

水質監視測定調査事業

(1) 筑前海域

白石日出人・佐藤 博之

昭和42年に公害対策基本法が制定され、環境行政の指針として環境基準が定められた。筑前海域は昭和52年5月、環境庁から上記第9条に基づく「水質汚濁に関わる環境基準」の水域類型別指定を受けた。福岡県は筑前海域に関する水質の維持達成状況を把握するため、昭和52年度から水質監視測定調査を実施している。

当研究所では福岡県環境部環境保全課の委託により、試料の採水および水質分析の一部を担当しているため、その結果を報告する。

方 法

図1に示した響灘（遠賀川河口沖）と玄界灘（福岡湾口沖）の2海区に分け、5、7、10、1月の各月の干潮前と干潮後に1回づつ、計8回調査を実施した。試料の採水は0 m、2 m、5 mの各層について行った。

調査項目はpH、DO（溶存酸素）、COD（化学的酸素消費量）、SS（浮遊懸濁物）等の生活環境項目、カドミウム、シアン、有機水銀、PCB等の健康項目、その他の項目として塩分、TN（総窒素）、TP（総リン）等が設定されている。当研究所では生活環境項目、その他の項目（塩分、TN、TP）の測定および一般気象、海象の観測を行った。

なお、生活環境項目の大腸菌群数とn-ヘキサン抽出

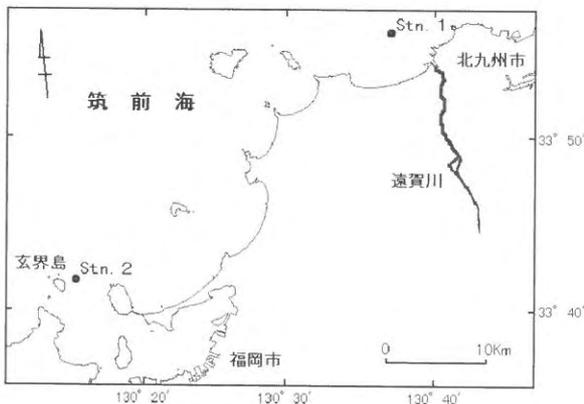


図1 水質調査点

物質、健康項目、特殊項目（重金属）については福岡県保健環境研究所が担当した。

結 果

1. 水質調査結果

水質調査結果の年間平均値を表1に示した。なお、水温、塩分、pH、COD、SS、TN、TPについては0 m層、DOについては5 m層の資料を用いて解析した。

表1 平成15年度水質監視調査結果

| 調査項目 | 響灘(Stn. 1) | 玄界灘(Stn. 2) |
|-----------|------------|-------------|
| 水温(°C) | 20.2 | 20.2 |
| 塩分 | 33.23 | 33.61 |
| 透明度(m) | 10.4 | 9.9 |
| pH | 8.21 | 8.23 |
| DO(mg/l) | 7.04 | 6.85 |
| COD(mg/l) | 1.05 | 1.04 |
| SS(mg/l) | 1.60 | 0.84 |
| TN(mg/l) | 0.14 | 0.14 |
| TP(mg/l) | 0.02 | 0.02 |

(1) 水温

響灘の平均値は20.2°C、玄界灘の平均値は20.2°Cであった。

(2) 塩分

響灘の平均値は33.23、玄界灘は33.61であった。

(3) 透明度

響灘の平均値は10.4 m、玄界灘は9.9 mであった。

(4) pH

響灘の平均値は8.21、玄界灘は8.23であった。最高値は響灘で8.28、玄界灘で8.33で、最低値は響灘で8.16、玄界灘で8.16であった。

(5) DO

響灘の平均値は7.04 mg/l、玄界灘は6.85 mg/lであった。最低値は響灘が6.58 mg/l、玄界灘が5.99 mg/lであった。

(6) COD

響灘の平均値は1.05mg/l, 玄界灘は1.04mg/lであった。最高値は響灘で1.35mg/l, 玄界灘1.76mg/lであった。

(7) SS

響灘の平均値は1.60mg/l, 玄界灘は0.84mg/lであった。

(8) TN

響灘の平均値は0.14mg/l, 玄界灘は0.14mg/lであった。

(9) TP

響灘の平均値は0.02mg/l, 玄界灘は0.02mg/lであった。

2. 環境基準の達成度

筑前海域は、公害対策基本法の第9条により水産1級を含むA類型の達成維持が指定されている。その内容を表2に示した。本年度は、響灘, 玄界灘ともA類型の環

境基準値を概ね満たしていた。

表2 水質環境基準 (海域)

| 水質類型 | A | B | C |
|-----------|------------|--------------|---------|
| 利用目的 | 水産1級 水浴 | 水産2級 工業用水 | 環境保全* |
| | 自然環境保全** | | |
| pH | 7.8~8.3 | 7.8~8.3 | 7.0~8.3 |
| DO(mg/l) | 7.5以上 | 5.0以上 | 2.0以上 |
| COD(mg/l) | 2.0以下 | 3.0以下 | 8.0以下 |

* 1 : 国民の生活において不快感を生じない程度

* 2 : 自然探勝等の環境保全

水質監視測定調査事業

(2) 唐津湾

白石日出人・佐藤 博之

平成5年に「水質汚濁に関わる環境基準」が一部改正され、赤潮発生の可能性の高い閉鎖性水域について窒素・リンの水域類型別指定（以下、類型指定という）が設定された。唐津湾はこの閉鎖性水域に属していたが、筑前海域の一部と見なされて類型指定はされていなかった。しかし、今後の人口増加などにより赤潮や貧酸素水塊の発生が懸念されるため、平成9年～平成13年7月までのデータをもとに、平成13年10月に類型指定が行われた。その結果、pH、DO（溶存酸素量）、COD（化学的酸素要求量）の環境基準は海域A類型に、全窒素、全磷は海域II類型に指定された。環境基準は表1～2のとおりである。

そこで、唐津湾の福岡県海域に関する水質の維持達成状況を把握するため、福岡県環境部環境保全課の委託のもと水質監視測定調査を実施した。当研究所では試料の採取および水質分析の一部を担当したので、その結果を報告する。

表1 pH、DO、CODの環境基準(海域)

| 類型 | A | B | C |
|-----------|------------|--------------|---------|
| 利用目的 | 水産1級 水浴 | 水産2級 工業用水 | 環境保全 |
| | 自然環境保全 | | |
| pH | 7.8～8.3 | 7.8～8.3 | 7.0～8.3 |
| DO(mg/l) | 7.5以上 | 5.0以上 | 2.0以上 |
| COD(mg/l) | 2.0以下 | 3.0以下 | 8.0以下 |

自然環境保全：自然探勝等の環境保全
 水産1級：マダイ、ブリ、ワカメ等の水産生物用および水産2級の生物用
 水産2級：ボラ、ノリ等の水産生物用
 環境保全：国民の日常生活において不快感を生じない限度

表2 全窒素、全磷の環境基準(海域)

| 類型 | I | II | III | IV |
|-----------|----------|------------|--------------|--------------|
| 利用目的 | 自然環境保全 | 水産1種 水浴 | 水産2種 工業用水 | 水産3種 工業用水 |
| | 生物生息環境保全 | | | |
| 全窒素(mg/l) | 0.2以下 | 0.3以下 | 0.6以下 | 1.0以下 |
| 全磷(mg/l) | 0.02以下 | 0.03以下 | 0.05以下 | 0.09以下 |

自然環境保全：自然探勝等の環境保全
 水産1種：底生魚介類を含め多様な水産生物がバランス良く、かつ、安定して漁獲される
 水産2種：一部の底生魚介類を除き、魚類を中心にした水産生物が多獲される
 水産3種：汚濁に強い特定の水産生物が主に漁獲される
 生物生息環境保全：年間を通して底生生物が生息できる限度

方法

図1に示した定点で平成15年4月から平成16年3月に毎月1回の調査を実施した。試料の採水は表層、5m層、底層の3層で行った。調査項目として、pH、DO、COD、SS（浮遊懸濁物）、TN（全窒素）、TP（全磷）等の生活環境項目、カドミウム、シアン、鉛等の健康項目、塩分等のその他の項目が設定されている。当研究所では生活環境項目、その他の項目（塩分）の測定および一般気象、海象の観測を行った。

なお、生活環境項目の大腸菌群数とn-ヘキサン抽出物質、健康項目、特殊項目（重金属等）および要監視項目（有機塩素、農薬等）については福岡県保健環境研究所が担当した。

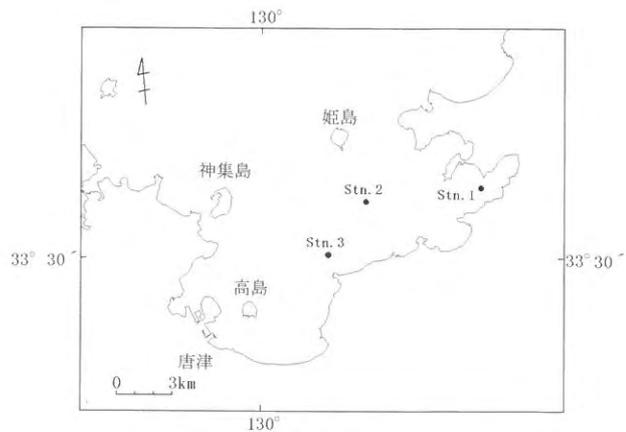


図1 調査地点

結果

1. 水質調査結果

Stn. 1～3の水質分析結果を表3に、水質の変化を図2～9に示した。なお、図2～9は3地点の平均値を用いた。

(1) 水温

9.7～27.9℃の範囲で推移した。最高値はStn. 1の8月の表層で、最低値はStn. 2の2月の底層であった。

(2) 塩分

29.35~34.70の範囲で推移した。最高値はStn. 2の2月の表層で、最低値はStn. 3の7月の表層であった。

(3) DO

2.71~9.68mg/lの範囲で推移した。最高値はStn. 1の5月の表層で、最低値はStn. 1の9月の底層であった。

(4) COD

0.33~1.71mg/lの範囲で推移した。最高値はStn. 1の7月の表層で、最低値はStn. 2の3月の表層であった。

(5) pH

8.07~8.44の範囲で推移した。最高値はStn. 3の8月の表層で、最低値はStn. 1の6月の底層であった。

(6) 透明度

1.1~16.0mの範囲で推移した。最高値はStn. 3の1月で、最低値はStn. 1の4月であった。

(7) TN

0.03~0.48mg/lの範囲で推移した。最高値はStn. 1の5月の5m層で、最低値はStn. 2の4月の表層、7月の5m層、Stn. 3の4月の表層及び7月の底層であった。

(8) TP

0.00~0.10mg/lの範囲で推移した。最高値はStn. 1の5月の5m層とStn. 3の4月の底層で、最低値はStn. 2の78月の5m層とStn. 3の7月の底層であった。

表3 水質分析結果

| 項目 | Stn. 1 | Stn. 2 | Stn. 3 |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 水温(°C) | 9.7~27.9 (18.6) | 11.1~27.6 (19.1) | 11.9~27.1 (18.8) |
| 塩分 | 30.55~34.57 (33.37) | 31.51~34.70 (33.79) | 29.35~34.63 (33.48) |
| DO(mg/l) | 2.71~9.68 (7.22) | 5.12~8.60 (7.33) | 5.70~9.27 (7.34) |
| COD(mg/l) | 0.43~1.71 (0.74) | 0.33~1.10 (0.58) | 0.35~1.29 (0.63) |
| pH | 8.07~8.39 (8.21) | 8.14~8.43 (8.23) | 8.14~8.44 (8.23) |
| 透明度(m) | 1.1~7.0 (4.1) | 3.8~14.0 (7.8) | 1.3~16.0 (5.6) |
| TN(mg/l) | 0.06~0.48 (0.16) | 0.03~0.19 (0.09) | 0.03~0.36 (0.12) |
| TP(mg/l) | 0.01~0.10 (0.03) | 0.00~0.06 (0.02) | 0.00~0.10 (0.02) |

*カッコ内の数値は平均値

2. 環境基準の達成度

本年度は、響灘、玄界灘ともDOの平均値が環境基準を下回り、A類型の維持は達成できなかった。また、pH、CODの平均値はA類型の環境基準値を満たしていた。全窒素、全燐の平均値については、海域II類型の基準を満たしていた。

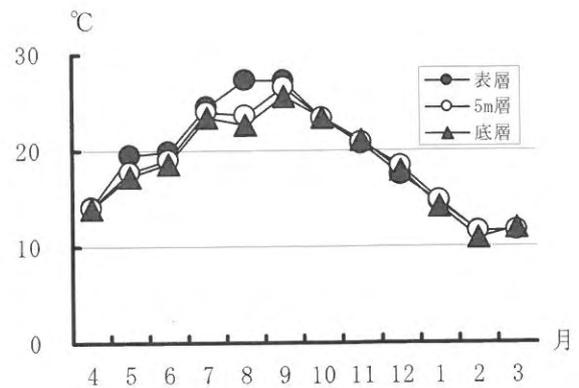


図2 水温の変化

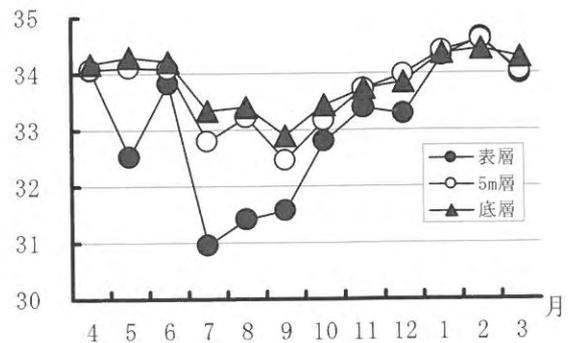


図3 塩分の変化

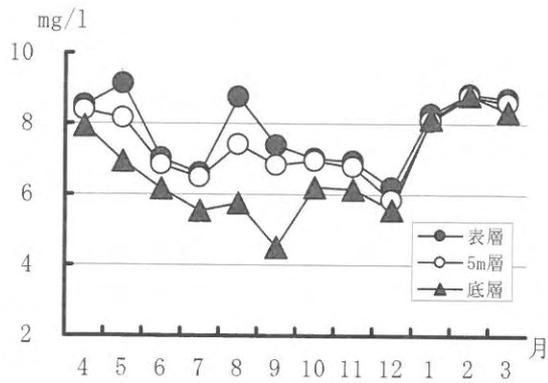


図4 DOの変化

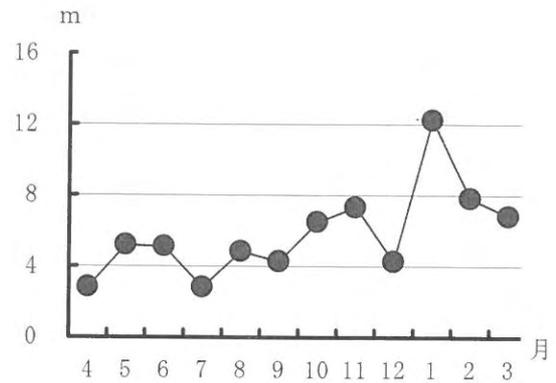


図7 透明度の変化

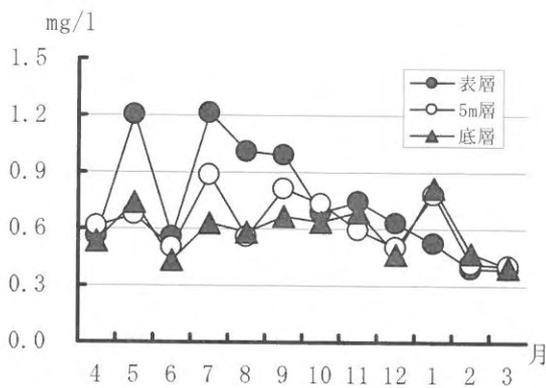


図5 CODの変化

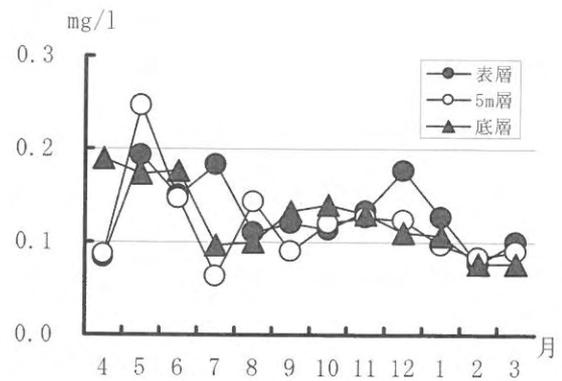


図8 TNの変化

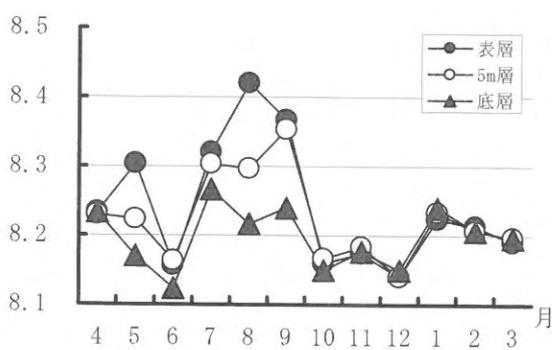


図6 pHの変化

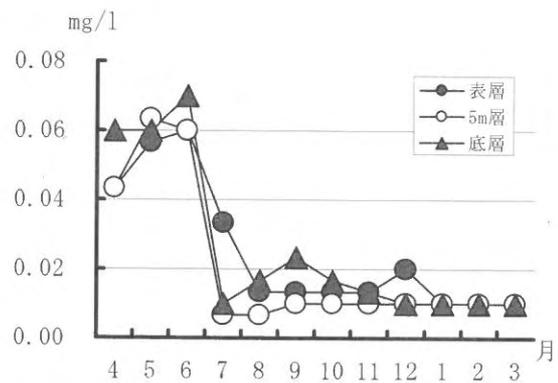


図9 TPの変化

貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業

(1) 赤潮調査事業

山本 千裕・吉岡 直樹

この事業は、赤潮情報伝達要領に基づいて、赤潮等の発生状況に関する情報の収集および伝達を行うことにより、赤潮等による漁業被害の未然防止または軽減を図り、漁業経営の安定を資することを目的とした。また、福岡湾については、閉鎖性が強く赤潮が多発していることから図1の調査定点で毎月1回の環境調査を行い赤潮発生状況等を調査した。

15年の赤潮発生状況

15年の1月1日から12月31日までの赤潮発生状況は表1及び図2に示したとおりであった。

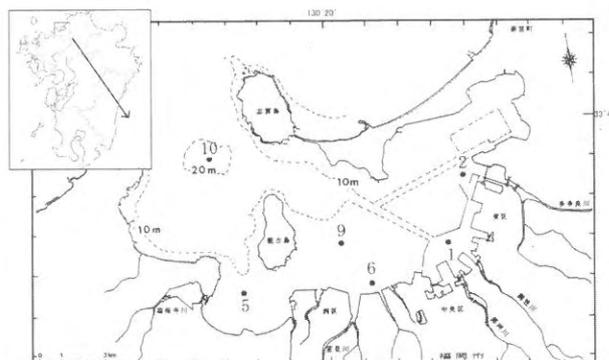


図1 福岡湾における調査点

表1 赤潮発生状況

| 番号 | 発生時期 | 発生海域 | 赤潮主構成種 | 最高細胞密度(cells/?) | 漁業被害 |
|----|-----------|--------------|---|------------------|------|
| 1 | 4/16~4/18 | 筑前海(玄界島沖) | <i>Noctilca scintillans</i> | 不明 | なし |
| 2 | 5/12~5/31 | 福岡湾全域 | <i>Akashiwo sanguinea</i> | 1,700 | なし |
| 3 | 5/21~6/4 | 筑前海(沖の島周辺) | <i>Emiliana huxleyi</i> | 1,700 | なし |
| 4 | 7/9~7/16 | 福岡湾全域 | <i>Nitzschia pungens</i> <i>Nitzschia</i> | 10,000 | なし |
| 4 | 7/16~7/20 | 福岡湾全域 | <i>Nitzschia pungens</i> , <i>Prorocentrum triestinum</i> | 2,000 | なし |
| 5 | 7/25~8/5 | 福岡湾全域 | <i>Skelenonema costatum</i> , <i>Chaetoceros spp.</i> | 770 | なし |
| 6 | 10/31 | 福岡湾口部(志賀島地先) | <i>Gymnodinium spp.</i> | 650 | なし |



1. *Noctilca scintillans* (4/16~4/18)



2. *Akashiwo sanguinea* (5/12~5/31)



3. *Emiliana huxleyi* (5/21~6/4)



4. *Nitzshia pungens*, *Prorocentrum triestinum*
(7/9~7/20)



5. *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* spp.
(7/25~8/5)



6. *Gymnodinium* spp. (10/31)

図2 赤潮発生状況

15年の赤潮発生件数は6件、うち福岡湾で発生した赤潮件数は4件であった。これは前年に比べ2件の減少、ここ10ヶ年の平均件数は7件なので件数ではほぼ平年並みであった。5月に筑前海沖（沖の島周辺）で発生した *Emiliana* による赤潮は過去に発生記録はなく、本県では初の発生事例となった。また、漁業被害は何れの赤潮とも報告はなかった。

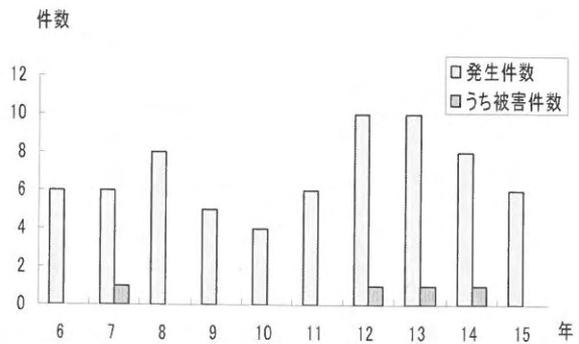


図3 筑前海の赤潮発生件数の推移

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

山本 千裕・吉岡 直樹

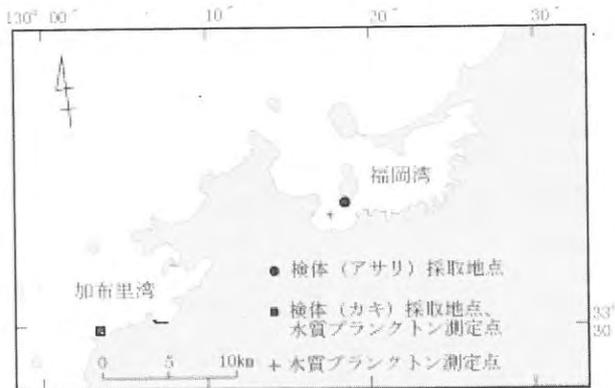
近年、アサリ、マガキなどの二枚貝が毒化する現象が近県でみられ、貝類の出荷を自主規制するなどの措置がとられている。そこで、福岡湾で採捕されるアサリ及び唐津湾のマガキについて貝類の毒化を監視し、併せて毒化原因のプランクトンの発生状況、分布を把握し、食品としての安全性の確保を図る。

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）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。

図1 貝毒モニタリング調査点



2. 調査回数

調査はアサリについては8回、マガキについては10回実施した。

3. 調査項目及び調査方法

(1) 貝毒調査

1) 対象種

アサリ *Tapes philippinarum* (A. ADAMS et REEV E)

マガキ *Crassostrea gigas* (THUNBERG)

2) 試料の処理

試料は、殻長と殻高の最大値と最小値を測定した後、剥き身とし、約500 g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

福岡湾アサリ漁場の沖合海域で水温、塩分と栄養塩類を、唐津湾では福岡県関係漁協のカキ養殖場における水温、塩分を調査した。

(3) プランクトン調査

貝毒調査と同時に表層と5 m層を2 l採水し、5 ml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10月から翌年1月に実施した唐津湾の糸島地先のカキの可食部からは麻痺性貝毒が検出されたが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

アサリの貝毒検査の結果はまひ性貝毒、下痢性貝毒とも不検出の結果となった。

まひ性貝毒については、今年度湾内においてはまひ性貝毒原因とされている、*Alexandrium*属プランクトンの出現が見られなかったこと、またまひ性原因種の*Gymnodinium catenatum*も糸島地先では検出されたが、調査定点である能古島地先では検出されなかったことが理由と考えられる。

一方、下痢性貝毒の原因種とされている*Dinophysis*属

表1 貝毒検査結果

| 生産水域 | 種類 | 採集月日 | 試料 体数 | 殻長 (mm) | | 試料総 むき身 重量g | 検査月日 | 麻痺性貝毒 (MU/g) 可食部全体 | 下痢性貝毒 (MU/g) 可食部全体 | 出荷 規制の 有無 |
|---|-----|--------|----------|------------|-----|-------------------|--------|--------------------------|--------------------------|-----------------|
| | | | | 最大 | 最小 | | | | | |
| 福岡湾 (能古島) | アサリ | 4月16日 | 180 | - | - | 500 | 6月12日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| | | 5月22日 | 190 | 3.9 | 2.8 | 600 | 5月22日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| | | 6月25日 | 200 | 3.9 | 3.1 | 512 | 6月25日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| | | 7月22日 | 190 | 4.1 | 3.3 | 570 | 7月22日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| | | 9月17日 | 115 | 4.7 | 3.7 | 502 | 9月17日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| | | 10月28日 | 216 | 4.3 | 2.6 | 570 | 10月28日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| | | 2月7日 | 210 | 4.1 | 3.2 | 528 | 2月7日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| | | 3月24日 | 200 | 4.1 | 2.8 | 507 | 3月24日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| 唐津湾 (福吉) (加布里) (岐志新町) (福吉) " " " " " | マガキ | 10月14日 | 45 | 13.7 | 8.5 | 592 | 10月14日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| | | 10月27日 | 40 | 12.8 | 7.0 | 410 | 10月27日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| | | 11月25日 | 32 | 12.7 | 8.8 | 439 | 11月25日 | 2.6 | - | 無 |
| | | 12月1日 | 23 | 13.8 | 8.8 | 447 | 12月1日 | 2.4 | - | 無 |
| | | 12月2日 | 25 | 14.3 | 9.1 | 410 | 12月2日 | 2.1 | 検出せず | 無 |
| | | 12月4日 | 25 | 12.4 | 8.9 | 500 | 12月4日 | 2.1 | - | 無 |
| | | 12月18日 | 20 | 13.4 | 8.1 | 480 | 12月18日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| | | 1月8日 | 40 | 12.2 | 7.3 | 507 | 1月8日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| | | 1月15日 | 35 | 10.0 | 5.5 | 525 | 1月15日 | 検出せず | 検出せず | 無 |
| | | 1月26日 | 50 | 12.3 | 9.3 | 532 | 1月26日 | 検出せず | 検出せず | 無 |

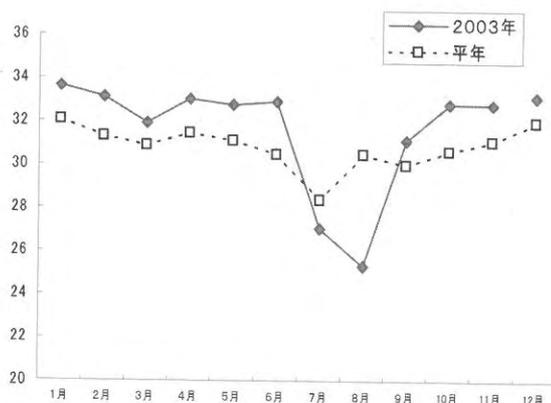


図2 福岡湾の塩分推移

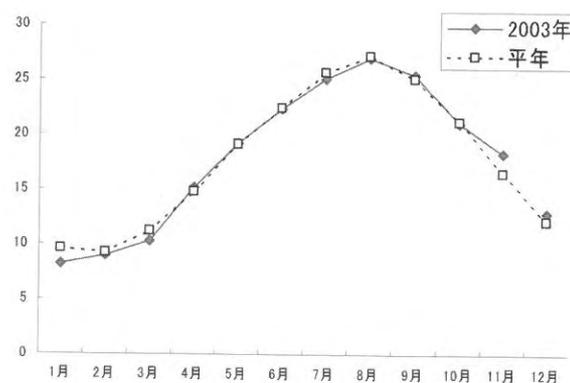


図3 福岡湾の水温推移

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出現状況 (cells/L) | | 調査日 | 貝毒原因プランクトン出現状況 (cells/L) | |
|-------|--------------------------|-----------------------------|-----------|-----------------------------|-----------------------|
| | まひ性 | 下痢性 | | まひ性 | 下痢性 |
| 4月16日 | - | <i>Dinophysis spp.</i> (60) | 10月28日 | <i>Alexandrium sp.</i> (10) | <i>D. spp.</i> (16) |
| 5月22日 | - | " (8) | 03年 2月18日 | - | <i>D. spp.</i> (4) - |
| 6月25日 | - | " (12) | 3月24日 | - | <i>D. spp.</i> (20) - |
| 7月22日 | - | " (48) | | | |
| 9月17日 | - | " (10) | | | |

のプランクトンは毎回遊泳細胞が確認されているが、下痢性貝毒は検出されなかった。

(2) 唐津湾

唐津湾糸島地先において、平成12年12月に発生した*G. catenatum*は、養殖カキの毒化を引き起こした。福岡県

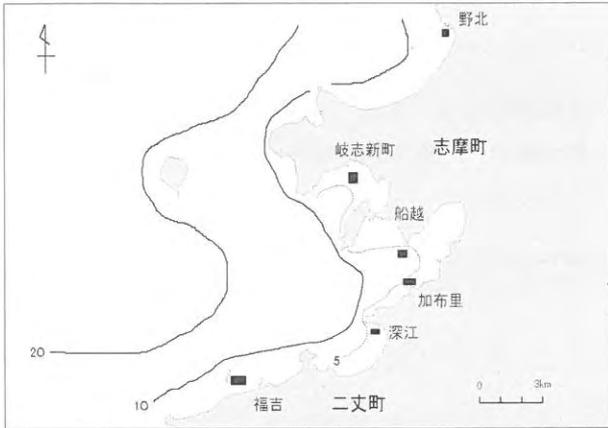


図5 唐津湾貝毒プランクトン調査地点

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のでカキ養殖期間に本種の原因プランクトンを中心に調査を実施した。

原因プランクトンの計数結果は5箇所の養殖地点における計数値の最大値をプロットして推移を示した。(図7)

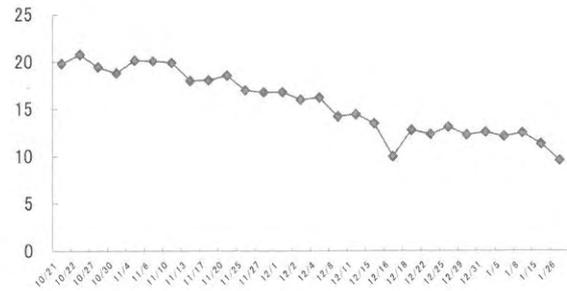


図6 唐津湾の水温推移

原因プランクトン発生状況

*G. catenatum*の遊泳細胞は10月下旬より検出され11月中旬からは本県が定めた警戒水準である50cells/lを越える出現が毎回のように観測され、11月20日には最多細胞密度864cells/mlに達した。その5日後の11月25日には加布里漁場で2.6MUの貝毒が検出された。さらに12月1日に岐志新町漁場、12月2日と4日に福吉漁場で貝毒が検出されたが、何れの場合も出荷規制値である4MUを越えることはなく出荷の自主規制も実施されなかった。その後は*G. catenatum*の出現は見られたものの貝毒は検出されず、1月に入ってプランクトンの出現もほとんど見られなくなり今漁期を終了した。

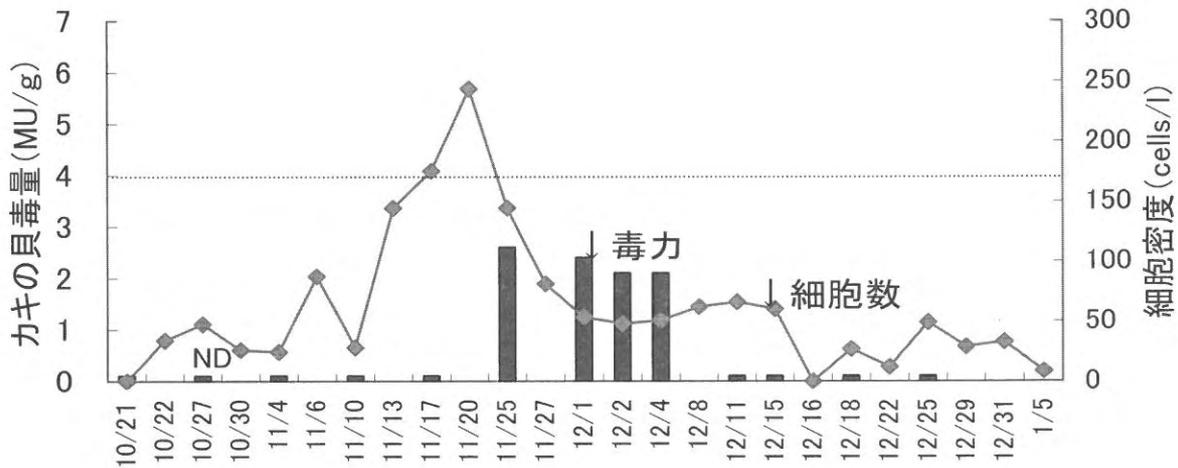


図7 原因プランクトン数と貝毒毒力の推移

漁場環境保全対策事業

白石日出人・佐藤 博之・吉岡 直樹・山本 千裕

筑前海の沿岸漁場環境保全のため、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

平成15年4月から平成16年3月のうち、8、11、2月を除き毎月上旬に調査を実施した。

(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

表1～2に示すような役割分担・方法で、調査・分析を行った。

(4)分析項目及び分析方法

分析項目及び分析方法は以下のとおりである。

- 1)水温 投げ込み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 投げ込み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 DOメーターによる測定
- 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

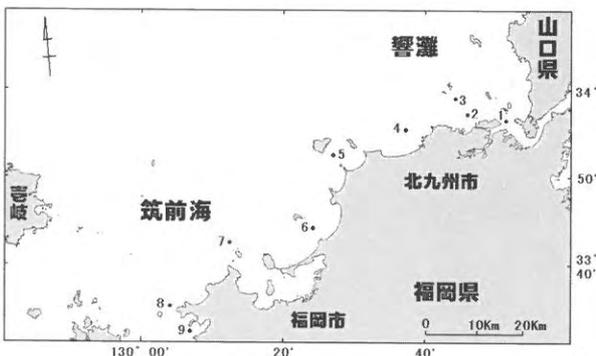


図1 水質調査定点

表1 平成15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14年4月～平成15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15年度調査・分析担当者

| 氏 名 | 業務内容 |
|--------|--------------|
| 白石 日出人 | 現場観測, データ解析等 |
| 佐藤 博之 | データ解析 |
| 吉岡 直樹 | 水質分析 |
| 山本 千裕 | 水質分析 |

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、現地調査により実測した。

2)調査定点

藻場調査は図2に示すA～Eの5定点で行った。

3)藻場調査月日

平成15年5月13日

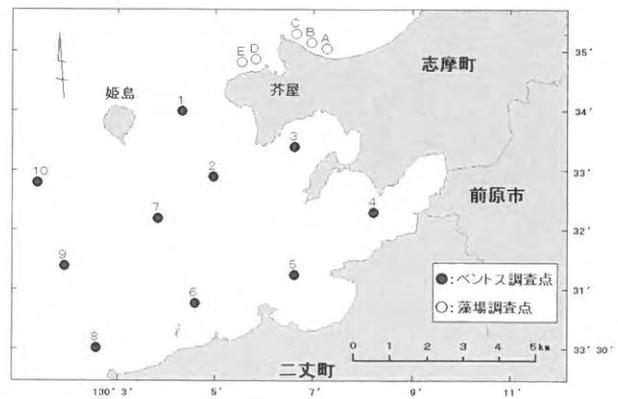


図2 藻場・ペントス調査点

4) 調査分析項目

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。

(2) 底生動物調査

1) 調査方法

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0.05m²)を用いて採泥した。採集した底泥の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(化学的酸素要求量)、AVS(酸揮発性硫化物)等の分析に供した。また、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。

2) 調査定点

底生動物調査は、図2に示す10定点で行った。

3) 調査年月日

第1回 平成15年6月9日

第2回 平成15年10月3日

4) 調査分析項目

粒度組成、COD、AVS(酸揮発性硫化物)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。また、底生生物は漁場保全対策推進事業調査指針に従った。

結果及び考察

1. 水質調査

(1) 調査実施状況

平成15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3に示した。

(2) 調査結果

1) 筑前海における平成15年度の水質環境

Stn. 1～9の平均値と過去5年間の平均値を平年率を用いて比較し、本年度の筑前海の海況を図3～6に示した。なお、水温、塩分は全層平均値を、pHは表層平均値を、DOは底層平均値のデータを用いた。

① 水温

水温は12.7℃(3月)～26.3℃(9月)の範囲であった。4月はかなり低め、6月は著しく低め、10月はやや低め、その他の月は平年並みで推移した。

② 塩分

塩分は32.34(9月)～34.51(3月)の範囲であった。9月はかなり低め、12月はやや低め、1月はかなり高

め、その他の月は平年並みで推移した。

表3 水質調査実施状況

| 調査年月日 | 調査実施点数 (9地点) | 実施率 (%) |
|-------------|-----------------|------------|
| 平成15年4月7～9日 | 9/9 | 100 |
| 〃 5月6,7日 | 9/9 | 100 |
| 〃 6月2,3日 | 9/9 | 100 |
| 〃 7月7,8日 | 6/9 | 67 |
| 〃 9月1,2日 | 9/9 | 100 |
| 〃 10月1,2日 | 9/9 | 100 |
| 〃 12月2,3日 | 9/9 | 100 |
| 平成16年1月6,7日 | 9/9 | 100 |
| 〃 3月10,11日 | 9/9 | 100 |

③ DO

DOは5.6mg/l(7,9月)～8.0mg/l(3月)の範囲であった。9,1月はかなり低め、10月はやや低め、3月はやや高め、その他の月は平年並みで推移した。

④ 透明度

透明度は5.9m(9,10月)～14.1m(1月)の範囲であった。4月はかなり低め、5月はやや高め、9,10月はやや低め、1月はかなり高め、その他の月は平年並みで推移した。

⑤ pH

pHは8.15(5月)～8.30(9月)の範囲であった。9,10月はやや高め、1月はかなり高め、その他の月は平年並みで推移した。

2) 平成15年度の筑前海における漁場特性

マアジ、マサバ、ウルメイワシ、ヒラマサ及びケンサキイカは比較的好漁であった。一方、カタクチイワシ、ブリは不漁でマイワシは漁獲が無いほど著しい不漁であった。

また、カキ養殖が行われている唐津湾では、10/22～1/28の間、*Gymnodinium catenatum*を確認した。最大細胞数は864cells/l。この期間中、カキの毒化を4回確認した(2.1～2.6MU/g)。

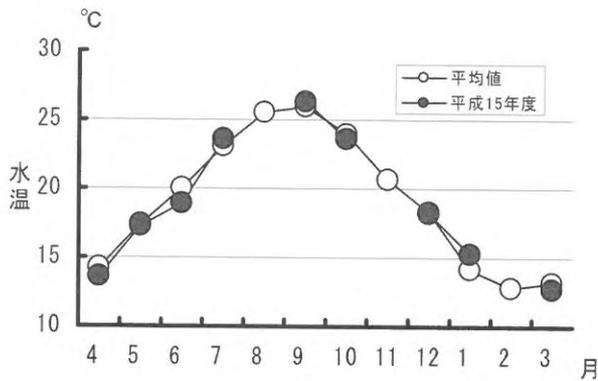


図3 水温の変化

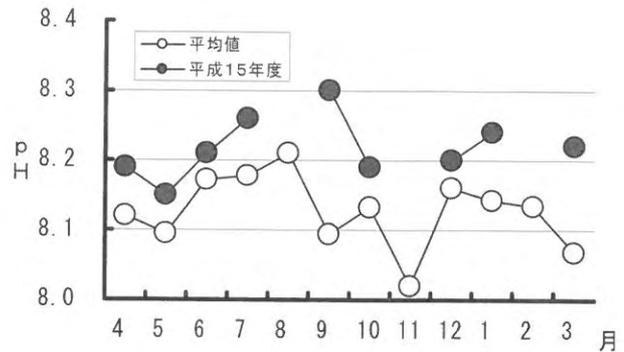


図6 表層pHの変化

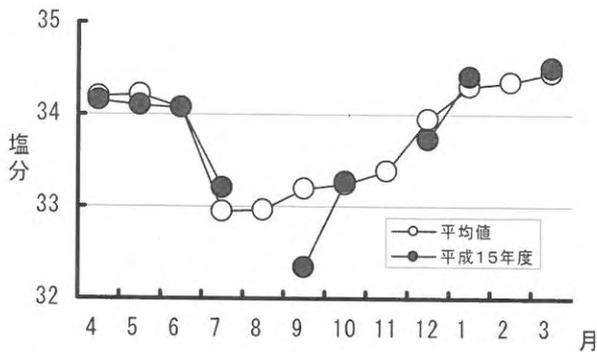


図4 塩分の変化

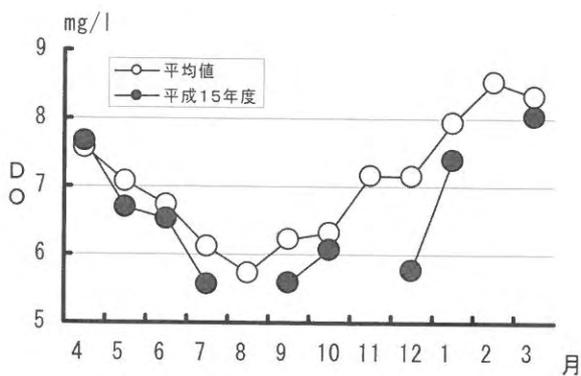


図5 底層DOの変化

2. 生物モニタリング調査

(1)藻場調査

それぞれの調査地点における生育密度評価は密生～点生と、昨年度の評価よりやや海藻が少なくなっていた。種類としては、主にアラメ、クロメ、ジョロモクなどが当海域では見られ、アラメ、クロメは全調査点で確認された。その他見られた海藻類は、イソモク、アカモク、トゲモク、ヤナギモク、ヒジキ、ワカメ、マメタワラ、ホンダワラ、エンドウモク、ノコギリモク、ヨレモク、フクロノリ、ヘラヤハズ、サキブトミル、アミジグサ、ユカリ、ウミウチワ等であった。

(2)底生動物調査

1)底質

底質は、砂質、砂泥質あるいは泥質であり、2回の調査とも臭いは観察されなかった。底質の色はオリーフ褐色から灰色であった。6月期の底質の中央粒径値、COD、AVS（酸揮発性硫化物）、強熱減量の結果を表4に、10月期の結果を表5に示した。

2)底生動物

6月および10月における体重1g未満のマクロベントスの分布を図7～8に、汚染指標種の出現状況を図9～10に示した。

すべての調査点においてマクロベントスの生息がみられた。出現したマクロベントスは6月、10月ともに甲殻類、貝類、多毛類などであった。汚染指標種は6月にStn.7でシズクガイが1個体出現した。また、10月にシズクガイがStn.3で1個体出現した。なお、出現種類数と多様度を表6に、主要出現種を表7に示した。

表4 6月期底層質分析結果

| 調査点 | 中央粒径値 (Φ) | COD (mg/l) | AVS (mg/l) | 強熱減量 (%) |
|---------|--------------|---------------|---------------|-------------|
| Stn. 1 | -0.56 | 0.37 | 0.00 | 0.23 |
| Stn. 2 | 0.51 | 1.09 | 0.00 | 0.31 |
| Stn. 3 | 3.35 | 10.37 | 0.02 | 1.39 |
| Stn. 4 | 4.41 | 23.62 | 0.10 | 2.02 |
| Stn. 5 | 2.60 | 7.19 | 0.00 | 0.97 |
| Stn. 6 | 0.37 | 0.85 | 0.00 | 0.35 |
| Stn. 7 | 3.21 | 7.06 | 0.01 | 1.15 |
| Stn. 8 | 0.36 | 1.12 | 0.00 | 0.41 |
| Stn. 9 | 3.11 | 7.05 | 0.00 | 1.00 |
| Stn. 10 | 3.27 | 8.63 | 0.00 | 1.11 |
| 平均 | 2.06 | 6.73 | 0.01 | 0.89 |

表5 10月期底層質分析結果

| 調査点 | 中央粒径値 (Φ) | COD (mg/l) | AVS (mg/l) | 強熱減量 (%) |
|---------|--------------|---------------|---------------|-------------|
| Stn. 1 | -0.22 | 1.19 | 0.00 | 0.61 |
| Stn. 2 | 0.77 | 1.19 | 0.00 | 0.53 |
| Stn. 3 | 3.53 | 10.75 | 0.02 | 2.94 |
| Stn. 4 | 4.32 | 22.72 | 0.08 | 3.04 |
| Stn. 5 | 2.72 | 6.88 | 0.00 | 1.90 |
| Stn. 6 | 0.64 | 1.51 | 0.00 | 0.51 |
| Stn. 7 | 3.23 | 7.66 | 0.00 | 1.62 |
| Stn. 8 | 0.38 | 0.90 | 0.00 | 0.63 |
| Stn. 9 | 1.02 | 9.31 | 0.02 | 1.69 |
| Stn. 10 | 3.04 | 8.22 | 0.00 | 1.47 |
| 平均 | 1.94 | 7.03 | 0.01 | 1.49 |

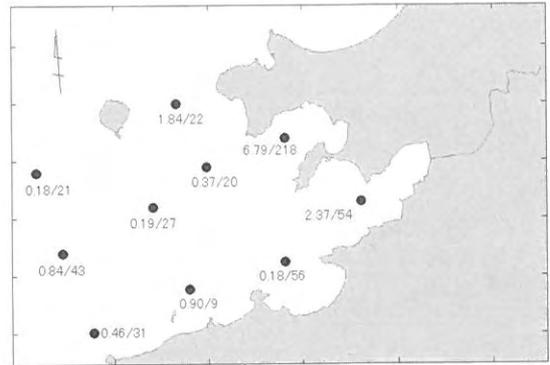


図7 マクロベントスの分析 (6月, 湿重量/個体数)

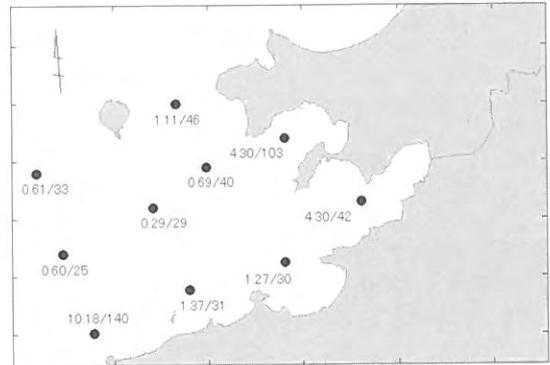


図8 マクロベントスの分析 (10月, 湿重量/個体数)



図9 汚染指標種の出現状況（6月,湿重量/個体数）
（湿重量0.001～0.004gは+で示す）



図10 汚染指標種の出現状況（10月,湿重量/個体数）

表6 出現種類と多様度

| 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 | |
| 2003年 6月9日 | Stn. 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 10 | 2.99 |
| | Stn. 2 | 6 | 3 | 1 | | 1 | 11 | 3.25 |
| | Stn. 3 | 30 | 2 | | 3 | 3 | 38 | 4.14 |
| | Stn. 4 | 13 | | | 1 | 3 | 17 | 3.41 |
| | Stn. 5 | 20 | 9 | | 1 | | 30 | 4.49 |
| | Stn. 6 | 4 | 2 | | 1 | | 7 | 2.64 |
| | Stn. 7 | 10 | 4 | | 1 | | 15 | 3.47 |
| | Stn. 8 | 8 | 3 | | | 1 | 12 | 2.40 |
| | Stn. 9 | 16 | 8 | | | 3 | 27 | 4.55 |
| | Stn. 10 | 10 | 3 | 1 | | 1 | 15 | 3.73 |
| 2003年 10月3日 | Stn. 1 | 7 | 2 | 1 | 1 | 3 | 14 | 3.00 |
| | Stn. 2 | 13 | 1 | | | 4 | 18 | 3.68 |
| | Stn. 3 | 22 | 5 | 1 | 2 | 2 | 32 | 4.43 |
| | Stn. 4 | 9 | 1 | | 1 | 1 | 12 | 2.61 |
| | Stn. 5 | 14 | 5 | | 1 | | 20 | 4.08 |
| | Stn. 6 | 12 | 2 | 1 | 1 | | 16 | 3.68 |
| | Stn. 7 | 19 | 2 | | | 1 | 22 | 4.38 |
| | Stn. 8 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 | 16 | 2.12 |
| | Stn. 9 | 10 | 2 | | | 1 | 13 | 3.23 |
| | Stn. 10 | 12 | 3 | | | 2 | 17 | 3.68 |

（採泥面積0.05m² 当たり）

表7 主要出現種

| 調査年月日 | 調査定点 | 個 体 数 順 位 | | | | |
|----------------|---------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2003年 6月9日 | Stn. 1 | リコイツメ科 (6) | ナメクジウオ (4) | メリタヨコエビ科 (3) | オトヒメコカイ (2) | チロリハホウキ (2) |
| | Stn. 2 | オフェリアコカイ (4) | クシカキコカイ (3) | イシヨコエビ (3) | マメウニ (2) | ひも型動物 (2) |
| | Stn. 3 | ホトキスカイ (38) | ナカオタケフシコ カイ(31) | フサコカイ科 (28) | ケヤリ科 (19) | タマクシフサコ カイ(15) |
| | Stn. 4 | ホトキスカイ (16) | モロテコカイ (9) | ナカオタケフシコ カイ(5) | コノハシロカネコ カイ(4) | スピオ科 (3) |
| | Stn. 5 | ナカオタケフシコ カイ(10) | カザリコカイ科 (5) | ニカイチロリ科 (3) | マクスビオ (3) | モロテコカイ (3) |
| | Stn. 6 | ヨロイホコムシ (3) | ヒメエラコカイ科 (1) | キホシイソメ科 (1) | エンシュウタケフシ ゴカイ科(1) | バカカイ (1) |
| | Stn. 7 | クチハシソコエビ 科(8) | エラキホシイソメ (3) | ノラリウロコムシ科 (2) | オフェリアコカイ 科(2) | サザナミクマ属 (2) |
| | Stn. 8 | ニホンソコエビ (18) | キホシイソメ科 (2) | トウヨウコンシオリ ビ(2) | ヒメエラコカイ科 (1) | カザリコカイ科 (1) |
| | Stn. 9 | Lacydoniid ae科(4) | イトコカイ科 (4) | マクスビオ (3) | イシヨコエビ科 (3) | イトコカイ科 (2) |
| | Stn. 10 | Lacydoniid ae科(4) | ヒメエラコカイ科 (2) | カザリコカイ科 (2) | スナモグリ科 (2) | サシハコカイ科 (1) |
| 2003年 10月3日 | Stn. 1 | グミ (15) | ナメクジウオ (8) | リコイツメ科 (8) | シリス科 (3) | ニカイチロリ科 (3) |
| | Stn. 2 | スピオ科 (10) | ひも型動物 (5) | オトヒメコカイ科 (3) | マクスビオ (3) | イシヨコエビ科 (3) |
| | Stn. 3 | ウリサネタケフシ ゴカイ(15) | フサコカイ科 (10) | イトコカイ科 (9) | ナカオタケフシコ カイ(7) | ホトキスカイ (6) |
| | Stn. 4 | ホトキスカイ (18) | モロテコカイ (10) | ヒメエラコカイ科 (3) | ひも型動物 門(2) | フサコカイ科 (2) |
| | Stn. 5 | アブセウテス科 (4) | ウリサネタケフシ ゴカイ(4) | イトコカイ科 (3) | ニカイチロリ科 (2) | モロテコカイ (2) |
| | Stn. 6 | ケヤリ科 (6) | スナクモヒトテ科 (4) | ヒメエラコカイ科 (4) | キホシイソメ科 (2) | スピオ科 (2) |
| | Stn. 7 | ニカイチロリ科 (2) | Lacydoniid ae科(2) | コカイ科 (2) | フタエラスビオ (2) | イトコカイ科 (2) |
| | Stn. 8 | ブンブクヤトリ カイ科(71) | スナクモヒトテ科 (43) | ヒメエラコカイ科 (6) | キタチロリ (4) | チロリ科 (2) |
| | Stn. 9 | イトコカイ科 (7) | イトコカイ科 (5) | クシカキコカイ (2) | スナモグリ科 (2) | イトコカイ科 (1) |
| | Stn. 10 | Lacydoniid ae科(7) | マクスビオ (4) | スナモグリ科 (4) | イトコカイ科 (3) | ツノメビ (3) |

おさかな加工技術高度化事業

篠原 満寿美・瀧口 克己

福岡県は国内有数のマダイの産地であり、玄海灘のマダイとして全国的に知られている。福岡県海域は水深20m以浅の海域が広く、全国有数のマダイの産卵及び幼魚の育成場であるため、他の海域と比較すると小型マダイが多く生息し、漁獲量も多い。

1kg以上のマダイは、刺身で食べられることが多いため需要は高い。しかし、150~300g程度の小型マダイは、調理に手間がかかるためラウンドのまま流通させているものが多いが、消費者は、手間のかからない調理済みの商品を好む傾向が強く、消費量が伸びないのが現状である。そこで、主に鮮魚で流通している小型マダイを加工原料とし、消費者のニーズに合わせたおいしく簡便に食べられる水産加工技術を開発することを目的として事業を実施した。本年度は、加工原料として利用するためには安定供給が不可欠である凍結保存技術について試験を行い、魚肉の凍結保存温度別の肉質軟弱化、体表の変色等について検討した。

また、水産加工施設は漁業者等の要望に応じて解放した。

方 法

1 小型マダイの冷凍保存試験

福岡市漁協で漁獲されたマダイ（平均体長22cm，平均体重186g）を、漁獲直後に入手し、当センター内加工実験棟に搬入し、試験を行った。

(1) 凍結温度試験

試供魚の内臓を除去後、水分をキムワイプで拭き取り、ラウンドのまま、各温度（-15℃，-30℃，-40℃，-80℃，誘電凍結）で凍結させた。凍結の7日後に流水解凍を行い、ドリップ量，圧出液汁量（保水量），破断強度を測定した。

(2) 温度別保存試験

凍結試験と同様の方法で前処理を実施した試供魚を-30℃で凍結し、各温度（-15℃，-30℃，-40℃，-80℃）で180日間保存し、30日後，60日後，90日後

のドリップ量，圧出液汁量（保水量），破断強度を測定した。

(3) 体色に及ぼす凍結の影響試験

凍結温度試験に用いたグレース処理なしの試料を解凍した直後に色差計を用いてa*値，b*値，c*値及びL*値を測定した。また，グレース処理による体色変化防止効果を確認するため，糖，淡水によるグレース処理及び真空包装を行った試料を-30℃で保存し，30日，60日及び90日後の体色変化についても色差計を用いて測定した。

2 水産加工施設の利用状況

漁業者等に水産加工施設を開放した。

結果及び考察

1) 小型マダイの冷凍保存試験

(1) 凍結温度試験

各凍結温度のドリップ量を図1，圧出液汁量の変化を図2，解凍後の破断強度を図3に示した。ドリップ量は，-15℃凍結区で5.1%，-70℃凍結区で1.9%となり，-15℃凍結区で最も多く，凍結温度の低いほどドリップ量は少なかった。圧出液重量は，-15℃凍結区では，他の凍結区よりも多く，-30℃以下の凍結区では，同程度の圧出液汁量だったことから，-15℃凍結区は保水力が低く，-30℃以下の凍結区では，-15℃凍結区と比較して保水力は高いことがわかった。また，破断強度は-15℃凍結区で最も小さく116gを示し，凍結前の破断強度の約50%程度になっており，凍結温度が低くなるほど，破断強度は大きくなった。特に，誘電凍結区の破断強度は319gと最も大きく，凍結前と比較して約90%の破断強度となることから，誘電凍結は凍結による肉質の弾力に最も影響を与えないことがわかった。

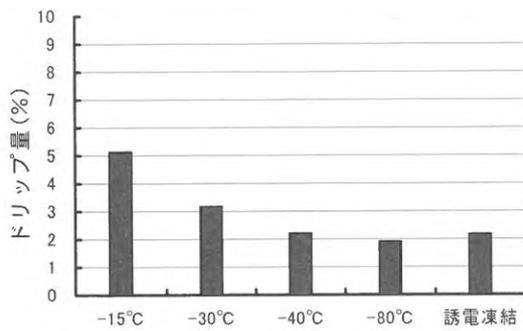


図1 凍結湿度別のドリップ量

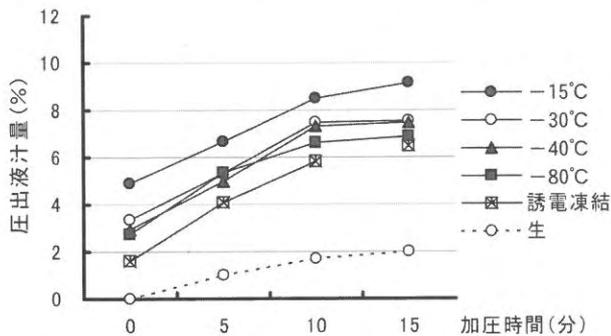


図2 凍結湿度別の圧出液計量

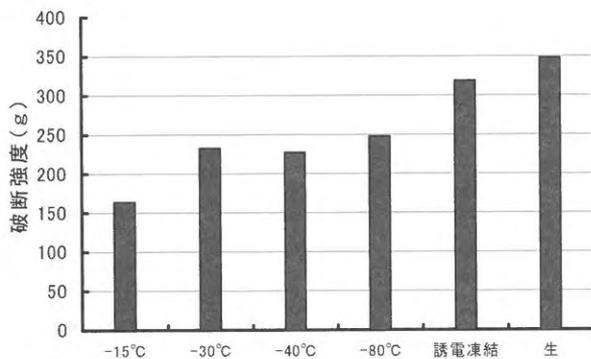


図3 凍結湿度別の破断強度

(2) 温度別保存試験

各保存温度のドリップ量の変化を図4、圧出液計量の変化を図5、解凍後の破断強度を図6に示した。ドリップ量は、-15°C貯蔵区では30日後に4.1%、60日後に8.9%、90日後に14.1%、180日後に14.7%と貯蔵期間が長くなるにつれて多くなった。-30°C貯蔵区では、30日後に3.1%、60日後に3.3%、90日後に4.0%、180日後に5.2%となり、ドリップ量がわずかに増加した。しかし、-40°C、-80°C貯蔵区では、貯蔵期間中3%程度で増加しなかった。圧出液計量は、30日後には、-15°C、-30°C、-40°C貯蔵区では8%~10%と同程度であり、-80°C貯蔵区では5~6%であった。60日後には、-15°C貯蔵区で9~

13%に増加し、-30°C、-40°C、-80°C貯蔵区では変化がなかった。また、90日後及び180日後には、-15°C貯蔵区では、圧出液計量は10~14%に増加し、それ以外の貯蔵区では、大きな変化はみられなかった。次に、破断強度は-15°C貯蔵区では、30日後に160g、90日後に114gと低くなり、-30°C以下の貯蔵区では貯蔵期間中の変化は少なかった。

3) 体色に及ぼす凍結の影響試験

グレース処理なしの温度別凍結試料の体色を図7、グレース処理をした試料(90日目)の体色を図8に示す。

グレース等の処理をしなかった試料では体色の彩度を

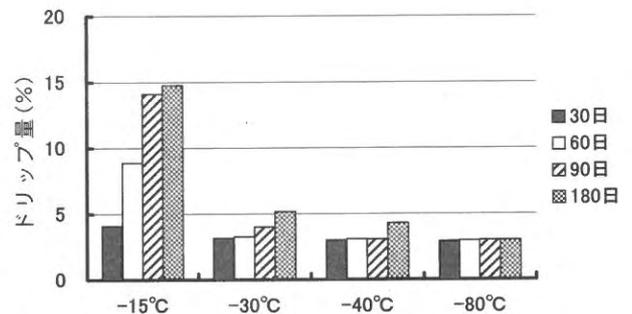


図4 保存湿度別のドリップ量の変化

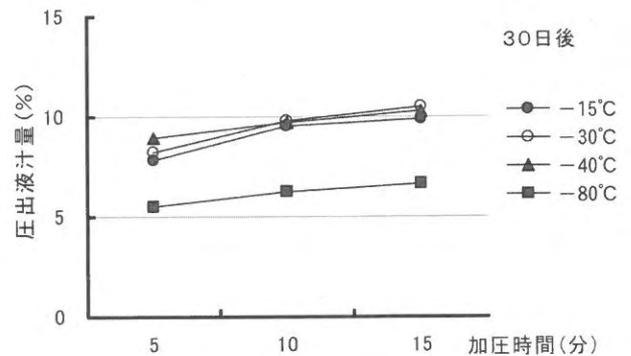


図5 30日後の保存湿度別圧出液計量

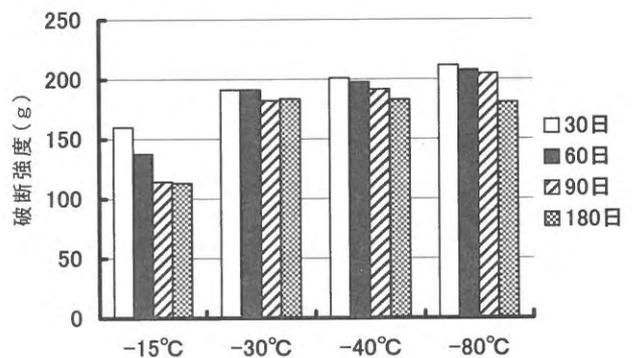


図6 保存湿度別の破断強度の変化

表す c * 値は -15℃, -30℃, -40℃, -80℃の各区において1.8~3.9であり, 生の c * 値である7.1と比較するとかなり低くなった。また, 赤から緑系を示す a * 値は赤が弱くなり, 黄から青系を示す b * 値はマイナスの値を示して青方向を示しており, 凍結前は赤色だった体色が赤紫色に変色していた。誘電凍結区の c * 値は, 8.8で, 生の体色と同程度の値を示し, 凍結による体表の変化を抑えることができることがわかった。体色の変化を抑制するために行った糖グレース処理, 淡水グレース処理, 真空包装等の処理区における体色の変化をみると, この90日間で, a * 値はどの試験区も3程度であり, 凍結前の7.1と比較すると減少しており, b * 値は, 糖・淡水グレース処理区では4.9となり, 黄色みが増していたが真空包装区はあまり増加していなかった。c * 値はグレース処理区では5.9, 真空包装区で3.3となり, 凍結前の7.1と比較すると減少していた。このことからグレース処理を行えば凍結による体表の変色をある程度抑えることができると考えられた。

今回, マダイの品質の及ぼす凍結温度及び貯蔵温度について検討し, マダイの特徴である赤色の変色を防ぐ凍結貯蔵方法として, 凍結は-30℃以下の温度が必要で, 貯蔵は, -15℃貯蔵では1ヶ月間程度, -30℃以下の貯蔵であれば6ヶ月間程度の貯蔵が可能であると考えられる。また, 体色の変化にグレース及び真空包装が有効であることがわかった。

2. 水産加工施設の利用状況 (オープンラボ)

水産加工実験棟月別利用者数の推移, および平成10~15年度の利用者数の推移を表1~2に示した。前年度に比べて利用者数は2倍以上に増加した。これはカキ, アカモク等の加工試験のため漁業者の利用が増えたためである。ただし, 加工業者の利用は平成11年以降減少傾向

表1 水産加工実験月別利用者数の推移

| 利用者 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|--------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|
| 漁業者 | 24 | 48 | 0 | 0 | 2 | 36 | 2 | 12 | 0 | 22 | 32 | 100 |
| 加工業者 | 0 | 6 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 一般、その他 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 合計 | 24 | 54 | 7 | 0 | 53 | 41 | 2 | 13 | 0 | 22 | 32 | 100 |
| 件数 | 5 | 8 | 5 | 0 | 4 | 3 | 1 | 3 | 0 | 4 | 5 | 11 |

表2 水産加工実験棟年間利用者数の推移 (H10~15)

| 年度 | 漁業者 | | 加工業者 | | 一般、その他 | | 合計 | |
|-----|-----|----|------|----|--------|----|-----|----|
| | 人数 | 件数 | 人数 | 件数 | 人数 | 件数 | 人数 | 件数 |
| H10 | 65 | 5 | 98 | 19 | 0 | 0 | 163 | 24 |
| H11 | 10 | 1 | 114 | 53 | 69 | 3 | 193 | 57 |
| H12 | 44 | 18 | 124 | 75 | 50 | 1 | 218 | 94 |
| H13 | 36 | 14 | 21 | 12 | 63 | 3 | 120 | 29 |
| H14 | 63 | 11 | 28 | 12 | 71 | 3 | 162 | 26 |
| H15 | 272 | 35 | 14 | 9 | 62 | 5 | 348 | 49 |

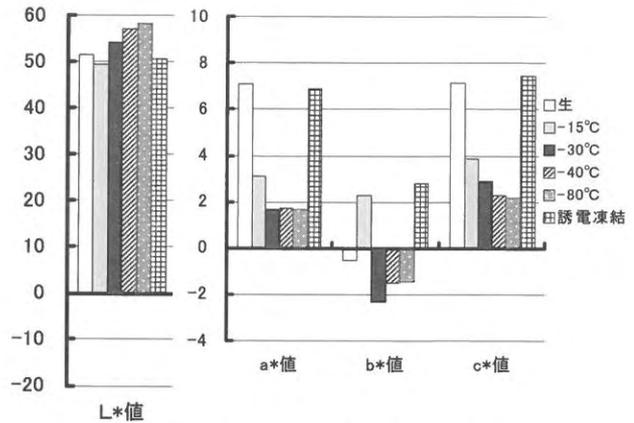


図7 湿度別凍結試験の体色変化

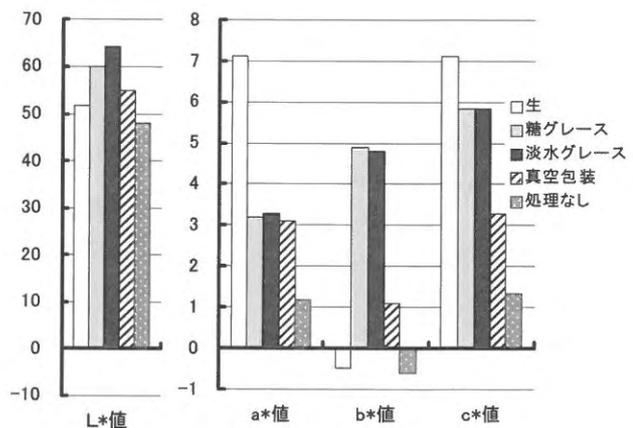


図8 グレース処理による体色変化の抑制効果 (90日後)

を示している。

文 献

- 1) 田中武夫：タラ肉の凍結-貯蔵に関する研究, 東海区研報, 116, 67-224(1985).
- 2) 平岡芳信ら：凍結流通による切り身の品質劣化防止技術の開発, 平成13年度水産物品質保持技術開発基礎調査事業研究報告概要, 192-201.
- 3) 佃 信夫：赤色魚類の体色変化に関する研究, 70, 103-174(1972).
- 4) 福田 裕：魚肉タンパク質の凍結変性, 中央水研研報, 8, 77-92(1996)

課題対応新技術研究開発事業

ーオゾン氷による魚類鮮度保持試験ー

的場達人・篠原満寿美・福澄賢二・吉村賢二*・安浪正剛**

近年、「食の安全」が強くもとめられるようになってきたのを受けて、殺菌効果のあるオゾン氷製造装置の研究が各機関で実施され製品化されている。しかし、これまでの機械ではシャーベット状やフレーク状のオゾン氷しかなく、固形状の角氷に高濃度のオゾンをつ入する技術は開発されていない。そのようななか、県工業技術センター機械電子研究所では、財団法人 北九州産業学術振興機構が実施する公募型課題対応新技術研究開発事業「省エネ型連続式オゾン氷製造装置に関する研究開発」の中で、アイスマン(株)、九州大学と共同で連続的に固形状氷に高濃度のオゾンをつ入する技術を開発した。

水産海洋技術センターでは、マアジ・マダイのオゾン氷(上氷及び海水氷洗浄処理)による魚体付着菌の殺菌効果及びマダイの切り身に対する殺菌効果試験を実施するとともに、蓄養中のマダイ体表スレ部位の殺菌及び蓄養海水の殺菌効果について検討を行った。

方 法

1. オゾン氷による魚類鮮度保持試験

魚の体表や鰓、消化管には多くの細菌が存在し、魚の死後の自己消化とともに、血管や皮膚などを突破し魚体内で活発に増殖する。今回は、オゾン氷の殺菌効果を利用して、魚類の鮮度保持を目的とした魚体付着菌の殺菌効果について検討した。

(1)オゾン氷による保存試験

保存試験は当日漁獲されたマアジ(平均体長19.5cm, 平均体重262g), マダイ(平均体長20.6cm, 平均体重175g)を入手し、それぞれの魚体をトコ箱に入れ、魚体重量の2倍量のオゾン氷及び普通氷を上氷し、その上をパウチ(薄いビニール)で覆い、各冷蔵温度で保存した。漁獲当日、1日目、2日目の一般生菌数、POV、破断強度及びK値を測定した。

(2)オゾン氷海水による洗浄試験

洗浄試験は当日漁獲されたマアジ(平均体長20.4cm, 平均体重275g), マダイ(平均体長20.6cm, 平均体重175g)を入手し、30%重量密度のオゾン氷を入れた海水及び30%の普通氷を入れた海水に供試魚を1分間浸漬洗浄し、体表付着菌を測定した。

(3)マダイ切身に対するオゾン氷殺菌効果試験

量販店で販売されているマダイ切り身をサンプルとし、オゾン氷、普通氷をつ入して5℃冷蔵保存中の3時間後、24時間後の一般生菌数を測定した。つ入する容器は深底容器(2lビーカー 直径13cm, 19cm深)と浅底容器(直径13cm, 3cm深)の2試験区とし、容器内のオゾン濃度を測定した。なお、上記3試験において、一般生菌数の測定は、マアジ及びマダイの体表を試料とし、食品衛生検査指針に従い、培地はペトリフィルムACを使用した。POVはマアジ及びマダイの体皮を試料とし、食品衛生検査指針に従い測定した。破断強度はクリープメータ(山電)を使用し、試料の背肉を厚さ10mmに調整し、プランジャーを押し込み魚肉の硬さを測定した。K値は過塩素酸抽出、液クロで分析した。

2. オゾン氷による蓄養魚活力向上試験

網で漁獲されたマダイを船内水槽で蓄養する際、特に高水温期の船内水槽での活魚率や活力が低下し、帰港後1~2日の飼育も困難な状態である。へい死の要因として漁網や手網、魚体同士、船槽壁等とのスレからくる細菌症が想定される。タイ1そうごち網漁業者は、高水温対策として船内水槽の水温を下げる(23℃程度以下)ために、角氷を用いる。(冷却装置は大型なため小型船に積載できず、その上高価で冷却に時間がかかる)そこで、今回は船内水槽でオゾン氷を用いて魚体表面を殺菌し、スレの拡大を抑えることで、活魚率を高めることを目的として試験を行った。

(1)蓄養海水の殺菌効果試験

オゾン氷で海水を殺菌する場合の必要氷量を推定することを目的として試験を行った。10lの海水にオゾン氷(オゾン4ppm含)を投入し完全に溶解した後の海水1ml

*工業技術センター機械電子研究所 **アイスマン(株)

中の生菌数を簡易微生物検査キット（ヤマト科学株式会社製）を用いて測定した。試験区は飼育海水での水量割合別に0%（対象区）10%、20%、30%の4区を設定した。1試験区2本づつキットを使用し、試験水中に30秒浸漬後、恒温器（25℃）で培養し24、48、72時間後にコロニーの計数を行った。

(2) オゾン氷海水による活マダイ体表殺菌試験Ⅰ

蓄養中のマダイ体表を、オゾン氷水で殺菌することが可能かどうかを検討した。1 ところろ網で漁獲されたマダイ4尾を5%重量割合にして収容した。試験区にはオゾン氷（4ppm含）を水量の20%になるように収容し、対照区には通常水を同量投入した。4時間後に魚を水じめにし、背鰭膜と肝臓から採取したサンプルを生理食塩水で100倍に希釈した後、Zobell2216培地に塗布し5日間25℃恒温で培養後、計数した。

また、参考までに体表、肝臓、腎臓、脾臓の1白金耳をZobell2266培地に接種し同様に培養した。

(3) オゾン氷海水による活マダイ体表殺菌試験Ⅱ

試験Ⅰでは生菌数検査の原液を100倍で希釈して試験したが生菌数の判断が難しかったため、今回は10倍希釈で試験した。300 l 水槽に海水100 l を張り、マダイ7尾を収容して水量に対し5%密度とし、試験区にはオゾン氷（4ppm）20kg、対照区には普通水20kgを投入することとした。魚体への影響を抑えるために、氷は30分毎に3~4kgづつ投入し4時間止水で飼育した。氷14kgの時点（2時間後）で海水温が10℃付近まで低下し、マダイが狂奔をはじめたのでその時点で2尾づつを水じめにし、前回と同様の体表と内臓の細菌検査を実施した。その時点で1尾づつへい死し、4尾づつは4時間かけて16.5℃まで戻し、オゾン氷区魚は紫外線飼育水槽（1t円形）に、通常氷区は通常海水水槽（1t円形）に移槽し、4日目までの生残率を比較した4日目まで生存していたオゾン氷区の2尾についても同様の細菌検査を実施した。

結果及び考察

1. オゾン氷による魚類鮮度保持試験

(1) オゾン氷による保存試験

1) マアジ

15℃、5℃冷蔵保存時におけるマアジ体表の菌数変化を図3に示す。漁獲当日の一般生菌数は 1.4×10^4 (ctu/cmf)であり、15℃冷蔵保存では、1日経過後にオゾン



図1 水技センターに設置したオゾン氷製造装置



図2 活マダイ体表殺菌試験水槽

氷で 3.1×10^5 、普通水で 3.6×10^6 、2日経過後にオゾン氷で 2.5×10^7 、普通水で 5.2×10^8 となり、オゾン氷の上氷と普通水の上氷では、10の1乗程度の静菌効果がみられた。トロ箱内のオゾン濃度の変化をみると、約2時間でオゾン濃度0となったことから、それ以降の殺菌効果はないものと考えられた。15℃及び5℃冷蔵保存時におけるマアジの破断強度の変化は図4に示すとおりであるが、その差は上氷の違いというよりも、保存温度によるものが大きいと考えられた。K値の変化（図5）も破断強度と同様に保存温度によるものが大きいと考えられた。また、体皮の過酸化物質価（POV）の変化は表1に示すとおり、0.7~3.1meq/kg程度の値で推移し、オゾンの体皮脂質に対する酸化の影響はなかった。

2) マダイ

15℃及び5℃冷蔵保存時におけるマダイの体表の菌数変化を図6に示した。15℃保存時ではオゾン氷上氷と普

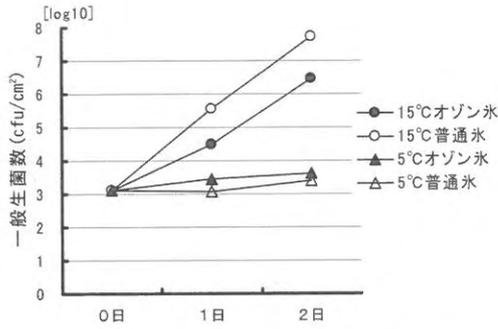


図3 マアジの冷蔵保存時の菌数変化

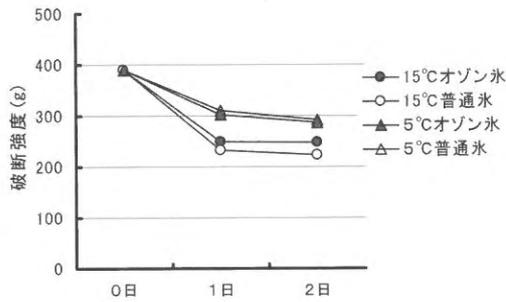


図4 マアジの破断強度の変化

表1 マアジ体皮の過酸化物質価 (meq/kg)

| | 15°Cオゾン水 | 15°C普通水 | 5°Cオゾン水 | 5°C普通水 |
|-----|----------|---------|---------|--------|
| 0日目 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1日目 | 1.1 | 0.7 | 0.8 | 0.7 |
| 2日目 | 3.1 | 2.5 | 2.2 | 2.0 |

POVの目安

| | |
|---------|-------------|
| 0~10 | ほとんど酸化していない |
| 10~20未満 | 酸化が進みかけている |
| 20~30未満 | 酸化臭を感じはじめる |
| 40~50未満 | 食べない方がよい。 |
| 50~ | 酸化がひどい。 |

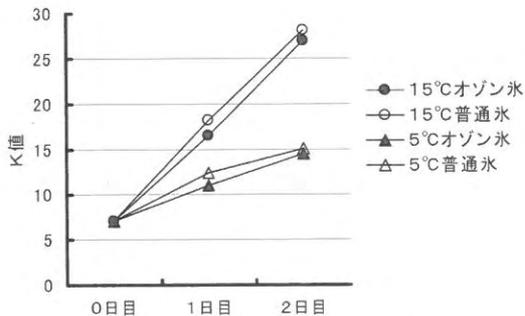


図5 冷蔵時におけるマアジのK値の変化

通氷上氷の差は認められず、5°C保存時には2日後に、オゾン上氷で体表の一般生菌数は 6.6×10^3 、普通上氷で 6.1×10^4 となり、10の1乗程度の静菌効果がみられた。破断強度(図7)、K値(図8)は、マアジと同様に氷による違いはみられず、保存温度の違いによるものが大きかった。マダイ体皮の過酸化物質価の変化は表2に示したとおり、0.6~2.2meq/kg程度の値で推移し、オゾンによる体皮脂質への酸化の影響はなかった。

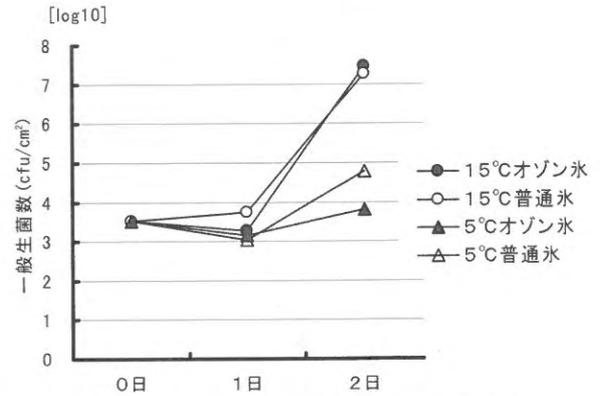


図6 マダイの15°C冷蔵保存の菌数変化

表2 マダイ体皮の過酸化物質価の変化 (meq/kg)

| | 15°Cオゾン水 | 15°C普通水 | 5°Cオゾン水 | 5°C普通水 |
|-----|----------|---------|---------|--------|
| 0日目 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1日目 | 1.1 | 0.6 | 0.9 | 0.6 |
| 2日目 | 2.2 | 2.1 | 2.2 | 1.9 |

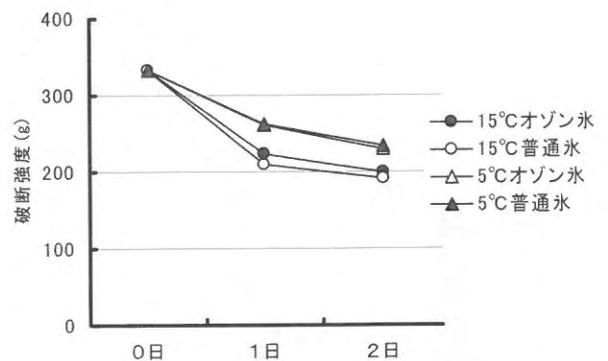


図7 マダイの破断強度の変化

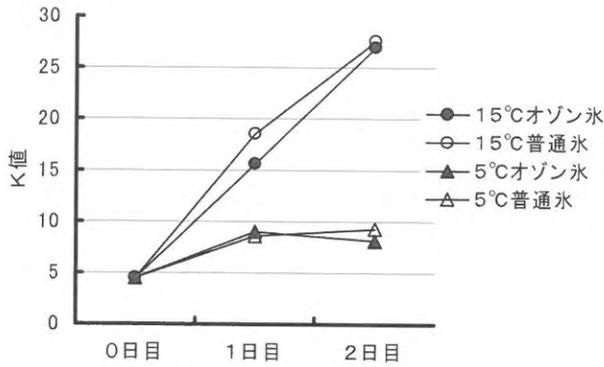


図8 冷蔵時におけるマダイのK値の変化

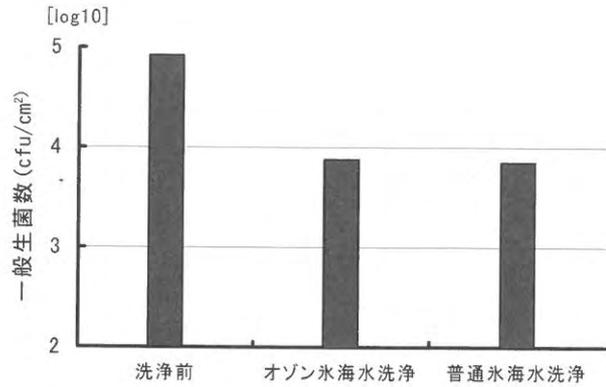


図10 マダイの洗浄試験

(2) オゾン氷海水による洗浄試験

1) マアジ

マアジの洗浄前後での体表一般細菌数を図9に示した。洗浄前の一般細菌数は 1.2×10^4 (cfu/cm²)、オゾン氷海水洗浄後は 3.1×10^3 、普通氷海水洗浄後は 4.6×10^3 となり、洗浄自体の効果はややあるが、オゾン氷による効果はなかった。これは、試験中の洗浄用のオゾン氷海水のオゾン濃度が0であり、海水中にオゾンが残っていないため、オゾンによる殺菌効果はないと考えられた。

2) マダイ

マダイの洗浄前後での体表一般細菌数を図10に示した。洗浄前の一般細菌数は 8.5×10^4 、オゾン氷海水洗浄後は 7.6×10^3 、普通氷海水洗浄後は 7.1×10^3 となり、洗浄の効果はみられなかった。

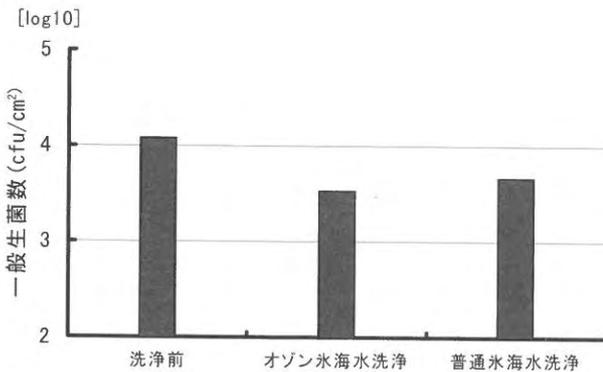


図9 マアジの洗浄試験

(3) マダイ切身に対するオゾン氷殺菌効果試験

1) 一般細菌数の変化

浅底オゾン氷区、深底オゾン氷区、普通氷区の一般細菌数の変化を図11に示した。冷蔵前の菌数は、 1.6×10^4 で、浅底オゾン氷区では3時間後に 1.6×10^4 、24時間後に 8.6×10^4 、深底オゾン氷区では3時間後に 1.4×10^4 、24時間後に 5.6×10^4 の菌数を示した。普通氷区は3時間後 3.2×10^4 、24時間後 2.3×10^5 の菌数であり、3時間後のオゾン氷区では冷蔵前の菌数から増加が見られず、24時間後は10の1乗弱程度の静菌効果がみられた。

2) 容器内のオゾン濃度

浅底オゾン氷封入容器、深底オゾン氷封入容器内のオゾン濃度の結果を図12に示した。浅底容器は 0.5 mg/l 程度の濃度であり、深底容器は封入直後で 5 mg/l 、10分後には 7 mg/l と高濃度になり、20分後、30分後でも 5 mg/l であった。

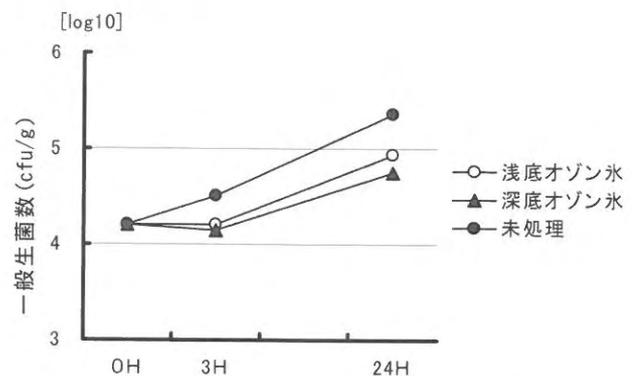


図11 マダイ切身の冷蔵保存における菌数の変化

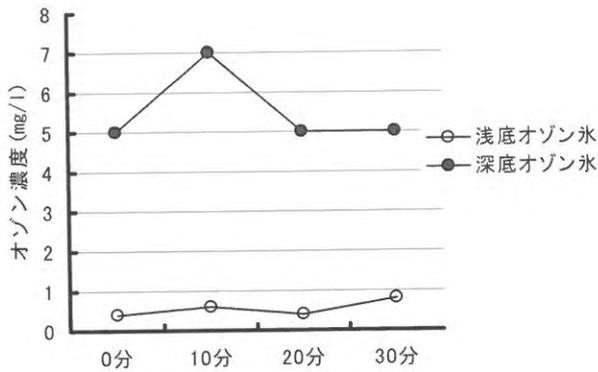


図12 オゾン濃度の変化

以上、3試験の結果を端的にまとめて、次のような考察を行った。

- ・マアジ、マダイの冷蔵保存試験をおこなった結果、マアジの15℃冷蔵保存におけるオゾン氷の上氷と普通氷の上氷では、体表の菌数において10の1乗程度の静菌効果がみられた。マダイでは、5℃冷蔵保存において、2日後に10の1乗程度の静菌効果がみられた。
- ・破断強度、K値については、上氷の違いによる効果よりも保存温度の違いによるものが大きかった。
- ・冷蔵保存中オゾンによる体表の酸化はみられなかった。
- ・オゾン氷海水でのマアジ、マダイの洗浄試験をおこなった結果、マアジはやや洗浄効果がみられたが、オゾン氷と普通氷との違いはなかった。マダイは洗浄効果はみられなかった。オゾン氷による海水中の殺菌効果は確認されたが、海水中にオゾンは残らなかったため、マアジ、マダイに対する直接の殺菌効果はないと考えられた。
- ・マダイの切り身に対する殺菌効果試験の結果、一般生菌数の変化からオゾン氷封入による切り身に対する静菌作用があると考えられた。オゾンによる静菌効果は表面のみに働くことから、24時間後の菌数増加は、容器との接触部分及びサンプル内部菌の増殖と推測された。今回は量販店の陳列棚から購入したものであるため、魚体処理後、速やかにオゾン氷封入を行えば、初期の付着菌のある程度殺菌できるので、菌数全体を抑えることはできると思われた。
- ・浅底容器と深底容器のオゾン濃度は約10倍ほど深底容器の方が高くなっているが、吸引式のオゾン濃度計のため、浅底容器のオゾン濃度は低く測定されている可能性が高かった。切り身試験では、オゾンガス注入で殺菌及び静菌効果がみられるオゾン濃度を確認し、それに相当する量のオゾン氷を封入するほうがよいので

はないかと思われた。

2. オゾン氷による蓄養魚活力向上試験

(1)蓄養海水の殺菌効果試験

通常海水(22.5℃時)中の、生菌数は表3に示したとおり226個/mlであったのに対して氷量10%区で178個/mlとやや減少し、20%以上の氷量では、3個/ml以下とほぼ完全に減菌することが可能であった。

表3 オゾン氷による海水殺菌効果

| 試験区 | 氷量 (kg) | 溶解時間 (分) | 開始水温 (°C) | 温度差 (°C) | 24hr生菌数 (個/ml) | 48hr生菌数 (個/ml) | 72hr生菌数 (個/ml) |
|----------|---------|----------|-----------|----------|----------------|----------------|----------------|
| I 10%区 | 1 | 8 | 22.5 | -8.8 | 102 | 166 | 178 |
| II 20%区 | 2 | 16 | 22.5 | -16.6 | 3 | 3 | 3 |
| III 30%区 | 3 | 24 | 22.5 | -20.2 | 1 | 1 | 1 |
| IV 0%区 | 0 | - | 22.5 | 0 | 171 | 225 | 226 |

※生菌数は2検体の平均

(2)オゾン氷海水による活マダイ体表殺菌試験Ⅰ

収容海水の20%を目標にオゾン氷を収容していったが、20分後には海水温度差が13.4℃にもなったため、魚体への影響を考慮し15%量での試験とした。

背鰭の生菌数は表4のとおりオゾン氷区の 10^{4-5} に対し、通常氷区で 10^{4-6} と大きな差はみられなかった。

オゾン氷区でも背鰭膜に 10^{4-5} の生菌数がみられ、体表の殺菌効果はみられなかった。

また、氷量15~20%にすると、水温が10℃以上も降下するため魚体のストレスも大きいと考えられ、次回は、1時間毎に氷を分割して添加するようにした。

(3)オゾン氷海水による活マダイ体表殺菌試験Ⅱ

2時間後の背鰭膜の生菌数は表5に示すとおり、オゾン氷区で 10^{6-8} 、海水氷区で 10^{5-6} と差は認められなかった。4日間の生残率は表7に示すとおり、オゾン氷区で40%、海水氷区で0%となった。しかし、4日後の生菌数は表6に示すとおりオゾン氷区の背鰭膜では 10^{5-6} と変化はなかったが、肝臓では2時間後 10^3 だったものが 10^4 と増加傾向がみられた。

結果として生残試験ではオゾン氷区の方が多く生残がみられたが、供試数が7尾づつと少なく、再現性の検証が必要であると考えられた。しかし、4ppmのオゾン氷海水では海水の殺菌までは可能であったが、体表の生菌数には大きな差はみられないことから、魚体表や鱗の裏側等の殺菌までは難しいと考えられた。

今回、オゾン氷量20%以上で、海水の殺菌効果が認められた。しかし、氷量20%以上では海水温度差が-10℃

以上となるため魚体への影響が大きすぎる。そこで今回は最大氷量14%としたが体表の殺菌までは至らないという結果となった。

今後、船内水槽での利用のためには、氷中のオゾン濃度を現状の2~3倍以上にすることが必要と考えられるが、

どの程度オゾンの水中濃度を高めれば、-5℃程度の減温で体表まで殺菌されるのかということが課題であり併せて、その際の魚毒性に留意する必要があると考えられた。

表4 オゾン氷による体表殺菌試験I

| 試験区 | BW (kg) | FL (cm) | 氷量 (%) | 開始水温 (°C) | 水温差 20min後(°C) | 背鰭生菌数※ 4hr後(個/g) | 肝臓生菌数※ 4hr後(個/g) |
|---------|------------|------------|-----------|--------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| ① オゾン氷区 | 0.62 | 29.4 | 15 | 26 | -13.4 | 1.3×10^5 | 1.0×10^4 |
| ② オゾン氷区 | 0.62 | 29.4 | 15 | 26 | -13.4 | 3.0×10^4 | 1.0×10^4 |
| ③ 通常氷区 | 0.51 | 27.7 | 15 | 26 | -13.4 | 1.0×10^4 | 0 |
| ④ 通常氷区 | 0.59 | 27.7 | 15 | 26 | -13.4 | 1.1×10^6 | 1.0×10^4 |

(※100倍希釈原液をzobell12216培地に0.05ml塗布し、5日間25℃培養後に計数)

表5 オゾン氷による体表殺菌試験II (2hr後)

| 試験区 | BW (kg) | FL (cm) | 氷量 (%) | 開始水温 (°C) | 水温差 2hr後(°C) | 背鰭生菌数※ 2hr後(個/g) | 肝臓生菌数※ 2hr後(個/g) |
|---------|------------|------------|-----------|--------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| ① オゾン氷区 | 0.56 | 30.7 | 14 | 22.3 | -12.1 | 3.9×10^8 | 1.0×10^3 |
| ② オゾン氷区 | 0.49 | 28.5 | 14 | 22.3 | -12.1 | 1.4×10^6 | 1.0×10^3 |
| ③ 通常氷区 | 0.58 | 30.4 | 14 | 22.3 | -12.1 | 2.4×10^5 | 0 |
| ④ 通常氷区 | 0.66 | 31.7 | 14 | 22.3 | -12.1 | 2.2×10^6 | 5.0×10^3 |

(※10倍希釈原液をzobell12216培地に0.05ml塗布し、5日間25℃培養後に計数)

表6 オゾン氷による体表殺菌試験II (2hr殺菌,4day飼育後)

| 試験区 | BW (kg) | FL (cm) | 飼育水 | 背鰭生菌数※ 2hr後(個/g) | 肝臓生菌数※ 2hr後(個/g) |
|----------|------------|------------|------|---------------------|---------------------|
| I オゾン氷区 | 0.83 | 33.4 | UV海水 | 1.1×10^6 | 5.8×10^4 |
| II オゾン氷区 | 0.83 | 33.5 | UV海水 | 6.3×10^5 | 8.0×10^4 |
| III 通常氷区 | - | - | 通常海水 | - | - |
| IV 通常氷区 | - | - | 通常海水 | - | - |

(※10倍希釈原液をzobell12216培地に0.05ml塗布し、5日間25℃培養後に計数)

表7 オゾン氷による体表殺菌試験中の生残試験結果

| 試験区 | 殺菌水槽 (L) | 収容尾数 (尾) | 総重量 (kg) | 平均体重 (kg) | 4日後生残率 (%) |
|----------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| I オゾン氷区 | 100 | 7 | 4.8 | 0.69 | 40 |
| III 通常氷区 | 100 | 7 | 4.9 | 0.70 | 0 |

海砂採取影響調査

内田秀和

海砂採取の漁業への影響に関しては、現在までさまざまな調査が行われてきた。今回は過去に採取が行われ、現在では規制されている共同漁業権内漁場について、その後の海底環境の変化等に視点をおいて、基礎的なデータを取得することを目的とした。

方 法

1. 調査対象とした海砂採取地

共同漁業権内漁場に位置し過去（約30年前）に5～9年間採取されたが、その後規制を受け18～25年経過した芦屋地区、奈多地区（A,B,Cの3箇所）、姫島地区の合計5箇所を対象とした。

2. 海底地形調査

対象海域を0.1マイルメッシュ区切って、その線上を毎時5ノットで航行しながら、湿式及びカラー魚群探知機を用いて海底地形を把握した。調査は平成15年7月15日（姫島）、24日（芦屋）、25日（奈多A）、及び9月29日（奈多B）、11月7日（奈多C）の延べ5回行った。

3. 水質調査

アレック電子（株）製のクロロテックを用いて、各地先の海砂採取地と0.1マイル（170m）程度離れた未採取地で、それぞれ水温、塩分、濁度、クロロフィルを測定し比較した。調査は7月24日（芦屋）、9月29日（奈多A）、12月8日（姫島）の延べ3回行った。なお、奈多地先は採取地3箇所が近いので、奈多Aの1箇所を代表点として水質を調査した。

4. 水中ビデオカメラ（ROV）調査

海底の地形や底質、生物分布などを確認するため、ROVで海底を観察するとともにビデオ撮影を行った。調査場所は採取地と未採取地の境界付近であり、ROVのケーブルを200m程度延長して150mの定線で行った。調査は7月24日（芦屋）、11月7日（奈多A）、12月9日（姫島）の延べ3回行った。

5. 漁場利用状況調査

海砂採取地付近で操業する漁業種について、海砂採取の影響に関する聞き取り等を行った。

結 果

1. 海底地形調査

海砂採取地は図1～5の実線で示すとおり周辺の海底より低い窪地となっており、点線の計画位置とは500m程度のズレで概ね一致していた。30年前の海砂採取時の山あてによる位置測定方法では誤差がかなり大きいと考えられる。なお、図は世界測地系により0.1マイルメッシュで表示した。

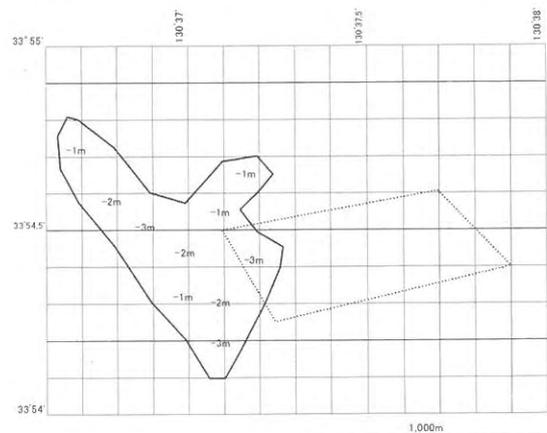


図1 海砂採取計画域と実績（芦屋地区）

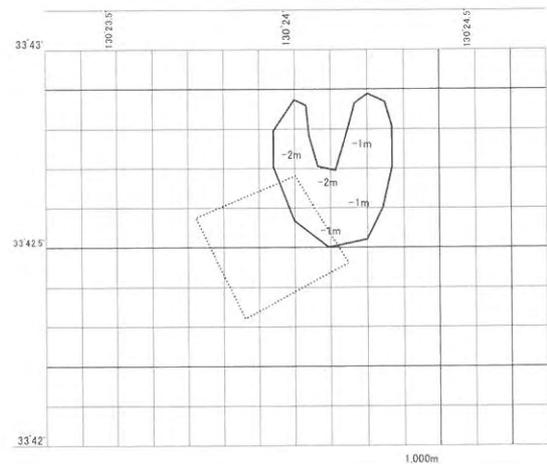


図2 海砂採取計画域と実績（奈多A地区）

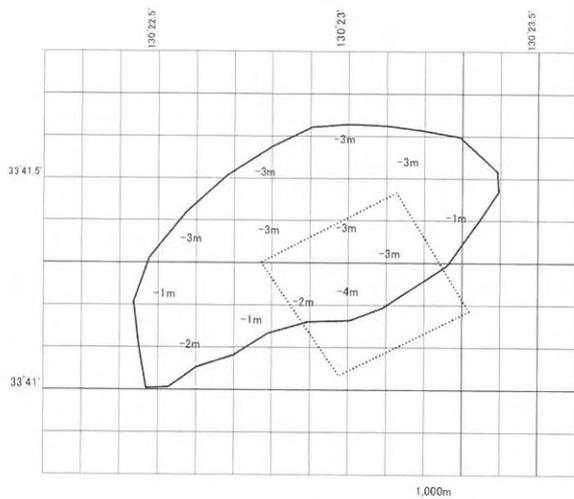


図3 海砂採取計画域と実績（奈多B地区）

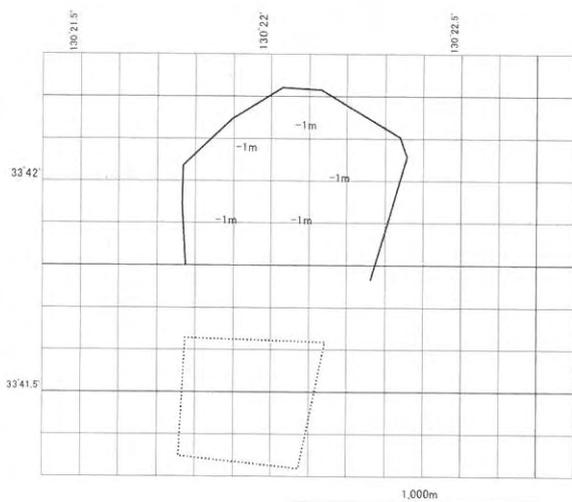


図4 海砂採取計画域と実績（奈多C地区）

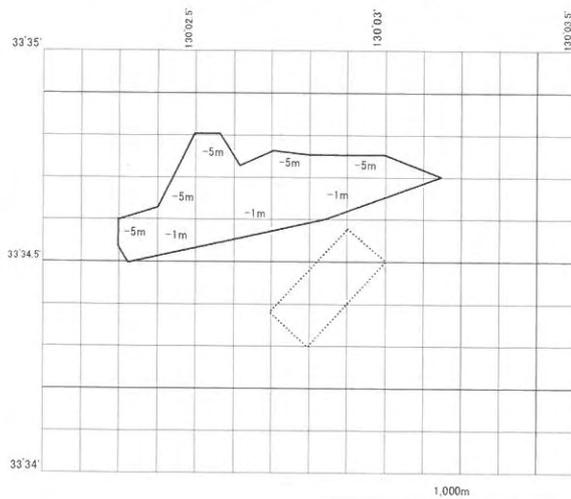


図5 海砂採取計画域と実績（姫島地区）

芦屋地区の採取地は南北に長く面積0.61km²で、周辺の海底よりも1～3m窪んでいた。中央部と東部がやや深くなっていた。

奈多地区の採取地は東から西に向かってA, B, Cが位置し、それぞれ面積が0.25, 1.03, 0.58km²で、Bが5個所の中で最も大きかった。また、Aは1m, Cも1～2mの窪みに対し、Bは3～4mと深かった。なお、Cの南部には自衛艦が停泊していたので調査できず、推定面積は実際よりもやや小さい。

姫島地区の採取地は東西に長く面積0.36km²で、周辺の海底よりも1～5m深くなっていた。特に北端部は5mの落ち込みが見られたのに対し、南部はなだらかな傾斜地であった。

2. 水質調査

芦屋地区では図6に示すように、夏(7/24)に採取地(図中点線の値)と未採取地(図中実線の値)の2個所で調査し比較した。水温は最大0.3℃の差であるが、センサー測定精度±0.5℃であるため、実際上差はない。塩分は水深1mまでは測定誤差であり、2m以深では測定精度±1%であるため、両地点で差はない。濁度は水深2mまでは測定誤差であり、3～16mは両地点でほぼ一致して低レベルであったが、未採取地点では17m以深で、採取地点では21m以深で急上昇した。

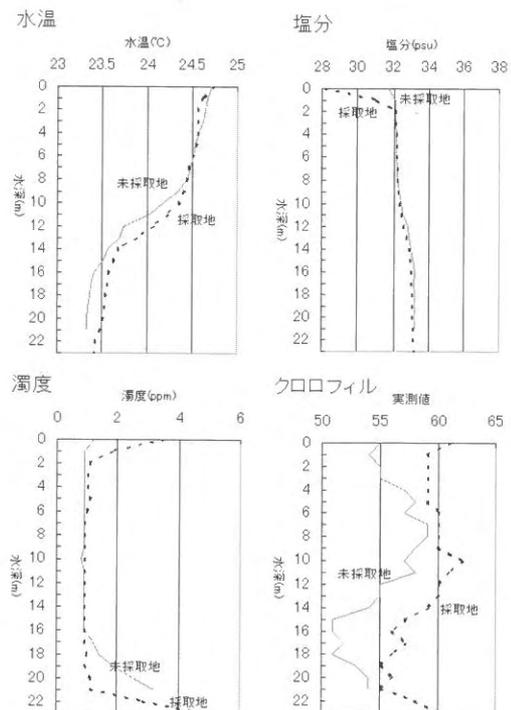


図6 水質調査（芦屋地区）

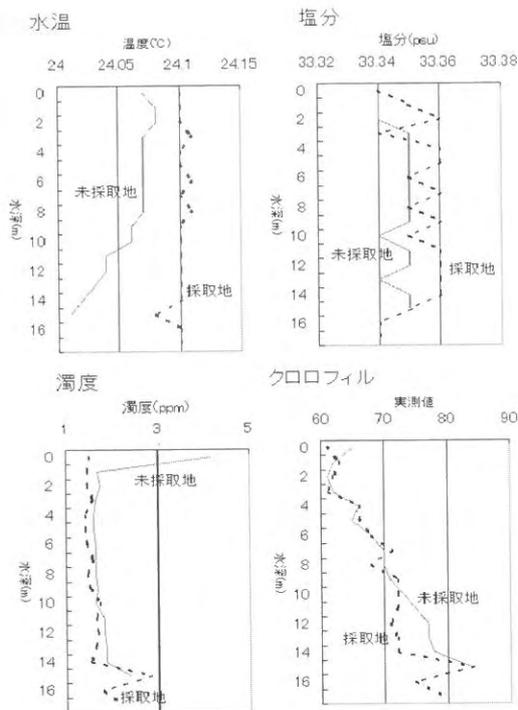


図7 水質調査 (奈多地区)

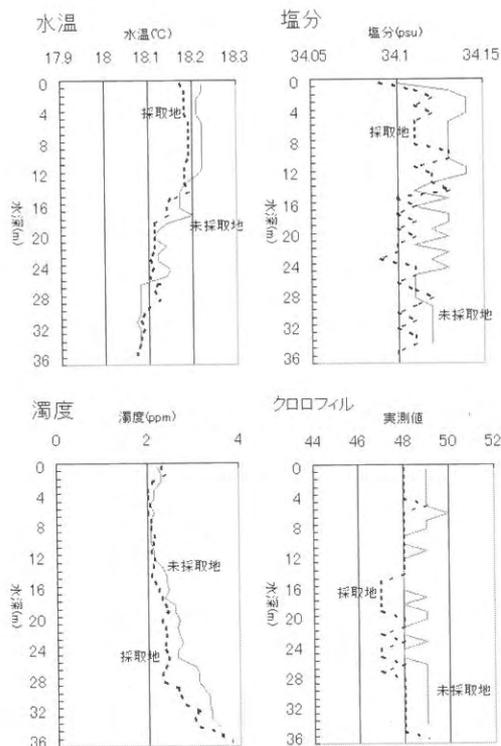


図8 水質調査 (姫島地区)

両地点の海底の濁度はそれぞれ3.2、4.8ppmで採取地が未採取地の1.5倍高かった。なお、濁度の測定精度は±2%である。クロロフィルについては実測値を示した。採取、未採取地点の差は測定精度の範囲内にあり、誤差と考えられる。他の地先のクロロフィルも同様な傾向を示した。

奈多地区では秋(9/29)に採取地、未採取地を調査し比較した(図7)。温度、塩分ともに測定精度の範囲内の差であり、実際上差は見られなかった。濁度は表層では差はなく、水深1~14mでは未採取地で僅かに高いが、海底付近(水深15m)では両地点で増加し、特に採取地が高かった。

姫島地区では冬(12/8)に調査し比較した(図8)。温度、塩分ともに測定精度の範囲内の差であり、実際上差はない。濁度は水深12mまでは差はないが、13m以深では両地点で増加し未採取地で高かった。しかし、海底付近では採取地が若干高かった。

3地区共通して、水温、塩分では採取地、未採取地で差がなかった。しかし、濁度は表面から中層までは未採取地が高い場合もあったが、いずれの地先でも海底付近では採取地で高かった。

3. 水中ビデオカメラ (ROV) 調査

芦屋地区では夏(7/24)にROV調査を行った。採取地ではROVの移動により海底の泥~細砂が舞い上がりカメラの視界を遮る状況で、底質が悪かった。付近ではネズミゴチャやハゼが分布していた。未採取地でも砂の舞上がりは見られたが、採取地ほどではなかった。キュウセンやネズミゴチャが分布していた。

奈多地区では秋(11/7)に3個所のうちの1箇所(A)で調査を行った。両地点とも底棲生物の生息する多数の穴が分布し、ROVの移動による砂の舞い上がりも少なく、底質が良好であった。

姫島地区では冬(12/9)に調査した。採取・未採取の両地点ではROVの移動による濁りは小さく差は無かったが、採取地は未採取地に比べ分布する貝殻の量が多かった。

4. 漁場利用状況調査

2そうごち網は採取域で操業した場合に網を絡ませることがあり、多くの漁船が採取域を避けて操業している。1そうごち網は一部の漁業者が採取域の海底傾斜の大きな場所で漁獲があると言うが、多く漁業者は採取域では操業することはないと言っていた。小型底びき網漁業者の中には採取域での豊漁の経験から、海砂採取により海底の餌生物(多毛類、甲殻類など)が掘り起こされ魚類等が集まるという理由で、採取に賛同する者もいた。その他、釣、刺し網、延縄などは主に利用する天然礁や魚礁が採取域付近に分布しないため、一般に採取域を利用していない。

なお、共同漁業権漁場内の浅海域では奈多地先のように風波の影響で採取域の埋め戻しが起こり、採取直後に比べて平坦になっている海域もあり、操業への悪影響は埋め戻しが起こりにくい沖合域と比べれば相対的に小さいようであった。

考 察

本県では海砂採取は昭和40年代から本格的に始まり、毎年約500万 m^3 の採取量で推移している。県では漁業に対する影響を最小限にするため、様々な規制を行ってきた。採取地域については50年代前半までは、共同漁業権漁場内漁場が主体であったが、その後沖合に移動させた。今回調査を行った3地区は共同漁業権内に位置し、それぞれ芦屋地区で昭和53～60年（8年間）、奈多地区で昭和48～52年（5年間）、姫島地区では昭和45～53年（9年間）に採取が行われた。その後は放置されて18～26年経過している。

過去の共同漁業権漁場内の調査事例によれば、採取場所は採取終了直後には周囲より5 m程度深くなっていたが、5年後には砂の移動により採取直後と比べて水深で1 m浅くなり、面積で50%程度増加していた。また、現在採取が行われている共同漁業権外の沖合域において、採取場所では周辺の海底からほぼ5 m以上深い窪みになっており、3地区でも採取直後には同程度の窪みがあったと推測される。今回の調査結果でも周囲の海底と比べ1～4 m深かったので、砂の移動による埋め戻しにより採取直後の水深よりも浅くなったと推測されるが、約20年経過しても完全な回復には至ってないことが分かった。砂の移動の程度は地域差があり、3地区の中では採取終了がほぼ同時期でそれぞれ25、26年経過した姫島と奈多地区では差が大きく、姫島では採取場所北端部で周囲よ

り5 m深い水域が広く残っているのに対し、奈多（A）では大部分が1～2 mの窪地であった。芦屋は18年経過し、周囲より1～3 m深かった。

水質については海砂採取地と未採取地で水温、塩分の差が認められなかった。しかし、濁度は海底付近で差が見られ、採取地が高かった。これは海底の底質の影響と考えられ、今回調査していないが、採取地の泥分率が未採取地と比べ高くなっているためと思われる。地区別には芦屋地区で濁度の差が大きかった。ROV調査でも芦屋における底質の差は確認できた。一方、奈多では底質の差はなく、姫島では貝殻が未採取地よりも採取地で多かった。3地区のうち、芦屋、姫島地区の2地区は、採取地で浮泥や貝殻の堆積が認められ、未採取地よりも底質が悪かった。底質と海底地形の関係は明瞭ではないが、採取場所が周囲の海底より大きく窪んでいる海域ほど底質は悪い傾向が認められた。

操業への影響はごち網、小型底びき網などの網漁業で大きい。特に周囲の海底から1～2 m程度の窪みでは問題は小さいが、それ以上になると操業はできない。今回調査した共同漁業権漁場内の浅海域（40 m以浅）では20年以上の時間の経過とともに、風波の影響等で埋め戻しされている場所も一部ある。しかし、海底への風波の影響が小さい沖合域や採取後間もない海域は、通常5 m程度かそれ以上に周囲の海底から落ち込んでおり、曳網不能や漁具の絡まり等を避けて操業は行われていない。実際に2そうごち網の操業日誌の集計を行い、2マイルメッシュで漁獲量の分布を表示したところ、漁場内に位置する5個所の海砂採取域のうち4個所の周辺域2マイル四方ではほとんど漁獲がなかった。共同漁業権漁場の外の沖合域も含めて、海砂採取位置の確認と海底形状の変化の把握が、今後とも必要と考える。

真珠貝養殖産地開拓事業

— DNA解析試験 —

吉岡 武志・福澄 賢二・深川 敦平・白石 日出人・秋本 恒基・後川 龍男

国内の真珠産業は1994年から一部の養殖場で貝柱の赤変化を伴うアコヤガイの大量死（以下、赤変病）が発生するようになり、'96年以降、西日本各地で問題となっている¹⁾。この疾病の蔓延により、国産の真珠母貝生産量は'99年には'92年最盛期の25%にまで減少し²⁾、良質な国産貝の入手が極めて困難な状況となっている。

一方、本県のアコヤガイについては、現在まで主だった真珠産業がなかったことからこれら疾病や交雑はなく、無病の純国産天然貝として有望視されている。

しかし、貝の特性については知見がなく、良質な真珠貝として重要な要素となる貝の成長や真珠の巻き特性、遺伝的特性、水温耐性等の解明が急がれている。

本報告はこのうちの遺伝的特性について、本県各地に点在するアコヤガイ集団をDNA解析し、各集団の遺伝的多様性等について把握することを目的とした。

DNA解析手法としては、アコヤガイは塩基配列情報が乏しいため、DNA多型検出法によって遺伝変異保有量を推定することが有効な手段であると考えられる。DNA多型検出法の中でもRFLP法やRAPD法の長所を併せ持つAFLP法（Amplified Fragment Length Polymorphism）³⁾が最も適していると考えられるが、同法の水産生物への応用例はまだ少なく、アコヤガイに用いた報告は見当たらない。そのため、今年度はAFLP法のアコヤガイへの有効性について検討を行った。

方 法

AFLP解析データの再現性については、同一アコヤガイの閉殻筋から2つのサンプルを採取してAFLP解析を行い、解析結果を比較し確認した。

また、同法によるDNA多型の検出と遺伝変異保有量の推定への有効性については、県内産（相島、福吉）、他県産天然貝（A県（日本海側）、B県（太平洋側））および人工種苗貝を各1個体解析し、比較検討した。

なお供試貝は採集後、DNA抽出処理まで-20℃で冷凍保存し、AFLP解析方法は次のとおりとした。

1. DNA抽出

DNAは閉殻筋からDNeasy Kit（QIAGEN）を用い

て抽出した。抽出法はDNeasy Kitのプロトコールに従った。抽出後AFLP処理を行なうまで-20℃で保存した。

2. AFLP解析

AFLP処理はパーキンエルマーバイオシステムズ社のAFLP™ Plant Mapping Kit Regular Plant Genomes用を用いた。処理手順は添付マニュアル⁴⁾に従い、次のように行った。

- (1) サンプルDNA0.05 μ gを制限酵素EcoRIとMseIで切断し、同時にアダプターをライゲーション処理した。この処理は25℃の温度条件で一晩行なった。
- (2) アダプターに相補的で末端に1塩基を付加したプライマーを用いてPre Selective PCRを行ない、両端がEcoRIとMseIの組み合わせの断片のみを増幅した。
- (3) EcoRI側にAGC、MseI側にCTTの塩基配列を加えたプライマーペアを用いてSelective PCRを行なった。
- (4) PCR後の増幅断片はパーキンエルマーバイオシステムズ社のGenetic Analyzer 310によって検出した。サンプル中には分子量マーカを加え、Gene Scanソフトウェアで増幅断片のサイズを決定した。

結果および考察

増幅断片は図1に示したように塩基数50bpから400bpの間に検出された。また、図2に示したように同一の個体から単離したDNAは、AFLPパターンが完全に一致し、DNeasy Kitで単離したDNAがAFLP解析に使用できること、植物用のAFLPキットでもアコヤガイDNAを処理できることが判明した。さらに図3に示したように、個体ごとに多型を示す増幅断片が多く確認され、DNA多型の検出と遺伝変異保有量の推定が可能であることが明らかとなった。

ただし300bp以上の増幅断片では検出されるピークの幅が広くなり、データの信頼性が低下する傾向があること、また75bp未満のものについては増幅断片が多く密集しており1塩基単位の識別が困難であったことから、これらについては解析から除外した方がよいものと思われる。

また、解析に用いた増幅断片として、原則蛍光ピーク

200以上を示したものを使用し、200未満のものについては各サンプルの増幅断片と比較し、ノイズによるものかサンプルの増幅断片かの区別をつけ、サンプルの断片と判断されるものを解析に用いる必要があると思われた。

今後、AFLP法により本県産貝や他県産天然貝、人工種苗貝等を解析することにより、遺伝的多様性や地理的隔離距離に伴う遺伝的類似度等について明らかになるものと思われた。

文 献

- 1) 室賀清邦・乾靖夫ら：ワークショップ「貝類の新しい疾病」。魚病研究, 34(4), 219-231 (1999).
- 2) 森実庸男・滝本真一ら：愛媛県宇和海における軟体部の赤変化を伴うアコヤガイの大量へい死。魚病研究, 36(4), 207-216 (2001).
- 3) P.Vos,R.Hoger,M.Bleeker,et al.: AFLP:a new technique for DNA fingerprinting.Nuceic Acids Res, 23,4407-4414(1995).
- 4) PE Applied Biosystems: AFLP法による植物のマッピングとタイピング反応プロトコール. 1-5(1998).

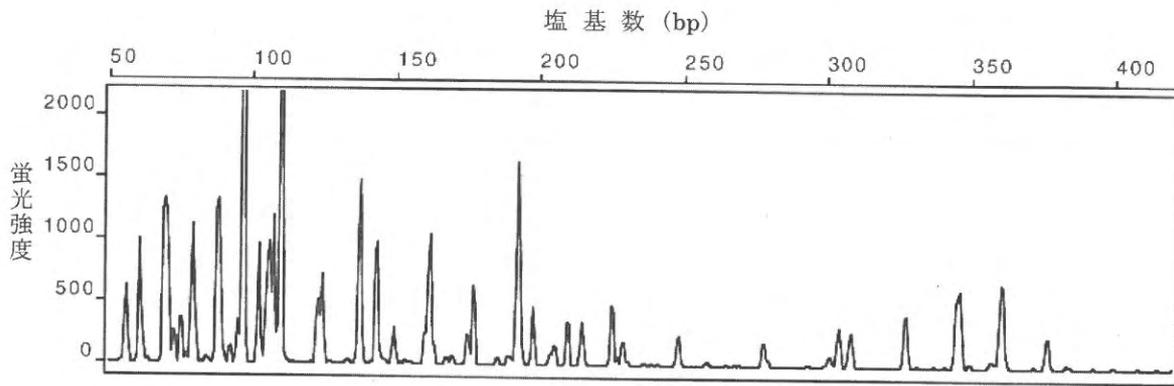


図1 アコヤガイDNAのAFLPパターン

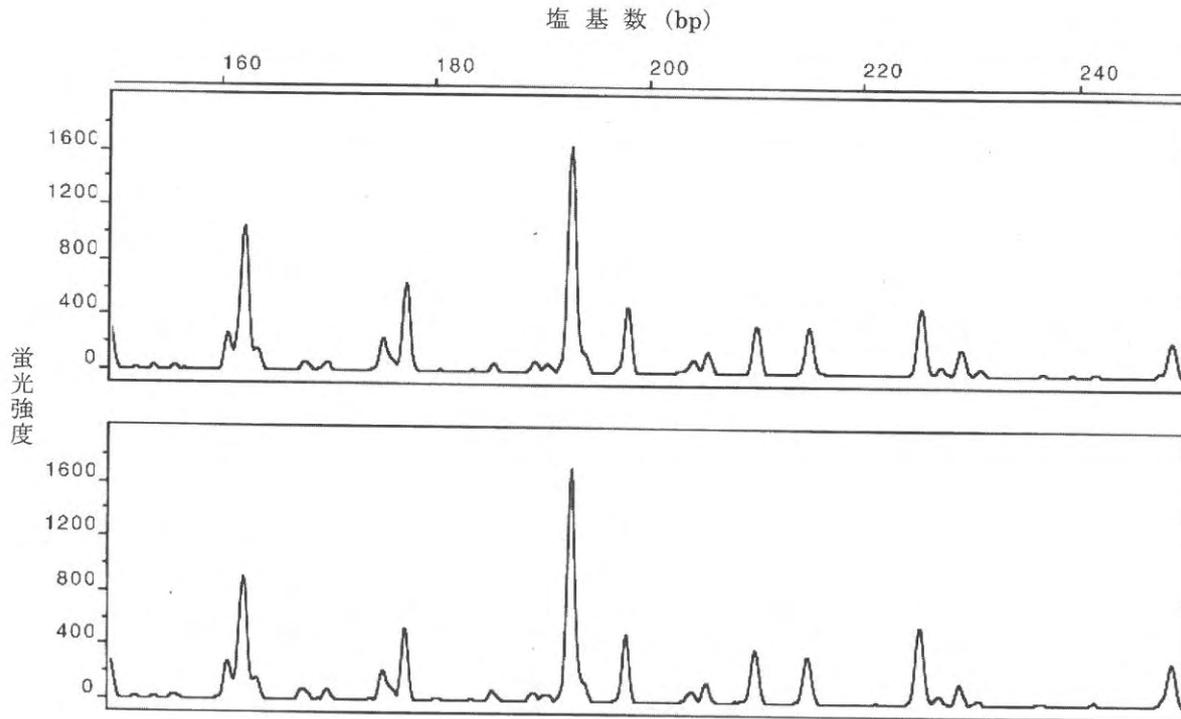


図2 同一の個体から採集したDNAのAFLPパターン

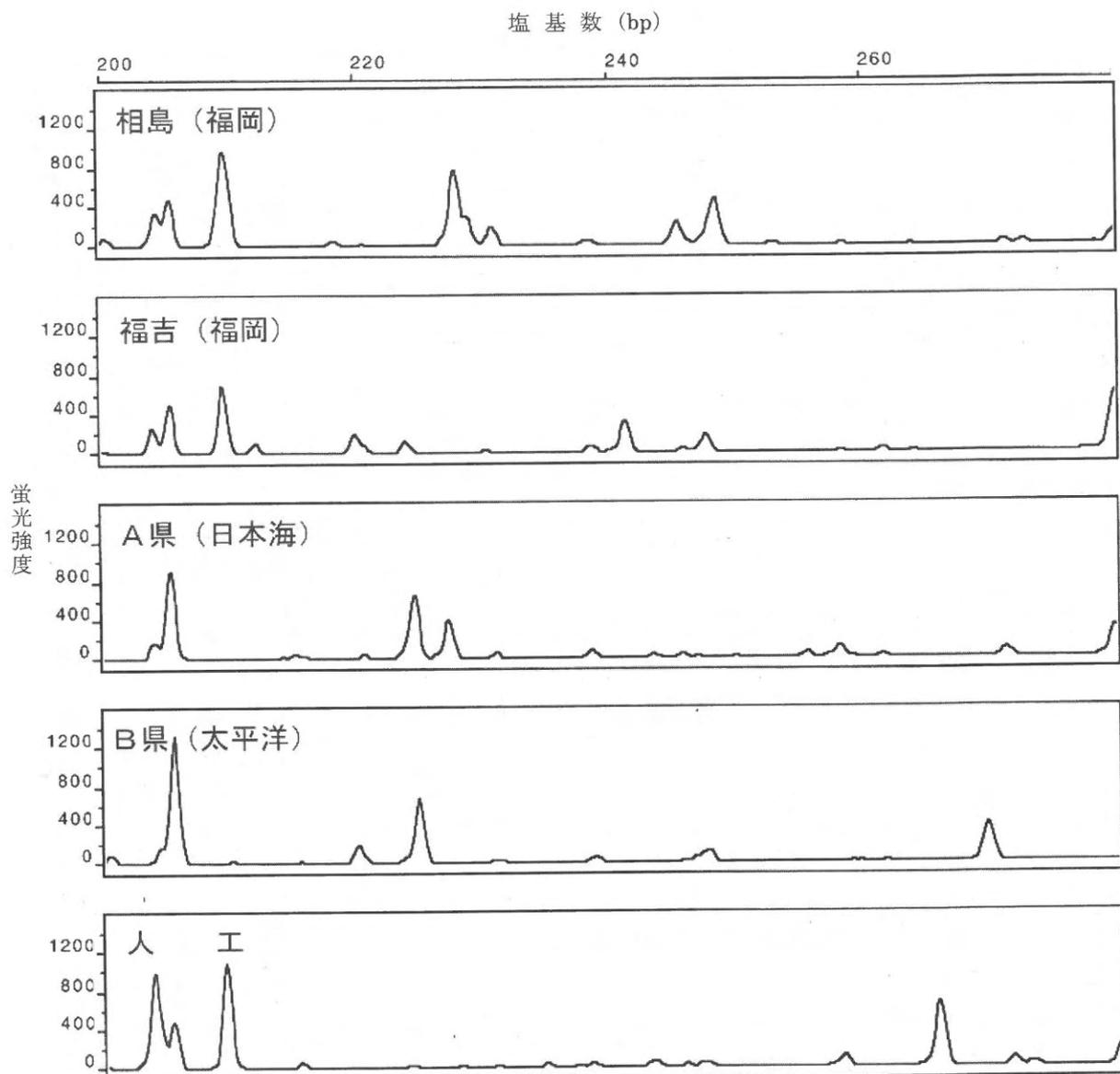


図3 各サンプルのAFLPパターン