3/11 |
|--------------|-------|----|-----|-----|------|------|
| 水 質<br>(底 層) | 水 温   | ○  | ○   | ○   | ○    | ○    |
|              | 塩 分   | ○  | ○   | ○   | ○    | ○    |
|              | 溶存酸素量 | ○  | ○   | ○   | ○    | ○    |
| 底 質          | 強熱減量  | ○  |     | ○   | ○    | ○    |

重量の分析に供した。定点は、前述の試験1)と同じとした。

### (3)大型生物相の変化の把握

ここでは、マクロベントス等を餌とする比較的大型の生物相への耕耘の影響について検証した。

毎回の耕耘の実施後3時間程度をおき、姪浜耕耘区域内「大型けた区」に底さし網を4時間設置した。また対照区として、区域外1カ所に同様にさし網を設置し、相互に入網する大型生物を比較した。

## 結果及び考察

### 1. 室内試験

#### (1) 効果の発現メカニズムの把握

試験結果を図3に示した。

試験期間中の水槽内の水温は、21.5～22.1℃であった。

#### 1) 溶存酸素量の変化

耕耘前後の直上水の溶存酸素量の変化について、図3-①に示した。

耕耘前は、いずれの試験区も、4.5mg/L前後と生物の生存に適したレベルにあった。

耕耘1時間後、対照区では大きな変化は見られなかったが、耕耘区ではいずれの底質でも溶存酸素量の低下が見られた。砂質では、生物生存に影響のない3.0mg/L以上のレベルにあったが、砂泥質ではこのレベルを下回り、さらに泥質では無酸素状態となった。

このことは、底質中の環境が、程度の差はあれ還元的になっていること、耕耘によって直上水と混合されることにより、直上水中の溶存酸素を消費していること、また、その傾向は湾奥に近いほど大きいことを示している。

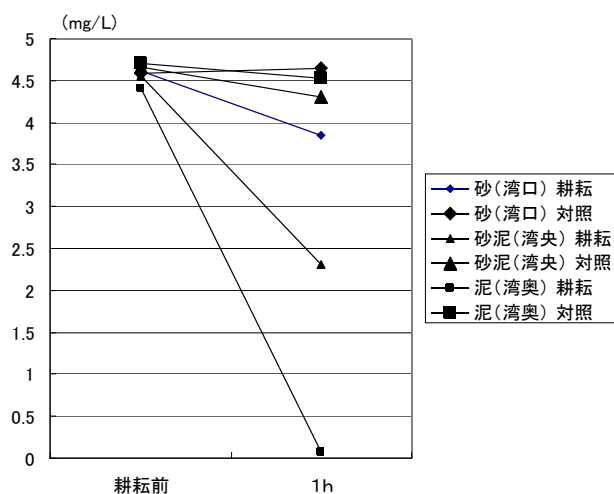


図3-① 溶存酸素量の変化

今回の試験では、試験区設定の制約から水深を9cmと小さくしている。実際の海域では底質上には大量の海水が存在するため、泥質の海底を耕耘することで直上水の溶存酸素が急激に消費され瞬間的に無酸素状態になったとしても、直後に周囲の海水に拡散するので、通常は無酸素状態が長く継続することはないと考えられる。

しかし、夏季に成層が発達し貧酸素水塊が相当の厚みをもって底質上に存在しているような時に、汚染の進んだ海域で耕耘を実施した場合、残存しているわずかな酸素を消費して、結果的に生物生存環境をさらに悪化させてしまうおそれがあるため、特に夏季の耕耘に関しては実施海域の選定を慎重に行う必要がある。

#### 2) 酸化還元電位の変化

耕耘前および耕耘後の酸化還元電位の変化について、図3-②に示した。

試験期間を通じて、酸化還元電位は概ね、耕耘区・対照区とも、砂質では50～100mV、泥質では-100～-150mVの範囲内で、それぞれ安定して推移していた。このことは、砂質では耕耘の有無にかかわらず酸化的な底質環境が保たれていること、また逆に、泥質では強い還元状態にあるため1回の耕耘によって長時間にわたって酸化的な環境になることはないことを示している。

これに対して砂泥質では、耕耘1時間後に、耕耘前のマイナスレベルから50mV以上に上昇し、酸化的な環境となった。その後、酸化還元電位は下落し、0～-30mVの範囲で推移した。このことは、砂泥質については、耕耘に伴う底質中への酸素供給によって、ある程度の時間、底質環境が還元的から酸化的にシフトすることを示している。

一般に、有機物負荷の大きな底質環境に酸素が十分に

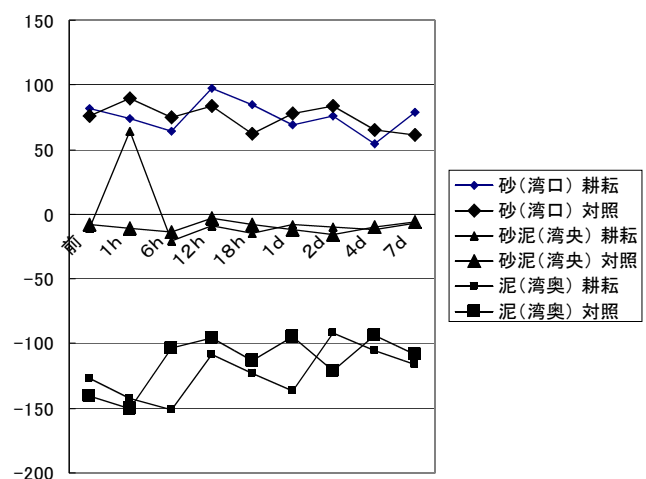


図3-②酸化還元電位の変化

供給されない場合、

「有機物分解により、乏しい酸素を消費し尽くし、環境が還元的に」

→「貧酸素状態、硫化物発生による生物生存環境の悪化」

→「有機物分解能力（環境浄化作用）の低下」

→「有機汚染が解消されず」

の悪循環に陥ることが知られている。海底耕耘は、この悪循環の原因となっている底質の堆積層を物理的に攪乱し、酸素を供給することで底質環境を酸化的にシフトさせることにより、有機物分解を促進し海洋の持つ生産力の基礎である円滑な物質循環を回復させることを目的としている。

すなわち、砂泥質は、底質改善効果が発現するポテンシャルが砂質・泥質よりも大きいと考えられる。

### 3) 全硫化物の変化

耕耘前および耕耘後の全硫化物の変化について、図3-③に示した。

試験期間を通じて、全硫化物は、耕耘区・対照区とも、砂質では0.001mg/g以下、泥質では0.3mg/g以上の範囲内で、それぞれ推移していた。このレベルは、『福岡市水質測定結果報告書（福岡市環境局）』により例年報告されているものと概ね同等であり、天然海域の状態が実験室内によく再現されていることがわかった。

全硫化物については、水産生物保護のための基準である『水産用水基準 2000年度版（社団法人 水産資源保護協会）』があり、その中で海域底質の有機汚濁に関する基準値として「全硫化物：0.2mg/g以下」とされている。泥質の全硫化物は、この基準を大きく上回り、耕耘によってこれをクリアすることは困難であると思われる。また逆に、砂質では汚染レベルの極めて低い結果となっており、底質改善を行う必要がないと思われる。

一方、砂泥質については、試験期間を通じて、前述の水産用水基準より低いレベルで推移した。また、耕耘区と対照区を比較すると、対照区では大きな変化がなかったのに対して、耕耘区では1日後に耕耘前から全硫化物が約38%低下し、4日後以降は対照区と同等のレベルに戻っていた。このことは、砂泥質において耕耘を行うことで、底質中に酸素が供給され底質中の硫化物が1日程度のタイムスケールで酸化を受けたこと、また、その後堆積層の攪乱が終息した後に底質中の酸素が消費され再度硫化物が生成されたことを示している。つまり耕耘により「底質が酸化的にシフトし、再度還元的に戻っていく」過程を通じて、底質中の物質が酸化を受けているものと思われる。

これらのことから、砂泥質では、底質改善効果が発現するポテンシャルが砂質・泥質よりも大きいと考えられる。

### 4) 有機物量の変化

耕耘前および耕耘後の強熱減量およびCODの変化について、図3-④に示した。

試験期間を通じて、強熱減量は、砂質では3.0%以下、砂泥質では7.0～11.0%、泥質では13.0～16.0%の範囲内で、それぞれ推移していた。同じくCODは、砂質では2.0mg/g以下、砂泥質では7.0～11.0mg/g、泥質では16.0～20.0mg/gの範囲内で、それぞれ推移していた。このレベルは、『福岡市水質測定結果報告書（福岡市環境局）』により例年報告されているものと概ね同等であり、やはり前述の③で示したように、天然海域の状態が実験室内によく再現されていることが確認された。

砂泥質・泥質の耕耘区では、強熱減量・CODとも、時間と共に減少傾向が見られ、1週間後では耕耘区が対照区を下回っていた。1週間での減少率は、砂泥質で強熱減

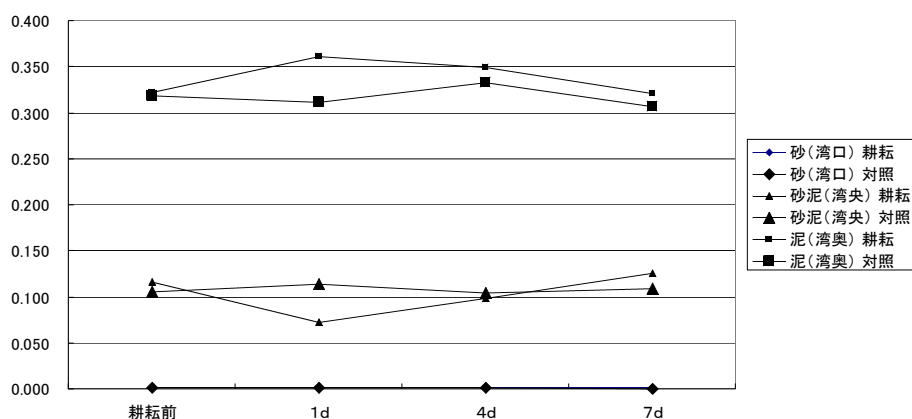


図3-③ 全硫化物の変化

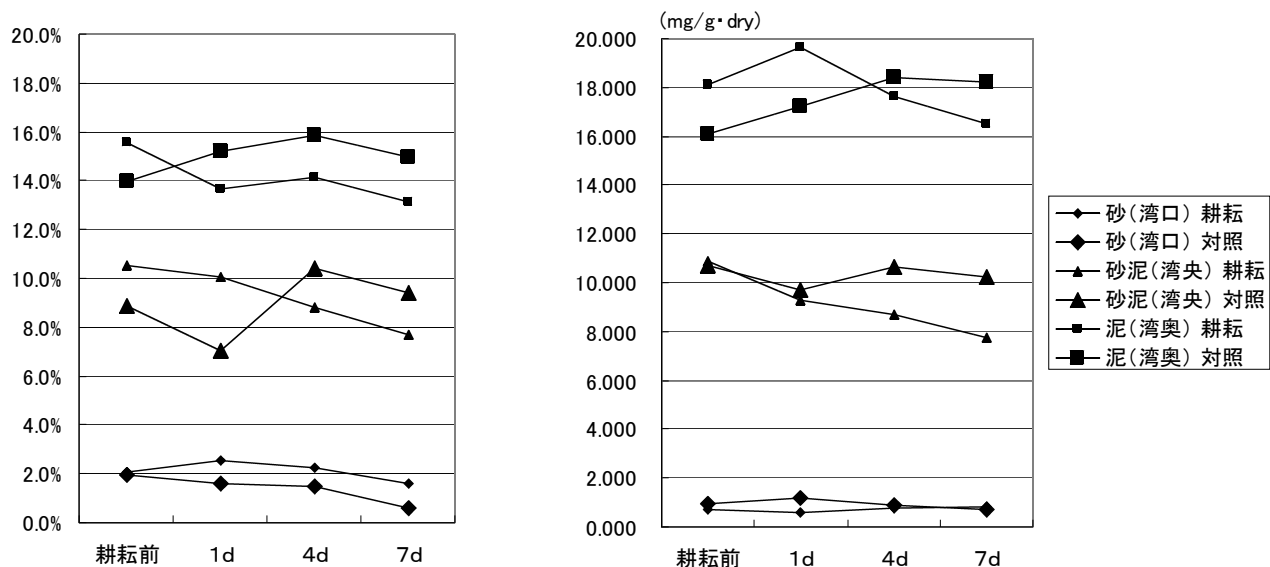


図3-④ 強熱減量(左)及びCODの変化(右)

量26.7%・COD28.5%, 同じく泥質で16.0%・10.1%であり, 砂泥質の方が泥質より減少率が大きかった。砂質では, 値の絶対レベルが低く, 明らかな減少傾向は見られなかった。このことは, 砂泥質・泥質では, 耕耘を行うことにより1週間程度のタイムスケールで有機物が分解を受けていること, また, 砂泥質の方が耕耘による底質改善効果の発現ポテンシャルがより高いことを示している。これらのことは, 前述の試験②③の結果から示唆されてきたこととよく合致している。

すなわち, 耕耘による底質改善効果は, 砂泥質において最も高いと考えられる。泥質においても, 一定の有機汚染低減効果は期待できるものの, CODが水産用水基準での基準値である20mg/gに近いレベルであることを考慮すると, 生物の生存に適当なレベルまで改善するには相当の労力を要すると思われ, 事業効率の上では問題がある。

なお, 本事業における前2年度の試験においては, 漁業者による耕耘試験の場所として, 砂泥域を選択して実施してきたが, 本試験の結果から, その妥当性が裏付けられた。

## (2) 効果の持続性の把握

試験結果を図4に示した。

試験期間中の水槽内の水温は, 7月期は24.3~26.1℃, 10月期は21.1~25.3℃, 1月期は10.3~11.5℃, 3月期は12.2~13.4℃であり, 天然海域での水温のレベルおよび変動傾向をよく反映していた。7月期・10月期については, 耕耘区(1回区・2回区)では, 砂泥質3態とも, 耕耘後1~2週間のタイムスケールで, 強熱減量の減少が見られた。対照区では, 減少が見られなかった。

さらに, その後, 2回区については, 2回目の耕耘の後に, さらに1~2週間のタイムスケールで, 強熱減量の減少が見られた。1回区および対照区では, 減少が見られなかった。

以上の傾向は, 水温の低い1月および3月期には明確でなかった。

このことは, 比較的高水温期での, 砂泥域における耕耘による有機汚染低減効果は, 耕耘後1~2週間発現し続けること, また, 発現が終息して後も(逆戻りせず)効果の上乗せが期待できることを示している。水温の低い時期に強熱減量の減少が明らかでなかったのは, 環境中の有機物分解活性が低くなっていることが考えられる。

すなわち, 比較的高水温期に, 2週間に1回程度(月2回程度)の耕耘を継続的に行い, 併せて有機物の新たな負荷削減を図ることにより, 海域の有機汚染を解消し, 漁場環境の回復を実現することが可能だと考えられる。

## 2. フィールド試験

試験結果を図5に示した。

試験期間中の水温は, 7月期は23.0~23.2℃, 9月期は25.9~27.2℃, 10月期は20.4~21.4℃, 3月期は11.5~13.5℃であった。期間中, 水温・塩分による成層・貧酸素状態は観察されなかった。

### (1) 酸化還元電位の変化

9月期および10月期における, 耕耘前および耕耘後の酸化還元電位の変化について, 図5-①に示した(平均値と標準偏差)。

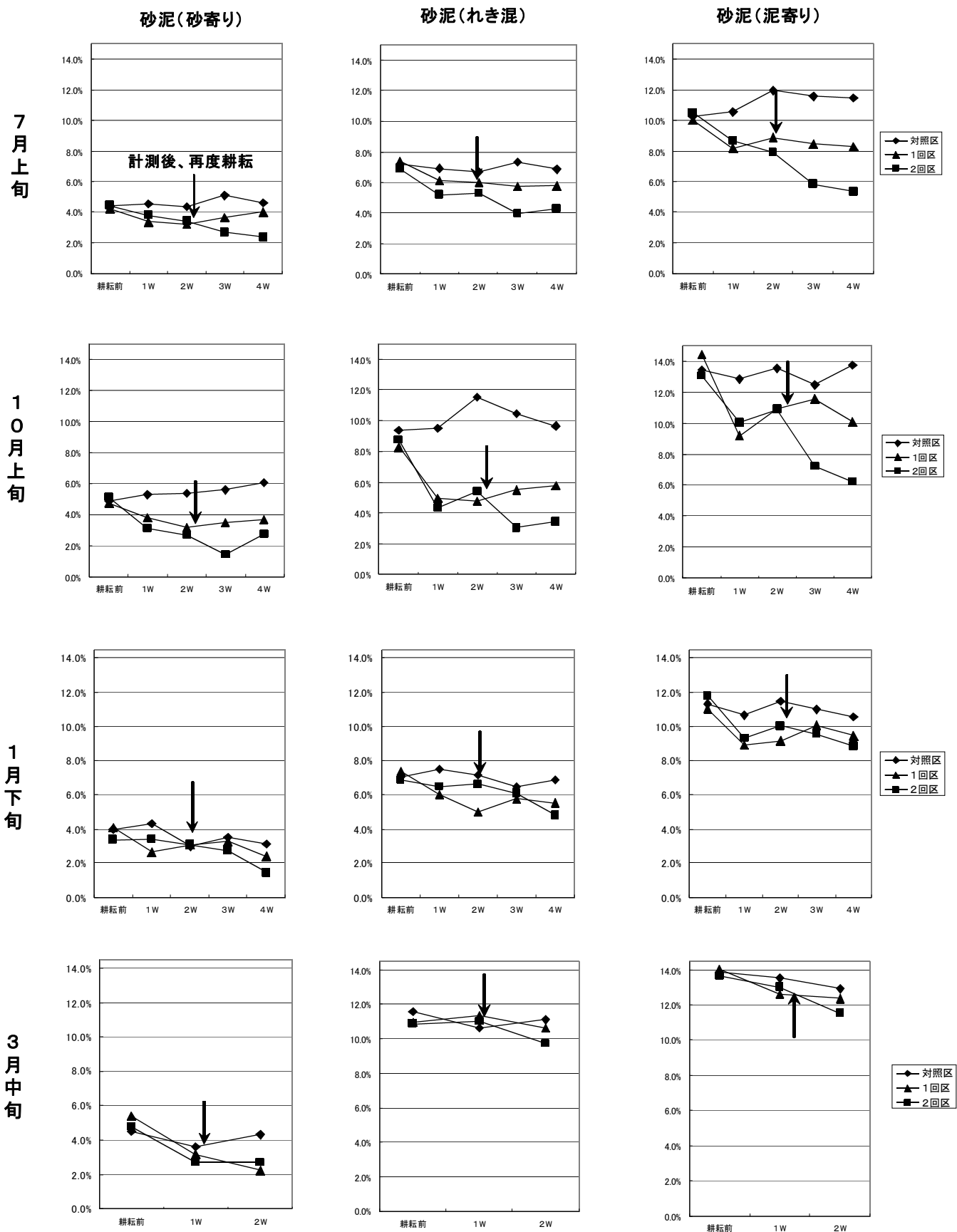


図4 強熱減量の変化

対照区では、砂質の表面のみ酸化的環境であり、砂質の5cm以深および砂泥質・泥質の各層では還元的环境中であった。これに対し、耕耘区では、耕耘1時間後には、砂泥

質3態のすべてで、表面の酸化還元電位が上昇していた。特に砂寄りでは、電位の上昇は5cm層まで及んでいた。また、耕耘後1日および1週間後では、すべての耕耘区で、

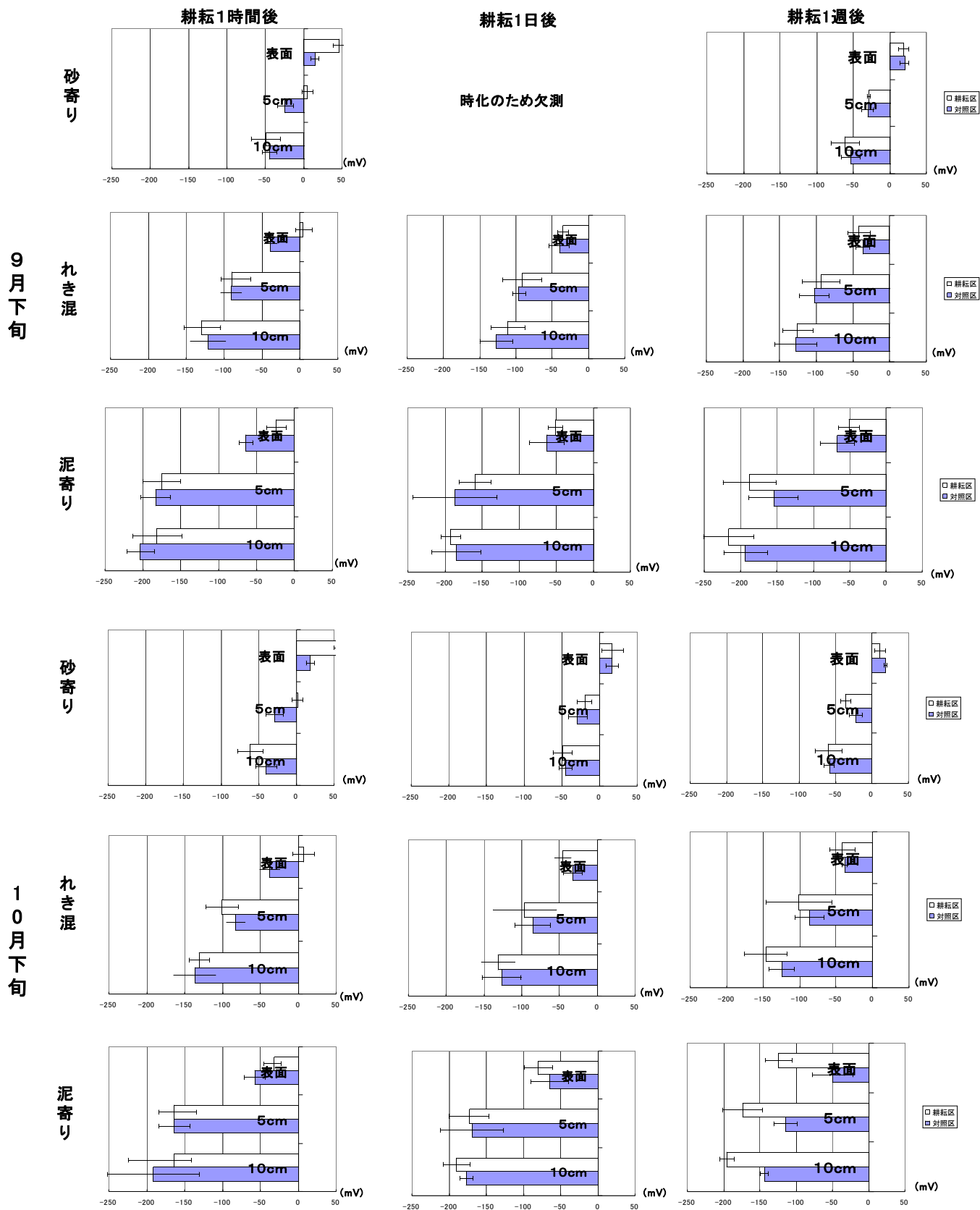


図 5-1 酸化還元電位の変化

対照区と同レベルにまで低下していた。このことは、耕耘1時間後に、底質中の耕耘を行った深さまで酸素が供給されたこと（特に粒径の大きい砂寄りの砂泥においてより深い層までその影響が及ぶ）、また耕耘1日後までには底質内で酸素が消費されたことを示している。

この結果は、前述の室内試験で得られた知見とよく合致した。

## （２）全硫化物の変化

9月期および10月期における、耕耘前および耕耘後の全硫化物の変化について、図5－②に示した（平均値と標準偏差）。

耕耘1時間後では、砂泥質3態のいずれも、耕耘区と対照区の違いは見られなかった。これに対し、耕耘1日後では、耕耘区的全硫化物が低下していた。このことは、耕耘により、底質中に酸素が供給され、硫化物が1日程度のタイムスケールで酸化を受けたことを示している。

この結果も、前述の室内試験で得られた知見とよく合致した。

## （３）有機物量の変化

7月期・9月期・10月期・3月期における、耕耘前および耕耘後の強熱減量の変化について、図5－③に示した（平均値と標準偏差）。耕耘1時間後では、砂泥3態のいずれも、耕耘区と対照区の違いは見られなかった。これに対し、耕耘1週間後では、3月期を除くすべての時期で、耕耘区の強熱減量が低下していた。

このことは、耕耘によって有機物が1週間のタイムスケールで分解されたことを示している。3月期では、他の時期に比べてその傾向が明確でなかったが、これは低水温により環境の有機物分解活性が低くなっていたものと思われる。

この結果も、前述の室内試験で得られた知見とよく合致した。

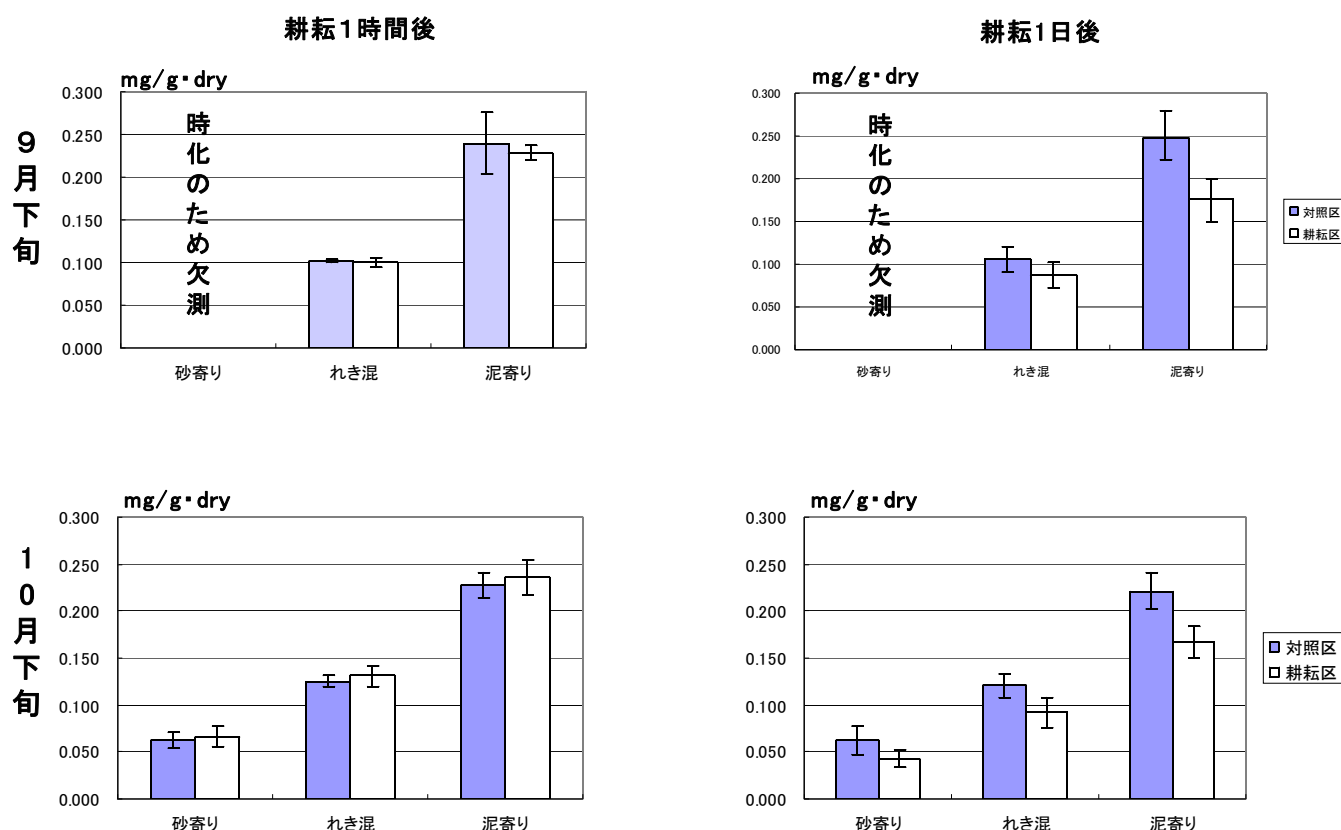


図5－② 全硫化物の変化

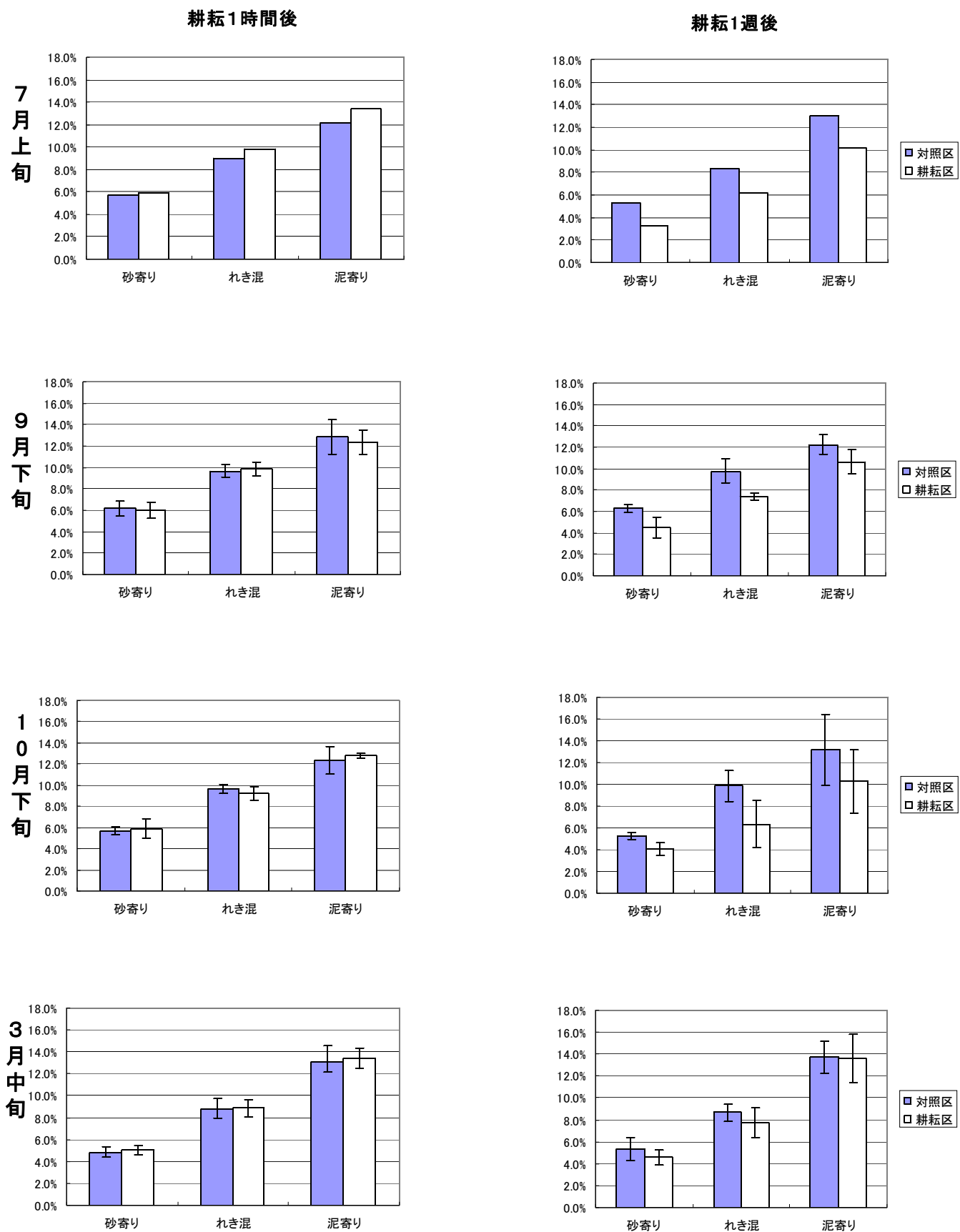


図5-③ 強熱減量の変化

### 3. 漁業者による耕耘効果の実証試験

#### (1) 底質環境の変化

試験結果を図6に示した。

試験期間中の水温は、8月期は28.2～28.8℃、9月期は25.8～27.4℃、10月期は20.0～21.4℃、11月期は13.9～14.7℃、1月期は10.4～10.6℃、3月期は10.5～11.7℃であった。ただし、8月期については、試験期間を通じて当該海域に貧酸素水塊が形成されていた。同期の底層の溶存酸素量は0.77～1.77mg/Lと低い状態で推移しており、耕耘によって貧酸素状態が解消されることはなかった。

#### 1) 有機物量の変化(耕耘前後での変化)

耕耘後1週間での、底質の強熱減量の変化を、図6-①に示した(平均値と標準偏差)。

この試験では、漁業者が広い範囲を耕耘するため、耕耘区と対照区との距離を離して設定している。そのため、両区の本来の底質が必ずしも同質のものであるとは言えず、両者の値を直接比較するのは困難であるかもしれない。しかし、試験期間における対照区の環境変化は、すなわち耕耘区を含む試験海域全体の自然的変化を反映していると考えられるので、耕耘による環境変化を評価する上では、自然的変化の要素を差し引く必要上、検討の対象とする必要がある。

9月期・10月期については、姪浜の大型けた区・小

型けた区、および伊崎の耕耘区において、耕耘後1週間、強熱減量の減少が見られた。この試験期間中、姪浜・伊崎の対照区は、強熱減量が増加しているが、これは当該期間中に試験海域全体に有機物の負荷があったことを示している。にもかかわらず耕耘区において減少が見られたことは、漁業者の耕耘によって有機物が分解されているという推察を補強するものである。

一方、8月期および11月期については、この傾向が明確でなかった。11月期については、前述のフィールド試験で示唆されたように、低水温期であるために、有機物の分解活性が低く、耕耘の効果が十分に現れなかったものと考えられる。以上の結果は、フィールド試験で得られた知見とよく合致した。また、8月期については、試験期間中を通じて貧酸素水塊が発生していたため、耕耘を行っても底質に十分に酸素を供給することができず、効果が発現しなかったものと考えられる。

#### 2) 有機物量の変化(長期的変動)

耕耘区および対照区の強熱減量の経月変化を、図6-②に示した(平均値)。

姪浜においては、耕耘を実施していた秋季では、対照区が横這い傾向なのに対し、耕耘区では減少傾向にあった。その後11月に小型けた区で増加傾向を示したが、1月・3月にかけては対照区において増加傾向を示したのに対し耕耘区では減少～微増傾向だった。

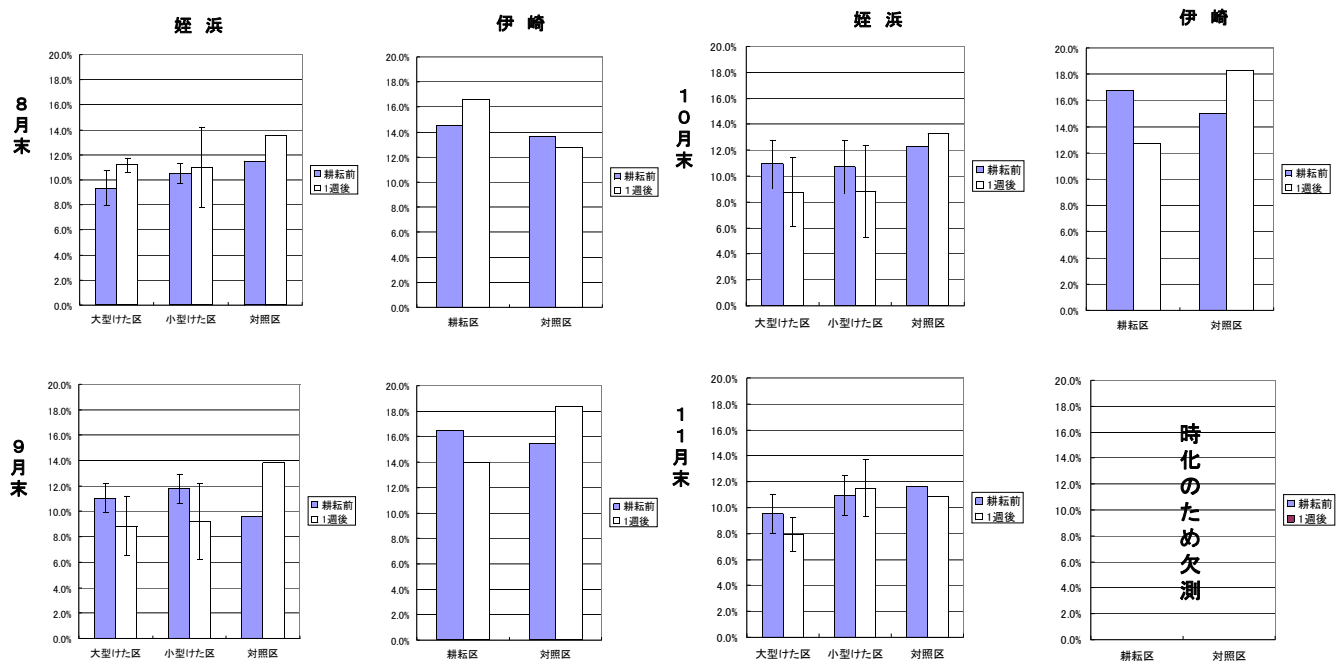


図6-① 耕耘前後での強熱減量の変化

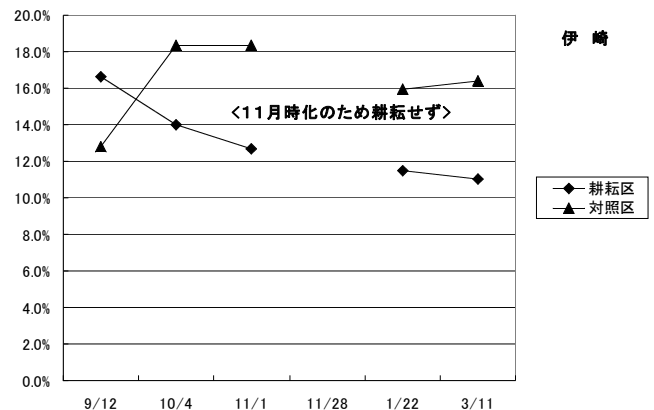
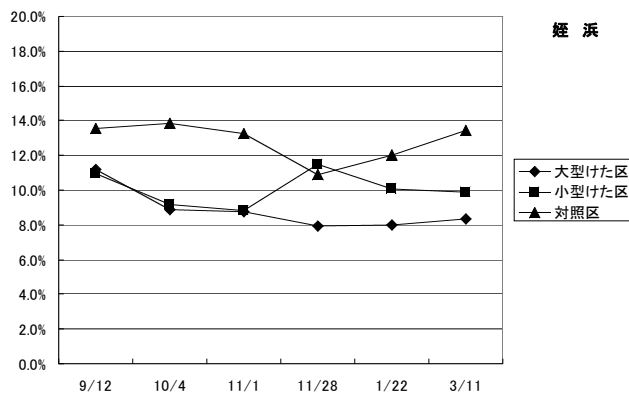


図6-② 強熱減量の経時変化

伊崎では、秋季では対照区が増加～横這い傾向に対し、耕耘区では減少傾向だった。11月には耕耘を実施していないが、1月～3月の期間については、対照区の微増傾向に対し、微減傾向を示した。

今年度に耕耘を継続して実施した秋季について、耕耘区では対照区と異なり概ね減少傾向を示したことは、継続して耕耘を行ったことにより、改善効果が維持されているものと考えられる。

また、冬季については、耕耘を行っていないため、これまで検証してきた直接的な改善効果は発現していないと思われる。にもかかわらず、対照区と比較して底質悪化傾向が小さくなっていることから、固定化した堆積層を攪乱することによる何らかの副次的効果が、底質悪化に歯止めをかけている可能性も示唆された。

なお、姪浜におけるけたの種類で比較すると、秋季の耕耘期間中は両者の差はなかったが、冬季の追跡調査では、大型けた区の強熱減量が低くなっていた。大型けたは小型けたに対して、幅・重量共に2倍以上のサイズであり、耕耘の効率も高いと思われる。両者の強熱減量の差は、このことを反映している可能性がある。

## (2) マクロベントス相の変化

本試験では、いずれの試験区でも、多毛類・甲殻類・貝類が出現した。汚染指標種も確認されたが、これは湾内の富栄養化した環境を反映していると考えられる。今回の試験の結果からは、マクロベントスの出現傾向と耕耘との関連性は明らかでなかった。ベントス相は、その場所の環境に適応して長年にわたり形成されてきたものであり、耕耘による影響が短期的に直ちに反映されるものではないが、今後継続して耕耘を行い、底質改善を

進めていく過程で、生物多様度の増大、生物生産性の向上を見込むことができるものと考えられる。

## (3) 大型生物相の変化

さし網による大型生物相の調査結果を表10に示した。

いずれの調査でも、対照区よりも耕耘区の方に、ベントス食性の大型遊泳生物が多く入網した。9月26日の調査では、耕耘区で入網したエイ類の胃内容物から、湾内に生息する汚染指標種のイヨスダレの摂食直後の死骸が確認された。

底質中には、イヨスダレのようなベントスのほか、堆積した生物の死骸等、固形の有機物が多く存在する。今回の調査結果は、海底耕耘により、これらの物質が海底の堆積物中から海底表面にかき出され、それを餌とする遊泳生物が蟄集している状況を示しているものと考えられる。

このような、底質中の固形の有機物が、遊泳生物に餌として利用され、その場から持ち去られることにより、底質汚染の原因となる有機物の総量が低減することとなる。また、耕耘をしなければ底質中に留まっていたであろう有機物が、耕耘によって再び生態系食物連鎖・物質循環の中に回帰し、より高次の生物生産に利用されることは、海域の漁場価値を保持する上で、非常に意義が大きいと言える。

海底耕耘のねらいは、一義的には、これまで見てきたように、底質を好氣的環境にして有機物分解を促すことで、有機汚染を軽減することにある。しかし、このさし網試験結果から示唆された効果についても、副次的な意義として、評価の対象に加える必要があると考えられる。

表 10 さし網調査結果

&lt; 9月26日 &gt;

| 耕耘区     |     |        | 対照区 |     |        |
|---------|-----|--------|-----|-----|--------|
| 種名      | 個体数 | 総重量(g) | 種名  | 個体数 | 総重量(g) |
| アカエイ※   | 2   | 373    | なし  |     |        |
| ツバクロエイ※ | 1   | 483.8  |     |     |        |
| 計       |     | 856.8  |     |     |        |

※胃内より、汚染指標種である二枚貝イヨスダレの摂食直後の死骸を確認

&lt; 10月23日 &gt;

| 耕耘区     |     |        | 対照区     |     |        |
|---------|-----|--------|---------|-----|--------|
| 種名      | 個体数 | 総重量(g) | 種名      | 個体数 | 総重量(g) |
| タイワンガザミ | 16  | 853.7  | タイワンガザミ | 4   | 227.5  |
| 計       |     | 853.7  |         |     | 227.5  |

&lt; 11月22日 &gt;

| 耕耘区     |     |        | 対照区     |     |        |
|---------|-----|--------|---------|-----|--------|
| 種名      | 個体数 | 総重量(g) | 種名      | 個体数 | 総重量(g) |
| タイワンガザミ | 11  | 473.7  | タイワンガザミ | 3   | 112.2  |
| 計       |     | 473.7  |         |     | 112.2  |

# 貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業

## (1) 赤潮調査

内田 秀和・江崎 恭志

本事業は、赤潮情報伝達要領により筑前海の赤潮等の発生状況、情報収集及び伝達を行って漁業被害の防止や軽減を図り、漁業経営の安定を資することを目的とする。

### 方 法

赤潮情報については、当センターが調査を実施するほかに漁業者や関係市町村などからも収集を行った。

定期的な赤潮調査は、閉鎖的で赤潮が多発する福岡湾で実施し、調査点は図1に示す6定点で、4月～3月に毎月1回、計12回行った。なお、赤潮が頻発すると思われる期間には、適宜、臨時調査を行った。

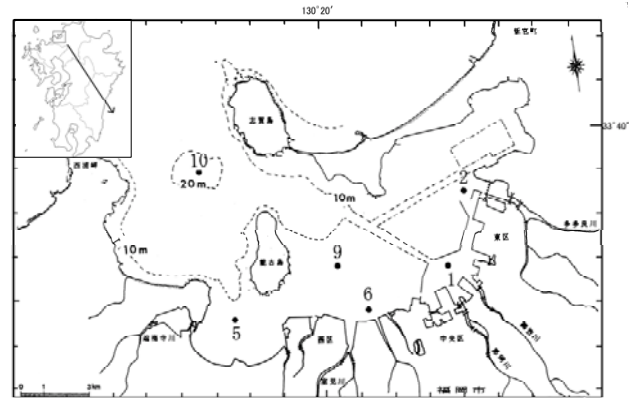


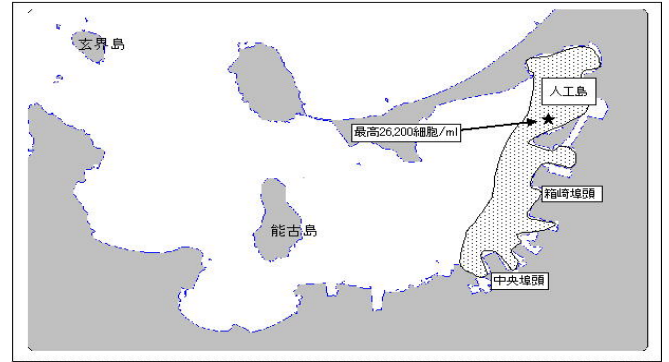
図1 福岡湾における調査点

表1 筑前海域における赤潮発生状況

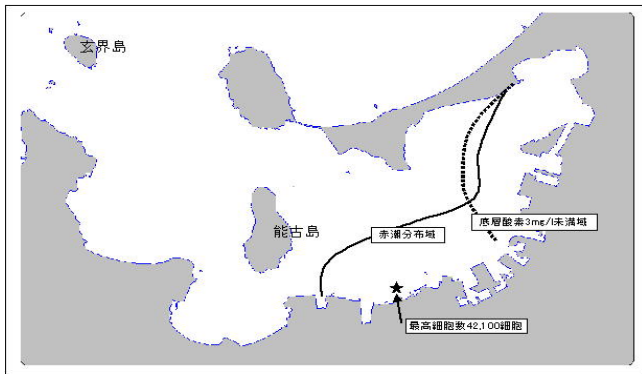
| 番号 | 発 生 期 間 |   |      |        | 発 生 海 域       |     | 赤潮構成プランクトン            |                   | 発生状況及び<br>発 達 状 況 | 漁業被害<br>の有無 |
|----|---------|---|------|--------|---------------|-----|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------|
|    | 発生日     | ～ | 終息日  | 日数     | 海域区分          | 詳細  | 属                     | 種                 |                   |             |
| 1  | 3/8     | ～ | 5/9  | (63日間) | 九州北部<br>(その他) | 福岡湾 | <i>Gephyrocapsa</i>   | <i>oceanica</i>   | 福岡湾～宗像地先          | 有           |
| 2  | 6/7     | ～ | 6/12 | (6日間)  | 九州北部<br>(その他) | 福岡湾 | <i>Heterosigma</i>    | <i>akasiwo</i>    | 福岡湾奥海域            | 無           |
| 3  | 6/22    | ～ | 6/27 | (6日間)  | 九州北部<br>(福岡湾) | 福岡湾 | <i>Skeletonema</i>    | <i>costatum</i>   | 福岡湾奥海域            | 無           |
| 4  | 7/6     | ～ | 7/9  | (4日間)  | 九州北部<br>(福岡湾) | 福岡湾 | <i>Heterosigma</i>    | <i>akasiwo</i>    | 福岡湾奥海域            | 無           |
| 5  | 7/9     | ～ | 7/16 | (8日間)  | 九州北部<br>(福岡湾) | 福岡湾 | <i>Skeletonema</i>    | <i>costatum</i>   | 福岡湾               | 無           |
|    |         |   |      |        |               |     | <i>Prorocentrum</i>   | <i>triestinum</i> | 福岡湾(今津湾)          |             |
|    |         |   |      |        |               |     | <i>Heterosigma</i>    | <i>akasiwo</i>    | 福岡湾(今津湾)          |             |
| 6  | 8/6     | ～ | 8/16 | (11日間) | 九州北部<br>(福岡湾) | 福岡湾 | <i>Chaetoceros</i>    | <i>sp.</i>        | 福岡湾奥海域            | 無           |
|    |         |   |      |        |               |     | <i>Prorocentrum</i>   | <i>triestinum</i> |                   |             |
| 7  | 8/23    | ～ | 8/28 | (6日間)  | 九州北部<br>(福岡湾) | 福岡湾 | <i>Chaetoceros</i>    | <i>sp.</i>        | 福岡湾奥海域            | 無           |
|    |         |   |      |        |               |     | <i>Karenia</i>        | <i>mikimotoi</i>  |                   |             |
| 8  | 9/12    | ～ | 9/18 | (7日間)  | 九州北部<br>(福岡湾) | 福岡湾 | <i>Leptocylindrus</i> | <i>sp.</i>        | 福岡湾奥海域～今津湾        | 無           |
|    |         |   |      |        |               |     | <i>Chaetoceros</i>    | <i>sp.</i>        |                   |             |
|    |         |   |      |        |               |     | <i>Skeletonema</i>    | <i>sp.</i>        |                   |             |
| 9  | 9/20    | ～ | 9/25 | (6日間)  | 九州北部<br>(福岡湾) | 福岡湾 | <i>Skeletonema</i>    | <i>sp.</i>        | 福岡湾奥海域            | 無           |
|    |         |   |      |        |               |     | <i>Tharassiosira</i>  | <i>sp.</i>        |                   |             |
|    |         |   |      |        |               |     | <i>Chaetoceros</i>    | <i>sp.</i>        |                   |             |



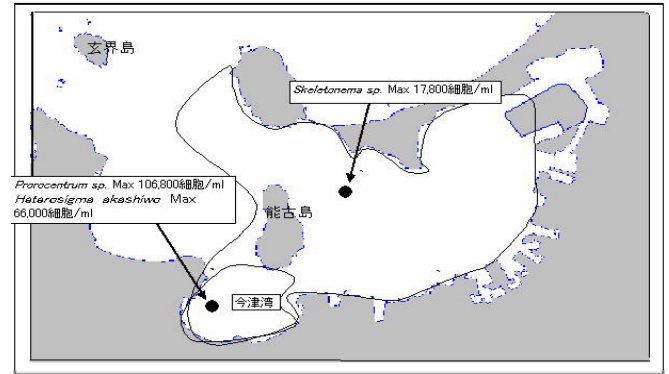
*Gephyrocapsa oceanica* (福岡湾: 3/8~5/9)  
JAXA提供 (4/20 エーロスの画像)



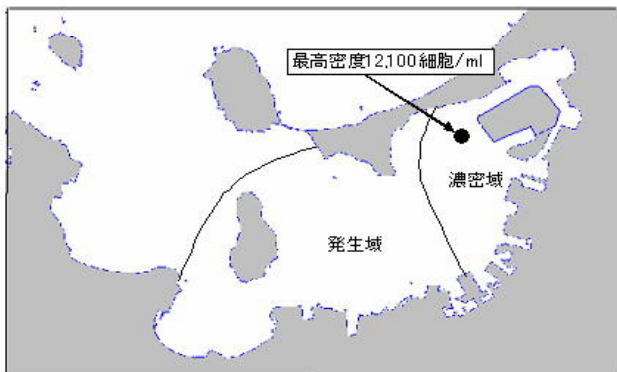
*Heterosigma akashiwo* (福岡湾: 6/7~6/12)



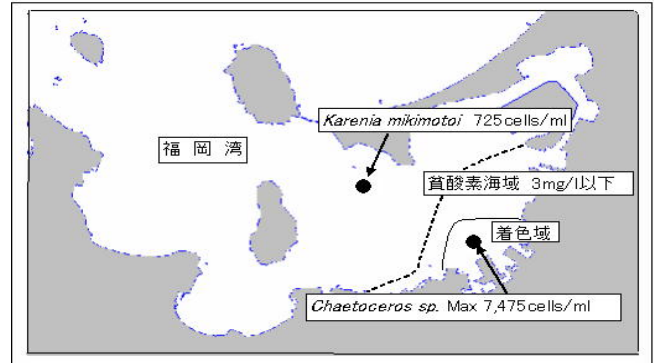
*Heterosigma akashiwo* (福岡湾: 7/6~7/9)



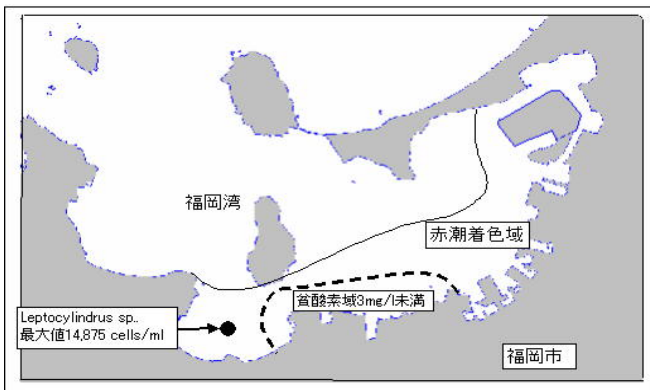
*Skeletonema* sp. などの複合赤潮 (福岡湾: 7/9~7/16)



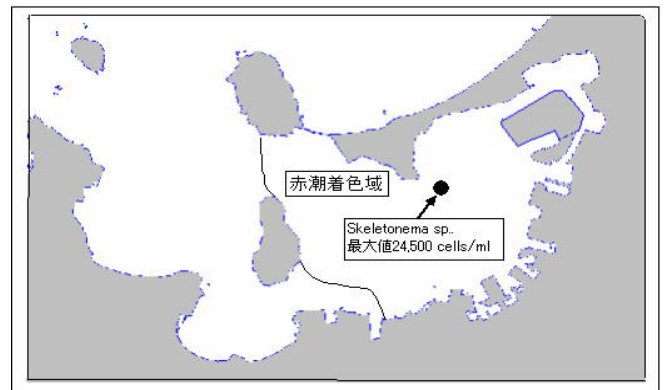
*Chaetoceros* sp. などの複合赤潮 (福岡湾: 8/6~8/16)



*Chaetoceros* sp. などの複合赤潮 (福岡湾: 8/23~8/28)



*Leptocylindrus* sp. などの複合赤潮 (福岡湾: 9/12~9/18)



*Skeletonema* sp. などの複合赤潮 (福岡湾: 9/20~9/25)

図2 赤潮発生状況

調査項目は気象、海象、水温、塩分、DO（溶存酸素量）、DIN（無機態窒素）、PO<sub>4</sub>-P（リン酸態リン）等で、採水層は表層、5m及び底層から1m上の層（B-1m）である。

毎月の気温、降水量、全天日射量については、福岡管区気象台の資料（気象庁HP）を用いた。

## 結果及び考察

### 1. 筑前海及び福岡湾における赤潮発生状況

筑前海域における赤潮の発生状況を、表1、図2に示した。

平成19年度の赤潮発生件数は9件であった。いずれも福岡湾内で発生した赤潮であったが、そのうち1件はハプト藻類の円石藻(*Gephyrocapsa oceanica*)であり、福岡湾口域では透明度の低下により磯漁業の操業が出来なくなり、湾外へ拡大して宗像地区まで分布を広げた。福岡湾内で発生し湾内だけに分布した8件の赤潮は珪藻類

(*Skeletonema* sp. *Chaetoceros* sp. *Leptocylinndrus* sp. *Thalassiosira* sp.) 4種と、ラフィド藻(*Heterosigma akasiwo*) 1種、及び渦鞭毛藻(*Prorocentrum* sp. *Karenia mikimotoi*) 2種などで漁業被害はなかった。

このうち8月23～28日に福岡湾で発生した有害赤潮の *Karenia mikimotoi* は湾中央(st.9付近)で725細胞/ml発生したが、他の珪藻(*Chaetoceros* sp. 最高細胞数7,475細胞/ml)との競合によりその後増殖することはない、漁業被害も出なかった。昨年と比べると今年度は水温の高い状態が長期間続き、9月下旬まで珪藻類を中心とした赤潮が継続して発生した。

### 2. 気 象

福岡市における4～3月の気温、降水量及び全天日射量を図3に示した。

**気 温：**4～7月は平年並み、8～10月はやや高め、その後11月以降は平年並みであったが、2月はやや低めで推移した。

**降水量：**4、5、6、9、11月で少なかったが、台風の影響を受けた7月と、3月ではやや多かった。その他の月では平年並みで推移した。

**日射量：**全天日射量は4、5、8、2月でやや高く、6月で低かったが、その他の月は平年並みであった。

### 3. 水 質

福岡湾の6定点で平均した水温、実用塩分を図4にDOを図5に、DIN、PO<sub>4</sub>-Pの推移を図6に示した。

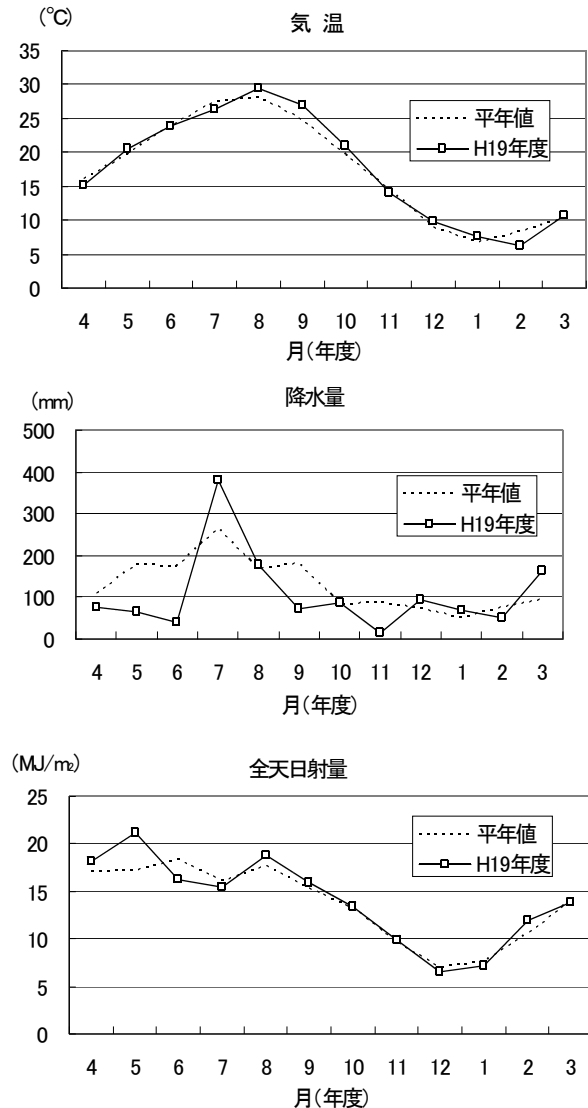


図3 福岡市における気温、降水量及び全天日射量

**水 温：**表層は、4、5、6月と10、11月及び1月が高めで、9、2月が低めであったが、その他の月は平年並みであった。特に10、11月はかなり高めであり、年間をとって高めであった。

底層は4、5、7月と10、11月及び1月が高めで、9、2月が低めであったが、その他の月は平年並みであった。特に10、11月は表層水温と同様にかかなり高めであり、年間をとって高めであった。

**塩 分：**表層は4～6月及び11～3月が平年より高めで、7～9月は低めであった。4～7月については降水量の少なかった4～6月で塩分濃度が高めで、台風により降水量の多かった7月に塩分が減少しており、降水量と塩分濃度との関係が明瞭に見られた。底層は表層の傾向とやや異なり、表層で平年より低かった7、8月において、底層では高く、年を通して平年より高めであった。

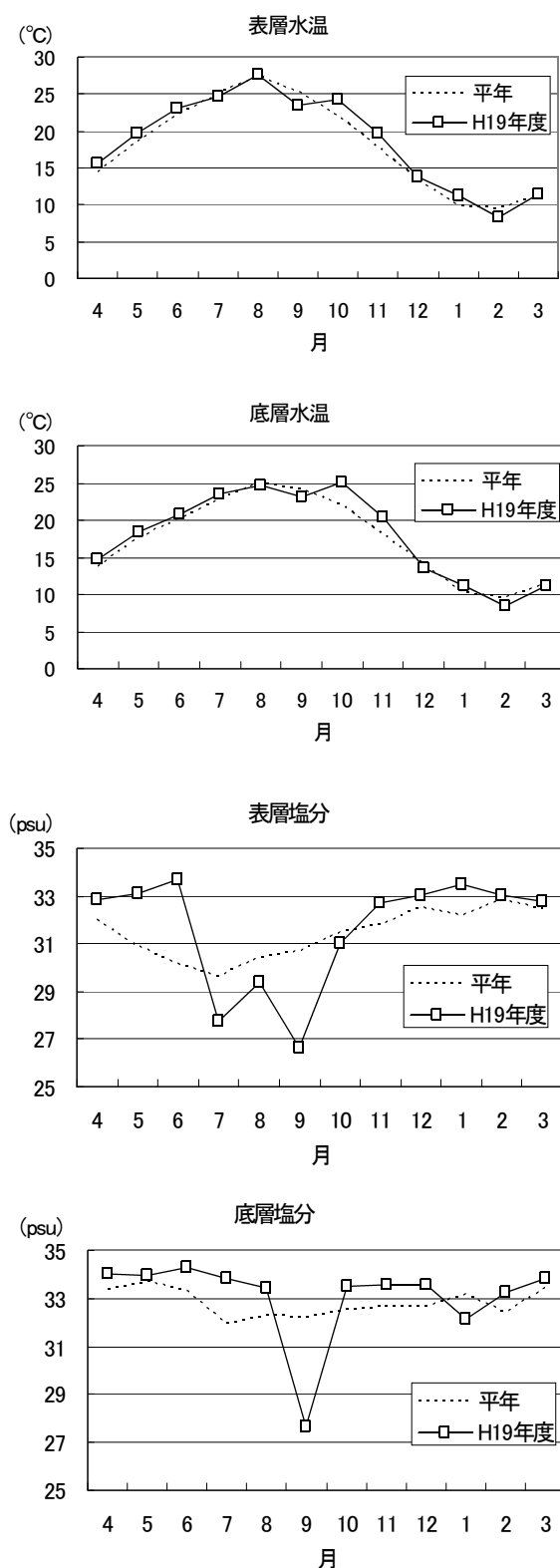


図4 福岡湾における水温、実用塩分の推移

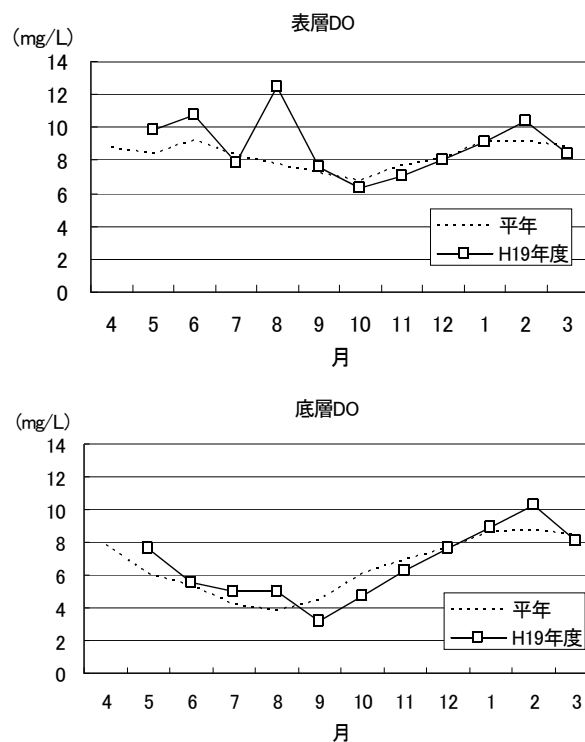


図5 福岡湾におけるDOの推移

**DO（溶存酸素）**：表層は5, 6, 8, 2月に高め, 11, 3月に低めで, 他の月は平年並みであった。底層は5～8月及び2月が平年よりやや高め, 9～11月が低め, その他の月は平年並みであった。特に9月は生物の生息限界である3mg/lを下回った海域が広がっていた。

**DIN**：表層は7, 11, 12, 2月で平年より高め, 5, 8, 9月で低めで, それ以外の月はほぼ平年並みで推移した。底層は, 表層ほど平年との差は大きくなく, 10, 2月で高く, 5, 8, 11月で低めであった他は, 平年並みで推移した。

**PO<sub>4</sub>-P**：表層は, 4, 5, 6, 8, 9, 3月で検出限界0.02  $\mu$  mol/l程度の極めて低い濃度であった。また, 12, 1月も低めで, 7, 10, 11, 2月では平年並みであった。底層も表層と同様に5, 10, 11, 2月で平年並みであったが, それ以外の月は平年を下回っていた。DINについては変動幅が大きいものの, 平年とほぼ同程度の水準であったが, PO<sub>4</sub>-Pは平年より低めであり, 夏期には底質から栄養塩の供給がある底層に比べ, 表層では7月に降雨の影響で上昇することもあるが, プランクトンによる利用で低めで推移した。また, 冬期12～3月も低めであり, 3月には表底層で測定限界値程度の低い濃度であった。底層も表層と同様に平年並みもしくは低めで推移し, 4, 3月は検出限界に近かった。

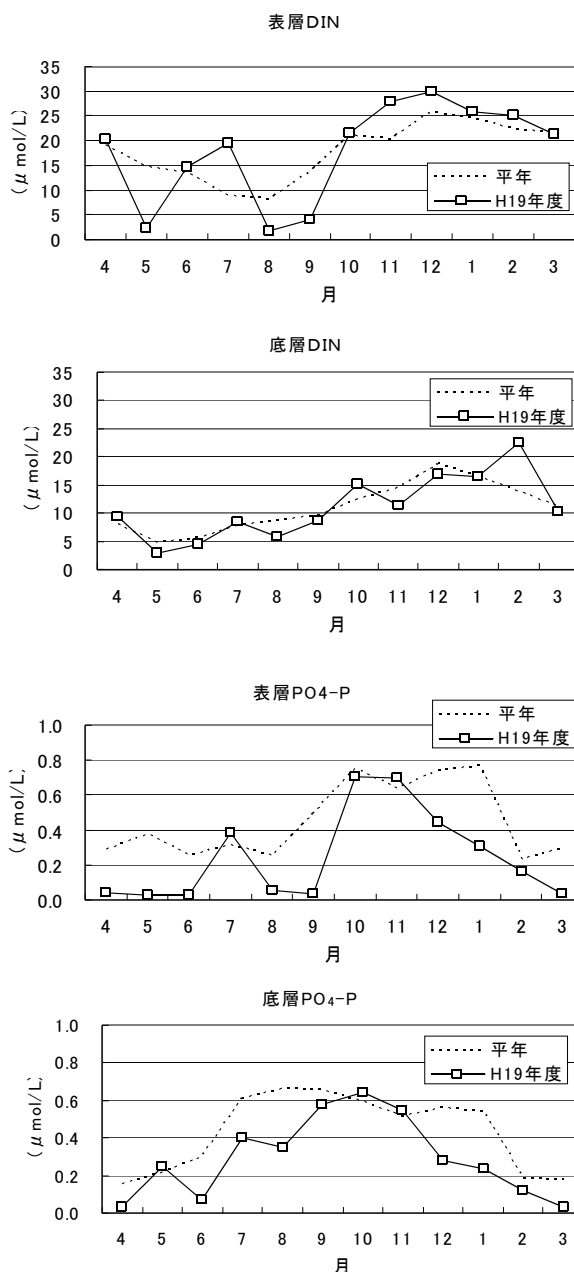


図6 福岡湾におけるDIN及びPO<sub>4</sub>-Pの推移

近年の湾内におけるワカメ、ノリ養殖生産の低迷は、湾内の高度下水処理の普及によるリン不足が一因と考えられている。そうした中で、養殖水域付近で栄養塩の測定を行っており、その推移を図7に示した。ノリ養殖が行われる湾中央域では、DINは19年の養殖期間（10～3月）に15 μmol/l以上で推移しており、最低濃度の目安である7 μmol/lの2倍以上の値であった。PO<sub>4</sub>-Pは年内はかろうじて目安の濃度0.4 μmol/lを超えていたが、1～3月は減少し特に2、3月は0.1 μmol/l未満となり検出限界値(0.02 μmol/l)に近くほとんど無リン状態となっていた。

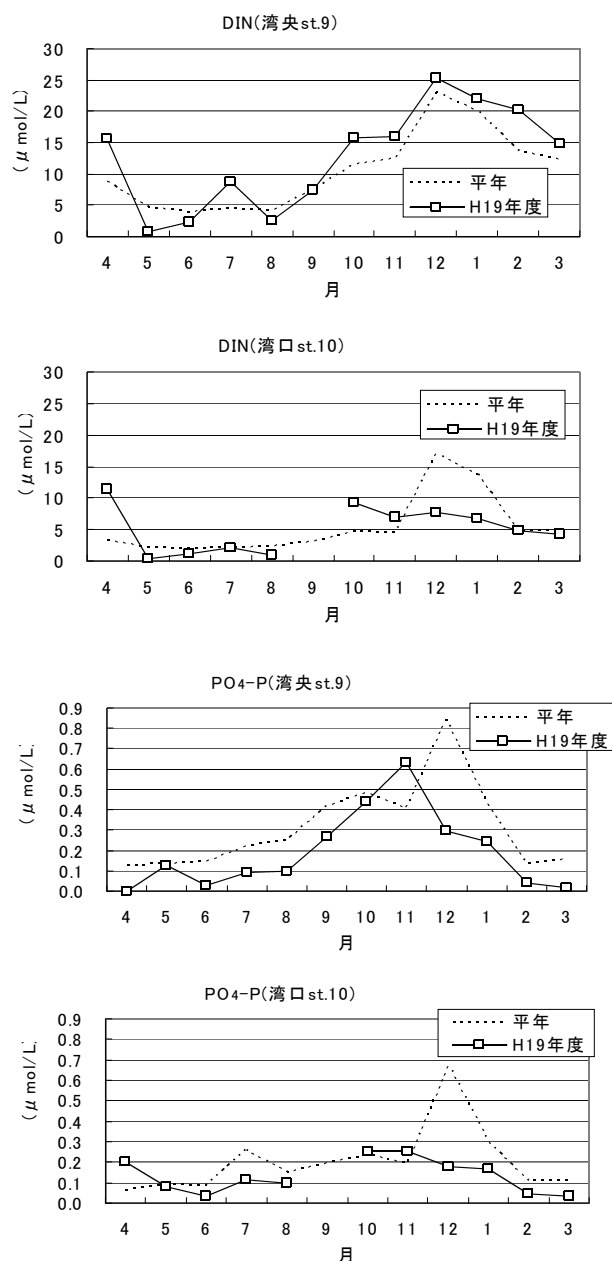


図7 養殖場（湾中央，湾口）におけるDIN及びPO<sub>4</sub>-Pの推移

ワカメ養殖が行われる湾口域では、DINは19年の養殖期間（10～3月）に5 μmol/l以上で推移しており、最低濃度の目安である2 μmol/lの2倍以上の値であった。PO<sub>4</sub>-Pは10～1月はかろうじて目安の濃度0.2 μmol/l程度で推移したが、2～3月は減少し特に2、3月は0.1 μmol/l未満となり0.05 μmol/l程度に減少した。湾口域は低リンの湾中央域からの潮汐流が流入し、PO<sub>4</sub>-Pの低下が促進されていた。DINは養殖に十分な量が供給されていたが、PO<sub>4</sub>-Pは2～3月に不足しており、特に湾中央では無リン状態となっていた。

#### 4. 19年度の特記事項（円石藻）

本年度に福岡湾外まで拡大した赤潮（1件）は16年に筑前海で初出現したハプト藻類の円石藻(*Gephyrocapsa oceanica*)と同種であることを、走査電子顕微鏡により確認した。本種は炭酸カルシウムの円盤状の殻（円石）で覆われており、分布域は青白く着色した。発生は3月初旬で、人工衛星（MODIS）による画像でも青白く着色しており、4月5日頃までは湾内にとどまったが、11日には湾外の新宮付近まで拡大した。なお、この時期調査船調査によると最高細胞数は湾口で2万細胞/mlを超え、分布の境目の細胞数は約800細胞/ml程度であった。16年には同時期に同様に湾口から湾外に拡大し、西側の唐津湾と東側の宗像付近まで広がったが、今回は唐津湾では見られず、東向きへの拡大にとどまったのが特徴的であった。その後、4月20日には宗像の大島沖まで拡大し、今回最大の広がりを示した。しかし、25日には濃度を減少させて着色が薄まり、5月3日には宗像地区周辺でのみ見られ、最高細胞数も約2千細胞/mlまで減少した。そして、9日には着色域は消滅し、最高200細胞/mlに減少した。

円石藻の最初の発生場所である福岡湾口（3点）において、臨時に発生期間中に円石藻細胞数、透明度、水温、塩分などを測定し、図8に示した。円石藻は3月上旬から5月上旬まで発生し、4月6日に最高細胞数21,190細胞/mlに達した。その際透明度は2m以下に減少した。この時期栄養塩はDINが $16\mu\text{mol/l}$ で減少が見られなかったが、 $\text{PO}_4\text{-P}$ は一部で減少していた。栄養塩類の減少は円石藻の増加にやや遅れて始まった。5月1日には細胞数が千細胞/ml以下に減少し、透明度も3~6mに回復したが、栄養塩はDINが $4\mu\text{mol/l}$ 以下、 $\text{PO}_4\text{-P}$ も $0.05\mu\text{mol/l}$ 以下に減少したままであった。発生期間中は水温は $12^\circ\text{C}$ から $18^\circ\text{C}$ に上昇し、塩分は32.5~34.5psuの範囲で推移した。

湾口（調査点st.10）について過去5年間の水温、塩分、栄養塩の平年偏差（過去20年）及び他の植物プランクトン数を表2に示した。発生した16、19年には表層水温が高いことが共通していた。また、 $\text{PO}_4\text{-P}$ が低く、競合するプランクトンが少ないことも発生に関与していると思われる。

表2 円石藻発生時の環境特性（平年偏差）

|            | 水深(m) | 水温( $^\circ\text{C}$ ) | 塩分(psu) | 無機窒素( $\mu\text{mol/l}$ ) | 無機リン( $\mu\text{mol/l}$ ) | 他の植物プランクトン |
|------------|-------|------------------------|---------|---------------------------|---------------------------|------------|
| H19<br>発生年 | 0     | 1.41                   | 0.50    | -4.25                     | 0.064                     | 130細胞/ml   |
|            | 5     | 1.22                   | 0.27    | -4.023                    | 0.111                     |            |
|            | B     | 0.94                   | 0.09    | -2.144                    | 0.102                     |            |
| H18        | 0     | -0.97                  | -0.99   | 15.118                    | -0.054                    | 900細胞/ml   |
|            | 5     | 0.13                   | 0.12    | 32                        | -0.021                    |            |
|            | B     | -0.28                  | 0.01    | 3.299                     | -0.046                    |            |
| H17        | 0     | -0.74                  | 0.40    | -5.481                    | -0.112                    | 20細胞/ml    |
|            | 5     | -0.89                  | 0.20    | -4.299                    | -0.105                    |            |
|            | B     | -0.68                  | 0.20    | -2.986                    | -0.11                     |            |
| H16<br>発生年 | 0     | 0.61                   | -0.41   | 4.98                      | -0.092                    | 43100細胞/ml |
|            | 5     | 0.64                   | -0.18   | 4.428                     | -0.090                    | 5          |
|            | B     | 0.71                   | -0.11   | 3.714                     | -0.057                    | 1          |
| H15        | 0     | -0.47                  | 0.14    | -4.665                    | 0.013                     | 20細胞/ml    |
|            | 5     | -0.66                  | -0.12   | 0.4346                    | 0.0239                    |            |
|            | B     | -0.95                  | -0.32   | 0.0447                    | -0.0046                   |            |

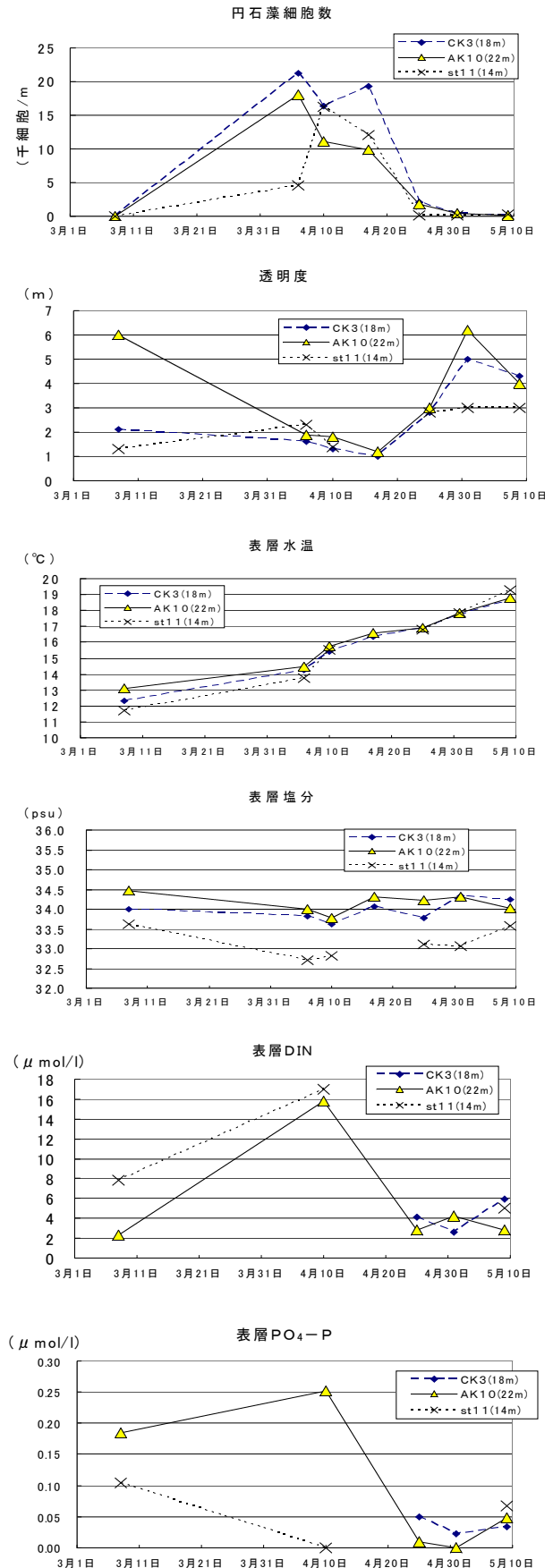


図8 円石藻が発生した福岡湾口における水質の推移

# 貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業

## (2) 貝毒調査

恵崎 撰・内田 秀和・江崎 恭志・松井 繁明

近年、アサリ、マガキなどの二枚貝が毒化する現象が近県でみられ、貝類の出荷を自主規制するなどの措置がとられている。そこで、福岡湾で採捕されるアサリ及び唐津湾のマガキについて貝類の毒化を監視し、併せて毒化原因のプランクトンの発生状況、分布を把握し、食品としての安全性の確保を図る。

### 方 法

#### 1. 調査水域および調査点

筑前海の調査対象海域を福岡湾（アサリ・マガキ）及び唐津湾（マガキ）に設定した。貝毒検査用貝類の採取位置と毒化原因のプランクトンの採取位置を図1に示した。

唐津湾の糸島地先では、平成12年12月に発生した *Gymnodinium catenatum* により、養殖カキの毒化が引き起こされ、福岡県で初めてのカキ貝毒（麻痺性貝毒）による出荷自主規制が行われた。このためカキ養殖期間を中心に *G. catenatum* を中心とした調査を実施した。

#### 2. 調査回数

調査はアサリについては5回、マガキについては16回実施した。

#### 3. 調査項目及び調査方法

##### (1) 貝毒調査

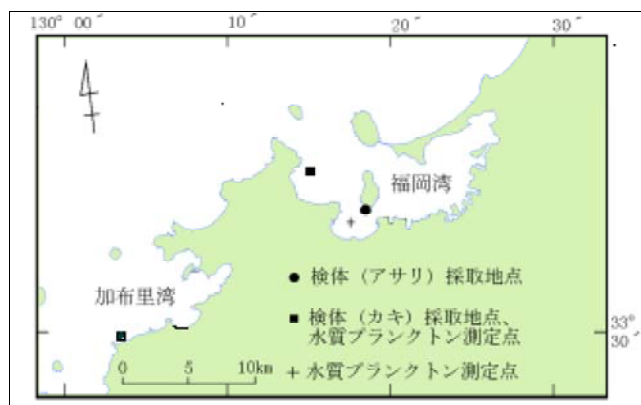


図1 貝毒モニタリング調査点

#### 1) 対象種

アサリ *Tapes philippinarum* (A. ADAMS et REEVE)

マガキ *Crassostrea gigas* (THUNBERG)

#### 2) 試料の処理

試料は、アサリの殻長とマガキの殻高の最大値と最小値を測定した後、剥き身とし、約500gを貝毒検査用の検体とした。この検体を検査するまで凍結保存した。

#### 3) 貝毒検査方法

検査は「麻痺性貝毒検査法」（昭和55年7月1日付 厚生省環境衛生局環乳第30号通達）および「下痢性貝毒検査法」（昭和56年5月19日付 厚生省環境衛生局環乳第37号通達）に定める方法により、麻痺性貝毒PSP、下痢性貝毒DSPについて（財）食品環境検査協会（福岡事務所）への委託により実施した。

#### (2) 環境調査

福岡湾はカキ漁場沖の周年水温、塩分と漁期前中期の漁場の水温、塩分を、唐津湾は湾内の周年水温、塩分と糸島地区のカキ養殖場における漁期前中期の水温、塩分を調査した。

#### (3) プランクトン調査

貝毒調査と環境調査時に漁場の表層と5m層を2ℓ採水し、そのうち、1ℓを20mlに濃縮・固定し、毒化原因プランクトンの出現状況を検鏡した。

### 結果及び考察

#### 1. 貝毒調査

貝毒調査結果を表1に示した。

全調査回次でアサリ可食部から麻痺性および下痢性貝毒は検出されなかった。また、マガキの可食部から麻痺性および下痢性貝毒は検出されなかった。

#### 2. 水質調査及びプランクトン調査

##### (1) 福岡湾

漁期中の漁場水温を図2に、福岡湾の年間の水温と塩分を図3、4に示した。また福岡湾の有毒プランクトン数を表2に、漁期中の *G. catenatum* 数を表3に示した。

水温は、表層が10.54～28.84℃、5m層が10.18～28.

表 1 貝 毒 検 査 結 果

| 生産水域<br>(漁協・支所名) | 種類  | 採集月日   | 試料<br>個体数 | 殻長(アサリ)<br>殻高(カキ) |        | 試料<br>総むき身<br>重量(g) | 検査月日   | 麻痹性貝毒<br>(MU/g) | 下痢性貝毒<br>(MU/g) | 出荷の<br>規制の<br>有無 |
|------------------|-----|--------|-----------|-------------------|--------|---------------------|--------|-----------------|-----------------|------------------|
|                  |     |        |           | 最大(mm)            | 最小(mm) |                     |        |                 |                 |                  |
| 唐津湾(福吉)          | マガキ | 10月16日 | 50        | 99                | 69     | 312                 | 10月17日 | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 10月23日 | 50        | 105               | 91     | 388                 | 10月24日 | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 10月30日 | 50        | 127               | 88     | 546                 | 10月31日 | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 11月6日  | 50        | 115               | 88     | 492                 | 11月7日  | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 11月13日 | 50        | 89                | 76     | 392                 | 11月14日 | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 11月20日 | 50        | 107               | 88     | 500                 | 11月21日 | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 11月27日 | 50        | 100               | 79     | 433                 | 11月28日 | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 12月4日  | 50        | 125               | 75     | 600                 | 12月5日  | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 12月11日 | 50        | 108               | 75     | 453                 | 12月12日 | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 12月18日 | 50        | 116               | 87     | 410                 | 12月19日 | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 12月25日 | 50        | 124               | 90     | 405                 | 12月26日 | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 1月15日  | 50        | 104               | 83     | 330                 | 1月16日  | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 1月29日  | 50        | 130               | 91     | 835                 | 1月30日  | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 3月27日  | 50        | 146               | 98     | 704                 | 3月28日  | 検出せず            | —               | 無                |
| "(岐志)            | "   | 3月27日  | 40        | 145               | 102    | 577                 | 3月28日  | 検出せず            | 検出せず            | 無                |
| "(加布里)           | "   | 3月28日  | 40        | 138               | 98     | 500                 | 3月28日  | —               | 検出せず            | 無                |
| 福岡湾(能古島)         | アサリ | 3月5日   | 203       | 46                | 28     | 477                 | 3月7日   | 検出せず            | 検出せず            | 無                |
| "                | "   | 3月28日  | 220       | 42                | 29     | 520                 | 3月28日  | 検出せず            | 検出せず            | 無                |
| "(浜崎今津)          | "   | 3月7日   | 250       | 46                | 28     | 352                 | 3月12日  | 検出せず            | 検出せず            | 無                |
| "                | "   | 3月24日  | 90        | 42                | 36     | 267                 | 3月28日  | 検出せず            | —               | 無                |
| "                | "   | 3月27日  | 143       | 34                | 24     | 306                 | 3月28日  | —               | 検出せず            | 無                |

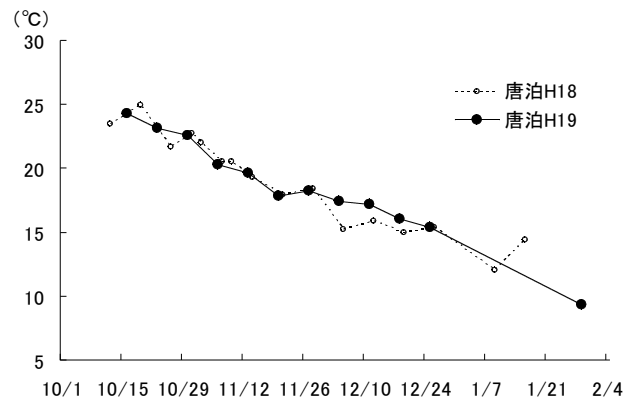


図 2 福岡湾(唐泊)のカキ漁期水温の推移

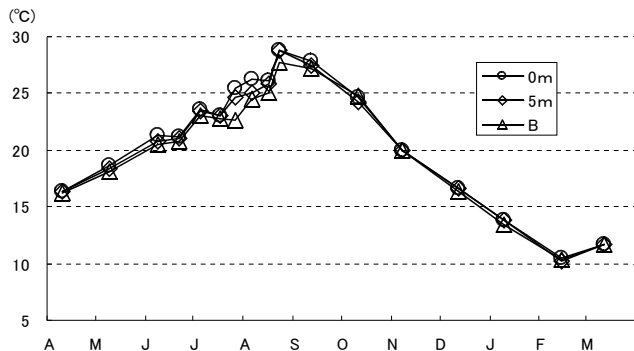


図 3 福岡湾(唐泊)の年間水温推移

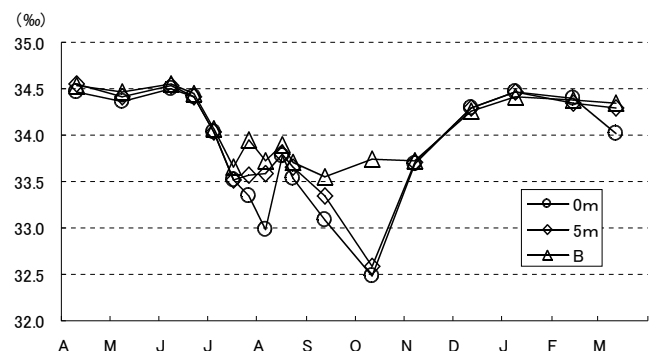


図 4 福岡湾(唐泊)の年間塩分の推移

83℃の範囲で推移した。

塩分は、表層が32.49～34.50、5 m層が32.58～34.55の範囲で推移した。

アサリの貝毒検査の結果は、麻痺性貝毒、下痢性貝毒とも検出されなかった。

今年度は麻痺性貝毒原因とされているAlexandrium属プランクトンや痺性貝毒原因種の*G. catenatum*の出現が見られなかったことや、下痢性貝毒の原因種とされている*Dinophysis acuminata*についても確認されなかったことが理由と考えられる。

## (2) 唐津湾

西部の二丈町・前原市の福吉、深江、加布里漁場における漁期中の水温の推移を図5に、北部の志摩町の船越、岐志、そして湾外の野北の漁期中の水温の推移を図6に示した。

また、唐津湾の年間の水温と塩分の推移を図7、8に示した。

表2 福岡湾の貝毒原因プランクトン発生状況 (能古島地先)

| 調査日   | 貝毒原因プランクトン<br>出現状況 (cells/L) |     | 調査日    | 貝毒原因プランクトン<br>出現状況 (cells/L) |     |
|-------|------------------------------|-----|--------|------------------------------|-----|
|       | 麻痺性                          | 下痢性 |        | 麻痺性                          | 下痢性 |
| 4月10日 | N D                          | N D | 8月23日  | N D                          | N D |
| 5月9日  | N D                          | N D | 8月30日  | N D                          | N D |
| 6月8日  | N D                          | N D | 9月12日  | N D                          | N D |
| 6月22日 | N D                          | N D | 10月11日 | N D                          | N D |
| 7月5日  | N D                          | N D | 11月7日  | N D                          | N D |
| 7月10日 | N D                          | N D | 12月12日 | N D                          | N D |
| 7月17日 | N D                          | N D | 1月9日   | N D                          | N D |
| 7月26日 | N D                          | N D | 2月14日  | N D                          | N D |
| 8月6日  | N D                          | N D | 3月12日  | N D                          | N D |
| 8月16日 | N D                          | N D |        |                              |     |

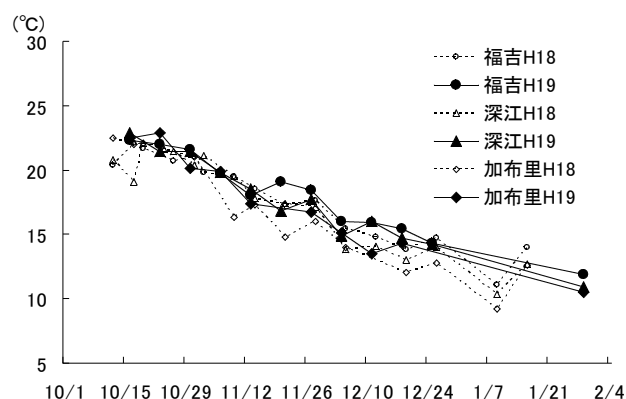


図5 唐津湾（二丈町・前原市）のカギ漁場の水温

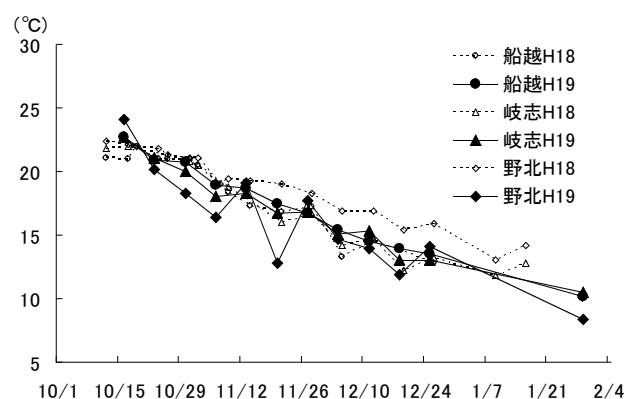


図6 唐津湾（志摩町）のカギ漁場の水温

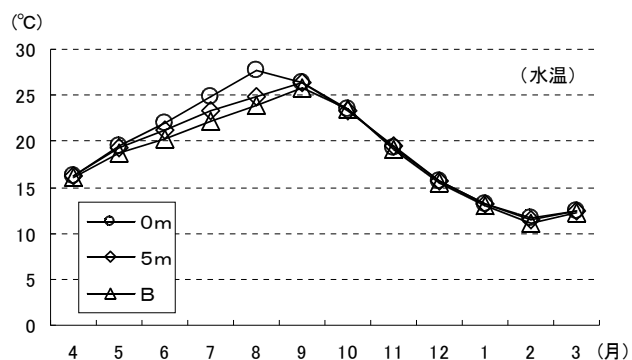


図7 唐津湾の年間水温の推移

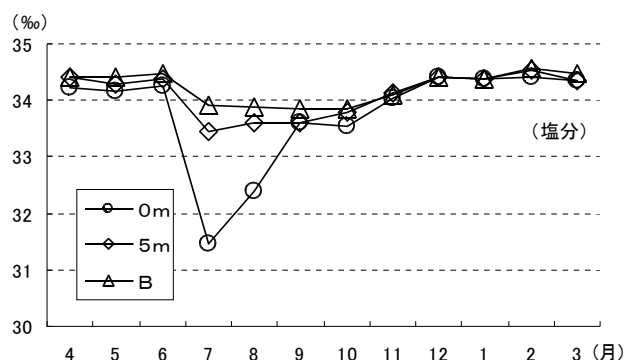


図8 唐津湾の年間塩分の推移

唐津湾の年間水温は10.08～28.21℃、塩分は31.24～34.65野範囲で推移した。漁期中の漁場水温は西部が10.5～22.9℃、北部が7.3～24.1℃の範囲であった。  
漁期中の *G. catenatum* の遊泳細胞の細胞数を表3に示

した。今年度は、*G. catenatum* の遊泳細胞は唐津湾でも福岡湾同様に確認されず、その他の貝毒の原因プランクトンも貝毒も検出されなかった。

表3 *G. catenatum*の出現状況の推移

| プランクトン数 |    | ギムノディウム カテナタム(細胞数/リットル) |       |       |      |       |       |       |      |       |       |       |     |      |      |
|---------|----|-------------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-----|------|------|
|         |    | 10/16                   | 10/23 | 10/30 | 11/6 | 11/13 | 11/20 | 11/27 | 12/4 | 12/11 | 12/18 | 12/25 | 1/8 | 1/15 | 1/29 |
| 福吉      | 表層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | -   | 0    | 0    |
|         | 底層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | -   | 0    | 0    |
| 深江      | 表層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | -   | 0    | 0    |
|         | 底層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | -   | 0    | 0    |
| 加布里     | 表層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | -     | 0     | 0    | 0     | 0     | -     | -   | 0    | 0    |
|         | 底層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | -     | 0     | 0    | 0     | 0     | -     | -   | 0    | 0    |
| 船越      | 表層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | -   | 0    | 0    |
|         | 底層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | -   | 0    | 0    |
| 岐志      | 表層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | -   | 0    | 0    |
|         | 底層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | -   | 0    | 0    |
| 野北      | 表層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | -   | 0    | 0    |
|         | 底層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | -   | 0    | 0    |
| 唐泊      | 表層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    | 0    |
|         | 底層 | 0                       | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0   | 0    | 0    |

# 漁場環境保全対策事業

## 一川上から川下に至る豊かで多様性のある海づくり事業一

恵崎 摂・内田 秀和・江崎 恭志

筑前海の沿岸漁場環境の保全のため、水質調査、藻場調査および底生生物調査を行ったので、その結果をここに報告する。

### 方 法

#### 1. 水質調査

##### (1) 調査実施期間及び調査回数

調査は平成19年4月、5月、6月、7月、8月、10月、平成20年1月、2月、3月の計9回実施した。

##### (2) 調査地点

調査は図1に示した9定点で行った。

##### (3) 調査・分析実施体制

調査と分析は、表1～2に示す役割分担と方法で行った。

##### (4) 分析項目と分析方法

分析項目と分析方法は以下の方法で行った。

- 1) 水温 メモリーSTDセンサーによる電気測定法  
(アレック電子：クロロテック)
- 2) 塩分 メモリーSTDセンサーによる電気伝導度測定法  
(アレック電子：クロロテック)
- 3) DO 多成分水質計のカルバニ式DOメーターによる測定  
(アレック電子：多成分水質計)
- 4) pH pHメーター (HORIBA:F-24) による測定
- 5) 透明度 セッキ盤による測定
- 6) 水深 音響探知法による測定

このうち水温、塩分、DO、pH、透明度については表3示した手法を用いて平年率を算出し、評価を行った。

表1 平成19年度調査実施内容

| 項目   | 内 容                 |
|------|---------------------|
| 調査海域 | 筑前海                 |
| 調査機関 | 福岡県水産海洋技術センター       |
| 調査点数 | 9点                  |
| 調査期間 | 平成19年4月～平成20年3月     |
| 調査船名 | 福岡県調査取締船「つくし」(41トン) |

表2 平成19年度調査・分析担当者

| 氏 名   | 業務内容             |
|-------|------------------|
| 恵崎 摂  | 現場観測、データ解析、水質分析等 |
| 内田 秀和 | 現場観測、水質分析等       |
| 江崎 恭志 | 現場観測             |

表3 平年率の評価基準と算出方法

| 評 価  | 平 年 率 (A) の 範 囲      |
|------|----------------------|
| 著しく高 | $200 \leq A$         |
| かなり高 | $130 \leq A < 200$   |
| やや高  | $60 \leq A < 130$    |
| 平年並  | $-60 < A \leq 60$    |
| やや低  | $-130 < A \leq -60$  |
| かなり低 | $-200 < A \leq -130$ |
| 著しく低 | $A \leq -200$        |

※ 平年率 (A) = (実測値 - 平年値) × 100 / 標準偏差  
※ 平年値 : H12～H18年の平均値

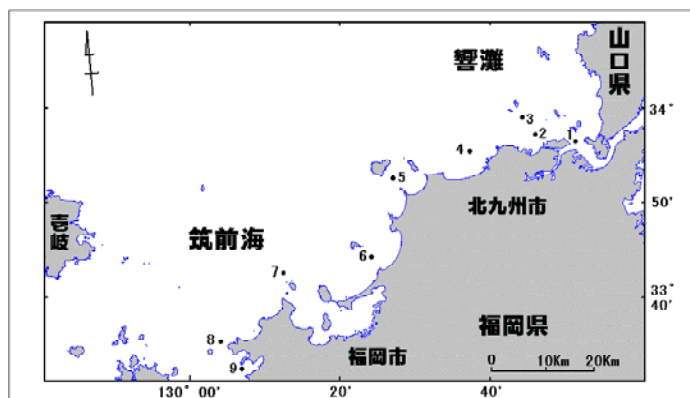


図1 水質調査点

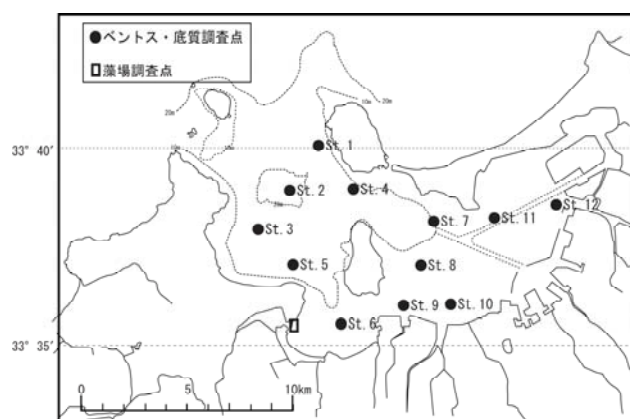


図2 藻場・ベントス調査点

2. 生物モニタリング調査

(1)藻場調査

1)調査方法

対象藻場の面積，生育密度及び関連項目を，現地調査により計測した。調査には調査船搭載艇の「第2つくし（0.4ト）」，「第2げんかい（1.1ト）」を使用した。

調査海域は透明度が低いことから，調査員が潜水して生育密度と分布範囲を調べた。

2)調査定点

調査は図2，3に示す海域で行った。

3)藻場調査月日

調査は平成19年7月17日，10月12日に実施した。

4)分析項目と分析方法

藻場面積，生息水深および生息密度は漁場保全対策推進事業調査指針に従った。

生育密度の評価は漁場保全対策推進事業調査指針に従い，表4に示した5段階評価で行った。

(2)底生動物調査

1)調査方法

調査は採泥器で採取した底質と底生生物の分析を行った。

調査定点において小型スミス・マッキンタイヤー型採泥器(採泥面積0.05㎡)を用いて採泥した底泥の0～2cm層の一部を冷蔵し，実験室に持ちかえった後，粒度組成，COD，TS（全硫化物）等の分析に供した。そして，残りの底泥は船上で1mm目のふるいを用いて全ての生物（動物）を選別し，マクロベントスとしてその個体数，湿重量測定と種の同定を日本海洋生物研究所に委託した。

調査には前記調査船「つくし」を使用した。

2)調査定点

底生動物調査は，図2に示す12定点で行った。

3)調査年月日

- 第1回 平成19年7月24日
- 第2回 平成19年9月20日
- 第3回 平成20年2月28日

4)分析項目と分析方法

粒度組成，COD(化学的酸素要求量)，TS（全硫化物）およびIL（強熱減量）は漁場保全対策推進事業調査指針に定める底質分析法に従った。

底生生物は漁場保全対策推進事業調査指針に従った。

1. 水質調査

(1)調査実施状況

平成19年度の調査実施日および各調査点における調査実施状況を表5に示した。

(2)調査結果

1)筑前海における平成19年度の水質環境

Stn. 1～9の平均値と過去7年間の平均値を平年率を

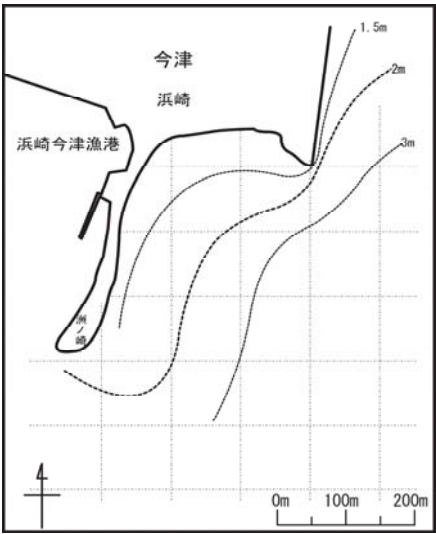


図3 藻場調査域

表4 植生の評価方法

|     |                      |      |
|-----|----------------------|------|
| 点生  | : 植生が疎らに点在する。        | … 1点 |
| 疎生  | : 植生が1/3未満である。       | … 2点 |
| 密生  | : 植生が1/3以上、1/2未満である。 | … 3点 |
| 濃生  | : 植生が1/3以上、3/4未満である。 | … 4点 |
| 濃密生 | : 植生が3/4以上である。       | … 5点 |

表5 水質調査実施状況

| 調査年月日          | 調査実施点数<br>(9地点) | 実施率<br>(%) |
|----------------|-----------------|------------|
| 平成19年4月11, 12日 | 9 / 9           | 100        |
| " 5月15, 16日    | 9 / 9           | 100        |
| " 6月6, 7日      | 9 / 9           | 100        |
| " 7月18, 19日    | 9 / 9           | 100        |
| " 8月9, 10日     | 9 / 9           | 100        |
| " 10月16, 17日   | 9 / 9           | 100        |
| 平成20年1月18日     | 9 / 9           | 100        |
| " 2月18, 19日    | 9 / 9           | 100        |
| " 3月13, 14日    | 9 / 9           | 100        |

結果及び考察

用いて比較し、本年度の筑前海の海況を図4～8に、平年率評価を表6に示した。なお、水温、塩分は全層平均値を、DOは底層平均値のデータを、pHは表層平均値を用いた。

#### ①水温

水温の値は12.18℃（2月）～25.20℃（8月）の範囲であった。4月と5月は著しく高め、6月はやや高め、7月は平年並、8月はかなり低め、10月はやや高め、1月は平年並、2月はやや低め、3月は平年並みで推移した。

#### ②塩分

塩分の値は33.5（8月）～34.56（2月）の範囲であった。4月は平年並、5月、6月はかなり高め、7月、8月はやや高め、10月は著しく高め、1月はやや高め、2月は著しく高め、3月はやや高めで推移し、年度を通して高めであった。

#### ③DO（底層）

DOの値は6.83mg/L（10月）～9.14mg/L（4月）の範囲であった。4月は著しく高め、5月はかなり高め、6

月はやや高め、7月、8月は著しく高め、10月はかなり高め、1月はやや高め、2月、3月は平年並みで推移した。年度を通して高めで推移した。

#### ④透明度

透明度の値は7.04m（10月）～13.06m（3月）の範囲であった。4月はやや高め、5月から1月まで平年並、2月はやや高め、3月はかなり高めで推移した。

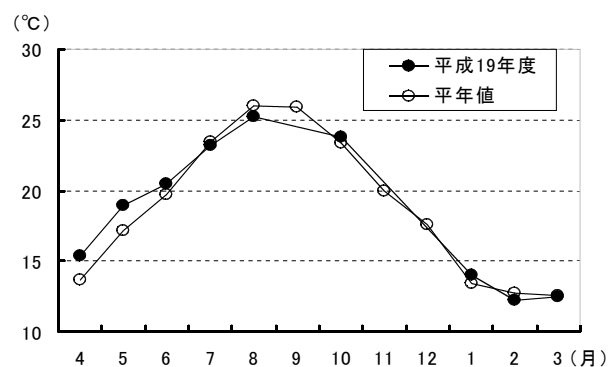


図4 水温の推移

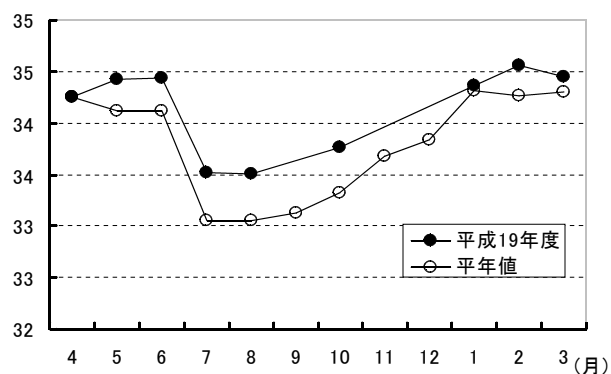


図5 塩分の推移

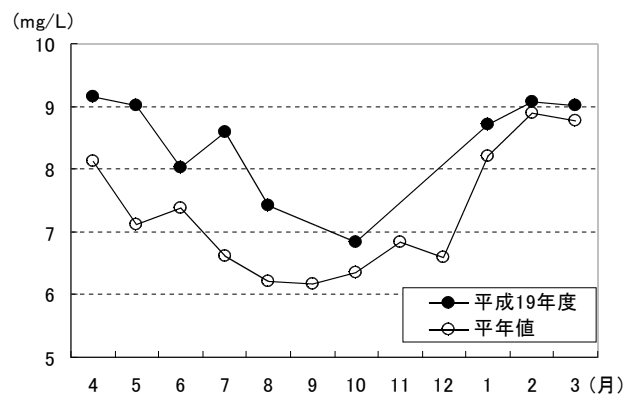


図6 底層DOの推移

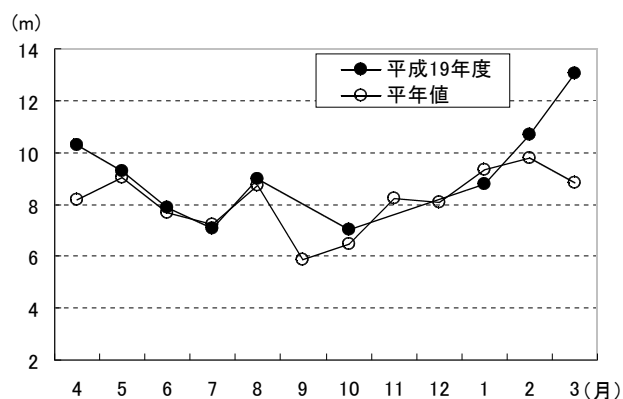


図7 透明度の推移

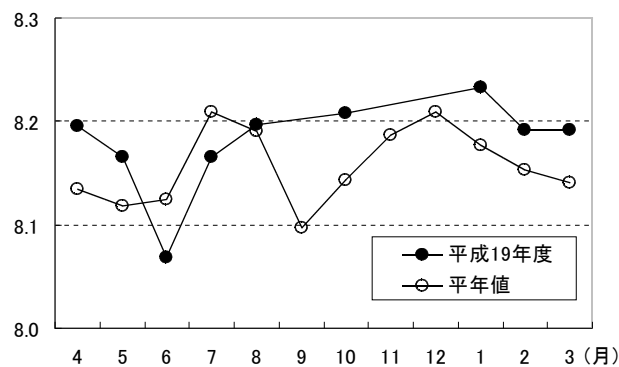


図8 表層Phの推移

## ⑤ pH

pHの値は8.07（6月）～8.23（1月）の範囲であった。4月は平年並、5月は著しく高め、6月、7月はやや低め、8月は平年並、10月、1月はやや高め、2月、3月は平年並で推移した。

## 2) 平成19年度の筑前海における漁場特性

マサバ、カタクチイワシ、サワラ、トラフグは好漁、マイワシは過去の豊漁期と比較して低水準ながらもまとまった漁獲が見られた。マダイ、マアジ、ケンサキイカは平年並、ウルメイワシやや不漁、イカナゴは不漁であった。

前年度の3月8日より発生が確認された*Gephyrocapsa oceanica*による赤潮の発生域は福岡湾から拡大し宗像地先まで拡大した後、5月初旬には消失した。この赤潮による海中の透明度の低下で、アワビ、サザエなどの磯見漁業に影響がでた。

8月には新宮町地先海域にシュモクザメが多数確認され、周辺海水浴場では遊泳禁止の処置がとられた。

沿岸部では19年度も海水中のP04-Pの濃度の低下が見られ、福岡湾内のワカメ養殖への影響が懸念されたが、種縄の展開日を遅らせたことにより被害は最小限に留まった。

## 2. 生物モニタリング調査

### (1) 藻場調査

調査で生育が確認されたアマモ科の海草はアマモのみであった。調査域を100m区画で分け、それぞれの中心部付近の植生値を図9、10に示した。

7月の調査ではアマモは濃密生(5)から点生(1)までの密度で生育するのが確認されたが、藻場の明瞭な輪郭は確認できなかった。7月時の生育密度評価は、10カ所の平均点が3.3であった。

10月の調査では7月時に濃密生(5)、濃生(3)であった海域で約180mのライン調査したが、ライン上の生育密度は疎生(2)、点生(1)までで、ライン10mごとの植生の平均は1.3まで減少していた。

調査海域でアマモが濃密生から濃生する藻場の広さ

表6 水質項目の平年率評価

|        | 4月   | 5月   | 6月   | 7月   | 8月   | 9月 | 10月  | 11月 | 12月 | 1月  | 2月   | 3月   |
|--------|------|------|------|------|------|----|------|-----|-----|-----|------|------|
| 水温     | 著しく高 | 著しく高 | やや高  | 平年並  | かなり低 | —  | やや高  | —   | —   | 平年並 | やや低  | 平年並  |
| 塩分     | 平年並  | かなり高 | かなり高 | やや高  | やや高  | —  | 著しく高 | —   | —   | やや高 | 著しく高 | やや高  |
| DO(底層) | 著しく高 | かなり高 | やや高  | 著しく高 | 著しく高 | —  | かなり高 | —   | —   | やや高 | 平年並  | 平年並  |
| 透明度    | やや高  | 平年並  | 平年並  | 平年並  | 平年並  | —  | 平年並  | —   | —   | 平年並 | やや高  | かなり高 |
| pH(表層) | 平年並  | 著しく高 | やや低  | やや低  | 平年並  | —  | やや高  | —   | —   | やや高 | 平年並  | 平年並  |

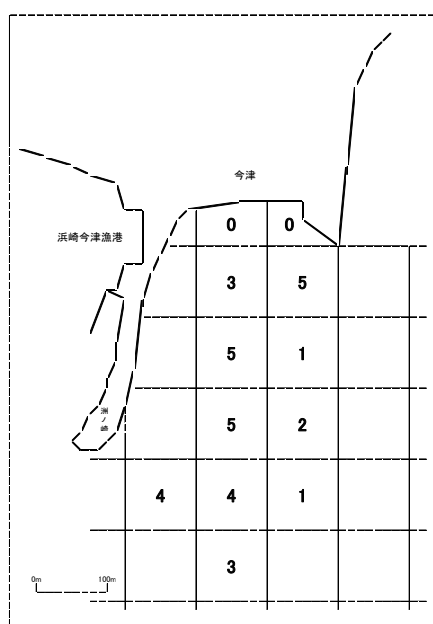


図9 7月のアマモの植生

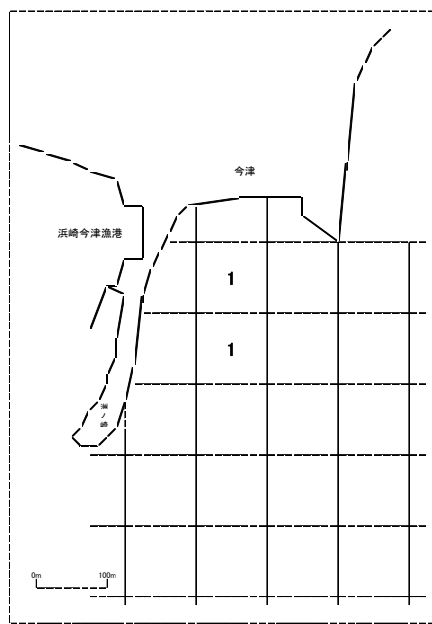


図10 10月のアマモの植生

は、満潮時の海岸線の約100m沖から始まり、北北東から南南西の方向に長さ450m以上、幅約80mであった。調査では東側、南側ともにアマモの点生が途切れる境界は確認できなかったが、藻場は岸から南南西に長さ500m以上、幅250m以上で広がり、広さは12.5ha以上と考えられた。

## (2)底生動物調査

### 1)底質

7月、9月、2月期の底質の中央粒径値、COD、全硫化物、強熱減量の結果をそれぞれ表7～9に示した。このうちSt.10は浚渫海域、St.11は浚渫航路上の点であるが、2月の調査では定点で採泥器が作動しなかったことから、浚渫域の脇で採泥を行った。

底質は、湾口部の一部が砂質である他は泥質あるいは砂泥質で、色は湾口部が褐色から黄褐色で、湾奥部と湾奥部では黒から黒褐色で還元層が形成されていた。また、湾央部と湾奥部では硫化臭が確認された点があった。

CODは最大が7月のSt.10の20.94で水産用水基準の20mgを超えており、最小は9月のSt.4の0.68であった。

表7 7月期底質分析結果

| 調査点     | 中央粒径値<br>(Φ) | COD<br>(mgO <sub>2</sub> /g乾泥) | 全硫化物<br>(mgS/g乾泥) | 強熱減量<br>(%) |
|---------|--------------|--------------------------------|-------------------|-------------|
| Stn. 1  | 0.35         | 0.72                           | 0.00              | 1.89        |
| Stn. 2  | 2.42         | 3.45                           | 0.00              | 6.88        |
| Stn. 3  | 1.50         | 2.55                           | 0.00              | 9.27        |
| Stn. 4  | 0.44         | 0.80                           | 0.00              | 1.30        |
| Stn. 5  | 4.0<         | 5.72                           | 0.00              | 5.61        |
| Stn. 6  | 4.0<         | 18.82                          | 0.01              | 13.10       |
| Stn. 7  | 4.0<         | 12.45                          | 0.04              | 8.82        |
| Stn. 8  | 4.0<         | 14.93                          | 0.01              | 11.01       |
| Stn. 9  | 4.0<         | 13.07                          | 0.13              | 11.95       |
| Stn. 10 | 4.0<         | 20.94                          | 0.97              | 10.08       |
| Stn. 11 | 4.0<         | 16.41                          | 0.51              | 11.19       |
| Stn. 12 | 4.0<         | 17.60                          | 0.36              | 12.10       |

表9 2月期底質分析結果

| 調査点     | 中央粒径値<br>(Φ) | COD<br>(mgO <sub>2</sub> /g乾泥) | 全硫化物<br>(mgS/g乾泥) | 強熱減量<br>(%) |
|---------|--------------|--------------------------------|-------------------|-------------|
| Stn. 1  | 0.49         | 1.91                           | 0.00              | 5.31        |
| Stn. 2  | 3.02         | 6.53                           | 0.09              | 11.11       |
| Stn. 3  | 2.35         | 2.62                           | 0.00              | 3.96        |
| Stn. 4  | 1.14         | 2.54                           | 0.00              | 2.52        |
| Stn. 5  | 3.40         | 7.08                           | 0.02              | 5.94        |
| Stn. 6  | 4.0<         | 9.58                           | 0.15              | 7.92        |
| Stn. 7  | 4.0<         | 13.12                          | 0.26              | 9.09        |
| Stn. 8  | 4.0<         | 13.07                          | 0.00              | 10.00       |
| Stn. 9  | 4.0<         | 12.58                          | 0.35              | 11.11       |
| Stn. 10 | 4.0<         | 13.10                          | 0.13              | 10.00       |
| Stn. 11 | 4.0<         | 13.12                          | 0.12              | 12.05       |
| Stn. 12 | 4.0<         | 10.92                          | 0.33              | 11.94       |

全硫化物は最大が7月のSt.10の0.97であった。また、7月のSt.10,11,12の3点、9月のSt.10,12の2点、2月のSt.7,9,12の3点で基準値の0.2mgを超えていた。

強熱減量は、最大は9月のSt.12の13.95%、最小は7月のSt.4の1.30%で、10%を超えた地点は7月はSt.6,10,11,12の6点、9月はSt.2,3,9,10,11,12の5点、2月はSt.2,8,9,10,11,12の6点で、このうちSt.9,10,11,12の4点は3回すべての値が10%以上であった。

また、3回の調査での粒度組成値の各調査点の平均を図11に示した。

湾口部のSt.1～5では最大で42%であった粒径63μ以下の割合が、湾央、湾奥部のSt.6～12では全地点で70%以上を占め、泥化が進んでいた。

### 2)底生動物

7月、9月および2月における体重1g未満のマクロベントスの分布を表10に、汚染指標種の出現状況を表11、12と図12に示した。

また、出現種類数と多様度を表13に、主要出現種を表

表8 9月期底質分析結果

| 調査点     | 中央粒径値<br>(Φ) | COD<br>(mgO <sub>2</sub> /g乾泥) | 全硫化物<br>(mgS/g乾泥) | 強熱減量<br>(%) |
|---------|--------------|--------------------------------|-------------------|-------------|
| Stn. 1  | 0.38         | 0.74                           | 0.00              | 3.06        |
| Stn. 2  | 3.07         | 4.29                           | 0.00              | 11.62       |
| Stn. 3  | 2.32         | 2.80                           | 0.01              | 10.00       |
| Stn. 4  | 1.20         | 0.68                           | 0.00              | 1.67        |
| Stn. 5  | 3.44         | 4.64                           | 0.00              | 5.26        |
| Stn. 6  | 4.0<         | 5.86                           | 0.02              | 6.12        |
| Stn. 7  | 4.0<         | 8.64                           | 0.27              | 9.38        |
| Stn. 8  | 4.0<         | 8.73                           | 0.06              | 9.74        |
| Stn. 9  | 4.0<         | 7.65                           | 0.19              | 12.03       |
| Stn. 10 | 4.0<         | 9.23                           | 0.41              | 12.33       |
| Stn. 11 | 4.0<         | 8.36                           | 0.18              | 10.23       |
| Stn. 12 | 4.0<         | 7.62                           | 0.25              | 13.95       |

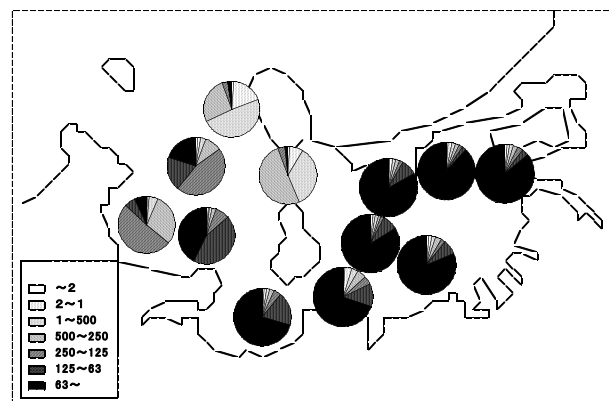


図11 各調査の粒度組成

14に示した。

すべての調査点、月でマクロベントスが採取され、採取されたマクロベントスの多くは多毛類、甲殻類、軟体類（貝類）などであった。

汚染指標種は6月に8点、9月に10地点、そして2月に11点で採取された。このうちヨツバネスピオA型とシズクガイは、湾口部より湾央、湾奥部で多く採取された。

表10 マクロベントスの個体数と湿重量

| 調査定点    | 個体数  |       |       | 湿重量(g) |      |      |
|---------|------|-------|-------|--------|------|------|
|         | 7/24 | 9/20  | 2/28  | 7/24   | 9/20 | 2/28 |
| Stn. 1  | 9    | 129   | 104   | 0      | 3    | 7    |
| Stn. 2  | 33   | 117   | 155   | 0      | 2    | 1    |
| Stn. 3  | 163  | 677   | 124   | 1      | 6    | 1    |
| Stn. 4  | 84   | 38    | 1,222 | 9      | 1    | 28   |
| Stn. 5  | 297  | 145   | 181   | 1      | 1    | 3    |
| Stn. 6  | 101  | 285   | 3     | 5      | 16   | 0    |
| Stn. 7  | 39   | 28    | 50    | 2      | 4    | 2    |
| Stn. 8  | 222  | 1,489 | 141   | 30     | 121  | 15   |
| Stn. 9  | 143  | 575   | 570   | 4      | 59   | 13   |
| Stn. 10 | 1    | 156   | 939   | 0      | 2    | 10   |
| Stn. 11 | 9    | 14    | 47    | 1      | 0    | 0    |
| Stn. 12 | 97   | 244   | 483   | 5      | 4    | 59   |

表11 汚染指標種4種の調査点別個体数

| Stn.    | ヨツバネスピオA型 |      |      |     | ヨツバネスピオB型 |      |      |    | チヨハナガイ |      |      |     | シズクガイ |      |      |     | 計     |
|---------|-----------|------|------|-----|-----------|------|------|----|--------|------|------|-----|-------|------|------|-----|-------|
|         | 7/24      | 9/20 | 2/28 | 小計  | 7/24      | 9/20 | 2/28 | 小計 | 7/24   | 9/20 | 2/28 | 小計  | 7/24  | 9/20 | 2/28 | 小計  |       |
| Stn. 1  |           |      |      | 0   |           |      |      | 0  |        |      |      | 0   |       |      |      | 0   | 0     |
| Stn. 2  |           |      |      | 0   |           | 2    | 2    | 4  | 7      | 1    | 3    | 11  |       |      |      | 0   | 15    |
| Stn. 3  | 1         | 1    |      | 2   |           |      |      | 0  | 2      |      | 9    | 11  | 1     |      |      | 1   | 14    |
| Stn. 4  |           |      |      | 0   |           |      |      | 0  |        |      | 1    | 1   |       |      | 2    | 2   | 3     |
| Stn. 5  |           | 2    |      | 2   | 1         | 3    | 8    | 12 | 100    |      |      | 100 | 40    | 3    |      | 43  | 157   |
| Stn. 6  |           | 7    |      | 7   | 14        | 3    | 1    | 18 | 16     |      |      | 16  | 3     | 10   |      | 13  | 54    |
| Stn. 7  |           |      | 1    | 1   |           |      |      | 0  | 1      |      |      | 1   | 2     | 8    | 28   | 38  | 40    |
| Stn. 8  |           | 1    | 3    | 4   | 1         | 1    | 3    | 5  | 4      |      | 3    | 7   | 3     | 5    | 9    | 17  | 33    |
| Stn. 9  |           | 5    | 76   | 81  | 2         |      |      | 2  | 25     |      |      | 25  | 15    | 48   | 62   | 125 | 233   |
| Stn. 10 |           | 52   | 584  | 636 |           |      | 8    | 8  |        |      | 6    | 6   |       |      | 28   | 28  | 678   |
| Stn. 11 |           |      | 7    | 7   |           | 1    | 9    | 10 |        |      |      | 0   |       | 1    |      | 1   | 18    |
| Stn. 12 |           | 3    |      | 3   |           |      | 5    | 5  | 3      |      |      | 3   | 11    | 55   | 43   | 109 | 120   |
| 小計      | 1         | 71   | 671  | 743 | 18        | 10   | 36   | 64 | 158    | 1    | 22   | 181 | 75    | 130  | 172  | 377 | 1,365 |

表12 汚染指標種4種の調査点別湿重量(g)

| Stn.    | ヨツバネスピオA型 |      |      |      | ヨツバネスピオB型 |      |      |      | チヨハナガイ |      |      |      | シズクガイ |      |      |      | 計     |
|---------|-----------|------|------|------|-----------|------|------|------|--------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
|         | 7/24      | 9/20 | 2/28 | 小計   | 7/24      | 9/20 | 2/28 | 小計   | 7/24   | 9/20 | 2/28 | 小計   | 7/24  | 9/20 | 2/28 | 小計   |       |
| Stn. 1  |           |      |      | 0.00 |           |      |      | 0.00 |        |      |      | 0.00 |       |      |      | 0.00 | 0.00  |
| Stn. 2  |           |      |      | 0.00 |           | +    | 0.02 | 0.02 | 0.02   | +    | 0.06 | 0.08 |       |      |      | 0.00 | 0.10  |
| Stn. 3  | 0.08      | 0.01 |      | 0.09 |           |      |      | 0.00 | 0.01   |      | 0.11 | 0.12 | +     |      |      | 0.00 | 0.21  |
| Stn. 4  |           |      |      | 0.00 |           |      |      | 0.00 |        |      | +    | 0.00 |       |      | +    | 0.00 | 0.00  |
| Stn. 5  |           | 0.01 |      | 0.01 | 0.02      | +    | 0.03 | 0.05 | 0.31   |      |      | 0.31 | 0.09  | 0.01 |      | 0.10 | 0.47  |
| Stn. 6  |           | 0.02 |      | 0.02 | 0.12      | 0.01 | 0.01 | 0.14 | 0.39   |      |      | 0.39 | +     | 0.09 |      | 0.09 | 0.64  |
| Stn. 7  |           |      | 0.01 | 0.01 |           |      |      | 0.00 | 0.04   |      |      | 0.04 | 0.01  | 0.15 | 0.66 | 0.82 | 0.87  |
| Stn. 8  |           | +    | 0.03 | 0.03 | 0.01      | +    | 0.01 | 0.02 | 0.08   |      | 0.03 | 0.11 | 0.01  | 0.07 | 0.04 | 0.12 | 0.28  |
| Stn. 9  |           | 0.01 | 0.50 | 0.51 | 0.01      |      |      | 0.01 | 0.13   |      |      | 0.13 | 0.04  | 0.49 | 0.24 | 0.77 | 1.42  |
| Stn. 10 |           | 0.08 | 6.04 | 6.12 |           |      | 0.02 | 0.02 |        |      | 0.06 | 0.06 |       |      | 0.11 | 0.11 | 6.31  |
| Stn. 11 |           |      | 0.08 | 0.08 |           | +    | 0.08 | 0.08 |        |      |      | 0.00 |       | +    |      | 0.00 | 0.16  |
| Stn. 12 |           | 0.01 |      | 0.01 |           |      | 0.02 | 0.02 | 0.01   |      |      | 0.01 | 0.02  | 0.64 | 0.25 | 0.91 | 0.95  |
| 小計      | 0.08      | 0.14 | 6.66 | 6.88 | 0.16      | 0.01 | 0.19 | 0.36 | 0.99   | 0.00 | 0.26 | 1.25 | 0.17  | 1.45 | 1.30 | 2.92 | 11.41 |

(湿重量0.001~0.004は+で示す)

表13 1g未満のマクロベスの出現種類数と多様度

(採泥面積0.05m<sup>2</sup> 当たり)

| 調査年月日      | 調査定点    | 種類数 |     |     |     |     |    | 多様度  |
|------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|----|------|
|            |         | 多毛類 | 甲殻類 | 棘皮類 | 軟体類 | その他 | 合計 |      |
| 平成19年7月24日 | Stn. 1  | 5   | 1   |     |     |     | 6  | 2.50 |
|            | Stn. 2  | 9   | 3   | 1   | 3   | 2   | 18 | 3.83 |
|            | Stn. 3  | 22  | 7   | 1   | 8   | 5   | 43 | 4.35 |
|            | Stn. 4  | 7   |     | 2   | 3   |     | 12 | 2.11 |
|            | Stn. 5  | 22  | 8   | 1   | 9   | 3   | 43 | 3.78 |
|            | Stn. 6  | 13  | 3   | 1   | 7   | 1   | 25 | 3.93 |
|            | Stn. 7  | 10  | 2   |     | 3   | 2   | 17 | 3.81 |
|            | Stn. 8  | 19  | 7   | 1   | 4   | 3   | 34 | 3.03 |
|            | Stn. 9  | 17  | 6   | 2   | 6   | 3   | 34 | 4.35 |
|            | Stn. 10 | 1   |     |     |     |     | 1  | 0.00 |
|            | Stn. 11 | 6   |     |     | 1   | 1   | 8  | 2.95 |
|            | Stn. 12 | 17  | 2   | 1   | 3   | 1   | 24 | 4.04 |
| 平成19年9月20日 | Stn. 1  | 10  | 1   | 4   | 1   | 4   | 20 | 3.20 |
|            | Stn. 2  | 20  | 10  | 3   | 6   | 4   | 43 | 4.88 |
|            | Stn. 3  | 40  | 18  | 3   | 11  | 3   | 75 | 3.61 |
|            | Stn. 4  | 8   | 2   | 1   |     | 1   | 12 | 2.66 |
|            | Stn. 5  | 30  | 10  | 1   | 4   | 3   | 48 | 5.09 |
|            | Stn. 6  | 32  | 10  | 2   | 11  | 4   | 59 | 4.98 |
|            | Stn. 7  | 6   | 1   | 0   | 4   | 2   | 13 | 3.28 |
|            | Stn. 8  | 19  | 7   | 1   | 5   | 3   | 35 | 1.14 |
|            | Stn. 9  | 28  | 4   | 2   | 5   | 2   | 41 | 2.92 |
|            | Stn. 10 | 9   | 0   | 0   | 1   | 2   | 12 | 2.40 |
|            | Stn. 11 | 7   | 0   | 0   | 1   | 1   | 9  | 3.04 |
|            | Stn. 12 | 26  | 0   | 1   | 2   | 2   | 31 | 4.02 |
| 平成20年2月28日 | Stn. 1  | 7   | 1   | 2   | 0   | 4   | 14 | 1.38 |
|            | Stn. 2  | 22  | 5   | 1   | 3   | 0   | 31 | 2.83 |
|            | Stn. 3  | 22  | 7   | 1   | 3   | 3   | 36 | 4.22 |
|            | Stn. 4  | 23  | 15  | 2   | 8   | 7   | 55 | 2.42 |
|            | Stn. 5  | 23  | 4   | 2   | 0   | 4   | 33 | 3.69 |
|            | Stn. 6  | 2   | 0   | 1   | 0   | 0   | 3  | 1.58 |
|            | Stn. 7  | 10  | 1   | 0   | 1   | 1   | 13 | 2.45 |
|            | Stn. 8  | 18  | 7   | 1   | 5   | 1   | 32 | 3.77 |
|            | Stn. 9  | 26  | 6   | 2   | 6   | 3   | 43 | 4.16 |
|            | Stn. 10 | 13  | 2   | 0   | 3   | 2   | 20 | 2.24 |
|            | Stn. 11 | 12  | 1   | 0   | 0   | 1   | 14 | 3.10 |
|            | Stn. 12 | 23  | 5   | 3   | 7   | 4   | 42 | 3.84 |

表14 主要出現種

| 調査年月日      | 調査定点    | 個 体 数 順 位              |                        |                        |                        |                       |
|------------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
|            |         | 1                      | 2                      | 3                      | 4                      | 5                     |
| 平成19年7月24日 | Stn. 1  | タンサ`クゴ`カイ科<br>(2)      | フサゴ`カイ科<br>(2)         | ミオト`コーハ`垂目<br>(2)      | ハナオカカキ`ゴ`カイ<br>(1)     | カキ`ゴ`カイ科<br>(1)       |
|            | Stn. 2  | チヨノハナ`カイ<br>(7)        | スナホリムシ科<br>(3)         | ドロヨコエビ<br>(3)          | スナクモヒトテ`科<br>(3)       | イトゴ`カイ科<br>(2)        |
|            | Stn. 3  | スカ`メソコエビ`科<br>(51)     | ミス`ヒキゴ`カイ科<br>(10)     | タケフシゴ`カイ科<br>(9)       | ケヤリ科<br>(6)            | ミオト`コーハ`垂目<br>(6)     |
|            | Stn. 4  | スナクモヒトテ`科<br>(34)      | フンフ`クヤト`リ`ガイ科<br>(34)  | タケフシゴ`カイ科<br>(4)       | タンサ`クゴ`カイ科<br>(2)      | オトヒメゴ`カイ科<br>(2)      |
|            | Stn. 5  | チヨノハナ`カイ<br>(100)      | シス`ク`カイ<br>(40)        | ウメノハナ`カイ<br>(30)       | ケシトリ`カイ<br>(18)        | タケフシゴ`カイ科<br>(16)     |
|            | Stn. 6  | チヨノハナ`カイ<br>(16)       | ヨツハ`ネスビ`オB型<br>(14)    | モロテゴ`カイ<br>(12)        | イヨスタレ`カイ<br>(11)       | タケフシゴ`カイ科<br>(10)     |
|            | Stn. 7  | ハホ`ウキキ`カイ科<br>(6)      | 紐形動物門<br>(5)           | ミス`ヒキゴ`カイ科<br>(4)      | ハナオカカキ`ゴ`カイ<br>(3)     | イトゴ`カイ科<br>(3)        |
|            | Stn. 8  | ホトキ`スカ`イ<br>(117)      | モロテゴ`カイ<br>(20)        | タケフシゴ`カイ科<br>(12)      | カタマカ`リキ`ホ`シイソメ<br>(10) | カマキリヨコエビ`科<br>(10)    |
|            | Stn. 9  | チヨノハナ`カイ<br>(25)       | シス`ク`カイ<br>(15)        | カタマカ`リキ`ホ`シイソメ<br>(12) | ハナオカカキ`ゴ`カイ<br>(11)    | ミス`ヒキゴ`カイ科<br>(8)     |
|            | Stn. 10 | 多毛類<br>(1)             | —                      | —                      | —                      | —                     |
|            | Stn. 11 | イトゴ`カイ科<br>(2)         | ハナオカカキ`ゴ`カイ<br>(1)     | チロリ科<br>(1)            | カタマカ`リキ`ホ`シイソメ<br>(1)  | ハホ`ウキキ`カイ科<br>(1)     |
|            | Stn. 12 | ホトキ`スカ`イ<br>(14)       | シス`ク`カイ<br>(11)        | モロテゴ`カイ<br>(10)        | イトゴ`カイ科<br>(10)        | カタマカ`リキ`ホ`シイソメ<br>(8) |
| 平成19年9月20日 | Stn. 1  | フサゴ`カイ科<br>(43)        | ミオト`コーハ`垂目<br>(28)     | ニカイチロリ科<br>(11)        | イリコイソメ科<br>(10)        | ハナオカカキ`ゴ`カイ<br>(5)    |
|            | Stn. 2  | ハ`カ`カイ科<br>(17)        | ホウキムシ<br>(11)          | メナシビンノ<br>(6)          | ウメノハナ`カイ<br>(6)        | ノリウロコムシ科<br>(5)       |
|            | Stn. 3  | スカ`メソコエビ`科<br>(336)    | ケヤリ科<br>(46)           | ハホ`ウキキ`カイ科<br>(24)     | メナシビンノ<br>(21)         | イトゴ`カイ科<br>(18)       |
|            | Stn. 4  | エラナシスビ`オ<br>(19)       | スビ`オ科<br>(3)           | ミオト`コーハ`垂目<br>(2)      | チロリ科<br>(2)            | ニカイチロリ科<br>(2)        |
|            | Stn. 5  | チロリ科<br>(14)           | スビ`オ科<br>(13)          | トックリゴ`カイ科<br>(9)       | タケフシゴ`カイ科<br>(9)       | スビ`オ科<br>(6)          |
|            | Stn. 6  | フタハ`シラ`ガイ科<br>(28)     | ナキ`サクーマ科<br>(27)       | 多岐腸目<br>(25)           | モロテゴ`カイ<br>(22)        | ウメノハナ`カイ<br>(16)      |
|            | Stn. 7  | シス`ク`カイ<br>(8)         | ホトキ`スカ`イ<br>(4)        | イトゴ`カイ科<br>(3)         | ノリウロコムシ科<br>(2)        | ウメノハナ`カイ<br>(2)       |
|            | Stn. 8  | ホトキ`スカ`イ<br>(1280)     | モロテゴ`カイ<br>(38)        | カタマカ`リキ`ホ`シイソメ<br>(30) | タケフシゴ`カイ科<br>(29)      | チロリ科<br>(24)          |
|            | Stn. 9  | ホトキ`スカ`イ<br>(308)      | シス`ク`カイ<br>(48)        | カタマカ`リキ`ホ`シイソメ<br>(35) | チロリ科<br>(34)           | ミス`ヒキゴ`カイ科<br>(25)    |
|            | Stn. 10 | カタマカ`リキ`ホ`シイソメ<br>(57) | ヨツハ`ネスビ`オA型<br>(52)    | ハナオカカキ`ゴ`カイ<br>(19)    | モロテゴ`カイ<br>(8)         | イトゴ`カイ科<br>(4)        |
|            | Stn. 11 | コノハシロガ`ネゴ`カイ<br>(3)    | カタマカ`リキ`ホ`シイソメ<br>(2)  | モロテゴ`カイ<br>(2)         | イトゴ`カイ科<br>(2)         | ハナオカカキ`ゴ`カイ<br>(1)    |
|            | Stn. 12 | シス`ク`カイ<br>(55)        | カタマカ`リキ`ホ`シイソメ<br>(22) | ハナオカカキ`ゴ`カイ<br>(20)    | モロテゴ`カイ<br>(20)        | スビ`オ科<br>(19)         |
| 平成20年2月28日 | Stn. 1  | クミ<br>(88)             | 紐形動物門<br>(4)           | オトヒメゴ`カイ科<br>(2)       | スビ`オ科<br>(2)           | モロテゴ`カイ<br>(2)        |
|            | Stn. 2  | スビ`オ科<br>(92)          | ト`ロコエビ`<br>(7)         | イトゴ`カイ科<br>(6)         | キ`ホ`シイソメ科<br>(5)       | チロリ科<br>(4)           |
|            | Stn. 3  | スビ`オ科<br>(30)          | ト`ロコエビ`<br>(16)        | スカ`メソコエビ`科<br>(9)      | チヨノハナ`カイ<br>(9)        | イトゴ`カイ科<br>(6)        |
|            | Stn. 4  | ミオト`コーハ`垂目<br>(672)    | ニッホ`ンスガ`メ<br>(288)     | ナナテイソメ科<br>(39)        | ワレカラ科<br>(33)          | スナクモヒトテ`科<br>(28)     |
|            | Stn. 5  | スビ`オ科<br>(60)          | モロテゴ`カイ<br>(22)        | スナクモヒトテ`科<br>(20)      | ホコサキゴ`カイ科<br>(8)       | ヨツハ`ネスビ`オB型<br>(8)    |
|            | Stn. 6  | ヒメエラゴ`カイ科<br>(1)       | ヨツハ`ネスビ`オB型<br>(1)     | スナクモヒトテ`科<br>(1)       | —                      | —                     |
|            | Stn. 7  | シス`ク`カイ<br>(28)        | イトゴ`カイ科<br>(5)         | チロリ科<br>(3)            | ケヤリ科<br>(3)            | ノリウロコムシ科<br>(2)       |
|            | Stn. 8  | ホトキ`スカ`イ<br>(46)       | モロテゴ`カイ<br>(22)        | シス`ク`カイ<br>(9)         | カタマカ`リキ`ホ`シイソメ<br>(8)  | チロリ科<br>(7)           |
|            | Stn. 9  | スビ`オ科<br>(92)          | ヨツハ`ネスビ`オA型<br>(76)    | ホトキ`スカ`イ<br>(62)       | シス`ク`カイ<br>(62)        | ミス`ヒキゴ`カイ科<br>(40)    |
|            | Stn. 10 | ヨツハ`ネスビ`オA型<br>(584)   | ハナオカカキ`ゴ`カイ<br>(88)    | カタマカ`リキ`ホ`シイソメ<br>(64) | コノハシロガ`ネゴ`カイ<br>(40)   | シス`ク`カイ<br>(28)       |
|            | Stn. 11 | モロテゴ`カイ<br>(14)        | ヨツハ`ネスビ`オB型<br>(9)     | ヨツハ`ネスビ`オA型<br>(7)     | カタマカ`リキ`ホ`シイソメ<br>(4)  | ミス`ヒキゴ`カイ科<br>(2)     |
|            | Stn. 12 | ホトキ`スカ`イ<br>(172)      | シス`ク`カイ<br>(43)        | スビ`オ科<br>(34)          | ミス`ヒキゴ`カイ科<br>(26)     | モロテゴ`カイ<br>(23)       |

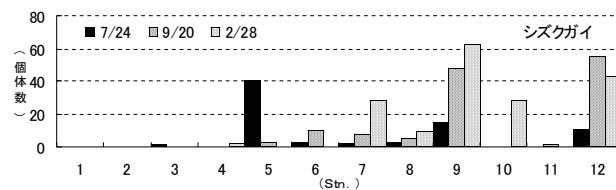
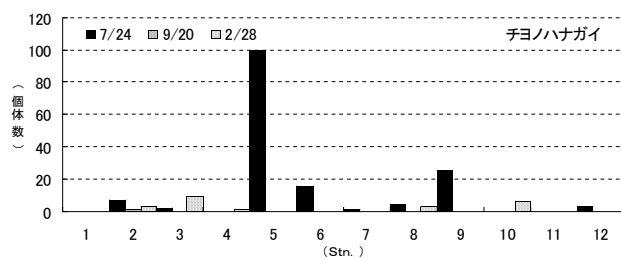
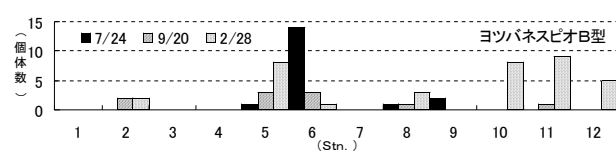
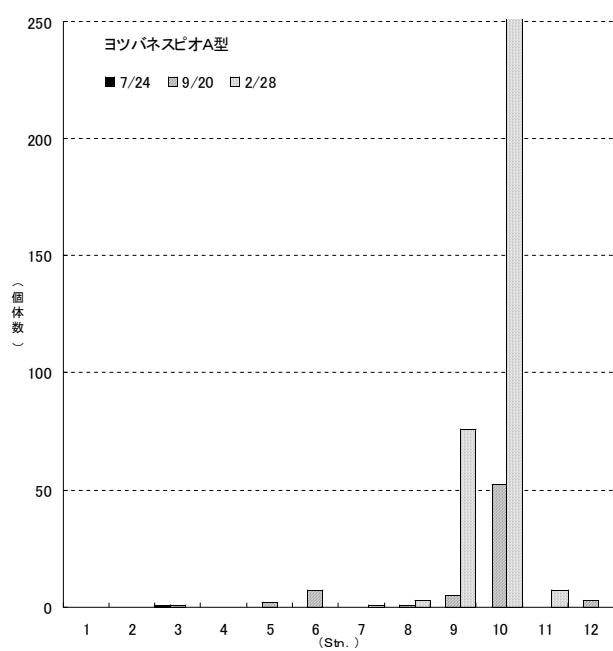


図12 汚染指標種の調査点別個体数